فصل ۱

مولکول‌های اطلاعاتی



پاسخ‌های تشریحی

درسنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل ۱ اول
مولکول‌های اطلاعاتی

پاسخ‌های تشریحی

A ۱ ۲ فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد. دوستان عزیزم همان‌طور که با کتاب‌های الگو در پایه‌های مختلف آشنا هستید همواره اولین تست هر فصل را به اولین پاراگراف‌ها اختصاص می‌دهیم چون اغلب شما به آن‌ها و مقدمهٔ فصل توجه نمی‌کنید. همان‌طور که می‌دانید، در **هسته** یاخته‌های یوکاریوت، اطلاعات ژنتیکی دستورالعمل‌های فعالیت یاخته، در *DNA* فام‌تن‌ها ذخیره شده‌اند. حتماً به یاد دارید که در ساختار فام‌تن‌ها، دنا و پروتئین مشارکت دارند که مهم‌ترین این پروتئین‌ها در یوکاریوت‌ها، هیستون‌ها می‌باشند.

تله‌های تستی الف) در **پروکاریوت‌ها** هسته وجود ندارد. ولی در **یوکاریوت‌ها**، ویژگی‌های هر یاخته، مانند **شکل، اندازه** و توانایی‌های آن‌ها تحت کنترل ژن‌های **هسته** می‌باشد. / ب) دستورالعمل‌های هسته یا در حین **تقسیم** از یاختهٔ‌ای به یاختهٔ دیگر می‌روند و یا در حین **تولیدمثل**، از نسلی به نسل دیگر (*با مثلاً تشکیل یاختهٔ تخم*) منتقل می‌شوند.

A ۲ ۳ محقق موردنظر سؤال جناب گریفیت بزرگ بود که از واکسن‌سازی رفت دنبال مادهٔ وراثتی که البته در هر دو کار ناکام ماند!

نکته
از نتایج بعد از چهار آزمایش گریفیت مشخص شد که **مادهٔ وراثتی** می‌تواند بین یاخته‌ها، منتقل شود ولی **ماهیت مادهٔ وراثتی** و **چگونگی انتقال آن** بین یاخته‌ها مشخص نشد (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۴)) (*دقت کنید که در گزینهٔ (۴)، پیدا کردن نقش دنا، نتایج محققین بعد از گریفیت بود نه خود گریفیت!!!*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): فقط آزمایش **سوم** گریفیت فاقد باکتری زنده بود چون فقط حاوی باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما بود. وی بعد از آزمایش اول و دوم، فکر می‌کرد که پوشینه عامل بیماری است و انتظار داشت باکتری کشته شده پوشینه‌دار نیز باعث مرگ موش‌ها شود، ولی مشاهده کرد که بعد از آزمایش سوم، **همهٔ** موش‌ها سالم ماندند. گریفیت از این آزمایش فهمید که پوشینه باکتری، **به تنهایی**، عامل بیماری سینه‌پهلو و مرگ موش‌ها نیست. / گزینهٔ (۲): گریفیت در ابتدا به دنبال کشف واکسنی بر علیه **آنفلوانزا** بود ولی در آزمایشات خود متوجه شد، نوعی مادهٔ وراثتی، که ماهیت آن را نمی‌دانست، می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود.

برو درسنامه درختی ۱ بخون

A ۳ ۳ این سؤال مقایسهٔ آزمایش **اول و دوم** گریفیت روی موش‌ها می‌باشد. در آزمایش اول، باکتری‌های **پوشینه‌دار**، سبب بیماری سینه‌پهلو در موش‌ها شدند و همهٔ موش‌ها مردند. در بررسی خون و شش موش‌های مرده مشاهده شد که تعداد زیادی باکتری پوشینه‌دار زنده وجود دارد که از اثر دفاعی سیستم ایمنی موش در امان مانده‌اند، ولی در آزمایش دوم، سیستم ایمنی موش موفق شده، باکتری‌های **فاقد** پوشینه را از بین ببرد و به همین دلیل بیماری سینه‌پهلو در موش‌ها ایجاد نشد (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۱)).

نکته
در آزمایش اول و دوم، گریفیت از باکتری (*های*) کشته شده استفاده نکرد ولی وی از مجموع نتایج دو آزمایش اول، ابتدا برداشت کرد که **پوشینه** (*کپسول*) **باکتری**، سبب ایجاد بیماری شده است (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)).

C ۴ ۴ همهٔ موارد نادرست هستند. استفاده از موش در آزمایشات این فصل تنها مخصوص **گریفیت** بود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در آزمایش گریفیت از پروتئاز و سانتریفیوژ استفاده نشد. / ب) نادرست است. به قید «هر آزمایشی!» در ابتدای سؤال دقت کنید. در آزمایش دوم و چهارم گریفیت، از باکتری زندهٔ بدون پوشینه استفاده شد، ولی فقط در آزمایش چهارم به نقش انتقالی ماده وراثتی بین دو نوع یاخته پی بردند. / ج) نادرست است. از آزمایش سوم در حال حاضر متوجه می‌شویم که پوشینه به تنهایی عامل بیماری **سینه‌پهلو** نمی‌باشد (*نه آنفلوانزا!*). / د) نادرست است. در آزمایش چهارم از دو نوع باکتری استفاده شد که یکی پوشینه‌دار مرده و دیگری زندهٔ فاقد پوشینه بود که طی آن همهٔ موش‌ها مُردند.

B ۵ ۳ فقط مورد (الف) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. وقتی انتقال ژن از باکتری پوشینه‌دار به فاقد پوشینه انجام شد، ابتدا با تولید رنای پیک و پروتئین‌سازی، آنزیم پوشینه‌ساز ایجاد شد و سپس این آنزیم (*پروتئین*) سبب ساخت پوشینه (*کربوهیدراتی*) شد.

نکته
پوشینه ماهیت کربوهیدراتی دارد و مستقیماً از روی ژن ساخته نمی‌شود ولی آنزیم خاصی در ساخت آن نقش دارد.

ب) درست است. در اثر تغییر شکل، باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار تبدیل می‌شود و **شکل ظاهری** یا **رخ‌نمود این نوع از** باکتری‌ها تغییر می‌کند. / ج) درست است. قبل از نتایج آزمایشات ایوری، بسیاری از دانشمندان معتقد بودند که **پروتئین‌ها** ماده وراثتی هستند. / د) درست است. در همهٔ موش‌های آزمایش چهارم مسلماً باکتری‌های مرده، زنده نشده‌اند بلکه تغییر شکل و ایجاد باکتری پوشینه‌دار صورت گرفت و به همین دلیل همهٔ موش‌ها مردند.

نکته
در آزمایش چهارم گریفیت، تغییر شکل تنها در برخی باکتری‌های فاقد پوشینه، انجام شد ولی این عمل در بدن همهٔ موش‌های مورد آزمایش رخ داد.

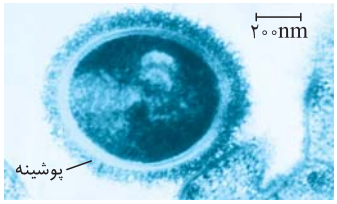
C ۶ ۱ موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

(*باکتری‌های پوشینه‌دار را در خون و شش موش‌های مرده یعنی در دستگاه گردش خون و تنفس آن‌ها می‌توان مشاهده کرد.*)

نکته
هر عاملی که باعث پدیدار شدن باکتری‌های **زندهٔ پوشینه‌دار** یا مرگ موش در اثر تزریق مخلوط آزمایش چهارم گریفیت شود، نشان دهندهٔ تغییر شکل باکتری‌های فاقد پوشینه به پوشینه‌دار بوده است. این موارد را در عبارت‌های (ب) و (ج) مشاهده می‌کنیم (*چون در آزمایش دوم، گریفیت از باکتری فاقد پوشینه استفاده کرده بود*) ولی موارد (الف) و (د) سبب مرگ موش و تغییر شکل باکتری‌ها نشده‌اند. (*برخلاف گفته عبارت (د) در آزمایش گریفیت از آنزیم‌های هیدرولاز و در آزمایش ایوری، از موش استفاده نشد.*)

درسنامه درختی ۱ آزمایشات گریفیت

هریک از یاخته‌های بدن ما، ویژگی‌هایی مثل شکل و اندازه، تحت فرمان **هسته** دارند.
DNA مولکولی در کروموزوم‌هاست که مادهٔ ذخیرهٔ اطلاعات وراثتی یاخته و جاندار می‌باشد.



آزمایشات گریفیت و دیگران

- اطلاعات **اولیه** در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایشات این باکتری‌شناس انگلیسی به دست آمد.
- در پی ساخت **واکسنی** برای پیشگیری از بیماری آنفلوانزا بود که در آن زمان فکر می‌کرد عامل آن نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است.
- روی باکتری استرپتوکوکوس نومونیا (*عامل سینه‌پهلو*) در موش‌ها کار می‌کرد که خود دو نوع داشت: پوشینه‌دار و فاقد پوشینه
- نوع پوشینه‌دار، در موش بیماری‌زا بود ولی نوع فاقد پوشینه بیماری ایجاد نمی‌کرد ← قطر این باکتری بیشتر از ۲۰۰ نانومتر می‌باشد.

گریفیت

آزمایشات

- **آزمایش اول** ← تزریق باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار به موش
- نتیجه ← موش مُرد و در خون و شش‌های آن باکتری‌های **پوشینه‌دار زنده** مشاهده شد.
- **آزمایش دوم** ← تزریق باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه به موش
- نتیجه ← موش زنده ماند و در خون و شش‌های موش، باکتری زنده یافت نشد.
- **نتیجه‌گیری آن‌ها بعد از دو آزمایش اول و دوم** ← **پوشینه** عامل بیماری آنفلوانزا در موش‌ها می‌باشد.
- **آزمایش سوم** ← تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما به موش‌ها
- نتیجه ← موش زنده ماند ← در خون و شش موش، هیچ باکتری نبود ← پوشینه **به تنهایی** عامل بیماری و مرگ موش‌ها نیست.
- **آزمایش چهارم** ← مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده و فاقد پوشینهٔ زنده را به موش تزریق کرد.
- نتیجه ← موش‌ها مردند و در خون و شش‌های آن‌ها، باکتری پوشینه‌دار و فاقد پوشینه زنده مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی از آزمایشات گریفیت

۱) تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه زنده به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار زنده شدند.
۲) مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود.
۳) **ماهیت** این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.
۴) پوشینه عامل مقاومت باکتری در مقابل دستگاه ایمنی موش است.

فقط در آزمایش

- سوم گریفیت باکتری زنده استفاده نشد.
- دوم گریفیت موش‌های زنده لنفوسیت خاطره دارند.
- اول و چهارم گریفیت باکتری زندهٔ پوشینه‌دار در خون و شش‌های موش‌ها مشاهده شد.
- سوم گریفیت در خون یا شش‌های موش‌ها، باکتری استرپتوکوکوس نومونیا مشاهده نشد.

ترتیب عمل آزمایش ایوری

ایستگاه ۱

۱) عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده در مرحلهٔ سوم گریفیت را تهیه کردند و **همهٔ پروتئین‌های** موجود در آن را با پروتئازها **تخریب** کردند و سپس باقی‌ماندهٔ محلول را به محیط کشت باکتری‌های **زنده فاقد پوشینه** اضافه کردند و مشاهده کردند که باز هم باکتری پوشینه‌دار ایجاد می‌شود. آن‌ها فهمیدند که پروتئین که همه می‌گفتن این‌کاره است، این‌کاره نیست و مادهٔ وراثتی ماهیت غیرپروتئینی دارد! همین!

نتیجه: مخلوط حاصل از آزمایش اول، سبب تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه شد و فهمیدند که **پروتئین** در عصاره، عامل تغییر شکل و مادهٔ وراثتی نبوده است ولی متوجه نشدند که کدام‌یک از دنا یا کربوهیدرات و یا لیپید می‌تواند ماهیت مادهٔ وراثتی را ایجاد کند و سبب انتقال صفت شده باشد!!

۲) در آزمایش دوم باز هم از عصارهٔ استخراج شده از باکتری پوشینه‌دار کشته شده استفاده شد و آن را با سرعت بالا، سانتریفیوژ (*گریزانه*) کردند و مواد آن را لایه لایه جدا کردند. سپس با اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه، مشاهده کردند که **فقط** لایه‌ای که حاوی *DNA* بود، سبب تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار شد (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۳)).

نتیجه: برای اولین‌بار فهمیدند *DNA* **مادهٔ وراثتی** است (*یعنی دنا عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات بین دو یاخته است و برای بار دوم متوجه شدند پروتئین مادهٔ وراثتی نیست*).

۳) ایوری و همکارانش در **سومین** آزمایشات خود، از انواع مختلف آنزیم‌های **تجزیه‌کنندهٔ مواد آلی** (*هیدرولاز*) استفاده کردند و برای بار دوم فهمیدند که قطعاً دنا عامل وراثتی است و باز هم پروتئین این‌کاره نیست (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۲)). چون در این آزمایش فقط محلولی که دنای آن حذف شده بود، فاقد باکتری زنده پوشینه‌دار می‌شد.

B ۸ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. آزمایش ایوری برای شناخت **نوع** و **ماهیت** مادهٔ وراثتی بود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در آزمایش اول و سوم از پروتئاز استفاده کردند ولی در آزمایش اول در مورد نقش دنا در مادهٔ وراثتی اطلاعاتی به دست نیاوردند. / ب) نادرست است. در آزمایش‌های ایوری، از **موش** استفاده نشد! (*گوارِ نخورید!*). / ج) نادرست است. در مورد اولین آزمایشی که هم‌زمان متوجه شدند دنا عامل وراثتی است ولی پروتئین این نقش را ندارد، آزمایش دوم همراه سانتریفیوژ بود. / د) درست است. در هر سه آزمایش ایوری، از عصارهٔ باکتری‌های مردهٔ پوشینه‌دار استفاده کردند و در هر سه آزمایش فهمیدند که پروتئین مادهٔ وراثتی نمی‌باشد.

درسنامه درختی ۲ آزمایشات ایوری

- عوامل مؤثر در انتقال صفت وراثتی را حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت کشف کرد و متوجه شد که این عامل **دنا** یا *DNA* است.
- ایوری از ساختار دنا اطلاعی نداشت.

آزمایش اول
- ابتدا از **عصارهٔ** استخراج شده از باکتری **کشته شدهٔ پوشینه‌دار** استفاده کردند و در آن **تمامی پروتئین‌های** موجود را توسط **پروتئازها** تخریب کردند، سپس باقی‌ماندهٔ محلول را به محیط کشت باکتری **فاقد** پوشینه اضافه کردند.
- نتیجهٔ آزمایش ← انتقال صفت صورت گرفت، یعنی باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه به نوع زندهٔ پوشینه‌دار تبدیل شدند.
- نتیجه‌گیری نهایی از آزمایش اول ← **پروتئین‌ها** مادهٔ وراثتی نیستند و سبب انتقال صفت بین دو جاندار نشده‌اند.

آزمایش دوم
- عصارهٔ استخراج شده از باکتری کشته شدهٔ پوشینه‌دار را سانتریفیوژ کرد (*با سرعت بالا*) و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کرد.
- هریک از لایه‌ها را به صورت جداگانه به محیط کشت دارای باکتری **فاقد پوشینه** اضافه کرد ← در این آزمایش از آنزیم‌های هیدرولاز استفاده نشد.
- نتیجه ← انتقال صفت، فقط با لایه‌ای که در آن **دنا** وجود دارد، انجام شد.
- نتیجه‌گیری نهایی ← عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، **دنا** است و پروتئین یا ماده دیگری نمی‌باشد.

ایوری
- با اینکه ثابت کردند مادهٔ وراثتی، *DNA* می‌باشد ← ولی بسیاری از دانشمندان همچنان بر این باور بودند که عامل تغییر صفت، **پروتئین‌ها** می‌باشند.

آزمایش سوم
- عصارهٔ استخراج شده از باکتری پوشینه‌دار را چهار قسمت کرد.
- به هر قسمت آنزیم تخریب‌کنندهٔ **یک** گروه از مواد آلی را اضافه کرد ← از هر چهار نوع آنزیم هیدرولاز (*پروتئاز، لیپاز، نوکلئاز و کربوهیدراز*) استفاده کرد.
- هرکدام را به محیط کشت حاوی باکتری **بدون پوشینه** اضافه کرد (*فرصت انتقال صفت تکثیر و رشد داده شد*).
- نتیجه
  - در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی **آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا** است.
  - باز هم متوجه شد که فقط دنا عامل انتقال صفت به صورت ارثی می‌باشد.

- از نتایج هر سه آزمایش، متوجه شدند که پروتئین، عامل انتقال صفت نیست.
- از نتایج آزمایش دوم و سوم، متوجه شدند که *DNA*، عامل وراثتی و انتقال صفت است.
- در هر سه آزمایش از عصارهٔ باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار به همراه باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه استفاده کردند.
- ایوری در آزمایشات خود از باکتری زندهٔ فاقد پوشینه استرپتوکوکوس نومونیا و عصارهٔ پوشینه‌دار استفاده کرد.
- گریفیت هم از موش و هم از باکتری در آزمایشات خود استفاده کرد.

A ۹ ۳ ایوری، پروتئین‌های عصارهٔ حاوی باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را تخریب کرد که این مواد در آزمایش **سوم** گریفیت نیز استفاده شده بود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ایوری در آزمایش خود از موش استفاده نکرد. / گزینهٔ (۲): ایوری می‌دانست که پوشینه، عامل وراثتی نیست. / گزینهٔ (۴): در این محلول یا عصاره، باکتری زنده وجود نداشت ولی در ادامه وقتی باکتری زنده فاقد پوشینه را به عصاره اولیه اضافه کردند، متوجه انتقال مادهٔ وراثتی شدند و سپس مخلوط حاصل را وارد دستگاه سانتریفیوژ با سرعت **بالا** کردند.

B ۱۰ ۲ موارد (ج) و (د) نادرست هستند. نوکلئیک اسیدها شامل دنا و رنا می‌شوند.

تله‌های تستی الف) درست است. در فصل ۷ دهم آموختید که از کانال‌های سیتوپلاسمی و مسیر سیمپلاستی، نوکلئیک اسیدها بین یاخته‌ها در عرض ریشه عبور می‌کنند. / ب) درست است. زیادی تولید اوریک اسید که از متابولیسم مواد نیتروژن‌دار ایجاد می‌شود، می‌تواند سبب بیماری التهابی نقرس در مفاصل شود که در این صورت مقدار هیستامین آزاد شده از ماستوسیت‌ها در آن زیاد می‌شود. / ج) نادرست است. بین فسفات و باز آلی هر نوکلئوتید، پیوندی وجود ندارد. فقط قند پنج‌کربنی به دو عامل دیگر متصل است. / د) نادرست است. کمتر بودن اکسیژن دنا، مربوط به قند آن است (*کربن‌های ۲ هم پنج‌ضلعی است*).

برو درسنامه درختی ۳ بخون

C ۱۱ ۳ در این سؤال مقایسهٔ دو *DNA* مدنظر است که تعداد نوکلئوتید یکسانی دارند ولی یکی به صورت حلقوی در باکتری‌ها و دیگری به صورت خطی در موش می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در دنا، تعداد پیوند فسفودی‌استر در حالت حلقوی از خطی دو عدد بیشتر است چون نوکلئوتیدهای دو سر هر رشته نیز با هم در پیوند هستند و در این صورت قطعاً تعداد پیوندهای قند فسفات آن‌ها نیز متفاوت است. به یاد داشته باشید که هر پیوند فسفودی‌استر، دارای دو پیوند قند فسفات می‌باشد. / گزینه‌های (۲) و (۴): نادرست‌اند. در صورتی که توالی بازهای آلی دو مولکول را یکسان در نظر بگیریم، تعداد حلقه‌های آلی و پیوند بین بازهای آن‌ها یکسان است. / گزینهٔ (۳): درست است. در این دو مولکول، تعداد پیوند فسفودی‌استر و قند فسفات متفاوت بوده ولی تعداد پیوند بین قند و باز آلی یکسان است.

برو درسنامه درختی ۴ بخون

درسنامه درختی ۳ — ساختار نوکلئوتیدها = واحدهای سه‌بخشی

واحد سازندهٔ نوکلئیک اسیدها

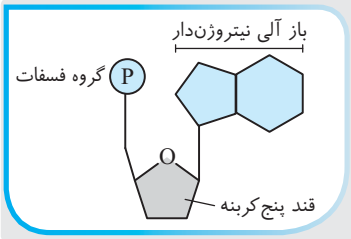
انواع نوکلئوتیدها

- بدون در نظر گرفتن فسفات‌ها، ۸ نوع نوکلئوتید می‌توان با قندها و بازهای آلی متنوع تولید کرد.
- با در نظر گرفتن فسفات‌ها، ۲۴ نوع نوکلئوتید در طبیعت وجود دارد.
- در ساختار دنا و رنا وجود دارند.
- *ATP* به عنوان منبع رایج انرژی نیز با قند ریبوز، یک نوکلئوتید به حساب می‌آید.
- در ساختار مولکول‌های حامل الکترون در واکنش‌های سوخت‌وسازی فرایندهای فتوسنتزی و تنفس یاخته‌ای (*NADH* ، $FADH_2$ و *NADPH*) وجود دارند.
- هیچ‌گاه در یک نوکلئوتید پیوند فسفودی‌استر وجود ندارد.
- هر نوکلئوتید موجود در دنا یا رنا، برحسب کتاب شما باید یک‌فسفاته باشند.
- در فرایندهای اگزوسیتوز، آندوسیتوز و اغلب انتقال‌های فعال و عمل پمپ سدیم پتاسیم، نوکلئوتید *ATP* نقش دارد.

اجزای هر نوکلئوتید

قند پنج‌کربنی

- یک حلقه بدون نیتروژن پنج‌ضلعی دارد که از چهار کربن این حلقه تشکیل شده است.
- در *DNA* ← دئوکسی ریبوز است.
- در *RNA* ← ریبوز است ← یک اتم اکسیژن از دئوکسی ریبوز، بیشتر دارد.
- در حلقهٔ پنج‌ضلعی قند آن ۴ کربن وجود دارد.



باز آلی نیتروژن‌دار

- با پیوند اشتراکی، به قند متصل است ← هر نوکلئوتید، یک پیوند قند باز دارد.
- انواع:
  - دوحلقه‌ای (*پورین*‌ها)
    - آدنین و گوانین است.
    - یک حلقهٔ پنج‌ضلعی و یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارد.
    - از حلقهٔ کوچک‌تر خود به حلقهٔ پنج‌ضلعی قند متصل می‌شود.
  - تک‌حلقه‌ای (*پیریمیدین*‌ها)
    - سیتوزین، تیمین و یوراسیل هستند.
    - یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارند که به حلقهٔ پنج‌ضلعی قند متصل می‌شود.
- باز آلی تیمین، فقط در *DNA* و یوراسیل، فقط در *RNA* وجود دارد.

- یک، دو یا سه گروه فسفات به صورت رشتهٔ فسفاتی به قند متصل می‌باشد
  - پیوند بین قند و فسفات از نوع اشتراکی (*فسفواستر*) است.
  - پیوند بین فسفات‌ها از نوع اشتراکی و پرانرژی است.
  - فسفات به کربنی از قند وصل است که در حلقه شرکت ندارد.
- هیچ‌گاه باز آلی یک نوکلئوتید به فسفات‌ها متصل نمی‌شوند.

درسنامه درختی ۴ — بررسی ساختار دنا (*DNA*)

دنا

- مارپیچ دورشته‌ای است ← تفاوت نوکلئوتیدهای آن، در نوع **باز آلی** آن‌هاست.
- ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهد.
- بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.
- در هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید، نوکلئوتیدها با پیوند اشتراکی به نام فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند.
- در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات نوکلئوتید جدید به گروه هیدروکسیل قند نوکلئوتید قبلی متصل می‌شود.
- پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشتهٔ دنا را مقابل هم نگه می‌دارد. $A=T$ ، $C\equiv G$
- قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد ← سبب پایداری *DNA* می‌شود.
- اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدها به دنا حالت پایدارتری می‌دهد.
- با باز شدن دو رشتهٔ دنا در بعضی نقاط، پایداری دنا به هم نمی‌خورد.
- با شناسایی نوکلئوتیدهای یک رشتهٔ *DNA*
  - می‌توانیم از ردیف نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر مطلع شویم.
  - می‌توانیم نوکلئوتیدهای *RNA*های ساخته شده از بخش‌های آن را شناسایی کنیم.
- در پروکاریوت‌ها و درون راکیزه و دیسه‌ها به صورت حلقوی وجود دارد و دو سر آزاد ندارد.
- در هستهٔ یوکاریوت‌ها
  - دو رشتهٔ خطی دارد.
  - در دو سمت آن گروه هیدروکسیل (*OH*) و فسفات آزاد وجود دارد.
  - هر رشتهٔ آن دو سر متفاوت دارد.
- همواره پیوند هیدروژنی در دنای طبیعی بین حلقه‌های شش‌ضلعی بازهای مکمل تشکیل می‌شود.

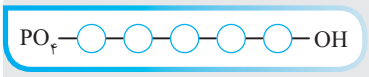
B ۱۲ ۲ موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. بازهای آلی پورینی، آدنین و گوانین هستند که هرکدام می‌توانند به قند ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز متصل شوند، پس کلاً چهار نوع نوکلئوتید سه‌فسفاته ساخته می‌شود. / ب) درست است. در ساختار نوکلئیک اسیدها، فقط نوکلئوتید یک‌فسفاته وجود دارد که در رنا، دو نوع پیریمیدین‌دار با C و U و در دنا نیز دو نوع با C و T ساخته می‌شود. / ج) نادرست است. به دلیل تفاوت در نوع **قندها**، هیچ‌گاه نمی‌توان از نوکلئوتیدی در دنا برای رنا یا برعکس استفاده کرد. / د) نادرست است. یک نوکلئوتید، پیوند فسفودی‌استر ندارد، بلکه یک پیوند قند باز و یک پیوند قند فسفات دارد.

درسنامه درختی ۵ انواع رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی

رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید

خطی



- همیشه دو سر متفاوت با یک فسفات آزاد در یک انتها و یک گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر دارند.
- در هر رشتهٔ DNA در هستهٔ یوکاریوت‌ها و هر RNA موجود در همهٔ جانداران دیده می‌شود.
- بین هر دو نوکلئوتید آن، یک پیوند فسفودی‌استر وجود دارد ← تعداد نوکلئوتیدهای آن > تعداد پیوند فسفودی‌استر

حلقوی

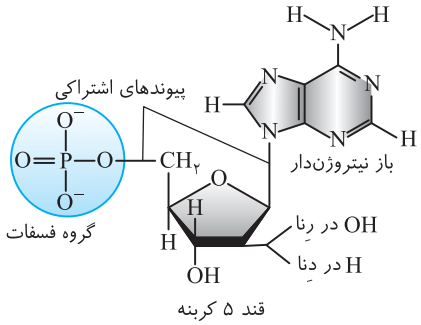
- در اثر اتصال دو نوکلئوتید دو انتهای رشته به هم با پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌شوند.
- در DNAهای اصلی و کمکی (*دیسک*) باکتری‌ها و در میتوکندری و کلروپلاست یوکاریوت‌ها مشاهده می‌شوند.
- سر آزاد فسفات یا هیدروکسیل ندارند.
- همواره در آن‌ها ← تعداد نوکلئوتیدها = تعداد پیوند فسفودی‌استر

- هر نوکلئوتید جدیدی که می‌خواهد در هر نوع رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید قرار گیرد ← ابتدا با شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های آن دو گروه فسفات آزاد می‌کند ← به صورت یک‌فسفاته به گروه هیدروکسیل نوکلئوتید قبلی آن رشته اضافه می‌شود.

C ۱۳ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. بابا آقای هاشمی، تورو خدا!!! این مربوط به بیشتر بدانیده! بی‌خیال شو! چشم ولی حالا تو به خاطر من این تست رو بزن عزیزم!

تله‌های تستی الف) نادرست است. در نوکلئوتیدها، حلقهٔ آلی به صورت ۵ ضلعی هم در قند پنج‌کربنی فاقد نیتروژن و هم در باز آلی پورینی نیتروژن‌دار وجود دارد. / ب و ج) نادرست و (د) درست است. در بازهای آلی تک‌حلقه‌ای (*پیریمیدین*)، یک حلقهٔ نیتروژن‌دار ۶ ضلعی و در نوع پورین دوحلقه‌ای یک حلقهٔ ۵ ضلعی و یک حلقهٔ ۶ ضلعی دارند. همواره حلقهٔ ۶ ضلعی بازهای آلی پورینی با حلقهٔ ۶ ضلعی باز آلی پیریمیدینی مکمل خود پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند ولی هیچ‌گاه این حلقه‌های ۶ ضلعی به گروه فسفات وصل نمی‌شوند.

◄ در مورد نادرستی عبارت (ج) دقت کنید که هیچ‌گاه حلقه‌های ۵ ضلعی موجود در قند پنج‌کربنی و بازهای آلی پورینی، در ساختار دنا، پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند.



B ۱۴ ۴ عامل به ارث رسیدن صفات، DNA همان محصول جدید ایران خودرو (*ببخشید ایران کلمه!*) به نام **دنا** می‌باشد.

دنا (DNA)

ایستگاه ۲

در مولکول DNA، تعداد پورین یا پیریمیدین‌ها، **همواره** نصف تعداد کل نوکلئوتیدهای آن مولکول می‌باشد و به دلیل اینکه پیوند هیدروژنی، همواره بین دو نوکلئوتید می‌باشد پس همواره تعداد پورین یا پیریمیدین از تعداد پیوند هیدروژنی **کمتر** می‌باشد. اگر به شکل **بیشتر بدانید** کتاب درسی دقت کرده باشید، بین آدنین و تیمین، دو پیوند هیدروژنی و بین سیتوزین و گوانین سه پیوند هیدروژنی وجود دارد. البته نیازی به دانستن تعداد پیوند هیدروژنی بین بازها ندارید ولی **باید** بدانید که تعداد آن‌ها بین C و G با بقیه حالات بیشتر است. آقا بقیه حالات مگه داریم؟ مگه فقط A و T نیست؟ عجله نکن این باز آلی آدنین از اون دوروها و زیرآبی‌روهاست، تو دنا به تیمین خودشو می‌چسبونه ولی تو رنا (RNA) می‌ره سراغ یوراسیل! (*تیییییییییییییییییین، کجایی که عشقت رو یوراسیل تو (رنا) بلند کرد!*) (*تا فصل ۲ خدانگهدار!*).

◄ البته باید به کلمه «به‌طور معمول» نیز دقت کنید، چون معمولاً هر چهار نوع باز آلی در هر مولکول دنایی وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. نوکلئوتیدهای موجود در مولکول DNA و RNA، همگی به صورت **یک‌فسفاته** می‌باشند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. دقت کنید که در مولکول DNA، تعداد پیوندهای اشتراکی که بین دو نوکلئوتید قرار دارند، به تعداد پیوند فسفودی‌استرهاست. در حقیقت هر پیوند فسفودی‌استر در اثر ایجاد نوعی پیوند اشتراکی ایجاد شده است، **ولی علاوه بر آن با وجود پیوند اشتراکی بین اتم‌های نوکلئوتید، تعداد زیادی پیوند اشتراکی دیگر هم وجود دارد.**

گزینهٔ (۳): نادرست است.

نکته

در مولکول DNA خطی، تعداد پیوند فسفودی‌استر، دو عدد از تعداد نوکلئوتیدها و بازهای آلی کمتر است ولی در DNA حلقوی تعداد پیوند فسفودی‌استر با تعداد بازهای آلی و نوکلئوتیدها **برابر** می‌باشد.

A ۱۵ ۴ شما را بیش از این در انتظار قرار نمی‌دهیم، این شما و این هم محقق موردنظر ما:

ایستگاه ۳ چارگاف

در مورد مطالعات چارگاف روی مولکول DNA جانداران به نکات زیر توجه کنید:

۱) قبل از چارگاف، دانشمندان تصور می‌کردند که چهار نوع نوکلئوتید موجود در DNA به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده است.

۲) مطالعات چارگاف این نتیجه را داشت که در هر مولکول DNA جانداران، مقدار A با T و C با G برابر است (*البته در برخی موارد ممکن است در یک رشته، تعداد هر چهار نوع باز نیز با هم برابر شود ولی همیشگی نیست!*).

۳) چارگاف روی DNA جانداران مختلفی تحقیق کرد.

۴) از مطالعات چارگاف می‌توان نتیجه گرفت که در DNA، نسبت $\frac{\text{پورین}}{\text{پیریمیدین}}$ همواره برابر یک می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱)).

۵) نسبت $\frac{A}{T}$ و $\frac{C}{G}$ برابر یک، از نتایج مطالعات چارگاف می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

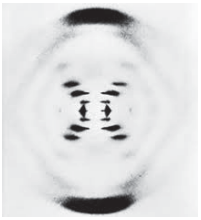
۶) از مطالعات چارگاف **نمی‌توان** نتیجه گرفت که مولکول DNA جانداران حالت **مارپیچی** دارد (درستی گزینهٔ (۴)) (*مارپیچی بودن به مطالعه ویلکینز و فرانکلین مربوط است*).

۷) **دلیل** اینکه تعداد آدنین با تیمین و تعداد سیتوزین با گوانین در مولکول DNA هر جانداری برابر است را مطالعات و تحقیقات **بعد از چارگاف** به کمک استفاده از اشعهٔ ایکس و... پیدا کردند (*چارگاف، در مورد دلیل این واقعه، گاف داد و اطلاعی نداشت!*) (نادرستی گزینهٔ (۲)).

۸) یادتون باشه که از مطالعات چارگاف به این نتیجه نرسیدند که DNA چند رشته دارد!

B ۱۶ ۱ فقط موارد (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

ایستگاه ۴ نکات بررسی DNA با پرتو ایکس



۱) این روش بعد از مطالعات چارگاف و برای تهیه تصویر از دنا (DNA) انجام شد (درستی الف).

۲) با استفاده از **تصاویر** ایجاد شده از DNA به کمک اشعهٔ ایکس برای **اولین**بار فهمیدند که DNA حالت **مارپیچی** دارد و **بیش از یک رشتهٔ** پلی‌نوکلئوتیدی دارد ولی اینکه دقیقاً دورشته‌ای است را متوجه نشدند!! (نادرستی ب).

۳) با استفاده از اشعهٔ ایکس، **ابعاد مولکول DNA** را نیز تشخیص دادند (درستی ج).

۴) پیدا کردن حالت مارپیچی DNA، یکی از مهم‌ترین نتیجه حاصل از زدن پرتو ایکس روی DNA بود ولی نردبان بودن آن را واتسون و کریک معرفی کردند. (نادرستی د).

B ۱۷ ۱ موارد (الف) و (د) را برحسب متن سؤال، «نمی‌توان گفت»، پاسخ موردنظر هستند. راستی اولین محققین دنا بازی که اهل مد و مدل بودند هم **واتسون و کریک** بودند که خوب از نتایج قبلی‌ها استفاده کردند.

ایستگاه ۵ مدل واتسون و کریک





۱) آن‌ها با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و یافته‌های خود، مدلی به نام مارپیچ دورشته‌ای برای مولکول DNA ارائه دادند که مورد تأیید تحقیقات امروزی نیز می‌باشد.

۲) آن‌ها از نتایج محققین قبلی می‌دانستند که DNA **مارپیچی** است که بیش از یک رشته دارد و خود آن‌ها نیز از پیوند بین واحدها اطلاع داشتند.

۳) آن‌ها بیان داشتند که هر DNA از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ایجاد شده است و دور محوری فرضی پیچیده است که به صورت مارپیچ دورشته‌ای می‌باشد.

۴) آن‌ها DNA را مدل **نردبانی** مارپیچ تصور می‌کردند که ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. آن‌ها می‌دانستند که بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند اشتراکی فسفودی‌استر و بین پله‌ها یا همان بازهای روبه‌رو هم پیوند هیدروژنی برقرار است (*دقت کنید که مولکول نیتروژن‌دار یا باز آلی در ستون‌ها وجود ندارد (دلیل نادرستی ب)*).

۵) بیشتر بودن تعداد پیوند هیدروژنی بین بازهای C و G سبب نگهداری بیشتر دو رشته در کنار هم می‌شود!! (دلیل انتخاب (د) و نادرستی (ج))

۶) آن‌ها و دانشمندان امروزی با خاصیت جفت بودن بازها ثابت کردند که: ۱) توالی رشته مقابل قابل پیش‌بینی است. / ۲) قطر دنا ثابت است (*نه طول آن*) (دلیل انتخاب (الف)). / ۳) مولکول دنا پایدار است.

A ۱۸ ۴ دانشمندان با تاباندن **اشعهٔ ایکس** به مولکول DNA و تجزیه و تحلیل تصاویر حاصل از آن برای اولین‌بار متوجه شدند که مولکول DNA است که حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. **منظور این سؤال اشعهٔ ایکس می‌باشد**. در کتاب یازدهم خواندیم که اشعهٔ ایکس در رادیولوژی به کار می‌رود و برخلاف امواج صوتی که در سونوگرافی به کار می‌رود، برای انسان و جنین ضرر دارد (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۲)). این اشعه می‌تواند در پرتودرمانی افراد مبتلا به سرطان، به‌طور **مستقیم** تقسیم یاخته‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و سرعت تقسیم آن‌ها را محدود کند ولی **سرکوب تقسیم همه یاخته‌های بدن**، از ویژگی‌های داروهای شیمی‌درمانی می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

نکته

اشعهٔ X و فرابنفش، اشعه‌های زیان‌باری هستند که سبب اشکال در **تقسیم یاخته** می‌شوند و می‌توانند در افرادی که مداوم تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند سبب جدا نشدن فام‌تن‌ها و ایجاد فرزندان دچار بیماری ژنتیکی مثل سندرم داون شوند (درستی گزینهٔ (۴)).

B ۱۹ ۴ در این سؤال باید به کلمهٔ **«یک رشته»** دقت کنید و امیدوارم در گزینهٔ (۱) گول مکمل بودن آدنین و تیمین را نخورده باشید چون در یک رشته نوکلئیک اسید، پیوند بین دو نوکلئوتید از نوع فسفودی‌استر می‌باشد که در *RNA* نیز با هر نوع نوکلئوتیدی می‌تواند صورت بگیرد.

نکته در مورد گزینهٔ (۲) دقت کنید که همواره نوکلئوتید جدید به صورت سه‌فسفاته روبه‌روی الگو قرار می‌گیرد و ابتدا با شکستن پیوند اشتراکی (*نه فسفودی‌استر*) بین فسفات‌ها، به صورت یک‌فسفاته درمی‌آید. در نهایت بین گروه هیدروکسیل قند نوکلئوتید اول و گروه فسفات متصل به قند نوکلئوتید جدید، یک پیوند اشتراکی فسفودی‌استر تشکیل می‌شود (*گفتار ۲ همین فصل*).

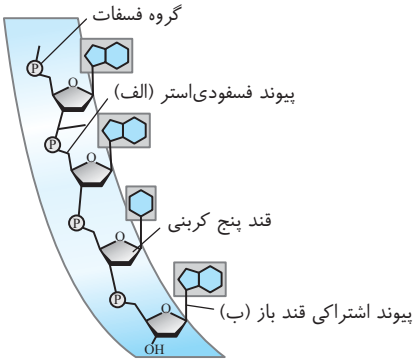
B ۲۰ ۱ فقط مورد (ج) نادرست است. در مولکول *DNA* ممکن است دو نوکلئوتید مجاور هم در یک رشتهٔ *DNA* نیز بازهای مکمل آدنین و تیمین داشته باشند ولی بین آن‌ها پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود و با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل هستند.

تله‌های تستی الف) در یک مولکول *DNA* عادی، نوکلئوتیدهای یک رشته با باز آلی دوحلقه‌ای (*پورین‌ها*) در مقابل نوکلئوتیدهای رشته مقابل با باز آلی تک‌حلقه‌ای (*پیریمیدین‌ها*) قرار می‌گیرند، به همین دلیل است که قطر مولکول *DNA* در تمام طول آن یکسان می‌باشد. / ب) در مولکول *DNA*، **در هر رشته**، نوکلئوتیدهای **مجاور** (*چشم تو بزرگ‌بین!*) هم با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل هستند. / د) طبق مدل واتسون و کریک، *DNA* از **دو** رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده که حول محور فرضی طولی به دور یکدیگر پیچیده‌اند.

B ۲۱ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. پیوند هیدروژنی دو رشته دنا را کنار هم نگه می‌دارد که به تنهایی انرژی کمی دارد. / ب) درست است. در یک ستون یا رشتهٔ نوکلئیک اسیدها، نوکلئوتیدها توسط پیوند اشتراکی از نوع فسفودی‌استر به هم متصلند. / ج) درست است. ستون‌های دنا از قند و فسفات و بدون قسمت نیتروژن‌دار تشکیل شده‌اند. / د) نادرست است. دقت کنید، کتاب گفته اگر **قسمتی** از پیوندهای هیدروژنی دو رشته دنا باز شود، پایداری مولکول بر هم نمی‌خورد ولی اگر کل دو رشته را از هم جدا کنیم که دیگر مولکول اولیه‌ای وجود ندارد.

B ۲۲ ۳ (الف) بیانگر پیوند اشتراکی فسفودی‌استر بین قند و فسفات دو نوکلئوتید می‌باشد که دو عامل تشکیل دهندهٔ آن فاقد نیتروژن می‌باشند ولی (ب) بیانگر پیوند اشتراکی قند - باز در یک نوکلئوتید می‌باشد (*که یکی از آن‌ها نیتروژن دارد*). از آنجایی که *ATP* نیز یک نوع نوکلئوتید می‌باشد، پس حاوی پیوند فسفودی‌استر نمی‌باشد.



نکته علت نادرستی گزینهٔ (۴) این است که یکسان بودن قطر مولکول *DNA* در اثر پیوندهای هیدروژنی و بازهای آلی آن‌ها می‌باشد.

C ۲۳ ۴ همهٔ موارد نادرست هستند. در بین نوکلئیک اسیدها، برخی رناها می‌توانند نقش آنزیمی داشته باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. *RNA*، هم در ساختار رناتن نقش دارد و هم می‌تواند آنزیم (*کاتالیزور زیستی*) باشد و هم در بیان ژن و کار یاخته نقش دارد. / ب) نادرست است. منظور *mRNA* (*پیک*) می‌باشد که به صورت خطی با دو سر آزاد می‌باشد که گروه عاملی فسفات و هیدروکسیل دارد (*نه کربوکسیل!*). / ج) نادرست است. منظور *tRNA* (*ناقل*) می‌باشد ولی اطلاعات پروتئین‌سازی روی *mRNA* می‌باشد. / د) نادرست است. قند رنا همواره یک اتم اکسیژن بیشتر از قند دنا دارد. (*این عبارت درست است، چون رنا نقش آنزیمی ندارد.*)

درسنامه درختی ۶ بررسی ساختار رنا

هیچ‌وقت حرکتی دوباره!

رنا

- تک‌رشته‌ای پلی‌نوکلئوتیدی است که از روی **بخشی** از یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود.
- تفاوت نوکلئوتید آن، در نوع باز آلی آن‌هاست چون همگی قند ریبوز دارند.
- انواع و نقش‌های متعدد دارند
  - رنای پیک (*mRNA*): انتقال اطلاعات از *DNA* به ریبوزوم برای پروتئین‌سازی می‌آورد.
  - رنای ناقل (*tRNA*): انتقال آمینواسیدها به سمت ریبوزوم برای استفاده در پروتئین‌سازی را انجام می‌دهد ← پیوند **هیدروژنی** دارد.
  - رنای ریبوزومی (*rRNA*): شرکت در ساختار رناتن دارند.
  - نقش **آنزیمی** (*کاتالیزوری*) با پایین آوردن انرژی فعال‌سازی دارند ← جایگاه فعال برای اتصال به پیش‌ماده دارند.
  - برخی از آن‌ها در بیان ژن‌ها دخالت دارند.

B ۲۴ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند (*هم به رنا و هم به رنا فکر کنید*).

تله‌های تستی الف) نادرست است. در *RNA*، اصلاً نوکلئوتید تیمین‌دار وجود ندارد. / ب) نادرست است. در یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید رابطهٔ از قبل مشخص شده‌ای بین تعداد بازها وجود ندارد. / ج) نادرست است. توضیح هم دلم نمی‌خواد بدم، چون اگه بلد نیستی دیگه... !!! آخه مگه آدنین و تیمین قند هستن؟ / د) درست است. خیلی هم آسون بود، چون نسبت $\frac{A}{T}$ و $\frac{C}{G}$ در مولکول *DNA* طبیعی، همواره برابر یک می‌باشد.

A ۲۵ ۱ این سؤال جون می‌ده واسه مچ‌گیری و ضدحال به بی‌دقت‌ها! ابتدا دقت کنید که در سؤال ذکر کرده است، *RNA*ای که از روی **رشته مقابل** (مکمل) آن ساخته می‌شود کدام است. رشتهٔ مقابل این توالی به صورت *ATCGATCG* می‌باشد. حالا این شد رشتهٔ الگو شما، حالا راحت برو روبه‌روی آن باز آلی مکمل قرار بده! فقط به‌جای *T* از *U* استفاده کن! پس، مولکول *RNA* که از این توالی به دست می‌یاد به صورت *UAGCUAGC* می‌شه!

A ۲۶ ۴ در هر زنجیره *DNA* یا هر رشته *RNA*، **نمی‌توان** تعداد دقیقی از نوع نوکلئوتیدها و بازهای آلی آن‌ها را پیش‌بینی کرد و محدودیتی برای بازها وجود ندارد ولی در **یک مولکول** *DNA* **طبیعی**، تعداد پورین‌ها با پیریمیدین‌ها همواره برابر می‌باشد (نادرستی گزینهٔ ۴).

نکته

دقت کنید که به‌طور تصادفی ممکن است در یک رشته *DNA* یا *RNA*، تعداد بازهای پورین با پیریمیدین برابر باشد ولی همیشگی و قانون نمی‌باشد (درستی گزینهٔ ۲).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. بین بازهای مکمل فقط در پله‌های دو رشته *DNA* پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. / گزینهٔ (۳): درست است. دو نوکلئوتید مکمل دارای ۳ حلقهٔ نیتروژن‌دار آلی و به همراه دو حلقهٔ بدون نیتروژن در قند پنج کربنی می‌باشند. در نتیجه مجموعاً در دو نوکلئوتید مکمل هم ۵ حلقهٔ آلی کربن‌دار موجود می‌باشد.

B ۲۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) مدنظر است. منظور سؤال مولکول ***tRNA*** می‌باشد که مسئول انتقال آمینواسیدها یا واحد سازنده هلیکاز از سیتوپلاسم به رناتن می‌باشد (*رناتن محل تولید پیوند پپتیدی است*). این مولکول همواره **خطی** است و از روی قسمتی از یک رشته *DNA* ساخته می‌شود. لذا تعداد پیوند فسفودی‌استر آن، یکی کمتر از تعداد نوکلئوتیدها یا بازهای آلی آن‌هاست.

◀ الف) در مورد *rRNA* ، ب) در مورد *mRNA* و ج) در مورد نوکلئوتیدها صحیح می‌باشد.

C ۲۸ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. منظور از واحد *A*، همان ژن می‌باشد ولی منظور از *B* و *C*، رنا و رشتهٔ پلی‌پپتید است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ژن (*A*)، بخشی از یک **مولکول** دنا است (*نه یک رشتهٔ آن*!). / ب) نادرست است. فسفات می‌تواند در ساختار پروتئین وجود نداشته باشد. / ج) نادرست است. هم *A* (*ژن*) و هم *B* (*رنا*) از نوکلئوتید ایجاد شده‌اند. / د) درست است. *B* و *C*، رنا و رشته پلی‌پپتید هستند که همواره تک‌رشته‌ای می‌باشند ولی ژن بخشی از دو رشته دنا می‌باشد. (*یادتان باشد که از روی هر ژن، حداکثر یک رنا و یک رشته پلی‌پپتید ساخته می‌شود.*)

درسنامه درختی ۷ بررسی پیوندها در نوکلئیک اسیدها

نوکلئیک اسیدها

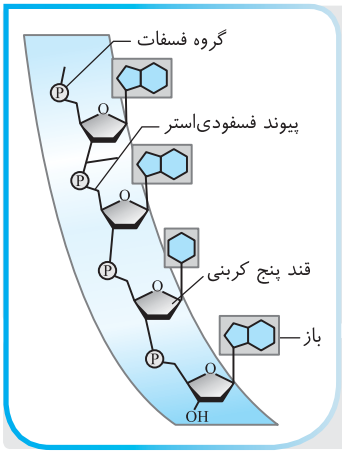
ژن
- بخشی از مولکول **دنا** است که بیان آن می‌تواند به تولید رنا و یا سپس به تولید پلی‌پپتید بیانجامد.
- این اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند. (*طبق آزمایش ایوری*)
- از روی آن همواره باید ابتدا یک نوع رنا ساخته شود.
- قندها و لیپیدها روی دنا دارای رمز یا ژن نمی‌باشند و توسط آنزیم‌ها تولید می‌شوند.
- واحدهایی مسئول سازماندهی اطلاعات دنا هستند.
- اگر از روی آن رنای پیک ساخته شود، سبب تولید رشتهٔ پلی‌پپتید می‌شود.
- در همهٔ یاخته‌های پیکری هسته‌دار جاندار به‌طور مشابه وجود دارند.

نوکلئوتیدها و پیوندهای آن‌ها

هیدروژنی
- بین دو باز آلی *A* و *T* ← دو عدد
- بین دو باز آلی *C* و *G* ← سه عدد
- همواره بین حلقه‌های شش‌ضلعی ایجاد می‌شوند.

اشتراکی
- قند - فسفات
  - در یک نوکلئوتید ← فسفواستر بین فسفات و کربن موجود در خارج حلقهٔ پنج‌ضلعی قند می‌باشد.
  - بین دو نوکلئوتید ← فسفودی‌استر را کامل می‌کند. بین گروه هیدروکسیل و فسفات دو نوکلئوتید مجاور می‌باشد.
- بین فسفات‌ها ← پرانرژی است. حین همانندسازی توسط دنابسپاراز شکسته می‌شود.
- با توجه به شکل پیوند فسفودی‌استر، حاوی دو پیوند قند - فسفات می‌باشد.

تفاوت نوکلئوتیدهای *DNA* و *RNA*
- قطعاً در نوع قند آن‌ها می‌باشد.
- ممکن است در نوع باز آلی آن‌ها نیز باشد.



B ۲۹ ۱ فقط عبارت (د) صحیح است. سؤال در مورد *DNA* به عنوان مولکول‌های وراثتی می‌باشد.

نکته

فام‌تن‌های یوکاریوتی به صورت تک‌کروماتیدی با یک مولکول *DNA* یا دوکروماتیدی (*مضاعف*) با دو مولکول *DNA* می‌باشند که در این حالت ۴ رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در این دو مولکول *DNA* وجود دارد.

تله‌های تستی الف) در فصل بعد متوجه می‌شوید که *tRNA* نیز همانند *DNA* در قسمت‌هایی از خود، پیوند هیدروژنی و رابطهٔ مکملی بین بازهای آلی دارد. / ب) دقت کنید که **باز آلی تیمین** ویژهٔ *DNA* است ولی هر نوکلئوتیدی از *DNA* **دارای قند دئوکسی‌ریبوز** می‌باشد که نمی‌تواند در *RNA* قرار بگیرد. (*می‌توان بین RNA و DNA ، بازهای مشابه دید ولی نمی‌توان نوکلئوتید مشابه دید، چون نوع قندهای همیشه متفاوت است.*) / ج) در حال حاضر از بررسی آزمایش چهارم گریفیت می‌فهمیم که دنای باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار، در اثر گرما ویژگی خود را حفظ کرده است و به جاندار دیگری منتقل می‌کند.

B ۳۰ ۱ نه نه نه! منظور *mRNA* نبود، لطفاً سؤال رو تا آخر بخون! منظور سؤال ***rRNA*** می‌باشد و فقط عبارت (ب) صحیح است. چون همواره در **ساختار** رناتن، *rRNA* به همراه **پروتئین‌های** رناتنی قرار دارد.

نکته
۰۱ *tRNA* برای عمل پروتئین‌سازی، مسئول انتقال آمینواسید از سیتوپلاسم به رناتن می‌باشد (نادرستی الف).
۰۲ *mRNA* ، توالی‌های ژنتیکی ساخت هر پروتئینی را به سمت رناتن می‌برد (نادرستی ج).
۰۳ این نوع *RNA*، نقش آنزیمی و جایگاه فعال دارد و به واکنش‌های زیستی سرعت می‌بخشد. خطی بوده و همانند *DNA* هسته‌ای، دو سر آن متفاوت با گروه فسفات و عامل هیدروکسیل (*OH*) می‌باشد (درستی ب و نادرستی د).

C ۳۱ ۱ منظور سؤال *ATP* می‌باشد که فقط در عبارات (الف) و (ه) کارایی ندارد (*البته عبارت (ه) مفهوم نادرستی دارد*).

تله‌های تستی الف) خروج K^+ از یاخته، همواره با انتشار تسهیل‌شده می‌باشد و برای آن نیازی به *ATP* نمی‌باشد (*در روده ورود K^+ از یاخته پوشش به صورت انتقال فعال است که به صرف ATP است*). / ب) *ATP* کارایی دارد. ورود پتاسیم و خروج سدیم به یاخته همواره با صرف *ATP* است. / ج) *ATP* کارایی دارد. جذب یا برگشت کلسیم تارچه به شبکهٔ آندوپلاسمی ماهیچه، نوعی انتقال فعال است. / د) *ATP* کارایی دارد. در ماهیچه‌ها برای شروع انقباض، سرهای میوزین باید با مصرف *ATP* روی اکتین‌ها لغزش پیدا کنند. / ه) مفهوم نادرستی دارد چون خروج انتقال دهنده‌های عصبی از انتهای آکسون‌ها نمونه‌ای از اگزوسیتوز و با صرف *ATP* می‌باشد (*یعنی در این حالت قرار نیست ریزکیسه نیز خارج شود، بلکه فقط ناقل درون آن برون‌ران می‌شود*).

A ۳۲ ۴ ایوری در هر سه نوع آزمایش خود به این نتیجه رسید که پروتئین‌ها، مادهٔ وراثتی یاخته نمی‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): گریفیت برخلاف ایوری نتوانست پی ببرد که *DNA* ، مادهٔ وراثتی و عامل تغییر شکل باکتری‌ها بوده است. / گزینهٔ (۲): آزمایش پرتو ایکس مشخص کرد که *DNA* مارپیچی است که بیش از یک رشته دارد ولی دورشته‌ای بودن آن را مدل مارپیچ دورشته‌ای واتسون و کریک مشخص کرد. / گزینهٔ (۳): چارگاف در آزمایشات خود به این نتیجه رسید که در هر مولکول ***DNA*** جانداران مقدار بازهای آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین برابر است.

درسنامه درختی ۸ تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

دانشمندان

چارگاف
- نقض تصورات گذشته مبنی بر اینکه ۴ نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند را اعلام کرد.
- روی **دنای** جانداران **مختلف** نشان داد که $A=T$ و $C=G$ است.
- **دلیل** برابری نسبت $\frac{A}{T}$ و $\frac{G}{C}$ را نمی‌دانست.
- از تعداد رشته‌ها، ابعاد مولکول و نوع پیوندها اطلاعی نداشت.



ویلکینز و فرانکلین
- با استفاده از پرتو *X* از مولکول دنا **تصاویری** تهیه کردند.
- نتایج به دست آمده با تجزیه و تحلیل این تصاویر: دنا حالت **مارپیچی** دارد، **بیش** از یک رشته دارد و **ابعاد مولکول‌ها** را نیز تشخیص دادند.

واتسون و کریک
- با استفاده از نتایج **چارگاف، مطالعات حاصل از تصاویر تهیه شده با اشعهٔ *X* و اطلاعاتی که از یافته‌های خود** داشتند، مدل **نردبان مارپیچ دوگانه** را پیشنهاد دادند. (*نردبانی را برخلاف مارپیچی اولین‌بار آن‌ها عنوان کردند.*)
- بیان کردند که هر مولکول دنا از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده که به دور محور فرضی پیچیده شده و ساختار نردبان **مارپیچ دورشته‌ای** را ایجاد می‌کند. (*برای اولین‌بار گفتند، دنا دورشته‌ای و نردبان‌مانند است.*)
- ستون‌های نردبان *DNA* را از فسفات و قند و پله‌های آن را از بازهای آلی نیتروژن‌دار می‌دانستند.

نتایج تکمیلی
- پیوند هیدروژنی بین جفت بازهای مکمل دنا و رنای ناقل، به صورت اختصاصی برقرار می‌شود.
- بازهای آلی مکمل، ساختار یکسانی ندارند بلکه مکمل هم هستند.
- قرارگیری جفت بازهای مکمل روبه‌روی هم، سبب قطر یکسان در سراسر مولکول دنا می‌شود.
- قطر یکسان دنا باعث پایداری مولکول دنا می‌شود.
- با شناسایی هر رشته می‌توان ردیف بازهای رشتهٔ دیگر دنا را پیدا کرد.
- انرژی هر پیوند هیدروژنی کم است و تعداد زیاد آن‌ها به دنا حالت پایداری می‌دهد.
- باز شدن قسمتی از دنا سبب از بین رفتن پایداری آن نمی‌شود.

B ۳۳ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. **منظور سؤال مولکول‌های *RNA* می‌باشند** که تک‌رشته‌ای هستند و همواره از روی بخشی از یک رشته مولکول *DNA* رونویسی یا ساخته می‌شوند.

تله‌های تستی مولکول *RNA* انواع مختلفی دارد که در *tRNA* پیوند هیدروژنی داشته (نادرستی ب)، درون هسته یا اندامک‌های *DNA*دار ساخته شده (نادرستی الف) و در ساختار رناتن به صورت *rRNA* وجود دارد ولی در ساختار **پروتئین رناتنی** وجود ندارد (نادرستی ج).

نکته
rRNA به همراه پروتئین‌های رناتنی در ساختار رناتن شرکت دارد.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۳۴ ۱ واحدهای اطلاعات وراثتی‌ای که بر روی دنا قرار دارند، ژن‌ها هستند. بر این اساس مورد (ج) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. مطالعاتی که براساس تحلیل اولیه پرتوهای X انجام شد، مربوط به ساختار خود دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید می‌باشد و به ابعاد آن پی بردند ولی نفهمیدند که دنا دورشته‌ای است. / ب) نادرست است. بیان یک ژن صرفاً به ساخت پروتئین نخواهد انجامید بلکه رنا هم می‌تواند محصول نهایی یک ژن باشد. به‌طور مثال از روی ژن ممکن است رنای رناتنی و یا رنای ناقل ایجاد شود. ساخت رنای پیک به منظور انتقال اطلاعاتی برای ساخت پروتئین است. / ج) درست است. دستورالعمل‌های هر ژن با رونویسی از روی ژن و درآمدن آن به شکل رنا (یک ریبونوکلئیک اسید خطی) به اجرا درمی‌آید. حال آنکه بخواهد الگوی ساخت پروتئین شود و یا کارکرد دیگری داشته باشد. / د) نادرست است. مزلسون و استال در آزمایش خود، کاری به ژن‌ها نداشتند و می‌خواستند الگوی همانندسازی کل مولکول دنا را مشخص کنند.

C ۳۵ ۴ همهٔ موارد نادرست هستند. در ابتدا لطفاً متن تست را صحیح بخوانید تا ببینید منظور طراح چه بوده است. منظور این سؤال طبق متن کتاب درسی بخش دوغشایی در یوکاریوت‌ها به نام **هسته** می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. پروتوپلاست گیاهی، معادل یاختهٔ جانوری است و از غشا، سیتوپلاسم و هسته ایجاد شده است ولی به قید «**هر**» در این عبارت دقت کنید! اگر یادتان باشد یاختهٔ آبکش بالغ پروتوپلاست بدون هسته دارد. / ب) نادرست است. **افوزینوفیل‌ها** که در مبارزه با انگل‌ها فعالند، **یک** هستهٔ دوقسمتی دمبلی‌شکل دارند. / ج) نادرست است. جاندار تک‌یاخته‌ای می‌تواند پروکاریوت یا برخی یوکاریوت‌ها باشد که باکتری‌ها یا پروکاریوت‌ها، فاقد هسته می‌باشند. / د) نادرست است. چرخهٔ یاخته شامل دو مرحلهٔ اینترفاز و تقسیم می‌باشد که کروموزوم‌های هسته‌ای به دلیل اینکه از مرحلهٔ پرومتافاز تقسیم دیگر غشای هسته وجود ندارد، در سیتوپلاسم یاخته قرار می‌گیرند.

C ۳۶ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. عامل کزاز نوعی باکتری است پس هسته و چرخهٔ یاخته‌ای ندارد. / ب) درست است. در کرم کبد طی **تولیدمثل**، عوامل هسته‌ای به نسل بعد می‌رسند. همان‌طور که می‌دانید، حشرات از بی‌مهرگان خشکی‌زی با لقاح داخلی و دستگاه تولیدمثل تخصص یافته می‌باشند (البته برخی حشرات بدون لقاح و از راه بکرزایی نیز تولیدمثل می‌کنند). / ج) نادرست است. اسپرماتوگونی‌ها فقط توانایی میتوز دارند و فاقد قدرت تشکیل تتراد می‌باشند. / د) نادرست است. تولید زنبور عسل نر از زنبور ملکه با بکرزایی است و لقاح در آن نقشی ندارد.

C ۳۷ ۲ موارد (د) و (هـ) صحیح هستند.

سیاهک و زنگ گندم، نوعی **قارچ** مضر برای گیاهان هستند و مانند هر قارچی از گروه یوکاریوت‌ها می‌باشند. پس مشابه هر یوکاریوت دیگری، حاوی کروموزوم‌هایی متشکل از **دنا و پروتئین** می‌باشند که سؤال دنبال ویژگی مشترک این دو نوع مولکول زیستی می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. بین این دو بسپار، فقط دنا، ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی می‌باشد. / ب) نادرست است. در بدن ضمن تجزیهٔ مواد نیتروژن‌دار، ابتدا **آمونیاک** ایجاد می‌شود و سپس کبد، تنها اندامی است که با ترکیب آمونیاک و CO_2 در انسان، مواد آلی مثل اوره را از ترکیب مواد معدنی می‌سازد. / ج) نادرست است. پروتئین‌ها و در رأس آن‌ها، **هیستون‌ها**، سبب فشردگی فام‌تنی می‌شوند. / د) درست است. نوکلئوزوم‌ها، واحدهای تکرار شونده از دنا و پروتئین در کروموزوم‌های یوکاریوتی می‌باشند. / هـ) درست است. مرحلهٔ اول چرخهٔ یاخته‌ای، **اینترفاز** است که طی آن در مرحلهٔ S، مقدار دنا دو برابر می‌شود و در مراحل دیگر پروتئین‌سازی زیاد می‌شود. (در تست‌ها همواره دقت کنید که G_1 مرحلهٔ اول اینترفاز بوده و اینترفاز به‌طور کلی مرحلهٔ اول چرخهٔ یاخته‌ای می‌باشد.)

C ۳۸ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. در این سؤال منظور فعالیت گریفیت در پیدا کردن ماده‌ای به نام **واکسن** بر علیه بیماری **آنفلوانزا** بود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. واکسن ماده‌ای معمولاً حاوی یک نوع آنتی‌ژن خاص می‌باشد که با تزریق به بدن سبب ایجاد حافظه ایمنی و تولید پادتن و لنفوسیت خاطره می‌شود تا به آن بیماری مصونیت ایجاد شود. دقت کنید که واکسن وسیلهٔ **پیشگیری** است (نه درمان!). / ب) درست است. منظور آنفلوانزای پرندگان است که سال یازدهم خواندید که به شش‌ها حمله کرده و این بیماری ویروسی، سبب تولید اینترفرون نوع ۱ توسط یاخته‌های سنگ‌فرشی حبابک‌ها نیز می‌شود. / ج) نادرست است. پادتن آماده در سرم دیده می‌شود (نه‌واکسن!). / د) نادرست است. عامل آنفلوانزا، نوعی ویروس است که فاقد غشا بوده و توسط پرفورین یا پروتئین مکمل و لیزوزیم از بین نمی‌رود.

C ۳۹ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند. منظور سؤال **خون** (بافت پیوندی) و اندامی به نام **شش** در موش‌ها بود.

تله‌های تستی الف) درست است. شش‌ها هم دارای نایژه و نایژک انتهایی از بخش هادی تنفس و هم دارای نایژک مبادله‌ای و حبابک‌های کل بخش مبادله‌ای این دستگاه می‌باشند. / ب) نادرست است. خون بافت پیوندی دارد و فاقد غشای پایه می‌باشد. / ج) درست است. بیشتر حجم شش‌ها را کیسه‌های حبابکی دربر گرفته‌اند که به شش‌ها ظاهری اسفنج‌گونه می‌دهند (این هم تست‌های ترکیبی که دوست دارید!). / د) درست است. گویچه‌های **قرمز** خون فاقد دنای خطی و حلقوی می‌باشند.

B ۴۰ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند. گریفیت برای آنکه مطمئن شود که پوشینه عامل بیماری سینه‌پهلو است یا نه، در آزمایش سوم، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده را به موش‌ها تزریق کرد و مشاهده کرد که بیماری در موش‌ها ایجاد نمی‌شود و موش‌ها سالم ماندند و به این نتیجه رسید که **پوشینه به تنهایی عامل بیماری سینه‌پهلو نیست.** البته پس از آزمایش دوم به این نتیجه رسیده بود که پوشینه عامل بیماری است. پس فقط عبارت‌های (الف) و (ج) صحیح هستند. اگر هم دنبال رد عبارت‌های (ب) و (د) هستید که حتماً می‌دانید گریفیت از ماهیت مادهٔ وراثتی خبری نداشت. از طرفی این نتیجه که پوشینه به تنهایی عامل بیماری نیست را در آزمایش سوم گرفت نه چهارم!

C ۴۱ ۳

توجه دوستان عزیز اخیراً در بسیاری از تست‌های کنکور دیده شده است که یک **مفهوم** را طراح مدنظر می‌گیرد و **در مورد آن توضیحی ارائه می‌دهد** و سپس سایر گزینه‌ها را به صورت ترکیبی از کتاب‌های دیگر طرح می‌کند. این روش را در تست‌های فصل‌های مختلف کتاب الگو زیاد مشاهده می‌کنید (در حقیقت در خود متن سؤال، نیز یک پرسش مخفی است!).

منظور این سؤال نیز **پروتئین‌ها** می‌باشند که اغلب محققین در زمان ایوری فکر می‌کردند عامل تغییر شکل، باکتری‌های فاقد پوشینه است. (دقت کنید که این سؤال ترکیبی با زیست دهم می‌باشد.)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. آنزیم‌های موجود در بزاق، یا آمیلازها برای تجزیه نشاسته به مالتوز و یا لیزوزیم‌ها هستند که در هر سطح مخاطی لولهٔ گوارش و دستگاه تنفس، دیوارهٔ باکتری‌ها را از بین می‌برند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. چون *HDL* و *LDL* لیپوپروتئینی هستند و علاوه بر مواد لیپیدی، مواد پروتئینی نیز در آن‌ها مشاهده می‌شود. / گزینهٔ (۳): درست است. در بیماری **سلیاک**، نوعی **پروتئین** به نام **گلوتن** که در **گندم و جو** وجود دارد سبب تخریب یاخته‌های روده شده و ریزپرزها و حتی پرزهای روده را از بین برده و سطح جذب را کاهش می‌دهد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. گلیکوژن در کبد و ماهیچه سبب ذخیره مواد تأمین‌کنندهٔ انرژی می‌شود.

B ۴۲ ۱ فقط مورد (الف) نادرست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. فقط بخش‌هایی از دنا که در نوکلئوزوم قرار دارند در اتصال با هیستون‌ها می‌باشند ولی بین نوکلئوزوم‌ها و یا حتی در هنگام رونویسی، دنا در تماس با هیستون نیست. / ب) درست است. نوکلئوتیدهای دنا و رنا همواره در نوع قند خود با هم متفاوتند (*البته در برخی موارد در نوع باز آلی هم برای T و U متفاوتند*). / ج) درست است. رنا همواره خطی است و دو سر آزاد متفاوتی دارد (*این نکته که رنا خطی است در حد کنکور باید بدانید و گاهی به‌موارد جزئی در کتاب‌های مرجع نداشته باشید که رنای حلقوی نیز معرفی می‌کند! (مرجع ما کتاب درسی است!)*). / د) درست است. هر نوکلئوتید، وقتی در رشته نوکلئیک اسید قرار می‌گیرد، به صورت تک‌فسفاته می‌باشد.

C ۴۳ ۱ برای ساخت نوکلئیک‌اسیدهای *DNA* یا *RNA*، مونومر به کار رفته از نوع **نوکلئوتیدها** می‌باشد که منظور این سؤال است. از آنجایی که قندها و لیپیدها برخلاف پروتئین‌ها و *RNA*ها رمز وراثتی روی دنا ندارند پس برای ساخت آن‌ها به آنزیم پروتئینی نیاز است که فاقد نوکلئوتید می‌باشد (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در تنفس یاخته‌ای، از *NADH* و $FADH_2$ استفاده می‌شود که ناقلین الکترون بوده و ساختار نوکلئوتیدی نیز دارند (*در فصل ۵ و انتهای این گفتار می‌خوانیم*). / گزینهٔ (۳): *RNA*هایی که در طبیعت نقش آنزیمی دارند، حاوی نوکلئوتید می‌باشند. / گزینهٔ (۴): *ATP* نوکلئوتیدی است که شکل رایج انرژی در یاخته بوده و در واکنش‌های انرژی‌خواهی مثل فعالیت پمپ سدیم پتاسیم مؤثرند. حتماً به یاد دارید که فعالیت این پمپ در ایجاد پتانسیل‌های غشایی مؤثر است.

C ۴۴ ۲ به‌جز در جهش‌هایی مثل دیمرتیمین، در یک رشته بین دو باز مکمل نمی‌توان پیوند هیدروژنی مشاهده کرد (*سؤال دربارهٔ یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی است*). اگر در مولکول *DNA* بررسی کنیم، چنین چیزی بین دو رشته ممکن است (*نه در یک رشته که مدنظر تست است*). البته در مورد *tRNA* می‌توان بین دو باز مکمل یک رشته که در اثر تاب‌خوردگی روبه‌روی هم قرار گرفته‌اند، پیوند هیدروژنی مشاهده کرد (*اما سؤال در مورد رنای خطی است*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بین دو نوکلئوتید در **یک رشتهٔ** نوکلئیک‌اسید، هر قند هم به فسفات خود و هم به فسفات نوکلئوتید دیگر در پیوند فسفودی‌استر متصل است. / گزینهٔ (۳): در ساختار یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در *DNA*، بین دو قند دئوکسی‌ریبوز، یک گروه فسفات بین دو نوکلئوتید مجاور موجود است.

گزینهٔ (۴): قند هر نوکلئوتید توسط یک پیوند فسفودی‌استر با قند نوکلئوتید دیگر پیوند برقرار می‌کند، بنابراین در وسط رشته، نوکلئوتیدهایی هستند که دارای دو پیوند فسفودی‌استر هستند (*یکی با نوکلئوتید بالایی و دیگری با نوکلئوتید پایینی*) فقط در ابتدا و انتهای رشته، نوکلئوتیدها دارای یک پیوند فسفودی‌استر هستند.



B ۴۵ ۱ فقط عبارت (د) صحیح است. منظور سؤال **پیوند هیدروژنی** می‌باشد که با اتصال دو باز آلی مکمل به هم، **سبب پایداری** و نگهداری مولکول *DNA* و دو رشته آن در کنار هم می‌شود. این پیوند به تنهایی **انرژی کمی** دارد و یک پیوند بین مولکولی می‌باشد. ولی هزاران یا میلیون‌ها تا از آن‌ها سبب پایداری مولکول دنا می‌شود.

تله‌های تستی الف) اتصال گروه فسفات به گروه هیدروکسیل قند، یک پیوند اشتراکی از نوع فسفودی‌استر می‌باشد. / ب) پیوند هیدروژنی همواره بین دو حلقهٔ ۶ ضلعی از دو باز آلی پورینی و پیریمیدینی تشکیل می‌شود. / ج) بین *A* و *T* تعداد پیوند هیدروژنی کمتری از *C* و *G* وجود دارد.

C ۴۶ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. منظور آزمایش چارگاف است که دلیل برابری بازهای آلی *A* با *T* و *C* با *G* را مشخص نکرد. / ب) نادرست است. اولین‌بار با تصاویر حاصل از اشعه *X* فهمیدند دنا بیش از یک رشته دارد ولی عبارت نردبان مارپیچ مربوط به واتسون و کریک است. / ج) نادرست است. دقت کنید که آزمایش ایوری برای بررسی نوع مادهٔ وراثتی بود ولی پی به ساختار دنا نبرد. / د) درست است. در پی آزمایش واتسون و کریک روی پیوندهای فسفودی‌استر و هیدروژنی محققین پی به قطر ثابت دنا و قرارگیری جفت بازها بردند.

B ۴۷ ۲ موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. نوکلئوتید تیمین‌دار قطعاً در دنا قرار دارد و امکان ندارد در حالت عادی با نوکلئوتید یوراسیل‌دار واکنش دهد. حتی برای رناسازی نیز روبه‌روی آن ریبونوکلئوتید آدنین‌دار قرار می‌گیرد. / ب) درست است. در یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در حال شکل‌گیری، هر نوکلئوتید سه‌فسفاته که با نوکلئوتید دارای باز آلی تیمین پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌کند، به هنگام اضافه شدن به انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های خود را از دست می‌دهد و به صورت تک‌فسفاته به رشته در حال ساخت متصل می‌شود. / ج) نادرست است. نوکلئوتیدهای شرکت‌کننده در ساختار رنا، دارای قند ریبوز هستند که می‌توانند در هنگام ساخت (*رونویسی*) روبه‌روی نوکلئوتید تیمین‌دار قرار بگیرند. / د) نادرست است. در یک رشته نوکلئیک اسیدی، نوکلئوتیدهای دارای باز آلی *T* و *C* می‌توانند با هم پیوند برقرار کنند که این نوکلئوتیدهای مجاور هم دارای باز آلی تک‌حلقه‌ای هستند.

B ۴۸ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. سؤال دربارهٔ مولکول دنا با قند دئوکسی‌ریبوز می‌باشد.

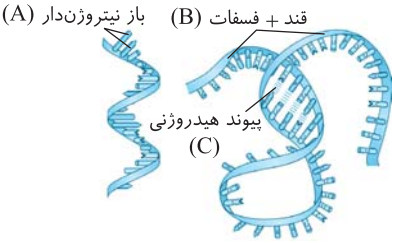
نکته
ساختار مکمل بازهای آلی و قرارگیری جفت جفت آن‌ها در *DNA*، باعث ثبات در قطر دو رشته *DNA* می‌شود چون در دنا، همواره روبه‌روی یک باز آلی پیریمیدینی، یک باز آلی پورینی قرار می‌گیرد. در ضمن، ثبات قطر *DNA* باعث پایداری اطلاعات می‌شود (درستی د).

تله‌های تستی الف) در موقع لزوم مثل همانندسازی و رونویسی در **برخی** نقاط، دو رشته *DNA* با شکستن پیوند **هیدروژنی** از هم جدا می‌شوند، **بدون** اینکه پایداری مولکول به هم بخورد. / ب) دقت کنید که در مطالعه چارگاف مشخص شد که $\frac{A+G}{T+C}$ یا $\frac{A\times C}{T\times G}$ برابر یک می‌باشد (*به علامت‌ها دقیق نگاه کنید!*). / ج) محققین قبل از چارگاف فکر می‌کردند که همیشه در **مولکول** *DNA*، (*نه اینکه بدانند در رشته‌های است*) تعداد هر ۴ باز آلی با هم برابر می‌باشد که نتیجهٔ آن برابر بودن همیشگی پورین‌ها با پیریمیدین‌ها بود.

B ۴۹ ۳ این سؤال ترکیبی با زیست دهم می‌باشد و منظور متن سؤال قسمت **بازهای آلی** نوکلئوتیدهاست که نیتروژن‌دار هستند و شکل و ساختار مکملی دارند. دقت کنید که کراتین فسفات مادهٔ پر انرژی در ماهیچه‌هاست **نه غلاف پیوندی روی آن‌ها!**

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): **باکتری‌های آمونیاک‌ساز** خاک، می‌توانند از مواد آلی نیتروژن‌دار اجساد جانداران موجود در خاک مثل بازهای آلی و آمینواسیدها، مولکول‌های آمونیوم NH_4^+ یا آمونیاک بسازند (*زیست دهم*). / گزینه‌های (۲) و (۴): ناقلین الکترون موجود در تنفس یاخته‌ای راکیزه‌ها و تولید ماده از انرژی طی فتوسنتز، دارای باز آلی آدنین می‌باشند (*فصل ۵ و ۶*).

B ۵۰ ۱ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.



در شکل‌های مورد نظر، A بازهای آلی نیتروژن‌دار، B بیانگر ستونی از قند و فسفات و C پیوندهای هیدروژنی پله‌ها را نشان می‌دهد.

تله‌های تستی الف) درست است. پیوندهای هیدروژنی بین بازهای آلی نیتروژن‌دار و به دلیل رابطهٔ مکملی و ساختار آن‌ها تشکیل می‌شوند. / ب) نادرست است. ستون‌های *DNA* از فسفات و قند، با پیوند فسفودی‌استری ایجاد شده‌اند و قسمت‌های A و C سبب ایجاد پله‌های نردبان *DNA* می‌شوند. / ج) درست است. در بین قند و فسفات نوکلئوتیدها، پیوند اشتراکی ایجاد می‌شود نه هیدروژنی!!

B ۵۱ ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح است. منظور سؤال نوکلئوتید *ATP* می‌باشد که قند ریبوز به همراه سه گروه فسفات دارد.

تله‌های تستی الف) درست است. پمپ سدیم پتاسیم، هم نقش ترابری دو نوع یون با انتقال فعال دارد و هم در سمت سیتوپلاسم، نقش آنزیمی با تجزیه یا هیدرولیز *ATP* دارد. / ب) نادرست است. *ATP* نقش انتقال الکترون ندارد. بلکه منبع رایج انرژی است. / ج) درست است. *ATP* را به عنوان شکل رایج انرژی می‌شناسیم ولی به عنوان نوکلئوتیدی سه‌فسفاته برای همانندسازی با قند دئوکسی‌ریبوز نیز وجود دارد. *ATP* انرژی‌زای یاخته، همواره قند ریبوز و باز آلی آدنین دارد که به مجموع این دو قسمت، آدنوزین گفته می‌شود. این مولکول دارای دو پیوند اشتراکی پر انرژی بین سه گروه فسفات خود می‌باشد. / د) نادرست است. *ATP* را با گلیکوژن اشتباه نگیرید.

C ۵۲ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست‌اند. واژه «واحدهای تکرار شونده» در قسمت‌های مختلف کتاب‌های درسی به کار برده شده است:

تله‌های تستی الف) درست است. منظور از واحدهای تکرار شونده در کروموزوم‌ها، نوکلئوزوم‌ها می‌باشند که از دنا و هیستون تشکیل شده‌اند. / ب) نادرست است. هر نوکلئیک اسید، واحدهای تکرار شونده به نام نوکلئوتید دارد که فقط باز آلی آن نیتروژن‌دار است. / ج) نادرست است. واحدهای تکرار شوندهٔ تارچه ماهیچه‌ای، سارکومرها هستند. در تارچه‌ها، پروتئین‌های اکتین، کروی هستند که وقتی کنار هم قرار می‌گیرند به صورت **رشته** درمی‌آیند. / د) نادرست است. نوکلئوتید، واحد تکرار شونده ندارد.

پاسخ آزمونک ۱

B ۱ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

در آزمایشات گریفیت پی به دنا بودن مادهٔ وراثتی نبردند (نادرستی د).

تله‌های تستی الف) در مرحلهٔ اول آزمایش موش‌ها مردند. همچنین طبق آزمایش بعدی متصور شدند که پوشینه عامل مرگ موش‌ها است. / ب) فقط در مرحلهٔ دوم با استفاده از باکتری فاقد پوشینه برخلاف مرحلهٔ چهارم موش زنده ماند. / ج) در آزمایش آخر گریفیت که انتقال مادهٔ وراثتی انجام شد، پوشینه‌سازی در برخی باکتری‌های زنده رخ داد.

B ۲ ۴ همهٔ موارد عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اولین‌بار با روش سانتریفیوژ فهمیدند دنا عامل وراثتی است ولی چهار نوع آنزیم هیدرولاز را در مرحلهٔ سوم استفاده کردند. / ب) نادرست است. گریفیت متوجه شد که پوشینه به تنهایی عامل بیماری نیست (*نه ایوری*!). / ج) نادرست است. در هر مرحله از باکتری فاقد پوشینهٔ زنده استفاده کردند. / د) نادرست است. در روش سانتریفیوژ، فقط یک لایه حاوی دنا بود (*نه لایه‌ها*!).

B ۳ ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. مثلاً اگر به پیوند قند فسفات که نوعی پیوند اشتراکی است، فکر کنیم، در هر پیوند فسفودی‌استر، دو پیوند اشتراکی قند فسفات است که یکی درون یک نوکلئوتید و دیگری بین دو نوکلئوتید می‌باشد. / ب) نادرست است. یکی از دو پیوند قند فسفات که در فسفودی‌استر وجود دارد، بین دو نوکلئوتید و دیگری درون نوکلئوتید تازه وارد شده به رشتهٔ نوکلئیک اسید مجاور است. / ج) درست است. بین فسفات و باز آلی پیوند وجود ندارد. / د) نادرست است. کربنی که در نوکلئوتید به فسفات متصل می‌شود، **خارج** از حلقهٔ قندی قرار دارد.

B ۴ ۳ منظور بخش اول سؤال **نوکلئوتیدها** می‌باشند ولی فعالیت آنزیم‌های پروتئینی، به کمک ویتامین‌ها و برخی فلزات (*کوآنزیم‌ها*) صورت می‌گیرد و به وجود نوکلئوتیدها ربطی ندارد. گزینهٔ (۱) در مورد انرژی *ATP* به عنوان نوکلئوتید برای عمل پمپ سدیم پتاسیم غشایی و گزینه‌های (۲) و (۴) برای عمل فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای به عمل نوکلئوتیدها برای انتقال الکترون وابسته می‌باشد.

A ۵ ۲

نکته

آزمایشات مختلف در مورد مولکول *DNA* نتایج زیر را به همراه داشت:

۱ آزمایشات گریفیت ← متوجه شد که باکتری‌ها می‌توانند تغییر شکل یابند و از موش نیز استفاده کردند.

۲ آزمایشات ایوری ← متوجه شد که **ماهیت مادهٔ وراثتی** از *DNA* است که عامل تغییر شکل برخی باکتری‌ها می‌باشد.

۳ آزمایش چارگاف ← متوجه شد که در مولکول *DNA* نسبت $\frac{\text{پورین}}{\text{پیریمیدین}} = \frac{A}{T} = \frac{G}{C} = ۱$ می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱)).

۴ آزمایش ویلکینز و فرانکلین تاباندن پرتو ایکس ← متوجه شدند که *DNA* مارپیچی است که بیش از یک رشته دارد، البته ابعاد مولکول *DNA* را نیز پیدا کردند (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۳)).

۵ مدل واتسون و کریک ← از ساختارهای شیمیایی بین نوکلئوتیدهای *DNA* و پیوند فسفودی‌استر و هیدروژنی اطلاع داشتند و مدل نردبان مارپیچ را ارائه دادند (*نادرستی گزینه‌های (۴) و (۳) چون این گزینه مربوط به پرتو ایکس نبود*).

۶ آزمایش مزلسون و استال ← دریافتند که همانندسازی *DNA* به صورت نیمه‌حفاظتی می‌باشد.

B ۶ ۱ موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در ابتدا و قبل از آزمایشات چارگاف، تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید به‌طور مساوی در مولکول *DNA* توزیع یافته‌اند و انتظار داشتند که در تمامی مولکول‌های *DNA* یک جاندار، مقدار چهار نوع باز آلی با یکدیگر برابر باشد. / ب) درست است. مکمل بودن بازهای آلی و اینکه روبه‌روی هر پورین یک پیریمیدین قرار می‌گیرد، نتایج آزمایشات چارگاف را نیز در مورد برابری *A* با *T* و *C* با *G* تأیید می‌کرد. / ج) نادرست است. ثبات قطر *DNA* به دلیل قرارگیری مکملی و جفت جفت بازهای آلی می‌باشد که همواره روبه‌روی پورین یک پیریمیدین قرار دارد ولی تعداد پیوند هیدروژنی بین *A* و *T* دو عدد و بین *G* و *C* سه عدد می‌باشد. / د) نادرست است. *DNA* سیتوپلاسمی موجود در میتوکندری و کلروپلاست یاخته‌های یوکاریوتی نیز همانند *DNA* پروکاریوتی‌ها ساختار حلقوی دارد و فاقد فسفات آزاد در یک سمت و گروه هیدروکسیل قندی آزاد در سر دیگر خود می‌باشد.

A ۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. نوکلئوتید آدنین‌دار *DNA*، طی عمل همانندسازی مکمل نوکلئوتید تیمین‌دار و طی عمل *RNA*سازی (*رونویسی*) مکمل نوکلئوتید یوراسیل‌دار می‌باشد.

تله‌های تستی الف) قند دئوکسی‌ریبوز *DNA* در کربن شماره ۲ خود یک اتم اکسیژن از قند ریبوز کمتر دارد. / ب) همواره بازهای آلی دوحلقه‌ای توسط حلقهٔ ۵ ضلعی یا کوچک‌تر خود به قند پنتوز متصل می‌شوند. / د) همواره دو باز آلی پورین و پیریمیدین توسط دو حلقهٔ ۶ ضلعی با هم پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند.

B ۸ ۱ یک نوکلئوتید از سه بخش، قند پنج‌کربنی، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه فسفات تشکیل شده است که **قند پنج‌کربنی** آن توسط دو پیوند اشتراکی از یک طرف به باز آلی نیتروژن‌دار و از یک طرف به گروه فسفات متصل می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید مولکول‌های قندی فاقد نیتروژن می‌باشند (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): کل پیوند فسفودی‌استر از دو پیوند قند فسفات به وجود آمده است که مجموعاً بین عوامل متصل به قند یک نوکلئوتید با قند نوکلئوتید مجاور برقرار می‌شود (*قند پنج‌کربنی دارای حلقه ضلعی می‌باشد*). / گزینهٔ (۳): قسمتی که دو حلقه آلی دارد منظور باز آلی پورینی می‌باشد که با پیوند هیدروژنی به باز پیریمیدین نوکلئوتید مقابل اتصال دارد. / گزینهٔ (۴): در نوکلئوتید فقط قسمت گروه‌های فسفاتی فاقد حلقهٔ آلی می‌باشد که این گروه، فاقد عامل هیدروکسیل (*OH*) می‌باشد.

B ۹ ۴ از آنجایی که هر نوکلئوتید در بخش پنج‌کربنی قندی خود همواره یک حلقهٔ آلی ۵ ضلعی داشته و در بخش باز آلی نیز یک یا دو بخش حلقوی نیتروژن‌دار دارد، پس همواره تعداد نوکلئوتیدها از تعداد حلقه‌های آلی مولکول کمتر می‌باشد ولی تعداد پورین‌ها با پیریمیدین‌ها در یک مولکول همواره برابر می‌باشد (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۱)). در *DNA* حلقوی تعداد بازهای آلی یا نوکلئوتیدها با تعداد پیوند فسفودی‌استر برابر می‌باشد ولی در *DNA* خطی تعداد پیوند فسفودی‌استر دوتا از تعداد نوکلئوتیدها کمتر می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)). اگر **در یک رشتهٔ** *DNA* فقط باز آلی پیریمیدینی تک‌حلقه‌ای وجود داشته باشد، هر نوکلئوتید در آن رشته، دارای یک حلقهٔ نیتروژن‌دار و یک گروه فسفات خواهد بود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

B ۱۰ ۱ اطلاعات **ژنی** ساخت پروتئین‌ها (*مثلاً آمیلاز*) روی *DNA* قرار دارد که توسط ***mRNA*** برای پروتئین‌سازی به رناتن منتقل می‌شود، این نوع *RNA* برخلاف *tRNA* فاقد پیوند هیدروژنی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): *tRNA* وظیفهٔ انتقال آمینواسید به رناتن را دارد که دارای پیوندهای هیدروژنی و اشتراکی می‌باشد. / گزینهٔ (۳): هر نوع *RNA* از روی بخشی از یک رشتهٔ *DNA* ساخته و رونویسی می‌شود. / گزینهٔ (۴): مثلاً نوعی از *rRNA*ها نقش آنزیمی دارند و با ساخت رناتن در تنظیم بیان ژن‌ها نیز نقش دارند.

B ۵۳ ۴ در همانندسازی غیرحفاظتی که پراکندگی قطعات *DNA* رخ می‌دهد، برخلاف روش نیمه‌حفاظتی که نصف مولکول‌های مادر یعنی یک رشته از دنای مادر، به دختر می‌رسد، باید پیوند فسفودی‌استر **هر رشته** نیز شکسته شود تا قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید به صورت پراکنده در رشته قرار گیرند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قسمت اول مربوط به طرح حفاظتی می‌باشد که از دو مولکول حاصل یکی مادری و یکی دارای دو رشتهٔ جدید می‌باشد. / گزینه‌های (۲) و (۳): قسمت اول در مورد طرح نیمه‌حفاظتی است که همانند طرح حفاظتی، فاقد پراکندگی قطعات (*وجود نوکلئوتیدهای قدیمی و جدید در یک رشته*) می‌باشد (*به جدید برخلاف در گزینهٔ (۳) دقت کنید! آخر نیمه‌حفاظتی برخلاف نیمه‌حفاظتی که نمی‌شکند!*).

درسنامه درختی ۹ مدل‌های مختلف همانندسازی دنا

همانندسازی *DNA*

دنا، به عنوان مادهٔ وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است که هنگام تقسیم یاخته طبیعی، این اطلاعات بدون کم و کاست به دو یاختهٔ حاصل از تقسیم می‌رسد.

همانندسازی

به ساخته شدن مولکول دنای جدید از روی دنای قدیمی، همانندسازی می‌گویند.

با توجه به مدل **واتسون و کریک** و وجود رابطهٔ **مکملی** بین بازها، تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است.

طرح‌های مختلف ارائه شده برای همانندسازی دنا

۱ **همانندسازی حفاظتی** ← در این طرح هر دو رشتهٔ دنای قبلی به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند و وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند و دنای حاوی دو رشتهٔ جدید هم وارد یاختهٔ دیگر می‌شوند.



دلیل نام‌گذاری ← چون دنای اولیه به صورت دست‌نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است ← طبق این روش در هر همانندسازی، یک مولکول کاملاً جدید و یک مولکول کاملاً قدیمی ایجاد می‌شود.

۲ **همانندسازی نیمه‌حفاظتی** ← یکی از دو رشتهٔ دنای هر یاخته، مربوط به دنای اولیه است و رشتهٔ دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است.



دلیل نام‌گذاری ← چون در هر یاختهٔ حاصل، فقط یکی از دو رشتهٔ دنای قبلی وجود دارد ← از هر مولکول *DNA*، یک رشتهٔ آن مربوط به مادر و یکی دیگر جدید ساخته شده است.

۳ **همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده)** ← هرکدام از دنای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند. در این مدل، در رشته‌های مادری پیوند فسفودی‌استر شکسته و تشکیل می‌شود.



B ۵۴ ۱ اگر یک مولکول DNA که هر دو رشته آن با بازهای آلی ^{15}N ساخته شده‌اند را در محیط معمولی ^{14}N همانندسازی کنیم:

- در همانندسازی نیمه‌حفاظتی ← از دو مولکول حاصل هر دو یک رشته ^{15}N قدیم و یک رشته ^{14}N جدید دارند.
- در همانندسازی به روش حفاظتی ← از دو مولکول حاصل یکی دارای هر دو رشته ^{15}N قدیمی و دیگری دارای دو رشته ^{14}N جدید می‌باشد.
- در همانندسازی غیرحفاظتی ← دو مولکول حاصل، هر دو دارای دو رشته با بازهای مخلوط ^{14}N و ^{15}N می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. از ۲ مولکول یا ۴ رشته حاصل از همانندسازی **نیمه‌حفاظتی و حفاظتی**، ۲ رشته ^{15}N و ۲ رشته ^{14}N به دست می‌آید. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در همانندسازی **نیمه‌حفاظتی و غیرحفاظتی**، هیچ مولکولی دارای دو رشته جدید نمی‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. **فقط** در همانندسازی **غیرحفاظتی** است که هر دو نوع نوکلئوتید ^{14}N و ^{15}N را می‌توان در **یک رشته** مشاهده کرد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در همانندسازی نیمه‌حفاظتی، هیچ مولکولی دارای دو رشته جدید نمی‌شود.

C ۵۵ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند. در حالت عادی آزمایش مزلسون و استال، دنای اولیه دو رشته ^{15}N داشت که در محیط طبیعی ^{14}N همانندسازی نیمه‌حفاظتی می‌کرد. در این آزمایش طی سانتریفیوژ در ابتدا یک نوار در پایین لوله، در نسل اول یک نوار در وسط و در نسل دوم دو نوار در بالا و وسط لوله تشکیل شد.

حال اگر دنای اولیه را با دو رشته ^{14}N در نظر بگیریم که در محیط ^{15}N همانندسازی کند، در ابتدا یک نوار سبک در بالای لوله، در نسل اول یک نوار متوسط و در نسل دوم، دو نوار در بخش وسط و پایین لوله مشاهده می‌شود.

تله‌های تستی الف) درست است. تعداد نوارهای هر نسل تغییر نمی‌کند. / ب) نادرست است. نوار پایین‌تر در نسل دوم، حاوی مولکول‌هایی با دو رشته ^{15}N می‌باشد. / ج) درست است. در هر دو آزمایش، نسل اول فقط دارای مولکول‌هایی با چگالی متوسط بود. / د) نادرست است. مولکول اولیه دو رشته ^{14}N دارد و در بالای لوله قرار می‌گیرد.

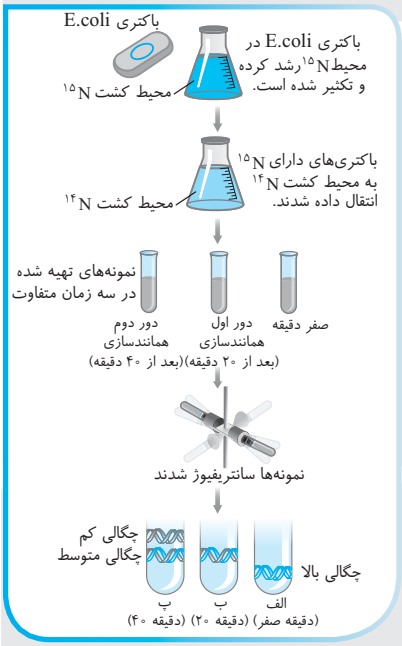
درسنامه درختی ۱۰ آزمایشات مزلسون و استال

تحقیقات مزلسون و استال

نکات

- به پرسش «کدام طرح همانندسازی مورد تأیید قرار گرفت؟» ← از طریق روش **علمی** پاسخ دادند.
- با توجه به فرضیه‌های متعدد ارائه شده و امکانات، آزمایشی را طراحی کردند ← در انتها متوجه شدند که روش **نیمه‌حفاظتی** برای همانندسازی دنا صحیح است. دقت کنید که رنا (RNA)، همانندسازی ندارد.
- در ابتدای کار، آن‌ها باید می‌توانستند رشته‌های دنای نوساز را از رشتهٔ قدیمی تشخیص دهند ← به همین دلیل دنای اولیه یا مادر را با استفاده از ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) نشانه‌گذاری کردند.
- دنای معمولی در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد که نسبت به نوکلئوتید با ^{15}N چگالی کمتری دارد ← دناهای معمولی (^{14}N) در لولهٔ سانتریفیوژ در محل بالاتری قرار می‌گیرند.

آزمایش



۱) ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای ^{15}N کشت دادند (^{15}N در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار دنا وارد شدند).
۲) چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط ← باکتری‌هایی با دنای سنگین‌تر و حاوی دو رشتهٔ ^{15}N تولید کردند.
۳) این باکتری‌ها را به محیط کشت با نوکلئوتیدهای حاوی ^{14}N منتقل کردند.
۴) به فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند (تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد).
۵) دنای باکتری‌ها برای سنجش چگالی استخراج شد.
۶) دناهای استخراج شده در شیبی از محلول **سزیم کلرید** با غلظت‌های مختلف در **سرعت بالا** سانتریفیوژ شدند.
۷) نتیجه ← مواد براساس **چگالی** در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند.

نتایج آزمایش

۱) دنای باکتری‌های اولیه دو رشته حاوی ^{15}N و سنگین داشتند و پس از گریز دادن، **یک نوار** در **انتهای** لوله تشکیل دادند (صفر دقیقه).
دلیل ← چون هر دو رشتهٔ دنای آن‌ها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.
۲) دنای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) ← پس از گریز دادن، یک نوار در میانهٔ لوله تشکیل دادند.
دلیل ← چون دنای آن‌ها چگالی متوسط داشت ← فهمیدند طرح همانندسازی، قطعاً از نوع حفاظتی نمی‌باشد.
۳) دنای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (پس از ۴۰ دقیقه) بعد از گریز دادن **دو نوار**، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند.
دلیل ← چون نیمی از آن‌ها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند ← فهمیدند که طرح همانندسازی
- از نوع حفاظتی و غیرحفاظتی نمی‌باشد.
- فقط مدل نیمه‌حفاظتی صحیح است.

۴) هرچه تعداد نمونه‌ها در یک نوار بیشتر باشد، آن نوار ضخامت بیشتری دارد.

A ۵۶ ۲ مزلسون و استال برای سنجش چگالی DNAها، **در هر فاصلهٔ زمانی ۲۰ دقیقه** (نه هر زمان)، DNA باکتری‌ها را استخراج می‌کردند و در محلول سزیم کلرید قرار می‌دادند. سایر عبارات صحیح می‌باشند.

A ۵۷ ۱ در این سؤال بسیار باید دقت کنید و گزینه‌ها را درست بخوانید.

در همانندسازی **حفاظتی**، DNAای با چگالی **متوسط تولید نمی‌شود** و دو نوع DNA در هر نسلی ایجاد می‌شود که یک مولکول آن از نوع مادری با چگالی ^{15}N سنگین در **پایین لوله** و سایر مولکول‌ها دارای چگالی سبک ^{14}N بوده و همگی در بالای لوله، یک نوار ایجاد می‌کنند. از طرفی هرچه تعداد یک نوع DNA بیشتر باشد، نواری که در سانتریفیوژ ایجاد می‌شود **قطورتر** یا **ضخیم‌تر** می‌باشد. مثلاً در نسل اول که دو مولکول ایجاد می‌شود که یکی سنگین و دیگری سبک می‌باشد، دو نوار با قطر یکسان در بالا و پایین لوله ایجاد می‌شود ولی از نسل دوم به بعد، فقط یک مولکول چگالی سنگین داشته و در پایین لوله قرار می‌گیرد در حالی‌که سایر نمونه‌ها در نوار بالای لوله و به صورت قطورتر در مجاور هم قرار می‌گیرند (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی سایر گزینه‌ها).

A ۵۸ ۳ در سانتریفیوژ مخلوط دارای انواع دنا با چگالی‌های متفاوت، اولاً در هر نسل از ۲۰ دقیقهٔ اول تا ... همواره دنا با چگالی متوسط دیده می‌شود و در وسط لوله در نوار مشخصی قرار می‌گیرد. ثانیاً دناها با چگالی‌های سبک در یک نوار در بالای لوله و با چگالی‌های سنگین در نوار دیگر در پایین لوله قرار می‌گیرند و اینکه نواری قطورتر از نوار دیگر باشد به مقدار آن نمونه‌ها بستگی دارد (*نه اینکه سبک‌تر یا سنگین‌تر باشند*) (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۲)).

نکته

در آزمایش مزلسون و استال، در نسل دوم دو مولکول DNA با چگالی متوسط در وسط لوله در یک نوار قرار دارند و دو مولکول DNA با چگالی سبک در بالای لوله در نوار مجزایی قرار می‌گیرند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

B ۵۹ ۱

نکته

حفظ شدن رشته‌های DNA در همانندسازی مخصوص مدل **حفاظتی و نیمه‌حفاظتی** می‌باشد چون فقط در روش غیرحفاظتی است که نوکلئوتیدهای جدید در بین نوکلئوتیدهای قدیم مادری قرار می‌گیرند. پس منظور از این سؤال ویژگی مشترک دو مدل همانندسازی حفاظتی و نیمه‌حفاظتی می‌باشد که در هر دو مدل، رشته‌ای به وجود نمی‌آید که هم نوکلئوتید جدید و هم قدیمی داشته باشد (درستی گزینهٔ (۱)). گزینه‌های (۲) و (۳) مخصوص نوع حفاظتی بوده و گزینهٔ (۴) در هیچ‌کدام همواره وجود ندارد.

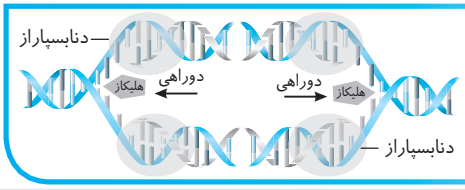
B ۶۰ ۲ نوکلئوتیدها یا واحدهای سازنده نوکلئیک اسیدها، وقتی در رشتهٔ جدید قرار می‌گیرند، دو فسفات خود را با شکستن پیوند اشتراکی پرانرژی از دست می‌دهند. (*این عمل وظیفه دنابسپاراز است.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها، باز شدن دو رشتهٔ DNA، **تدریجی** است و فقط قسمتی که می‌خواهد همانندسازی شود، باز می‌شود. / گزینهٔ (۳): باز کردن پیچ‌وتاب دنا و خروج هیستون‌ها از آن که سبب تجزیهٔ ساختار نوکلئوزوم و کاهش فشردگی کروموزوم‌ها می‌شود، توسط آنزیم‌هایی، قبل از شروع همانندسازی رخ می‌دهد و سپس هلیکاز وارد فعالیت می‌شود (*در حقیقت آغاز فعالیت هلیکاز به منزلهٔ آغاز همانندسازی است*). / گزینهٔ (۴): با شروع همانندسازی به‌جز هلیکاز، آنزیم‌های دیگری با همدیگر فعالیت می‌کنند که **مهم‌ترین** آن‌ها دنابسپاراز می‌باشد.

درسنامه درختی ۱۱ مراحل همانندسازی دنا

همانندسازی DNA

- **مهم‌ترین عوامل مؤثر در همانندسازی**
  - ۱ مولکول دنای دورشته‌ای به عنوان الگو
  - ۲ واحدهای سازندهٔ دنا
    - نوکلئوتیدهای آزاد سه‌فسفاته داخل یاخته که در لحظهٔ اتصال به رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید، با شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها ← دو فسفات خود را از دست می‌دهند.
    - هنگامی که در رشته قرار می‌گیرند، همواره یک‌فسفاته هستند.
  - ۳ آنزیم‌های لازم
    - دو نوع اصلی آن
      - هلیکاز
      - دناپلیمراز
    - آنزیم‌های فرعی ← قبل از شروع و در حین همانندسازی لازم هستند.



⇒ هر دوراهی همانندسازی
- یک هلیکاز روی دو رشتهٔ دنای مادر دارد.
- دو دنابسپاراز هرکدام روی یک رشتهٔ دنای مادر دارد.

- **مراحل همانندسازی**
  - ۱ قبل از همانندسازی ← با کمک آنزیم‌هایی باید پیچ‌وتاب فامینه باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند (*هیستون مخصوص یوکاریوت‌هاست*).
  - ۲ با شروع همانندسازی باید مارپیچ دنا و دو رشتهٔ آن توسط آنزیم هلیکاز از هم باز شود ← این عمل به تدریج و از نقاط متعددی می‌تواند صورت گیرد و دو رشته از ابتدا کاملاً از هم جدا نمی‌شوند.
  - ۳ انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا رشتهٔ الگو مقابل یک رشتهٔ دنا ساخته شود. یکی از مهم‌ترین این آنزیم‌ها دنابسپاراز است.
- **جهت همانندسازی**
  - همواره از نقطه یا نقاط آغاز اختصاصی شروع می‌شود ← معمولاً به صورت دوجهته و همواره از هر دو رشتهٔ دنای الگو صورت می‌گیرد.
- **در حین همانندسازی**
  - مقدار نوکلئوتیدهای آزاد سه‌فسفاته یاخته کم می‌شود.
  - مقدار فسفات‌های آزاد یاخته زیاد می‌شود.
- **برای همانندسازی**
  - هیستون‌ها با جدا شدن از دنا، فشردگی فامینه تک‌فامینکی را کم می‌کند.
  - هلیکاز با باز کردن دو رشتهٔ دنا، فشردگی را کمتر می‌کند.
  - پس از عمل دنابسپاراز با آمدن هیستون‌ها و تشکیل نوکلئوزوم، فشردگی فامینه‌های مضاعف زیاد می‌شود.

B ۶۱ ۱ فقط عبارت (ب) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. بین مونومرهای هر آنزیم پروتئینی پیوند اشتراکی به نام پپتیدی وجود دارد. / ب) درست است. دنابسپاراز در همانندسازی می‌تواند پیوند فسفودی‌استر را تشکیل داده و در عمل ویرایش می‌تواند باعث تجزیه پیوند فسفودی‌استر شود. / ج) نادرست است. اطلاعات ساخت هر پروتئینی از جمله دنابسپاراز توسط مولکول *mRNA* از هسته وارد رناتن می‌شود و آمینواسیدهای مورد نیاز ساخت آن توسط *tRNA* وارد رناتن می‌شوند. / د) نادرست است. آنزیم پروتئینی دنابسپاراز، در سیتوپلاسم تولید می‌شود ولی در هسته فعالیت می‌کند (*فصل ۲*). از طرفی رناها نیز در هسته تولید شده ولی در سیتوپلاسم به فعالیت می‌پردازند.

درسنامه درختی ۱۲ دوراهی همانندسازی و آنزیم‌های آن

دوراهی همانندسازی

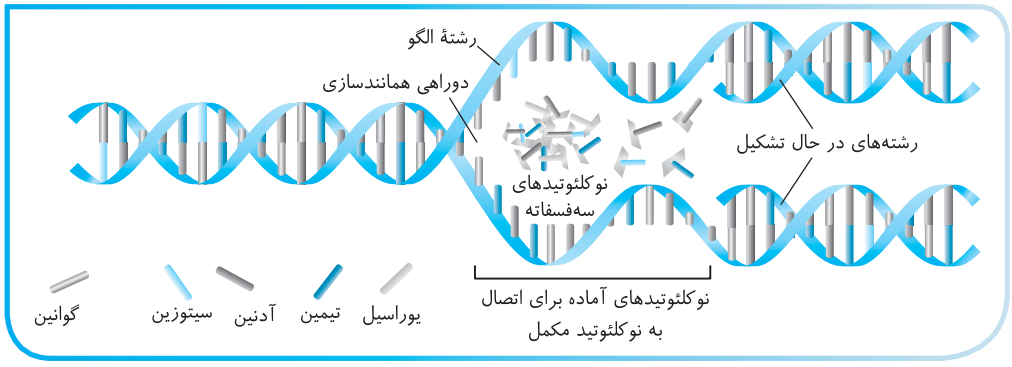
در محلی که دو رشتهٔ دنا به وسیلهٔ هلیکاز از هم جدا می‌شوند ← دو ساختار *Y*مانند به وجود می‌آید ← به هرکدام، یک دوراهی همانندسازی می‌گویند.

در محل دوراهی، همانندسازی در یک جهت انجام می‌شود ولی به ازای هر نقطه شروع همانندسازی، دو دوراهی ایجاد می‌شود و به آن همانندسازی دوجهتی نیز می‌گویند.

ترتیب اتفاقات در فاصلهٔ بین دو دوراهی با ساختار *Y* مانند:

۱) شکست پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته و باز شدن دو رشته از دو طرف توسط دو هلیکاز مختلف.
۲) قرارگیری نوکلئوتیدهای مکمل (*به‌تعداد نوع باز*) روبه‌روی رشتهٔ الگو و ایجاد پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل.
۳) شکسته شدن پیوند اشتراکی پرانرژی بین فسفات‌ها و ایجاد نوکلئوتید یک‌فسفاتهٔ جدید.
۴) تشکیل پیوند فسفودی‌استر جدید بین فسفات نوکلئوتید جدید با هیدروکسیل نوکلئوتید قبلی در همان رشته (*توسط دنابسپیراز*).
۵) اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید، به نوع باز آلی مکمل آن در رشتهٔ الگو بستگی دارد.
۶) در این ساختار ۵ نوع باز آلی و انواع مختلف نوکلئوتیدها حتی یوراسیل‌دار وجود دارد.

در هر دوراهی:
۱) هلیکاز وجود دارد.
۲) دنابسپاراز وجود دارد.
۳) تعدادی آنزیم دیگر وجود دارد.



آنزیم‌ها

هلیکاز
۱) شناسایی نقطهٔ شروع همانندسازی به صورت اختصاصی
۲) اتصال به هر دو رشتهٔ دنای مادری و باز کردن مارپیچ دنا از یک جهت
۳) باز کردن تدریجی دو رشتهٔ دنا با شکستن پیوند هیدروژنی

دنابسپاراز
۱) نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی با دقت زیادی مقابل هم قرار می‌دهد.
۲) دو گروه فسفات را از هر نوکلئوتید سه‌فسفاته با شکستن پیوند اشتراکی خارج می‌کند.
۳) برقرار کردن پیوند فسفودی‌استر در همانندسازی ← فعالیت بسپارازی (*پلیمرازی*)
۴) پس از برقراری **هر** پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.
۵) ویرایش ← در صورت وجود نوکلئوتید جدیدِ نادرست، پیوند فسفودی‌استر را با فعالیت نوکلئازی می‌شکند و آن را از دنا جدا می‌کند
- سپس نوکلئوتید مناسب را قرار می‌دهد
  - به این عمل **ویرایش** می‌گویند.
  - اگر انجام نشود ← سپس تغییر پایدار یا جهش ایجاد می‌شود.
- ضمن این عمل، پیوند هیدروژنی آن‌ها نیز شکسته می‌شود.

آنزیم‌های دیگر ← آن‌ها هم وجود دارند ولی ما لازم نیست اطلاعی از آن‌ها داشته باشیم.

A ۶۲ ۳ منظور سؤال پروکاریوت‌ها یا باکتری‌هایی با دنای حلقوی می‌باشد. در پروکاریوت‌ها که شامل همهٔ باکتری‌ها می‌شود، مولکول‌های وراثتی آن‌ها چه *DNA* اصلی و چه دیسک‌ها در غشا محصور نشده‌اند. (*البته منظور کتاب، نداشتن اندامک غشادار و غشای درونی دریاخته بوده است چون در هر حال این رناها توسط غشای یاخته محصورند.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): با هر بار همانندسازی دنای دیسکی که معمولاً حاوی ژن مقاوم به آنتی‌بیوتیک می‌باشد، تعداد ژن‌های موردنظر زیاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): اغلب پروکاریوت‌ها، فقط یک نقطهٔ شروع همانندسازی به صورت دوجهته و با دو دوراهی همانندسازی دارند ولی اگر تعداد نقاط شروع بیشتر باشد، تعداد دوراهی‌ها نیز افزایش می‌یابد. / گزینهٔ (۴): در ابتدای همانندسازی باکتری‌ها، دوراهی‌ها از هم دور می‌شوند ولی در پایان فرایند، دوراهی‌های همانندسازی به هم نزدیک شده و به همدیگر می‌رسند.

درسنامه درختی ۱۳ همانندسازی پروکاریوت‌ها

همانندسازی در پروکاریوت‌ها

- فام‌تن اصلی آن‌ها به صورت یک مولکول دنای **حلقوی** در سیتوپلاسم و متصل به **غشای** یاخته است.
- علاوه بر دنای اصلی **ممکن** است دنای حلقوی دیگری به نام دیسک (*پلازمید*) داشته باشد ← دنای کمکی به غشا متصل نیست.
- دیسک می‌تواند ویژگی‌های دیگری به باکتری بدهد، مانند افزایش مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک.
- اغلب فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر دنای اصلی و کمکی خود دارند.
- از یک نقطهٔ همانندسازی شروع می‌شود ← دو رشته معمولاً توسط دو هلیکاز به تدریج از هم باز می‌شوند ← معمولاً دو دوراهی همانندسازی ایجاد می‌شود.
  - در هر دوراهی آن‌ها
    - یک هلیکاز وجود دارد.
    - دو دنابسپاراز وجود دارد.
    - تعداد آنزیم دیگر دارد.
- همانندسازی آن‌ها معمولاً همانند یوکاریوت‌ها دوجهته می‌باشد ← در انتها دو دوراهی در مقابل نقطهٔ آغاز به هم می‌رسند
  دو مولکول *DNA* حلقوی از هم جدا می‌شوند. ← همانندسازی در روبه‌روی نقطهٔ آغاز، تمام می‌شود
- چرخهٔ یاخته‌ای و مراحل G_1، S و G_2 یا میتوز ندارند.
- دو دوراهی آن از هم دور و سپس به هم نزدیک می‌شوند.
- اگر همانندسازی یک‌جهته داشته باشد، نقطهٔ پایان روی نقطهٔ آغاز می‌باشد و یک دوراهی دارد.

۶۳ **۱** در این سؤالات ابتدا دقت کنید که باز شدن پیچ‌وتاب دنا و جدا شدن هیستون‌ها، جزء مراحل همانندسازی به حساب نمی‌آیند. پس عبارت (ب) نباید در گزینه‌ها بررسی شود. در نتیجه تا اینجا گزینه‌های (۲) و (۴) نادرست هستند.

نکته

قبل از شروع همانندسازی، با جدا شدن هیستون‌ها، کاهش فشردگی کروموزوم‌های یوکاریوتی رخ می‌دهد.

طی همانندسازی به ترتیب اعمال زیر رخ می‌دهد:

۱) باز شدن مارپیچ دنا و پیوندهای هیدروژنی دو رشته توسط هلیکازها
← ۲) قرارگیری نوکلئوتید مکمل روبه‌روی الگو
۱) باز شدن مارپیچ دنا و پیوندهای هیدروژنی دو رشته توسط هلیکازها ← ۳) شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها ← ۴) تشکیل پیوند فسفودی‌استر ← بررسی دنا توسط دنابسپاراز
بررسی دنا توسط دنابسپاراز ← شکستن پیوند فسفودی‌استر در صورت نیاز به ویرایش
بررسی دنا توسط دنابسپاراز ← ادامهٔ فعالیت بسپارازی با آوردن نوکلئوتید مناسب

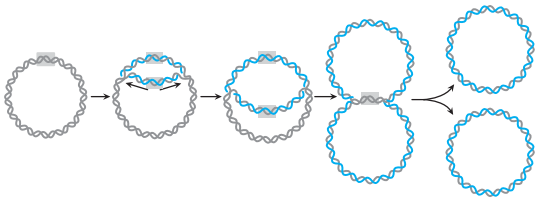
◀ از مورد (۲) به بعد، وظیفهٔ دنابسپاراز است.

برو درسنامه درختی ۱۴ بچون

۶۴ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست است.

تست‌های تستی الف) نادرست است. منظور سؤال رنا و دنا می‌باشد که برخی رناها با نقش آنزیمی از روی دنا ساخته می‌شوند. / ب) نادرست است. هر پلی‌نوکلئوتید دارای پیوندهای هیدروژنی، دنای دورشته‌ای یا رنای ناقل تک‌رشته‌ای می‌تواند باشد. توجه داشته باشید با توجه به اطلاعات کتاب درسی برای شکل‌گیری یک رشتهٔ دنا در مقابل رشتهٔ الگو علاوه بر هلیکاز انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها دنابسپاراز است. برای ساخت رنا، نیز رنابسپاراز نیاز است اما نکتهٔ مهم این است که همهٔ این پروتئین‌ها، یک نوع یا گروه به نام آنزیم‌ها می‌باشند. (*حتماً می‌دانید که پروتئین‌ها انواعی دارند که یکی از آن‌ها آنزیم‌ها می‌باشد.*) / ج) نادرست است. در هر دنا، فقط یک رشتهٔ آن جدید است ولی تولید پیوند هیدروژنی نیازی به آنزیم ندارد. / د) درست است. دنای هر جانداری کار یکسانی انجام می‌دهد.

۶۵ **۴** شکل بیانگر همانندسازی دوجهته باکتری‌ها با یک نقطهٔ شروع می‌باشد که محل پایان همانندسازی روبه‌روی نقطهٔ آغاز قرار دارد. در این شکل دو دوراهی همانندسازی وجود دارد که در هر دوراهی یک هلیکاز و دو دنابسپاراز در حال فعالیت هستند، پس حداقل ۶ آنزیم در این همانندسازی نقش دارند (درستی گزینه‌های (۱) و (۳)). همهٔ باکتری‌ها یک *DNA* اختصاصی اصلی دارند که به غشا چسبیده است ولی ممکن است برخی از آن‌ها نیز تعدادی *DNA* کمکی به نام دیسک داشته باشند (درستی گزینهٔ (۲)). عمل ویرایش همواره در حین همانندسازی و پس از تشکیل هر پیوند فسفودی‌استر به صورت نوکلئوتید به نوکلئوتید صورت می‌گیرد نه پس از کامل شدن آن! (نادرستی گزینهٔ (۴)).



۶۶ **۳** فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد.

تست‌های تستی الف) نادرست است. هلیکاز قادر به شکستن پیوند هیدروژنی است نه دنا بسپاراز. / ب) نادرست است. تشکیل پیوند هیدروژنی آنزیم نمی‌خواهد. / ج) درست است. آنزیم دنابسپاراز توانایی تشکیل پیوند فسفودی‌استر در همانندسازی و تجزیه آن را در ویرایش دارد البته این آنزیم پیوند اشتراکی پر انرژی بین فسفات‌ها را نیز تجزیه می‌کند. / د) نادرست است. پیوند اشتراکی از نوع درون مولکولی و یا بین واحدهای سازندهٔ پلیمرها است، ولی پیوند هیدروژنی نوعی پیوند بین مولکولی می‌باشد.

۶۷ **۴** آنزیم دنابسپاراز ابتدا نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد و پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و مجدد رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند. یعنی مورد (ب) اولین مرحله می‌باشد.

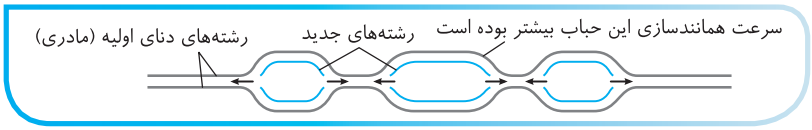
در مورد (الف) آنزیم دنابسپاراز نقشی در جدا کردن پیوند هیدروژنی از دنا ندارد.

در مورد (ج) شکستن پیوندهای اشتراکی بین گروه‌های فسفات بعد از برقراری رابطهٔ مکملی رخ می‌دهد.

درسنامه درختی ۱۴ همانندسازی یوکاریوت‌ها

همانندسازی در یوکاریوت‌ها

- آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند.
- انواع دنا
  - در فام‌تن هسته‌ای
    - دنای خطی دارد.
    - همراه دنا، مجموعه‌ای از پروتئین‌ها (*مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها*) قرار دارد ← سبب فشردگی دنا می‌شوند.
    - بیشتر دنای یاخته را تشکیل می‌دهد ← دنای هسته‌ای را تشکیل می‌دهند.
  - سیتوپلاسمی
    - مقداری از دنای یاخته را تشکیل می‌دهد.
    - حلقوی می‌باشد و دو سر آزاد ندارد.
    - در راکیزه (*میتوکندری*) و دیسه (*پلاست*) وجود دارد ← برخی فعالیت این اندامک‌ها مثل تنفس و فتوسنتز را انجام می‌دهند.
- بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها است ← علت آن
  - وجود مقدار زیادی دنا
  - قرار داشتن دنا در چندین فام‌تن ← دنای هر فام‌تن آن‌ها، چندین برابر دنای باکتری است.
- چندین نقطهٔ آغاز در هر فام‌تن دارند ← تا مدت زمان همانندسازی را کاهش دهند.
- تعداد جایگاه همانندسازی آن‌ها ← بستگی به مراحل رشد و نمو دارد و متغیر است
  - در مراحل مورولا و بلاستولای جنینی ← سرعت تقسیم زیاد
    - تعداد جایگاه آغاز همانندسازی هم زیاد است.
  - پس از تشکیل اندام‌های جنین (*انتهای سه ماه اول جنینی در انسان*)
    - سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کمتر می‌شود.
- به ازای هر نقطهٔ شروع همانندسازی ← دو دوراهی همانندسازی دارند.
- به ازای هر دوراهی همانندسازی ← یک هلیکاز و دو دنابسپاراز و تعدادی دیگر آنزیم نیاز دارند.
  - با توجه به شکل کتاب سرعت همانندسازی در حباب‌ها با هم متفاوت است.
- دوراهی‌های هر محل شروع همانندسازی در دنای خطی آن‌ها فقط از هم دور می‌شوند.



A ۶۸ ۲ منظور سؤال ویژگی **مشترک همهٔ یوکاریوت‌ها** می‌باشد چون در یوکاریوت‌ها، تعداد نقاط شروع همانندسازی در مراحلی از زندگی که تقسیم بیشتری نیاز دارند، افزایش می‌یابد. در بین گزینه‌ها، گزینهٔ (۴) در مورد پروکاریوت‌هاست و نادرست می‌باشد ولی گزینهٔ (۲) در مورد یوکاریوت‌ها صحیح می‌باشد **چون ژنگان یوکاریوت‌ها در هسته به صورت خطی و در سیتوپلاسم به صورت حلقوی می‌باشد.** گزینهٔ (۳) نادرست است چون داشتن دیواره، مخصوص برخی یوکاریوت‌ها مثل گیاهان، قارچ‌ها و برخی آغازیان می‌باشد. در مورد گزینهٔ (۱) دقت کنید که در بافت‌هایی که قدرت تقسیم بیشتری دارند، تعداد نقاط شروع همانندسازی نیز بیشتر است که در گیاهان در هر مرحله از زندگی ممکن است این تمایززدایی و قدرت تقسیم زیاد رخ بدهد. (*مثل ایجاد کال تمایزنیافته از بافت پارانشیم که سال یازدهم با آن آشنا شدید.*)

A ۶۹ ۴ در باکتری‌ها که بخش اعظم تثبیت نیتروژن را انجام می‌دهند، *DNA* اصلی و کمکی (*دیسک*) آن‌ها حلقوی بوده، **اغلب** یک نقطهٔ شروع همانندسازی و دو دوراهی همانندسازی دارند و قسمت‌های مورد نیاز آن رونویسی شده و در *RNA*سازی به کار می‌رود (نادرستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳)). در *DNA*های حلقوی، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر با تعداد نوکلئوتیدها برابر می‌باشد که دو برابر پورین‌ها یا پیریمیدین‌هاست (درستی گزینهٔ (۴)).

B ۷۰ ۳ موارد (ج) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. در همانندسازی غیرحفاظتی، بخش‌های جدید و قدیم به صورت پراکنده در مولکول‌های جدید قرار می‌گیرند، پس چگالی آن‌ها همانند حالت نیمه‌حفاظتی می‌تواند متوسط و برابر باشد. / ب) درست است. عامل اصلی در دقت زیاد همانندسازی، رابطه مکملی بازهاست. / ج) نادرست است. علت پیچیده‌تر بودن همانندسازی یوکاریوت‌ها، دنای زیاد و طویل آن‌ها است. / د) نادرست است. تغییر در تعداد نقاط شروع همانندسازی ویژه یوکاریوت‌ها است.

B ۷۱ ۱ همهٔ موارد صحیح می‌باشند. (*در ابتدا دقت کنید بر طبق سؤال کنکور سراسری ۹۸، هر جا صحبت از یاختهٔ یوکاریوت و مکانیسم‌های همانندسازی و رونویسی آن می‌شود، منظور دنای خطی هستهٔ آن است!*)

تله‌های تستی الف) درست است. عمل برگشت دنابسپاراز برای بازبینی نوکلئوتید قرار گرفته در همانندسازی، پس از برقراری نخستین پیوند فسفودی‌استر رخ می‌دهد. چون اولین پیوند فسفودی‌استر بعد از ورود دومین نوکلئوتید دختری روبه‌روی الگوی مادری صورت می‌گیرد، پس اولین نوکلئوتیدی که مورد همانندسازی قرار می‌گیرد مورد بازبینی قرار نمی‌گیرد (*البته با توجه به جملهٔ کتاب این نکته استنباط می‌شود!!!*). / ب) درست است. *DNA* هیستون‌دار مخصوص انواع **خطی** فام‌تن در هسته یوکاریوت‌هاست که دو سر آزاد دارند که در هر رشته یک سمت گروه هیدروکسیل (*OH*) و سمت دیگر گروه **فسفات** دارد. / ج) درست است. مقدار *DNA*، توالی آن‌ها و تعداد فام‌تن در یوکاریوت‌ها بیشتر از پروکاریوت‌هاست و هر فام‌تن یوکاریوت، چندین برابر یک *DNA* باکتری می‌باشد. این مسئله سبب پیچیده شدن همانندسازی *DNA* در یوکاریوت‌ها شده است. / د) درست است. با کاهش سرعت تقسیم یاخته در بافت‌های مختلف، تعداد نقاط شروع همانندسازی *DNA* نیز کاهش می‌یابد و در حقیقت همه یا تعدادی از نقاط اختصاصی شروع همانندسازی غیرفعال می‌شوند.

A ۷۲ ۴ جاندارانی که دارای *DNA* خطی می‌باشند؛ شامل یوکاریوت‌ها بوده که این جانداران برای فشردگی کروموزوم به هیستون نیاز دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): جاندارانی که دارای *DNA* حلقوی می‌باشند، شامل پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها (*در اندامک‌های میتوکندری و پلاست*) می‌باشند؛ اتصال *DNA* به غشا **تنها** در پروکاریوت‌ها مشاهده می‌شود. / گزینهٔ (۲): جاندارانی که دارای *DNA* خطی می‌باشند؛ یوکاریوت‌ها هستند؛ وجود دیسه در آن‌ها مثل انسان‌ها الزامی نمی‌باشد. / گزینهٔ (۳): جاندارانی که دارای *DNA* خطی نمی‌باشند، شامل پروکاریوت‌ها هستند؛ که فاقد اندامک غشادار می‌باشند.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

۷۳ (ج) ۲

توجه همیشه در این سؤالات وقتی می‌بینید که در گزینه‌ها، هر چهار عبارت وجود ندارند، خیلی باید دقت کنید. چون ممکن است برخی از عبارات اصلاً در سؤال مفهومی نداشته باشند.

گریفیت بر روی تأثیر باکتری استرپتوکوکوس نومونیا روی موش مطالعه می‌کرد ولی در مطالعات ایوری، **موش** وجود نداشت. پس در این سؤال به بررسی ویژگی‌های همانندسازی **موش** می‌پردازیم.

تله‌های تستی الف) در همانندسازی دنای هسته‌ای موش، حباب و مناطق شروع همانندسازی متعددی به وجود می‌آیند که هریک شامل دو دوراهی همانندسازی هستند. پس تعداد دوراهی‌های همانندسازی بسیار بیشتر از یکی خواهد بود و **نمی‌توانیم این مورد را جزء اتفاقات در نظر بگیریم.** / ب) درست است. آنزیم دنابسپاراز با تبدیل نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته به نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته و اتصال آن‌ها به انتهای هیدروکسیل رشتهٔ در حال ساخت، باعث افزایش غلظت فسفات‌های آزاد یاخته می‌شود. / ج) پیش از آغاز همانندسازی، هیستون‌ها از دنا جدا می‌شوند. توجه داشته باشید که جدا شدن هیستون از دنا مربوط به پیش از همانندسازی است و نباید آن را جزء مراحل همانندسازی به حساب آورد. **پس این مورد هم نمی‌تواند جزء اتفاقات مدنظر تست باشد.** / د) درست است. پس از آنکه آنزیم دنابسپاراز، هر نوکلئوتید را درون رشته قرار می‌دهد و پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌کند، بررسی می‌کند تا اگر اشتباهی وجود داشت، آن را تصحیح کند. در صورت نیاز به تصحیح، باید پیوند فسفودی‌استری شکسته شود.

نتیجه: حال باید ترتیب اتفاقات را مشخص کنیم. می‌دانید که یک نوکلئوتید، ابتدا درون رشته قرار داده می‌شود و فسفات‌های آن آزاد می‌شوند (ب) و بعد در صورت نیاز مورد تصحیح قرار می‌گیرد و پیوند فسفودی‌استر آن شکسته می‌شود (د). پس: ب ← د

۷۴ (ب) ۳ عبارت‌های (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند. مولکول وراثتی یا دنا در باکتری‌ها در سیتوپلاسم وجود دارد. همچنین باید توجه داشته باشید که یوکاریوت‌ها نیز درون راکیزه و یا دیسهٔ سیتوپلاسم خود، دنا دارند. پس این تست دربارهٔ **تمام جانداران** است.

تله‌های تستی الف) درست است. DNA فارغ از نوع، دارای پیچ‌وتاب‌هایی است که باید پیش از شروع همانندسازی گشوده شوند. / ب) نادرست است. دنای اصلی جانداران یوکاریوتی، درون هسته است و به غشا متصل نیست. / ج) درست است. نوکلئیک اسیدها برحسب نوع **قند** تشکیل دهندهٔ خود، می‌توانند رنا یا دنا باشند. تمام جانداران در یاخته(سلول) خود، رنای خطی را دارند. / د) درست است. در هر دوراهی همانندسازی، دو رشته در حال همانندسازی شدن هستند پس وجود دو دنابسپاراز الزامی است. همچنین آنزیم هلیکاز نیز پیچ‌خوردگی دنا را باز می‌کند. از طرفی براساس متن کتاب درسی، انواعی از آنزیم‌ها (که DNA پلیمراز یکی از آن‌هاست) با هم فعالیت می‌کنند تا همانندسازی انجام شود. پس با اینکه ما فقط نام دو آنزیم را می‌دانیم، آنزیم‌های بیشتری در این امر و در دوراهی‌های همانندسازی فعالیت می‌کنند.

۷۵ (ج) ۲ عامل افزایش فشردگی فام‌تن در یوکاریوت‌ها، پروتئین‌های **هیستون** می‌باشند. قارچ‌های جیبرلا و گیاهان مختلف که همگی یوکاریوت هستند، جیبرلین تولید می‌کنند. هیستون پس از فعالیت آنزیم دنابسپاراز و ساخته شدن دنا به آن افزوده می‌شود (درستی گزینهٔ (۲)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): باکتری استرپتوکوکوس نومونیا که عامل سینه‌پهلو است، همانند سایر پروکاریوت‌ها، فاقد پروتئین افزایش دهندهٔ فشردگی کروموزوم (هیستون) است. از طرفی قبل از عمل هلیکاز باید هر پروتئینی از دنا جدا شود. / گزینهٔ (۳): در فصل ۵ یازدهم آموختید که عامل کزاز نوعی باکتری است. فشردگی کروموزوم این باکتری در زمان همانندسازی به علت باز شدن پیچ‌خوردگی دنای آن کاهش می‌یابد. باکتری‌ها معمولاً یک نقطهٔ شروع همانندسازی دارند **ولی نه همواره.** پس می‌توانند بیش از یکی هم داشته باشند. / گزینهٔ (۴): هلیکاز در حین همانندسازی باعث باز شدن پیچ‌خوردگی دنای خطی پارامسی (یک آغازی) می‌شود (با توجه به اینکه فقط در زمان همانندسازی مدنظر است، فقط هلیکاز را در نظر می‌گیریم چون سایر آنزیم‌ها پیش از همانندسازی اثر می‌کنند). در هر دوراهی همانندسازی، یک هلیکاز و دو دنابسپاراز داریم. پس تعداد هلیکازها، **نصف** دنابسپارازهاست.

۷۶ (ب) ۳ در آزمایش مزلسون و استال از نوکلئوتیدهای سنگین‌تر استفاده شده بود اما در این تست، این موضوع وارونه است و هرچه پیش می‌رویم، درصد رشته‌های سبک بیشتر می‌شود. اگر یک مولکول دنا داشته باشیم، دو رشته داریم که پس از چهار نسل همانندسازی، تبدیل به ۳۲ رشته خواهند شد. با توجه به اینکه ۳۰ رشته از این ۳۲ رشته، سبک‌تر است، بیشتر تراکم در بخش سبک (بالایی) لولهٔ آزمایش می‌باشد و مقدار کمتری در بخش متوسط (نیمه سنگین) است. چون ۲ مولکول خواهیم داشت که یک رشتهٔ آن‌ها سبک و یک رشتهٔ آن‌ها سنگین است و ۱۴ مولکول که هر دو رشته‌شان سبک است. بنابراین، شکل گزینهٔ (۳)، مناسب‌ترین مورد است.

۷۷ (ج) ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند. دقت کنید که مولکول اولیه چگالی سبک و دارای دو رشته N^{14} بوده است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در صورت همانندسازی حفاظتی، در نسل دوم، از چهار مولکول حاصله، یکی دارای دو رشته N^{14} بوده و سایر مولکول‌ها دو رشتهٔ N^{15} دارند. پس طی سانتریفیوژ دو نوار یکی در بالا و یکی در پایین لوله دیده می‌شود. (در همانندسازی حفاظتی، نواری در وسط قرار نمی‌گیرد.) / ب) نادرست و (ج) درست است. در نسل اول از همانندسازی نیمه‌حفاظتی و غیرحفاظتی (پراکنده)، فقط یک نوار در وسط لوله ایجاد می‌شود. / د) درست است. پس از دو نسل همانندسازی نیمه‌حفاظتی، دو مولکول با چگالی متوسط و دو مولکول سنگین ایجاد می‌شوند که سبب ایجاد دو نوار در وسط و پایین لوله می‌شوند.

۷۸ (ب) ۴ مولکول اولیه دارای دو رشته N^{14} بوده که در محیط دارای N^{15} همانندسازی می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در روش پراکنده (غیرحفاظتی) هر رشته در هر مولکول دنا، هم N^{14} و هم N^{15} دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. روش طبیعی، نیمه‌حفاظتی می‌باشد که هر مولکول نسل اول، یک رشته به‌طور کامل از N^{14} و یک رشته به‌طور کامل از N^{15} دارد (نه اینکه تنها نیمی از هر رشته، طبیعی باشد). / گزینهٔ (۳): نادرست است. در روش حفاظتی، مولکول با چگالی متوسط در وسط لوله سانتریفیوژ دیده نمی‌شود. / گزینهٔ (۴): درست است. پس از دو نسل همانندسازی نیمه‌حفاظتی، دو مولکول با چگالی متوسط و دو مولکول با چگالی سنگین ایجاد می‌شود که در دو نوار در وسط و پایین لوله یعنی دورتر از بالای لوله قرار می‌گیرند. چون هر نوار، دارای دو مولکول می‌باشد، قطر دو نوار در لوله سانتریفیوژ یکسان است.

C ۷۹ ۱ موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند.
در همانندسازی به روش **حفاظتی** فرض بر این است که یک مولکول *DNA* مادر بدون جدا شدن دو رشته از هم (درستی الف) به نسل بعد رسیده و یک مولکول *DNA* دختری با دو رشتهٔ جدید ساخته می‌شود. در این حالت، فام‌تن مضاعف دوکروماتیدی ایجاد شده یک *DNA* مادری و یک *DNA* کاملاً دختری جدید دارد (درستی د). در همانندسازی به هر مدلی، ترتیب نوکلئوتیدهای *DNA* دختری با مادری مشابه است و همواره از اصل چارگاف تبعیت می‌کنند (نادرستی ج). برای رد عبارت (ب) کافی است در نظر بگیرید که تنها در طرح غیرحفاظتی است که پیوند فسفودی‌استر درون دنای اولیه شکسته می‌شود (البته طبق نکته عبارت، بدون در نظر گرفتن ویرایش!).

C ۸۰ ۲ موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.
تله‌های تستی الف) نادرست است. در همانندسازی **غیرحفاظتی**، همهٔ رشته‌های حاصله، هم ^{14}N و هم ^{15}N دارند. / ب) درست است. در روش نیمه‌حفاظتی در نسل اول دو مولکول به دست می‌آید که هر دو چگالی متوسط دارند و یک رشته ^{15}N و رشتهٔ دیگر آن‌ها ^{14}N می‌باشد. پس در هر دو مولکول نسل اول، نصف مونومرها دارای ^{15}N هستند. / ج) نادرست است. در نسل دوم از همانندسازی حفاظتی یک مولکول *DNA* با چگالی سبک ^{14}N، از ۴ مولکول حاصله، ۳تا دارای چگالی سنگین ^{15}N شده و فقط *DNA* مادری به صورت ^{14}N باقی می‌ماند. / د) درست است. در نسل دوم همانندسازی نیمه‌حفاظتی از ۴ مولکول حاصل ۲ تا چگالی متوسط موردنظر سؤال را دارد و ۲ تای دیگر چگالی سنگین با دو رشته ^{15}N دارند.

B ۸۱ ۴ در گزینهٔ (۴) اشکال این است که در صورت عدم ویرایش، نوکلئوتید غلط، در صورت تقسیم، به نسل بعد **یاخته** منتقل می‌شود نه به نسل بعد جاندار!!! (البته فقط اگر این اشکال در ایجاد یاخته جنسی باشد، ممکن است به نسل بعد منتقل شود.)
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دنابسپاراز سبب جدا شدن دو گروه فسفات از نوکلئوتید آزاد شده و آن را در رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی قرار می‌دهد. / گزینهٔ (۲): در همانندسازی عادی، مولکول دنای حاصل، دارای یک رشتهٔ جدید ساخته شده و یک رشتهٔ مادری می‌باشد. / گزینهٔ (۳): با توجه به شکل کتاب، حتی نوکلئوتیدهای دارای باز یوراسیل نیز در دوراهی همانندسازی وجود دارند ولی استفاده نمی‌شوند.

B ۸۲ ۳ منظور این سؤال **آنزیم هلیکاز** می‌باشد که با باز کردن پیوندهای هیدروژنی مولکول *DNA*، دوراهی‌هایی به شکل *Y* برای همانندسازی ایجاد می‌کند. هر یاخته یا بافتی که قدرت تقسیم زیادی دارد، آنزیم‌های مورد نیاز همانندسازی نیز در آن‌ها فعال‌ترند. بافت پوششی در جانوران و بافت مریستم در گیاهان سرعت تقسیم بالاتری نسبت به سایر بافت‌ها دارند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. این آنزیم در هسته برخی از یاخته‌های مرده مثل سطح پوست و برخی یاخته‌های هسته‌دار که پس از تولد تقسیم نمی‌شوند (مثل اغلب نورون‌ها)، غیرفعال می‌باشد و دقت کنید که محل تولید این آنزیم‌ها در رناتن سیتوپلاسم است، نه هسته! / گزینهٔ (۲): نادرست است. این آنزیم در راکیزه و پلاست‌ها نیز فعال می‌باشد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. یاخته آبکشی بالغ گیاهان، هستهٔ خود را از دست می‌دهد و آنزیم‌های همانندسازی *DNA* هسته در آن‌ها غیرفعال می‌باشند.

B ۸۳ ۱ با توجه به شکل کتاب هر نوع نوکلئوتیدی در دو راهی همانندسازی دیده می‌شود ولی از ریبونوکلئوتیدها طی همانندسازی استفاده نمی‌شود.
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در پروکاریوت‌ها، **فقط** دنای **اصلی** به غشای پلاسمایی یاخته متصل است ولی در مورد دیسک‌ها این‌گونه نیست. / گزینهٔ (۳): آنزیم هلیکاز، ابتدا مارپیچ دنا را باز می‌کند و سپس ساختارهای *Y* مانند ایجاد می‌شوند که همان دوراهی‌های همانندسازی هستند، ولی قبل از شروع فعالیت آن پیچ‌وتاب دنا و نوکلئوزوم‌ها باز شده‌اند. / گزینهٔ (۴): دنابسپاراز در فرایند ویرایش با کمک فعالیت نوکلئازی خود، پیوند فسفودی‌استر را برای تصحیح اشتباه می‌شکند که این فرایند در پی بازبینی نوکلئوتیدها صورت می‌گیرد ولی تشکیل یا تجزیه پیوند هیدروژنی آنزیم نمی‌خواهد. (تشکیل پیوند هیدروژنی، همواره خودبه‌خود و بدون نیاز به آنزیم رخ می‌دهد.)

C ۸۴ ۳ موارد (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

مراحل آزمایشات و کارهای مزلسون و استال

ایستگاه ۶

۱) با به کارگیری **روش‌های علمی**، متوجه روش **نیمه‌حفاظتی** همانندسازی *DNA* شدند.
۲) برای تشخیص *DNA*های قدیم از جدید، از ایزوتوپ سنگین ^{15}N در بازهای آلی استفاده کردند (درستی الف).
۳) هر مولکولی که چگالی بیشتری داشت، در لولهٔ سانتریفیوژ، در نوار پایین‌تر قرار می‌گرفت.
۴) ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای ^{15}N کشت دادند و پس از **چندین مرحله** رشد و تکثیر باکتری‌هایی با *DNA* سنگین ایجاد کردند (نادرستی ب).
۵) باکتری‌های دارای *DNA* سنگین را در محیط معمولی ^{14}N قرار دادند و هر ۲۰ دقیقه با یک نسل از تقسیم باکتری‌ها، *DNA* آن‌ها را جدا کرده و بررسی کردند.
۶) *DNA* استخراج شده هر نسل را در محلولی حاوی **سزیم کلرید** (خطای چشم نداشته‌باش!) قرار دادند و سپس با سرعت بالا سانتریفیوژ کردند (نادرستی ج).
۷) تفاوت چگالی نمونه‌ها را از روی میزان حرکت انواع *DNA* در لولهٔ سانتریفیوژ بررسی کردند (درستی د).
۸) *DNA* اولیه باکتری‌ها، دارای ^{15}N سنگین بودند و در نوار پایین قرار گرفتند. پس از ۲۰ دقیقه، نسل اول دارای *DNA* با چگالی متوسط در نوار وسط لوله بود و در ۲۰ دقیقه بعدی، نسل دوم حاوی دو نوار، یکی در وسط و دیگری در بالای لوله بود (چون مولکول‌هایی با چگالی متوسط و سبک ایجاد شد).

C ۸۵ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.
تله‌های تستی الف) درست است. در دناهای حلقوی با یک نقطه شروع همانندسازی، معمولاً به دلیل دوجهته بودن، دو دوراهی همانندسازی، ابتدا از هم فاصله گرفته و سپس به هم می‌رسند. / ب) نادرست است. دناهای جدید با **شرط** انجام شدن تقسیم سیتوپلاسم، هرکدام به یک یاخته جدید می‌رسند. / ج) نادرست است. دنابسپاراز با شکستن پیوند بین فسفات‌ها، سبب افزایش مقدار آن‌ها در یاخته می‌شود. / د) نادرست است. دنای حلقوی در یوکاریوت‌ها در میتوکندری و کلروپلاست وجود دارد و به غشای یاخته متصل نیست.

B ۸۶ ۳ تنباکو نام گیاهی است که با آن در زیست یازدهم آشنا شدید؛ بنابراین یک جاندار **یوکاریوت** است. همان‌طور که حتماً می‌دانید، هر رشتهٔ نوکلئیک اسید، حداکثر دو نوع باز آلی پیریمیدینی می‌تواند داشته باشد (یا سیتوزین و تیمین در دنا و یا سیتوزین و یوراسیل در رنا!).
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در یوکاریوت‌ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود که با توجه به شکل کتاب اندازهٔ حباب‌ها و سرعت عمل آنزیم‌ها می‌تواند متفاوت باشد. / گزینهٔ (۲): یک رشته دنا، در همانندسازی، الگوی عمل دنابسپاراز و در رناسازی الگوی عمل رنابسپاراز می‌باشد. / گزینهٔ (۴): در مورد برخی مولکول‌های رنا مثل *tRNA* صحیح است.

B ۸۷ ۲ فقط مورد (ج) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. در همانندسازی، شکستن پیوند فسفودی‌استر و پیوند بین فسفات‌ها، که هر دو اشتراکی هستند، توسط دنابسپاراز رخ می‌دهد. / ب) درست است. طبق متن کتاب درسی گفته شده است که به‌جز هلیکاز، **انواع دیگری** از آنزیم‌ها با **همدیگر** فعالیت دارند تا DNA دختری از روی DNA مادر ساخته شود که **یکی از مهم‌ترین** آن‌ها دنابسپارازها هستند. / ج) نادرست است. آنزیم هلیکاز، **ابتدا** مارپیچ DNA را باز کرده و سپس با باز کردن پیوندهای هیدروژنی، دو رشته DNA را از هم جدا می‌کند. (*بازکردن پیچ‌وتاب وظیفهٔ آنزیم‌های دیگری، قبل از شروع همانندسازی می‌باشد.*) / د) درست است. هرچه بافتی نیاز به سرعت و مقدار تقسیم بیشتری داشته باشد، باید تعداد نقاط شروع همانندسازی بیشتر باشد، پس مریستم که قدرت تقسیم بیشتری از پارانشیم دارد، تعداد نقاط شروع همانندسازی بیشتری دارد.

C ۸۸ ۲ موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند (*یعنی نادرست نیستند*).

تله‌های تستی الف) درست است. در مدل همانندسازی **حفاظتی**، اگر DNA مادری به صورت سنگین یا سبک باشد، هیچ‌گاه DNA با چگالی متوسط ایجاد نمی‌شود. / ب) نادرست است. تعداد نوارهای تشکیل شده در لولهٔ سانتریفیوژ بیانگر **انواع چگالی‌های** مختلف و سرعت حرکت مختلف آن‌ها بوده است نه تعداد مولکول‌های اولیه!! (*چون ممکن است تعداد زیادی از دنا‌ها همگی یک نوع چگالی داشته باشند و در یک نوار قرار بگیرند*). / ج) درست است. مولکول‌های قرار گرفته در یک نوار سانتریفیوژی، دارای چگالی، سرعت و مقدار حرکت یکسانی بوده‌اند. / د) درست است. فقط در روش **حفاظتی** همانندسازی، اصلاً جدا شدن پیوندهای هیدروژنی دو رشته DNA مادری را در نظر نمی‌گیرند.

پاسخ آزمونک ۲

B ۱ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. با استفاده از برخورد اشعهٔ ایکس به مولکول DNA و تحلیل تصاویر ایجاد شده، اطلاعاتی در مورد **ساختار دنا** به دست آورند از جمله اینکه دنا حالت **مارپیچی** و **بیش از یک رشته** دارد و همچنین با این روش **ابعاد مولکول‌ها** را نیز تشخیص دادند (درستی ج).

تله‌های تستی الف) با پرتو ایکس متوجه نشدند که دنا دورشته‌ای است. / ب) این نتیجه چارگاف بود نه اشعهٔ ایکس. / د) از مطالعهٔ تصاویر حاصل از اشعهٔ ایکس، اطلاعاتی از پیوندهای شیمیایی به دست نیامد.

A ۲ ۲ مولکول DNA دارای دو زنجیره است که توسط پیوند هیدروژنی به یکدیگر اتصال دارند، **یک انتهای** زنجیره گروه **فسفات** و انتهای دیگر گروه هیدوکسیل آزاد قرار گرفته است. از آنجا که دو انتهای یک رشته مثل هم نیست، گفته می‌شود رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دارای دو سر متفاوت است (نادرستی گزینهٔ (۴)). در حل این سؤال اگر رشته‌ها را ادامه دهید، می‌بینید که در یک رشته، یک سر A و یک سر D دارد.

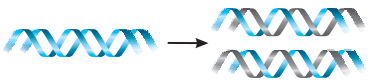


از طرفی می‌دانیم که در یک مولکول DNA دو سر انتهایی که در مجاورت یکدیگر به وسیلهٔ پیوند هیدروژنی به هم وصل می‌شوند، نمی‌توانند هر دو انتهای فسفات‌دار یا انتهای دارای گروه هیدروکسیل قند باشند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)).

نکته
به‌طور جمع‌بندی شده فقط دو سرآزاد هر رشته انتهای متفاوت دارند. البته در هر سمت مولکول دنا نیز دو سر آزاد قطعاً دو انتهای متفاوت فسفات‌دار و هیدروکسیل‌دار می‌باشند (*B و A - C و D قطعاً متفاوتند*).

B ۳ ۳ برای همانندسازی به سه روش مختلف باید در DNA مادری پیوندهای زیر شکسته شوند:

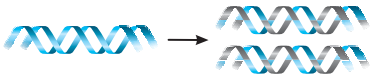
الف) در مدل نیمه‌حفاظتی ← پیوند هیدروژنی دو رشته DNA مادری باید شکسته شود.



ب) در مدل حفاظتی ← تغییری در DNA مادری ایجاد نمی‌شود.



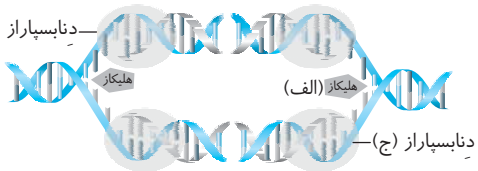
ج) در مدل غیرحفاظتی ← پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استری در DNA مادری تجزیه می‌شود.



B ۴ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند. آکاسیا نوعی گیاه و یوکاریوت است.

تله‌های تستی الف) درست است. در همانندسازی، هر دو رشتهٔ دنا به عنوان الگو استفاده می‌شوند ولی برای هر دنابسپاراز، یک رشتهٔ دنا به عنوان الگو استفاده می‌شود. / ب) نادرست است. آنزیم دنابسپاراز علاوه بر ایجاد پیوند فسفودی‌استر (*پیوند قند - فسفات*) توانایی شکستن این پیوند را نیز دارد که فعالیت نوکلئازی این آنزیم به شمار می‌رود. / ج) نادرست است. هر مولکول دنای جدید حاصل از همانندسازی، یکی (*نه‌نیمی*) از دو رشتهٔ قدیمی را به‌طور کامل دریافت می‌کند (*نیمی از مولکول دنای قبلی*). / د) درست است. طی همانندسازی مولکول دنا به روش نیمه‌حفاظتی، در دنای هسته‌ای هر یاختهٔ حاصل، فقط یک رشته از دنای قبلی حضور دارد. چون طی همانندسازی یک رشتهٔ مادری قدیمی و یک رشتهٔ دختری جدید در هر دنا ایجاد می‌شود.

A ۵ ۱ در این شکل، آنزیم (الف) همان هلیکاز است که فقط در همانندسازی دو رشته DNA را از هم باز می‌کند ولی در رونویسی و ساخت RNA، خود رنابسپاراز این عمل را انجام می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۴)). آنزیم‌های (ب) و (ج) هر دو دنابسپاراز هستند که فعالیت یکسان پلیمرازی و ویرایشی (*نوکلئازی*) دارند و پس از هلیکاز فعالیت خود را شروع می‌کنند (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۳) و درستی گزینهٔ (۱)).



۶ (B) ۲ در مرحلهٔ اینترفاز، فقط بخش S، نقطهٔ وارسی ندارد. در این مرحله همانندسازی دنای خطی انجام می‌گیرد در حالی‌که در G_1 و G_2 که نقطهٔ وارسی دارند، می‌توان همانندسازی دنای اندامک‌ها را مشاهده کرد. در همانندسازی دنا، آنزیم‌های هلیکاز و دنابسپاراز نقش دارند. هلیکاز توانایی شکستن پیوند بین بازها در دو رشته یا همان پیوند هیدروژنی و دنابسپاراز توانایی شکستن پیوند بین بازها در یک رشته یا همان پیوند فسفودی‌استر را هنگام ویرایش دارد، ولی یک آنزیم هر دو توانایی را با هم ندارد. *(لازم به یادآوری است که در حالت عادی بین بازها پیوند اشتراکی وجود ندارد.)*

نکته
هنگام ورود نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته به نوکلئیک اسیدها، این نوکلئوتیدها دو فسفات خود را از دست می‌دهند. در نتیجه حجم فسفات آزاد درون یاخته افزایش می‌یابد.

۷ (C) ۴ موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند. منظور این سؤال جانداران **پروکاریوت یا باکتری‌ها** می‌باشند که فاقد اندامک غشادار مثل هسته، میتوکندری و کلروپلاست می‌باشند که DNA دارند.

تله‌های تستی الف) درست است. پیوند فسفودی‌استر در DNA و RNA وجود دارد. دقت کنید که در پروکاریوت‌ها چون DNA حلقوی دارند، تعداد پیوند فسفودی‌استر و باز آلی در DNA آن‌ها برابر است ولی در RNA تعداد پیوند فسفودی‌استر یکی از بازهای آلی کمتر است. چون در این عبارت DNA یا RNA را ذکر نکرده است، پس در کل یاخته باید در نظر بگیریم. البته در مورد عوامل دی‌نوکلئوتیدی مؤثر در تولید و مصرف انرژی نیز این پیوند وجود دارد. / ب) نادرست است. هیستون و فشردگی نوکلئوزومی ویژهٔ DNA خطی هسته یوکاریوت است. / ج) نادرست است. پروکاریوت‌ها معمولاً یک نقطهٔ آغاز همانندسازی دارند. / د) درست است. در کل چرخه نیتروژن، باکتری‌ها نقش دارند (*ریت رحم*). در این چرخه، باکتری‌های آمونیاک‌ساز، نیترات‌ساز و تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن وجود دارند.

۸ (B) ۳ وقتی مزلسون و استال در لولهٔ سانتریفیوژ نسل اول، فقط یک نوار در وسط لوله مشاهده کردند، مطمئن شدند که مدل همانندسازی قطعاً از نوع حفاظتی نمی‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. گریفیت در آزمایش سوم و چهارم از باکتری کشته شدهٔ پوشینه‌دار استفاده کرد، ولی فقط در آزمایش چهارم، موش‌ها مردند و باکتری در خون آن‌ها مشاهده شد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ویلکینز و فرانکلین با بررسی تصاویر حاصل از اشعهٔ X روی دنا، به نردبانی و دورشته‌ای بودن آن پی‌نبردند ولی فهمیدند که بیش از یک رشتهٔ مارپیچی دارد و ابعاد مولکول چه اندازه است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. گریفیت از ماهیت مادهٔ وراثتی و دنا بودن آن اطلاعی نداشت.

۹ (B) ۲ تعداد نقاط شروع همانندسازی در مورولا (گزینهٔ (۱)) و بلاستولا (گزینهٔ (۲)) و پس از جایگزینی تا تولید اندام‌ها (گزینهٔ (۳)) زیاد می‌شود ولی پس از آن مثل ماه آخر که سورفاکتانت ساخته می‌شود، کاهش می‌یابد.

۱۰ (B) ۲ موارد (ج) و (د) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دنابسپاراز فقط روی یک رشتهٔ مادری قرار می‌گیرد. / ب) نادرست است. فسفات‌ها از نوکلئوتید جدید جدا می‌شوند. / ج) درست است. هیستون مخصوص یوکاریوت‌ها است که اغلب در هسته (*در مرحلهٔ اینترفاز*) است. / د) درست است. دنای حلقوی انسان در راکیزه قرار دارد که ATP زیادی تولید می‌کند.

۸۹ (B) ۴ منظور همان **پروتئین‌ها** هستند که طبق کتاب درسی همهٔ موارد در مورد آن‌ها نادرست نمی‌باشد.
در مورد عبارت (د) دقت کنید هر زنجیره یا رشته خطی پروتئین‌ها دارای تعداد زیادی آمینواسید می‌باشد. دقت کنید که هر آمینواسید دارای یک گروه آمینی و یک گروه کربوکسیلی می‌باشد ولی در کل رشته تعداد زیادی از این گروه‌ها وجود داشته‌اند که با پیوند پپتیدی به هم متصل شده‌اند. ولی همواره آمین از آمینواسید اول و گروه کربوکسیل از آمینواسید آخر، در پیوند پپتیدی شرکت نمی‌کنند (*سایر گزینه‌ها خط کتاب درسی هستند*). لازم به ذکر است که علی‌رغم اهمیت دنا و رنا، پروتئین‌ها هم نقش بسیار مهمی در فرآیندهای یاخته‌ای دارند که نوع، تعداد و ترتیب آمینواسیدها در پروتئین‌ها، ساختار و عمل آن را مشخص می‌کند. گروه R در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های مخصوص هر آمینواسید، به این گروه بستگی دارد.

درسنامه درختی ۱۵ نکات کلی پروتئین‌ها

- همواره در ساختار خود، C - H - O و N دارند.
- از جمله مولکول‌هایی هستند که نقش بسیار مهمی در **فرایندهای یاخته‌ای** دارند (*برخلاف دنا و رنا، به ذخیره و انتقال اطلاعات کمک نمی‌کنند*).
- **متنوع‌ترین** گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.
- نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدهای آن ← ساختار آن را ایجاد می‌کند ← شکل فضایی آن ← نوع عمل آن را مشخص می‌کند.
- یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین ← استفاده از **پرتو X** است.
- با استفاده از تصاویر حاصل از پرتو X و روش‌های دیگر ← محققین به ساختار **سه‌بعدی** پروتئین‌ها پی می‌برند ← به کمک پرتو X، حتی **جایگاه هر اتم** را می‌توانند مشخص کنند.
- اولین پروتئینی که ساختار آن مشخص شد، **میوگلوبین** بود.
- میوگلوبین از **یک** رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است ← ساختار نهایی آن، ساختار سوم می‌باشد ← در یاختهٔ ماهیچه‌ای به ذخیرهٔ آهن و اکسیژن می‌پردازد.
- هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش‌های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آن‌ها را شناسایی می‌کنند.

۹۰ (B) ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. اگر خط اول گفتار ۳ را به درستی مطالعه کرده باشید، کتاب گفته است که **DNA و RNA** (*دنا و رنا!!*) در یاخته، **ذخیره و حمل اطلاعات** را بر عهده دارند. منظور این تست یافتن گزینه‌ای است که ویژگی DNA یا RNA را نشان نمی‌دهد. مورد (الف) را می‌توانیم در DNA مشاهده کنیم، مورد (ب) در هر دو نوع مولکول با داشتن قند پنج‌کربنی توجیه می‌شود و مورد (ج) با بودن گروه آمین $(-NH_2)$ در بازهای آلی و داشتن شکل سه‌بعدی با نقش آنزیمی RNA توجیه می‌شود ولی داشتن پیوند پپتیدی یا اشتراکی (CONH) توسط گروه آمین و کربوکسیل، فقط در پروتئین‌ها در اثر اتصال آمینواسیدها ایجاد می‌شود (درستی د).

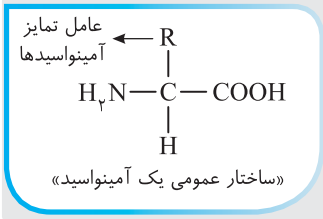
A ۹۱ ۲ پادتن نوعی پروتئین می‌باشد که واحد سازنده آن **آمینواسید** است. در هر آمینواسید گروه R سبب خصوصیات منحصر به فرد آن می‌شود و سبب شکل‌دهی به پروتئین به کار رفته می‌شود. شکل پادتن‌ها که شبیه دوراهی همانندسازی Y مانند می‌باشد نیز به دلیل ماهیت شیمیایی گروه R آمینواسیدهای آن است (درستی گزینهٔ (۲)). هر آمینواسید می‌تواند در هر پروتئینی از طبیعت وجود داشته باشد در حقیقت تفاوت پروتئین‌های مختلف، در درجهٔ اول ترتیب و تعداد آمینواسیدهاست نه نوع آن‌ها! چون بالاخره هر پروتئینی از حداکثر ۲۰ نوع آمینواسید ایجاد شده است (نادرستی گزینهٔ (۱)).

نکته
۰۱ گروه R عامل تفاوت آمینواسیدهای مختلف می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)).
۰۲ پادتن از پلاسموسیت (*یاخته پادتن‌ساز*) حاصل از لنفوسیت B تولید می‌شود نه لنفوسیت T (نادرستی گزینهٔ (۴)).

درسنامه درختی ۱۶ ساختار آمینواسیدها

ساختار آمینواسیدها

- پروتئین‌ها، بسپارهایی از آمینواسیدها هستند ← واحدهایی متشکل از اتم‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند (*برخی از آن‌ها، عناصر دیگری هم دارند*).
- نوع، تعداد و ترتیب آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن‌ها را مشخص می‌کند.
- متشکل از ← همگی به یک اتم کربن مرکزی متصلند.
  - یک گروه آمین (NH_2) ← در سمت چپ
  - یک گروه اسیدی کربوکسیل $(COOH)$ ← در سمت راست
  - یک اتم هیدروژن
  - یک گروه R (*از اتم‌های مختلف*)
- گروه R در آمینواسیدهای مختلف، متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید و سپس هر پروتئین به آن بستگی دارد.
- هر آمینواسید به دلیل ماهیت شیمیایی گروه R، می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد.
- در طبیعت، آمینواسیدهای گوناگونی وجود دارد ولی فقط ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند.



«ساختار عمومی یک آمینواسید»

B ۹۲ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.
تله‌های تستی الف) درست است.

نکته
پروتئین‌ها، پلی‌مرهای **خطی** از آمینواسیدها هستند که دارای **یک یا چند** زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌باشند.

ب) درست است. شکل پروتئین‌ها که در اثر ویژگی **هر** آمینواسید آن ایجاد شده است، **عمل** هر پروتئین را مشخص می‌کند. / ج) درست است. **هر آمینواسید** برحسب **ماهیت شیمیایی گروه R خود** سبب شکل‌دهی به پروتئین‌ها می‌شود. / د) نادرست است. داشتن جایگاه فعال ویژه نوع خاصی از پروتئین‌ها به نام **آنزیم‌ها**ست ولی همهٔ پروتئین‌ها ساختار خاصی برای خود دارند.

A ۹۳ ۱ **در این سؤالات که جنبه مقایسه‌ای به همراه چند جای خالی دارند، باید خیلی با دقت هر گزینه را بخوانید و در جالی خالی قرار دهید و آن‌ها را تجزیه و تحلیل کنید.**
در این سؤال ابتدا دقت کنید که **لیپاز** را با مولکولی دیگر مقایسه کرده است. خب **لیپاز** نوعی پروتئین و آنزیم گوارشی است که از آمینواسید (*مواد نیتروژن‌دار*) ایجاد شده است و آن را با **لیپید یا قند** که فاقد نیتروژن هستند نباید اشتباه بگیرید. گزینهٔ (۱) جواب تست است چون گلوتن نیز نوعی پروتئین است و هر دو دارای آمینواسید بوده و مواد نیتروژن‌دار در مونومر آن‌ها وجود دارد ولی فاقد مواد کربوهیدراتی می‌باشند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): مونومر لیپاز از آمینواسید است و همانند گیرندهٔ آنتی‌ژنی که پروتئینی است، فاقد مونومری از مونوساکاریدهاست. / گزینهٔ (۳): واحد سازندهٔ چربی‌ها از اسیدهای چرب و گلیسرول است ولی مونومر لیپاز از آمینواسیدهاست. / گزینهٔ (۴): کوتین نیز نوعی لیپید است که در واحد سازندهٔ آن‌ها برخلاف آمینواسیدها و نوکلئوتیدها، مواد نیتروژن‌دار وجود ندارد.

A ۹۴ ۱ منظور سؤال عنصر **نیتروژن** است که توسط ریزوبیوم‌ها در همزیستی با ریشهٔ گیاهان تیره پروانه‌واران تثبیت می‌شود. این عنصر در ساختار مورد (الف) (*RNA*) که آنزیم غیرپروتئینی است و مورد (ج) (*پیوند پپتیدی* $(-CONH)$) وجود دارد. دقت کنید که نیتروژن، در پیوند فسفودی‌استر که بین دو قند و عوامل فسفات و OH (در مورد (د)) می‌باشد همانند قند پنج‌کربنی (در مورد (ب))، وجود ندارد.

B ۹۵ ۴ **میوگلوبین** موجود در سیتوپلاسم تارهای ماهیچه‌ای، اولین پروتئینی بود که ساختار آن با استفاده از تصاویر حاصل از پرتوهای ایکس به دست آمد. این پروتئین همانند هموگلوبین ذخیرهٔ اکسیژن را انجام می‌دهد ولی هموگلوبین در خون و میوگلوبین درون تار ماهیچه‌ای قرار دارد (*نه درون گرگ!*) (نادرستی گزینهٔ (۱)). این پروتئین در تارهای ماهیچه‌ای کند (*حرمز*) که برای کارهای استقامتی مثل دوی ماراتن می‌باشند به مقدار زیادتری وجود دارد و بیشتر تنفس هوازی را تسریع می‌بخشد ولی در تارهای تند (*سفید*) مقدار کمتری از میوگلوبین وجود دارد و این تارها به سرعت انرژی خود را طی واکنش‌ها از دست می‌دهند. انرژی این تارها بیشتر از واکنش‌های بی‌هوازی و به مقدار کم تأمین می‌شود (نادرستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳)). از زیست یازدهم به یاد دارید که در اثر ورزش می‌توانیم تارهای تند را به کند همراه با میوگلوبین زیاد تبدیل کنیم (درستی گزینهٔ (۴)).

نکته
میوگلوبین ماهیچه، دارای یک رشتهٔ آلی پلی‌پپتید به همراه یک گروه غیرآلی هِم بوده و فاقد ساختار چهارم پروتئینی می‌باشد ولی هموگلوبین دارای چهار رشتهٔ پلی‌پپتید از دو نوع و چهار گروه معدنی هِم می‌باشد و دارای ساختار چهارم پروتئین می‌باشد.

B ۹۶ ۱ فقط مورد (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اگر یک رشتهٔ پلی‌پپتید که در ساختار دوم به صورت صفحه‌ای بوده است، وارد ساختار سوم پروتئینی شود، علاوه بر ساختار صفحه‌ای دوم خود، دارای نیروی آب‌گریز هم می‌شود و شکل سه‌بعدی خود را پیدا می‌کند. / ب) نادرست است. پیوند یونی بین گروه‌های R مربوط به ساختار سوم می‌باشد ولی قطعاً این رشته از ساختار دوم گذشته است که می‌توانسته است توسط پیوندهای هیدروژنی شکل مارپیچی یا صفحه‌ای داشته باشد. / ج) درست است. یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی در میوگلوبین یا هموگلوبین نهایتاً دارای یک گروه هِم می‌باشد (*نه‌تعدادی‌ها!*) و به یک اتم آهن Fe^{2+} متصل می‌شود.

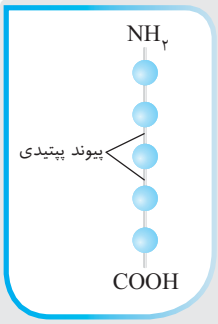
درسنامه درختی ۱۷ ساختار اول تا چهارم پروتئین‌ها

از چهار ساختار تشکیل شده است ← هر ساختار ← مبنای تشکیل ساختار بالاتر از خود است.

سطوح ساختاری پروتئین‌ها

ساختار اول (توالی آمینواسیدها)

- نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند.
- این ساختار خطی است و با تشکیل پیوند اشتراکی از نوع پپتیدی شکل می‌گیرد و پیوند دیگری ندارد.
- تغییر آمینواسید در **هر** جایگاه، موجب تغییر در ساختار اول می‌شود.
- تغییر آمینواسید **ممکن** است فعالیت آن را تغییر دهد.
- عدم محدودیت در توالی آمینواسیدها ← موجب تنوع بسیار زیاد پروتئین‌ها می‌شود.
- همهٔ سطوح دیگر ساختاری پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارد.
- فقط پیوند پپتیدی دارد ← بین عوامل کربوکسیل و آمینی دو آمینواسید مجاور صورت می‌گیرد. (*گروه H و R در آن‌ها نقش ندارد.*)
- عامل آمین در آمینواسید اول و عامل کربوکسیل در آمینواسید آخر نقشی در این ساختار ندارند.



ساختار دوم (الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی)

- بین **بخش‌هایی** از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی ← بین برخی از آمینواسیدها پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.
- به چند صورت دیده می‌شود. دو نوع معروف آن‌ها
  - ساختار مارپیچ (*در هر رشتهٔ هموگلوبین دیده می‌شود.*)
  - ساختار صفحه‌ای
- پیوند هیدروژنی بین H عامل آمینی (NH) با اکسیژن عامل کربوکسیلی ($\overset{\overset{O}{\|}}{C}$) برخی آمینواسیدها صورت می‌گیرد.
- گروه آمین در آمینواسید اول و کربوکسیل در آمینواسید آخر می‌توانند در پیوند هیدروژنی شرکت کنند.
- همهٔ آمینواسیدها در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت نمی‌کنند.
- اولین تاخوردگی مولکول در این ساختار دیده می‌شود.
- همانند ساختار اول گروه H و R آمینواسیدها در ایجاد آن نقش ندارند.

ساختار سوم (تاخورده و متصل به هم)

- در اثر تاخوردگی **بیشتر** صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل **مختلف** درمی‌آیند.
- نحوهٔ تشکیل در اثر برهم‌کنش‌های **آب‌گریز** می‌باشد ← نزدیک شدن گروه R آمینواسیدهایی که آب‌گریز هستند
  - به هم نزدیک می‌شوند.
  - تا در معرض آب نباشند.
- این ساختار با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی **تثبیت** می‌شود.
- مجموع این نیروها ← سبب پیچیده شدن و کنار هم قرار گرفتن قسمت‌های مختلف پروتئین می‌شود.
- پیوند اشتراکی در این ساختار برخلاف ساختار اول از نوع پپتیدی نمی‌باشد.
- با وجود این نیروها، ساختار سوم **ثبات نسبی** دارد. این ساختار نیز یک رشتهٔ پلی‌پپتید دارد.
- ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید (*جهش جانشینی در ژن سازندهٔ آن‌ها*) هم می‌تواند ساختار و هم عملکرد را به شدت تغییر دهد.
- می‌توان با توجه به شکل کتاب، هم ساختار مارپیچ و هم صفحه‌ای در آن مشاهده کرد.
- مثال پروتئین با ساختار سوم: میوگلوبین
  - یک گروه غیرآلی هم ← یک آهن ← یک O_2 دارد.
  - در تارهای تند و کند وجود دارد و قرمز می‌باشد.

ساختار چهارم (آرایش زیرواحدها)

- **بعضی** پروتئین‌ها ساختار چهارم را دارند ← باید بیش از یک زنجیرهٔ پلی‌پپتید داشته باشند.
- دو یا چند زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی در کنار هم این ساختار را تشکیل می‌دهند ← نحوهٔ آرایش زیرواحدها سبب ساختار چهارم می‌شود.
- هریک از زنجیره‌ها نقش کلیدی در شکل‌گیری پروتئینی دارد.
- مثال این ساختار: هموگلوبین که ۴ زنجیره دارد
  - ۲ زنجیره از نوع آلفا
  - ۲ زنجیره از نوع بتا ← ۴ گروه هم با ۴ یون آهن دارد.
  - هر زنجیره ترتیب خاصی از آمینواسیدها ← در ساختار اول دارد.
  - شکل مارپیچی اولیه ← در ساختار دوم دارد.
  - هر زیرواحد تاخورده با شکل خاص سه‌بعدی ← ساختار سوم دارد.
  - قرارگیری چهار زیرواحد کنار هم ← ساختار چهارم را ایجاد می‌کند.

A ۹۷ ۱ شکل بیانگر ساختار **اول** پروتئین‌هاست که فقط حاوی پیوند اشتراکی پپتیدی بین آمینواسیدها می‌باشد که مبنای هر ساختار دیگر پروتئینی بوده و اشکال در ساختار اول پروتئین‌ها، می‌تواند سبب اختلال در هر سطح دیگر شود. ویژگی این پروتئین، به ماهیت شیمیایی عامل R آمینواسیدها و شکل مولکول بستگی دارد.

ساختار پروتئین

ایستگاه ۷

ویژگی / ساختار پروتئین	تعداد رشته	نام دیگر	پیوند جدید	گروه ایجادکنندهٔ این ساختار	نکته
اول	یک	توالی آمینواسیدها	اشتراکی پپتیدی	آمین و کربوکسیل	همهٔ سطوح دیگر به آن بستگی دارد.
دوم	یک	الگوهایی از پیوند هیدروژنی	هیدروژنی	آمین و کربوکسیل	**دو نوع معروف** صفحه و مارپیچ با اولین تاخوردگی‌ها دارد.
سوم	یک	تاخورده متصل به هم	یونی - اشتراکی - هیدروژنی	گروه‌های R	ثبات نسبی و فعالیت دارد.
چهارم	بیش از یک	آرایش زیرواحدها	بین زیرواحدها	-	در برخی پروتئین‌ها وجود دارد.

B ۹۸ ۱ در این سؤال دقت کنید که در مورد «**هر رشته هموگلوبین**» پرسیده است. یک رشتهٔ پروتئینی در نهایت ساختار سوم پیچیده‌ای با برهم‌کنش‌های آب‌گریز دارد که توسط پیوندهای مختلفی ایجاد شده است ولی در مورد رد گزینهٔ (۴)، کل مولکول هموگلوبین که ۴ رشتهٔ پلی‌پپتید دارد، آرایشی از زیرواحدها را در ساختار چهارم خود دارد و دقت کنید که هر رشتهٔ این مولکول در ساختار دوم به صورت مارپیچی می‌باشد و سپس در ساختار سوم، شکل به هم پیچیده‌تری به خود می‌گیرد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۳)).

B ۹۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست تکمیل می‌کنند. ساختار سوم پروتئین‌ها، شکل تاخورده و متصل به هم سه‌بعدی دارد که از یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی ساخته شده است که می‌تواند دو نوع معروف صفحه‌ای و مارپیچی داشته باشد (*نه‌خط*!) (نادرستی الف). این ساختار با برهم‌کنش‌های آب‌گریز، شروع می‌شود (نادرستی ب) و سپس توسط پیوندهای یونی، اشتراکی جدید از نوع غیرپپتیدی و هیدروژنی تکمیل و با ثبات می‌شود (درستی د).

◀ در مورد (ج) نیز واضح است که هر پروتئینی، لزوماً بیش از یک زیرواحد ندارد و نمی‌توان گفت قطعاً دارای ساختار چهارم می‌باشد.

B ۱۰۰ ۳ هموگلوبین عامل اصلی انتقال گازهای تنفسی در خون می‌باشد. **هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی** آن در **ساختار سوم** خود از حالت **مارپیچی به شکل نهایی کروی** رسیده و ثبات نسبی همراه با ساختار سه‌بعدی پیدا می‌کند (درستی گزینهٔ (۳)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): فرم مارپیچ مربوط به ساختار دوم پروتئینی و با ایجاد پیوند هیدروژنی بین گروه‌های آمین و کربوکسیل برخی آمینواسیدها می‌باشد. / گزینهٔ (۲): برهم‌کنش آب‌گریز بین گروه‌های R می‌باشد نه در اثر پیوند پپتیدی!! / گزینهٔ (۴): پیوند پپتیدی، مربوط به ساختار اول، پیوند هیدروژنی مربوط به ساختار دوم و سوم ولی آرایش زیرواحدها سبب شکل نهایی در ساختار چهارم می‌شود.

B ۱۰۱ ۴ ابتدا دقت کنید که سؤال در مورد یک **زیرواحد هموگلوبین** صحبت کرده است که بعد از ایجاد مجموعه‌ای شامل برهم‌کنش آب‌گریز و پیوندهای پپتیدی، هیدروژنی و یونی، تاخوردگی‌های زیاد سبب ثبات نسبی و ساختار نهایی می‌شود تا ساختار سوم پروتئینی آن ایجاد شود (درستی گزینهٔ (۴)).

نکته

دقت کنید که هموگلوبین درون رگ خونی است ولی میوگلوبین درون یاختهٔ ماهیچه اسکلتی است (*لطفاً سؤال را دقیق بخوانید و ظاهربین نباشید*!).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): کامل شدن شکل مولکول هموگلوبین، مربوط به آرایش زیرواحدها در کنار هم است و با شکل نهایی یک رشته که مدنظر متن سؤال است، کامل نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): ایجاد برهم‌کنش آب‌گریز، اولین مرحلهٔ ایجاد ساختار سوم پروتئینی می‌باشد. بعد از آن باید نیروی یونی و تاخوردگی‌های بیشتر، شکل ساختار سوم را کامل کند ولی دقت کنید که برهم‌کنش آب‌گریز فقط بین گروه‌های R برخی آمینواسیدهای آب‌گریز صورت می‌گیرد نه هر آمینواسیدی! / گزینهٔ (۳): هر رشتهٔ هموگلوبین در ساختار دوم خود شکل مارپیچی دارد نه صفحه‌ای!!!

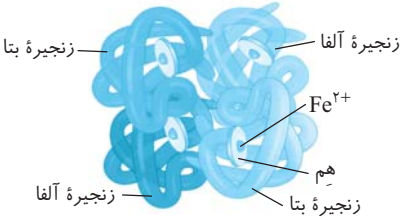
B ۱۰۲ ۳ میوگلوبین، اولین پروتئینی بود که ساختار آن شناسایی شد. این پروتئین حاوی یک رشتهٔ پلی‌پپتید به همراه یک گروه غیرپروتئینی هِم آهن‌دار می‌باشد و نهایتاً همانند هر رشتهٔ هموگلوبینی، به ساختار سوم می‌رسد. این ساختار پس از تشکیل پیوندهای پپتیدی و هیدروژنی ساختار اول و دوم وارد اثرگذاری می‌شود (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۲)).

برو درسنامه درختی (۱۸) بخون

نکته

۱۰۱ هم هموگلوبین و هم میوگلوبین حاوی آهن ذخیره‌ای و گروه هم برای ذخیرهٔ اکسیژن می‌باشند ولی گروه هِم در بخش ساختاری رشته پلی‌پپتید قرار ندارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).
۱۰۲ آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگون دارند اما فقط ۲۰ نوع از آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

B ۱۰۳ ۳ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند. هموگلوبین منظور سؤال می‌باشد که دو نوع زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی آلفا و بتا دارد. این پروتئین دارای چهار رشتهٔ پلی‌پپتید از دو نوع مختلف می‌باشد.



تله‌های تستی الف) نادرست است. هموگلوبین پروتئینی است که هر رشتهٔ آن در ساختار دوم دارای ساختار **مارپیچ** می‌باشد. / ب) نادرست است. شکل مارپیچی هر رشته مربوط به ساختار دوم می‌باشد. / ج) درست است. این پروتئین به‌جز در ساختار اول، در سایر ساختارها پیوند هیدروژنی دارد و دو نوع رشته آلفا و بتا و از هرکدام دو عدد دارد. / د) درست است. اگر به شکل روبه‌رو به دقت نگاه کنید، می‌بینید که هر رشتهٔ آلفا به دو رشتهٔ بتا و هر رشتهٔ بتا نیز از دو طرف به دو رشتهٔ آلفا متصل است.

درسنامه درختی ۱۸ پیوند پپتیدی

پیوند پپتیدی

- پیوند از نوع **اشتراکی** بین دو آمینواسید **مجاور** می‌باشد که با حضور **آنزیم** و خروج یک مولکول آب طی فرایند سنتز آبدهی شکل می‌گیرد.
- پیوند اشتراکی بین آمینواسیدهای مجاور هم را پیوند پپتیدی می‌گویند که در جایگاه A رناتن‌ها در مرحلهٔ دوم ترجمه صورت می‌گیرد.
- برای تشکیل پیوند پپتیدی
  - عامل کربوکسیل آمینواسید اول و عامل آمین از آمینواسید بعدی نقش دارند.
  - گروه هیدروکسیل (OH) از عامل کربوکسیل آمینواسید اول جدا می‌شود
  - یک اتم H از عامل آمینی (NH_2) آمینواسید بعدی نیز جدا می‌شود
    - یک مولکول H_2O آزاد می‌شود.
    - یک پیوند اشتراکی ($-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-NH-$) به نام پپتیدی تشکیل می‌شود.
- وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم متصل می‌شوند ← به زنجیرهٔ آمینواسید حاصل، **پلی‌پپتید** گویند.
- یک یا چند زنجیرهٔ **بلند** و **بدون** شاخه از پلی‌پپتید ← تشکیل یک **پروتئین** می‌دهد.
- هر پروتئین
  - ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد.
  - شکل‌دهی آن به نوع هر آمینواسید و گروه R آن بستگی دارد.
- برای تشکیل آن سنتز آبدهی و برای تجزیهٔ آن با مصرف آب، عمل هیدرولیز صورت می‌گیرد.
- در تولید و تجزیهٔ آن آنزیم و انرژی مورد نیاز است.
- گروه آمین در آمینواسید اول و گروه کربوکسیل از آخرین آمینواسید در این پیوند شرکت نمی‌کنند.

B ۱۰۴ ۳ **پروتئین‌ها**، متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار و عملکرد می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. پروتئین‌های **سطحی** مثل گیرنده‌ها با شناسایی میکروب‌ها و عوامل بیگانه، اساس کار دستگاه‌های هورمونی و ایمنی را در بدن تشکیل می‌دهند. / گزینهٔ (۲): درست است. برخی مانند پمپ سدیم - پتاسیم هم نقش انتقال یون‌ها را بر عهده دارند و هم می‌توانند به عنوان آنزیم سبب تجزیه ATP شوند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. کلاژن در مادهٔ زمینه‌ای بافت **پیوندی** سبب محافظت از بخش‌های مختلف بدن می‌شود ولی فقط از بافت پیوندی هر بخش محافظت می‌کند. / گزینهٔ (۴): درست است. پروتئین‌هایی مانند عوامل رونویسی، فعال‌کننده و مهارکننده و... در سیستم‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی نقش مهمی در تنظیم بیان ژن‌ها و تمایز یاخته و جاندار دارند.

درسنامه درختی ۱۹ نقش پروتئین‌ها

انواع نقش پروتئین‌ها

۱. آنزیمی ← به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند
   - انرژی فعال‌سازی واکنش‌های انجام‌شدنی را کاهش می‌دهند.
   - سرعت واکنش شیمیایی خاصی را افزایش می‌دهند.
۲. گیرندهٔ سطح یاخته ← به‌طور مثال گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این‌هاست (*پلاسموسیت‌ها، گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارند*).
۳. انتقال دهنده ← مانند هموگلوبین که گاز تنفسی را منتقل می‌کند.
۴. پمپ سدیم - پتاسیم ← ۲ نوع فعالیت دارد
   - ۱. نقش آنزیمی ← خاصیت هیدرولیز ATP دارد.
   - ۲. نقش جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشا
۵. ساختاری ← مثل کلاژن که باعث استحکام بافت **پیوندی** می‌شوند ← زردپی، رباط، لایهٔ درم پوست و استخوان‌ها مقدار فراوانی از آن را دارند.
۶. انقباض ← انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است.
۷. نشانه‌ای (*پیام‌آور*) ← بیشتر هورمون‌ها پروتئینی هستند ← مانند اکسی‌توسین و انسولین
۸. تنظیمی ← مثل مهارکننده‌ها و فعال‌کننده‌ها که نقش تنظیمی در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها برعهده دارند.

C ۱۰۵ ۴ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. هر واکنشی در بدن نیاز به انرژی اولیه فعال‌سازی دارد. آنزیم‌ها با کاهش انرژی اولیه فعال‌سازی، سرعت واکنش‌های زیستی انجام‌شدنی را افزایش و زمان برخورد پیش‌ماده‌ها به هم را کاهش می‌دهند ولی امکان برخورد و یا فعالیت آن‌ها را افزایش می‌دهند. / ب) نادرست است. همهٔ آنزیم‌ها چه پروتئینی و چه $rRNA$ غیرپروتئینی، **جایگاه فعال** دارند ولی آنزیم‌های پروتئینی از روی $mRNA$ ساخته شده‌اند در حالی‌که $rRNA$ آنزیمی است که مستقیماً از روی DNA رونویسی می‌شود. / ج) درست است. سمومی مثل آرسنیک و سیانید با پر کردن جایگاه فعال، سبب غیرفعال کردن آنزیم‌ها می‌شوند ولی برخلاف دمای بسیار بالا سبب تغییر شکل آنزیم‌ها نمی‌شوند. / د) نادرست است. دقت کنید که آنزیم‌ها مانند هر مادهٔ شیمیایی به مرور زمان و با کارکرد زیاد عمرشان کوتاه شده و از بین می‌روند ولی تجزیه شدن هیدرولیزی آن‌ها فقط با آنزیم‌های پروتئاز یا نوکلئاز (*برای $rRNA$*) صورت می‌گیرد.

برو درسنامه درختی ۲۰ بخون

A ۱۰۶ ۳

نکته

حرکت لغزشی سر میوزین در مجاورت اکتین‌ها برای انقباض ماهیچه‌ها ایجاد می‌شود که هر دو نوع این پروتئین‌ها را در بخش تیره سارکومر می‌توان مشاهده کرد ولی بخش روشن فقط حاوی پروتئین‌های نازک اکتین می‌باشد (درستی گزینهٔ (۳)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برخی پروتئین‌های غشایی مثل پمپ سدیم - پتاسیم، نقش آنزیمی دارند ولی برخی مثل کانال‌ها فاقد این نقش می‌باشند. / گزینهٔ (۲): اگر پروتئین سطح یاخته دارای فقط یک رشتهٔ پلی‌پپتید باشد، فاقد ساختار چهارم پروتئینی می‌باشد. / گزینهٔ (۴): تنها اگر پروتئین تنظیم بیان ژن، آنزیم باشد (*مثل رنابسپاراز*) در آن صورت سرعت واکنش را زیاد می‌کند ولی در برخی موارد، پروتئین‌ها مثل مهارکننده‌ها، سرعت را کاهش می‌دهند. (*در فصل بعد عمل برخی رناهای کوچک را می‌خوانیم که نقش آنزیمی هم ندارند.*)

درسنامه درختی ۲۰ آنزیم‌های پروتئینی

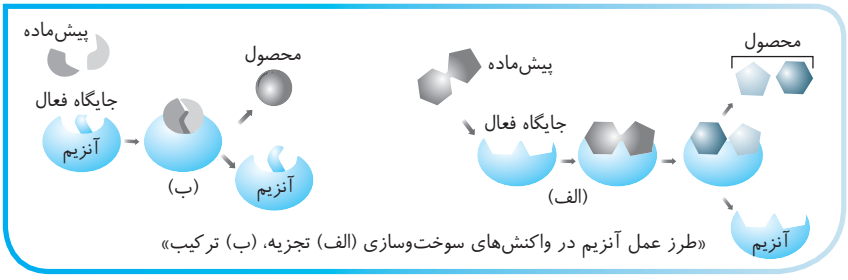
ویژگی‌ها و عملکرد

نکات
- سوخت‌وساز یا همان انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده را انجام می‌دهند.
- در صورتی یک واکنش شیمیایی سرعت مناسب می‌گیرد که ← انرژی فعال‌سازی (*انرژی اولیه*) کافی داشته باشد.
- فعالیت آنزیم
  - افزایش امکان برخورد مناسب مولکول‌های پیش‌ماده را فراهم می‌کنند.
  - کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش را سبب می‌شوند.
- سرعت واکنش‌های انجام**شدنی** را زیاد می‌کند.
- بعضی مواد سمی مانند سیانید و آرسنیک با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم مانع فعالیت آن می‌شوند. ← بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.
- بدون آنزیم ← سوخت‌وساز یاخته‌ها در دمای بدن بسیار کند می‌شود ← انرژی لازم برای حیات تأمین نمی‌شود.
- برخی یک پیش‌ماده را به چند محصول و یا چند پیش‌ماده را به یک محصول تبدیل می‌کنند.

محل تولید در یوکاریوت‌ها
- ریبوزوم آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ← آنزیم‌های هسته، مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، میتوکندری و کلروپلاست را می‌سازد.
- ریبوزوم شبکهٔ آندوپلاسمی ← به دستگاه گلژی می‌رود ← پس از بسته‌بندی
  - آنزیم غشایی می‌شود (*پمپ سدیم - پتاسیم*).
  - اگزوسیتوز می‌شوند ← آنزیم گوارشی
  - آنزیم لیزوزوم و واکوئول را می‌سازند.
- از روی رمزه‌های وراثتی روی *mRNA* در رناتن تولید می‌شوند.

محل فعالیت
- درون یاخته ← مانند آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز، همانندسازی، رونویسی، ترجمه، گلیکولیز
- بیرون یاخته ← مانند آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مانند آمیلاز بزاق و لیپاز
- سطح غشای یاخته ← مانند پمپ سدیم - پتاسیم
- صفرا و موسین لولهٔ گوارش نقش آنزیمی ندارد.

ساختار
- بیشتر آنزیم‌ها، پروتئینی هستند و بعضی غیرپروتئینی هستند، مانند *rRNA* در ریبوزوم
- هر نوع آنزیم پروتئینی و *RNA*ای، در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارند که بخش اختصاصی اتصال به پیش‌ماده است.
- پیش‌ماده ← ترکیباتی که آنزیم‌ها روی آن عمل می‌کنند.
- محصول (*فرآورده*) ← ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند.
- بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به ماده‌ای نیاز دارند
  - کوآنزیم ← مواد آلی مثل ویتامین‌ها یا کوآنزیم *A* در تنفس هوازی
  - یون‌های فلزی مانند مس و آهن



«طرز عمل آنزیم در واکنش‌های سوخت‌وسازی (الف) تجزیه، (ب) ترکیب»

عملکرد اختصاصی
- آنزیم روی یک یا چند پیش‌مادهٔ خاص مؤثر است (*عمل اختصاصی آنزیم*).
- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد (*مکمل یکدیگرند*).
- برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند ← مثلاً دنابسپاراز هم فعالیت نوکلئازی و هم فعالیت پلیمرازی (*بسپارازی*) دارد.
- در **همهٔ** واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران شرکت می‌کنند و سرعت واکنش را زیاد می‌کنند ← انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهند.
- در پایان واکنش دست‌نخورده باقی می‌مانند (*برخی از آن‌ها استفاده می‌شوند*)، به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند.
- به مرور مقداری از آن‌ها از بین می‌روند و یاخته آن را می‌سازد.
- تغییر در ساختار آنزیم‌ها
  - اگر سبب تغییر در جایگاه فعال شود ← احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.
  - اگر در جایی دور از جایگاه فعال باشد ← به‌طوری که روی عمل آن اثر نگذارد ← احتمال تغییر در عملکرد آنزیم را کم و یا حتی صفر می‌کند.

B ۱۰۷ ۳ هورمون‌ها و انتقال دهنده‌های عصبی، سبب انتقال پیام‌های بین‌یاخته‌ای می‌شوند که گیرندهٔ هدف آن‌ها در غشا یا سیتوپلاسم یاخته هدف قرار دارد و همگی سعی در تنظیم فعالیت خاصی دارند (*گیرنده هدف برخی هورمون‌ها در درون یاخته هدف قرار دارد (شکل فصل ۴ یازدهم)*). گزینهٔ (۲) در مورد پروتئین‌های تنظیم‌کننده و گزینهٔ (۴) در مورد آنزیم‌ها صادق است.

B ۱۰۸ ۳ فقط مورد (ب) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید که **پپسینوژن** معده، مجموعه پروتئازهای **غیرفعال** است و وقتی تبدیل به پپسین شد در $pH=۲$، pH بهینه را دارد ولی pH بهینه برای آمیلاز لوزالمعده، $pH=۸$ است. / ب) درست است. هر آنزیم در یک pH خاص، حداکثر فعالیت را دارد و تغییر pH محیط برای هر آنزیمی همانند دمای بسیار بالا سبب تغییر شکل و غیرفعال شدن آنزیم می‌شود. / ج) نادرست است. فقط در حالت تبدیل دمای پایین به دمای مناسب، آنزیم‌ها دوباره فعال می‌شوند، ولی تغییر دما از حالت بسیار گرم به طبیعی، سبب برگشت شکل آنزیم‌ها به حالت عادی نمی‌شود. / د) نادرست است. غلظت پیش‌ماده با سرعت واکنش تا جایی رابطهٔ مستقیم دارد که جایگاه فعال آنزیم‌ها اشباع نشده باشد. پس از اشباع شدن سرعت واکنش ثابت می‌ماند.

درسنامه درختی ۲۱ عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم

pH
- pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است ($pH=۷/۴$ خون، $pH=۲$ ترشحات معده).
- هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن **pH بهینه** می‌گویند.
- pH بهینهٔ پپسین ۲ و pH بهینهٔ آنزیم‌های لوزالمعده ۸ می‌باشد.
- تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای **شیمیایی**، باعث تغییر شکل و تغییر فعالیت آنزیم می‌شود ← امکان اتصال آنزیم به پیش‌ماده کم می‌شود.

دما
- بهترین فعالیت آنزیم‌های بدن در ۳۷ درجه است (بجز آنزیم‌های درون کیسهٔ بیضه که در دمای $۳۴^{\circ}C$ فعالیت بهینه دارند).
- آنزیم‌ها در دمای بالاتر، شکل غیرطبیعی یا برگشت**ناپذیر** پیدا می‌کنند و غیرفعال می‌شوند.
- آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند، با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت **فعال** برگردند.

غلظت آنزیم و پیش‌ماده
- مقدار **بسیار کم** آنزیم برای تبدیل مقدار زیادی پیش‌ماده به فرآورده در واحد زمان، کافی است.
- افزایش مقدار آنزیم در بدن ← تولید فرآورده در واحد زمان افزایش می‌یابد.
- افزایش غلظت پیش‌مادهٔ آنزیم
  - در صورت وجود مقدار مناسب آنزیم ← سرعت واکنش زیاد و تولید محصول بیشتر می‌شود.
  - اگر با محدودیت آنزیم‌ها، سبب اشباع جایگاه فعال شود ← سرعت واکنش پس از اشباع آنزیم‌ها ثابت می‌شود.

B ۱۰۹ ۴ اسیدیته محیط برای هر آنزیم متفاوت است البته بیشتر آنزیم‌ها در اسیدیته ۶ تا ۸ فعالند ولی برای هر آنزیم اسیدیته بهینه خاصی وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در واکنش‌های آنزیمی هرچه غلظت پیش‌ماده بیشتر شود، سرعت واکنش آنزیمی بالا می‌رود ولی تا جایی این سرعت زیاد می‌شود که آنزیم‌ها توسط پیش‌ماده‌ها اشباع شوند و پس از آن سرعت واکنش ثابت می‌ماند. / گزینهٔ (۲): درست است. غلظت محصول با فعالیت آنزیم رابطهٔ عکس دارد چون کار آنزیم‌ها برحسب نیاز یاخته انجام می‌شود. هرچه محصول کمتر باشد، آنزیم باید سریع‌تر آن را ایجاد کند. / گزینهٔ (۳): درست است. در مورد اثر دما بر فعالیت آنزیم‌ها حتماً می‌دانید که دمای خیلی بالا و خیلی پایین سبب کاهش سرعت واکنش‌های آنزیمی می‌شوند ولی در دمای مناسب بیشترین فعالیت آنزیم‌ها وجود دارد.

B ۱۱۰ ۴ در این سؤال به کلمه (تخریب‌ها) در گزینهٔ (۴) دقت کنید. خب اگر دما از حالت عادی به مقدار زیادی به سمت بالا یا پایین تغییر کند، **سبب غیرفعال شدن آنزیم‌ها شده** ولی اگر از حالت سرما به حالت معمولی تغییر کند، می‌تواند فعالیت آنزیم‌ها را به حالت عادی برگرداند. در حالی‌که آنزیم‌هایی که در اثر گرمای زیاد، تغییر حالت داده‌اند، دیگر به حالت اولیه برنمی‌گردند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ویتامین‌ها مواد آلی هستند، که سبب سریع‌تر انجام شدن واکنش‌های آنزیمی شده که به آن‌ها **کوآنزیم** گفته می‌شود. از طرفی برخی سموم مثل سیانید و آرسنیک نیز جایگاه فعال آنزیم را پر می‌کنند (ولی آن را تخریب شکل نمی‌دهند). / گزینهٔ (۲): مس، آهن و ویتامین‌ها سبب فعالیت بیشتر آنزیم‌ها می‌شوند (نه اینکه ساختار در عمل آن‌ها ایجاد کنند) و فقط به نوع **آلی** آن‌ها کوآنزیم یا کمک‌کننده آنزیم گفته می‌شود. / گزینهٔ (۳): به‌طور معمول، واکنش‌های تولید مادهٔ آلی، انرژی‌خواه و تجزیهٔ آن‌ها انرژی‌زا می‌باشد.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۱۱۱ ۱ فقط مورد (ج) صحت دارد. بخش پروتئینی میوگلوبین، شامل سه سطح ساختاری است و بخش پروتئینی هموگلوبین، چهار سطح ساختاری دارد. بنابراین با توجه به قید «**هر**»، در این تست به مقایسهٔ سه سطح ساختاری اول در برابر چهارمین سطح ساختاری می‌پردازیم:

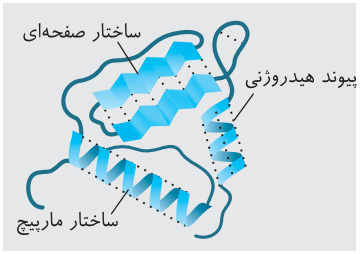
تله‌های تستی الف) نادرست است. در سطح اول، تنها پیوند کووالانسی که پیوندی قوی‌تر از هیدروژنی است بین آمینواسیدها ایجاد می‌شود. پس این مورد نمی‌تواند در مورد تمام سه سطح نخستین صحیح باشد. / ب) نادرست است. بخش پروتئینی میوگلوبین اصلاً شامل آهن و گروه هم نیست پس این مورد در خصوص هیچ‌یک از سه سطح ساختاری بخش پروتئینی میوگلوبین صحیح نیست. / ج) درست است. در سطوح ساختاری اول تا سوم، تنها با یک زیرواحد سروکار داریم در حالی که سطح ساختاری چهارم، شامل چندین زیرواحد می‌شود پس این مورد در تمام سطح‌های ساختاری میوگلوبین دیده می‌شود و دربارهٔ سطح ساختاری چهارم هموگلوبین درست نیست. / د) نادرست است. سطح ساختاری اول پروتئین‌ها، فاقد تاخوردگی و پیوند غیراشتراکی است.

C ۱۱۲ ۱ تنها مورد چهارم درست است. **آنزیم‌ها** که می‌توانند ریبونوکلئیک اسیدی و یا پروتئینی باشند، انرژی فعال‌سازی واکنش‌های یاخته‌ای را کاهش می‌دهند. در این تست باید به دنبال گزاره‌ای باشیم که فقط در مورد **برخی** از آنزیم‌ها صدق کند:

تله‌های تستی مورد اول) نادرست است. تمام آنزیم‌ها به کمک آنزیم پروتئینی ایجادکنندهٔ خود و با تشکیل پیوندهای اشتراکی ایجاد می‌شوند. این آنزیم اولیه، می‌تواند رنابسپاراز و یا پروتئین‌ها باشد. پس این مورد **صرفاً** دربارهٔ **برخی** از آنزیم‌ها صحیح نیست. / مورد دوم) نادرست است. باز آلی نیتروژن‌دار تیمین، فقط در ساختار دنا دخالت دارد و نه در آنزیم‌های پروتئینی و نه در آنزیم‌های ریبونوکلئیک اسیدی دیده نمی‌شود. پس این مورد هم دربارهٔ **همگی** صحیح است. / مورد سوم) نادرست است. این گزاره نیز ویژگی **تمام** آنزیم‌هاست. آنزیم‌ها نمی‌توانند واکنش‌های انجام‌نشدنی را انجام دهند بلکه واکنش‌های انجام‌شدنی را با سرعت بیشتری از حالت بدونِ وجودِ آنزیم انجام می‌دهند. / مورد چهارم) درست است. آنزیم‌هایی که جنسشان رناست، اصلاً گروه R ندارند که بخواهد ویژگی‌های هر واحد تشکیل دهنده‌شان را تعیین کند و این عبارت برخلاف سایر جملات، در خصوص **برخی** از آنزیم‌ها (فقط آنزیم‌های پروتئینی) صحیح است.

C ۱۱۳ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) دربارهٔ **پروتئین‌ها** که متنوع‌ترین مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند، نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. در سومین سطح ساختاری، پروتئین دچار تاخوردگی‌های مجدد و متصل به هم می‌شود. با توجه به شکل کتاب درسی، می‌توان در یک رشتهٔ پلی‌پپتید ساختار سوم هر دو شکل مارپیچ و صفحه را مشاهده کرد. / ب) نادرست است. کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها مربوط به **آنزیم**هاست. بخشی از آنزیم‌ها پروتئینی هستند. از طرفی پروتئین‌ها می‌توانند غیرآنزیمی نیز باشند. / ج) نادرست است. با اتصال پروتئین و لیپید به یکدیگر، لیپوپروتئین تشکیل می‌شود و *LDL* که یک نوع لیپوپروتئین است، احتمال چسبیدن کلسترول به دیوارهٔ **سرخرگ‌ها** را افزایش می‌دهد. شما باید توجه کنید که گلومرول، یک شبکهٔ مویرگی است و سرخرگ نیست که این مورد برای آن صدق کند. / د) نادرست است. هر پروتئینی لزوماً یک یا دو رشته ندارد بلکه برخی پروتئین‌ها مثل هموگلوبین می‌توانند تعداد رشته (*زیرواحد*)های بیشتری نیز داشته باشند. از طرفی واحد سازندهٔ سه‌بخشی، مربوط به **نوکلئوتیدها** می‌باشد که در رنا و دنا وجود دارند.



C ۱۱۴ ۳ دربارهٔ سطوح ساختاری پروتئین‌ها، موارد (الف)، (ب) و (ج)، عبارت داده شده را **نادرست** تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. برهم‌کنش‌های آب‌گریز بر ایجاد سطح سوم پروتئین‌ها تشکیل می‌شوند. باید توجه کنید که *pH* بهینه در هر پروتئین می‌تواند عدد متفاوتی باشد و *pH* بهینه برای برخی از پروتئین‌ها، بالاتر از ۷ (*قلیایی*) است. پس این دسته از پروتئین‌ها در محیط قلیایی دچار تغییر ساختار سوم خود نمی‌شوند. / ب) نادرست است. تمام سطوح ساختاری پروتئین‌ها متأثر از پیوندهای پپتیدی تشکیل شده در سطح اول هستند. پس سطوح یک، دو، سه و چهار، مشمول این عبارت می‌شوند. از طرفی تار ماهیچه‌ای که راکیزهٔ (*میتوکندری*) فراوان دارد، تار ماهیچه‌ای قرمز است که سرشار از میوگلوبین می‌باشد. به یاد دارید که میوگلوبین، سطح **چهارم** ساختاری را ندارد. / ج) نادرست است. آرایش زیرواحدها را در سطح **چهارم** می‌بینیم که این سطح در هر پروتئینی دیده نمی‌شود. بنابراین آنزیم‌هایی وجود دارند که فاقد این سطح باشند و سرعت واکنش‌ها را افزایش دهند. پس این سطح، الزاماً به افزایش سرعت واکنش‌ها نمی‌انجامد. / د) درست است. در سطح دوم ساختاری میوگلوبین، ساختار مارپیچی اولیه به وجود می‌آید. مولکول‌های دارای گروه هِم و اتم آهن، میوگلوبین و هموگلوبین هستند که هر دو، دارای این سطح ساختاری می‌باشند.

C ۱۱۵ ۴ تمام موارد داده شده، عبارت را به **نادرستی** تکمیل می‌کنند. (*لطفاً به‌دقت خط در صورت سؤال دقت زیادی کنید!*)

تله‌های تستی الف) پیوندهای هیدروژنی باعث تشکیل ساختارهای دوم و سوم می‌شوند اما فقط در ساختار سوم است که در کنار سایر پیوندها، نقش ایفا می‌کنند (*در ساختار دوم، پیوندی جز پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود*). توجه داشته باشید که صفحات و مارپیچ‌ها، تنها دو نمونه از شکل‌های ممکن برای ساختار دوم هستند و این ساختار در برخی پروتئین‌ها ممکن است به این شکل نباشد. (*به‌دقت خط در سؤال دقت کنید!*) / ب) هنگامی که با چند زیرواحد و ثبات نسبی آن‌ها سروکار داریم یعنی این پروتئین، حاوی سطح **چهارم** هم هست. نمی‌توانیم بگوییم که سطح دیگری پس از ثبات نسبی زیرواحدها ایجاد می‌شود چون آخرین سطح ساختاری، سطح چهار است. علت نادرستی این عبارت نیز همان قید «قطعاً» است چون مثلاً در هموگلوبین دو رشتهٔ مشابه آلفا و دو رشتهٔ مشابه بتا وجود دارد. / ج) در ساختار سوم، پیوندهای اشتراکی غیرپپتیدی تشکیل می‌شوند که برخلاف سطح اول، پپتیدی نیستند ولی دلیل ندارد که در این سطح هر پروتئینی کروی باشد. / د) نخستین تاخوردگی‌ها در ساختار **دوم** دیده می‌شود. در این سطح ساختاری، همهٔ آمینواسیدها درگیر نشده‌اند و تنها **بعضی** از آن‌ها پیوندهای هیدروژنی برقرار کرده‌اند.

B ۱۱۶ ۳ آنزیم‌ها می‌توانند درون یاخته فعالیت کنند (*مثل آنزیم‌های دنابسپاراز*) و نیز می‌توانند بیرون یاخته اثر کنند (*مثل آنزیم‌های گوارشی انسان*). فارغ از جنس و محل فعالیت آن‌ها، روش کار آن‌ها، افزایش سرعت واکنش، با کاهش انرژی فعال‌سازی آن است (درستی گزینهٔ (۳)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): گاهی آنزیم‌هایی مانند پپسینوژن، در خارج از یاخته تغییر می‌کنند و فعال می‌شوند. بنابراین نمی‌توان گفت آنزیم‌ها تماماً در سیتوپلاسم یاخته‌ها تولید می‌شوند. همچنین آنزیم‌های ریبونوکلئیک اسیدی نیز وجود دارند که درون هسته ساخته شده‌اند (*نه سیتوپلاسم*). / گزینهٔ (۲): می‌توانیم آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای هم مثال بزنیم که سرعت بیش از یک واکنش را افزایش می‌دهند. مثلاً دنابسپاراز می‌تواند هم جداسازی دو گروه فسفات از نوکلئوتید را انجام دهد، هم نوکلئوتید را به رشته اضافه کند و هم آن را طی ویرایش از رشته خارج کند. / گزینهٔ (۴): هر آنزیم در یک *pH* ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن *pH* بهینه گفته می‌شود. پس از این نظر، تفاوتی میان آنزیم‌های درون و بیرون یاخته‌ای نیست. در صورتی که *pH* محیط تغییر کند، میزان فعالیت آنزیم نیز متفاوت خواهد شد. بنابراین این ویژگی، یک ویژگی **مشترک** بین تمام آنزیم‌هاست.

C ۱۱۷ ۳ آنزیم **پپسینوژن** از یاخته‌های **اصلی** غده‌های معده ترشح می‌شود و پس از تبدیل به پپسین در اثر کلریدریک اسید (*یا پپتیدهای دیگر*)، به فعالیت می‌پردازد. موارد (الف)، (ب) و (ج) در خصوص پپسینوژن، عبارت داده شده را به اشتباه کامل می‌کنند.

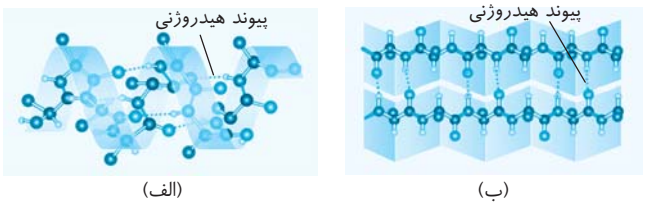
تله‌های تستی الف) نادرست است. پپسینوژن فعالیتی ندارد بلکه پس از تبدیل به پپسین، می‌توانیم که بگوییم بهترین *pH* برای فعالیت آن، *pH* اسیدی است. / ب) نادرست است. همان‌طور که به خاطر دارید و در بالا هم ذکر شد، پپسینوژن در اثر *HCl* به پپسین تبدیل می‌شود. اما تنها این مادهٔ معدنی نیست که پپسینوژن را فعال می‌کند بلکه مولکول‌های پپسین دیگر (*که ترکیب‌های آلی هستند*) نیز می‌توانند سبب تبدیل پپسینوژن به پپسین شوند. / ج) نادرست است. پپسین به تجزیهٔ پروتئین‌ها می‌پردازد که متنوع‌ترین مولکول‌های زیستی هستند (*نه پپسینوژن*). / د) درست است. هر پروتئین که از یاخته خارج می‌شود، باید در دستگاه گلژی یاختهٔ سازنده بسته‌بندی شود و تنها یاخته‌های سازندهٔ این ترکیب، یاخته‌های اصلی غدد معده هستند.

C ۱۱۸ ۲ از **پرتوی X** برای تصویربرداری از ساختار مولکول‌های مختلف استفاده می‌شود. دربارهٔ این پرتو، موارد (الف) و (ج) صحیح نیستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. برای بررسی رشد جنین از روش امواج بی‌خطر **فراصوت** استفاده می‌شود چون استفاده از پرتوی *X* می‌تواند آسیب‌های خطرناکی به جنین وارد کند. (*فصل ۷ یازدهم یادتان؟! اگه نه برو در سامه درخش رو بخون*). / ب) درست است. از عوامل بروز مشکل در طی تقسیم (*مثل جدا نشدن کروموزوم‌ها*) وجود پرتوهای مضر مثل تشعشعات رادیواکتیو و پرتوهای *X* می‌باشد. / ج) نادرست است. از پرتوی *X* برای بررسی ابعاد پروتئین‌ها (*مثل آنزیم نوکلئاز*) (*گفتار ۳*) **همانند** دنا (*گفتار ۱*) استفاده می‌شود. / د) درست است. براساس متن کتاب درسی، یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل و روش‌های دیگر، محققین به ساختار سه‌بعدی آن‌ها پی می‌برند که در آن حتی **جایگاه هر اتم** را می‌توانند مشخص کنند.

۱۱۹ C ۳ موارد (ب) و (ج) وجه مشترک **RNA، پروتئین‌ها و سلولز** می‌باشند. برای حل و درک این سؤال باید تسلط و درک کافی روی ساختار مولکول‌های زیستی داشته باشید. در بدن انسان، سلولز مواد غذایی، RNAها و پروتئین‌ها ساختار خطی بدون انشعاب دارند. لازم به یادآوری است که DNA چون در میتوکندری انسان به صورت **حلقوی** می‌باشد و در این گروه قرار نمی‌گیرد. همان‌طور که از زیست دهم به یاد دارید سلولز توسط آنزیم سلولاز هیدرولیز می‌شود که این آنزیم در بدن انسان و بسیاری از جانوران ساخته نمی‌شود (نادرستی الف). **کبد انسان** می‌تواند از ترکیب مونومرهای سلولز یعنی گلوکز تولید گلیکوژن ذخیره‌ای کند و از ترکیب آمینواسیدهای ورودی به خود می‌تواند انواع پروتئین‌ها را بسازد. از طرفی آمونیاک حاصل از تجزیه بازهای آلی و آمینواسیدها نیز توسط کبد به اوره تبدیل می‌شود (درستی ب). در آخر برای درستی عبارت (ج) دقت کنید که عامل هیدرولیزکننده یا آنزیم برای هر نوع ماده آلی از روی اطلاعات mRNA تولید می‌شود. (*در مورد عبارت (ب) دقت کنید با اینکه گلوکز حاصل از تجزیه سلولز، در ورود به بریک انسان جذب خون نمی‌شود ولی منظور سؤال فقط واحد سازنده سلولز یا همان گلوکز بود.*)

۱۲۰ B ۲ شکل‌ها بیانگر ساختار دوم پروتئین‌ها می‌باشند که قسمت (الف) ساختار مارپیچی و قسمت (ب) ساختارهای صفحه‌ای منظم را نشان می‌دهند که هر دو با اولین تاخوردگی رشته پلی‌پپتید ایجاد شده‌اند (درستی گزینهٔ (۲)).



(الف) (ب)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو در ساختار دوم بر پایه ایجاد پیوند هیدروژنی ایجاد شده‌اند که این پیوند در ساختار دوم بین گروه ($\overset{O}{\overset{\|}{C}}$) کربوکسیل و ($-NH$) آمین تشکیل می‌شود. / گزینهٔ (۳): هر دو ساختار، نوع دوم را نشان می‌دهد. پس برهم‌کنش آب‌گریز در ساختار سوم وارد واکنش نشده‌اند. / گزینهٔ (۴): با توجه به شکل مقابل می‌توان در ساختار سوم، بخشی از رشته را به صورت مارپیچی و بخشی را به صورت صفحه‌ای مشاهده کرد.

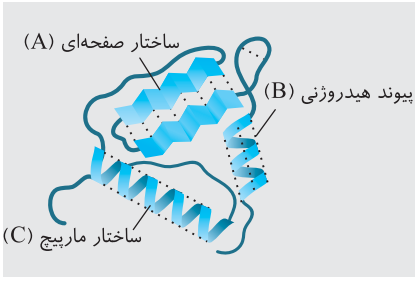
۱۲۱ C ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

منظور این سؤال، **DNA** و **پروتئین‌های** دارای چند رشتهٔ زیرواحدی (*دارای هر چهار سطح ساختاری*) می‌باشد و باید در عبارات به دنبال ویژگی غیرمشترک آن‌ها بگردیم تا عبارت را نادرست تکمیل کند.

تله‌های تستی الف) نادرست تکمیل می‌کند. در نوکلئوتیدهای DNA برخلاف آمینواسید پروتئین‌ها، قند پنج‌کربنی یا کربوهیدرات وجود دارد. / ب) نادرست تکمیل می‌کند. پروتئین و DNA حاوی پیوند اشتراکی می‌باشند ولی نوع آن در پروتئین‌ها به صورت پپتیدی و در نوکلئیک‌اسیدها به صورت فسفودی‌استر می‌باشد. / ج) درست تکمیل می‌کند. هر مولکول DNA و پروتئین حاوی پیوند هیدروژنی می‌باشد. / د) نادرست تکمیل می‌کند. پروتئین‌ها، **می‌توانند** رشتهٔ صفحه‌مانند داشته باشند ولی همیشگی نیست چون در برخی موارد حالت **مارپیچ‌مانند** و یا حالات دیگر دارند (*مانند هموگلوبین که در ساختار دوم خود ساختار صفحه‌ای ندارد!*).

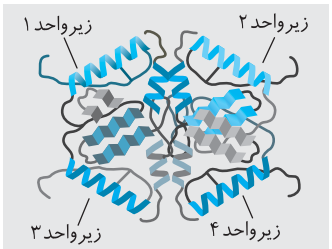
۱۲۲ C ۳ فقط مورد (ب) نادرست است.

شکل بیانگر ساختار **سوم** پروتئین‌ها می‌باشد که در آن
- A = ساختار صفحه‌ای است.
- B = پیوند هیدروژنی است.
- C = ساختار مارپیچ است.



تله‌های تستی الف) درست است. اولین پیوندهای هیدروژنی (B) در ساختار دوم بین عوامل گروه عاملی کربوکسیلی و آمینی بین آمینواسیدهای مختلف زده می‌شود. / ب) نادرست است. **آرایش زیرواحدها** مربوط به ساختار چهارم است. / ج) درست است. هموگلوبین در ساختار دوم رشته مارپیچی دارد نه صفحه‌ای! / د) درست است. ساختار سوم پس از تشکیل برهم‌کنش آب‌گریز صورت می‌گیرد تا به همراه سایر پیوندها به مولکول ثبات نسبی بدهد و آن را به شکل‌های مختلف درآورد.

۱۲۳ C ۲ شکل، ساختار چهارم پروتئین‌ها را نشان می‌دهد که در ساختار چهارم پروتئین‌ها، **قرارگیری زیرواحدها** (*یا هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی*) نقش کلیدی در ایجاد مولکول دارد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. پروتئین فوق نمی‌تواند هموگلوبین باشد، چون در برخی بخش‌های خود ساختار صفحه‌ای دارد ولی طبق متن کتاب درسی هموگلوبین فقط رشته‌های مارپیچ داشته است. / گزینهٔ (۲): درست است. این پروتئین چهار زیرواحد دارد و برای تولید به چهار رنای پیک نیاز دارد. / گزینه‌های (۳) و (۴): نادرست هستند. در ساختار چهارم، هر یک از چند زنجیره موجود و بیشتر از یکی بودن آن‌ها نقش کلیدی دارد. از طرفی گزینهٔ (۳) در مورد میوگلوبین تک‌رشته‌ای است و گزینهٔ (۴) نیز نادرست است چون گویچهٔ قرمز بالغ، ژن ندارد.

۱۲۴ B ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح است. منظور سؤال **هموگلوبین** موجود در رگ خونی می‌باشد (*نه میوگلوبین درون یاخته ماهیچه‌ای!*)

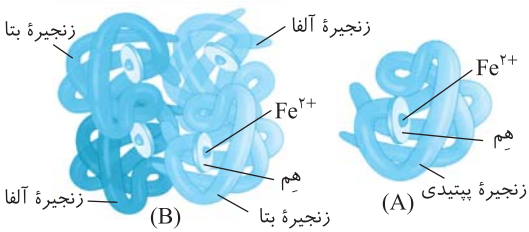
تله‌های تستی الف) درست است. در هر پروتئین دارای چهار ساختار، ساختار اول نقش پایه‌ای دارد. / ب) نادرست است. آخرین ساختار هموگلوبین، ساختار چهارم با چند رشته پلی‌پپتید است. / ج) درست است. در آخرین ساختار یا همان ساختار چهارم، زیرواحدها کنار هم قرار می‌گیرند. / د) نادرست است. پیوند هیدروژنی ساختار دوم بین گروه‌های آمین و کربوکسیل است.

۱۲۵ B ۱ فقط مورد (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اگر یک رشتهٔ پلی‌پپتید با ساختار دوم صفحه‌ای، وارد ساختار سوم پروتئینی شود، علاوه بر ساختار قبلی، دارای برهم‌کنش آب‌گریز هم می‌شود و شکل مختلف پیدا می‌کند (*در ساختار سوم بین گروه‌های R پیوند برقرار می‌شود*). / ب) نادرست است. پیوند یونی بین گروه‌های R مربوط به ساختار سوم می‌باشد ولی قطعاً این رشته از ساختار دوم گذشته است که در ساختار اول خود پیوند اشتراکی پپتیدی و در ساختار سوم، نوع جدید اشتراکی خواهد داشت. / ج) درست است. یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی ساختار سوم را می‌تواند در نهایت داشته باشد ولی آرایش زیرواحدها مربوط به ساختار چهارم پروتئین‌هاست. / د) نادرست است. اولین تاخوردگی در اثر پیوند هیدروژنی ساختار دوم رخ می‌دهد.

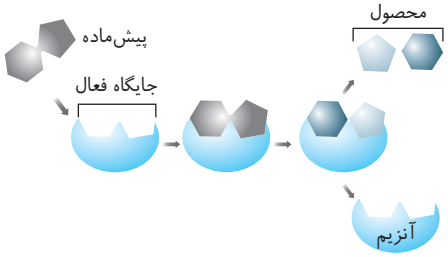
۱۲۶ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

در شکل‌ها، (*A*) میوگلوبین بوده و (*B*) هموگلوبین می‌باشد.



تله‌های تستی الف) نادرست است. هم هموگلوبین و هم میوگلوبین دارای بخش غیرپروتئینی به نام هِم است که در ریبوزوم تولید نشده است. / ب) درست است. هر دو مادهٔ پروتئینی نیتروژن‌دار هستند و در ایجاد مواد زائد نیتروژن‌دار کلیوی مؤثرند. / ج) نادرست است. O_2 و CO_2 گازهای تنفسی ورودی به خون هستند که بیشترین مقدار O_2 به کمک هموگلوبین در خون منتقل می‌شود ولی بیشترین مقدار CO_2 به کمک آنزیم کربنیک‌انیدراز در خون و به صورت یون بیکربنات منتقل می‌شود. / د) نادرست است. هر دو ماده در ذخیرهٔ آهن بدن مؤثرند و انتقال O_2 فقط توسط هموگلوبین رخ می‌دهد.

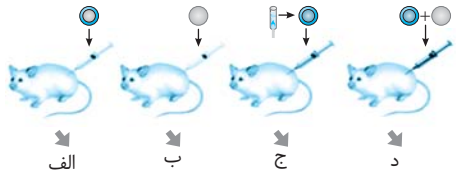
۱۲۷ ۲ همهٔ موارد نادرست می‌باشند. آنزیم‌ها می‌توانند ساختار پروتئینی یا غیرپروتئینی (*rRNA*) داشته باشند.



تله‌های تستی الف) نادرست است. برخی آنزیم‌ها مانند *rRNA* ساختار پلی‌پپتیدی ندارند. / ب) نادرست است. بدون آنزیم‌ها، انرژی فعال‌سازی زیادی صرف شروع واکنش‌ها باید شود. بدین دلیل بدون آن‌ها ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند شود ولی از ابتدا متوقف نمی‌شود ولی در نهایت انرژی لازم برای حیات تأمین نمی‌شود. / ج) نادرست است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، جایگاه فعال آنزیم، با قسمتی از پیش‌ماده شکل مکمل دارد و به قسمتی از آن متصل می‌شود نه به کل پیش‌ماده!! / د) نادرست است. آنزیم‌ها، واکنش‌هایی را در بدن انجام می‌دهند، که از اساس **انجام‌شدنی** باشند.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

۱ ۳ در این شکل مورد (الف)، باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار، آزمایش (ب) باکتری زندهٔ فاقد پوشینه، مورد (ج) باکتری‌های مرده پوشینه‌دار و مورد (د) مخلوط آزمایش چهارم گریفیت شامل باکتری‌های مرده پوشینه‌دار و زنده فاقد پوشینه به موش تزریق شده است. در آزمایش (الف) و (د) موش‌ها مردند و در خون و شش‌های آن‌ها باکتری‌های پوشینه‌دار زیادی دیده شد ولی در آزمایش‌های (ب) و (ج) بیماری سینه‌پهلو در موش‌ها ایجاد نشد و باکتری عامل سینه‌پهلو در بدن آن‌ها وجود نداشت.



نکته
تغییر شکل باکتری و پوشینه‌دار شدن آن‌ها فقط در مرحلهٔ (د) رخ داد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۲ ۲ منظور سؤال آنزیم **پروتئاز** می‌باشد که پروتئین‌ها را در آزمایش اول و سوم ایوری از بین برد (*چون بسیاری از محققین معتقد بودند که پروتئین عامل تغییر شکل باکتری‌ها می‌باشد*). در بدن انسان آنزیم‌های پروتئاز در لوزالمعده و معده تولید می‌شوند که ابتدا به صورت غیرفعال می‌باشند. پروتئازهای درون روده می‌توانند از معده به صورت پپسین فعال (*برای تبدیل به پپتید کوچک نه آمینواسید!*) (نادرستی گزینهٔ (۱)) و یا از لوزالمعده به صورت غیرفعال وارد دوازدهه شده باشند. دقت کنید که لوزالمعده جزء غدد گوارشی است، یعنی از اجزای **لولهٔ** گوارش نمی‌باشد (*البته از خود یاخته‌های پوشش روده نیز پروتئاز وارد روده می‌شود!*) (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۳)). در مورد گزینهٔ (۴) هم دقت کنید که در رودهٔ بزرگ، ویتامین‌ها توسط باکتری‌ها تولید می‌شوند که پروتئازها مستقیماً باعث مرگ باکتری‌ها نمی‌شوند.

۳ ۳ یک نوکلئوتید از سه بخش قند حلقوی پنج کربنی، باز آلی با ساختار یک یا دوحلقه‌ای و گروه(های) فسفات (PO_4) تشکیل شده است که **اتم اکسیژن** در هر سه قسمت آن (*به‌جز بازهای آدنین*) وجود دارد ولی **نیتروژن** فقط در بخش **بازآلی** آن وجود دارد. از طرفی در گزینه‌های (۱) و (۳) واحد سازنده لیپاز را خواسته است. همان‌طور که می‌دانید، لیپاز نوعی پروتئین بوده و واحد سازندهٔ آن آمینواسید است که ساختار حلقوی در بخش **کربوکسیل و آمین** خود ندارد ولی اکسیژن در بخش کربوکسیل خود دارد (درستی گزینهٔ (۳)). دلیل نادرستی گزینهٔ (۱) این است که آمینواسید یا واحد سازندهٔ لیپاز، دارای نیتروژن می‌باشد. در مورد دو گزینهٔ (۲) و (۴) دقت کنید که یکی از دو لیپید موجود در صفرا، نوعی فسفولیپید است که دو قسمت اسید چرب و سر فسفات‌دار دارد (نادرستی گزینهٔ (۲)). در آخر نیز توجه داشته باشید که در ساختار نوکلئوتیدها، فقط گروه فسفات است که فاقد بخش حلقوی و نیتروژن می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

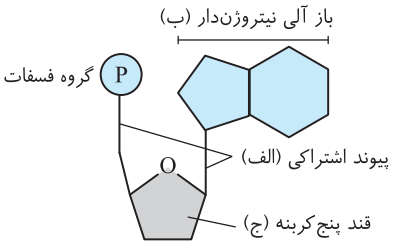
۴ ۱ در مولکول *DNA*، نرده‌ها از قند حلقوی پنج کربنه (*خاصّ نیتروژن*) و گروه فسفات با پیوند اشتراکی فسفودی‌استر به وجود آمده‌اند ولی پله‌ها بازهای آلی نیتروژن‌دار هستند که روبه‌روی پورین دوحلقه‌ای همواره پیریمیدین تک‌حلقه‌ای قرار می‌گیرد. (*در dna، هم نرده‌ها و هم پله‌ها، حاوی حلقه‌ی آلی می‌باشند.*)

۵ ۳ فقط مورد (ب) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. در ساختار بعضی مولکول‌ها مثل برخی *RNA*های آنزیمی، نوکلئوتیدها وجود دارد. (*جایگاه فعال در آنزیم‌ها وجود دارد.*) / ب) نادرست است. در تنفس یاخته‌ای، **ماده آلی تجزیه می‌شود** ولی در فتوسنتز، مواد آلی تولید می‌شوند. در هر دوی این واکنش‌ها ناقلین الکترون با ساختار نوکلئوتیدی شرکت می‌کنند. / ج) درست است. در نقل و انتقال بعضی یون‌ها از عرض غشا، مولکول‌های پروتئینی شرکت دارند که اگر پمپ باشند و با انتقال فعال کار کنند، با مصرف انرژی از جملهٔ *ATP* می‌توانند کار کنند. / د) درست است. برخی ناقلین الکترون مثل *NADH* و $FADH_2$ در تنفس یاخته‌ای و *NADPH* در فتوسنتز، ساختار نوکلئوتیدی داشته و در انتقال الکترون مؤثرند.

A ۶ ۱ منظور این سؤال ویژگی **مشترک** در **همهٔ باکتری‌ها** می‌باشد. چون داشتن گروه فسفات آزاد و هیدروکسیل قندی آزاد در دو سمت مادهٔ ژنتیکی، ویژگی *DNA* خطی یوکاریوت‌هاست که در هستهٔ آن‌ها قرار دارد. باکتری‌ها فاقد هیستون و نوکلئوزوم‌های فشرده می‌باشند (درستی گزینهٔ (۱)) و فاقد *DNA* خطی هسته‌ای هستند (نادرستی گزینهٔ (۲)) و فقط *DNA* یا فام‌تن اصلی باکتری‌ها به غشای یاخته متصل است ولی دیسک آن‌ها این ویژگی را ندارد و **اغلب** هم اگر دیسک نداشته باشند، یک نقطهٔ شروع همانندسازی دارند (نادرستی گزینه‌های (۳) و (۴)).

B ۷ ۴ این شکل یک نوکلئوتید را نشان می‌دهد که (الف) پیوندهای اشتراکی است، (ب) باز آلی پورینی دوحلقه‌ای و (ج) قند پنج کربنی می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید، قند ریبوز و دئوکسی‌ریبوز عامل اصلی تمایز نوکلئوتیدهای *RNA* و *DNA* می‌باشند. (*همه می‌دانید که بازهای آلی دوحلقه‌ای A و G، در دنا و رنا می‌توانند وجود داشته باشند.*)



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قسمت (ب) باز آلی است که با پیوند هیدروژنی به باز آلی مکمل در رشته مقابل متصل می‌شود (*نه پیوندی از نوع اشتراکی!*). / گزینهٔ (۲): اوریک‌اسید از متابولیسم یا تجزیهٔ بازهای آلی نیتروژن‌دار ایجاد می‌شود. قند فاقد نیتروژن است و در تولید مواد زائد نیتروژن‌دار شرکت ندارد. / گزینهٔ (۳): برای ایجاد ساختار دوم پروتئین‌ها، پیوند هیدروژنی نقش اصلی را دارد نه پیوند اشتراکی!

B ۸ ۳ فقط در همانندسازی حفاظتی می‌توانیم مولکولی دارای هر دو رشتهٔ مادری پیدا کنیم ولی در مدل‌های نیمه‌حفاظتی و غیرحفاظتی دو رشتهٔ مادر از هم جدا شده و کاملاً وارد یک *DNA* دختری نمی‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در همانندسازی حفاظتی و نیمه‌حفاظتی، دو مولکول حاصل در نسل دوم، مجموعاً دارای ۴ رشته می‌باشند که ۲ تای آن مادری و ۲ تای دیگر جدید هستند. / گزینهٔ (۲): در نوع غیرحفاظتی هر دو رشتهٔ هر مولکول، دارای نوکلئوتید جدید و قدیمی می‌باشند ولی در نوع نیمه‌حفاظتی در نسل اول هر دو مولکول حاصل دارای یک رشتهٔ قدیمی و یک رشتهٔ جدید می‌باشند. / گزینهٔ (۴): فقط در نوع حفاظتی می‌توان همواره در هر نسلی یک مولکول مشاهده کرد که دارای دو رشتهٔ مادری می‌باشد.

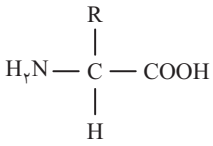
B ۹ ۳ دنابسپاراز (*مثول بررسی هر فسفودی‌استر*)، هلیکاز (*مثول تولید دوراهی همانندسازی*) و هر آنزیم پلی‌پپتیدی دیگری در رناتن‌های سیتوپلاسمی ساخته می‌شوند و سپس به محل فعالیت خود، مثلاً هسته می‌روند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)). هلیکاز فقط قادر به شکستن پیوند هیدروژنی می‌باشد ولی دنابسپاراز، هم پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهد و هم در ویرایش قدرت شکستن این نوع پیوند را دارد (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۲)).

A ۱۰ ۱ گزینهٔ (۱) مخصوص هلیکاز است ولی سایر گزینه‌ها مخصوص عمل دنابسپاراز در کار اصلی یا ویرایش آن است.

B ۱۱ ۴ عامل بیماری سینه‌پهلو نوعی باکتری و پروکاریوت می‌باشد ولی آکاسیا گیاهی یوکاریوت می‌باشد. در پروکاریوت‌ها هیستون و نوکلئوزوم وجود ندارند (نادرستی گزینهٔ (۱)) و تنظیم و تغییر تعداد نقاط شروع همانندسازی برحسب مراحل رشد و نمو جاندار را تنها در یوکاریوت‌ها می‌توان مشاهده کرد (نادرستی گزینهٔ (۲)). در هر دوراهی همانندسازی معمولاً یک هلیکاز و دو دنابسپاراز وجود دارد (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۳)).

C ۱۲ ۲ موارد (الف) و (ج) نادرست می‌باشند.

همان‌طور که در شکل روبه‌رو در مورد ساختار آمینواسید می‌بینید، متوجه می‌شوید که آمینواسید دارای یک **کربن مرکزی** است که چهار ظرفیت آن همواره از سه طرف به یک گروه آمینی $(-NH_2)$، یک اتم H و یک عامل اسیدی $(-COOH)$ متصل می‌باشد.



آمینواسید همواره دارای یک گروه R می‌باشد که مستقیماً به کربن مرکزی متصل است (نادرستی الف) و ماهیت شیمیایی آمینواسید و شکل و خواص منحصر به فرد هر آمینواسید (*نه هر پروتئین*) به همین عامل R بستگی دارد (درستی د و نادرستی ج). عامل R عامل تفاوت بین انواع آمینواسیدها نیز می‌باشد (درستی ب) ولی این عامل در ایجاد **پیوند پپتیدی** نقشی ندارد.

نکته ویژگی منحصر به فرد **هر آمینواسید** به عامل R آن بستگی دارد ولی ویژگی منحصر به فرد **هر پروتئین** به ساختار **اختصاصی** آن بستگی دارد. البته این ساختار اختصاصی و شکل هر پروتئین نیز در اصل به خصوصیت عامل R آمینواسیدها بستگی دارد ولی مجموعه این عوامل R سبب این ویژگی در پروتئین‌ها می‌شود و در حقیقت عامل R در ویژگی منحصر به فرد هر پروتئین **نقش** دارد.

A ۱۳ ۳ (*برای حل این تست باید عبارت‌های جلوی سطح ساختارهای اول تا چهارم پروتئین‌ها را بلد باشید.*) در ساختار دوم پروتئین‌ها (*آگاهی از پیوندهای هیدروژنی*)، پیوند هیدروژنی بین عامل *OH* از گروه کربوکسیل با اتم هیدروژن گروه آمینی برقرار می‌شود و گروه R نقشی در ایجاد این پیوند ندارد ولی در ساختار سوم آن‌ها (*تاخورده و متصل به هم*) بین گروه‌های R، پیوندهای یونی اشتراکی و هیدروژنی برقرار می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در ساختار دوم و سوم پروتئین‌ها پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. / گزینهٔ (۲): ساختار چهارم دارای چند رشتهٔ پلی‌پپتید می‌باشد نه یک رشته (*که در صورت سؤال ذکر شده است*). / گزینهٔ (۴): در ساختار سوم فقط گروه‌های R در آمینواسیدهای آب‌گریز سبب نزدیک شدن و تاخوردگی مولکول می‌شوند.

B ۱۴ ۱ ایجاد پیوند آب‌گریز و ایجاد ساختار سوم (*تاخورده و متصل به هم*) برای عدم اتصال قسمت آب‌گریز پروتئین‌ها با آب از ویژگی‌های ساختار سوم و چهارم پروتئین‌هاست ولی در ساختار اول و دوم وجود ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): ساختار تاخورده و متصل به هم، مربوط به ساختار سوم پروتئین‌هاست که قطعاً پیوند هیدروژنی دارد که این نوع پیوند را بین بازهای آلی مکمل نیز در *DNA* و *tRNA* می‌توان مشاهده کرد. / گزینهٔ (۳): ساختار چهارم پروتئین‌ها در اثر آرایش زیرواحدهای مختلف (*رشته‌های پلی‌پپتیدی*) یک پروتئین ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): همواره در یک آمینواسید بین گروه R و کربن مرکزی یک پیوند اشتراکی وجود دارد ولی در ساختار اول پروتئین‌ها بین گروه‌های R در آمینواسیدهای مختلف هیچ پیوندی وجود ندارد.

A ۱۵ ۳ دیگه باید این سؤال برای شما خیلی آسان باشد. حتماً به یاد دارید که قبل از اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید به رشتهٔ در حال ساخت، ابتدا دنابسپاراز با شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها، نوکلئوتید جدید را تک‌فسفاته می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): همواره فسفات نوکلئوتید جدیدی که دو فسفات خود را نیز از دست داده است، به گروه هیدروکسیل نوکلئوتید قبلی متصل می‌شود تا پیوند فسفودی‌استر کامل شود. / گزینهٔ (۲): جدا شدن دو رشتهٔ دنا از هم در شروع واکنش طی عمل هلیکاز و با باز کردن پیوندهای هیدروژنی صورت می‌گیرد (*پیش از آغاز همانندسازی پیچ‌وتاب‌های دیگر دنا باز می‌شوند*). / گزینهٔ (۴): همواره برای ویرایش، پس از تشکیل **هر** پیوند فسفودی‌استر، دنابسپاراز برمی‌گردد و آن را بررسی می‌کند.

C ۱۶ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. در فتوسنتز و تنفس، مولکول‌های مختلف $NADH$، $FADH_2$ و $NADPH$، همگی دارای دو نوکلئوتید هستند (فصل ۵ و ۶). / ب) نادرست است. در فصل ۷ می‌خوانیم که بسیاری از دیسک‌ها ژن مقاوم به آنتی‌بیوتیک دارند. / ج) درست است. پس از تشکیل اندام‌ها مقدار سرعت همانندسازی یاخته‌های جنینی کمی کاهش می‌یابد. / د) نادرست است. پیوند اشتراکی تشکیل شده در ساختار سوم پروتئین‌ها، از نوع پپتیدی نمی‌باشد.

B ۱۷ ۱ این مطلب خط کتاب درسی است که اثر تغییر pH یا اسیدیته را بر پروتئین‌ها نشان می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): سیانید و ارسنیک با اتصال به جایگاه فعال، مانع اتصال پیش ماده به آنزیم می‌شوند (نه کوآنزیم به آنزیم!). / گزینهٔ (۳): تولید آنزیم پروتئینی درون یاخته صورت می‌گیرد ولی محل فعالیت آن می‌تواند، درون (در عرض) و یا بیرون غشای یاخته باشد. / گزینهٔ (۴): کربوهیدرات‌های غشای یاخته، فقط در سطح بیرون آن قرار دارند ولی تجزیهٔ ATP، توسط پمپ سدیم - پتاسیم در سمت درون غشا یعنی در سمت سیتوپلاسم صورت می‌گیرد (شکل گفتار ۱ فصل ۱ یازدهم).

C ۱۸ ۲ وقتی صحبت از **هر گروه هِم** می‌شود، یعنی سؤال در مورد هموگلوبین است که چهار گروه هِم دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اولین پروتئینی که ساختار آن شناخته شد، میوگلوبین با یک گروه هِم و یک رشته پلی‌پپتید بود. / گزینهٔ (۲): درست است. بارها گفتیم که هر پیوند پپتیدی یا هیدروژنی ایجاد شده در ساختار اول و دوم پروتئین، توسط گروه‌های کربوکسیل و آمین تشکیل می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. هموگلوبین و میوگلوبین، رشته(های) مارپیچی دارند نه صفحه‌ای! / گزینهٔ (۴): نادرست است. گروه‌های R آمینواسیدهای آب گریز در ایجاد ساختار سوم مؤثرند!

B ۱۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در آزمایش اول و سوم، از پروتئاز استفاده کردند که در آزمایش اول در مورد اینکه دنا مادهٔ وراثتی است، چیزی نفهمیدند. / ب) نادرست است. ایوری اولین‌بار با روش سانتریفیوژ متوجه شد که دنا عامل وراثتی است. / ج) نادرست است. در مورد آزمایش اول برخلاف دوم و سوم صادق نمی‌باشد. / د) درست است. در سانتریفیوژ با سرعت بالا، هر لایه یک نوع مادهٔ آلی داشت که آن‌ها را جداگانه به محیط اضافه کردند.

C ۲۰ ۱ فقط عبارت (ب) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در مورد گویچهٔ قرمز و یا یاختهٔ آبکش بالغ گیاهان نادرست است. / ب) درست است. هر یاخته فتوسنتزکننده، اگر باکتری باشد، در دنای اصلی خود و اگر یوکاریوت باشد، در کلروپلاست خود، دنای حلقوی بدون سرهای آزاد فسفات و OH دارد. / ج) نادرست است. در یوکاریوت‌ها، دنای حلقوی در میتوکندری و پلاست‌ها وجود دارد ولی هم‌زمان می‌تواند در رناتن سیتوپلاسم به تولید پروتئین و در هسته به تولید رنا بپردازد. (دقت کنید که در یوکاریوت‌ها، در محل عمل رنابپرانز، از روی رنای در حال ساخت، امکان ندارد، رناتن‌ها به انجام عمل ترجمه بپردازند.) / د) نادرست است. هم یاخته کبدی انسان در تولید اوره از آمونیاک و هم شیمیوسنتزکننده‌ها، ناقض این عبارت هستند.

پاسخ آزمون بر گزیدهٔ سؤالات سراسری

B ۱ ۱ در هر مولکول DNA با n جفت نوکلئوتید:

۱) n عدد باز پورین و n عدد باز پیریمیدین وجود دارد.

۲) حداقل $2n$ پیوند هیدروژنی وجود دارد زیرا بین برخی بازها (A و T) دو پیوند و بین برخی (G و C) سه پیوند وجود دارد.

۳) اگر خطی باشد، $2n-2$ پیوند فسفودی‌استر و اگر حلقوی باشد، $2n$ پیوند فسفودی‌استر دارد.

۴) $2n$ قند دئوکسی‌ریبوز وجود دارد زیرا هر نوکلئوتید DNA دارای یک مولکول قند پنج کربنی دئوکسی‌ریبوز است.

B ۲ ۴ باکتری‌ها، دوک تقسیم که ریزلوله دارد را تشکیل نمی‌دهند چون تکثیر آن‌ها به روش تقسیم دوتایی است. (اگر نمی‌دانستید، می‌شد با رد گزینه‌هم به این پاسخ و درستی این گزینه برسید!)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در آزمایش گریفیت با انتقال ژن تولید پوشینه ثابت شد. / گزینهٔ (۲): در مورد DNA اصلی باکتری‌ها صادق می‌شود. / گزینهٔ (۳): در مورد عمل دیسک‌ها در باکتری‌ها صحیح می‌باشد.

B ۳ ۴ همان‌طور که بارها در این کتاب گفتم مولکول اولیه را دارای ۲ رشتهٔ رادیوایزوتوپ در نظر می‌گیریم و بعد از ۳ نسل می‌توان ۸ مولکول دید که ۶ مولکول آن هر دو رشته‌اش معمولی است و ۲ مولکول دارای یک رشتهٔ معمولی و یک رشتهٔ رادیوایزوتوپ است که در گزینهٔ (۴) صحیح است.

C ۴ ۱ سؤال در مورد آنزیم **سلولاز** می‌باشد و در سؤال به کلمهٔ «**فقط**» دقت کنید.

تله‌های تستی عبارت اول: نادرست است. سلولاز اغلب توسط میکروب‌هایی مثل باکتری‌ها که فاقد هسته هستند ایجاد می‌شود. / عبارت دوم: درست است. سلولاز سبب هیدرولیز سلولز می‌شود. سلولز رشته‌ای بدون انشعاب می‌باشد. / عبارت سوم: نادرست است. آنزیم‌ها از جمله سلولاز علاوه بر pH به دمای بالا نیز حساس هستند. / عبارت چهارم: نادرست است. سلولاز هیدرولیز می‌کند و آب **مصرف** می‌کند **نه سنتز آب دهی!**

C ۵ ۲ پس از دو **نسل** همانندسازی **حفاظتی**، **چهار دنا** خواهیم داشت که **یکی از آن‌ها متوسط** و در **میانه لوله** و **سه تای دیگر کاملاً سنگین** و در **انتهای لوله** قرار می‌گیرند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پس از **یک** نسل همانندسازی **نیمه‌حفاظتی**، دو **دنا** خواهیم داشت که **یکی متوسط** و **یکی کاملاً سنگین** است در نتیجه یک نوار در **میانهٔ لوله** و یک نوار در **انتهای لوله** تشکیل می‌شود پس نوارها **بیشترین** فاصله ممکن را از هم **ندارند**. / گزینهٔ (۳): پس از دو **نسل** همانندسازی **نیمه‌حفاظتی**، **سه دنا** خواهیم داشت که در **هر دو رشته خود نیتروژن سنگین** دارند. / گزینهٔ (۴): در هیچ حالتی دنایی که در هر **دو رشته خود فاقد نیتروژن سنگین** باشد نخواهیم داشت.

B ۶ ۴ در **هر چهار سطح** ساختاری پروتئین‌ها، پیوند **پپتیدی** نیز قابل مشاهده است زیرا اساس تشکیل هر ساختار، ساختار پایین‌تر است و در ساختار **اول** پروتئین‌ها پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود پس در بقیه ساختارها نیز قابل مشاهده است. دقت کنید که در **هر چهار سطح** ساختاری پروتئین‌ها، آمینواسیدها قابل مشاهده‌اند و در ساختار هر آمنیواسید، **پیوندهای کووالانسی غیرپپتیدی** (مثلاً بین کربن و هیدروژن) قابل مشاهده هستند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تشکیل ساختار **سوم**، در اثر **برهم‌کنش‌های آب‌گریز** است ولی پیوندهای مورد نظر در ساختار چهارم هم وجود دارند. / گزینهٔ (۲): مثلاً تشکیل ساختار **دوم** پروتئین‌ها، مستقیماً نیازی به تولید آب ندارد زیرا فقط در اثر تشکیل پیوندهای **هیدروژنی** روی می‌دهد. پیوندهای هیدروژنی **با سنتز آبدهی تولید نمی‌شوند** و برای تشکیل **نیاز به حضور آنزیم ندارند**. / گزینهٔ (۳): فقط ساختار **اول** پروتئین‌ها درون **ریبوزوم‌ها** (اندامک سیتوپلاسمی که دو زیرواحد کوچک و بزرگ دارد) تشکیل می‌شود.

A ۷ ۲ اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، **میوگلوبین** بود. این پروتئین دارای یک زنجیرهٔ پلی‌پپتید بوده (نادرستی گزینهٔ (۳)) و ساختار نهایی آن در ساختار سوم پروتئین‌ها تکمیل می‌شود. میوگلوبین توانایی ذخیرهٔ اکسیژن را در ماهیچه‌ها دارد (نه هر گونه تنفسی) (نادرستی گزینهٔ (۴)). در ساختار نهایی این پروتئین پیوندهای اشتراکی از نوع غیرپپتیدی، هیدروژنی، پپتیدی و یونی در برهم‌کنش آب‌گریز نقش دارد که به آن ثبات می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۱)). تغییر در هر آمینواسید آن سبب تغییر در ساختار اول و هر ساختار دیگر آن می‌شود (درستی گزینهٔ (۲)).

A ۸ ۳ در یوکاریوت‌ها، دنای اصلی به صورت خطی در هسته قرار دارد و به غشای آن متصل نمی‌باشد. این دناهای خطی دارای ترکیبات متفاوت هیدروکسیل (OH) و گروه فسفات در دو انتهای خود می‌باشند.

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۴): پروکاریوت‌ها دارای دنای متصل به غشای یاخته می‌باشند که فاقد هیستون بوده و در هر نوکلئوتید یا واحد ساختاری آن پیوند فسفودی‌استر وجود ندارد. پیوند فسفودی‌استر، بین دو نوکلئوتید مجاور قرار گرفته است. / گزینهٔ (۲): در یوکاریوت‌ها برخلاف اغلب پروکاریوت‌ها، تعداد نقاط آغاز همانندسازی متعدد می‌باشد.

B ۹ ؟ از نظر من این سؤال متأسفانه دو جواب صحیح (گزینه‌های (۱) و (۴)) داشت!. در یوکاریوت‌ها، دنا به غشای یاخته متصل نیست و دارای جایگاه‌های آغاز همانندسازی و رونویسی متعددی می‌باشد (درستی گزینهٔ (۱)). از طرفی در این جانداران، هلیکاز (برای همانندسازی) و رنابسپاراز (برای رونویسی) مسئول باز کردن دو رشتهٔ دنا از هم می‌باشند که رنابسپاراز قادر به قراردهی نوکلئوتید مکمل در روبه‌روی الگوی خود می‌باشد (درستی گزینهٔ (۴)).

◀ در پروکاریوت‌ها که دنای اصلی به غشای یاخته متصل است یا هر جاندار دیگری، واحد سازنده یا نوکلئوتیدهای مجاور با هم پیوند فسفودی‌استر دارند (نه در هر واحد سازنده!) (نادرستی گزینهٔ (۲)). در مورد گزینهٔ (۳) دقت کنید که نوکلئوتید جدید پس از قرارگیری روبه‌روی الگوی خود، دو فسفات را از دست می‌دهد (نه اینکه از رشته در حال ساخت دو فسفات کاسته شود).

A ۱۰ ۳ میوگلوبین اولین پروتئینی بود که ساختار آن شناسایی شد. این پروتئین دارای یک رشتهٔ پلی‌پپتید می‌باشد که در بخش‌هایی از آن پیوند هیدروژنی، یونی با ساختارهای متنوع اول تا سوم وجود دارد. تغییر در هر آمینواسید آن می‌تواند سبب تغییر در ساختارهای مختلف و عملکرد آن شود.

A ۱۱ ۳ آنزیم‌ها در بدن با کاهش انرژی فعال‌سازی، واکنش‌های انجام شدنی را سرعت می‌بخشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مورد نقش آنزیمی پمپ سدیم پتاسیم برای تجزیهٔ ATP و استفاده از انرژی آن برای عمل انتقال فعال صحیح است. / گزینهٔ (۲): در مورد عمل ویرایش دنابسپاراز صحیح است. / گزینهٔ (۴): در مورد استفاده از مواد معدنی یا مواد آلی کوآنزیمی صحیح است.

A ۱۲ ۳ دنا و مخصوصاً رنای پیک، حامل اطلاعات وراثتی می‌باشند که در هسته، راکیزه و پلاست‌ها وجود دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. دنای میتوکندری و پلاست‌ها حلقوی است از طرفی رنا همواره تک‌رشته‌ای است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. رنا، همانندسازی ندارد. / گزینهٔ (۳): درست است. دنا و رنا از واحدهای سه‌بخشی نوکلئوتیدی به وجود آمده‌اند که توسط پیوند فسفودی‌استر به هم متصلند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. رنا جایگاه آغاز همانندسازی ندارد.

A ۱۳ ۴ سؤال در مورد پروتئین میوگلوبین می‌باشد که در ساختار دوم آن با تا خوردن مولکول، بین گروه $\overset{O}{\overset{\|}{C}}$ و NH برخی آمینواسیدهای نزدیک شده آن پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بخش آهن‌دار هِم، جزء معدنی است و مربوط به بخش آلی یا پپتیدی نمی‌باشد. / گزینهٔ (۲): میوگلوبین فقط یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی دارد. / گزینهٔ (۳): در ساختار دوم و سوم پروتئین‌ها، فقط برخی آمینواسیدها با هم پیوند هیدروژنی دارند.

B ۱۴ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. مولکول حامل اطلاعات وراثتی را اغلب باید رنای پیک بدانیم گرچه می‌توان این ویژگی را به دنا نیز نسبت داد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رنا جایگاه آغاز همانندسازی ندارد. / ب) نادرست است. رنا همانندسازی ندارد. / ج) درست است. رنا، انشعاب ندارد و از نوکلئوتیدهای سه بخشی از قند، باز آلی و فسفات تشکیل شده است. / د) نادرست است. رنا همانندسازی ندارد.

A ۱۵ ۴ منظور سؤال پروتئین میوگلوبین است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. میوگلوبین فقط یک زنجیره پلی‌پپتیدی دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. میوگلوبین دارای یک گروه هِم و یک اتم آهن می‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در ساختار دوم پروتئین‌ها، پیوند هیدروژنی بین برخی آمینواسیدها برقرار می‌شود. / گزینهٔ (۴): درست است. در ساختار دوم پروتئینی، اولین تاخوردگی‌ها ایجاد می‌شود و پیوند هیدروژنی بین آمین و کربوکسیل برخی آمینواسیدها برقرار می‌شود.

B ۱۶ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در مورد عمل ویرایش دنابسپاراز صحیح است. / ب) درست است. در مورد عمل تجزیهٔ ATP توسط نقش آنزیمی پمپ سدیم - پتاسیم صحیح است که از این انرژی در انتقال فعال یون‌ها استفاده می‌کند. / ج) درست است. برخی آنزیم‌ها می‌توانند با اتصال به مواد آلی (کوآنزیم) یا معدنی، فعالیت خود را سریع‌تر کنند. / د) نادرست است. آنزیم‌ها واکنش‌های اختصاصی و انجام شدنی را سرعت می‌بخشند.

C ۱۷ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. (نوکلئوتیدهای بدون هر فرد می‌تواند به صورت آزاد سه‌فسفاته، برخی دوفسفاته (مثل ADP) و برخی نیز درون رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی به صورت تک‌فسفاته باشند.)

تله‌های تستی الف) نادرست است. در سؤال به قید «هر» دقت کنید. برخی نوکلئوتیدها قند ریبوز و برخی قند **دئوکسی**ریبوز دارند. / ب) درست است. در هر نوکلئوتید یک یا دو یا سه گروه فسفات در نهایت همواره با یک پیوند اشتراکی به کربنی از قند پنج کربنی متصل است. / ج) نادرست است. نوکلئوتیدهای آزاد درون یاخته در رشته و اتصال به نوکلئوتید دیگر قرار ندارند (برخی هم مثل ATP برای انرژی‌زایی است). / د) نادرست است. این عبارت فقط در مورد ATP انرژی‌زا با قند ریبوز صحیح است.

C ۱۸ ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند. (به *یوکاریوت در سؤال دقت کنید!*)

تله‌های تستی الف) درست است. دنابسپاراز طی ویرایش مانع عمل جهش می‌شود. از طرفی طی فعالیت بسپارازی، نوکلئوتیدهای یک‌فسفاته شده را به رشتهٔ در حال ساخت با پیوند فسفودی‌استر اضافه می‌کند. / ب) نادرست است. قسمت اول قبل از شروع همانندسازی است ولی قسمت دوم کار هلیکاز در شروع همانندسازی است. / ج) درست است. هر آنزیمی طی فعالیت خود انرژی فعال‌سازی واکنش را کم می‌کند. / د) نادرست است. پیوند هیدروژنی خودبه‌خود و بدون نیاز به آنزیم ایجاد می‌شود. از طرفی در دوراهی همانندسازی هم هلیکاز و هم دنابسپاراز و هم آنزیم‌های دیگر وجود دارند.

B ۱۹ ۴ در تمام نوکلئوتیدهای موجود در بدن انسان، می‌توان یک یا چند گروه فسفات متصل به قند را مشاهده کرد. (به *کلمهٔ «در» در گزینهٔ داده شده خوب دقت کنید.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت کنید هر نوکلئوتیدی قند ریبوز ندارد. برخی نوکلئوتیدها مثل نوکلئوتیدهای موجود در دنا دارای قند دئوکسی‌ریبوز می‌باشند.

نکته

جرم مولکولی دئوکسی‌ریبوز از ریبوز کمتر است زیرا یک اکسیژن کمتر دارد.

گزینهٔ (۲): هر نوکلئوتیدی در ساختار نوکلئیک اسیدها قرار نمی‌گیرد. مثلاً $NADP$ - $NADPH$ - $FADH_2$ - FAD - NAD^+ - $NADH$ - ADP - ATP این نوکلئوتیدها به صورت آزاد در یاخته وجود دارند. / گزینهٔ (۳): این مورد تنها در رابطه با ATP صحیح است. مولکول‌های نوکلئوتیدی مختلف در جاهای مختلفی می‌توانند تولید شوند.

B ۲۰ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

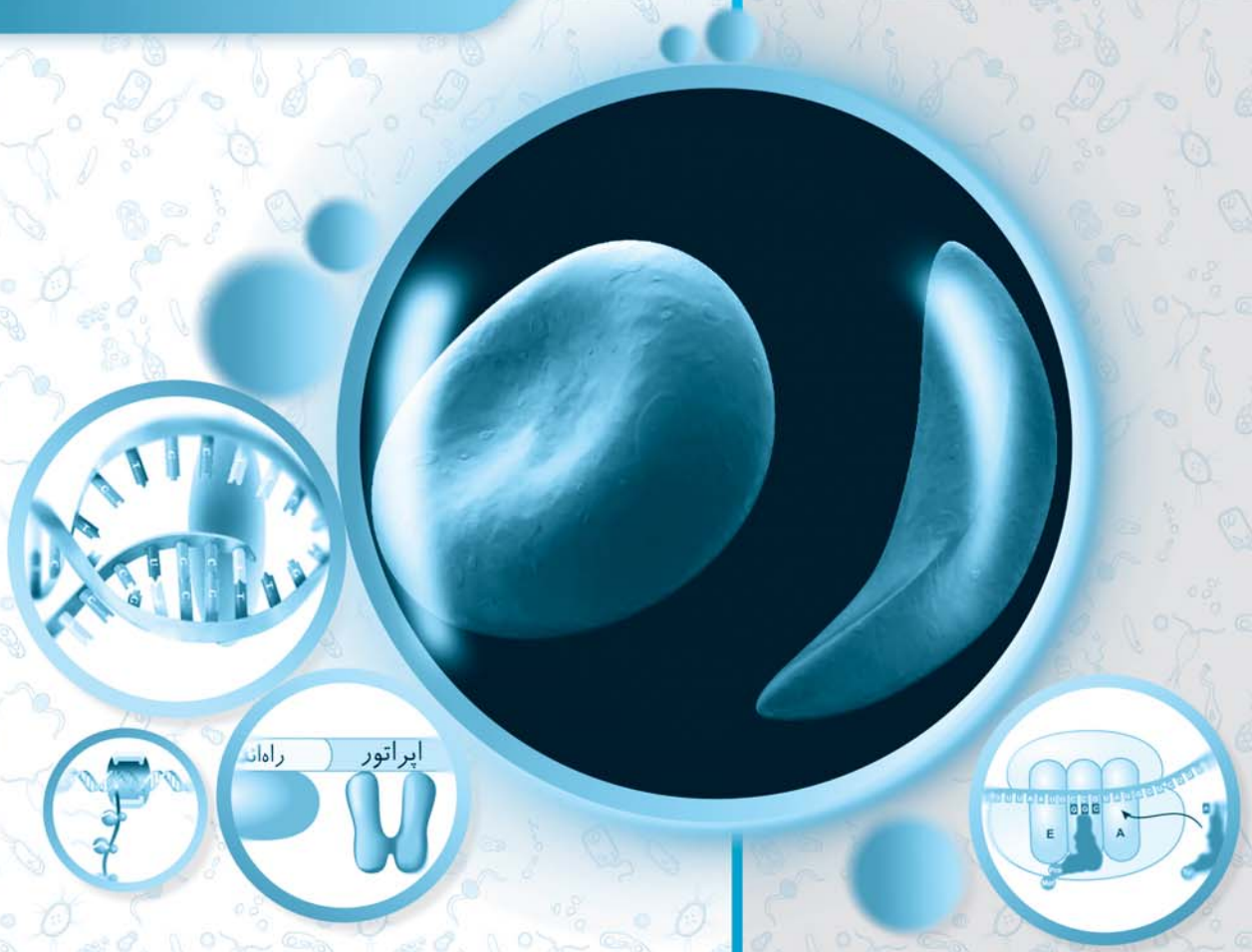
تله‌های تستی الف) درست است. این مورد ویژگی تمام آنزیم‌هاست. آنزیم‌ها، **همگی** انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهند. / ب) نادرست است. دقت کنید در دوراهی همانندسازی، آنزیم‌های متعددی مثل هلیکاز، دنابسپاراز و ... وجود دارند. / ج) نادرست است. دقت کنید هلیکاز، دو رشته دنا را از هم جدا می‌کند اما جدا شدن هیستون‌ها و باز شدن پیچ‌وتاب فامینه را مولکول‌ها و آنزیم‌های دیگری قبل از شروع همانندسازی انجام می‌دهند. / د) درست است. دنابسپاراز به دلیل خاصیت نوکلئازی که دارد، از وقوع جهش در دنا ممانعت کرده و همچنین به خاطر دارید که همهٔ نوکلئوتیدها در دنا تک‌فسفاته هستند و باید به صورت تک‌فسفاته به رشته در حال ساخت اضافه شوند!

نکته

دنابسپاراز مهم‌ترین (*نه تنها!*) آنزیمی است که سبب ساخت رشته دنای جدید می‌شود.

فصل ۲

جریان اطلاعات در یاخته



پاسخ‌های تشریحی

درسنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل دوم جریان اطلاعات در یاخته

پاسخ‌های تشریحی

همهٔ انسان‌ها در زندگی بی‌دقتی می‌کنند، ولی آدم‌های بزرگ در لحظات مهم زندگی *(مثل روزهای کنکور)* بی‌دقتی نکرده‌اند.

B ۱۲۸ ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.



تله‌های تستی الف) نادرست است. علت بیماری کم‌خونی داسی‌شکل یک **نوع جهش یا تغییر ژنی** است، **نه فام‌تنی!** چون تغییر در یک جفت نوکلئوتید در یک ژن رخ داده است. *(اشکال فام‌تنی در اثر تغییر در ساختار و تعداد فام‌تن رخ می‌دهد.)* / ب) نادرست است. در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، تغییر **بسیار جزئی ژنی**، در اثر تغییر **یک جفت** از صدها جفت نوکلئوتید در *DNA* افراد رخ داده است. / ج) نادرست است. در این بیماری تغییر بسیار **جزئی** در **ژن** رخ داده است ولی تغییر **زیادی** در شکل هموگلوبین و گویچهٔ قرمز افراد رخ داده است که از حالت گرد به داسی‌شکل درآمده است. / د) نادرست است. این بیماری رابطه بین **ژن و پروتئین** را نشان می‌دهد و بیان می‌کند که تغییر در پروتئین درون‌یاخته‌ای، می‌تواند سبب تغییر در شکل یاخته شود.

درسنامه درختی ۲۲ کم‌خونی داسی‌شکل

بیماری کم‌خونی داسی‌شکل

- نوعی بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد که به صورت Hb^SHb^S در فرد بروز می‌یابد.
- جهش ژنی جانشینی کوچک در یک جفت نوکلئوتید دارند *(فصل ۴)*.
- فقط در ششمین آمینواسید زنجیرهٔ بتای هموگلوبین با نوع طبیعی تفاوت دارند ← والین به جای گلوتامیک اسید دارند *(فصل ۴)*.
- این بیماری ارتباط بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد.
- هموگلوبین و گویچهٔ قرمز این افراد به جای گرد بودن، به صورت داسی‌شکل می‌باشد.
- افراد بیمار (Hb^SHb^S) و ناقل سالم (Hb^AHb^S) برخلاف افراد فاقد الل بیماری Hb^AHb^A، نسبت به مالاریا مقاوم هستند.
- افراد بیمار معمولاً به سن بلوغ نمی‌رسند و می‌میرند.

B ۱۲۹ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. منظور سؤال، مولکول‌های مرتبط با بیان ژن شامل دنا، رنا و پروتئین می‌باشد که همگی بسپارهایی از نوکلئوتید یا آمینواسید می‌باشند، که نیتروژن‌دار هستند. *(همواره آمینواسیدها در سر آمینی خود و نوکلئوتیدها در بازهای آلی خود، حاوی نیتروژن می‌باشند.)*

تله‌های تستی الف) نادرست است. پروتئین‌ها فاقد کربوهیدرات می‌باشند. / ب) درست است. همگی پیوند فسفودی‌استر یا پپتیدی دارند. / ج) نادرست است. پروتئین از روی رنای پیک تولید می‌شود. / د) نادرست است. دنا نقش آنزیمی ندارد.

B ۱۳۰ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند. **همانندسازی**، فرایندی است که در هر چرخهٔ یاخته‌ای که مخصوص یوکاریوت است، یک‌بار و در مرحله *S* یا سنتز *DNA* صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی الف) درست است. همانندسازی برخلاف رونویسی از محل شروع، به صورت دوجهته رخ می‌دهد و دو دوراهی همانندسازی ایجاد می‌کنند. / ب) نادرست است. واضح است که نادرست می‌باشد چون برای همانندسازی، فقط یک آنزیم بسپارازی دنابسپاراز لازم است. / ج) نادرست است. همانندسازی در اینترفاز با وجود غشای هسته رخ می‌دهد *(دقت کنید که تجزیه غشای هسته در مرحلهٔ دوم چرخهٔ یاخته‌ای، یعنی در تقسیم رخ می‌دهد)*. / د) درست است. همانندسازی *DNA*، قبل از شروع تقسیم یاخته‌ای، یعنی قبل از مرحلهٔ پروفاز که غشای هسته تجزیه می‌شود صورت می‌گیرد که این عمل بعد از طولانی‌ترین قسمت اینترفاز، یعنی پس از مرحله G_1 صورت می‌گیرد.

برو درسنامه درختی ۲۳ بخون

C ۱۳۱ ۲ همهٔ موارد به‌جز (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رونویسی فرایندی است که **در هر ژن**، همواره یکی از دو رشته *DNA* به عنوان الگو استفاده می‌شود و از روی همهٔ قسمت‌های آن رشته در آن ژن، رونویسی انجام می‌شود.

نکته

رونویسی از روی بخشی از یک **رشته دنا** صورت می‌گیرد ولی در هر ژن ناقل، آن رشته رونویسی می‌شود. در نظر داشته باشید که ژن بخشی است که از آن رونویسی می‌شود.

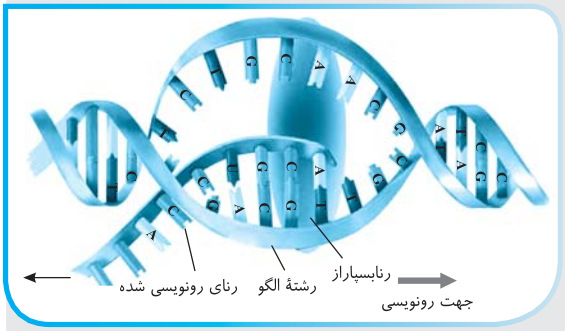


رنای در حال رونویسی

ب) نادرست است. در یک فام‌تن، در **هر ژن** یک رشته آن به عنوان الگوی رونویسی می‌باشد، ولی ممکن است همانند شکل روبه‌رو، در دو ژن ۱ و ۲ کنار هم، اولی از رشتهٔ بالایی و ژن دومی از رشتهٔ پایینی رونویسی کند. / ج) نادرست است. فرایند رونویسی، همانندسازی و ترجمه، به **آنزیم‌ها و انرژی** نیازمند است، ولی در فرایند رونویسی به مجموعه آنزیم‌ها، رنابسپاراز می‌گویند. در حالی که در همانندسازی انواعی از آنزیم‌ها با اسامی مختلف استفاده می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها هلیکاز و دنابسپاراز هستند. / د) درست است. اگر به شکل بالا توجه کنید، مشاهده می‌کنید که جهت رونویسی در ژن‌های مجاور هم، می‌تواند یکسان یا متفاوت باشد. ولی در ژن‌های دارای رونویسی هم‌جهت، رشته الگو، یکسان است *(ژن ۱ و ۳)*.

برو درسنامه درختی ۲۴ بخون

درسنامه درختی ۲۳ رونویسی و موارد مورد نیاز آن



- دنـا از ۴ نـوع نوکلئوتید تشـکیل شـده اسـت که تفاوت آن‌ها در بازهای آلی است.
- توالی ۳تایی از نوکلئوتیدها بیانگر نوعی آمینواسـید (۲۰ *نوع آمینواسید*) است.
- با ۴ نوع نوکلئوتید ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود.
- به هریک از این توالی‌های سه‌تایی (*سه‌نوکلئوتیدی*) در دنا، رمز می‌گویند.
- رونویسـی ← به ساخته شدن مولکول رنا از روی **بخشی** از یک رشتهٔ دنا می‌گویند.

نکات

- رنا نقش مولکول میانجی را دارد که اطلاعات دنا را برای ساخت پلی‌پپتید به رناتن در سیتوپلاسم انتقال می‌دهد.
- اسـاس رونویسـی شبیه همانندسازی است (*با توجه به نوکلئوتیدهای رشتهٔ دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیرهٔ رنا قرار می‌گیرند و به هم متصل می‌شوند*).
- برخلاف همانندسازی که در هر چرخهٔ یاخته‌ای یک‌بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود.
- نوکلئوتید یوراسیل‌دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین‌دار دنا قرار می‌گیرد.
- ریبوزوم به صورت کامل و فعال در هسـته وجود ندارد ولی درون میتوکندری، پلاسـت‌ها، روی شـبکهٔ آندوپلاسمی و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارند و پروتئین‌سازی می‌کنند.
- رونویسی برخلاف همانندسازی، فرایندی یک‌جهته و فاقد دوراهی می‌باشد.

آنزیم‌های مورد نیاز (تحت عنوان کلی رنابسپاراز):

- پروکاریوت ← یک نوع رنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رنا را بر عهده دارد.
- یوکاریوت:
  - رنابسپاراز ۱ ← سنتز رنای رناتنی (*rRNA*)
  - رنابسپاراز ۲ ← سنتز رنای پیک (*mRNA*)
  - رنابسپاراز ۳ ← سنتز رنای ناقل (*tRNA*)

محل فرایند:

- در سیتوپلاسم پروکاریوت‌ها انجام می‌شود.
- درون میتوکندری و کلروپلاست صورت می‌گیرد.
- در هستهٔ یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

- همانند عمل همانندسازی به صورت پیوسته صورت می‌گیرد.

رونویسی

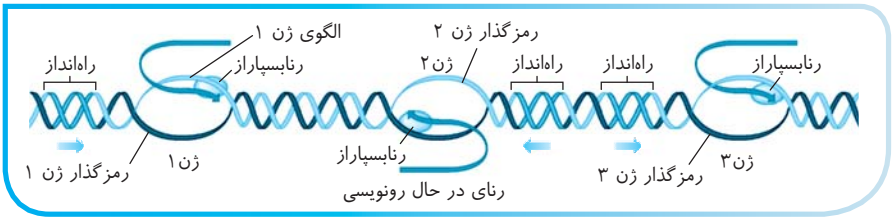
درسنامه درختی ۲۴ رونویسی از ژن(های) یک دنا

رشتهٔ الگو:

- رشته‌ای از ژن در دنا است که مکمل رنای رونویسی شده است و به آن رشتهٔ الگو می‌گویند.
- در یک مولکول دنا رشتهٔ مورد رونویسی یک ژن، ممکن است با رشتهٔ مورد رونویسی ژن‌های دیگر یکسان یا متفاوت باشد.

رشتهٔ رمزگذار:

- در یک ژن، به رشتهٔ مکمل رشتهٔ الگوی آن ژن، رشتهٔ رمزگذار گفته می‌شود.
- توالی باز آلی نوکلئوتیدهای آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشتهٔ الگوی آن ساخته می‌شود. (*فقط به جای U، باز آلی T دارد.*)
- تفاوتـی بـا رنـا در نوکلئوتیدهـای آن از نظر قنـد دارد ولی در مورد باز آلـی، فقط به جـای نوکلئوتید تیمین در دنـا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد.



در هر ژن دو نوع رشتهٔ دنا وجود دارد:

- در یک مولکول دنا، ژن‌هایی که رشتهٔ الگوی یکسانی دارند، جهت رونویسی یکسانی هم دارند (*مثل ژن ۱ و ۳*).
- اگر بین دو ژنی که از هم فاصله دارند و بین آن‌ها توالی بین‌ژنی وجود دارد، راه‌اندازی وجود نداشته باشد (*مثل ژن ۱ و ۲*) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است ← رشتهٔ الگوی متفاوت دارند.
- اگر بین دو ژن، دو راه‌انداز وجود داشته باشد (*مثل ژن ۲ و ۳*) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است ← رشتهٔ الگوی متفاوت دارند.
- اگر بین دو ژن، یک راه‌انداز وجود داشته باشد ← جهت رونویسی یکسانی دارند ← رشتهٔ الگوی یکسانی نیز دارند.

C ۱۳۲ ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. هر آنزیمی، سبب کاهش انرژی فعال‌سازی می‌شود. / ب) نادرست است. هر آنزیم رنابسپاراز پروکاریوتی و یوکاریوتی، عمل رونویسی را از روی DNA انجام می‌دهد و برای دئوکسی‌ریبونوکلئوتیدهای درون رشته‌های دنا، جایگاه فعال مکمل دارد. / ج) درست است. هر پروتئینی، از روی رمزه‌های روی mRNA ساخته یا ترجمه می‌شود. اگر سؤال را به خوبی بخوانید، به راحتی متوجه درستی (ج) می‌شوید؛ چون محصول رنابسپاراز ۲، مولکول mRNA می‌باشد که از روی آن پروتئین‌های مختلف از جمله انواع رنابسپاراز و ... ساخته می‌شود ولی فرآورده یا محصول رنابسپاراز ۱ مولکول rRNA بوده که در ساختار رناتن شرکت دارد. / د) درست است. هر پروتئینی (*از جمله رنابسپاراز*) همانند هر tRNA، دارای تاخوردگی و پیوند هیدروژنی می‌باشد.

B ۱۳۳ ۴ در مرحلهٔ آغاز رونویسی، راه‌انداز، قبل از ژن شناسایی می‌شود؛ ولی جدا شدن رنا از دنا رخ نمی‌دهد.

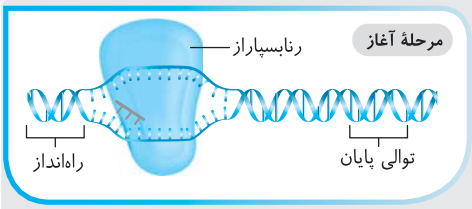
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این مرحله، رنابسپاراز روی ژن و راه‌انداز حرکت می‌کند و رنای کوچکی می‌سازد. / گزینهٔ (۲): در هر مرحلهٔ رونویسی سه نوع بسپاراز، رنابسپاراز، رنا و دنا وجود دارد. / گزینهٔ (۳): چون واکنش از نوع آنزیمی است، پس انرژی فعال‌سازی کاهش می‌یابد.

درسنامه درختی ۲۵ مرحلهٔ آغاز رونویسی

(رونویسی (پروکاریوتی، هسته‌ای، اپران)

مرحلهٔ آغاز

۱) رنابسپاراز توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دنا به نام راه‌انداز برای رونویسی ژن از محل صحیح خود شناسایی می‌کند ← آنزیم روی هر دو رشتهٔ دنا قرار می‌گیرد.
۲) راه‌انداز موجب می‌شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب به‌طور دقیق پیدا و تولید رنا را از آنجا آغاز کند.
۳) RNA پلیمراز (*رنابسپاراز*)، بخش **کوچکی** از مولکول دنا را باز می‌کند.
۴) نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با قند ریبوز روبه‌روی رشتهٔ الگوی دنا قرار می‌گیرند.
۵) دو فسفات نوکلئوتید جدید با شکستن پیوند اشتراکی جدا می‌شود و سپس به نوکلئوتید قدیم با پیوند فسفودی‌استر متصل می‌شود.
۶) زنجیرهٔ **کوتاهی** از رنا در این مرحله ساخته می‌شود و مقدار نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با قند ریبوز در یاخته کم می‌شود.
۷) در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شکسته و بین رنا و دنا تشکیل می‌شود.
۸) در این مرحله، پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید شکسته می‌شود و مقدار فسفات‌های آزاد یاخته زیاد می‌شود.
۹) در این مرحله، تعداد کمی پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای ریبوزدار متصل می‌شود.



C ۱۳۴ ۱ موارد (ب)، (ج) و (د) در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی صورت نمی‌گیرد.

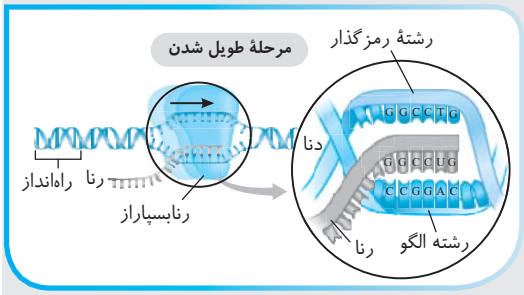
نکته اولین مرحله‌ای از رونویسی که بخشی از RNA در حال ساخت، از DNA الگو جدا می‌شود، همان **مرحلهٔ طویل شدن** یا **دوم** رونویسی می‌باشد. در این مرحله، حباب رونویسی می‌تواند شامل پنج نوع باز آلی در دنا و رنا باشد (درستی الف) ولی بارها گفتیم که این حباب و باز شدن پیوند هیدروژنی تا انتهای توالی پایان رونویسی رخ می‌دهد؛ ولی در مرحلهٔ طویل شدن این عمل تا ابتدای توالی پایان صورت می‌گیرد (نادرستی ب). جدا شدن رنابسپاراز از DNA و RNA نیز در آخر مرحلهٔ پایان رونویسی رخ می‌دهد (نادرستی ج) و قسمت حذف رونوشت میانه‌ها نیز، بعد از پایان رونویسی و برای پیرایش و بلوغ RNAها رخ می‌دهد (نادرستی د).

درسنامه درختی ۲۶ مرحلهٔ طویل شدن رونویسی

(رونویسی (پروکاریوتی، هسته‌ای، اپران)

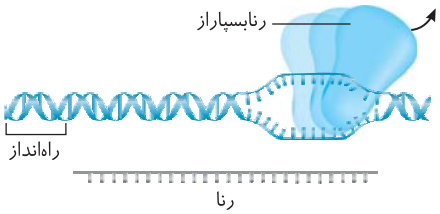
مرحلهٔ طویل شدن

۱) رنابسپاراز ساخت رنا را ادامه می‌دهد.
۲) دو رشتهٔ دنا در جلوی آن باز و RNAسازی ادامه می‌یابد و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنای در حال تولید از دنا جدا می‌شود.
۳) دو رشتهٔ دنا مجدداً با تشکیل پیوند هیدروژنی به هم می‌پیوندند.
۴) در این مرحله پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا، هم تشکیل و و هم شکسته می‌شود.
۵) بیشترین پیوند فسفودی‌استر رنا در این مرحله تشکیل می‌شود.
۶) شروع جداسازی رنای در حال ساخت از رشتهٔ دنای الگو از این مرحله می‌باشد.



B ۱۳۵ ۳ موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی منظور سؤال مرحلهٔ **همانندسازی و رونویسی** می‌باشد که اساس این دو فرایند شباهت زیادی به هم دارد. چون الگوی هر دو فرایند، مولکول DNA می‌باشد، پیش‌ماده و فرآورده آن‌ها، ساختار نوکلئوتیدی از DNA و یا RNA دارند؛ ولی نقش آنزیمی، مخصوص رنا و پروتئین است. (نادرستی الف و درستی ب). در هر دو فرایند پیوند هیدروژنی شکسته و تشکیل می‌شود؛ ولی دقت کنید که در فرایند رونویسی، پیوند هیدروژنی بین دو رشته DNA وقتی شکسته شد و رونویسی انجام شد، دوباره بین همان دو رشته دنای مادر، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود ولی در همانندسازی پیوند هیدروژنی جدیدی بین یک رشته الگو و یک رشته DNA جدید برقرار می‌شود (نادرستی د). استفاده از رناتن مخصوص عمل ترجمه می‌باشد و در دو فرایند رونویسی و همانندسازی نیاز مستقیمی به رناتن نیست (درستی ج).



C ۱۳۶ ۳ فقط عبارت (د) رخ می‌دهد و سه تای دیگر انجام نمی‌شود. این از اون سؤالاتی است که بیشتر به دلیل اینکه گزینه‌ها را تند می‌خوانید دچار بی‌دقتی می‌شوید!!

◄ منظور از محصول مورد نظر، **رنای پیک** و مرحلهٔ مورد نظر، **مرحلهٔ پایان رونویسی** است.

◄ با توجه به شکل مقابل، در مرحلهٔ سوم یا پایانی رونویسی پس از شناسایی و رونویسی توالی پایان رونویسی، ابتدا رنای ساخته شده جدا می‌شود و سپس رنابسپاراز از دو رشته *DNA* خارج می‌شود (دلیل درستی د).

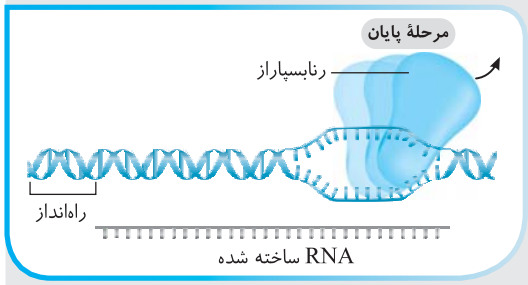
تله‌های تستی الف) فقط کافیه خطای چشم نداشته باشی و این عبارت را راحت رد کنی! در مراحل رونویسی **دنابسپاراز** نقشی ندارد و این **رنابسپاراز** است که با شناسایی توالی‌های ویژه پایانی از *DNA*، سبب رونویسی می‌شود. / ب) توالی پایان رونویسی قسمتی از دنا است و برحسب شکل کتاب درسی که مشاهده می‌کنید، رونویسی می‌شود و رونوشت آن در رنا قرار می‌گیرد؛ ولی محصول این سؤال *mRNA* یا رنای پیک است (نه *tRNA*!). / ج) در رونویسی فقط یک رشته هر ژن، الگو می‌باشد و رشته دیگر مکمل یا رمزگذار است، ولی در همانندسازی هر دو رشته *DNA* به عنوان الگو معرفی می‌شود.

درسنامه درختی ۲۷ مرحلهٔ پایان رونویسی

مراحل رونویسی (فرایندی پیوسته)

مرحلهٔ پایان

- در دنا توالی‌های ویژه‌ای به نام **پایان رونویسی** وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می‌شود.
- توالی پایان نیز توسط رنابسپاراز رونویسی می‌شود.
- رنای تولید شده ابتدا از دنا و رنابسپاراز جدا می‌شود.
- آنزیم از مولکول دنا جدا می‌شود.
- دو رشتهٔ دنا با پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.
- همانند مرحلهٔ قبل پیوندهای هیدروژنی بین رنا و دنا هم تولید و هم تخریب می‌شوند.



- فقط در مرحلهٔ آغاز، پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا تجزیه نمی‌شود.
- در هر سه مرحله، شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید و تشکیل پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر صورت می‌گیرد.
- رنابسپاراز برخلاف دنابسپاراز، قدرت ویرایش و تجزیهٔ پیوند فسفودی‌استر ندارد.

C ۱۳۷ ۴ فقط مورد (د) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در هر سه مرحلهٔ رونویسی، باز شدن پیوند هیدروژنی بین دو رشته *DNA* انجام می‌شود؛ ولی جدا شدن *RNA* در حال ساخت از دنا با شکستن پیوندهای هیدروژنی در مراحل طویل شدن و پایان رونویسی رخ می‌دهد (*در هر مرحلهٔ رونویسی، شکستن پیوند هیدروژنی صورت می‌گیرد*). / ب) نادرست است. در مرحله طویل شدن و پایان رونویسی، شناسایی راه‌انداز، در بخش تنظیمی ژن صورت نمی‌گیرد؛ ولی فقط در مرحلهٔ پایان می‌توان شناسایی توالی پایان رونویسی را مشاهده کرد. / ج) نادرست است. در مراحل آغاز و طویل شدن، رنابسپاراز از *DNA* جدا نمی‌شود؛ ولی جدایی رنا از دنا فقط در مرحلهٔ طویل شدن و پایانی رخ می‌دهد. / د) درست است. در مراحل طویل شدن و پایانی، دو رشته *DNA* دوباره می‌توانند در محل‌هایی به هم متصل شوند؛ ولی در مرحلهٔ آغاز این اتفاق رخ نمی‌دهد در حالی که در مرحلهٔ آغاز، زنجیره کوتاهی از *RNA* ساخته می‌شود که این رنا می‌تواند دارای نقش آنزیمی یا کاتالیزور زیستی باشد.

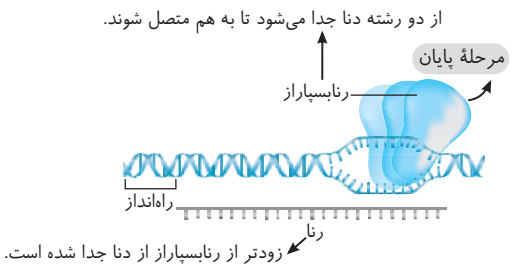
ایستگاه ۸

پیوندهایی که در هر مرحله از رونویسی تولید یا تجزیه می‌شوند

مرحله	شناسایی راه‌انداز	تشکیل *RNA* با فسفودی‌استر	جدا شدن بخشی از *RNA* از *DNA* (باز شدن پیوند هیدروژنی)	تجزیه پیوند فسفودی‌استر	تشکیل پیوند هیدروژنی *RNA* با *DNA*	تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو رشته *DNA*	باز شدن پیوند هیدروژنی دو رشته *DNA*	تجزیه پیوند بین فسفات‌ها
آغاز	+	+ (کم)	−	−	+	−	+	+
طویل شدن	−	+ + + (زیاد)	+ +	−	+ + +	+ + +	+ + +	+ +
پایان	−	+	+	−	+	+	+	+

B ۱۳۸ ۱ سؤال در مورد ساخت رنای آنزیمی در یوکاریوت‌هاست. در مراحل مختلف رونویسی، آنزیم رنابسپاراز با فعالیت مشابه آنزیم هلیکاز، دو رشتهٔ دنا را از هم جدا می‌کند و همانند دنابسپاراز، به تولید رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در گیاه مورد مطالعه داروین سه نوع رنابسپاراز وجود دارد که هرکدام راه‌انداز ژن‌های مخصوص به خود را پیدا می‌کنند. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی، در بخشی از طول حباب رونویسی، به رناتن نیازی نیست (*با فرایند ترجمه اشتباه نگیرید!*). / گزینهٔ (۴): طبق شکل کتاب، برقراری آخرین پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا پس از جدا شدن رنابسپاراز رخ می‌دهد.



A ۱۳۹ ۲ در این سؤال باید اولاً دقت کنید که توالی پایان رونویسی روی ژن است، که خود ژن، روی *DNA* قرار دارد و حاوی قند دئوکسی‌ریبوز و باز آلی تیمین می‌باشد. ثانیاً باید دقت کنید که این توالی، بخش انتهایی هر ژن است که رونویسی می‌شود و رونوشت آن روی *RNA* قرار می‌گیرد. پس بین توالی پایان رونویسی و رونوشت آن در *RNA* ، رابطهٔ مکملی برقرار می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این توالی رونویسی می‌شود. / گزینهٔ (۳): همانندسازی در یک مرحله از چرخه یاخته‌ای رخ می‌دهد (*برخی ژن‌ها هم غیرفعال هستند و کلاً بیان نمی‌شوند*). / گزینهٔ (۴): فقط ژن‌های مسئول ساخت رنای پیک، توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شوند.

B ۱۴۰ ۴ منظور سؤال **توالی‌های راه‌انداز و پایان رونویسی** می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. یکی از این دو توالی که راه‌انداز است، رونویسی نمی‌شود؛ ولی در فرایند رونویسی مسئول نشان دادن نقطهٔ شروع می‌باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. راه‌انداز در مرحلهٔ آغاز و توالی پایان در مرحلهٔ پایان رونویسی، شناسایی می‌شوند. شروع جدا شدن بخشی از *RNA* در حال ساخت از *DNA* **از مرحلهٔ طویل شدن** می‌باشد، که در این مرحله شناسایی این دو توالی صورت نمی‌گیرد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. جدایی کامل *RNA* از *DNA* در مرحلهٔ پایان رونویسی اتفاق می‌افتد، که در این مرحله فقط شناسایی توالی پایان رونویسی رخ می‌دهد.

نکته
در مورد درستی گزینهٔ (۴) دقت کنید که در فرایند همانندسازی، هر دو رشتهٔ دنا در هر قسمتی می‌تواند الگویی برای فعالیت دنابسپاراز باشد.

A ۱۴۱ ۴ در این سؤال ابتدا باید دقت کنید که در متن سؤال توالی **رشتهٔ رمزگذار** آمده است. از روی رشتهٔ رمزگذار، رونویسی انجام نمی‌شود بلکه از روی رشتهٔ مقابل آن که الگوی ساخت *RNA* می‌باشد، رونویسی انجام می‌شود. حالا بریم سراغ توالی، وقتی توالی رشتهٔ رمزگذار *ATGCTA* می‌باشد، الگوی ساخت *RNA* آن، رشته مکمل آن یا *TACGAT* می‌باشد و از روی آن *tRNA*ای با توالی *AUGCUA* ساخته می‌شود. **در این *RNA* سه ریبونوکلئوتید پورین‌دار با بازهای *G* ، *A* و *A* وجود دارد** (درستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رشته الگوی ساخت *tRNA* روی مولکول *DNA* می‌باشد و فاقد باز آلی *U* می‌باشد. / گزینهٔ (۲): *tRNA* ساخته شده توالی *AUGCUA* دارد، چون از روی رشته رمزگذار رونویسی انجام نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): الگوی ساخت توالی هر رشته *DNA*، باز هم رشته‌ای از *DNA* بوده است که در حین همانندسازی ایجاد شده است، که آن رشته نیز فاقد قند ریبوز می‌باشد و دئوکسی ریبونوکلئیک دارد نه ریبونوکلئیک‌اسید!!

B ۱۴۲ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) رخ می‌دهد.

تله‌های تستی الف) درست است. در رونویسی ژن‌های یوکاریوت که ساخت **پروتئین** را در دستور کار دارند، **رنابسپاراز ۲** فعال است (*پس هیچ عاملی از جمله شکستن پیوند هیدروژنی توسط این آنزیم صورت نمی‌گیرد. کسانی که با دیدن رنابسپاراز ۱ این عبارت را رد کردند، الان می‌فهمند که باید عبارت را تا آخر بخوانند*). / ب) نادرست است. بین نوکلئوتیدهای رنا و دنا، فقط پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود (*نه اشتراکی*). / ج و د) درست هستند. هر آنزیم وظیفهٔ کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش را دارد و در آخر طی واکنش دست‌نخورده باقی می‌ماند.

B ۱۴۳ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح است. تجزیهٔ پیوند فسفودی‌استر به عنوان ویرایش، فقط در همانندسازی *DNA* صورت می‌گیرد؛ ولی در رونویسی این اتفاق نمی‌افتد. رونویسی سه مرحله دارد که در هر سه مرحله، باز شدن پیوند هیدروژنی و تشکیل آن رخ می‌دهد. مثلاً در هر سه مرحله بین *RNA* و *DNA* پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. در مرحلهٔ دوم و سوم، بین *RNA* و *DNA* پیوند هیدروژنی شکسته می‌شود. در مرحلهٔ دوم و سوم بین دو رشته *DNA* دوباره پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود و در همهٔ مراحل پیوندهای هیدروژنی دو رشته *DNA* نیز شکسته می‌شود (درستی ب).

تله‌های تستی الف)نادرست است. پیوند اشتراکی فسفودی‌استری بین فسفات و قند برقرار می‌شود. / ج) درست است. همواره برای رونویسی، هر نوکلئوتیدی که اضافه می‌شود، ابتدا دو گروه فسفات آن آزاد می‌شود (*از آنجایی که ستارهٔ دریایی یوکاریوت است و یاخته‌هایش هسته دارند، مقدار فسفات‌های آزاد درون هسته آن زیاد می‌شود*). / د) نادرست است. توالی‌های غیرقابل رونویسی، در مرحلهٔ اول (*آغاز*) و برای توالی راه‌انداز رخ می‌دهد ولی در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن *RNA*، هر توالی از *DNA* الگو که شناسایی می‌شود، قطعاً رونویسی می‌شود. در آخر در مرحلهٔ پایانی، توالی پایان نیز رونویسی می‌شود.

B ۱۴۴ ۴ در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی، با جلو رفتن حباب، تعدادی پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا شکسته می‌شود و بخش اولیه رنا از دنا جدا می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): شناسایی راه‌انداز مخصوص مرحله آغاز است. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ پایان تعدادی پیوند فسفودی‌استر برای تشکیل رونوشت جایگاه پایان تشکیل می‌شود. / گزینهٔ (۳): اولین جدا شدن فسفات‌ها مربوط به نوکلئوتید اولی است که رونویسی می‌شود؛ ولی پیوند فسفودی‌استر با ورود نوکلئوتید دوم برقرار می‌شود.

B ۱۴۵ ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح هستند. همهٔ انواع آنزیم‌های رنابسپاراز و آنزیم دنابسپاراز می‌توانند نوکلئوتیدهای مکمل توالی *TAA* را در مقابل آن قرار دهند.

تله‌های تستی الف) درست است. آنزیم‌های رنابسپاراز و دنابسپاراز پروتئین هستند و همهٔ پروتئین‌ها توسط رناتن‌ها تولید می‌شوند. رناتن‌ها حاوی دو نوع بسپار ریبونوکلئیک اسید و پروتئین هستند. / ب) نادرست است. در مورد آنزیم دنابسپاراز صادق نیست، چرا که در مقابل نوکلئوتیدهای حاوی دئوکسی‌ریبوز، نوکلئوتیدی با قند دئوکسی‌ریبوز قرار می‌دهد. / ج) درست است. آنزیم‌های رنابسپاراز و دنابسپاراز، پروتئینی هستند و در ساختار دوم و سوم خود پیوند هیدروژنی دارند. / د) نادرست است. دنابسپاراز در عمل ویرایش، قدرت شکستن پیوند فسفودی‌استر دارد.

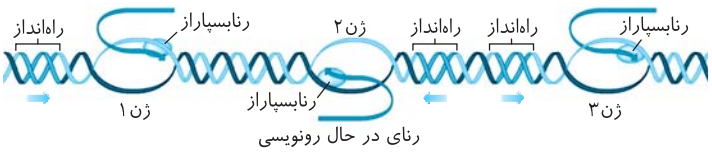
A ۱۴۶ ۱ فقط عبارت (ج) نادرست است.

برخی از *rRNA*ها، **محصولی با فعالیت آنزیمی و دارای جایگاه فعال با ساختار سه‌بعدی است، که مستقیماً از روی ژن ساخته می‌شود.**

◀ در مورد عبارت (د) دقت کنید که ساخت زیرواحدهای بزرگ و کوچک رناتن، درون هسته با تجمع *rRNA* و پروتئین صورت می‌گیرد؛ ولی شکل کامل و فعال رناتن در سیتوپلاسم وجود دارد. عبارت‌های (الف) و (ب) نیز خط کتاب هستند و صحیح می‌باشند. (*دقت کنید که بیشتر از آمینواسیدها بیش از یک رمز وراثتی دارند، ولی واژهٔ برخی برای مقدار کم و زیاد به کار می‌رود.*)

C ۱۴۷ ۱ فقط مورد (ب) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. **در هر ژن**، همیشه **یک** رشته به عنوان الگو برای ساخت *RNA* و یک رشته نیز به عنوان رشتهٔ رمزگذار یا مکمل می‌باشد (*توالی بازهای آلی رشتهٔ رمزگذار، بجز در تفاوت بین بازآلی T با U ، در سایر موارد، مشابه توالی RNA در حال ساخت می‌باشد*). / ب) نادرست است. با توجه به شکل زیر، می‌توانید مشاهده کنید که در یک مولکول *DNA* موجود در یک فام‌تن، در ژن‌های مجاور هم، ممکن است رشته الگو در یک ژن، رشته بالایی *DNA* باشد؛ ولی در ژن مجاور، رشته الگو، رشته پایینی و با جهت رونویسی مخالف باشد. / ج) درست است. در هر ژن، یک رشتهٔ آن یا الگو و یا رمزگذار است. / د) درست است. اگر جهت رونویسی دو ژن در یک فام‌تن، یکسان باشد، قطعاً رشتهٔ الگوی آن‌ها یکسان است و دو راه‌انداز بین آن‌ها نمی‌باشد.



رنای در حال رونویسی

A ۱۴۸ ۱ فقط مورد (د) صحیح است. در یک ژن که دو رشته DNA دارد، همواره یک رشته به عنوان الگوی ساخت RNA می‌باشد و رشتهٔ دیگر را رشته مکمل یا رمزگذار می‌گویند. دقت کنید که هیچ‌گاه از روی هر دو رشته یک ژن، رونویسی و ساخت RNA صورت نمی‌گیرد.

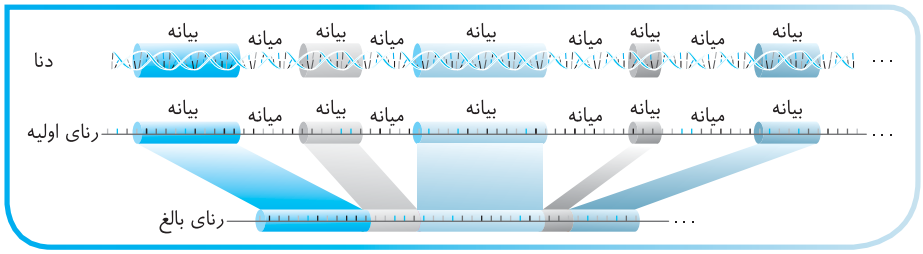
B ۱۴۹ ۴ همهٔ موارد نادرست هستند. برخی از مولکول‌های **رنا** دارای خاصیت آنزیمی هستند که در یاخته‌های یوکاریوت ممکن است در هسته، میتوکندری یا کلروپلاست تولید شوند. در همهٔ این محل‌ها برای تولید مولکول رنا، نوعی آنزیم رنابسپاراز به بخشی از مولکول دنا متصل می‌شود.

تله‌های تستی الف) در مورد رناهای هسته صحیح است. / ب) بررسی ساختارهای اول تا چهارم در مورد آنزیم‌های پروتئینی صحیح است. / ج) تنها در مورد رناهای هسته صحیح است. / د) رنا از روی دنا با قند دئوکسی‌ریبوز ساخته می‌شود.

درسنامه درختی ۲۸ تغییرات رنا در یوکاریوت‌ها

در یوکاریوت‌ها، رنای ساخته شده در هسته با رنای فعال سیتوپلاسمی آن، تفاوت‌هایی دارد.

انواع
- تغییرات در حین رونویسی
- تغییرات پس از رونویسی
  - **پیرایش** یکی از این تغییرات است که بخش‌هایی از مولکول‌های رنای پیک به نام رونوشت‌های اینترون حذف می‌شوند.
  - اتصال برخی رناهای کوچک به رنای پیک برای جلوگیری از فعالیت ترجمهٔ ریبوزوم‌ها (*رناتن‌ها*)



تغییرات رنای پیک

رنای ساخته شده در رونویسی هستهٔ یوکاریوت‌ها با رنایی که در سیتوپلاسم آن‌ها وجود دارد، تفاوت‌هایی دارد.

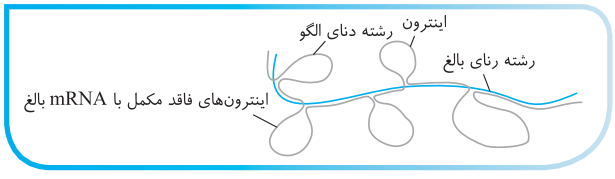
در **بعضی** ژن‌ها مشاهده می‌شود که RNA پیک سیتوپلاسمی از نمونهٔ هسته‌ای آن کوتاه‌تر است.

در حقیقت برخی قسمت‌های رونویسی شده، در هسته طی فرایندی به نام پیرایش حذف می‌شوند.

محققین با مجاور قرار دادن
- رنای پیک اولیهٔ رونویسی شدهٔ هسته با رشتهٔ الگوی آن در دنا ← متوجه شدند که کاملاً مکملند و به هم متصل می‌شوند.
- رنای پیک بالغ سیتوپلاسمی با رشتهٔ الگوی آن در دنا
  - متوجه شدند که برخی قسمت‌های دنا به صورت حلقه درمی‌آیند و مکمل نیستند.
  - به قسمت‌های حلقه شدهٔ دنا، توالی‌های اینترون یا میانه می‌گویند.

نکات پیرایش رنای پیک

تعاریف
- اینترون (*میانه*) ← بخشی از ژن در مولکول دنا که رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است.
- اگزون (*بیانه*) ← سایر بخش‌های ژنی مولکول دنا که رونوشت آن‌ها حذف نمی‌شود.
- رنای نابالغ یا اولیه ← رنای رونویسی شده از رشتهٔ الگو که در ابتدا دارای رونوشت‌های میانه و بیانهٔ دنا است.
- رنای بالغ ← رنایی است که فقط رونوشت‌های اگزون یا میانه دارد.



برای حذف هر رونوشت اینترون، دو پیوند فسفودی‌استر در رنای پیک اولیه شکسته می‌شود و یکی بین رونوشت‌های اگزون مجاور ایجاد می‌شود.

اینترون‌ها و اگزون‌ها، توالی‌هایی از یک ژن با اندازه‌های متفاوت می‌باشند.

تمام نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی اینترون و اگزون، رونویسی می‌شوند ولی سپس، تمام بخش‌های رونوشت اینترون‌ها با پیرایش حذف می‌شوند.

عمل پروتئین‌سازی از روی بخش‌هایی از اگزون‌های باقی‌مانده در رنای پیک بالغ صورت می‌گیرد.

C ۱۵۰ ۴ فقط مورد (ب) صحیح است و سایر عبارات، جمله را نادرست تکمیل می‌کنند.

نکته
هنگامی که mRNA از هسته خارج شد، بدین معناست که رونوشت میانه آن پیرایش یافته است! پس اصلاً در سیتوپلاسم mRNA دیگه، رونوشت میانه نداره! رونوشت بیانه هم فقط از رمز آغاز تا پایان اون ترجمه می‌شه، نه همهٔ قسمت‌هاش (*از اون بی‌دقتی‌ها کم کردیم!!*) (نادرستی الف).

◀ دقت کنید که میانه و بیانه بخش‌هایی از DNA هستند که رونوشت آن‌ها طی رونویسی در mRNA اولیه درون هسته دیده می‌شود، ولی mRNA بالغ موجود در سیتوپلاسم همه رونوشت‌های بیانه را دارد (نادرستی ج و د).

B ۱۵۱ ۱ هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی که حاوی نوکلئوتید آدنین است، نوعی مولکول رنای خطی یا دنای خطی یا حلقوی (*در راکیزه*) می‌باشد. همواره برای ساخت رنا یا دنا، نوعی آنزیم بسپاراز، باید از یک رشته مولکول الگو یا بخشی از ژن، فعالیت همانندسازی یا رونویسی خود را انجام دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): همهٔ رناها یا دناها الزاماً هر چهار نوع باز آلی را ندارند. / گزینهٔ (۳): در tRNA می‌توان پیوند هیدروژنی را در یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی مشاهده کرد. / گزینهٔ (۴): دنای درون میتوکندری این یاختهٔ حلقوی است و دو سر آزاد ندارد.

A ۱۵۲ ۴ ایوری روی باکتری‌ها آزمایش کرد که در این جانداران، **فقط یک نوع رنابسپاراز** وجود دارد که می‌تواند انواع مختلفی از RNA را از ژن‌های مختلف DNA رونویسی کند. از طرفی، رناتن از پروتئین رناتنی نیز ساخته شده است که mRNA مورد نیاز ساخت آن را، همان نوع رنابسپارازی می‌سازد که rRNA ساخت رناتن را ساخته است (درستی گزینهٔ (۴)).

نکته
۰۱ گریفیت از باکتری و موش استفاده کرد؛ که گزینهٔ (۱) در مورد موش صدق نمی‌کند.
۰۲ جاندار مورد مطالعه داروین در نورگرایی، گیاهان، یعنی **یوکاریوت‌ها** بودند که هر نوع RNA آن‌ها توسط یک نوع رنابسپاراز خاص آن تولید می‌شود ولی قدرت نوکلئازی و ویرایش ندارند (نادرستی گزینهٔ (۲)).
۰۳ یک رنابسپاراز در هیچ جانداری نمی‌تواند **هم‌زمان** از روی یک ژن دو نوع RNA مختلف بسازد (*ایول مچینکو روی کارو ستاره دریایی یوکاریوت آزمایش کرد و پی به وجود بیگانه‌خوارها برد*) (*فصل ۵ یازدهم*) (نادرستی گزینهٔ (۳)).

B ۱۵۳ ۴ میانه یا اینترون قطعاتی هستند که از دنا ایجاد می‌شوند و در صورت کنار هم قرار دادن دنا و رنای پیک بالغ، به صورت حلقه پدیدار می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برای یک ژن خاص (*نه در حالت کلی و برای همهٔ ژن‌های یک رنا*)، رونویسی همیشه و فقط از یکی از دو رشتهٔ دنا صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): توجه کنید توالی‌های بیانه و میانه، توالی‌هایی از دنا محسوب می‌گردند و در روند بلوغ رناهای پیک، **رونوشت میانه** حذف می‌گردد، نه خود میانه! / گزینهٔ (۳): در فرایند رونویسی، دو رشتهٔ توالی راه‌انداز به‌طور کامل باز نمی‌گردند، بلکه این توالی، مکان آغاز رونویسی را به آنزیم رنابسپاراز نشان می‌دهد.

B ۱۵۴ ۴ همهٔ موارد نادرست است. دقت کنید بخش‌های حلقه‌مانند (A)، همان بخش‌های میانه‌ای در دنا می‌باشد و بخش مکملی در مولکول رنای **بالغ** ندارند. بخش B نیز یک رونوشت بیانه یا اگزون را نشان می‌دهد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. B رونوشت بیانه (*اگزون*) است. / ب) نادرست است. از آنجا که پیرایش فقط مخصوص یوکاریوت‌هاست، پس همگی در هسته تولید می‌شوند. / ج) نادرست است. رونوشت A، حذف شده است و به این دلیل A به صورت حلقه درآمده است (*A خودش رونوشت نیست*). / د) نادرست است. برخی توالی‌های اگزون در ترجمه نقش دارند.

B ۱۵۵ ۲

رونویسی هم‌زمان از ژن‌ها

ایستگاه ۹

◀ در رونویسی، هم‌زمان چند رنابسپاراز از یک ژن، چند RNA **یکسان** از روی آن ساخته می‌شود. در این عمل، هر آنزیمی که به نقطهٔ پایان نزدیک‌تر باشد، طول RNA آن **بلندتر** می‌باشد؛ ولی در آخر رونویسی همه مانند هم یک نوع RNA می‌شوند.

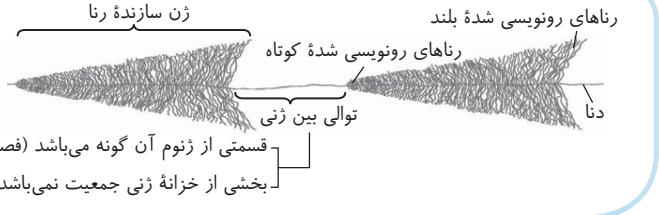
◀ ولی در پرسش بالا در تست گفته **چند ژن**؟ پس چون باکتری یک نوع رنابسپاراز دارد گزینهٔ (۱) نادرست است، از آنجایی که چند ژن مطمئناً دستورالعمل ساخت **چند RNA متفاوت** دارند (*چون ژن‌ها اختصاصی عمل می‌کنند*) پس گزینهٔ (۲) درست است. مثلاً ممکن است یک ژن mRNA بسازد و ژن بعدی tRNA بسازد (*تازه اگه همهٔ ژن‌ها هم mRNA بسازند، باز هم مثل هم اطلاعات مشابه که ندارند!!*).

◀ اگر پرسش در مورد یوکاریوت‌ها بود بهترین گزینه چی بود؟ باید **چند** رنابسپاراز و **چند** RNA را انتخاب می‌کردید؟ چرا؟ جلوتر می‌فهمی...

درسنامه درختی ۲۹ شدت و میزان رونویسی

شدت و میزان رونویسی

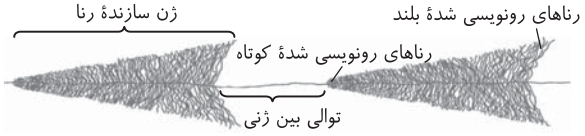
- میزان رونویسی از یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فرآورده‌های حاصل آن بستگی دارد.
- مثال: ژن‌های سازندهٔ رنای رناتنی در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال‌اند ← این یاخته‌ها باید rRNA زیادی بسازند.
- ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن باعث می‌شود که در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازهٔ رناها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده شود.
- در رونویسی هم‌زمان تعداد زیادی از یک نوع رنا از یک ژن، رناهایی که اندازهٔ بلندتری دارند به توالی پایان نزدیک‌ترند.
- در شکل زیر هر دو ژن دارای رشتهٔ الگو و رمزگذار یکسانی روی دنا می‌باشند چون جهت رونویسی یکسانی دارند.



B ۱۵۶ ۲ منظور سؤال، ژن‌های سازندهٔ رنای رناتنی (*rRNA*) می‌باشد که در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعالند (*البته چون متن کتاب درسی است در کنکور به ژن‌های دیگر کاری نداریم!*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در باکتری‌ها توسط رنابسپاراز پروکاریوتی ساخته می‌شود. / گزینهٔ (۲): درست است. رنای رناتنی در هر زیرواحد کوچک و بزرگ رناتن وجود دارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. این رناها توسط میکروسکوپ الکترونی دیده می‌شوند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. ژن *rRNA* ساز، میانه و بیانه ندارد (*این اصطلاحات و رونوشت آن‌ها ویژهٔ رنای پیک است*).

B ۱۵۷ ۴ شکل مقابل، بیانگر رونویسی هم‌زمان و متعدد از دو ژن مجاور هم می‌باشد، که در یوکاریوت‌ها بین آن‌ها توالی بین ژنی نیز وجود دارد. در این شکل **چند رنابسپاراز** که می‌توانند از **یک نوع یا دو نوع** باشند، در حال ساخت **دو نوع *RNA*** می‌باشند (*این دو نوع *RNA* توالی متفاوتی دارند، که ممکن است یکی *RNA* پیک و دیگری *RNA* نامحل یا رناتنی باشد و توسط دو نوع رنابسپاراز ایجاد شوند و یا ممکن است دو نوع *mRNA* مختلف باشند که هر دو را رنابسپاراز ۲ می‌سازد*). به هر حال **بهترین گزینه** (۳) می‌باشد.



پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۱۵۸ ۳ همان‌طور که می‌دانید هر یاختهٔ هسته‌دار بدن، ژن‌های مختلفی را دارد، یاختهٔ **لنفوئیدی** با اینکه گویچهٔ قرمز نمی‌سازد، ولی ژن آن را طی همانندسازی توسط هلیکاز باز می‌کند. دقت کنید که این ژن، در یاختهٔ **میلوئیدی** مغزاستخوان طی همانندسازی توسط هلیکاز و طی رونویسی توسط رنابسپاراز باز می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل مشاهده شد که تغییر ژنی و تغییر در برخی پروتئین‌ها، می‌تواند سبب تغییر در شکل یاخته حاوی آن پروتئین شود. / گزینه‌های (۲) و (۴): دقت کنید که وقتی صحبت از **گویچه‌های خونی** می‌شود، هم گویچه‌های قرمز و هم گویچه‌های سفید مد نظر می‌باشد. از طرفی می‌دانیم که ژن ساخت هموگلوبین و تغییرات آن در یاخته میلوئیدی مغزاستخوان بیان می‌شوند و در سایر یاخته‌های هسته‌دار، این ژن‌ها فقط می‌توانند همانندسازی شوند ولی بیان یا رونویسی و ترجمه نمی‌شوند. (*در بیماری داسی شکل، گویچه‌های سفید دچار اشکال و تغییر شکل نمی‌شوند* (علت نادرستی گزینهٔ (۴))).

B ۱۵۹ ۳ رناتن در ساختار خود، دارای پروتئین‌های رناتنی و نوعی *RNA* به نام *rRNA* می‌باشد. پروتئین‌ها در یاخته یوکاریوتی در رناتن‌های سیتوپلاسمی ساخته شده و *rRNA*، درون هسته رونویسی یا ساخته می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): چون اغلب نورون‌ها فاقد قدرت تقسیم هستند، پس فاقد توانایی گذر از چرخهٔ یاخته‌ای و در نتیجه فاقد همانندسازی *DNA* می‌باشند. / گزینهٔ (۲): در همهٔ یاخته‌های یوکاریوت، ساخت پروتئین و شکل‌گیری کامل رناتن‌ها در سیتوپلاسم رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): در هر یاخته یوکاریوت، مولکول‌های *RNA* پیام *DNA* هسته را وارد سیتوپلاسم می‌کنند، تا در رناتن به عمل پروتئین‌سازی کمک کند ولی رنای پیک ساخت پرفورین، در هر لنفوسیتی به‌جز نوع *B* می‌تواند وجود داشته باشد.

B ۱۶۰ ۳ در همانندسازی، دو رشتهٔ دنای جدید از رشته‌های دنای قدیمی جدا نمی‌شوند، در حالی که در رونویسی، رشتهٔ رنای تولید شده، از رشتهٔ دنای الگو جدا می‌شود (*البته از واژه معمولاً استفاده کردیم چون مثلاً در صورت خطای همانندسازی، در عمل ویرایش می‌توان جدا شدن پیوند هیدروژنی را مشاهده کرد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در همانندسازی برخلاف رونویسی، دو رشتهٔ دنای مادری دیگر به هم متصل نمی‌شوند. / گزینهٔ (۲): ریبونوکلئوتید در همانندسازی کاربرد ندارد (*مازهٔ خام مورد استفاده در همانندسازی، دئوکسی‌ریبونوکلئوتید است*). / گزینهٔ (۴): در هر دو فعالیت، روبه‌روی تیمین رشتهٔ الگو، نوکلئوتید آدنین‌دار قرار می‌گیرد.

C ۱۶۱ ۲ موارد (الف) و (ج) نادرست هستند. در مرحلهٔ طویل شدن همانند مرحلهٔ آغاز، نوکلئوتیدهای مکمل نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی دنا، در زنجیرهٔ رنا قرار می‌گیرند.

تله‌های تستی الف) تنها در مرحلهٔ طویل شدن، حباب رونویسی به سوی انتهای آن پیش می‌رود و در مرحلهٔ پایان این پیش‌روی رخ نمی‌دهد و فقط توالی پایان، رونویسی می‌شود ولی هر دو مرحله به تولید محصول می‌پردازند. / ب) در مراحل طویل شدن و پایان، پیوندهای هیدروژنی میان رشته‌های الگو و رمزگذار دنا که توسط آنزیم رنابسپاراز شکسته شده بودند، مجدداً خودبه‌خود تشکیل می‌شوند. / د) در مراحل آغاز و طویل شدن، پیوندهای هیدروژنی میان دو رشته مولکول دنا، توسط آنزیم رنابسپاراز شکسته می‌شود.

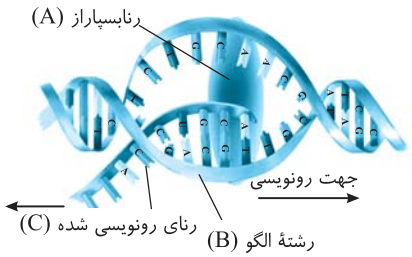
C ۱۶۲ ۲ موارد (ب) و (ج) نادرست هستند. منظور سؤال مولکول‌های **رنای** مختلف در یاختهٔ پوششی لایهٔ داخلی کپسول بومن کلیه می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. مولکول رنا، همواره تک‌رشته‌ای می‌باشد. / ب) نادرست است. تغییرات در بسیاری از رناها انجام می‌شود و این مولکول‌ها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می‌شوند. یکی از تغییراتی که در یوکاریوت‌ها و پس از رونویسی متداول است، پیرایش بخش‌هایی از مولکول رنای **پیک** است (*نه هر نوع رنا!*). / ج) نادرست است. رنای تولید کلاژن ویژه بافت پیوندی است نه پوششی! (*این مورد فقط دربارهٔ رنای پیک صحیح است*).

B ۱۶۳ ۴ موارد (ب) و (د) نادرست می‌باشند. منظور سؤال **رنابسپاراز پروکاریوتی** است.

دنابسپاراز یک آنزیم پروتئینی است که الگوی مستقیم ساخت آن روی مولکول *mRNA* می‌باشد. همهٔ انواع *RNA*ها در باکتری‌ها توسط **یک نوع رنابسپاراز** رونویسی یا ساخته می‌شوند و رنابسپاراز ۱ یا ۲ یا ۳ ویژه یوکاریوت‌ها می‌باشند (نادرستی ب). رنابسپاراز پروکاریوتی برخلاف انواع یوکاریوتی هر ژنی را می‌تواند رونویسی کند و می‌تواند انواع مختلف *RNA* $(r-m-t)$ را بسازد (درستی الف و ج) ولی تعداد زیادی نقطه آغاز رونویسی دارد (*به ازای هر ژن یک نقطهٔ آغاز رونویسی وجود دارد*). لطفاً عبارت (د) که مخصوص عمل همانندسازی دنابسپاراز است را با رنابسپاراز اشتباه نگیرید (نادرستی د).

B ۱۶۴ ۳ با توجه به شکل کتاب درسی، بخش‌های *A*، *B* و *C* به ترتیب، آنزیم رنابسپاراز، رشتهٔ الگو در دنا و رنای رونویسی شده هستند. بخش *C*، رنا می‌باشد که دارای رونوشت‌های میانه‌ها و بیانه‌ها به صورت یک‌درمیان است که فقط توالی‌های یک‌درمیان رونوشت‌های میانه را از دست می‌دهند. این در حالی است که رنای در حال رونویسی، از نوع رنای پیک یوکاریوتی باشد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): طبق متن کتاب درسی، آنزیم رنابسپاراز با کمک توالی راه‌انداز، نوکلئوتید مناسب را به‌طور دقیق پیدا کرده و رونویسی را از این محل آغاز می‌کند. / گزینهٔ (۲): در دنا، توالی‌های ویژه‌ای به نام پایان رونویسی موجود است که سبب پایان فرایند رونویسی می‌شود. / گزینهٔ (۴): آنزیم رنابسپاراز در ابتدای رونویسی، دو رشتهٔ دنا را از هم باز می‌کند که این فرایند با شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل در دنا صورت می‌گیرد.

C ۱۶۵ ۲ موارد (ج) و (د) مدنظر هستند. رنابسپاراز نوعی آنزیم پروتئینی می‌باشد. از فصل قبل به خاطر دارید که ساختار سه‌بعدی تاخورده و متصل به هم ویژه ساختار **سوم** پروتئین‌هاست که قطعاً پیوند هیدروژنی، اشتراکی و یونی در اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز دارند ولی پیوند هیدروژنی بین گروه آمین و کربوکسیل منشأ ساختار **دوم** هر پروتئین می‌شود (نادرستی ج). در مورد نادرستی عبارت (د) هم دقت کنید که پیوندی بین رشتهٔ رمزگذار و رنا تشکیل نمی‌شود.

تله‌های تستی الف) درست است. رنابسپاراز، پس از شناسایی راه‌انداز، ابتدا دورشتهٔ دنا را باز کرده و پس از ایجاد حباب رونویسی، به تولید پیوند فسفودی‌استر می‌پردازد. / ب) درست است. هر رنابسپاراز و دنابسپاراز به تولید یک رشتهٔ نوکلئیک اسید رنا یا دنا می‌پردازند. چون همواره محصول را از روی رشتهٔ الگوی مادری تولید می‌کنند.

نکته رنابسپاراز پروکاریوتی با نوع یوکاریوتی در دو چیز متفاوتند، یکی تنوع محصول، که در نوع پروکاریوت قادر به ساخت هر نوع *RNA* می‌باشد؛ ولی در یوکاریوت سه نوع رنابسپاراز وجود دارد که هرکدام یک نوع *RNA* می‌سازد. دیگری در توانایی شناسایی راه‌انداز می‌باشد که رنابسپاراز پروکاریوت معمولاً مستقیماً راه‌انداز را شناسایی می‌کند، ولی انواع یوکاریوتی به کمک پروتئین‌هایی به نام **عوامل** رونویسی، قادر به شناسایی راه‌انداز می‌باشند (*گفتار ۳*).

د) نادرست است. رنای ساخته شده از رشتهٔ الگو جدا می‌شود (*نه از توالی رمزگذار*).

C ۱۶۶ ۳ در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی، بین ریبونوکلئوتیدهای مولکول در حال ساخت پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌شود. دقت کنید که بخش عمدهٔ توالی مولکول رنا در مرحلهٔ طویل شدن ایجاد می‌شود و طی همین مرحله نیز با شکستن پیوند هیدروژنی از رشته الگوی دنا جدا می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتید با دئوکسی ریبونوکلئوتید تشکیل می‌شود (*البته بعداً در tRNA مرتوان پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتیدها دید، ولی نه در همهٔ رنا‌ها!*). / گزینهٔ (۲): محصول رونویسی، مولکول رنا است که تیمین ندارد. / گزینهٔ (۴): با جدا شدن رنابسپاراز، توالی رشتهٔ الگو (*نه رشتهٔ حاصل از رونویسی که رنا است*) به رشتهٔ غیرالگو اتصال می‌یابد و اگر نیاز بود دوباره آنزیم دیگری رونویسی را انجام می‌دهد. این عمل بستگی به نیاز یاخته دارد.

C ۱۶۷ ۳ حباب رونویسی حاصل باز شدن دو رشته *DNA* می‌باشد، که توسط رنابسپاراز از مرحلهٔ آغاز رونویسی صورت می‌گیرد. این حباب رونویسی از نقطهٔ آغاز تشکیل می‌شود و در انتهای مرحلهٔ طویل شدن، به ابتدای توالی پایان رونویسی می‌رسد. ولی جدا شدن آنزیم از *DNA* و *RNA* در مرحلهٔ پایان رونویسی اتفاق می‌افتد. (*دقت کنید که جدا شدن بخش از RNA از DNA الگو در مرحلهٔ طویل شدن و پایان صورت می‌گیرد.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این گزینه، تشکیل حباب رونویسی و شناسایی راه‌انداز، هر دو در **مرحلهٔ آغاز** صورت می‌گیرد که واژه **برخلاف** در این عبارت نادرست می‌باشد. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ پایان رونویسی، با جدا شدن آنزیم و *RNA* از روی *DNA* و اتصال دو رشته *DNA* به هم، حباب رونویسی از بین می‌رود، حرکت زیاد آنزیم رنابسپاراز نیز در مرحلهٔ طویل شدن رخ می‌دهد ولی در هر دو مرحله، پیوند هیدروژنی بین دو رشته *DNA* باز می‌شود. / گزینهٔ (۴): آغاز جدا شدن *RNA* از *DNA* در مرحلهٔ **طویل شدن** می‌باشد، که این مرحله از همان ابتدا دارای سه رشته می‌باشد (*دورشتهٔ دنا و یک رشتهٔ رنای در حال ساخت*). در مرحلهٔ پایان نیز آخرین پیوندهای فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.

◀ مرحلهٔ آغاز با دو رشته دنا شروع می‌شود؛ ولی در نهایت به دلیل رونویسی رنای کوتاه، سه‌رشته‌ای می‌شود.

B ۱۶۸ ۲ عبارت‌های (الف) و (د) نادرست هستند. تغییرات *RNA*های پیک انواع مختلفی دارد که یکی از آن‌ها پیرایش است، که در یاخته‌های **یوکاریوتی** رخ می‌دهد، نه در همهٔ جانداران! که این تغییرات، در *RNA*های پیک صورت می‌گیرد (نادرستی الف) تغییرات پیرایشی درون هسته صورت می‌گیرد (نادرستی د) ولی سایر تغییرات در **حین رونویسی یا پس از آن** به صورت حذف یا اضافه شدن بخشی در *RNA* صورت می‌گیرد (درستی ب). عمل پیرایش پس از رونویسی، به‌طور متداول در یوکاریوت‌ها و در قسمتی از *mRNA* اولیه صورت می‌گیرد (درستی ج).

C ۱۶۹ ۳ در فرایند همانندسازی برخلاف پیرایش (*حفظ رونوشت‌های یاخته*) از نوکلئوتیدهای آزاد سه‌فسفاتهٔ موجود در یاخته استفاده می‌شود.

توجه در این تست‌ها که «نامناسب و ممکن نیست» را با هم در یک تست دارد، بهتر است هر دو فعل منفی را کنار بگذارید و «امکان دارد» یا «ممکن است» در نظر بگیرید.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در فرایند رونویسی، پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای دارای قند ریبوز برای ایجاد رنا تشکیل می‌شود، ولی باز آلی *T* در رنا دیده نمی‌شود و به جای آن باز آلی *U* شرکت دارد. / گزینهٔ (۲): در فرایند پیرایش برخلاف رونویسی، پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود. در پیرایش پیوند فسفودی‌استر شکسته و تشکیل می‌شود. / گزینهٔ (۴): در فرایند رونویسی برخلاف پیرایش، فقط پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها تشکیل می‌شود و شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر مشاهده نمی‌شود.

C ۱۷۰ ۱ در این سؤال نیز باید توجه کنید که میانه و بیانه قسمتی از توالی *DNA* می‌باشند که توسط دنابسپاراز ساخته می‌شود ولی رونوشت بیانه و میانه، روی *mRNA* اولیه یوکاریوت است که توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود (درستی گزینهٔ (۱)). از طرفی باید دقت کنید که در دنا یا رنای اولیه، دو رونوشت میانه مجاور هم، دو میانه یا دو بیانه مجاور هم وجود ندارد چون همواره **بیانه‌ها و میانه‌ها به صورت یک در میان قرار می‌گیرند** (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)). در آخر نیز باید دقت کنید که **دو رونوشت بیانه مجاور** هم در *mRNA* بالغ برخلاف *mRNA* اولیه و دنا می‌تواند وجود داشته باشد؛ ولی آنزیمی که پیرایش رونوشت‌های میانه و اتصال رونوشت‌های بیانه به هم را انجام می‌دهد رنابسپاراز نمی‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

C ۱۷۱ ۳ موارد (الف) و (ج) درست هستند. در ابتدا دقت کنید که هلیکاز مولکولی پروتئینی است و مونومرهای آن آمینواسیدها هستند اما مونومرهای راه‌انداز، دنا و رنا هر سه از نوع نوکلئوتیدهای ریبوز یا دئوکسی‌ریبوزدار هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. این عبارت‌ها در رابطه با **آمینواسید**هستند، که شکل نهایی هر پروتئین به آمینواسیدها و ماهیت شیمیایی گروه *R* آن‌ها بستگی دارد. / ب) نادرست است. راه‌انداز رونویسی نمی‌شود و رونوشت ندارد. / ج) درست است. کروموزوم از دنا و پروتئین در واحدهای نوکلئوزومی به وجود آمده است که هر دو پیوند هیدروژنی دارند. / د) نادرست است. نوکلئوتید *C* و *U*دار رنا، یک حلقه قند ۵ضلعی و باز آلی ۶ضلعی دارند (*این عبارت فقط برای پورین‌ها صحیح است*).

C ۱۷۲ ۱

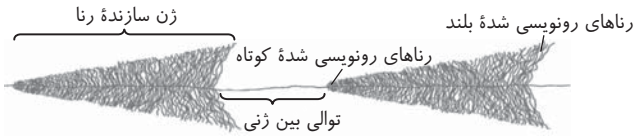
نکته چون توبره‌واش نوعی گیاه و در نتیجه یوکاریوت است پس:
گزینهٔ (۱): در هسته برای بلوغ *mRNA*، بین **رونوشت‌های بیانه** پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود. همچنین بین *DNA* هسته و *mRNA* نیز، عمل رونویسی در هسته صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): شکستن پیوند رونوشت‌های میانه از رونوشت‌های بیانه *mRNA* در هسته صورت می‌گیرد؛ ولی پیوند پپتیدی بین هر دو آمینواسید در رناتن در **سیتوپلاسم** صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): پیوند بین نوکلئوتیدهای **دو رمزه**، در هنگام رونویسی با اتصال هر نوکلئوتید به نوکلئوتید قبلی در **هسته** صورت می‌گیرد؛ ولی پیوند بین *tRNA* و *mRNA* **در سیتوپلاسم** برای ترجمه صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۴): شکستن پیوند بین آمینواسید و *tRNA* در جایگاه *P* رناتن **در سیتوپلاسم** ولی تشکیل پیوند بین مونومرهای *rRNA* در **هسته** و در هنگام رونویسی صورت می‌گیرد.

C ۱۷۳ ۴ نقطهٔ آغاز رونویسی، روی DNA می‌باشد و حاوی نوکلئوتیدی با قند دئوکسی‌ریبوز می‌باشد، ولی آنزیم غیرپروتئینی، ساختاری از RNA دارد که در نوکلئوتیدهای آن‌ها قند ریبوز به کار رفته است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رونوشت میانه‌ها در mRNA اولیه حاوی نوکلئوتیدهایی با قند ریبوز می‌باشند. برخی از واحدهای سازنده آن‌ها می‌توانند آدنین‌دار با قند ریبوز باشد که برای ساخت ATP انرژی‌زا استفاده می‌شود. این ATP می‌تواند در فرایندهای یاخته‌ای، مثل تأمین انرژی پمپ سدیم پتاسیم مصرف شود. / گزینهٔ (۲): آمینواسیدهای به کار رفته در رناپسپاراز هر یاخته‌ای، می‌تواند از هیدرولیز پروتئین‌های موجود در رودهٔ انسان باشد، که مثلاً در ساختار آنزیم‌هایی مثل لیپاز به کار رفته‌اند (*گلول سپز بودن آن را نخورید. سپز دارای جایگاه فعال برای سپیدهاست اما خودش سپیدی نیست*). / گزینهٔ (۳): از نوکلئوتیدهای موجود در DNA که در توالی‌های مختلفی مثل بیانه، راه‌انداز و ... حاصل شده‌اند، طی واکنش‌های شیمیایی می‌توان آمونیاک و سپس اوره یا اوریک‌اسید ایجاد کرد (*زیست دهم فصل ۵*).

B ۱۷۴ ۱ فقط مورد (د) نادرست است. چون در یوکاریوت‌ها وقتی از روی یک ژن، تعداد زیادی RNA در حال ساخته شدن می‌باشد، یعنی **یک نوع رناپسپاراز** در حال ساخت تعداد زیادی RNA **یکسان** از یک نوع بوده است.

تله‌های تستی الف و ب) هر RNAای که به توالی پایان رونویسی نزدیک‌تر است، درازتر می‌باشد. چون زودتر رونویسی خود را شروع کرده است؛ ولی در نهایت همهٔ آن‌ها هم اندازه هم و به اندازهٔ ژن خواهند شد. / ج) از طرفی هر محصولی که کوتاه‌تر است، دیرتر رونویسی آن شروع شده است.



پاسخ آزمونک ۱

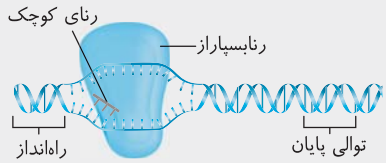
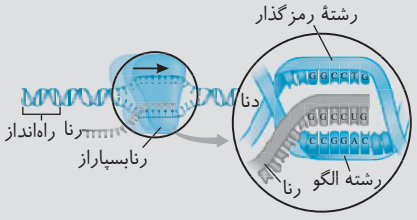
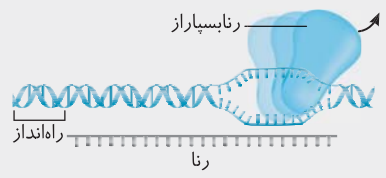
B ۱ ۴ برای ساخت پروتئین از روی پیام‌های DNA، نشانه‌های سه‌حرفی به نام **رمز** وجود دارد. این رمزهای DNA ابتدا به رمزهای روی mRNA یا رمزه رونویسی می‌شوند و سپس در فرایند ترجمه، سبب پروتئین‌سازی می‌شوند. در این سؤال، منظور رمزهای روی DNA می‌باشند که ۶۴ نوع مختلف می‌باشند. همه این رمزها به دلیل داشتن ۳ نوکلئوتید، دارای دو پیوند فسفودی‌استر و ۳ پیوند قند - باز می‌باشند. (*رمز در برای ذخیرهٔ اطلاعات و رمزهٔ رنای پیک برای انتقال اطلاعات وراثتی می‌باشد.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): **ممکن است دو نوع رمز دارای بازهای آلی یکسانی باشند**، مثلاً TAG و ATG، دو نوع رمز مختلف می‌باشند، ولی بازهای آلی یکسانی دارند که ترتیب قرارگیری آن‌ها متفاوت است. این گزینه را قرار دادم تا آن‌هایی که هر نوکلئوتید DNA را منظور سؤال فکر کرده بودند، به اشتباه خود پی ببرند. چون تفاوت نوکلئوتیدهای DNA در باز آلی آن‌هاست، ولی هر نوکلئوتید نشانه ذخیره اطلاعات نمی‌باشد. / گزینهٔ (۲): از ۶۴ نوع رمزی که در DNA وجود دارد، همگی با رونویسی در mRNA مکمل‌سازی می‌شوند؛ ولی ۶۱ نوع آن‌ها برای ترجمه آمینواسیدها می‌باشند. در حالی که سه رمزه نیز محل پایان پروتئین‌سازی را پس از رونویسی در mRNA نشان می‌دهند و مربوط به آمینواسید خاصی نمی‌باشند. (*سه رمز ACT، ATC و ATT در DNA که مکمل سه رمزه UGA ، UAG و UAA می‌باشند، مربوط به پایان پروتئین سازی بوده و رمزی معنی‌دار برای ترجمه آمینواسید نمی‌باشند.*) / گزینهٔ (۳): هر رمز DNA، یا پیام رمز یک نوع آمینواسید یا رمز پایان ترجمه می‌تواند باشد. دقت کنید که با توجه به بودن ۶۴ نوع رمز و ۲۰ نوع آمینواسید، مشخص می‌شود **که اغلب آمینواسیدها بیش از یک پیام رمز دارند؛ ولی هر رمز حداکثر پیام رمز یک نوع آمینواسید می‌باشد.**

C ۲ ۴ همهٔ موارد به‌جز مورد (ج)، عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. سؤال در مورد مراحل ساخت رنای پیک، برای تولید پروتئین رناتنی می‌باشد (*مواظب باشید گلول کلمه رناتنی را نخورید و زود سراغ rRNA نروید!*). لطفاً ابتدا در جدول زیر خلاصه فرایندهای هر مرحلهٔ رونویسی را به ترتیب واکنش‌ها دوره کنید:

مراحل رونویسی

ایستگاه ۱۰

مرحلهٔ رونویسی	ترتیب فرایندها	شکل
آغاز	۱) اتصال رناپسپاراز به راه‌انداز ۲) حرکت رناپسپاراز روی DNA و باز کردن پیوند هیدروژنی بخشی کوچک از دو رشته DNA ۳) ایجاد حباب رونویسی توسط رناپسپاراز ۴) شروع ساخت RNA با مکمل‌سازی بازها ۵) تشکیل خودبه‌خودی پیوند هیدروژنی بین باز RNA و DNA ۶) شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های نوکلئوتید جدید ۷) ایجاد تعداد کمی پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدهای RNA ۸) تولید قطعه‌ای کوتاه از RNA	
طویل شدن	۱) ادامه ساخت RNA و طویل شدن آن ۲) باز کردن پیوند هیدروژنی DNA به سمت توالی پایان رونویسی ۳) جلو رفتن حباب رونویسی در یک جهت ۴) جدا شدن RNA در حال ساخت از رشته DNA الگو با باز شدن پیوند هیدروژنی از عقب حباب ۵) تشکیل دوباره پیوند هیدروژنی بین دو رشته DNA الگو و رمزگذار آن ۶) RNAسازی تا ابتدای جایگاه پایان	
پایان	۱) شناسایی و رونویسی توالی پایان رونویسی و اتمام RNAسازی ۲) جدا شدن رنا از رناپسپاراز و DNA ۳) جدا شدن رناپسپاراز از دنا ۴) اتصال مجدد دو رشته مولکول DNA اولیه	

تله‌های تستی الف) نادرست است. باز کردن پیوندهای هیدروژنی دو رشته *DNA*، پس از شناسایی راه‌انداز، در مراحل **آغاز و طویل شدن** رونویسی توسط رنابسپاراز رخ می‌دهد ولی ساخت رنا از روی راه‌انداز رخ نمی‌دهد. / ب) نادرست است. آنزیم رنابسپاراز ۲ برای ساخت *mRNA* در تمام طول رونویسی روی هر دو رشته *DNA* قرار می‌گیرد که رونویسی را فقط از روی یک رشته *DNA* انجام می‌دهد. / ج) درست است. در همهٔ مراحل رونویسی برای ساخت *RNA*، تجزیهٔ پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها، ایجاد پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدها و پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل *RNA* و *DNA* برقرار می‌شود. / د) نادرست است. دقت کنید که سؤال در مورد رونویسی است نه پروتئین‌سازی.

B ۳ ۳ منظور همانندسازی و رونویسی و ترجمه است. تشکیل پیوند هیدروژنی، بدون نیاز به انرژی زیستی است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در رونویسی، آنزیم رنابسپاراز ضمن جدا کردن دو رشتهٔ دنا، رشتهٔ رنا را می‌سازد که در آن پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهد. / گزینهٔ (۲): دقت کنید در طی فرایند ترجمه، بین نوکلئوتیدهای *mRNA* و *tRNA* پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. / گزینهٔ (۴): با توجه به نقش آنزیم رنابسپاراز و براساس شکل‌های کتاب، هر دو رشتهٔ دنا برای باز شدن در جایگاه فعال این آنزیم قرار می‌گیرند؛ ولی این آنزیم از روی یک رشته رونویسی می‌کند.

A ۴ ۳ جایگاه پایان رونویسی طی همانندسازی تولید می‌شود و طی رونویسی، رونوشت آن ساخته می‌شود. هم در رونویسی و هم در همانندسازی، الگوی ساخت، مولکول *DNA* است که دارای دئوکسی‌ریبونوکلئوتید می‌باشد. در مورد سایر گزینه‌ها باید گفت گزینهٔ (۱) نادرست است، چون تنها در محصول همانندسازی، دئوکسی‌ریبونوکلئوتید به کار رفته است، نه ریبونوکلئوتید! گزینهٔ (۲) نادرست است، چون در همانندسازی، دو رشتهٔ *DNA* الگو که از هم جدا شده‌اند، مجدداً تشکیل پیوند هیدروژنی نمی‌دهند، بلکه هرکدام با یک رشتهٔ جدید، تشکیل یک مولکول *DNA* می‌دهند. گزینهٔ (۴) نادرست است، چون همانندسازی در هر چرخهٔ یاخته‌ای، فقط یک‌بار انجام می‌شود ولی رونویسی بسته به نیاز یاخته انجام می‌شود.

B ۵ ۱ همهٔ موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. باکتری مصرف‌کنندهٔ همزیست با ریشهٔ سویا، ریزوبیوم، نوعی باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن است.

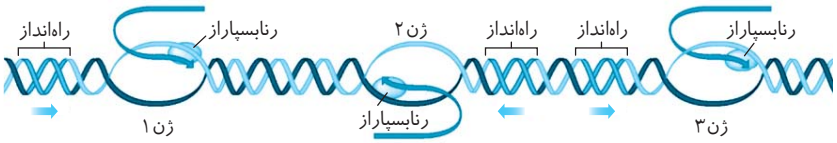
تله‌های تستی الف) در صورتی که محصول یک ژن بیشتر مورد استفاده قرار گیرد، چندین رنابسپاراز به‌طور هم‌زمان رونویسی را انجام می‌دهند (*نه یک رنابسپاراز*). / ب) از بین رناهای مختلف، فقط رنای پیک به عنوان الگوی ساخت پلی‌پپتید قرار می‌گیرد. / ج) یک رشته از هر ژن می‌تواند توسط رنابسپاراز یا دنابسپاراز به عنوان الگو قرار گیرد. / د) نوکلئوتیدهای یک رشته از طریق باز آلی خود با رشتهٔ مکمل، پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند.

B ۶ ۱ فقط مورد (ب) دیده نمی‌شود. اگر به خوبی در شکل زیر دقت کنید، متوجه می‌شوید که دو راه‌انداز می‌توانند در مجاور و نزدیک هم باشند (*در ژن ۲ و ۳*) ولی قطعاً جهت رونویسی متفاوتی را رهبری می‌کنند تا دو آنزیم رنابسپاراز به سمت ژن‌های مربوط به خود بروند (درستی ب).

نکته

۱ در این شکل می‌توانید یک ژن رونویسی شونده بین دو راه‌انداز یا دو توالی پایان رونویسی را در مجاور هم مشاهده کنید. البته قطعاً بین آن‌ها توالی کوچک بین ژنی وجود دارد و کاملاً به هم چسبیده نمی‌باشند.

۲ وجود دو راه‌انداز مجاور هم یا دو ژن رونویسی شونده مجاور هم، در مورد ژن‌هایی دیده می‌شود که جهت رونویسی متفاوتی در دو ژن آن‌ها وجود دارد.



رنای در حال رونویسی

تله‌های تستی الف) اگر ژن ۲ و راه‌انداز ژن در کروموزوم بالا نبود، ژن ۱ بین دو راه‌انداز قرار می‌گرفت. / ج) در مورد ژن‌های ۱ و ۲ شکل بالا صحیح است. / د) در مورد ژن ۲ و ۳ شکل بالا صحیح است.

B ۷ ۴ فقط مورد (ج) صحیح است. منظور سؤال *mRNA*ها می‌باشد که **اغلب** آن‌ها قابلیت پیرایش رونوشت میانه را دارند و همگی در یوکاریوت‌ها، **یک رمزه آغاز و یک رمزه پایان ترجمه** دارند؛ ولی تعداد رونوشت میانه آن‌ها با بیانه اولیه متفاوت و یکی کمتر می‌باشد (*راستی اصلاً رنای بالغ که رونوشت میانه ندارد!*) (نادرستی الف، ب و د).

دقت کنید که مورد (ج) صحیح است چون بیشترین مرحلهٔ *RNA*سازی در مرحلهٔ دوم رونویسی یا طویل شدن رخ می‌دهد.

B ۸ ۳ هرگونه تغییر برای بلوغ *mRNA* یا *RNA* پیک در خود مولکول *RNA* اولیه صورت می‌گیرد، نه در ژن سازنده آن (نادرستی گزینهٔ (۳)).

◀ تغییرات مورد نیاز برای بلوغ *mRNA*ها سبب تفاوت طول *RNA* سیتوپلاسمی بالغ با *mRNA*های اولیه شده و به مقصود توانایی انجام واکنش توسط این مولکول‌ها می‌انجامد (درستی گزینه‌های (۱) و (۲)). این تغییرات می‌تواند در **حین رونویسی یا پس از آن**، به صورت اضافه یا کم شدن قطعه‌ای به قسمت‌های مختلف *mRNA* یا در عمل پیرایش به حذف بخش‌هایی از درون *mRNA* اولیه بیانجامد (درستی گزینهٔ (۴)).

A ۹ ۱ در ساختار مورد نظر تعداد زیادی رنابسپاراز یکسان، در حال ساخت چند *RNA* یکسان می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): رناتن مربوط به ساخت پروتئین است و نمی‌تواند مستقیماً از ژن ماده‌ای بسازد. / گزینهٔ (۳): آنزیم ویرایش‌کننده دنابسپاراز است نه رنابسپاراز. / گزینهٔ (۴): رنابسپاراز زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی نمی‌سازد.

C ۱۰ ۳ در ساختارهایی که بر اثر فعالیت هم‌زمان چندین آنزیم رنابسپاراز روی ژن ایجاد می‌شود، همهٔ رنابسپارازها با استفاده از یکی از رشته‌های دنا (*نه رشته‌های رنا*)، مقدار فراوانی از یک نوع *RNA* را می‌سازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): به واسطهٔ فعالیت نوعی آنزیم رنابسپاراز که ممکن است ۱ یا ۲ یا ۳ باشد (*نه انواعی از آنزیم‌ها*)، مقدار نوکلئوتیدهای آزاد یاخته به سبب تولید رنا رو به کاهش است. / گزینهٔ (۲): توجه داشته باشید که رونویسی از ژن، همواره توسط رنابسپارازها و به کمک راه‌انداز از ابتدای ژن شناسایی صورت می‌گیرد و در این ساختارها، رنابسپارازهایی که به توالی پایان رونویسی نزدیک‌تر هستند، به این خاطر که فرایند رونویسی را زودتر شروع کرده‌اند، رنای بلندتری ایجاد می‌کنند. / گزینهٔ (۴): تشکیل پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل نوکلئوتیدها، بدون دخالت آنزیم و بدون صرف انرژی صورت می‌گیرد.

B ۱۷۵ ۴ همهٔ موارد در ترجمه و ساخت پروتئین درست است.

تله‌های تستی الف) انرژی این فرایند از *ATP* تأمین می‌شود. / ب) رنا یا آنزیم و رناتن به کار رفته در ترجمه همگی نیتروژن‌دار هستند. / ج) طی آن بین رنای پیک و ناقل، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. / د) محل حضور هیستون در هسته؛ ولی محل انجام ترجمه، سیتوپلاسم است.

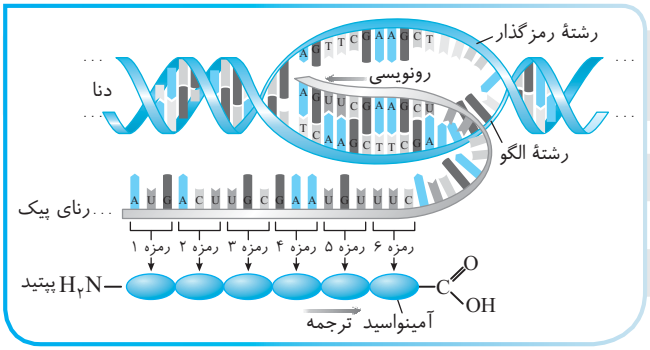
درسنامه درختی ۳۰ ترجمه (پروتئین‌سازی) و عوامل مورد نیاز آن

پروتئین‌سازی

کلیات

- پلی‌پپتیدها از مهم‌ترین فرآورده‌های ژن‌ها هستند که اعمال مختلفی را در بدن انجام می‌دهند.
- از روی توالی دنا، **رونویسی** رنا و از روی رنا با فرایند **ترجمه**، پلی‌پپتید حاصل می‌شود.
- ترجمه ← به ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک گفته می‌شود.
- پروتئین‌سازی در مناطق دارای ریبوزوم فعال صورت می‌گیرد:
  - بسترهٔ راکیزه
  - بسترهٔ سبزدیسه
  - مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
  - روی شبکهٔ آندوپلاسمی

بررسی عوامل لازم در ترجمه



۱ **آمینواسیدها**
- ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پلی‌پپتیدها به کار می‌روند.

۲ **رنای ناقل**
- بررسی می‌کنیم.

۳ **رناتن**
- بررسی می‌کنیم.

۴ **رنای پیک**
- توالی‌های سه‌نوکلئوتیدی رنای پیک را رمزه (کدون) می‌گویند ← این توالی‌ها تعیین می‌کنند که کدام آمینواسید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد.
- ۶۴ نوع رمزه وجود دارد که سه‌تای آن رمزهٔ پایان هستند (*UAG*، *UAA* و *UGA*).
- رمزهٔ پایان هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کند.
- رمزهٔ آغاز یا *AUG* معرف آمینواسید متیونین است.

۵ **منبع انرژی واکنش**
- برای تهیهٔ پلی‌پپتید به مولکول‌های پرانرژی مانند *ATP* نیاز است.

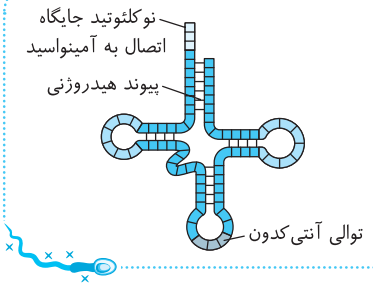
۶ **آنزیم‌ها**
- به صورت متنوع در ریبوزوم به فعالیت می‌پردازند.

B ۱۷۶ ۱ فقط مورد (ج) درست است. منظور سؤال *tRNA* یا رنای ناقل آمینواسید می‌باشد.

مرور نکات رنای ناقل

ایستگاه ۱۱

tRNA پس از رونویسی شدن از روی *DNA*، در ساختار **نهایی** خود، بین نوکلئوتیدهای مکمل خود، در برخی مناطق، پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند؛ به همین علت با تاخوردگی اولیه، ایجاد پیوند هیدروژنی آسان می‌شود. ولی ایجاد ساختار سه‌بعدی آن با تاخوردگی‌های مجدد در حالت فعال آن ایجاد می‌شود. پادرمزه *tRNA*، ۶۱ نوع مختلف دارد که می‌تواند مانند *CCC* بدون پورین یا مثل *GGC* دارای پورین و پیریمیدین باشد. در انتها دقت کنید که با توجه به شکل مقابل، پیوندهای هیدروژنی فقط در بخشی از *tRNA* ایجاد می‌شوند و قسمت‌های حلقه‌ای و جایگاه اتصال آمینواسید، فاقد پیوند هیدروژنی می‌باشند.



تله‌های تستی الف) نادرست است. بخش متصل شونده رنای ناقل به آمینواسید، فاقد ساختار حلقه‌ای و پیوند هیدروژنی می‌باشد. / ب) نادرست است. ساختار سه‌بعدی با تاخوردگی‌های متعدد کامل می‌شود. / ج) درست است. تفاوت ۶۱ نوع رنای ناقل در توالی سه‌نوکلئوتیدی پادرمزه آن‌هاست. / د) نادرست است. این ژن‌های بسیار فعال، مخصوص ساخت رنای رناتنی هستند.

برو درسنامه درختی ۳۱ بخون

B ۱۷۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. **رمز ژنتیکی شامل توالی سه‌نوکلئوتیدی موجود در *DNA* می‌شود که ۶۴ نوع مختلف دارد**، از روی آن پس از رونویسی ۶۴ نوع رمزه ایجاد می‌شود. از این ۶۴ نوع رمزه، ۶۱ نوع آن در ترجمه، برای آمینواسیدها به کار می‌رود و سه نوع *UAA*، *UGA* و *UAG* را رمزه بی‌معنی برای آمینواسیدها یا رمزه پایان ترجمه می‌دانند. این رمزه‌های پایانی از روی رمزهای *ATT*، *ACT* و *ATC* رونویسی شده‌اند (نادرستی الف و ب). پادرمزه توالی سه‌نوکلئوتیدی روی بخشی از *tRNA* می‌باشد که مکمل رمزه‌های قابل ترجمه (همه‌ی رمزه‌های پپتیدی) می‌باشند (درستی ج). در حقیقت هر توالی سه‌نوکلئوتیدی *tRNA* را پادرمزه و مکمل یک رمزه نمی‌گوییم، بلکه فقط یک بخش از *tRNA* که حلقه پایینی آن است، حاوی توالی پادرمزه‌ای است که آن قسمت مکمل رمزه‌های *mRNA* می‌باشد (نادرستی د).

نکته

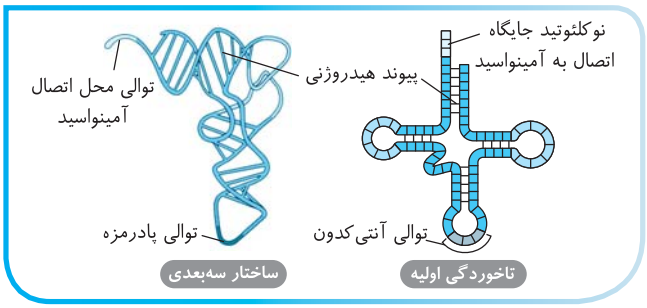
هر قسمتی از *tRNA* چه پادرمزه و چه غیر آن از روی ژن‌های *DNA* رونویسی شده‌اند. توالی پادرمزه با بازهای رمزه نیز در ترجمه مکمل می‌شود. مثلاً توالی پادرمزه‌ای *GUA* در حین رونویسی از توالی *DNA* شامل بازهای *CAT* رونویسی شده‌اند ولی در عمل ترجمه و درون رناتن با بازهای *CAU* در رمزه *mRNA* جفت می‌شوند.

درسنامه درختی ۳۱ ساختار رنای ناقل: *tRNA*

عوامل لازم در ترجمه

رناهای ناقل

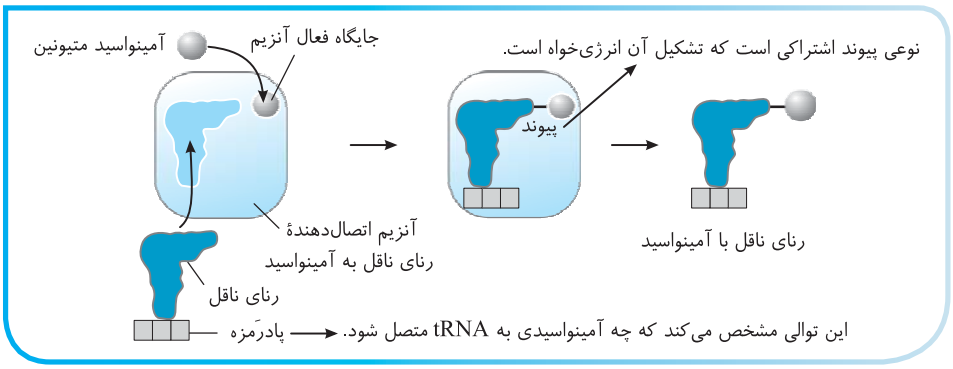
پس از رونویسی دچار تغییراتی می‌شود
- تاخوردگی اولیه
  - برخی مناطق آن پیوند هیدروژنی دارد.
  - با تشکیل پیوند هیدروژنی روی خود تا می‌خورد.
- ساختار سه‌بعدی ← تاخوردگی بیشتر
- هر دو ساختار در توالی آنتی‌کدون خود پیوند هیدروژنی ندارند.
- در هر دو ساختار توالی محل اتصال آمینواسید وجود دارد.



ساختار
- محل اتصال آمینواسید در یک سمت آن می‌باشد.
- پادرمزه (*آنتی‌کدون*)
  - ۶۱ نوع مختلف می‌باشند.
  - عامل تمایز *tRNA*ها می‌باشند.
  - حاوی سه نوکلئوتید هستند.
  - روبه‌روی رمزه‌های مربوط به آمینواسیدها قرار می‌گیرند و با آن‌ها پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.
- به‌جز توالی پادرمزه (*آنتی‌کدون*) سایر قسمت‌ها در همهٔ *tRNA*ها، توالی مشابهی می‌توانند داشته باشند.

تعداد انواع پادرمزه از رمزه کمتر است (*برای رمزه‌های پایان، رنای ناقل وجود ندارد*).

نحوهٔ عمل
- هر نوع آمینواسید، به هر نوع رنای ناقل متصل نمی‌شود.
- آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارد که با تشخیص توالی **پادرمزه**، آمینواسید مناسب را در سیتوپلاسم به رنای ناقل متصل می‌کنند.
- اتصال آمینواسید به *tRNA*، نیازمند انرژی می‌باشد.



B ۱۷۸ موارد (الف) و (د) نادرست است. فرایند ترجمه یعنی ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید از روی رمزه‌های موجود در *mRNA*.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رنای پیک در یوکاریوت‌ها فقط محصول رنابسپاراز ۲ می‌باشد؛ ولی در پروکاریوت‌ها، رنابسپاراز به تولید هر نوع رنایی می‌پردازد؛ ولی از بین آن‌ها فقط رنای پیک ترجمه می‌شود. / ب و ج) درست‌اند. هر نوع رنا در تولید پروتئین نقش دارد. محصولات رنابسپاراز ۱ و ۳ که *rRNA* و *tRNA* هستند که در ترجمه نقش دارند. ولی از روی توالی آن‌ها، پروتئینی ساخته نمی‌شود. / د) نادرست است. فقط *tRNA* در ساختار نهایی خود پیوند هیدروژنی دارد که محصول رنابسپاراز ۳ است.

C ۱۷۹ فقط مورد (ج) درست است. این از اون سؤالاتی است که خیلی باید بهش دقت کنی!!

پادرمزه‌ای با توالی *CAU* دارای رمزه مکمل با توالی *GUA* می‌باشد و توالی *DNA* رمزکنندهٔ آن *GTA* بوده است؛ ولی در عبارت (ج) رشتهٔ رمزگذار را خواسته است که مکمل *GTA* یعنی *CAT* می‌شود (علت درستی ج).

ایستگاه ۱۲ — tRNAسازی

ببین عزیزم! اگه تو تستی گفته بود، رمز DNA مثلاً TGA می‌باشد، دو جور پرسش می‌تونه مطرح کنه:

۱) چه پادرمزه یا چه رمزه‌ای **از روی** آن ساخته می‌شود؟

◀ چون گفته از **روی آن ساخته می‌شود** پس باید **رونویسی** کنیم و جواب برای رمزه و پادرمزه یکسان و ACU می‌باشد، چون هر دو همیشه از روی DNA رونویسی می‌شوند.

۲) چه پادرمزه‌ای در ترجمهٔ آن شرکت دارد؟

◀ در این‌صورت چون کلمهٔ **ترجمه** آمده اول باید رمزه mRNA آن یعنی ACU را پیدا کنی و بعد پادرمزه مکمل آن یعنی UGA جواب می‌شود.

پرسش: اگر رمز روی DNA به صورت ATC باشد، به دو پرسش زیر پاسخ دهید؟

الف) چه **پادرمزه‌ای** از روی آن رونویسی می‌شود؟

پاسخ: UAG می‌باشد که مکمل رمزه AUC می‌شود.

ب) چه پادرمزه‌ای در ترجمهٔ آن شرکت می‌کند؟

پاسخ: AUC (نمی‌باشد) می‌دونی چرا؟ چون گفتیم اول رمزه اون رو پیدا کن که می‌شه UAG که چون نوعی رمزه بی‌معنی (یکی از سه رمزه پایان ترجمه) است، پادرمزه روبه‌روی آن نمی‌آید. ← (پس از روی رمزهای DNA به صورت ATC، ATT و ACT هیچ‌گاه پادرمزه‌ای برای ترجمهٔ آن‌ها، آمینواسید نمی‌آورد.)

تست‌های تستی الف) اگر پادرمزه UGA باشد، روبه‌روی رمزه معنی‌دار ACU قرار می‌گیرد و آمینواسید حمل می‌کند (پادرمزه‌ها می‌توانند توالی مشابه رمزه‌های پایان ترجمه داشته باشند). / ب) پادرمزه ACU اصلاً وجود ندارد چون باید روبه‌روی رمزه پایان UGA قرار گیرد که در این صورت، اصول ترجمه زیر سؤال می‌رود. / د) پادرمزه و رمزه مستقیماً طی رونویسی از روی دنا ساخته می‌شوند و فقط طی ترجمه مکمل هم می‌شوند. (خلاصه پادرمزه هیچ‌وقت از روی رمزه ساخته نمی‌شه!)

C ۱۸۰ — **۳** — موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست است. سؤال در مورد آنزیمی پروتئینی است که آمینواسید را به tRNA متصل می‌کند تا پروتئین‌سازی انجام می‌شود.

تست‌های تستی الف) نادرست است. این آنزیم از روی یک رشته رنای پیک ساخته می‌شود. / ب) نادرست است. این آنزیم، برحسب توالی **پادرمزه** رنای ناقل، می‌تواند به آمینواسید مخصوص متصل شود. / ج) نادرست است. اتصال آمینواسید به رنای ناقل فرایندی انرژی‌خواه است. / د) درست است. این آنزیم هم به tRNA و هم به آمینواسید متصل می‌شود که هر دو نیتروژن‌دار هستند.

B ۱۸۱ — **۳** — دقت کنید که هر سه نوع RNA پیک، ناقل و رناتنی برای پروتئین‌سازی در یاخته استفاده می‌شوند. این مولکول‌ها تک‌رشته‌ای هستند و همگی از روی کل رشته الگوی ژن خود از نقطهٔ آغاز تا آخر جایگاه پایان، رونویسی می‌شوند.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): هیستون مخصوص یوکاریوت‌هاست، که دارای سه نوع رنابسپاراز می‌باشند. / گزینهٔ (۲): پیرایش، فقط مخصوص رنای پیک و پس از پایان رونویسی می‌باشد. / گزینهٔ (۴): هیچ رنایی دورشته‌ای نمی‌باشد.

A ۱۸۲ — **۴** — توالی‌های سه‌نوکلئوتیدی mRNA به نام رمزه، مشخص می‌کنند که کدام آمینواسید باید در ساختار پروتئین قرار بگیرد. این توالی‌ها دارای دو پیوند فسفودی‌استر بوده، که در پروکاریوت‌ها توسط رنابسپاراز و در یوکاریوت‌ها توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی و ساخته می‌شوند. این آنزیم‌های پروتئینی در ساختار دوم و سوم خود قطعاً پیوند هیدروژنی دارند.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): در پروکاریوت‌ها توسط رنابسپاراز پروکاریوتی که یک نوع است، تولید می‌شوند. / گزینهٔ (۲): سؤال در مورد رنای پیک است نه ناقل! / گزینهٔ (۳): رمزه قند ریبوز دارد.

C ۱۸۳ — **۴** — همهٔ موارد نادرست هستند.

تست‌های تستی الف) مطابق شکل کتاب درسی، ساختار سه‌بعدی فعال رنای ناقل در جایگاه فعال آنزیم ویژه‌ای قرار می‌گیرد که آمینواسید را به رنای ناقل متصل می‌کند. / ب) مطابق متن کتاب، مولکول‌های رنای ناقل در ناحیهٔ پادرمزه با هم متفاوت هستند. اگر مثلاً توالی‌های دو پادرمزهٔ مربوط به دو رنای ناقل به صورت ACA و CAA باشد، در نتیجه این دو رنای ناقل در توالی پادرمزه با هم متفاوتند (نه نوع نوکلئوتیدها!). / ج) دقت کنید در این ساختار، تاخوردگی‌های اولیهٔ رنا مشاهده می‌شود. / د) دقت کنید نوکلئوتیدهای توالی پادرمزه نمی‌توانند با سایر نوکلئوتیدهای مولکول رنای ناقل پیوند هیدروژنی تشکیل دهند، اما می‌توانند در طی ترجمه با نوکلئوتید دارای ریبوز (ریبونوکلئوتیدها) مولکول رنای پیک پیوند هیدروژنی تشکیل دهند ولی ممکن است که این رنا به آمینواسید وصل باشد ولی هنوز روبه‌روی رنای پیک قرار نگرفته باشد.

B ۱۸۴ — **۱** — موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تست‌های تستی الف) نادرست است. در یاخته، **تنوع** رنای ناقل و پادرمزه آن از رنای پیک و رمزه‌های آن کمتر است، ولی از نظر تعداد، برای ترجمه هر رنای پیک، تعداد زیادی رنای ناقل مورد نیاز است. / ب) نادرست است.

نکته

ایجاد ساختار نهایی tRNA، با پیوند هیدروژنی شروع می‌شود و به ساختار تاخورده اولیه غیرفعال تبدیل می‌شود ولی با تاخوردگی‌های مجدد ساختار سه‌بعدی فعال ایجاد می‌شود.

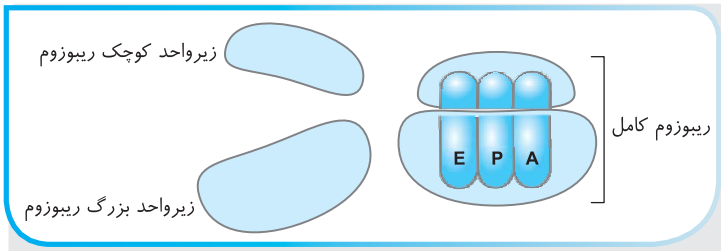
ج) نادرست است. جایگاه اتصال آمینواسید و پادرمزه در هر دو ساختار غیرفعال (تاخورده اولیه) و فعال (سه‌بعدی) وجود دارد. / د) درست است. تفاوت tRNAها فقط در جایگاه پادرمزه می‌باشد که فاقد پیوند هیدروژنی است ولی قسمت‌های دیگر از جمله بخش‌های دارای پیوند هیدروژنی و فاقد آن، توالی مشابهی دارند.

A ۱۸۵ — **۱** — در ساختار tRNAها، نوکلئوتیدهای مکمل، پیوند هیدروژنی ایجاد می‌کنند و یک رشته روی هم تا می‌خورد تا ساختاری به نام تاخورده اولیه غیرفعال با حلقه‌های خود ایجاد کند (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۴)). سپس tRNA در حالت فعال، **تاخوردگی‌های مجددی** پیدا می‌کند، تا ساختار سه‌بعدی ایجاد کند (نادرستی گزینهٔ (۳)). دقت کنید که در حلقه‌ها نیز بازهای مکمل وجود دارند، ولی بین آن‌ها پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)).

C ۱۸۶ ۲ موارد (ب) و (ج) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. رناتن از دو مادهٔ *rRNA* و پروتئین‌های رناتنی ایجاد شده است. *rRNA*ها در هسته و طی رونویسی ایجاد می‌شوند ولی پروتئین‌های رناتنی مانند هر پروتئین دیگری درون سیتوپلاسم از روی *mRNA* ساخته می‌شوند. این پروتئین‌های رناتنی، پس از ساخت از سیتوپلاسم وارد هسته شده و با قرار گرفتن در کنار *rRNA*ها، سبب تشکیل زیرواحدهای رناتنی می‌شوند. البته هر دو ماده رنای رناتنی و پروتئین، روی دنا دارای رمز می‌باشند. / ب) نادرست است. هر رناتن دو زیرواحد کوچک و بزرگ دارد که ابتدا کامل نیستند و فقط وقتی در ترجمه دو زیرواحد روی هم قرار می‌گیرند، ساختار رناتن **کامل** می‌شود و سه جایگاه *A*، *P* و *E* آن کامل می‌شود. / ج) نادرست است. رنای رناتنی برخلاف پروتئین و رنای ناقل، پیوند هیدروژنی ندارد. / د) درست است. در تولید پروتئین، درون رناتن، وجود هر سه نوع رنا الزامی است، پس هر سه نوع رنابسپاراز نیز نقش دارند.

درسنامه درختی ۳۲ ساختار رناتن



رناتن
- درون میتوکندری، کلروپلاست روی شبکهٔ آندوپلاسمی و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارد و فعال است.
- محل ساخت پلی‌پپتید می‌باشد.
- از دو زیرواحد کوچک و بزرگ تشکیل شده‌اند.
- هر زیرواحد از رنا و پروتئین تشکیل شده است ← *rRNA* و پروتئین ریبوزومی دارد.
- در ساختار کامل خود، سه جایگاه به نام *A*، *P* و *E* دارد.

B ۱۸۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. واضح است که منظور سؤال **رناتن** می‌باشد. رناتن از دو زیرواحد با ساختاری نوکلئوپروتئینی (*نوکلئیک اسید + پروتئین*) از دو نوع بسپار *rRNA* و پروتئین‌های رناتنی ایجاد شده است.

تله‌های تستی الف) در مورد رناتن پروکاریوت‌ها که در سیتوپلاسم و کنار *DNA* اصلی یاخته است، نادرست می‌باشد. / ب) در مورد *RNA* می‌باشد که نادرست است. / د) رناتن می‌تواند آزاد در سیتوپلاسم یا روی شبکهٔ آندوپلاسمی باشد.

B ۱۸۸ ۳ خروج *tRNA* آغازگر از جایگاه *P* رناتن، بلافاصله پس از تشکیل نخستین پیوند پپتیدی برای تولید پروتئین آلبومین رخ می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رمزه آغاز، هرگز به جایگاه *A* وارد یا از آن خارج نمی‌شود؛ بلکه از جایگاه *P* خارج می‌شود. / گزینهٔ (۲): بعد از تشکیل آخرین پیوند پپتیدی، رمزه پایان وارد جایگاه *A* می‌شود و برای رمزه پایان *tRNA* وجود ندارد. / گزینهٔ (۴): عوامل آزادکننده وارد جایگاه *P* رناتن نمی‌شوند، بلکه در جایگاه *A* به شناسایی رمزهٔ پایان می‌پردازند.

برو درسنامه درختی (۳۳) بخون

B ۱۸۹ ۱ منظور سؤال، ساخت پروتئینی به نام رنابسپاراز می‌باشد که در مرحلهٔ ترجمه، به تدریج که رناتن، *mRNA* را بررسی می‌کند و به رمزه پایان نزدیک می‌شود، از رمزه آغاز نیز دور می‌شود. (*دقت کنید که منظور از سنتز یا تولید هر آنزیمی بجز رناهای آنزیمی (کاتالیزوری)، مراحل ترجمه است.*)

◀ در مورد گزینهٔ (۲) توجه داشته باشید که آمینواسیدها که در رشتهٔ پلی‌پپتیدی قرار گرفته‌اند، همراه با رناتن جلو می‌روند و از رمزهٔ آغاز دور و به رمزهٔ پایان نزدیک می‌شوند.

B ۱۹۰ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. گسستن پیوند بین اولین *tRNA* و آمینواسید در مرحلهٔ **طویل شدن** اتفاق می‌افتد. / ب) نادرست است. در مرحلهٔ آغاز به *tRNA*، یک اسید آمینه متصل است، نه اسیدهای آمینه! / ج) درست است. در مرحلهٔ آغاز، روبه‌روی توالی جایگاه *A*، آمینواسید و رنای ناقل قرار نمی‌گیرد. / د) نادرست است. در مرحلهٔ طویل شدن، پیوند پپتیدی در ساختار اول پروتئین رخ می‌دهد، نه هیدروژنی ساختار دوم در تاخوردگی‌ها (*سؤال در مورد مرحلهٔ آغاز است*).

A ۱۹۱ ۲ **چهارمین نوکلئوتیدی که وارد *P* می‌شود، سیتوزین‌دار می‌باشد.** ببین، این هم از پرسش‌هایی که فقط **دقت** دانش‌آموز رو سنجش می‌کنه...

توجه سؤال گفته **چهارمین نوکلئوتیدی** که وارد جایگاه *A* می‌شود (*نه چهارمین رمزه*)! که بعد از رمزه دوم ترجمه که *CAG* است و سه تا نوکلئوتید داره، نوکلئوتید بعدی یعنی *A* وارد جایگاه *A* به عنوان چهارمین نوکلئوتید می‌شود. این نوکلئوتید، بازآلی **پورینی** دارد که مکمل آن **پیریمیدینی** است. پس گزینه‌های (۱) و (۴) مرخص شدند. اگر خوب دقت کنید، بازهای آخرین پادرمزه‌ای که وارد *P* و *A* می‌شوند مکمل رمزه *UUU* یعنی پادرمزه *AAA* می‌باشند که جواب تست است.

B ۱۹۲ ۲ دقت کنید که وقتی پادرمزه *UGA* در جایگاه *A* استقرار یابد، رمزه معنی‌دار *ACU* در *A* بوده است و ترجمه شده است، پس حالا وقت جدا شدن *tRNA* جایگاه *P*، از آمینواسیدهای خود است تا در جایگاه *A* پیوند پپتیدی جدید زده شود. در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که *tRNA*های خارج شونده از جایگاه *E*، همواره آمینواسید خود را از دست داده‌اند. یعنی هنگامی که *tRNA* می‌خواهد از جایگاه *E* خارج شود، فاقد آمینواسید می‌باشد. **چون پلی‌پپتید ساخته شده در رناتن، یا در جایگاه *P* و یا در جایگاه *A* می‌باشد.**

B ۱۹۳ ۲

نکته
۰۱ در مرحلهٔ طویل شدن، برای ترجمهٔ رمزه‌ها در *A*، رناهای ناقل زیادی می‌توانند وارد جایگاه *A* رناتن شوند و به دلیل عدم مکمل بودن با رمزه، نمی‌توانند در *A* استقرار یابند و به همین دلیل از *A* خارج می‌شوند.

۰۲ در فرایند ترجمه، در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن رشتهٔ پلی‌پپتیدی، آمینواسیدها از دومی تا آخری در جایگاه *A* ترجمه می‌شوند و سپس از *tRNA* جایگاه *P* جدا می‌شوند تا وارد جایگاه *A* برای ایجاد پیوند پپتیدی شوند. در نظر بگیرید که *tRNA* ضمن این عمل، از جایگاه *P* وارد *A* نمی‌شود و فقط آمینواسید اول یا پلی‌پپتید آن وارد می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)).

۰۳ قرارگیری هر رمزه‌ای بین رمزه‌های آغاز ترجمه تا پایان در جایگاه *E*، جدا شدن پیوند اشتراکی بین *tRNA* و آمینواسید (*بجز آخرین tRNA*) در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن رخ می‌دهد (درستی گزینه‌های (۱) و (۳)).

۰۴ در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که چند بار تکرار کردم، توالی *UAA* فقط در *mRNA*ها یک توالی یا رمزه پایان ترجمه به حساب می‌آید؛ ولی این توالی می‌تواند در *tRNA* یا *rRNA* نیز وجود داشته باشد و به هر جایگاهی از رناتن وارد شود.

درسنامه درختی ۳۳ مراحل ترجمه

مراحل ترجمه (فرایندی پیوسته)

همانند رونویسی، میتوز و همانندسازی فرایندی پیوسته می‌باشد.
تعریف ← ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید از روی *mRNA* در ریبوزوم می‌باشد.

۱ مرحلهٔ آغاز

۱) بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد **کوچک** رناتن را به سوی رمزهٔ آغاز، هدایت می‌کند تا کدون *AUG* وارد جایگاه *P* شود.
۲) رنای ناقل که مکمل رمزهٔ آغاز است، به همراه آمینواسید متیونین وارد ریبوزوم در جایگاه *P* می‌شود.
۳) زیرواحد بزرگ رناتن به این مجموعه اضافه شده و ساختار رناتن کامل می‌شود.

نکات
- در این مرحله جایگاه *P* در رناتن محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید متیونین است.
- جایگاه *A* و *E* خالی می‌مانند.
- در این مرحله، درون ریبوزوم فقط پیوند هیدروژنی در جایگاه *P* بین کدون و آنتی‌کدون برقرار می‌شود.
- در این مرحله، قبل از کامل شدن شکل ریبوزوم، اولین رمزه در جایگاه *P* ترجمه می‌شود.

۲ مرحلهٔ طویل شدن

۱) رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه *A* رناتن می‌شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزهٔ جایگاه *A* است، **استقرار** پیدا می‌کند.
۲) آمینواسید جایگاه *P* از رنای ناقل خود جدا می‌شود و با آمینواسید جایگاه *A* پیوند پپتیدی برقرار می‌کند.
۳) رناتن به اندازهٔ یک رمزه به سوی رمزهٔ پایان پیش می‌رود.
۴) رنای ناقل حامل رشتهٔ دی‌پپتیدی در جایگاه *P* قرار می‌گیرد.
۵) جایگاه *A* خالی می‌شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد.
۶) رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه *E* قرار می‌گیرد و سپس از این جایگاه با شکستن پیوند هیدروژنی خارج می‌شود.
۷) این مراحل تکرار می‌شود و طول زنجیرهٔ آمینواسیدی بیشتر می‌شود تا رناتن به یکی از رمزه‌های پایان برسد.

نکات
- در این مرحله، پیوند اشتراکی بین *tRNA* و آمینواسید در جایگاه *P* شکسته می‌شود.
- در این مرحله، پیوند اشتراکی پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه *A* تشکیل می‌شود.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه *A* تشکیل می‌شود.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه *E* شکسته می‌شود.
- تنها مرحله‌ای از ترجمه است که دو *tRNA* در ریبوزوم وجود دارد.
- در این مرحله ضمن حرکت رناتن، پلی‌پپتید از جایگاه *A* به *P* منتقل می‌شود و جایگاه *A* خالی می‌شود.
- در ابتدای این مرحله، کدون آغاز در جایگاه *P* قرار دارد.
- در انتهای این مرحله، کدون پایان در جایگاه *A* قرار دارد.

۳ مرحلهٔ پایان

۱) رنای ناقل جدیدی وارد جایگاه *A* که رمزهٔ پایان دارد، نمی‌شود.
۲) عوامل پروتئینی آزادکننده وارد جایگاه *A* می‌شوند و رمزهٔ پایان را شناسایی می‌کنند.
۳) پلی‌پپتید، توسط عوامل آزادکننده از رنای ناقلی در جایگاه *P* جدا می‌شود.
۴) در نهایت زیرواحدهای رناتن‌ها از هم جدا و رنای پیک آزاد جدا می‌شوند.
۵) زیرواحدهای رناتن دوباره برحسب نیاز یاخته می‌توانند از روی این *mRNA* به ترجمه بپردازند.

نکات
- در این مرحله، پیوند پپتیدی و هیدروژنی جدید تشکیل نمی‌شود.
- در این مرحله، *tRNA* انتهایی با شکسته شدن پیوند هیدروژنی از جایگاه *P* خارج می‌شود.
- همانند مرحلهٔ آغاز، فقط جایگاه *P* حاوی *tRNA* می‌باشد.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه و پیوند اشتراکی *tRNA* و آمینواسید در جایگاه *P* شکسته می‌شود.

A ۱۹۴ ۳ **پادرمزه** تعیین‌کننده نوع آمینواسید انتقالی است که نمی‌تواند مکمل رمزه بی‌معنی (*پایان*) باشد. پس گزینهٔ (۳) که پادرمزه *AUC* است و مکمل *UAG* است نمی‌تواند در *tRNA* به عنوان پادرمزه وجود داشته باشد؛ چون روبه‌روی رمزه بی‌معنی *UAG*، پادرمزه قرار نمی‌گیرد.

نکته
توالی پادرمزه‌ای *AUC* اصولاً وجود ندارد؛ چون این توالی از روی رمز *DNA* به صورت *TAG* اصلاً رونویسی نمی‌شود. (*البته پادرمزه‌های AUU و ACU نیز وجود ندارد.*)

◀ گزینهٔ (۱) هم به این علت نادرست است که نوکلئوتید تیمین‌دار اصلاً در هیچ یک از انواع رنا دیده نمی‌شود و در دنا نیز نوکلئوتید یوراسیل‌دار دیده نمی‌شود (*البته قسمت دوم گزینهٔ (۱) دلیل رد این گزینه می‌باشد*). گزینه‌های (۲) و (۴) نیز می‌توانند وجود داشته باشند.

A ۱۹۵ ۴ در انتهای مرحلهٔ آغاز ترجمه، زیرواحد بزرگ روی کوچک رناتن آمده و شکل رناتن کامل می‌شود تا بعد از آن، **در ابتدای مرحله ادامه ترجمه**، *tRNA* دوم (*نه آغازگر!!*) وارد *A* شود و رمزه دوم ترجمه شود این عمل با ایجاد پیوند هیدروژنی در جایگاه *A* صورت می‌گیرد. بعد از آن پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)) و سپس با حرکت رناتن، خروج رنای ناقل از *E* را شاهد هستیم (نادرستی گزینهٔ (۳)).

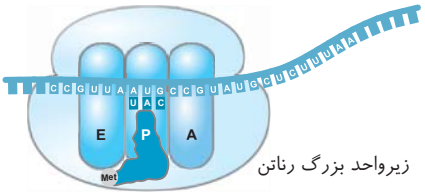
B ۱۹۶ ۲ ابتدا توجه کنید که در تست، مکمل رشتهٔ رونویسی شونده داده شده است. مکمل این رشتهٔ *DNA* به صورت *CAT-TTT-ACT* می‌باشد و *mRNA* رونویسی شده از روی آن به صورت *GUA-AAA-UGA* است و با توجه به اینکه *tRNA* روبه‌روی رمزه‌های قابل ترجمه (*GUA*) آمینواسید می‌آورد، پادرمزه‌ها از چپ به راست به صورت *UUU* و *CAU* خواهند بود. (*دقت کنید که روبه‌روی UGA، پادرمزه قرار نمی‌گیرد.*)

A ۱۹۷ ۴

نکته

طی عمل ترجمه، فقط جایگاه *P* (*پلی‌پپتید*) در هر سه مرحله آغاز، طویل شدن و پایان، حاوی رنای ناقل می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تمام اعمال همانندسازی، رونویسی و ترجمه، همانند تقسیم یاخته، فرایندی پیوسته می‌باشد که برای راحتی درک، آن‌ها را به مراحلی تقسیم‌بندی می‌کنیم، ولی ترجمه در هسته رخ نمی‌دهد. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ آغاز ترجمه، **بخش‌هایی از *mRNA***، زیرواحد کوچک رناتن را به سوی رمزه آغاز هدایت می‌کند (*نه آنزیم*). / گزینهٔ (۳): اگر به شکل روبه‌رو دقت کنید، می‌فهمید که *tRNA* آغازگر در بخش زیرواحد کوچک رناتن قرار نمی‌گیرد و کاملاً در زیرواحد بزرگ قرار دارد، ولی *rRNA* در ساختار رناتن و *mRNA* نیز درون رناتن دیده می‌شود.



C ۱۹۸ ۴ در زمانی که رشتهٔ پلی‌پپتیدی به جایگاه *P* وارد می‌شود، هنوز *tRNA* بعدی وارد نشده است و در نتیجه پیوند هیدروژنی در جایگاه *A* دیده نمی‌شود. در مرحلهٔ آغاز نیز زمانی که اولین *tRNA* وارد جایگاه *P* می‌شود، هنوز *tRNA* بعدی به رناتن وارد نشده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ پایان ترجمه، پیوند هیدروژنی شکسته می‌شود، اما پس از آن جابه‌جایی رناتن صورت نمی‌گیرد. / گزینهٔ (۲): مولکول آب برای ایجاد پیوند پپتیدی در طی فرایند سنتز آبدهی آزاد می‌شود، که در این زمان، یعنی در مرحلهٔ طویل شدن، دو *tRNA* در رناتن وجود دارند. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ آغاز و پایان، فقط برای ایجاد پیوند پپتیدی یک رنای ناقل در رناتن وجود دارد، ولی عامل آزادکننده فقط در مرحلهٔ پایان در رناتن دیده می‌شود.

B ۱۹۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

توجه

توالی *AUG* یک توالی سه‌نوکلئوتیدی روی *RNA* می‌باشد که توسط رنابسپاراز، از روی توالی *DNA* با نوکلئوتیدهای *TAC* رونویسی شده است (درستی ج). دقت داشته باشید که توالی *AUG* نباید شما را همواره یاد رمزه آغاز ترجمه بیاندازد، چون این توالی می‌تواند در هر جای *mRNA* به عنوان رمزه متیونین یا در *rRNA* یا *tRNA* باشد. پس فقط اگر این توالی مربوط به رمزه متیونین در *mRNA* بود، با پادرمزه *UAC* مکمل می‌شد (نادرستی الف). ولی اگر توالی *AUG* قسمتی در *rRNA* یا *tRNA* باشد، سبب نادرستی موارد (ب) و (د) می‌شود (*دقت کنید اگر توالی AUG پس از اولین بار نیز دوباره در رنای پیک تکرار شده باشد، فقط به اولین AUG رمزه آغاز گفته می‌شود*).

B ۲۰۰ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

نوکلئاز نوعی پروتئین است که طی فرایند ترجمه ساخته می‌شود. در ابتدای ترجمه، **قسمتی از *mRNA***، سبب می‌شود که رناتن به سوی رمزه آغاز ترجمه هدایت شود. منظور سؤال *mRNA* می‌باشد، که حاوی پیوند فسفودی‌استر است ولی فاقد پیوند هیدروژنی، قند دئوکسی‌ریبوز و ساختار پلی‌پپتیدی می‌باشد.

C ۲۰۱ ۱ عبارات (الف) و (ب) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

منظور سؤال جایگاه *P* رناتن می‌باشد، که در مرحلهٔ طویل شدن و پایان، پیوند بین *tRNA* و آمینواسید آن هیدرولیز می‌شود.

تله‌های تستی الف) نادرست تکمیل می‌کند. به‌طور معمول جدا شدن رمزه و پادرمزه در جایگاه *E* و با شکستن پیوند هیدروژنی برای خروج *tRNA* صورت می‌گیرد، ولی آخرین *tRNA* از جایگاه *P* خارج می‌شود. / ب) نادرست تکمیل می‌کند. عوامل آزادکننده در مرحلهٔ پایان ترجمه، وارد جایگاه *A* می‌شوند. / ج) درست تکمیل می‌کند. با هر حرکت رناتن در مرحلهٔ دوم و سوم رونویسی، از دی‌پپتید تا پلی‌پپتید تشکیل شده از جایگاه *A* وارد جایگاه *P* رناتنی می‌شوند. / د) درست تکمیل می‌کند. هر *tRNA*ای که در ترجمه شرکت می‌کند، باید به جایگاه *P* وارد شود که اولین *tRNA* از خارج رناتن ولی بقیه از جایگاه *A* رناتن وارد جایگاه *P* می‌شوند.

نکته مهم

دانش‌آموزان عزیز در تست‌ها دقت کنید که خروج *tRNA* از یک جایگاه، به معنی شکستن پیوند هیدروژنی نمی‌باشد چون با حرکت رناتن روی *mRNA*، می‌توان انتقال *tRNA* متصل به رمزه را از جایگاه *A* به *P* یا از *P* به *E* مشاهده کرد. شکستن پیوند هیدروژنی برای ترجمه معمولاً در جایگاه *E* برای خروج *tRNA* از رناتن صورت می‌گیرد. در آخر همواره دقت کنید که آخرین *tRNA* از جایگاه *P* به خارج از رناتن می‌رود و اصلاً وارد جایگاه *E* نمی‌شود. در حقیقت پیوند هیدروژنی بین آخرین رمزه و پادرمزه ترجمه شده در جایگاه *P* شکسته می‌شود.

A ۲۰۲ ۳

نکته

در رونویسی، پیوند هیدروژنی بین *RNA* در حال ساخت و رشتهٔ الگو ژن تشکیل می‌شود، ولی رشتهٔ رمزگذار یا مکمل الگو با محصول یا *RNA*، پیوند هیدروژنی ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در ترجمه بین نوکلئوتیدهای پادرمزه و رمزه پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. / گزینهٔ (۲): پروتئین‌هایی با یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی خطی در ساختار دوم و سوم خود دارای پیوند هیدروژنی می‌باشند. / گزینهٔ (۴): در *tRNA* به صورت عادی پیوند هیدروژنی ایجاد می‌شود.

B ۲۰۳ ۴ در طی ترجمه، به‌جز رمزه اول که از *A* نمی‌گذرد و رمزه پایانی که از *P* نمی‌گذرد، بقیه رمزه‌ها هم از *A* و هم از *P* عبور می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ آغاز، ترجمه و استقرار رنای ناقل برای رمزه آغاز در جایگاه *P* و در مرحله ادامه ترجمه سایر رمزه‌ها در جایگاه *A* صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): *rRNA* و *mRNA* همواره در ساختار رناتن به همراه پروتئین‌های رناتنی وجود دارند. / گزینهٔ (۳): پادرمزهٔ اول (*UAC*) هیچ‌گاه از جایگاه *A* عبور نمی‌کند ولی هر پادرمزه‌ای از *P* می‌گذرد.

B ۲۰۴ ۱ فقط مورد (ج) نادرست است. در مرحلهٔ طویل شدن، هنگامی که با حرکت رناتن، رنای ناقل از جایگاه A رناتن خارج می‌شود، به جایگاه P وارد می‌شود این رنای ناقل حاوی رشتهٔ پلی‌پپتیدی در حال ساخت است. دقت کنید که در این حالت، پیوند هیدروژنی در جایگاه P تشکیل نمی‌شود بلکه رنای ناقل بدون شکستن یا تشکیل دادن پیوند هیدروژنی، از A وارد P شده است.

تله‌های تستی الف) اگر آخرین رنای ناقل از جایگاه A خارج شود، عوامل آزادکننده فعالیت می‌کنند و وارد رناتن می‌شود تا پلی‌پپتید را از رنای ناقل جدا کند. / ب) در صورتی که با حرکت بعدی رناتن، یکی از رمزه‌های معنی‌دار وارد A شود، رنای ناقل جدیدی نیز دوباره در جایگاه A مستقر می‌شود. / د) اگر آخرین رنای ناقل جایگاه A، پادرمزهٔ UAC داشته باشد، در این صورت این رنای متصل به متیونین وارد P می‌شود.

A ۲۰۵ ۱ در پروتئین‌سازی، پس از کامل شدن رناتن، باید tRNA وارد جایگاه A شود و رمز دوم mRNA، ترجمه شود. دقت کنید که در سؤال اولین عمل را با ذکر کلمه **بلافاصله** خواسته است. بدیهی است که بعد از ترجمهٔ رمزه دوم، باید پیوند پپتیدی و سپس حرکت رناتن اتفاق بیفتد.

B ۲۰۶ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در مرحلهٔ پایان ترجمه، فقط رمزه پایانی توسط عامل آزادکننده شناسایی می‌شود و در این مرحله رمزهٔ خاصی ترجمه نمی‌شود. عمل ترجمهٔ رمزه در مرحلهٔ آغاز و طویل شدن رخ می‌دهد (درستی الف).

تله‌های تستی ب) در مرحلهٔ آغاز و پایان ترجمه، یک پادرمزه در جایگاه P وجود دارد، ولی در مرحلهٔ طویل شدن و پایان، درون رناتن، ۳ رمزه مورد نیاز ترجمه در جایگاه‌های A، P و E وجود دارد. / ج) در مرحلهٔ آغاز و پایان ترجمه، tRNA حاوی آمینواسید، فقط در جایگاه P وجود دارد. / د) **تشکیل** پیوند هیدروژنی بین mRNA و tRNA، مختص مرحلهٔ آغاز و طویل شدن می‌باشد.

B ۲۰۷ ۲ همیشه هنگام ترجمه، محل تشکیل پیوند پپتیدی بین دو آمینواسید، جایگاه A رناتن می‌باشد، که این جایگاه محل تشکیل پیوند هیدروژنی در مرحلهٔ طویل شدن نیز می‌باشد.

نکته

پیوند پپتیدی همانند پیوندهای قند با فسفات، قند با باز آلی، فسفودی‌استر و بین رنای ناقل و آمینواسید، از نوع اشتراکی یا کووالانسی می‌باشد.

A ۲۰۸ ۲ در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها انتهای هر tRNA (ناقل)، همواره توالی مشابه برای اتصال به آمینواسید وجود دارد و تنها تفاوت آن‌ها در توالی پادرمزهٔ آن‌ها می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برای ۲۰ نوع آمینواسید، ۶۱ نوع رنای ناقل وجود دارد. / گزینهٔ (۳): در این یاخته‌ها، ممکن است بارها برحسب نیاز یاخته RNA تکراری ساخته شود و به سیتوپلاسم بیاید. / گزینهٔ (۴): هر رنابسپاراز ۲، مثلاً می‌تواند همه راه‌اندازهای ژن‌ها سازندهٔ رنای پیک در ژن‌های متعدد را شناسایی کند.

B ۲۰۹ ۲

نکته

در طی ترجمه در مرحلهٔ طویل شدن، tRNAها از جایگاه E و در مرحلهٔ پایان از جایگاه P خارج می‌شوند. پس باید گزینه‌ای را انتخاب کنیم که **نکته مشترکی برای جایگاه P و E داشته باشد**. جایگاه P و E در مرحلهٔ طویل شدن دارای tRNA می‌شوند، چون رناتن همواره در حال ترجمه و حرکت می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بیشتر رمزه‌ها در جایگاه A ترجمه می‌شوند و فقط رمزه آغاز ترجمه یا AUG اول در جایگاه P ترجمه می‌شود. (ترجمه رمزه به معنی قرارگیری tRNA همراه آمینواسید مناسب در رویه‌روی آن است.) / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ آغاز، tRNA اولیه در جایگاه P استقرار می‌یابد و رمزهٔ آغاز را ترجمه می‌کند. / گزینهٔ (۴): عامل آزادکننده فقط وارد جایگاه A می‌شود تا رمزه پایان را شناسایی کند.

A ۲۱۰ ۱ تا وقتی‌که پادرمزه وارد جایگاه A می‌شود، یعنی رمزه پایان وارد رناتن نشده است و ترجمه در حال طی کردن مرحلهٔ طویل شدن یا دوم می‌باشد. از طرفی پایان این مرحله با ورود یکی از رمزه‌های پایانی به رناتن صورت می‌گیرد. دقت کنید که وقتی پادرمزه‌ای توانایی ورود به A می‌یابد، که پلی‌پپتید ساخته شده در جایگاه P باشد.

A ۲۱۱ ۳ در آغاز ترجمه، قسمتی از mRNA سبب هدایت زیرواحد کوچک رناتن به سمت رمزه آغاز ترجمه می‌شود. پس از این مرحله، tRNA آغازگر باید به رمزه مکمل خود متصل شود و بعد زیرواحد بزرگ رناتن روی کوچک قرار بگیرد و شکل رناتن کامل شود (سپس با پایان مرحلهٔ آغاز، اتفاقات گزینه‌های (۱) و (۲) در مرحلهٔ طویل شدن رخ می‌دهد).

B ۲۱۲ ۴ موارد (ج) و (د) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

نکته

در ترجمه، **همواره** اولین پادرمزه وارد شده به جایگاه P و E، توالی UAC دارد و آخرین پادرمزه وارد شده به P و A نیز یکسان و مشابه می‌باشد، چون مکمل رمزه قبل از رمز پایانی می‌باشد.

C ۲۱۳ ۲ شبکهٔ آندوپلاسمی در تأمین کلسیم انقباض ماهیچه نقش دارد. این اندامک در تولید کافنده‌تن‌ها برای گوارش درون‌یاخته‌ای بیگانه‌خوارها نیز مؤثر است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قسمت اول مربوط به دستگاه گلژی است، ولی این اندامک در تولید پروتئین‌های هسته، راکیزه و دیسه‌ها نقشی ندارد. / گزینهٔ (۳): کافنده‌تن و واکوئل‌ها توسط دستگاه گلژی و شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شوند، ولی هیستون و سایر پروتئین‌های هسته در رناتن آزاد سیتوپلاسم تولید می‌شوند. / گزینهٔ (۴): قسمت اول مربوط به هسته است که در رناتن آزاد سیتوپلاسم تولید می‌شوند، ولی برخی از پروتئین‌های مورد نیاز در میتوکندری و پلاست‌ها توسط رناتن‌های درون همان اندامک‌ها تولید می‌شوند.

برو درسنامه درختی ۳۴ بچون

B ۲۱۴ ۲ موارد (ب) و (د) در رناتن رخ نمی‌دهد.

تله‌های تستی الف) شکستن پیوند هیدروژنی رمزه و پادرمزه در جایگاه‌های E و P رناتن رخ می‌دهد. / ب) تشکیل پیوند اشتراکی بین tRNA آزاد و آمینواسید در سیتوپلاسم و درون آنزیم ویژه‌ای صورت می‌گیرد و سپس وارد رناتن می‌شوند. / ج) در مرحلهٔ پایان، از جایگاه P رخ می‌دهد. / د) این عمل در دستگاه گلژی رخ می‌دهد.

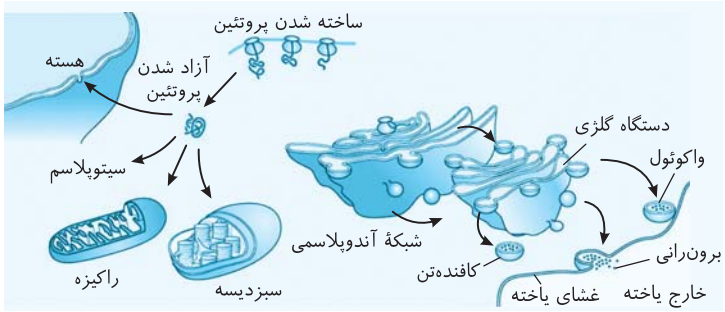
A ۲۱۵ ۴ پروتئین‌های آزادکننده که مسئول شناسایی رمزه پایان هستند، با نقش آنزیمی خود سبب جدا کردن پلی‌پپتید از tRNA جایگاه P و همچنین جدا کردن دو زیرواحد رناتن از همدیگر می‌شوند. این پروتئین‌ها از روی mRNA ساخته می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۱)) و چون از یاخته خارج نمی‌شوند و به لیزوزوم و واکوئل نیز نمی‌روند، در سیستم گلژی نیز بسته‌بندی نمی‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۲)).

یادآوری محل ساخت و هدف پروتئین‌ها

ایستگاه ۱۳

رناتن (محل ساخت پروتئین)

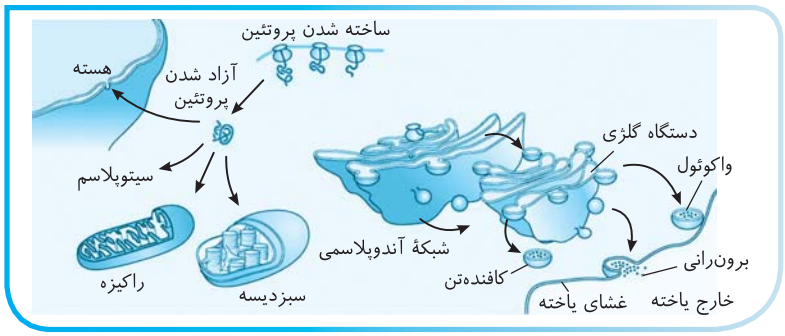
- آن‌ها که به شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی می‌روند ← بسته‌بندی شده
  - به درون واکوئول می‌روند.
  - به لیزوزوم می‌روند (گوارشی).
  - از یاخته ترشح می‌شوند.
- آن‌ها که به شبکهٔ آندوپلاسمی نمی‌روند ← بدون بسته‌بندی
  - در سیتوپلاسم می‌مانند (آنزیم‌های ترجمه یا گلیکولیزی).
  - به میتوکندری برای تنفس می‌روند.
  - به پلاست‌ها برای فتوسنتز و... می‌روند.
  - به هسته برای فعالیت‌های مختلف می‌روند (آنزیم‌های همانندسازی و رونویسی).



درسنامه درختی ۳۴ محل پروتئین‌سازی و سرنوشت آن‌ها

محل پروتئین‌سازی و سرنوشت آن‌ها

- در هر محلی از یاخته که ریبوزوم فعال وجود دارد، پروتئین‌سازی صورت می‌گیرد
  - پروکاریوت‌ها ← در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
  - یوکاریوت‌ها
    - در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
    - درون راکیزه
    - درون سبزدیسه
    - روی شبکهٔ آندوپلاسمی
- ۱) بعضی از پروتئین‌ها، در ریبوزوم‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته شده و وارد این شبکه و دستگاه گلژی می‌شوند و بعد از بسته‌بندی به سوی موارد مقابل می‌روند
  - لیزوزوم‌ها (کافنده‌تن) ← آنزیم‌های گوارشی درون‌یاخته‌ای
  - واکوئول ← تنظیم آب و ...
  - برای ترشح به خارج یاخته ← آنزیم گوارشی
  - درون غشای یاخته ← پمپ سدیم - پتاسیم و ...
- ۲) بعضی از این پروتئین‌ها که در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند
  - یا در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم می‌مانند ← آنزیم‌های گلیکولیزی و تخمیر
  - یا به هسته می‌روند ← دنابسپاراز، رنابسپاراز، هیستون و هلیکاز
  - یا به میتوکندری می‌روند ← برخی آنزیم تنفس یاخته‌ای
  - یا به پلاست‌ها می‌روند ← برخی آنزیم‌های فتوسنتزی
- هر پروتئین، براساس مقصدی که در یاخته دارد ← توالی‌های آمینواسیدی خاصی برای هدایت به مقصد دارد.



B ۲۱۶ ۳ اندامک مسئول هضم مواد در داخل یاخته، همان لیزوزوم (کافنده‌تن) می‌باشد که این اندامک و پروتئین‌های آن‌ها بعد از ساخت در رناتن، وارد شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی می‌شوند.

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۲): پروتئین‌های ترشحی از یاخته و پروتئین‌های واکوئولی باید از مسیر شبکهٔ آندوپلاسمی و بسته‌بندی گلژی بگذرند. / گزینهٔ (۴): پروتئین‌های موجود در میتوکندری، کلروپلاست و هسته و همچنین آن‌ها که در مایع سیتوپلاسمی فعالیت دارند از مسیر شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی عبور نمی‌کنند.

A ۲۱۷ ۳ آنزیم‌های *ATP*ساز، آنزیم‌های سیتوپلاسمی در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم یا راکیزه هستند که در فصل‌های آینده در مورد آن می‌خوانیم، که این آنزیم‌ها از مسیر شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی عبور نمی‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ساخت سلولاز، ویژهٔ پروکاریوت‌هاست نه یاخته‌های جانوری! / گزینهٔ (۲): هلیکاز، پس از ساخته شدن در رناتن، وارد هسته می‌شود که محل ساخت *RNA* می‌باشد. / گزینهٔ (۴): پروتئین‌های غشایی از مسیر شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی عبور می‌کنند.

B ۲۱۸ ۲ این سؤال مقایسه دو یاخته یوکاریوت در عروس دریایی با پروکاریوت در باکتری ریزوبیوم می‌باشد (*ریزوبیوم‌ها باکتری‌های مصرف‌کننده‌ای هستند که مقدرت تثبیت نیتروژن را دارند!*). در یوکاریوت‌ها، سازوکارهایی وجود دارد که *mRNA* را در برابر تخریب محافظت می‌کند و آن‌ها به نسبت پروکاریوت‌ها، فرصت بیشتری برای پروتئین‌سازی از روی یک *mRNA* دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اندامک‌های غشادارِی مانند گلژی، میتوکندری، آندوپلاسمی و... در پروکاریوت‌ها وجود ندارند. / گزینه‌های (۳) و (۴): پروکاریوت‌ها به دلیل عمر کوتاه *mRNA* آن‌ها به نسبت یوکاریوت‌ها، فرصت کمتری برای ترجمه یا پروتئین‌سازی دارند، ولی در آن‌ها نیز عواملی طول عمر رنا و پروتئین را تغییر می‌دهند.

درسنامه درختی ۳۵ سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

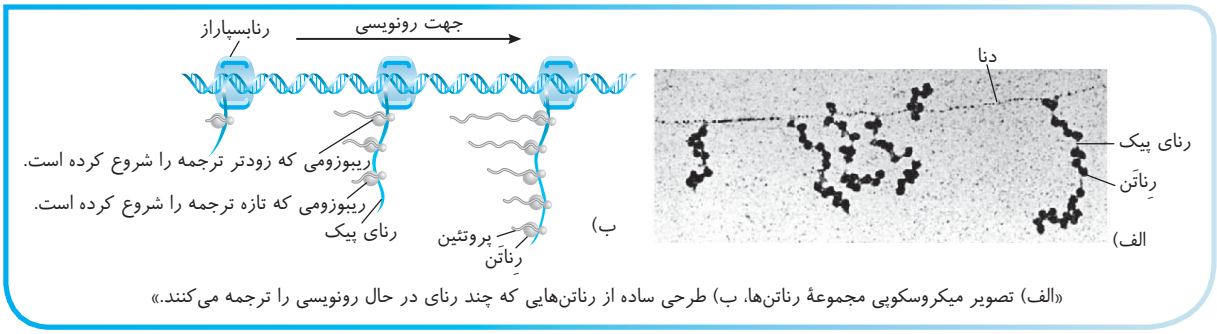
سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

بسته به نیاز هر یاخته تنظیم می‌شود.

پروکاریوت‌ها
- به دلیل عدم وجود غشای هسته، پروتئین‌سازی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود ← رونویسی و ترجمه به صورت هم‌زمان دیده می‌شود.
- طول عمر رنای پیک کم است ← در مواردی یاختهٔ آن را پایدارتر می‌کند.
- برای پروتئینی که به مقدار زیادی مورد نیاز است، ساخت پروتئین به‌طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن‌ها انجام می‌شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود.

در هر جانداری، می‌توان هم‌زمانی فعالیت چند مجموعهٔ رناتن را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد ← **افزایش سرعت پروتئین‌سازی**

یوکاریوت‌ها
- تجمع رناتن‌ها در این یاخته‌ها هم دیده می‌شوند.
- سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد ← طولانی‌تر شدن عمر رنای پیک ← فرصت بیشتر برای پروتئین‌سازی
- در این جانداران نمی‌توان هم‌زمان فرایند رونویسی و ترجمه را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد (*به‌جز در راکیزه و سبزدیسه*).



«الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رناتن‌ها، ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می‌کنند.»

B ۲۱۹ ۳ فقط مورد (ج) درست است. منظور سؤال **هر یاخته یوکاریوت** می‌باشد. چون در یوکاریوت‌ها، سازوکارهایی برای حفظ *mRNA* از تخریب و افزایش طول عمر آن‌ها وجود دارد. همان‌طور که می‌دانید برخی یاخته‌های یوکاریوتی (*مثلاً یاخته‌های جانوری*) قدرت فتوسنتز ندارد (نادرستی الف)، ولی اجتماع رناتن‌ها را به صورت تجمع رناتنی برای ترجمه در **سیتوپلاسم** تشکیل می‌دهند (نادرستی ب) یوکاریوت‌ها فقط همانندسازی دوطرفه دارند، ولی رونویسی، همواره فرایندی یک‌جهته می‌باشد (نادرستی د). در آخر دقت کنید که هر یاخته یوکاریوت، فرصت بیشتری برای ترجمه دارد، چون *mRNA* آن عمر طولانی‌تری دارد (درستی ج).

B ۲۲۰ ۴ آغازگر همانندسازی، آنزیم هلیکاز است. از طرفی آنزیم‌های رنابسپاراز و دنابسپاراز مسئول برقراری پیوند فسفودی‌استر می‌باشند و مقدار نوکلئوتید آزاد یاخته را کاهش می‌دهند، ولی شکستن این پیوند در گزینهٔ (۱) فقط در ویرایش و توسط دنابسپاراز رخ می‌دهد در حالی که شکستن پیوند هیدروژنی نیز از وظایف هلیکاز و رنابسپارازها می‌باشد (*در مورد گزینهٔ (۳) هم دقت کنید که رنابسپاراز پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌کند نه پپتیدی!*).

A ۲۲۱ ۴ گویچه‌های قرمز بالغ برخلاف نابالغ، فاقد هسته می‌باشند و قدرت همانندسازی و رونویسی ندارند؛ ولی با ذخیره *RNA*ها، هر دو نوع گویچهٔ قرمز بالغ و نابالغ قدرت تولید رشتهٔ پلی‌پپتید و پروتئین‌سازی را دارند.

B ۲۲۲ ۱ فقط مورد (د) درست است. حذف شدن بخش‌هایی از رنای پیک، در **یوکاریوت‌ها** مشاهده می‌شود. در یاخته‌های یوکاریوت سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد، بنابراین فرصت بیشتری برای پروتئین‌سازی هست.

تله‌های تستی الف) آنزیم رنابسپاراز در یوکاریوت‌ها در رناتن آزاد سیتوپلاسم تولید می‌شود، ولی فعالیتش را در هسته انجام می‌دهد. / ب) نمی‌توان گفت همهٔ یاخته‌های یوکاریوتی، راکیزه دارند (*مثل گویچهٔ قرمز بالغ*). / ج) در یوکاریوت‌ها، ترجمه نمی‌تواند پیش از پایان رونویسی رنای پیک شروع شود.

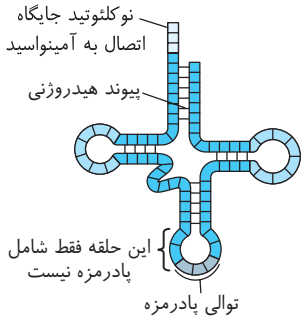
B ۲۲۳ ۴ در یوکاریوت‌ها، فارغ از توجه به راکیزه و سبزدیسه، بر طبق کنکور سراسری ۹۸ ، شروع ترجمه نمی‌تواند هم‌زمان با رونویسی از روی رنای پیک در حال ساخت رخ دهد. گزینه‌های (۱) و (۳) در مورد پروکاریوت‌ها می‌باشد که در هیچ‌کدام، تجمع رناتن روی **دنا** رخ نمی‌دهد و رنا که نوعی نوکلئیک‌اسید اصلی است، به غشای یاخته متصل نیست. گزینه‌های (۲) و (۴) در مورد یوکاریوت‌ها می‌باشد که هرکدام از سه نوع رنا توسط نوعی رنابسپاراز خاص تولید می‌شود، ولی گزینهٔ (۴) صحیح است چون مدت‌زمان ترجمه به دلیل عوامل مؤثر در عدم تخریب رنای پیک، در یوکاریوت‌ها از پروکاریوت‌ها بیشتر است.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

۲۲۴ ۳ فقط مورد (الف) نادرست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. قند رمزه و پادرمزه هر دو از نوع ریبوز هستند. / ب) درست است. رمزه رنای پیک از روی رمز دنا رونویسی شده است، پس روبه‌روی پورین، پیریمیدین آمده است. / ج) درست است. نوکلئوتید دنا و رنا در نوع قند همواره متفاوت‌اند. / د) درست است. رمزهٔ آغاز *AUG* است، که از روی رمز *TAC* ساخته شده و پادرمزهٔ *UAC* دارد (*پس رمزه و پادرمزه در داشتن T و A با هم متفاوتند*).

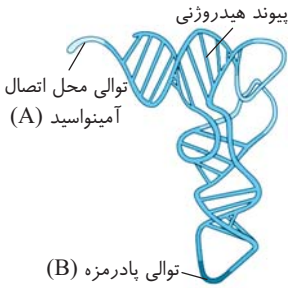
۲۲۵ ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند. منظور سؤال مولکول *tRNA* می‌باشد.



تله‌های تستی الف) ساخت رنای ناقل در میتوکندری و کلروپلاست نیز صورت می‌گیرد. / ب) *tRNA* فقط **پس از رونویسی** دچار تغییراتی می‌شود که این تغییرات با ویژگی‌های اختصاصی در بین *RNA*ها از جمله ایجاد پیوند هیدروژنی و تاخوردگی برای سه‌بعدی شدن صورت می‌گیرد. این مولکول در حالت غیرفعال، به صورت تاخورده اولیه و در حالت فعال به صورت سه‌بعدی قرار دارد. / ج) پیوند اشتراکی بین رنای ناقل و آمینواسید از نوع پپتیدی نمی‌باشد. (*پپتیدی بین دو آمینواسید است*). / د) در حلقه‌های رنای ناقل که هیچ پیوند هیدروژنی مشاهده نمی‌شود، بیش از سه نوکلئوتید وجود دارد (*در تحلیل می‌توانید با دقت این موضوع را پیدا کنید*).

۲۲۶ ۲ موارد (الف) و (ب) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

مولکول مقابل بیانگر ساختار سه‌بعدی *tRNA* می‌باشد، که در اثر تاخوردگی‌های مجددی ایجاد شده‌اند و نمونه فعال مولکول می‌باشد.



تله‌های تستی الف) نادرست است. *tRNA* در ساختار تاخوردگی اولیه و سه‌بعدی خود، دارای پیوند هیدروژنی می‌باشد و برای اتصال به آمینواسید مخصوص خود، نیاز به هیدرولیز *ATP* دارد، ولی هیدرولیز *ATP* را آنزیمی انجام می‌دهد که می‌خواهد *tRNA* را به آمینواسید وصل کند (*خود tRNA قدرت هیدرولیز ATP ندارد*). / ب) نادرست است. در یوکاریوت‌ها، *tRNA* توسط رنابسپاراز ۳ ایجاد می‌شود، ولی در پروکاریوت‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز وجود دارد (*در سؤال به‌تعبیر « به‌طور حتم » توجه کنید!!*). قسمت *B* حاوی پادرمزه می‌باشد که بین **بازهای** آن، پیوندی اعم از اشتراکی یا هیدروژنی وجود ندارد ولی بین نوکلئوتیدهای آن پیوند فسفودی‌استر وجود دارد. / ج) درست است. در *tRNA*ها فقط، توالی پادرمزه، عامل تمایز بین انواع مختلف آن‌هاست که بخش *B* بیانگر پادرمزه می‌باشد. / د) درست است. پیوند بین *tRNA* و آمینواسید از نوع اشتراکی می‌باشد که برحسب نوع پادرمزه یا همان قسمت *B* صورت می‌گیرد.

۲۲۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رنای پیک ساخت فاکتور داخلی معده، توسط یاختهٔ کناری بیان می‌شود نه یاخته اصلی! (*از طرفی کوتاه شدن رنا، مخصوص رنای پیک یوکاریوتی است*). / ب) نادرست است. رنای ناقل منظور سؤال است که در هر قسمتی به‌جز پادرمزه خود می‌تواند توالی *AUU* داشته باشد (*در حقیقت توالی AUU چون مکمل رمزه پایانی UAA است، هیچ‌گاه به‌عنوان پادرمزه وجود ندارد*). / ج) درست است. رنای ناقل پیوند هیدروژنی دارد که اطلاعاتی برای ساخت پروتئین حمل نمی‌کند. / د) نادرست است. رناتن سازندهٔ پپسینوژن‌ها چون اگزوسیتوز می‌شوند روی شبکه آندوپلاسمی قرار دارند (*نه آزاد!*).

۲۲۸ ۳ جاندار مورد مطالعه ایوری، باکتری (*پروکاریوت*) بود. دقت کنید که در مولکول *mRNA* آخرین *tRNA*، از جایگاه *P* جدا می‌شود و دیگر وارد جایگاه *E* نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قرار داشتن آخرین رمزهٔ ترجمه در رونوشت توالی پایان رونویسی الزامی نیست (*همان‌طور که در شکل کتاب می‌بینیم، بعد از رمزهٔ پایان، رمزه‌های دیگری هم هستند که مورد رونویسی قرار نمی‌گیرند. همین‌طور در گفتار بعد خواهیم دید که در پروکاریوت‌ها سیستم‌های چندژنی مشاهده می‌شود، که در نتیجه برخی ژن‌ها می‌توانند پس از رمزه پایان ترجمه وجود داشته باشند*). / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ آغاز ترجمه، بخش‌های اولیه رنای پیک، سبب هدایت رناتن به سوی رمزه آغاز رنای پیک می‌شود. از روی این توالی‌ها که قبل از رمزهٔ آغاز واقع هستند، ترجمه‌ای صورت نمی‌گیرد. / گزینهٔ (۴): در باکتری‌ها ممکن است عمل رونویسی و ترجمه هم‌زمان صورت بگیرد، یعنی قبل از پایان رونویسی، ترجمهٔ *mRNA* آغاز شود. در این حالت، در حالی که رناتن روی رنای پیک در حال ترجمه است، رنابسپاراز در حال انجام انتهای فرایند رونویسی از روی دنا می‌باشد.

۲۲۹ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است.

نکته ساختار رناتن در انتهای مرحلهٔ آغاز ترجمه با حضور دو زیرواحد، کامل می‌شود. هر دوی این زیرواحدها، دارای پروتئین و رنای رناتنی می‌باشد. هر رشته پروتئینی آن در ساختار دوم خود، حاوی اولین پیوندهای هیدروژنی می‌باشد. دقت کنید که ایجاد پیوند هیدروژنی در مرحلهٔ آغاز ترجمه، فقط در جایگاه *P* بین رمزه و پادرمزه صورت می‌گیرد که منظور این سؤال نبوده است.

تله‌های تستی الف) پادتن در پلاسموسیت تولید می‌شود نه بازوفیل! / ج) دومین رمزه در مرحلهٔ آغاز، ترجمه نمی‌شود. / د) *tRNA* آغازگر ابتدا در مرحلهٔ آغاز وارد جایگاه *P* رناتن می‌شود، ولی توجه داشته باشید که سپس در مرحلهٔ طویل شدن با حرکت رناتن از جایگاه *P* به *E* می‌رود تا از رناتن خارج شود، ولی این *tRNA* هیچ‌گاه وارد جایگاه *A* نمی‌شود (*ادامهٔ این عبارت در مورد عامل آزادکننده صحیح است*).

۲۳۰ ۳ سؤال در مورد ترتیب مراحل ترجمه یا پروتئین‌سازی می‌باشد. دقت کنید که مورد (ب) در مورد رونویسی است.

ترتیب مراحل: الف) اتصال اولین رنای ناقل به جایگاه *P* رناتن، وقتی رخ می‌دهد که هنوز زیرواحد بزرگ روی کوچک نیامده است و شکل رناتن کامل نشده است.

د) تشکیل دومین پیوند پپتیدی در جایگاه *A* پس از ورود رنای ناقل سوم صورت می‌گیرد.

ج) حرکت رناتن و ورود رنای ناقل دوم به جایگاه *E*.

۲۳۱ C ۱ فقط مورد (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

در ترجمه *mRNA* صورت سؤال، رمزه‌ها و پادرمزه‌هایی که وارد جایگاه‌های مختلف رناتن می‌شوند به صورت روبه‌رو می‌باشد.

پادرمزه → UAC GGC CCG AUG

رمزه → CCG AUG CCG GGC UAC

◀ دقت کنید که اولین توالی وارد شده به *E* را رمزه آمینواسید به حساب نمی‌آوریم.

برو دقیق خودت اول تست رو حل کن. بعد از این جدول دلیل رد هر عبارت رو تحلیل کن!!

	رمزه *P*	پادرمزه *P*	رمزه *A*	پادرمزه *A*	توالی سه‌حرفی *E*	پادرمزه *E*
اولین	*AUG*	*UAC*	*CCG*	*GGC*	توالی *CCG*	*UAC*
دومین	*CCG*	*GGC*	*GGC*	*CCG*	*AUG*	*GGC*
سومین	*GGC*	*CCG*	*UAC*	*AUG*	*CCG*	*CCG*
چهارمین	*UAC*	*AUG*	–	–	*GGC*	*AUG*

۲۳۲ B ۲ موارد (الف) و (ب) رخ نمی‌دهد.

تست‌های تستی الف) نادرست است. در مراحل آغاز و پایان ترجمه، هیچ *tRNA* و پادرمزه‌ای به جایگاه *A* وارد نمی‌شود. / ب) نادرست است. در مرحلهٔ آغاز و پایان ترجمه، پیوند پپتیدی تشکیل نمی‌شود. / (ج) و (د) درست است. در مرحلهٔ پایان ترجمه، پس از خروج آخرین رنای ناقل از جایگاه *P*، دو زیرواحد رناتن و عامل آزادکننده، هم‌زمان در آخر ترجمه از روی رنای پیک جدا می‌شوند. (*در مرحلهٔ پایان برخلاف طویل شدن، خروج رنای ناقل و شکسته شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه P صورت می‌گیرند نه E.*)

۲۳۳ C ۱ فقط در مرحلهٔ ادامه می‌توانیم دو *tRNA* را هم‌زمان در رناتن ببینیم، که یا در جایگاه *P* و *A* و یا در جایگاه‌های *P* و *E* قرار می‌گیرند.

تست‌های تستی گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن ترجمه، تشکیل پیوند پپتیدی و ترجمه رمزه‌ها در جایگاه *A* صورت می‌گیرد. (*فقط ترجمهٔ رمزه آغازین در جایگاه P صورت می‌گیرد.*) / گزینهٔ (۳): در انتهای مرحلهٔ طویل شدن و مرحلهٔ پایان، رمزه پایان وارد جایگاه *A* رناتن می‌شود که به‌طور هم‌زمان خروج *tRNA* نیز در مرحلهٔ طویل شدن رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): دقت کنید که آمینواسید آغازین برخلاف *tRNA* آغازین، برای تشکیل پیوند پپتیدی، باید در مرحلهٔ طویل شدن وارد جایگاه *A* شود و بعد از آن هم همراه با رشتهٔ پپتیدی بارها به این جایگاه وارد می‌شود پس ورود آمینواسید آغازین به این جایگاه مقایرتی با آموخته‌های ما ندارد.

۲۳۴ C ۲ موارد (ج) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

تست‌های تستی الف) بعد از اتصال زیرواحد کوچک رناتن به *RNA* پیک، پیوند هیدروژنی بین *RNA* پیک و *RNA* ناقل ایجاد می‌شود. / ب) بعد از قرارگیری عامل مؤثر در پایان ترجمه در جایگاه *A* رناتن، *RNA* ناقل از جایگاه *P* رناتن خارج می‌شود. / ج) دقت کنید **قبل از** اینکه زیرواحد بزرگ و کوچک رناتن از هم جدا شوند، پیوند بین رشتهٔ پلی‌پپتیدی و *RNA* ناقل شکسته می‌شود. / د) برقراری اولین رابطهٔ مکملی بین رمزه آغاز و پادرمزه، مربوط به مرحلهٔ آغاز است، که بعد از این مرحله ابتدا *RNA* ناقل بعدی وارد جایگاه *A* رناتن می‌شود و بعد از تشکیل پیوند پپتیدی است که رناتن حرکت می‌کند.

۲۳۵ C ۱ موارد (ب) و (د) درست هستند.

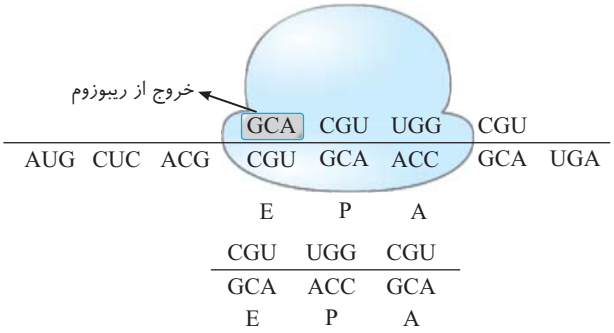
تست‌های تستی الف) نادرست است. هنگامی که آخرین پیوند پپتیدی در جایگاه *A* رناتنی تشکیل می‌شود، رناتن آخرین حرکت خود را انجام می‌دهد تا پلی‌پپتید ساخته شده وارد جایگاه *P* شود و رمزه پایان وارد جایگاه *A* شود و بعد با شناسایی رمزهٔ پایان فعالیت‌های مرحلهٔ پایانی رخ می‌دهد. / ب) درست است. در عمل ترجمه، با آخرین هر حرکت رناتن، *tRNA*ای که آمینواسید خود را از دست داده است از جایگاه *P* خارج و به *E* وارد می‌شود تا از رناتن خارج شود. **دقت داشته باشید که به‌جز آخرین رنای ناقل که از *P* و پس از ورود عامل آزادکننده خارج می‌شود، همهٔ دیگر رناهای ناقل از *E* خارج می‌شوند.** / ج) نادرست است. اولین جابه‌جایی رناتن بعد از تشکیل اولین پیوند پپتیدی در مرحلهٔ طویل شدن رخ می‌دهد که با این حرکت، *tRNA*ای که **دو آمینواسید** دارد از جایگاه *A* به *P* وارد می‌شود. / د) درست است. براساس متن صریح کتاب درسی، عوامل آزادکننده، پروتئین‌هایی هستند که هم پیوند بین رشتهٔ پلی‌پپتید و رنای ناقل در جایگاه *P* را جدا می‌کنند و هم دو زیرواحد رناتن را از هم جدا می‌کنند.

۲۳۶ C ۳ خوب دقت کنید که *mRNA* ساخته شده از روی این *DNA* به صورت می‌باشد AAA(۴)، GUU(۳)، AUU(۲) و CUU(۱) که *tRNA*های آورنده آمینواسید برای آن‌ها در قسمت پادرمزه آن، باید به ترتیب به صورت پادرمزه‌های *GAA*(۱) – *UAA*(۲) – *CAA*(۳) – *UUU*(۴) باشد.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. وقتی رمزه *UUU* باشد، رنای ناقل دارای پادرمزهٔ *AAA*، آمینواسید فنیل‌آلانین را حمل می‌کند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. پادرمزهٔ *GUU* در این توالی کاربردی ندارد. / گزینهٔ (۳): درست است. پادرمزهٔ *UAA* روبه‌روی رمزه *AUU* می‌تواند قرار بگیرد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. پادرمزهٔ *CUU* نیز وجود ندارد.

۲۳۷ C ۴ اگر به ترجمه *mRNA* روبه‌رو دقت کنید، می‌بینید که وقتی پادرمزهٔ *GCA* می‌خواهد از جایگاه *E* خارج شود، پادرمزه *CGU* در *P* و *UGG* در *A* قرار دارد.

اگر سؤال را خوب بخوانید، متوجه می‌شوید که منظور طراح این دو پادرمزه‌ای که در حال حاضر در جایگاه *P* و *A* قرار دارند، نبوده است؛ چون در سؤال گفته **با اولین حرکت رناتن**، پس باید پیوند پپتیدی جدیدی در *A* زده شود و یک رمزه به سمت جلو برویم. در این حالت رمزه *GCA* وارد *E*، رمزه *ACC* و پادرمزه *UGG* وارد *P* می‌شود و رمزه *GCA* (*قبل از رمزه پایانی*) وارد *A* می‌شود تا پادرمزه *CGU* روبه‌روی آن قرار بگیرد.



C ۲۳۸ ۲ فقط مورد (ج) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. مولکول $tRNA$ یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید طویلی می‌باشد که فقط سه نوکلئوتید آن به عنوان پادرمزه به کار می‌رود، ولی در سایر بخش‌های خود می‌تواند هر توالی مناسبی در RNA از جمله AUC را داشته باشد، ولی توالی AUC فقط نمی‌تواند به عنوان پادرمزه وجود داشته باشد. چون در آن صورت، روبه‌روی رمز پایان UAG قرار می‌گیرد. / ب) درست است. همان‌طور که می‌دانید، رونویسی از روی رشتهٔ الگو در DNA صورت می‌گیرد و رشتهٔ رمزگذار در حقیقت مکمل رشتهٔ الگو می‌باشد. اگر توالی رمزگذار DNA به صورت TAA باشد، توالی الگو به صورت ATT بوده است که در حین رونویسی و ساخت $tRNA$ از روی آن پادرمزه UAA ایجاد می‌شود. وجود این پادرمزه به این دلیل است که مقابل رمزه AUU قرار می‌گیرد که متعلق به رمز یک آمینواسید می‌باشد، ولی اگر TAA به عنوان توالی الگوی ساخت پادرمزه بود، از روی آن رونویسی انجام نمی‌شد، چون پادرمزه AUU ساخته می‌شد که مکمل رمزه پایانی می‌شود. / ج) نادرست است. برحسب کتاب درسی، مرحلهٔ دوم یا طویل شدن تا جایی ادامه می‌یابد که یکی از سه رمزه پایانی وارد رناتن در جایگاه A شوند. در این حالت $tRNA$ و پلی‌پپتید متصل به آن، در جایگاه P قرار دارند (*و جایگاه A فاقد رنای ناقل می‌باشد*). / د) درست است. به‌جز $tRNA$ آخر، خروج هر $tRNA$ از جایگاه E صورت می‌گیرد. آخرین پادرمزه‌ای که وارد جایگاه A می‌شود، پس از آخرین حرکت رناتن وارد P شده و از P نیز خارج می‌شود و دیگر وارد E نمی‌شود. پس اگر توالی UAC را آخرین پادرمزه در نظر بگیریم، می‌تواند وارد A شده و از P خارج شود.

رمزگذار	TAA	ATT
الگو	ATT	TAA
آنتی‌کدون	UAA	ندارد
کدون	AUU	UAA

C ۲۳۹ ۲ تنها موارد (ج) و (د) درست هستند.

در مرحلهٔ طویل شدن فرایند ترجمه، در جایگاه‌های A و P رناتن، $tRNA$ متصل به زنجیرهٔ آمینواسیدی می‌تواند دیده شود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در مرحلهٔ پایان ترجمه، پیوندهای هیدروژنی بین رنای پیک و رنای ناقل در جایگاه P شکسته می‌شود. / ب) نادرست است. جایگاه A تنها در مرحلهٔ طویل شدن توسط رنای ناقل اشغال می‌شود (*در مرحلهٔ آغاز همواره جایگاه A خالی است و در مرحلهٔ پایان نیز عوامل آزادکننده روبه‌روی آن می‌آید*). / ج) درست است. در مرحلهٔ طویل شدن، پیوند هیدروژنی میان رنای ناقل و پیک در جایگاه A در مرحلهٔ آغاز پیوند هیدروژنی میان رنای ناقل و پیک در جایگاه P تشکیل می‌شود. / د) درست است. در مرحلهٔ آغاز ترجمه $tRNA$ متصل به آمینواسید متیونین، در جایگاه P و در مرحلهٔ طویل شدن $tRNA$ متصل به هرآمینواسید جدید در جایگاه A می‌تواند دیده شود.

B ۲۴۰ ۴ در مراحل آغاز و پایان ترجمه، رنای ناقل و پادرمزه وارد جایگاه A نمی‌شود. در هر دو مرحله، زیرواحدهای رناتن می‌توانند به صورت جدا از هم نیز دیده شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ طویل شدن، در جایگاه A پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود. اگر رمزهٔ AUU وارد جایگاه P رناتن شود، توالی پادرمزه UAA می‌تواند به عنوان پادرمزه در جایگاه P باشد. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ طویل شدن پیوند هیدروژنی شکسته و تشکیل می‌شود (*به‌ترتیب در جایگاه E و A*). فقط در مرحلهٔ پایان، جایگاه A توسط عوامل آزادکننده اشغال می‌شود. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ آغاز و پایان ترجمه، فقط یک رنای ناقل در جایگاه P دیده می‌شود، اما در مرحله آغاز، خروج رنای ناقل بدون آمینواسید از جایگاه E مشاهده نمی‌شود.

B ۲۴۱ ۲ در مرحلهٔ طویل شدن، ترجمهٔ دو $tRNA$ درون رناتن یافت می‌شوند که بلافاصله قبل از آن، یک $tRNA$ وارد جایگاه A شده است و با $mRNA$ پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند، بلافاصله بعد از آن نیز آمینواسید(های) متصل به $tRNA$ جایگاه P، به جایگاه A منتقل شده و پیوند پپتیدی تشکیل می‌گردد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بلافاصله پس از این مرحله، آمینواسید(های) متصل به $tRNA$ درون جایگاه P به $tRNA$ درون جایگاه A منتقل می‌شود. / گزینهٔ (۳): شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین $tRNA$ و $mRNA$ در جایگاه A رخ نمی‌دهد. / گزینهٔ (۴): هیچ‌گاه از جایگاه A، $tRNA$ فاقد آمینواسید خارج نمی‌شود.

C ۲۴۲ ۴ موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند. هرکدام از این عبارات نکتهٔ مهمی دارند که خود می‌توانند یک سؤال کنکور باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. یک رناتن پس از پایان ترجمه و جدا شدن دو زیرواحد آن، دوباره می‌تواند از روی همان $mRNA$ ترجمه کند. / ب) نادرست است. در مرحلهٔ پایان ترجمه، عوامل آزادکننده، وارد شده به جایگاه A، هم سبب شناسایی رمزه پایان ترجمه می‌شوند (*نه رونویسی در ژن!*) و هم دو زیرواحد رناتن را از هم جدا کرده و نیز $mRNA$ را از رناتن خارج می‌کنند. / ج) درست است. در ترجمه، اولین پادرمزه از جایگاه A و آخرین پادرمزه از جایگاه E عبور نمی‌کند، ولی همهٔ پادرمزه‌ها به جایگاه P وارد می‌شوند. / د) درست است. دقت کنید که در متن سؤال از رمزه آغاز تا پایان را صحبت کرده است که در این صورت، دو رمزه آخر از جایگاه E نمی‌گذرند، ولی از جایگاه A فقط رمزه اول و از جایگاه P فقط رمزه آخر عبور نمی‌کند.

C ۲۴۳ ۲

نکته

در مراحل ترجمه، شکستن پیوند هیدروژنی در جایگاه‌های E و P برای خروج $tRNA$ از رناتن صورت می‌گیرد ولی در جایگاه A، این عمل صورت نمی‌گیرد **در حالی که در جایگاه A، همهٔ پیوندهای پپتیدی تشکیل می‌شوند.**

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): منظور قسمت اول جایگاه E می‌باشد، که توالی سه‌نوکلئوتیدی قبل از AUG اول در آن قرار می‌گیرد. از جایگاه E همهٔ $tRNA$ها به‌جز آخری خارج می‌شوند. / گزینهٔ (۳): تشکیل پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در مرحلهٔ دوم ترجمه در جایگاه A صورت می‌گیرد، که در مرحلهٔ آغاز و پایان این جایگاه (A) فاقد پادرمزه می‌باشد. / گزینهٔ (۴): آمینواسیدهای در حال ترجمه، هیچ‌گاه وارد جایگاه E نمی‌شوند و البته رمزه پایان نیز فقط در جایگاه A قرار می‌گیرد.

C ۲۴۴ ۲ موارد (ب) و (ج) دربارهٔ ساخت اغلب هورمون‌ها که پروتئینی هستند نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. پس از جابه‌جایی رناتن رمزه جدید، وارد جایگاه آمینواسید (A) می‌شود و مورد شناسایی پادرمزهٔ اختصاصی خود یا عامل آزادکنندهٔ پایان ترجمه قرار می‌گیرد. / ب) نادرست است. جابه‌جایی رناتن پس از برقراری پیوند پپتیدی انجام می‌شود و سپس رناتن به اندازهٔ یک رمزه و سه نوکلئوتید روی $mRNA$ جلو می‌رود (*نه سه رمزه!*). / ج) نادرست است. توالی UAG ورودی به A، می‌تواند در رمزه یا پادرمزه باشد. در پی ورود رمزه UAG (*نوعی رمزه پایان*) به جایگاه A، مرحلهٔ پایان شروع می‌شود، اما توالی UAG می‌تواند توالی پادرمزه در $tRNA$ باشد که مکمل رمزهٔ AUC می‌باشد و در این حالت، پروتئین آزادکننده‌ای فعال نمی‌شود. / د) درست است. با اتصال $tRNA$ آغازین به رمزهٔ آغاز و برقراری پیوندهای هیدروژنی در جایگاه P، بخش بزرگ رناتن به بخش کوچک رناتن متصل می‌شود و ساختار رناتن کامل می‌شود.

B ۲۴۵ ـ ۱ عبارات (الف) و (ج) نادرست هستند.

توجه در ترجمه هنگامی که پادرمزه وارد رناتن کامل می‌شود، قطعاً در جایگاه *A* پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود و سپس پیوند اشتراکی در جایگاه *P* بین *tRNA* و آمینواسید شکسته شده و در جایگاه *A* پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها برقرار می‌شود (درستی ب) **ولی در ترجمه، تجزیه پیوند پپتیدی و شکستن پیوند هیدروژنی در جایگاه** *A* هیچ‌گاه صورت نمی‌گیرد (نادرستی الف و ج) در حالی که وقتی رناتن روی *mRNA* حرکت می‌کند، *tRNA* جایگاه *E* با شکستن پیوند هیدروژنی از رمزه *mRNA* جدا می‌شود (درستی د).

C ۲۴۶ ـ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در ترجمه، حرکت‌های رناتنی در مرحلهٔ طویل شدن رخ می‌دهد، که طی آن جایگاه *A* خالی از *tRNA* می‌شود؛ ولی دو جایگاه *P* و *E* حاوی *tRNA* می‌شوند. / ب) نادرست است. عامل آزادکننده ویژهٔ ترجمه است نه رونویسی! / ج) درست است. طی ترجمه، همیشه جدایی آمینواسید از رنای ناقل در جایگاه *P* صورت می‌گیرد (*چه در مرحلهٔ طویل شدن و چه در مرحلهٔ پایان ترجمه*). / د) درست است. عامل آزادکننده، پروتئینی است که برای شناسایی رمزه پایان و جدا کردن پلی‌پپتید از *tRNA* و دو زیرواحد رناتن وارد عمل می‌شود.

B ۲۴۷ ـ ۱ فقط مورد (د) نادرست است. دقت کنید پروتئین‌های موجود در راکیزه و دیسه‌ها، توسط رناتن‌های آزاد سیتوپلاسم ساخته می‌شوند و شبکهٔ آندوپلاسمی در تولید آن‌ها فاقد نقش مستقیم است.

تله‌های تستی الف) ترجمهٔ هم‌زمان چند رناتن از یک رنای پیک در همهٔ جانداران امکان‌پذیر است. / ب) در گفتار بعد می‌خوانید که پروکاریوت‌ها نیز توانایی تغییر در طول عمر رنای پیک و پروتئین دارند. / ج) این ویژگی به دلیل نبودن غشای هسته در پروکاریوت‌ها دیده می‌شود.

B ۲۴۸ ـ ۴ در یوکاریوت‌ها، همانندسازی می‌تواند از نقاط متعدد یک *DNA* صورت بگیرد، ولی در این جانداران، به دلیل وجود غشای هسته، عمل رونویسی از ترجمه جدا می‌باشد و نمی‌توانیم اجتماع رناتن‌ها را روی *mRNA* هم‌زمان با عمل رونویسی آن مشاهده کنیم.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برخی سیانوباکتری‌ها، هم‌زمان قدرت فتوسنتز و تثبیت نیتروژن دارند که چون پروکاریوت‌اند و غشای هسته ندارند، عمل رونویسی و ترجمه را هم‌زمان انجام می‌دهند. / گزینهٔ (۲): منظور از یاخته در این گزینه، همان **یاخته همراه** نهاندانگان می‌باشد که چون یوکاریوت هستند، *mRNA* آن‌ها عمر طولانی‌تری دارد و عوامل محافظتی در برابر تخریب *mRNA* دارند. / گزینهٔ (۳): در پروکاریوت‌ها، همهٔ *RNA*ها توسط یک نوع رنابسپاراز رونویسی می‌شوند و در آن‌ها علاوه بر *DNA* اصلی، تعدادی *DNA* کمکی یا دیسک نیز مشاهده می‌شود.

B ۲۴۹ ـ ۴ در **باکتری‌ها**، همه انواع *RNA* توسط یک نوع رنابسپاراز تولید می‌شود. در بین گزینه‌ها فقط گزینهٔ (۴) در مورد همهٔ باکتری‌ها صدق می‌کند، چون تنفس همهٔ باکتری‌ها به صورت انتشار ساده و مستقیماً با تبادل O_2 و CO_2 بین یاخته و محیط صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در بین باکتری‌ها، **دو نوع ریزوبیوم‌ها و سیانوباکتری‌ها** را برای تثبیت نیتروژن می‌شناسیم. ریزوبیوم‌ها، مصرف‌کننده هستند و نمی‌توانند مواد معدنی را به آلی تبدیل کنند. (*برخلاف سیانوباکتری‌ها که خودستزکننده‌اند و می‌توانند از مواد معدنی به‌تولید مواد آلی بپردازند.*) / گزینهٔ (۲): باکتری‌ها همواره **تک‌یاخته‌ای** هستند و همگی هم‌ایستایی دارند (*باید به یاخته‌ها توجه می‌کردید!*). / گزینهٔ (۳): فقط *DNA* **اصلی** هر باکتری به غشای یاخته متصل است، که بیشتر ویژگی‌های اصلی باکتری‌ها را ایجاد می‌کند ولی معمولاً باکتری‌ها حاوی *DNA*های کمکی به نام دیسک‌ها، درون سیتوپلاسم می‌باشند که ویژگی‌های دیگری نیز به باکتری‌ها می‌دهند. مثلاً برخی از آن‌ها، باکتری را به آنتی‌بیوتیک مقاوم می‌کنند (*دقت کنید که دیسک‌ها به غشای باکتری متصل نیستند*).

پاسخ آزمونک ۲

B ۱ ـ ۴ اولاً خوب دقت کنید که در ابتدای ترجمه، دو توالی *AUG* دنبال هم قرار دارد، ولی فقط اولین *AUG* به عنوان رمزه یا رمزهٔ آغاز معرفی می‌شود. ثانیاً حواستون باشه، هنگامی که پادرمزه *GGC* باشد، رمزه آن در رنای پیک، *CCG* خواهد بود (*پس اول رمزهٔ CCG را پیدا کنید*). وقتی رمزهٔ *CCG* در جایگاه *A* رناتن قرار گیرد، باید رمزهٔ قبل از آن، که *AUG* است (*ولی رمزهٔ آغاز ترجمه نیست*)، در جایگاه *P* رناتن باشد (*در این پرسش‌ها ابتدا از رمز آغاز ترجمه یعنی AUG اولین، ۳ تا ۳ تا جدا کنید تا راحت باشید*).

در مورد قسمت دوم سؤال، باید بدانید که رمزه *CCG* که در این حالت در جایگاه *A* قرار دارد، با اولین حرکت رناتنی از جایگاه *A* به *P* منتقل می‌شود.

C ۲ ـ ۴ قسمت اول این سؤال در مورد *rRNA* **سازی** یا **رونویسی** می‌باشد، ولی قسمت دوم آن در مورد **ترجمه** یا **پروتئین‌سازی** می‌باشد. هر دو فرایند، سه مرحلهٔ پیوسته آغاز (*اول*)، طویل شدن (*دوم*) و پایانی (*سوم*) دارند. در مرحلهٔ سوم رونویسی شناسایی توالی پایان رونویسی صورت می‌گیرد، ولی در مرحلهٔ طویل شدن رمزه پایان وارد رناتن می‌شود ولی شناسایی آن توسط عامل آزادکننده، در مرحلهٔ سوم یا پایانی ترجمه صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن رونویسی و ترجمه، پیوند اشتراکی بین مونومرها صورت می‌گیرد. واحد سازنده در رونویسی به صورت نوکلئوتید و در ترجمه، آمینواسیدها می‌باشند. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ سوم (*پایان*) رونویسی، از روی توالی پایان، رونویسی و ایجاد پیوند اشتراکی صورت می‌گیرد ولی در مرحلهٔ سوم ترجمه، با شناسایی رمزه پایان، پیوند اشتراکی تشکیل نمی‌شود ولی پیوند میان آخرین آمینواسید و *tRNA* شکسته می‌شود. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ اول رونویسی ساخت توالی کوتاهی از *RNA* صورت می‌گیرد، ولی در مرحلهٔ آغاز ترجمه، پیوندی بین آمینواسیدها ایجاد نمی‌شود.

B ۳ ـ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست است. منظور سؤال مرحلهٔ طویل شدن ترجمه می‌باشد.

نکته در طی عمل ترجمه، فقط رمزه اول یا همان *AUG* اول است که در جایگاه *P* ترجمه می‌شود و سایر رمزه‌ها در جایگاه *A* رناتن و در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن، ترجمه می‌شوند. در این مرحله یک رمزه جدید وارد جایگاه *A* می‌شود که برای ترجمه آن، انواع *tRNA* وارد رناتن می‌شود ولی فقط *tRNA* مناسب با رمزه خود جفت شده و مستقر شود. در مرحلهٔ دوم ترجمه، *tRNA* آغازگر و سایر *tRNA* ها از جایگاه *E* خارج می‌شوند (درستی ب).

تله‌های تستی الف) در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن ترجمه ضمن حرکت رناتن، هر *tRNA*ای که از جایگاه *A* وارد جایگاه *P* می‌شود، حداقل دو آمینواسید دارد (*چون حداقل علاوه بر آمینواسید اختصاصی خود، متیونین آغازگر را هم دارد*). / ج) **پس** از پایان ترجمه، رناتن می‌تواند مجدداً مراحل ترجمه را تکرار کند تا چندین نسخه از یک پلی‌پپتید از روی یک *mRNA* ساخته شود. / د) خروج پلی‌پپتید از جایگاه *P* و وارد شدن آن به جایگاه *A* می‌تواند در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن رخ دهد ولی دقت کنید که خروج پلی‌پپتید از **رناتن** فقط در مرحلهٔ **پایان** ترجمه رخ می‌دهد.

B ۴ ۱ موارد (الف)، (د) و (ه) صحیح می‌باشند. دقت کنید که تمام مراحل ترجمه در رناتن می‌باشد و پس از پایان ترجمه، پروتئین‌های غشایی، ابتدا وارد شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی می‌شوند (نادرستی ب).

مرحلهٔ ادامه یا طویل شدن ترجمه

۱) ورود *tRNA* به جایگاه *A* و ایجاد پیوند هیدروژنی در این جایگاه (درستی د).
۲) جدا شدن آمینواسید از *tRNA* در جایگاه *P* با عمل هیدرولیز ولی این پیوند پپتیدی نیست (نادرستی ج).
۳) تشکیل پیوند پپتیدی در جایگاه *A* بین آمینواسیدها.
۴) ورود *tRNA* به جایگاه *E* و شکستن پیوند هیدروژنی آن برای خروج از رناتن (درستی الف).
۵) حرکت رناتن روی *mRNA*.
۶) بودن دو *tRNA* در رناتن یا در جایگاه *P* و *A* و یا در جایگاه *P* و *E* (درستی ه).
۷) ورود رمزه پایان در آخرین حرکت رناتن به جایگاه *A*.

B ۵ ۲ در مرحلهٔ آغاز و پایان ترجمه یک *tRNA*، ولی در مرحلهٔ دوم (*طویل شدن*)، دو مولکول *tRNA* در رناتن دیده می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت کنید در مرحلهٔ طویل شدن و پایان، برخلاف مرحلهٔ آغاز، پیوند بین آمینواسید و نوکلئوتید *tRNA* شکسته می‌شود. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ اول *tRNA* قبل از کامل شدن ساختار رناتن در بخشی که جایگاه *P* تشکیل می‌شود، قرار می‌گیرد، اما این بدان معنا نیست که ترجمه صورت نمی‌پذیرد، چرا که ترجمه یعنی برقراری پیوند بین مولکول *tRNA* و *mRNA*، پس در هر دو مرحله شاهد ترجمه هستیم (*ساخته شدن رشتهٔ پلی‌پپتیدی صرفاً در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه انجام می‌شود*). / گزینهٔ (۴): در مرحلهٔ طویل شدن و پایان، *tRNA* به ترتیب از جایگاه‌های *E* و *P* خارج می‌شود.

B ۶ ۴ در طی ترجمه، اولین توالی که وارد جایگاه *E* می‌شود، چون قبل از رمزهٔ آغاز و شروع ترجمه بوده است، هر توالی می‌تواند داشته باشد (*حتی توالی مشابه رمزه پایانی UAA*) و آخرین رمزه وارد شده به *A* نیز می‌تواند رمزه پایانی *UAA* باشد، ولی در جایگاه *P* هیچ‌گاه رمزه پایانی قرار نمی‌گیرد. **منظور این سؤال ویژگی مشترک دو جایگاه *E* و *A* در طی ترجمه می‌باشد.** در مرحلهٔ دوم ترجمه، پیوند هیدروژنی در جایگاه *A* برخلاف *E* تشکیل می‌شود و این پیوند در جایگاه *E* برخلاف *A* شکسته می‌شود (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۲)). آمینواسیدهای ترجمه شده نیز در جایگاه *E* قرار نمی‌گیرند (نادرستی گزینهٔ (۳)) ولی در مرحلهٔ آغاز ترجمه، رمزه آغاز فقط در جایگاه *P* قرار دارد و وارد *A* یا *E* نمی‌شود (درستی گزینهٔ (۴)). البته رمزه آغاز و پادرمزه مکمل آن در مرحلهٔ طویل شدن وارد جایگاه *E* می‌شوند.

C ۷ ۲ موارد (الف) و (ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. پیش‌سازها یا واحد سازنده رناتنی مانند رنای رناتنی و دو زیرواحد رناتن، درون هسته نیز وجود دارند، ولی رناتن فعال در سیتوپلاسم، میتوکندری و کلروپلاست وجود دارد. / ب) درست است. توالی آمینواسیدی که در هر پروتئین وجود دارد، سبب هدایت پروتئین به مقصد آن می‌شود. / ج) نادرست است. اجتماعی از رناتن‌های فعال، هم‌زمان روی یک *mRNA* در حال ترجمه یا پروتئین‌سازی می‌باشند و تولید هم‌زمان **چند رشتهٔ پلی‌پپتید** (*نه RNA*) یکسان را در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها انجام می‌دهند. / د) درست است.

نکته
هسته، پلاست‌ها و میتوکندری، بخش‌های دوغشایی هستند که پروتئین‌های آن‌ها پس از تولید در رناتن‌های آزاد سیتوپلاسمی، وارد سیستم شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی نمی‌شوند.

A ۸ ۲ سرنوشت هریک از پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم یاختهٔ یوکاریوت را، توالی‌های آمینواسیدی که در آن‌ها وجود دارند، تعیین می‌کند. توالی آمینواسیدها در ارتباط با ساختار اول پروتئین‌ها است و هر ساختار دیگر نیز از آن منشأ می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پروتئین‌هایی که وارد شبکهٔ آندوپلاسمی نمی‌شوند در این مورد نقض می‌شوند. / گزینهٔ (۳): همهٔ پروتئین‌ها در رناتن تولید می‌شوند و این موضوع ربطی به مقصد پروتئین ندارد. / گزینهٔ (۴): هر یاختهٔ هسته‌دار، دارای هر ژن جاندار می‌باشد و ربطی به این مسئله ندارد.

B ۹ ۳ این تست از آن دسته سؤالاتی است که با رد گزینه راحت‌تر می‌توانید به آن پاسخ دهید.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. برخی رمزه‌ها بی‌معنی هستند و تعیین‌کنندهٔ آمینواسید نمی‌باشند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. قورباغه یوکاریوت است و رنابسپاراز ۱، ۲ و ۳ آن مسئول تولید *RNA*ها متفاوت می‌باشد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. یکی از تغییراتی که در **اغلب** *mRNA*های یوکاریوت رخ می‌دهد حذف رونوشت میانه‌ها و کوتاه شدن طول *mRNA* در هسته می‌باشد.

خب؛ وقتی مطمئن هستید این سه گزینه نادرست هستند، پس جواب گزینهٔ (۳) می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید ژن‌ها برحسب نیاز بدن و تنظیم بیان ژن‌ها به صورت غیرتصادفی و حساب شده رونویسی می‌شوند.

B ۱۰ ۳ فقط مورد (د) درست است. طول عمر *RNA* پیک در یاخته‌های پروکاریوت، مانند عامل سینه‌پهلو کمتر از یاخته‌های یوکاریوت می‌باشد، چون در یوکاریوت‌ها، عواملی از تخریب *mRNA* جلوگیری می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است.

نکته
توالی ابتدای *mRNA* سبب هدایت **رناتن** به رمزه آغاز برای ترجمه می‌شود، ولی توالی آمینواسیدی هر پروتئین مشخص‌کننده مقصدی است که هر پروتئین باید به آن سمت برود.

ب) نادرست است. در پروکاریوت‌ها به دلیل فقدان هسته، اعمال همانندسازی، رونویسی و ترجمه، همگی در سیتوپلاسم صورت می‌گیرد و عمل پروتئین‌سازی ممکن است حتی قبل از پایان رونویسی، شروع شود، ولی دقت کنید که در یوکاریوت‌ها نیز می‌توان هم‌زمان، رونویسی و ترجمه را در دو ژن مختلف در یاخته مشاهده کرد (*همان‌طور که گفته بودیم در اسلاید رویکرد کنکور ۹۸ در بررسی ساختار یوکاریوت، دیگر راکیزه و سبزدیسه را مدنظر قرار نمی‌دهیم*). / ج) نادرست است. اجتماع رناتن‌ها، در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها، سبب تولید **هم‌زمان** چند رشتهٔ پلی‌پپتید یکسان از روی یک *mRNA* می‌شوند.

B ۲۵۰ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها وجود دارد. بافت‌ها، اجتماع یاخته‌ها بوده و فقط مخصوص جانداران یوکاریوت پریاخته‌ای در گیاهان و جانوران می‌باشند. **از طرفی دقت کنید که تمایز بافتی حاصل تنظیم بیان ژن می‌باشد نه برعکس!!** / ب) نادرست است. **مقدار، مدت و زمان** استفاده از ژن‌ها در یاخته‌های مختلف یک جاندار، ممکن است فرق داشته باشند. / ج) نادرست است. ایجاد یاخته‌های پیکری از یاخته تخم، حاصل عمل **میتوز** می‌باشد که سپس با تنظیم بیان ژن‌ها سبب عملکرد و رشد متفاوتی در بین یاخته‌ها می‌شود. / د) درست است. یاخته‌های پیکری یک جاندار، ژن‌های یکسانی دارند، ولی با تنظیم بیان ژن‌ها، عملکرد و شکل این یاخته‌ها متفاوت می‌شوند. / هـ) درست است. تنظیم بیان ژن، تحت کنترل محیط به سازش جاندار می‌انجامد.

درسنامه درختی ۳۶ بیان و تنظیم بیان ژن

نکات

- همهٔ یاخته‌های پیکری بدن از تقسیم **میتوز** یاختهٔ تخم منشأ می‌گیرند.
- یاخته‌های حاصل از تقسیم تخم، نظر فام‌تنی و ژن‌ها یکسانند ← تفاوت آن‌ها در نوع بیان ژن‌های آن‌هاست.
- در ادامهٔ تقسیمات و رشد جنین، یاخته‌های متفاوت با اعمال مختلف حاصل می‌شوند (*شکل و عملکرد متفاوت*) ← این عمل در اثر تمایز صورت می‌گیرد.
- روشن شدن ژن (*بیان شدن ژن*) ← هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده است.
- خاموش شدن ژن (*بیان نشدن ژن*) ← ژنی که در یاخته مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و رونویسی نمی‌شود، خاموش است.
- دلیل تفاوت یاخته‌ها با فام‌تن‌های یکسان ← در هر یاخته، تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال‌اند.
- مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته‌های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد.
- تنظیم بیان ژن
  - در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها بیان شوند و یا بیان نشوند.
  - فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارد ← سبب پاسخ جانداران به تغییرات محیطی و سازش آن‌ها می‌شود.
  - مثال: در گیاه ← نور باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیمی می‌شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد
    - در نبود نور ← این ژن رونویسی و بیان نمی‌شود.
  - مثال: تنظیم بیان ژن متفاوت باعث می‌شود که یاخته‌های متفاوتی از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان ایجاد شود.
- محصول ژن، رنا و پروتئین است
  - تنظیم بیان ژن ← می‌تواند باعث افزایش بیان و رونویسی و یا کاهش آن شود.
  - بیان ژن ← سبب افزایش رونویسی می‌شود.

B ۲۵۱ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در یوکاریوت‌ها به دلیل وجود غشای هسته، فرایند رونویسی از ترجمه جدا بوده و زمان بیان ژن طولانی‌تر از پروکاریوت‌هاست (*همچنین غشاهای درون‌یاخته‌ای باعث می‌شوند مادهٔ تأثیرگذار مجبور به گذر از چند غشا برای تأثیرگذاری باشد*). در این سؤال، منظور یاختهٔ **پروکاریوت** است که معمولاً یک نقطهٔ آغاز همانندسازی به صورت دوجهته دارد و دو هلیکاز برای همانندسازی *DNA* آن کفایت می‌کند.

تله‌های تستی الف) وجود اجتماع رناتن‌ها و ترجمه هم‌زمان از یک *mRNA*، از ویژگی‌های یاخته پروکاریوت و یوکاریوت است. / ب) در یوکاریوت‌ها، هر راه‌انداز، تنظیم رونویسی برای یک ژن را انجام می‌دهد ولی در این گفتار دیدیم که در پروکاریوت‌ها، یک راه‌انداز می‌تواند در برخی حالات تنظیم رونویسی چند ژن مجاور و مرتبط به هم را انجام دهد. / د) مهارکننده و فعال‌کننده هم‌زمان در یک یاخته پروکاریوتی وجود دارند ولی بیان هر ژن یا ژن‌های مرتبط به هم در یک زمان مشخص فقط به مهارکننده یا فعال‌کننده نیاز دارد.

B ۲۵۲ ۲ موارد (ب) و (د) صحیح است. مهارکننده و عامل آزادکننده (*عامل متصل شونده به رمزه پایان موجود در جایگاه A رناتن*) و عوامل رونویسی، همگی پروتئین هستند، ولی عبارت (الف) در مورد لاکتوز است که ماده دی‌ساکاریدی است. در ضمن بیشترین مولکول زیستی غشا، فسفولیپید است (رد ج).

درسنامه درختی ۳۷ تنظیم منفی رونویسی در پروکاریوت‌ها

تنظیم بیان ژن

پروکاریوت‌ها

نکات

- تنظیم بیان ژن می‌تواند در هریک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد (*به‌طور معمول در مرحلهٔ رونویسی*).
- در مواردی ممکن است یاخته با تغییر در پایداری رنا و پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.
- عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز کمک می‌کند (*تنظیم مثبت*) و یا مانع حرکت رنابسپاراز می‌شود (*تنظیم منفی*).
- قند مصرفی ترجیحی باکتری اشرشیاکلای، گلوکز است، در صورتی که گلوکز در محیط وجود نداشته باشد و لاکتوز در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می‌تواند از این قند استفاده کند.

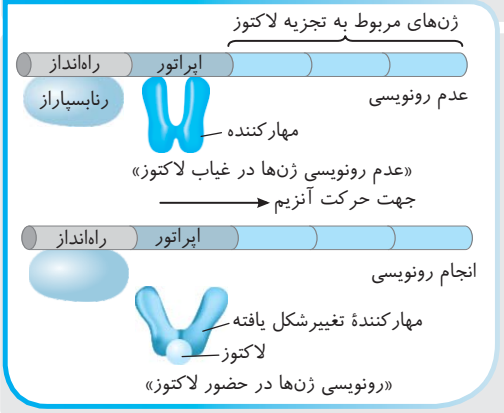
تنظیم منفی رونویسی

۱) در این تنظیم بیان، بین راه‌انداز و اولین ژن، توالی **اپراتور** وجود دارد.

۲) در این نوع تنظیم بیان، پروتئین‌هایی به نام **مهارکننده** با تمایل زیاد به اپراتور وجود دارند.

۳) اگر مانعی (*مهارکننده*) بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد، **رونویسی** انجام نمی‌شود.

۴) مانع پیش‌روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام مهارکننده است که به اپراتور (*توالی خاصی از دنا*) متصل می‌شود.



تنظیم منفی رونویسی

۵ در این ژن‌ها، رنابسپاراز **به تنهایی** راه‌انداز را شناسایی می‌کند و **مستقیماً** به آن متصل می‌شود و مرحلهٔ آغاز رونویسی همواره با اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز شروع می‌شود.
۶ ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، به صورت سه ژن مجاور هم بوده که ژن وسط، فاقد نقطهٔ آغاز و توالی پایان رونویسی است.
۷ این ژن‌ها در صورتی رونویسی و بیان می‌شوند که گلوکز محیط باکتری کم باشد ولی لاکتوز در محیط زیاد شود.
۸ در صورت عدم وجود لاکتوز کافی، مهارکننده به اپراتور متصل می‌شود و **مانع حرکت** رنابسپاراز روی دنا می‌شود.
۹ در صورت وجود لاکتوز کافی و کمبود گلوکز، ابتدا مقداری لاکتوز وارد باکتری می‌شود.
۱۰ لاکتوز موجود در باکتری، با **اتصال** به مهارکننده، شکل آن را تغییر می‌دهد.
۱۱ **تغییر شکل** مهارکننده، آن را از اپراتور جدا می‌کند و یا مانع اتصال آن‌ها به اپراتور می‌شود.
۱۲ در این حالت رونویسی **ادامه** می‌یابد و رنابسپاراز روی دنا حرکت کرده و از ابتدای ژن اول شروع به رونویسی می‌کند.
۱۳ ابتدا **یک** مولکول رنای پیک ساخته می‌شود که رونوشت هر سه ژن را در خود دارد.
۱۴ محصولات ترجمهٔ این ژن‌ها آنزیم**هایی** هستند که با هیدرولیز، تجزیهٔ لاکتوز را ممکن می‌کند تا مقداری گلوکز و گالاکتوز ایجاد شود.
۱۵ رنابسپاراز در این حالت هیچ‌گاه به پروتئین مهارکننده متصل نمی‌شود.

A ۲۵۳ ۲ ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، با **بیان منفی رونویسی** تنظیم می‌شوند. در این فرایند، لاکتوز به پروتئین **مهارکننده** متصل شده، که با تغییر شکل آن باعث جدایی آن از اپراتور می‌شود. مهارکننده نیز مانند هر پروتئینی از روی *mRNA* ساخته می‌شود (درستی گزینهٔ (۲)) از جنس آمینواسید بوده و قدرت شناسایی اپراتور را دارد نه راه‌انداز! (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)).

◄ جایگاه فعال‌کننده مخصوص تنظیم مثبت رونویسی پروکاریوت‌هاست که در سیستم تجزیه مالتوز دیده می‌شود نه لاکتوز!!! (نادرستی گزینهٔ (۴)).

درسنامه درختی ۳۸ تنظیم مثبت رونویسی در پروکاریوت‌ها

تنظیم بیان ژن ← **پروکاریوت‌ها** ← **تنظیم مثبت رونویسی**



۱ در این روش، پروتئین‌های خاصی به نام **فعال‌کننده** به رنابسپاراز **کمک** می‌کنند تا بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.
۲ در این ژن‌ها، راه‌انداز به اولین ژن متصل است و فاصله‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.
۳ در این روش، مانعی در سر راه رنابسپاراز متصل به دنا وجود نخواهد داشت.
۴ در این ژن‌ها، قبل از راه‌انداز، جایگاه اتصال پروتئین **فعال‌کننده** روی دنا وجود دارد.
۵ ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، به صورت سه ژن مجاور هم می‌باشند که هدف آن‌ها تجزیهٔ مالتوز است.
۶ این ژن‌ها در حالتی بیان می‌شوند که مالتوز در محیط باکتری زیاد و گلوکز کم باشد.
۷ قند مالتوز مثالی از آن است که با حضور این قند در محیط باکتری، آنزیم‌هایی در درون آن ساخته می‌شود که قند مالتوز را تجزیه کند.
۸ در حضور قند مالتوز **انواعی** از پروتئین‌ها به نام فعال‌کننده وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دنا در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند.
۹ این توالی خاص جایگاه اتصال فعال‌کننده نام دارد که به راه‌انداز متصل است ← ولی با ژن‌ها فاصله دارد.
۱۰ مالتوز وارد شده به باکتری، ابتدا به فعال‌کننده متصل شده و سپس **این مجموعه** به توالی قبل از راه‌انداز متصل می‌شود.
۱۱ اتصال مالتوز به فعال‌کننده، تغییر شکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌کند (*برخلاف اتصال لاکتوز به مهارکننده*).
۱۲ سپس این مجموعه، به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز کمک می‌کند و رونویسی شروع می‌شود.
۱۳ با بیان این ژن‌ها، ابتدا یک *mRNA* دارای رونوشت هر سه ژن رونویسی می‌شود.
۱۴ *mRNA* ساخته شده قادر به تولید سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی مختلف می‌باشد که آنزیم‌های مورد نیاز تجزیهٔ مالتوز می‌باشند.

B ۲۵۴ ۴ فقط مورد (ب) صحیح است. در سیستم تنظیم مثبت رونویسی، جایگاه اتصال فعال‌کننده (ب) در بخش تنظیمی وجود دارد.

تله‌های تستی الف) مهارکننده و اپراتور ویژه تنظیم بیان ژن منفی می‌باشند. / ج) عامل رونویسی ویژه یوکاریوت‌هاست. / د) در مورد توالی‌های چند ژن مجاور هم، این ویژگی در همهٔ سیستم‌های ژنی پروکاریوت می‌تواند وجود داشته باشد و ربطی به تنظیم مثبت یا منفی رونویسی آن‌ها ندارد (*به قید «فقط» در صورت سؤال توجه داشته باشید*).

A ۲۵۵ ۳ قارچ‌ها یوکاریوت هستند و در تنظیم بیان ژن‌های آن‌ها در مرحلهٔ رونویسی، عوامل رونویسی سبب شناسایی راه‌انداز آن‌ها می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در تنظیم مثبت رونویسی، اپراتور و مهارکننده‌ها نقشی ندارند. / گزینهٔ (۲): تنظیم مثبت و منفی رونویسی مربوط به پروکاریوت‌هاست نه قارچ‌ها!! / گزینهٔ (۴): عامل سینه‌پهلو، پروکاریوت است، که فعال‌کننده یا مهارکننده، در تنظیم رونویسی آن مؤثر است.

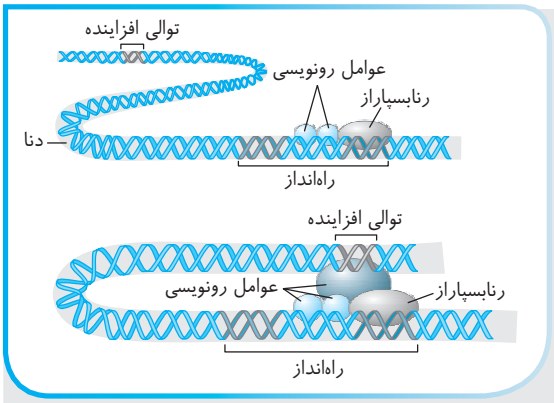
درسنامه درختی ۳۹ تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی یوکاریوت‌ها

- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
- در این یاخته‌ها بیشتر ژن‌ها در هسته و برخی در راکیزه و دیسه قرار دارند.
- یاخته‌های آن‌ها به وسیلهٔ غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند.
- یاخته در هسته، راکیزه و پلاست می‌تواند بر بیان ژن‌ها نظارت کند.

مراحل مختلف تنظیم بیان ژن

مرحلهٔ رونویسی

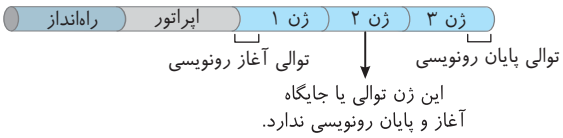
- در یوکاریوت رنابسپاراز نمی‌تواند **به تنهایی** راه‌انداز را شناسایی کند و نیازمند پروتئین‌هایی به نام **عوامل رونویسی** است.
- عوامل رونویسی با اتصال به **نواحی خاصی** از راه‌انداز، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کند.
- چون تمایل پیوستن عوامل رونویسی به راه‌انداز در اثر عواملی **تغییر** می‌کنند، مقدار رونویسی ژن هم تغییر می‌کند.
- ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش‌های خاصی از دنا در پشت راه‌انداز و با فاصله‌ای به نام توالی افزاینده متصل شوند.



- با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزاینده و با ایجاد **خمیدگی در دنا**، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرند.
- با کنار هم قرار گرفتن این عوامل سرعت رونویسی را افزایش می‌دهد.
- توالی‌های افزاینده **ممکن** است نزدیک و یا در فاصلهٔ **دورتری** از ژن قرار داشته باشد و اندازه توالی کوچک‌تری از راه‌انداز دارند.
- اتصال این پروتئین‌های عامل رونویسی بر **سرعت** و **مقدار** رونویسی ژن مؤثر است.
- عوامل رونویسی روی افزاینده، **بعد** از ایجاد خمیدگی، به عوامل و رنابسپاراز روی راه‌انداز متصل می‌شود.
- با توجه به شکل
  - برخی قسمت‌های راه‌انداز به رنابسپاراز و عوامل رونویسی متصل نمی‌شوند.
  - رنابسپاراز فقط به یکی از عوامل رونویسی روی راه‌انداز متصل می‌شود.
  - عوامل رونویسی روی راه‌انداز، هم‌اندازه و هم‌شکل هستند.
  - عوامل رونویسی روی افزاینده از عوامل روی راه‌انداز بزرگ‌ترند.
  - رنابسپاراز به عوامل رونویسی روی افزاینده و راه‌انداز متصل می‌شود.
  - توالی افزاینده هیچ‌گاه به راه‌انداز و رنابسپاراز متصل نمی‌شود.

B ۲۵۶ ـ ۴ در پروکاریوت‌ها، یک نوع رنابسپاراز و اغلب یک نقطهٔ آغاز همانندسازی وجود دارد این آنزیم می‌تواند رونویسی را از هر ژن و برای ساخت هر نوع RNAای انجام دهد و راه‌انداز ژن‌ها را شناسایی کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در تنظیم **مثبت** رونویسی، رنابسپاراز می‌تواند به تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند ولی، اتصال آن به راه‌انداز به کمک پروتئین‌هایی به نام **فعال‌کننده** صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): حذف و پیرایش رونوشت‌های میانه‌ای، مخصوص **یوکاریوت‌ها** می‌باشد. / گزینهٔ (۳): دقت کنید که چون در پروکاریوت‌ها، در اغلب موارد چند ژن مجاور هم به صورت هم‌زمان رونویسی می‌شوند، پس جایگاه آغاز رونویسی در ابتدای ژن اول و توالی پایان رونویسی در انتهای آخرین ژن وجود دارد، ولی ژن‌های وسط آن‌ها فاقد توالی آغاز و پایان **رونویسی** می‌باشد. (*هر ژن، الگوی رمزه آغاز و پایان ترجمه را دارد ولی در این سؤال، در توالی‌های آغاز و پایان رونویسی مدنظر بوده‌اند.*)



A ۲۵۷ ـ ۱ در باکتری اشرشیاکلای، ژن‌های مسئول تجزیه لاکتوز و مالتوز، هنگامی وارد عمل می‌شوند که مقدار گلوکز محیط کم باشد تا با تجزیه این قندها، بتوانند گلوکز مورد نیاز را تأمین کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): بخش تنظیم کنندهٔ هر ژن، مسئول تنظیم مقدار رونویسی از ژن‌ها می‌باشد ولی الگوسازی یا رمزگردانی ساخت پروتئین بر عهدهٔ ژن‌های سازنده آن‌هاست (*نه اپراتور و جایگاه اتصال فعال‌کننده*). / گزینهٔ (۳):

نکته

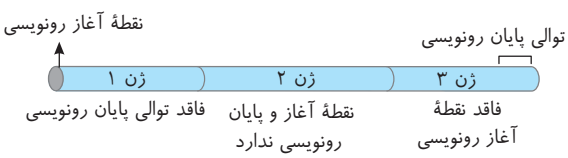
در سیستم ژن‌های تجزیه‌کننده لاکتوز، تنظیم منفی رونویسی وجود دارد و اپراتور تنظیم کننده بین راه‌انداز و ژن‌های رمزکننده پروتئین‌ها وجود دارد، ولی در سیستم ژنی تجزیه‌کننده مالتوز، تنظیم مثبت رونویسی وجود دارد و راه‌انداز بین ژن‌ها و جایگاه فعال‌کننده قرار دارد.

گزینهٔ (۴): بخش تنظیم کننده، در هیچ ژنی رونویسی نمی‌شود؛ بلکه مقدار و سرعت رونویسی را تنظیم می‌کند.

برو درسنامه درختی ۴۰ بخون

B ۲۵۸ ـ ۳ **در سیستم‌های ژنی پروکاریوت‌ها، یا اپراتور بین راه‌انداز و نقطهٔ آغاز رونویسی است** (*مثل سیستم ژنی تجزیهٔ لاکتوز*) **و یا راه‌انداز بین جایگاه اتصال فعال‌کننده و نقطهٔ آغاز رونویسی ژن می‌باشد** (*مثل سیستم ژنی تجزیهٔ مالتوز*).

تله‌های تستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴): در سیستم‌های چندژنی، به‌جز ژن اول که دارای جایگاه آغاز رونویسی است و ژن آخر که توالی پایان رونویسی را دارد، سایر ژن‌هایی که بین آن‌ها قرار دارند، فاقد جایگاه آغاز و پایان رونویسی می‌باشند.



درسنامه درختی ۴۰ نکات مشترک ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز و مالتوز در باکتری اشرشیاکلای

نکات

- در هر دو مورد، **سه** ژن مجاور هم وجود دارد که همگی توسط **یک راه‌انداز** بیان می‌شوند.
- **ژن دوم** آن‌ها فاقد نقطهٔ آغاز و توالی پایان رونویسی می‌باشد.
- این سه ژن، فقط یک نقطهٔ آغاز رونویسی در ابتدای ژن اول و یک توالی پایان رونویسی در انتهای ژن سوم دارند.
- با بیان آن‌ها، ابتدا **یک** رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی *mRNA* رونویسی می‌شود.
- هر *mRNA* آن‌ها، **سه** رمزهٔ آغاز و سه رمزهٔ پایان ترجمه دارد.
- از روی *mRNA* آن‌ها، **سه** رشتهٔ پلی‌پپتید ایجاد می‌شود که سه آنزیم تک‌رشته‌ای با ساختار نهایی **سوم** پروتئینی می‌باشند.
- محصولات آن‌ها، آنزیم‌های هیدرولیزکنندهٔ **دی‌ساکاریدها** می‌باشند که در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند.
- آنزیم‌های نهایی آن‌ها در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند ولی سبب افزایش گلوکز **درون** باکتری می‌شوند.
- دی‌ساکاریدها هیچ‌گاه به رنابسپاراز و بخش‌های دنا متصل نمی‌شوند.

B ۲۵۹ ۱ فقط عبارت (ج) صحیح است. در باکتری اشرشیاکلای، سیستم‌های تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز در صورتی فعال می‌شوند که گلوکز محیط کم ولی مقدار لاکتوز یا مالتوز کافی باشد، پس در حضور گلوکز، این دو ماده اثری روی بیان ژن‌ها ندارند.

تله‌های تستی الف) در تنظیم **مثبت** رونویسی، پروتئین‌های خاصی به نام فعال‌کننده سبب **کمک به اتصال** رنابسپاراز به راه‌انداز می‌شوند. / ب) در سیستم ژنی تجزیه لاکتوز، وجود لاکتوز وقتی سبب بیان ژن می‌شود که مقدار گلوکز محیط کم باشد. / د) در تنظیم منفی رونویسی، پروتئین مهارکننده با اتصال به اپراتور، مانع بیان ژن می‌شود.

A ۲۶۰ ۳ بیمار دارای خودایمنی بر ضد جزایر لانگرهانس، دیابت نوع اول دارد که قند خون (*گلوکز*) آن از حد نرمال بالاتر است. در این صورت محیط باکتری اشرشیاکلای دارای گلوکز زیاد بوده و دیگر نیازی به بیان ژن‌های تجزیه‌کننده لاکتوز و مالتوز در این باکتری نمی‌باشد. پس این سیستم‌های ژنی در باکتری غیرفعال هستند، یعنی پروتئین مهارکننده روی اپراتور آن‌ها قرار دارد، ولی فعال‌کننده به مالتوز و توالی خود متصل نمی‌شود.

A ۲۶۱ ۳ پروتئین‌های هیستونی، در کنار ژن‌های پروکاریوت دیده نمی‌شوند (درستی گزینهٔ (۳)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر ژنی همواره دارای راه‌انداز است. / گزینهٔ (۲): رنابسپاراز ۱، ۲ و ۳ مخصوص رونویسی یوکاریوت‌هاست. / گزینهٔ (۴): به‌طور معمول تنظیم بیان ژن پروکاریوتی در مرحلهٔ رونویسی می‌باشد.

B ۲۶۲ ۱ وقتی جهش در اپراتور صورت گیرد، ممکن است پروتئین تنظیمی به آن نپیوندد (*ولی به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز ربطی پیدا نمی‌کند*). در گزینه‌های (۳) و (۴) عمل مهارکننده در اتصال به اپراتور مهم می‌باشد و یک جهش می‌تواند جایگاه اتصال لاکتوز را به گونه‌ای تغییر دهد که دیگر پذیرای لاکتوز نباشد و یا شکل و تمایل محل اتصال به اپراتور را تغییر دهد و در مورد گزینهٔ (۲) هم دقت کنید که پروکاریوت، عامل رونویسی ندارد.

B ۲۶۳ ۴ مهارکننده اسم دیگر پروتئین تنظیمی است که در ساختار ژنی وجود ندارد (*دنای متعلق به ژن‌ها دارای توالی‌های ساختاری ژن و تنظیمی می‌باشند*). در سیستم‌های ژنی تجزیه لاکتوز، یک نقطهٔ آغاز و پایان رونویسی و سه رمز وراثتی برای الگوی رمزه آغاز و پایان ترجمه وجود دارد، چون هر ژن از سه ژن مربوط به این سیستم در نهایت پیام رمز یک رشته پلی‌پپتید است، در نتیجه هر بخش رونوشت آن، یک رمزهٔ آغاز و یک رمزه پایان ترجمه دارد.

A ۲۶۴ ۴ در سیستم‌های تجزیه لاکتوز، تنظیم منفی رونویسی و **پروتئین‌های** مهارکننده وجود دارند و از طرفی، محصول اولیه بیان آن‌ها نیز *mRNA* می‌باشد. در پروتئین‌ها و *mRNA*ها، قند **دئوکسی**ریبوز وجود ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پروتئین و رنا، روی دنا دارای رمز وراثتی هستند. / گزینهٔ (۲): پروتئین مهارکننده، پیوند فسفودی‌استر ندارد. / گزینهٔ (۳): پروتئین در ساختار دوم و سوم خود پیوند هیدروژنی دارد.

B ۲۶۵ ۱ هر دو سیستم ژنی تجزیه مالتوز و لاکتوز در اشرشیاکلای، با وجود دی‌ساکاریدهای مالتوز یا لاکتوز کافی و در صورت نبودن گلوکز کافی، بیان می‌شوند (درستی گزینهٔ (۱)) (*از آنجایی که کنکور توجهی به این قیدها نداشته، بهتر است شما هم هر وقت عبارت این گزینه را دیدید، آن را درست بگیرید و نگران عدم حضور گلوکز نباشید*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): توالی بین ژنی جدا از توالی‌های تنظیمی و ژن‌ها می‌باشد که ویژهٔ ژن‌های یوکاریوت و پروکاریوت آن‌ها است. در نتیجه، نیازی به عبور رنابسپاراز از روی آن‌ها نیست. / گزینهٔ (۳): تنظیم مثبت رونویسی در سیستم ژنی مالتوز وجود دارد، ولی سیستم ژنی تجزیه لاکتوز، تنظیم منفی رونویسی دارد. / گزینهٔ (۴): اتصال فعال‌کننده به جایگاه اتصال آن، سبب تحریک رونویسی می‌شود، ولی اتصال مهارکننده به اپراتور، سبب مهار آن می‌شود.

A ۲۶۶ ۳ منظور سؤال قند دی‌ساکاریدی لاکتوز می‌باشد که ماهیت هیدرات کربنی دارد و وجود آن سبب روشن شدن ژن‌ها می‌شود.

B ۲۶۷ ۴ پس از اتصال مهارکننده (*پروتئین تنظیمی*) به لاکتوز که عامل تنظیمی محیطی است، سیستم ژنی روشن و رنابسپاراز با عبور از دنا، نقطهٔ آغاز را شناسایی و رونویسی شروع می‌شود تا یک *mRNA* ۳ ژنی بسازد.

A ۲۶۸ ۲

در سیستم ژنی تجزیهٔ لاکتوز در اشرشیاکلای ← اتصال لاکتوز به مهارکننده (رد گزینهٔ (۱))
- در تنظیم منفی رونویسی نقش دارد.
- در تغییر شکل مهارکننده و غیرفعال شدن آن نقش دارد.
- سبب خالی شدن اپراتور می‌شود.
- سبب روشن شدن ژن‌ها و شروع رونویسی می‌شود.

در سیستم ژنی تجزیهٔ مالتوز در اشرشیاکلای ← اتصال مالتوز به فعال‌کننده
- اتصال مجموعهٔ آن‌ها به جایگاه اتصال فعال‌کننده، رنابسپاراز را فعال می‌کند.
- اتصال مجموعهٔ آن‌ها به رنابسپاراز، تمایل آن را برای اتصال به راه‌انداز تشدید می‌کند (رد گزینهٔ (۳)).
- القا و بیان ژن و شروع رونویسی را انجام می‌دهد.
- تنظیم مثبت رونویسی را انجام می‌دهد.

◄ در مورد گزینهٔ (۴) دقت داشته باشید که مالتوز سبب فعال شدن فعال‌کننده می‌شود و نه توالی محل اتصال آن!

B ۲۶۹ ۱ موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

عوامل رونویسی، پروتئین‌هایی یوکاریوتی می‌باشند که برای بیان ژن‌ها به کار می‌روند. این پروتئین‌ها به اتصال رنابسپارازهای مختلف به راه‌انداز کمک می‌کنند.

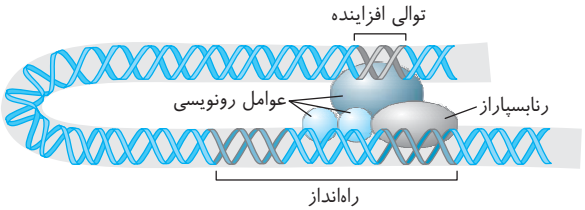
تله‌های تستی الف) درست است. الگوی ساخت هر پروتئینی، مولکول *mRNA* می‌باشد که در یوکاریوت‌ها توسط رنابسپاراز ۲ ساخته می‌شود. / ب) درست است. تمایل پیوستن عامل رونویسی به راه‌انداز در اثر عواملی تغییر می‌کند و مقدار رونویسی ژن را نیز تغییر می‌دهد. / ج) نادرست است. رنابسپاراز یوکاریوت به بخشی از راه‌انداز متصل می‌شود نه افزاینده!! / د) نادرست است. عوامل رونویسی متنوع هستند، برخی به توالی خاصی از راه‌انداز متصل می‌شوند و برخی به توالی افزاینده متصل می‌شوند (*به قید هرکدام توجه کنید!!*).

A ۲۷۰ ۲ در یوکاریوت‌ها (*مثل کرم خاکی*) آنزیم رنابسپاراز (*هر ۳ نوع*) نمی‌تواند مستقلاً و بدون واسطه به راه‌انداز در بخش تنظیمی ژن وصل شود و برای این کار به عامل رونویسی نیاز دارد، ولی عوامل رونویسی به راحتی به توالی افزاینده و راه‌انداز و رنابسپاراز وصل می‌شوند.

A ۲۷۱ ۱ **منظور سؤال آنزیم دنابسپاراز می‌باشد** که قطعه *DNA* بین توالی راه‌انداز و افزاینده را ایجاد می‌کند. این آنزیم در حین همانندسازی، پیوند فسفودی‌استر ایجاد کرده و برای ویرایش توانایی شکستن این پیوند را دارد (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): الگوی ساخت رنابسپارازها، *mRNA*ها می‌باشند که توسط رنابسپاراز تولید می‌شود. / گزینهٔ (۳): دنابسپاراز عمل همانندسازی را از چند نقطه انجام می‌دهد نه رونویسی! / گزینهٔ (۴): هلیکاز و رنابسپارازها قدرت باز کردن پیوندهای هیدروژنی را دارند.

B ۲۷۲ ۱ فقط مورد (د) عبارت را صحیح تکمیل می‌کند.



شکل، بیانگر تنظیم بیان ژن **یوکاریوت** در مرحلهٔ رونویسی می‌باشد که سبب ایجاد خمیدگی یا حلقه‌ای بین توالی افزاینده و راه‌انداز شده است. در این شکل، دخالت **چند توالی از جمله راه‌انداز و افزاینده** را برای رونویسی مشاهده می‌کنید (درستی د) ولی بلوغ *mRNA* بعد از پایان رونویسی صورت می‌گیرد (نادرستی الف).

◄ عبارت (ب) نادرست است چون ریزوبیوم نوعی پروکاریوت است ولی عوامل رونویسی مربوط به یوکاریوت‌ها هستند.

◄ عبارت (ج) نیز نادرست است چون اتصال *RNA* کوچک مکمل به ابتدای *mRNA* از موارد تنظیم بیان یوکاریوت‌ها، **پس از رونویسی** می‌باشد ولی شکل بیانگر مرحلهٔ اول رونویسی و فعال شدن رنابسپاراز می‌باشد.

A ۲۷۳ ۲ در سیستم‌های ژنی یوکاریوت، همواره هر راه‌انداز، تنظیم بیان **یک ژن** کنار خود را انجام می‌دهد ولی در پروکاریوت‌ها می‌توانیم مشاهده کنیم که یک راه‌انداز، بیان ژن یک ژن یا چند ژن مجاور هم را انجام می‌دهد.

◄ **در تنظیم مثبت رونویسی**: جایگاه اتصال فعال‌کننده ← راه‌انداز ← یک یا چند ژن مجاور هم (درستی گزینهٔ (۱)).

◄ **در تنظیم منفی رونویسی**: راه‌انداز ← اپراتور ← یک یا چند ژن مجاور هم (درستی گزینهٔ (۳)).

◄ **در تنظیم رونویسی یوکاریوت‌ها**: ممکن است افزاینده وجود نداشته باشد. (*راه‌انداز ← یک ژن*) (درستی گزینهٔ (۴)). افزاینده ← توالی واسطه ← راه‌انداز ← یک ژن

A ۲۷۴ ۱ فقط مورد (د) قطعاً صورت نمی‌گیرد. جهش در ژن ساخت عوامل رونویسی مربوط به یوکاریوت‌هاست که برای نشان دادن راه‌انداز به رنابسپاراز و تقویت رونویسی است، ولی مهارکننده در عبارت (د) مربوط به پروکاریوت‌هاست و به آن ربطی ندارد. در مورد (ج) منظور از پروتئین متنوع، عوامل رونویسی هستند.

C ۲۷۵ ۲ فقط عبارت (الف) نادرست است.

عروس دریایی یک جانور کیسه‌تن است که از گروه **یوکاریوت‌ها** می‌باشد. تنظیم بیان ژن آن‌ها، **از قبل از شروع رونویسی تا پس از پایان ترجمه رخ می‌دهد**، ولی سؤال، فقط در مورد مراحل غیررونویسی است (نادرستی الف). عواملی مانند تغییر در فشردگی فام‌تن‌ها که به کمک پروتئین‌های هیستونی صورت می‌گیرد، بیان ژن‌ها را در مراحل قبل از رونویسی تحت تأثیر قرار می‌دهد (درستی ب). قرارگیری *RNA* کوچک مکمل به ابتدای *mRNA*، مانع از شروع ترجمه رناتن‌ها در یوکاریوت‌ها می‌شود که به نوعی تنظیم بیان ژن **پس از رونویسی** عنوان می‌شود (درستی ج).

◄ دقت کنید که هرچه طول عمر رنای پیک بیشتر شود، قطعاً مدت زمان لازم برای پروتئین‌سازی بیشتر می‌شود (درستی د).

درسنامه درختی ۴۱ تنظیم بیان ژن

مراحل غیررونویسی

- **پیش** از رونویسی ← در سطح **فام‌تنی** است
  - امکان رونویسی در کروموزوم فشرده‌تر و حاوی هیستون زیاد، **کمتر** از سایر کروموزوم‌هاست
  - در هنگام **تقسیم یاخته** احتمال رونویسی کمتر می‌شود.
  - با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، میزان دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم می‌کند ← امکان رونویسی و بیان ژن در **اینترفاز** از تقسیم بیشتر است.
- **پس** از رونویسی
  - اتصال بعضی از رناهای کوچک **مکمل** به رنای پیک
    - ۱ از کار رناتن در پیدا کردن رمز آغاز ترجمه جلوگیری می‌کند.
    - ۲ با تجزیهٔ رنای پیک، عمل ترجمه را متوقف می‌کند
    - طول عمر رنای **پیک** را کاهش می‌دهد.
  - افزایش طول عمر رنای پیک ← مدت زمان ترجمه بیشتر می‌شود ← مقدار محصول زیاد می‌شود.

B ۲۷۶ ۳ در همهٔ پروکاریوت‌ها، ژن‌های مجاور هم در یک سیستم چند ژنی، توسط یک راه‌انداز و یک آنزیم رنابسپاراز رونویسی می‌شوند، ولی می‌توانند توالی تک‌ژنی هم داشته باشند (نادرستی گزینهٔ (۲) و درستی گزینهٔ (۳)).

ولی **اغلب** باکتری‌ها، یک *DNA* حلقوی به‌جز دیسک دارد (*نه همهٔ آن‌ها*) (نادرستی گزینهٔ (۱)) و در سیستم‌های چندژنی همه با هم، یک بخش تنظیم‌کننده دارند. از طرفی پروتئین تنظیمی مهارکننده توسط ژن دیگری ساخته می‌شود.

A ۲۷۷ ـ ۳ عامل رونویسی، پروتئینی مخصوص یوکاریوت‌هاست، که الگوی ساخت آن یعنی *mRNA*، توسط رنابسپاراز **۲** ساخته می‌شود. این آنزیم در طی رونویسی به کمک عوامل رونویسی قبلی، به بخشی از راه‌انداز متصل می‌شود (درستی گزینهٔ (۳)) ولی برخلاف دنابسپاراز، قدرت ویرایش ندارد (نادرستی گزینهٔ (۲)). رنابسپاراز یوکاریوتی در سیتوپلاسم تولید و در هسته فعالیت می‌کند. (نادرستی گزینهٔ (۴)). در آخر دقت کنید که جایگاه اتصال آمینواسید در *tRNA* قرار دارد که توسط رنابسپاراز ۳ ایجاد می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)).

C ۲۷۸ ـ ۲

نکته **نکتهٔ این سؤال خیلی قشنگه!!! خوب دقت کنید.**

پرسش اینجاست: به چه دلیل در پروکاریوت‌ها همیشه تعدادی پروتئین با هم ساخته می‌شوند؟ مثلاً می‌دانیم که تحت رهبری سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز ۳ رشتهٔ پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود و پرسش این است که: چرا همیشه این ۳ رشتهٔ پلی‌پپتیدی با هم ساخته می‌شوند؟ چرا ممکن نیست فقط یکی از آن‌ها ساخته شود؟

گزینهٔ (۱) سؤال معتقد است که دلیل این امر مربوط به تنظیم بیان ژن‌هاست، در صورتی که شما می‌دانید مکانیسم‌های تنظیم بیان ژن، خاموش و یا روشن شدن سیستم‌های ژنی را کنترل می‌کنند. مثلاً وقتی قند لاکتوز وارد محیط باکتری اشرشیاکلای شود، مکانیسم‌های تنظیم بیان ژن سبب روشن شدن سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز و رونویسی آن می‌شوند تا از رونویسی سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز یک *mRNA* سه‌ژنی و از ترجمهٔ آن ۳ رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصل آید. اما مکانیسم‌های تنظیم بیان ژن، نمی‌توانند کاری کنند که رونویسی سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز نصف نیمه رها شود و مثلاً فقط یکی از ژن‌های این سیستم رونویسی شود. به عبارت دیگر مکانیسم‌های تنظیم بیان ژن در مورد ۳ رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصل از سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز با قانون «همه یا هیچ» عمل می‌کنند، یعنی این مکانیسم‌ها سبب می‌شوند که کل سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز رونویسی شود و در نهایت ۳ رشتهٔ پلی‌پپتیدی تحت رهبری آن‌ها حاصل آید، یا سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز رونویسی نشود و هیچ پلی‌پپتیدی از آن حاصل نشود. اما پرسش هنوز باقی است: چرا همیشه ۳ زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی حاصل از سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز با هم دیده می‌شوند؟ پاسخ این پرسش بسیار ساده در گزینهٔ (۲) وجود دارد. چون ژن الگوی ساخت این ۳ زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی با هم در یک سیستم‌های ژنی تجزیهٔ لاکتوز قرار گرفته‌اند، به عبارت دیگر **نحوهٔ سازماندهی ژن‌ها** به گونه‌ای بوده است که ۳ ژن کنترل‌کنندهٔ جذب و تجزیهٔ لاکتوز در یک سیستم ژنی (*ایران*) و در فاصلهٔ بین یک راه‌انداز و جایگاه پایان قرار گیرند تا در زمان رونویسی با هم رونویسی شوند. پس به خاطر بسپاریم که نحوهٔ سازماندهی ژن‌ها، تعیین‌کنندهٔ آن است که کدام پروتئین‌ها با هم ساخته شوند و مکانیسم‌های تنظیم بیان ژن تعیین‌کنندهٔ این است که در چه زمانی پروتئین یا پروتئین‌هایی باید ساخته شوند و در چه زمانی نباید سنتز گردند.

تمرین: **به چه دلیل در پروکاریوت‌ها، برخی ژن‌ها در فواصل زمانی بلند و برخی در فواصل زمانی کوتاه، رونویسی می‌شوند؟**

۱) نحوهٔ تنظیم بیان ژن‌ها **۲)** نحوهٔ سازماندهی ژن‌ها **۳)** نحوهٔ عملکرد رنابسپاراز **۴)** نحوهٔ عملکرد رناتن

پاسخ تمرین: گزینهٔ (۱) درست است. باز هم تکرار می‌کنیم که مکانیسم‌های تنظیم بیان ژن، تعیین‌کنندهٔ زمان فعال یا غیرفعال شدن یک یا چند ژن می‌باشند.

B ۲۷۹ ـ ۴ هسته، مرکز تنظیم ژنتیک در یاخته‌های یوکاریوت می‌باشد که برای رونویسی نیاز به عوامل رونویسی دارند، ولی گزینهٔ (۱) فقط در مورد توالی خاصی از مولکول *tRNA* درست است، گزینهٔ (۲) و (۳) به ترتیب در مورد فقط *tRNA* و *mRNA* صادق می‌باشد.

A ۲۸۰ ـ ۳ در انسان و هر یوکاریوت، رنابسپارازهای متنوع، برای اتصال به راه‌انداز، نیاز به پروتئین‌هایی به نام عوامل رونویسی دارند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)). در پروکاریوت‌ها نیز در سیستم ژنی تجزیه مالتوز که تنظیم مثبت رونویسی دارند، اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز به کمک پروتئین فعال‌کننده صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۲)) ولی در سیستم ژنی تجزیه لاکتوز در پروکاریوت، رنابسپاراز برای اتصال به راه‌انداز، نیازی به پروتئین کمکی ندارد.

B ۲۸۱ ـ ۳ عوامل رونویسی که به توالی افزاینده متصل می‌شوند، سبب ایجاد حلقه یا خمیدگی در *DNA* می‌شوند تا به عوامل رونویسی روی راه‌انداز نزدیک شوند. این عوامل همگی در بیان ژن‌های یوکاریوت، مثل ژن ساخت سانتریول جانوران نقش دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): عامل سینه‌پهلو، پروکاریوت است و توالی افزاینده ندارد. / گزینهٔ (۲): عوامل رونویسی، سبب شروع رونویسی می‌شوند نه ترجمه!! / گزینهٔ (۴): عوامل رونویسی که سبب خمیدگی *DNA* می‌شوند، بعد از اتصال رنابسپاراز و عوامل رونویسی دیگر روی راه‌انداز، با اتصال به افزاینده سبب این عمل می‌شوند.

B ۲۸۲ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. الگوی ساخت هر پروتئینی مثل هورمون‌های پلی‌پپتیدی (*اکسی‌توسین و انسولین*)، نوکلئازها، عامل رونویسی و مهارکننده ژن از نوع *mRNA* و حاوی ریبوز می‌باشد ولی الگوی ساخت هر *RNA* و *DNA* باز هم مولکول *DNA* می‌باشد. یادتان باشد که کیتین و کلاً قندها و لیپیدها اصلاً الگو یا رمزی روی *DNA* ندارند.

B ۲۸۳ ـ ۳ یاخته‌ای که سانتریول مضاعف شده دارد، **یوکاریوت** جانوری است که می‌خواهد تقسیم کند، پس باید رشته‌های دوک در اطراف هسته آن‌ها تشکیل شود. (*برحسب کتاب درسی، گزینهٔ (۳) صحیح است.*)

◀ گزینهٔ (۱) در مورد رشتهٔ رمزگذار دنا رد می‌شود. در گزینهٔ (۲) هر ژن توسط یک نوع آنزیم رونویسی می‌شود. گزینهٔ (۴) در مورد ژن‌های *rRNA* و *tRNA* ساز رد می‌شود.

B ۲۸۴ ـ ۴ تنظیم بیان ژن یوکاریوت و پروکاریوت، در سطوح پس از رونویسی در سیتوپلاسم رخ می‌دهد. (*جاندار عامل بیماری و مورد مطالعهٔ گریفیت باکتری و پروکاریوت بود.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): توالی‌های چندژنی مجاور هم ویژهٔ پروکاریوت‌هاست. / گزینهٔ (۲): ایجاد خمیدگی در *DNA* و فرصت بیشتر برای بیان ژن، ویژگی یوکاریوت‌هاست. / گزینهٔ (۳): تغییر در فعالیت رناتن، از مراحل تنظیم بیان ژن، پس از رونویسی می‌باشد که مثلاً با قرار گرفتن *RNA* کوچک مکمل روی ابتدای *mRNA* صورت می‌گیرد.

B ۲۸۵ ـ ۳ با زیاد شدن لاکتوز در محیط باکتری *E.coli*:

الف) مقداری لاکتوز **وارد یاخته** می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)). / ب) لاکتوز به پروتئین مهارکننده روی اپراتور متصل شده و شکل آن را تغییر می‌دهد (درستی گزینهٔ (۳)). / ج) اپراتور از مهارکننده خالی می‌شود تا با رونویسی یک *mRNA* سه ژنی و سپس سه آنزیم برای جذب و تجزیهٔ لاکتوز به **گلوکز و گالاکتوز** صورت بگیرد (نادرستی گزینهٔ (۲)). / د) پروتئین مهارکننده از روی ژن مخصوص خود بیان می‌شود، نه ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز! (نادرستی گزینهٔ (۴)).

A ۲۸۶ ـ ۲ در یک یاخته، ژن‌ها علاوه بر ساخت رشتهٔ پلی‌پپتیدی، مسئول تولید انواع مختلف *RNA* نیز می‌باشند و علاوه بر آن، از آنجایی‌که یک پروتئین می‌تواند چند رشتهٔ پلی‌پپتید داشته باشد، پس تعداد ژن‌هایی که بیان می‌شوند، بیشتر از تعداد پروتئین‌هایی است که ساخته شده‌اند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): عامل رونویسی ویژهٔ یوکاریوت‌هاست و در بیان ژن باکتری‌ها تأثیری ندارد. / گزینهٔ (۳): در یوکاریوت‌ها (*جانور، گیاه، قارچ و آغازی*) همهٔ طول میانه‌ها و بیانه‌ها رونویسی می‌شود، ولی فقط **برخی** قسمت‌های رونوشت بیانه ترجمه می‌شود. / گزینهٔ (۴): فعال‌کننده پروتئینی است و از آمینواسید ایجاد شده است، ولی اپراتور از جنس *DNA* است و نوکلئوتیدی می‌باشد.

B ۲۸۷ ۴ وجود یک ژن و بیان آن در یک یاخته، ربطی به حضور ژن دیگر در آن یاخته ندارد. پس بیان ژن تجزیهٔ مالتوز، ربطی به وجود ژن تجزیهٔ لاکتوز در باکتری ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): وجود عامل فعال‌کننده، روی ژن سبب افزایش بیان و رونویسی از ژن‌های تجزیهٔ مالتوز می‌شود، چون این ژن‌ها تنظیم مثبت رونویسی دارند. از طرفی این گزینه دو واقعه مختلف از یاخته را بررسی می‌کند. / گزینهٔ (۲): مالتوز کافی در محیط در صورتی که گلوکز محیط کم باشد، سبب بیان ژن‌های مربوط به **تجزیهٔ** مالتوز در باکتری می‌شود (*در اینجا به دلیل قید «هم» وجود گلوکز را نیز باید در نظر بگیریم*). / گزینهٔ (۳): در سیستم‌های تجزیهٔ مالتوز، پروتئین مهارکننده وجود ندارد. پروتئین‌های مهارکننده در مکانیسم‌های تنظیم منفی رونویسی دخالت دارند.

A ۲۸۸ ۱ در هستهٔ یوکاریوت‌ها که بخشی دوغشایی می‌باشد، ژنگان خطی و دارای پروتئین‌های هیستونی دیده می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)). (*گزینهٔ (۱) در مورد عدم وجود هیستون در میتوکندری صحیح می‌باشد. گزینهٔ (۲) در مورد کلروپلاست و DNA حقوق آن و گزینهٔ (۳) در مورد هسته و داشتن هیستون‌ها رد می‌شوند.*)

A ۲۸۹ ۳ در تنظیم مثبت رونویسی پروکاریوت‌ها، پروتئین‌های فعال‌کننده با اتصال به مالتوز و جایگاه اتصال خود روی ژن، سبب متصل شدن رنابسپاراز به راه‌انداز شده و در پی آن می‌تواند به کمک راه‌انداز، نقطهٔ شروع رونویسی را پیدا کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در تنظیم مثبت، اتصال مالتوز به فعال‌کننده سبب شروع واکنش می‌شود. / گزینهٔ (۲): در این مثال، باکتری در پی **تجزیهٔ** مالتوز است نه سنتز. / گزینهٔ (۴): عوامل رونویسی ویژهٔ یوکاریوت‌هاست.

B ۲۹۰ ۴ از روی هر رنای پیک یوکاریوتی، تنها یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی ایجاد می‌شود و هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی، نهایتاً به ساختار سوم پروتئینی می‌رسد، چون ساختار چهارم دارای چند رشتهٔ پلی‌پپتید می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هیچ دو آمینواسیدی در پروتئین‌ها، دارای رمزه مشترک نمی‌باشند. بلکه یک آمینواسید، می‌تواند توسط چند رمزه ترجمه شود. / گزینهٔ (۲): *tRNA* حمل‌کنندهٔ آمینواسید، ساختاری با تاخوردگی زیاد و سه‌بعدی دارد چون شکل فعال مولکول را شامل می‌شود. / گزینهٔ (۳): در یوکاریوت‌ها، هر راه‌انداز، تنظیم بیان یک ژن را انجام می‌دهد.

A ۲۹۱ ۱ چون فعال‌کننده‌ها در تنظیم مثبت رونویسی پروکاریوت، سبب کمک به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز می‌شوند، پس اشکال در آن‌ها، بیان ژن تجزیهٔ مالتوز را به مشکل می‌اندازد. (*در این حالت اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز به‌راحتی انجام نمی‌شود.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): حتماً به خاطر دارید که مهارکنندهٔ در سیستم‌های تنظیم مثبت رونویسی تأثیری ندارند. / گزینهٔ (۳): پروتئین فعال‌کننده، رنابسپاراز را به راه‌انداز هدایت می‌کند. / گزینهٔ (۴): با تخریب یا عدم ساخت فعال‌کننده، رونویسی این مجموعه متوقف می‌شود (*در ضمن قرار است این مجموعه تجزیه مالتوز را انجام دهد نه ستز آن را!*).

A ۲۹۲ ۴ در یوکاریوت‌ها، تشکیل حلقه یا خمیدگی در بخش تنظیمی ژن، سبب رونویسی می‌شود که در این جانداران قطعات رونوشت میانه پیرایش می‌شود ولی سایر موارد در گزینه‌ها مربوط به ژن‌های پروکاریوت می‌باشند.

A ۲۹۳ ۱ در یوکاریوت‌ها برخلاف پروکاریوت‌ها، رمزه *mRNA* توسط رنابسپاراز ۲ و پادرمزه توسط رنابسپاراز ۳ رونویسی می‌شوند. در یوکاریوت‌ها اجتماع رناتن‌ها روی *mRNA* وجود دارد، طول عمر *mRNA* طولانی‌تر از پروکاریوت‌هاست و مانند هر یاختهٔ دیگری ساخت پروتئین را در سیتوپلاسم انجام می‌دهند (نادرستی گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴)) ولی ترجمه در آن‌ها بعد از پایان رونویسی صورت می‌گیرد (درستی گزینهٔ (۱)).

B ۲۹۴ ۴

نکته فقط برخی از ژن‌ها (*نه همهٔ آن‌ها*) در هر یاخته بیان می‌شوند، چون پشه جانداری تمایز یافته است (نادرستی گزینهٔ (۱)). توالی افزاینده جزئی از توالی تنظیمی است که توالی تنظیمی نیز هیچ‌گاه رونویسی نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)). تفاوت در یاخته‌های پیکری گندم به علت تفاوت **در بیان ژن آن‌ها** است. پروتئین تنظیمی مهارکننده برخلاف فعال‌کننده سبب خاموشی ژن‌ها می‌شود (درستی گزینهٔ (۴)).

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

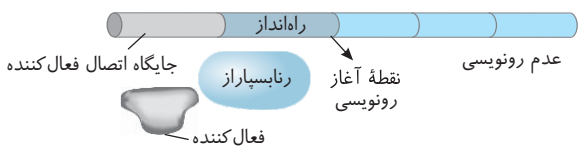
C ۲۹۵ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در زمان تنظیم بیان ژن مربوط به مصرف لاکتوز و مالتوز محیط، یک مولکول *RNA* پیک از روی سه ژن مختلف تولید می‌شود. / ب) نادرست است. از روی رنای پیک مربوط به تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز، در نهایت **سه** رشته پلی‌پپتیدی مختلف تولید می‌شود. / ج) نادرست است. بیان ژن همواره به تولید رنا و ایجاد پیوند فسفودی‌استر می‌انجامد ولی تنظیم بیان ژن می‌تواند سبب کاهش یا افزایش یا ترجمه شود و بر روی رونویسی و تشکیل پیوند فسفودی‌استر تأثیر نداشته باشد. / د) درست است. می‌توان گفت ممکن است چندین رناتن به صورت هم‌زمان و برحسب نیاز یاخته، ترجمهٔ یک مولکول *RNA* پیک را در هر جانداری شروع کنند.

B ۲۹۶ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. در تنظیم بیان سیستم‌های ژنی تجزیه مالتوز، تنظیم مثبت رونویسی و پروتئین‌های فعال‌کننده وجود دارند. این پروتئین‌ها، پس از اتصال به مالتوز و بدون تغییر شکل به جایگاه اتصال خود وصل شده و سبب هدایت رنابسپاراز به راه‌انداز می‌شوند (درستی ب).

تله‌های تستی الف) قند شیر، همان لاکتوز است که بخش تنظیم کنندهٔ آن، پروتئین مهارکننده دارند نه فعال‌کننده!! / ج) در حضور دی‌ساکارید لاکتوز، پروتئین مهارکننده با تغییر شکل از اپراتور جدا می‌شود. سپس فعالیت رنابسپاراز با ادامه رونویسی تشدید می‌شود (*این عبارت در سراسری ۹۹ آمده بود*). / د) محصول نهایی آمیلاز برزاق، همان مالتوز است که فاقد اپراتور می‌باشد.

C ۲۹۷ ۱ در پروکاریوت‌ها (*ریزوبیوم‌ها*)، در تنظیم مثبت رونویسی، رنابسپاراز به کمک فعال‌کننده به راه‌انداز متصل شده و سپس برای رونویسی راه‌انداز را طی کرده و پس از عبور از راه‌انداز، به دلیل نبودن اپراتور، سریعاً رونویسی را از روی ژن‌ها آغاز می‌کند (*در تخلص مقابل نیز قابل مشاهده است*).



نکته همچنین در بررسی سایر عبارات بدانید که عدم نیاز رنابسپاراز به عوامل کمکی برای اتصال به راه‌انداز، در تنظیم منفی دیده می‌شود که پیش از آغاز ساخت *RNA*، رنابسپاراز به راه‌انداز متصل است و منتظر برداشته شدن مهارکننده از روی اپراتور و آغاز رونویسی است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در تنظیم منفی رونویسی، رنابسپاراز به راحتی به راه‌انداز متصل می‌شود، ولی در صورت پر بودن اپراتور، نمی‌تواند از روی توالی‌های مربوط به ژن عبور کند (*توجه داشته باشید که راه‌انداز با توالی آغاز رونویسی متفاوت است*). / گزینهٔ (۳): ایجاد خمیدگی بین توالی افزاینده و راه‌انداز، از ویژگی ژن‌های یوکاریوت می‌باشد نه پروکاریوت!! / گزینهٔ (۴): در تنظیم منفی رونویسی، عامل محیطی یا باعث بلند شدن مهارکننده از روی **اپراتور** می‌شود و یا مانع اتصال آن به **اپراتور** می‌شود.

B ۲۹۸ ـ ۲ فقط مورد (د) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. مهارکننده‌ها، **پروتئین‌های** پروکاریوت هستند که واحد سازنده آمینواسیدی دارند و با پیوند پپتیدی و برخی با پیوند هیدروژنی در ساختار دوم و سوم به هم متصل می‌باشند. / ب) درست است. مهارکننده‌ها به دلیل تنظیم ژن‌های مختلف، همواره در حال ساخته شدن هستند. / ج) درست است. لاکتوز ورودی به یاخته، ابتدا به مهارکننده متصل شده و آن را تغییر شکل می‌دهد. این عمل یا باعث خالی شدن اپراتور می‌شود و یا مانع اتصال مهارکننده به اپراتور و خالی ماندن آن می‌شود. / د) نادرست است. **مهارکننده‌ها**، همواره در سیستم تنظیم **منفی** رونویسی در پروکاریوت‌ها نقش دارند.

B ۲۹۹ ـ ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست هستند. اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز به کمک عوامل کمکی، یکی در تنظیم مثبت رونویسی پروکاریوت‌ها و یکی دیگر در یوکاریوت‌ها دیده می‌شود.

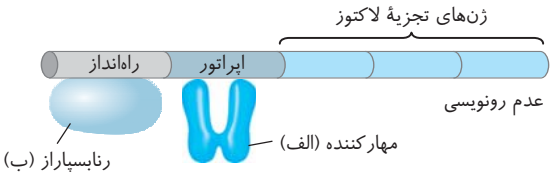
تله‌های تستی الف) نادرست است. فقط در مورد تنظیم منفی رونویسی مصداق دارد که مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود. / ب) نادرست است. توالی افزاینده در پروکاریوت‌ها وجود ندارد. / ج) درست است. در هر دو سیستم فوق راه‌انداز در مجاورت و اتصال با ژن‌ها یا ژن رونویسی شونده می‌باشد. / د) درست است. در هر بیان ژنی ابتدا یک رنای خطی با دو سر آزاد متفاوت تولید می‌شود.

C ۳۰۰ ـ ۳ همهٔ عبارات نادرست تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. *mRNA* حاصل از سیستم‌های ژنی تجزیه مالتوز، ۳ رمزه آغاز و ۳ رمزه پایان ترجمه دارد و از روی آن ۳ رشتهٔ پلی‌پپتید ساخته می‌شود. / ب) نادرست است. الگوی *mRNA* در سیستم‌های ژنی تجزیه مالتوز، همان *DNA* است که **یک** جایگاه آغاز رونویسی و **یک** جایگاه پایان رونویسی دارد. / ج) نادرست است. *mRNA* فاقد توالی تنظیمی است و توالی تنظیمی و ساختاری مربوط به ژن است. / د) نادرست است. در این *mRNA* توالی‌هایی که بین رمزه‌های رشته‌های پلی‌پپتیدی واقع است و همچنین رمزه‌های پایان ترجمه **نمی‌شوند**.

C ۳۰۱ ـ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. این سیستم مربوط به ژن‌های تجزیه لاکتوز می‌باشد و (الف) بیانگر پروتئین مهارکننده می‌باشد. / ب) درست است. در ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، اتصال این دی‌ساکارید به مهارکننده (الف) و تغییر شکل آن، سبب تشدید فعالیت رنابسپاراز (ب) شده و در رونویسی انجام می‌شود. / ج) درست است. در صورت وجود گلوکز کافی، این ژن‌ها غیرفعال هستند چون مهارکننده فعال شده و به اپراتور متصل می‌شود. / د) نادرست است. مهارکننده (الف) هیچ‌گاه به راه‌انداز متصل نمی‌شود.



B ۳۰۲ ـ ۴ دقت کنید **راه‌انداز** برخلاف توالی افزاینده در **اتصال** رنابسپاراز به توالی نوکلئوتیدی ژن نقش دارد و توالی **افزاینده** فقط می‌تواند **سرعت** رونویسی و **مقدار** آن را افزایش دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در یاخته‌های یوکاریوت توالی افزاینده برای دنای خطی موجود در هسته است، اما راه‌انداز می‌تواند در ساختار مولکول دنای حلقوی میتوکندری یا کلروپلاست مشاهده شود. / گزینهٔ (۲): توالی‌های افزاینده و راه‌انداز در تنظیم بیان ژن نقش دارند، اما هیچ‌گاه توسط رنابسپاراز به عنوان بیانه رونویسی نمی‌شوند. / گزینهٔ (۳): دقت کنید گروهی از ژن‌ها، توالی تنظیمی افزاینده را ندارند.

B ۳۰۳ ـ ۱ عبارت‌های (ب) و (ج) درست هستند.

منظور سؤال آنزیم رنابسپاراز ۱ یوکاریوت است که در عامل سینه‌پهلو که باکتری و پروکاریوت است، وجود ندارد (نادرستی الف). این آنزیم مانند سایر رنابسپارازهای یوکاریوتی، به کمک عامل رونویسی به راه‌انداز متصل شده ولی از روی راه‌انداز رونویسی نمی‌کند (درستی ب). در **هسته** پارامسی (*یوکاریوت*) فعالیت رونویسی را به کمک عوامل رونویسی پروتئینی با تنوع و کار متفاوت انجام می‌دهد (درستی ج و نادرستی د).

C ۳۰۴ ـ ۲ خوب دقت کنید:

۱) چون این رشتهٔ به عنوان رمزگذار است، پس ابتدا باید رشتهٔ الگوی رونویسی را بسازیم که توالی آن به صورت زیر می‌باشد:

CTACATGAATGCAATCGCTACGGGTTGATCG

۲) سپس از روی آن با رونویسی *mRNA* می‌سازیم:

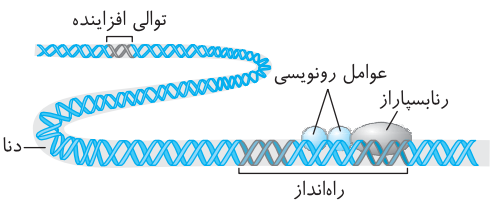
G	AUG	UAC	UUA	CGU	UAG	CG	AUG	CCC	AAC	UAG	C
	رمز آغاز اول	۲	۳	۴	رمز پایان	توالی بین ژنی	رمز آغاز بعدی اول	۲	۳	رمز پایان	

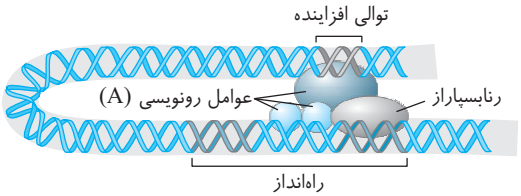
۳) همان‌طور که می‌بینید، **این یک** *mRNA* **دو ژنی ویژهٔ پروکاریوت‌هاست** و دستورالعمل ساخت دو رشتهٔ پلی‌پپتید را می‌دهد، پس گزینهٔ (۲) درست است. (*البته وقتی در سؤال ذکر کرده است که پروتئین حاوی ساختار چهارم می‌باشد، یعنی بیش از یک زیرواحد یا رشتهٔ پلی‌پپتید دارد.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): توالی فوق دو ژنی مربوط به پروکاریوت‌هاست / گزینهٔ (۳): این رشته، الگوی ساخت دو رشتهٔ پلی‌پپتیدی است. / گزینهٔ (۴): کلاً هشت آمینواسید ترجمه می‌شود.

C ۳۰۵ ـ ۲ موارد (ج) و (د) نادرست هستند. **تنظیم بیان ژن، پیش از شروع رونویسی، ویژگی یوکاریوت‌ها می‌باشد.**

تله‌های تستی الف) درست است. در یوکاریوت‌ها، علاوه‌بر راه‌انداز، توالی افزاینده نیز وجود دارد که سرعت و مقدار رونویسی را بیشتر می‌کند. / ب) درست است. یوکاریوت‌ها راه‌اندازهایی با توالی‌های مختلف دارند که برخی قسمت‌های آن‌ها برای اتصال رنابسپاراز و برخی برای اتصال عوامل رونویسی می‌باشد. / ج) نادرست است. بیان چند ژن مجاور هم توسط یک راه‌انداز، از ویژگی‌های پروکاریوت‌ها می‌باشد که علاوه بر نداشتن تنظیم بیان ژن قبل از رونویسی، فاقد عامل رونویسی نیز هستند. / د) نادرست است. در مرحلهٔ متافاز، حداکثر فشردگی فام‌تن دیده می‌شود که سبب کاهش دسترسی رنابسپاراز به ژن‌ها می‌شود.





C ۳۰۶ ۱ عبارات (الف) و (ج) نادرست هستند.
شکل در مورد بیان ژن یوکاریوت برای عمل **رونویسی** است (نادرستی الف) و قسمت (A) نمایانگر **عامل رونویسی** است که ابتدا به توالی راه‌انداز متصل شده است (نادرستی ج) ولی این عمل برای ترجمه نمی‌باشد (نادرستی الف). عمل فوق در شروع رونویسی و بیان ژن یوکاریوت، مثل تولید پپسینوژن مؤثر است (درستی ب و د).

C ۳۰۷ ۳ در سیستم‌های یوکاریوت نیز همانند پروکاریوت‌ها، بیشتر تنظیم بیان ژن‌ها در مرحلهٔ رونویسی اتفاق می‌افتد، ولی در یوکاریوت‌ها قبل از رونویسی و با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن‌ها نیز، بیان ژن تحت تأثیر قرار می‌گیرد و این مراحل تا پس از ترجمه نیز ادامه دارد. مثلاً اتصال *RNA* کوچک به ابتدای *mRNA*، یا حذف میانه‌ها و طول عمر *RNA*ها، نمونه‌هایی از تنظیم بیان در مراحل پس از رونویسی می‌باشد.

نکته
تنظیم بیان ژن، گاهی پس از ترجمه نیز اتفاق می‌افتد، به این‌صورت که پروتئین ساخته شده، باید تغییراتی ایجاد کند تا کارایی‌دار شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اتصال رنای کوچک به رنای پیک، پس از رونویسی می‌باشد. / گزینهٔ (۲): هر دو پس از رونویسی رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): عوامل رونویسی در حین رونویسی نقش دارد (*نقش میانه می‌تواند پس از رونویسی باشد*).

C ۳۰۸ ۴ دقت کنید که در باکتری‌ها، ژن‌ها یا در *DNA* اصلی به غشای یاخته متصلند و یا در دیسک‌های سیتوپلاسمی قرار دارند و کلاً باکتری فاقد اندامک غشادار می‌باشد. در مورد یوکاریوت‌ها نیز، حتماً می‌دانید که هسته، میتوکندری و پلاست‌ها (*کلروپلاست*) حاوی *DNA* و ژن می‌باشند. **پس منظور سؤال جانداری است که پلاست دارد و خب قطعاً با فتوسنتز قدرت تولید مواد آلی از معدنی را دارد.**

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مراحل بیان ژن یوکاریوت‌ها از قبل از رونویسی تا پس از ترجمه ادامه دارد و به دلیل وجود غشای هسته، مراحل بیشتر و پیچیده‌تری از یوکاریوت‌ها دارد. / گزینهٔ (۲): مشاهدهٔ اجتماع رناتن‌های فعال، از روی یک *mRNA* معرف ترجمه هم‌زمان از یک رنا می‌باشد که این ساختارها در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها وجود دارد. / گزینهٔ (۳): در فصل فتوسنتز و تنفس می‌خوانیم که تولید *ATP*، در میتوکندری، کلروپلاست و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم (*گلیکولیز*) صورت می‌گیرد. (*پس در دو اندامک میتوکندری و کلروپلاست آن‌ها، ATP سازی صورت می‌گیرد.*)

C ۳۰۹ ۳ عبارات (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.
منظور سؤال جانداران **یوکاریوت** می‌باشد که بیش از یک نقطه شروع همانندسازی دارند و به دلیل همانندسازی دوجهته، بیش از دو دوراهی همانندسازی دارند.
تله‌های تستی الف) درست است. در طی مراحل اول و دوم رونویسی، با تشکیل پیوند فسفودی‌استر و ساخته شدن *RNA*، تعداد فسفات‌های آزاد یاخته زیاد می‌شود ولی در ترجمه پیوند پپتیدی تشکیل و آب آزاد می‌شود. / ب) نادرست است. تنظیم مثبت و منفی رونویسی، اصطلاحی برای بیان ژن‌های پروکاریوت می‌باشد نه یوکاریوت!! / ج) درست است. تغییرات شدید در *pH* و دمای بالا، با غیرفعال کردن آنزیم‌ها، بیان ژن‌ها پس از رونویسی را دستخوش تغییرات شدیدی می‌کنند. / د) درست است. در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن، از قبل از شروع رونویسی و با فشرده کردن فام‌تن‌ها در هسته شروع می‌شود و تا پس از پایان ترجمه در سیتوپلاسم ادامه دارد.

C ۳۱۰ ۴ در اثر رونویسی از ژن‌های الگوی *rRNA*، محصولی به نام *rRNA* ایجاد می‌شود که در هسته به همراه پروتئین‌های رناتنی، سبب ایجاد پیش‌سازهای رناتنی می‌شوند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): *mRNA* محصول رونویسی از ژن‌های الگوی ساخت پروتئین فعال‌کننده می‌باشد که این مولکول نوکلئیک اسیدی است و پیوند فسفودی‌استر دارد. / گزینهٔ (۲): محصول این ژن، مولکول *tRNA* آغازگر می‌باشد که توالی *UAC*، مخصوص توالی پادرمزه‌ای آن می‌باشد (*نه جایگاه اتصال به آمینواسید آن*). / گزینهٔ (۳): توالی آغاز و پایان رونویسی روی *DNA* قرار دارد، ولی محصول رونویسی از ژن، نوعی *mRNA* است که دارای **رمزه** آغاز و پایان **ترجمه** می‌باشد.

C ۳۱۱ ۲ موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.
تله‌های تستی الف) نادرست است. توالی افزاینده نام قسمتی از توالی تنظیمی یوکاریوت است و پروتئینی نمی‌باشد. / ب) درست است. مهارکننده‌ها، پروتئین‌هایی هستند که در تنظیم منفی رونویسی، به توالی اپراتور متصل می‌شوند. / ج) نادرست است. پروتئین‌های فعال‌کننده در پروکاریوت‌ها، در حین تنظیم مثبت رونویسی، به توالی اختصاصی **قبل از راه‌انداز** متصل می‌شوند. / د) درست است. عوامل رونویسی می‌توانند به دو توالی راه‌انداز و افزاینده در پشت نقطه آغاز رونویسی ژن یوکاریوت‌ها متصل شوند.

B ۳۱۲ ۲ ترجمه رمزه‌ها، از رمزهٔ آغاز شروع و تا قبل از رمزهٔ پایان انجام می‌گیرد. نوکلئوتیدهای قبل از رمزهٔ آغاز، رمزهٔ پایان و بعد از رمزهٔ پایان با آنکه بخشی از رونوشت بیانه هستند، ولی ترجمه نمی‌شوند (*البته رمزهٔ پایان در عمل ترجمه نقش دارد ولی خودش مورد ترجمه قرار نمی‌گیرد*).
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): *rRNA* و *tRNA* نیز محصول رونویسی‌اند، اما ترجمه نمی‌شوند. / گزینهٔ (۳): برای عمل رونویسی در یوکاریوت‌ها نیاز به پروتئین‌های ویژه‌ای (*عوامل رونویسی*) است و آنزیم‌های رونویسی‌کننده با کمک گروهی از پروتئین‌ها محل دقیق رونویسی را شناسایی می‌کنند. / گزینهٔ (۴): در یوکاریوت‌ها، رونویسی از دنای خطی، در هسته ولی ترجمهٔ رونوشت آن‌ها در سیتوپلاسم رخ می‌دهد.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

C ۱ ۴ این سؤال متن زیبا و نکته‌داری دارد. آنزیمی که به کمک عامل رونویسی، راه‌انداز را شناسایی می‌کند، می‌تواند رنابسپاراز ۱ یا ۲ یا ۳ **یوکاریوتی** باشد. این آنزیم خود، طی فرایند **ترجمه** از روی رنای پیک **تولید** می‌شود، ولی ضمن **فعالیت** خود به **رونویسی** ژن‌ها در هسته می‌پردازد.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. ساخت این آنزیم طی ترجمه صورت می‌گیرد که طی مرحلهٔ طویل شدن آن پیوندهای پپتیدی زیادی تشکیل می‌شوند (*نه فوری استرا!*). / گزینهٔ (۲): نادرست است. فعالیت این آنزیم در فرایند رونویسی است که در مرحلهٔ آغاز آن رنای کوچک تولید می‌شود و از رناتن و جایگاه *P* استفاده نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. سؤال در مورد یوکاریوت‌هاست و عمل عامل رونویسی در دنای حلقوی آن نقش ندارد. / گزینهٔ (۴): درست است. در مرحلهٔ آغاز از ترجمه یا ساخت این آنزیم، فقط آمینواسید متیونین اول ترجمه می‌شود و هنوز هیچ پیوند پپتیدی تشکیل نشده است.

B ۲ ۴ سؤال در مورد رنای پیک یا *mRNA* یوکاریوتی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. هیچ‌گاه رنای پیک به آمینواسید متصل نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در یوکاریوت‌ها به دلیل وجود غشای هسته، همواره فرایند رونویسی در هسته و ترجمه در سیتوپلاسم به‌طور مجزا صورت می‌گیرد. یعنی نمی‌توان رنایی یافت که هم در انتهای خود در حال رونویسی و مکمل‌گذاری با دنا باشد و هم از ابتدای خود به رنای ناقل برای ترجمه متصل باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در مرحلهٔ پایان پس از خروج رنای ناقل، حرکت رناتن نداریم. / گزینهٔ (۴): درست است. رنای پیک یوکاریوتی، پس از ساخته شدن، طی پیرایش، با حذف رونوشت‌های اینترون (*میانه*) کوتاه می‌شود. این رنای پیک ممکن است در هنگامی که یاخته نیازی به ترجمهٔ یک نوع رنای پیک ندارد، قطعه‌ای رنای کوتاه با ابتدای آن مکمل شود و با پیوند هیدروژنی به آن متصل شود تا رناتن نتواند رمزهٔ آغاز ترجمه را تشخیص دهد.

B ۳ ۲ در حالتی که گلوکز کم ولی لاکتوز و مالتوز در اطراف باکتری اشرشیاکلای زیاد باشد، این دی‌ساکاریدها با ورود به یاخته و مکانیسم‌های مختلف تنظیم منفی و مثبت رونویسی سبب بیان ژن‌های تجزیه کننده این دی‌ساکاریدها می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. طبق متن کتاب درسی، ابتدا مجموعه مالتوز و فعال‌کننده به جایگاه مخصوص خود در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند و سپس رنابسپاراز به آن‌ها و راه‌انداز می‌پیوندد. / گزینهٔ (۲): درست است. در پی اتصال لاکتوز (*قند شیر*) به مهارکنندهٔ روی اپراتور، با تغییر شکل مهارکنندهٔ اپراتور که میان راه‌انداز و ژن است، خالی شده و رنابسپاراز برای رونویسی تحریک می‌شود و به راه می‌افتد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. فعال‌کنندهٔ مربوط به تنظیم مثبت رونویسی در ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز است و به اپراتور کاری ندارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز، اتصال دی‌ساکارید به فعال‌کننده سبب تغییر شکل آن نمی‌شود، ولی در ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، دی‌ساکارید با تغییر شکل مهارکننده، به فعالیت می‌پردازد.

B ۴ ۴ سؤال در مورد مراحل رونویسی برای ساخت رنای پیک است. توجه داشته باشید که در این تست، مرحلهٔ بعدی را خواسته، نه همان مرحله‌ای که اتفاقات مذکور رخ داده‌اند! در گزینهٔ (۴)، دقت کنید که شناسایی بخش تنظیمی (*راه‌انداز*) در مرحلهٔ آغاز رخ می‌دهد و پس از آن در مرحلهٔ طویل شدن شروع جدایی رنا از دنا صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو کار در مرحلهٔ آغاز رونویسی است. / گزینهٔ (۲): شناسایی رمزه پایان مربوط به مرحلهٔ پایان ترجمه است نه رونویسی! / گزینهٔ (۳): جدایی آخرین گروه فسفات با رونویسی آخرین نوکلئوتید توالی پایان صورت می‌گیرد که مرحلهٔ بعدی ندارد.

B ۵ ۱

در صورتی که در یک مولکول دنا یوکاریوتی، بین دو ژن متوالی
- راه‌اندازی نباشد ← قطعاً جهت رونویسی در رشتهٔ الگوی آن‌ها متفاوت است.
- دو راه‌انداز باشد ← قطعاً جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی آن‌ها متفاوت است.
- یک راه‌انداز باشد ← قطعاً جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی یکسانی دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در یاخته‌های تازه تقسیم شده، ژن‌های سازندهٔ **رنای رناتنی** بسیار فعالند. / گزینهٔ (۳): اتصال رنای کوچک به رنای پیک، **پس از پایان** رونویسی و برای مهار ترجمه رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): رونوشت اینترون (*میانه*) مربوط به رنای نابالغ است. دقت کنید که دنا دارای بیانه و میانه است، نه رونوشت آن‌ها و در حلقه‌های تشکیل شده، خود میانه بر روی دنا دیده می‌شود!

C ۶ ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. در رنای ناقل و الگوی سازنده آن‌ها، تفاوت فقط در توالی پادرمزهٔ آن‌هاست و سایر قسمت‌های مولکول از جمله دو سر آن توالی مشابهی در همه انواع آن دارد. / ب) نادرست است. اتصال رنای ناقل به آمینواسید، به توالی پادرمزه بستگی دارد. (*نه رمزه!*) / ج) درست است. رناتن از رنا و پروتئین رناتنی ایجاد شده و کروماتین از دنا و پروتئین است که هر دو نوکلئوپروتئینی هستند. / د) نادرست است. هم در ساختار تاخوردهٔ اولیه و هم در ساختار سه‌بعدی نهایی رناهای ناقل، پیوند هیدروژنی دیده می‌شود.

C ۷ ۴ در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، با هر حرکت رناتن، رنای ناقل به همراه رشته پلی‌پپتید خود از جایگاه *A* به *P* می‌آید و *tRNA* موجود در جایگاه *P*، بدون آمینواسید، برای خروج از رناتن به جایگاه *E* می‌رود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ طویل شدن، ترجمه هر رمزه‌ای فقط در جایگاه *A* صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ آغاز پیوند پپتیدی تشکیل نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): نوع پیوند اشتراکی بین *tRNA* و آمینواسید، از نوع پپتیدی نمی‌باشد.

C ۸ ۲ حلقهٔ انقباضی برای تقسیم یاختهٔ جانوری کاربرد دارد که در سیتوپلاسم فعالیت می‌کند، پس پروتئین‌های اکتین و میوزین آن توسط رناتن آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آنزیم‌های گوارش درون‌یاخته‌ای، در رناتن شبکهٔ آندوپلاسمی تولید شده، ولی در کافندتن‌ها فعالیت می‌کنند. / گزینهٔ (۳): همواره طی ترجمه، هر رناتن می‌تواند یک رشتهٔ پلی‌پپتید بسازد و از طرفی، در هر دو نوع جاندار چندین رناتن می‌تواند از یک رنای پیک ترجمه کند. / گزینهٔ (۴): برخی پروتئین‌های راکیزه و دیسه‌ها، توسط رناتن سیتوپلاسم و برخی توسط خود اندامک تولید می‌شود.

C ۹ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است.

تله‌های تستی الف) درست است. واژه بیان ژن به معنی فعالیت و رونویسی از ژن است، ولی تنظیم بیان ژن را می‌توان هم برای روشن شدن و هم برای خاموش شدن ژن در نظر گرفت. / ب) نادرست است. در تنظیم مثبت رونویسی، تغییر شکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌شود. / ج) نادرست است. در تنظیم بیان ژن‌های تجزیه لاکتوز، این قند با اتصال به مهارکنندهٔ روی اپراتور، وارد فعالیت می‌شود. / د) نادرست است. رنابسپاراز پروکاریوتی قادر به **شناسایی** راه‌انداز خود می‌باشد، ولی برای **اتصال** به آن‌ها در ژن‌هایی با تنظیم مثبت، نیاز به فعال‌کننده دارد.

C ۱۰ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح است. سیاهک غلات، نوعی قارچ و یوکاریوت می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. عامل سینه‌پهلو نوعی پروکاریوت است و عامل رونویسی ندارد. / ب) درست است. براساس شکل کتاب درسی راه‌انداز یوکاریوتی جایگاه‌های مختلفی دارد که عوامل رونویسی به قبل از محل اتصال رنابسپاراز متصل می‌شوند. / ج) درست است. عوامل رونویسی با تمایل مختلف خود به راه‌انداز و افزاینده، مقدار رونویسی و سرعت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. / د) نادرست است. هم رنابسپاراز و هم عوامل رونویسی روی راه‌انداز، پس از تاخوردگی دنا، توانایی اتصال به عوامل رونویسی روی افزاینده را دارند.

۱۱ B ۴ در صورت اشکال در پروتئین فعال‌کنندهٔ ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، بیان نمی‌شوند و پیوند بین گلوکزهای تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها نیز هیدرولیز نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، راه‌انداز به ژن اول متصل است و بین آن‌ها توالی خاصی وجود ندارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. بخش تنظیمی مربوط به ژن، در تولید ساختار رنا و پروتئین نقش ندارد و فقط مقدار آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. باکتری عامل رونویسی ندارد.

۱۲ C ۳ منظور مرحلهٔ طویل شدن رونویسی است که طی آن علاوه بر نوکلئوتیدهای دنای الگو و رمزگذار، نوکلئوتیدهای ریبوزدار رنا هم وجود دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. تولید رنا مربوط به رونویسی است که زنجیره کوچک در مرحلهٔ آغاز تولید می‌شود، ولی جدایی رنا از دنا مربوط به مرحلهٔ طویل شدن است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. منظور مرحلهٔ پایان **ترجمه** است، ولی دقت کنید که رنابسپاراز مربوط به عمل رونویسی است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، تعداد زیادی رنای ناقل وارد رناتن در جایگاه *A* می‌شود، ولی فقط یکی از آن‌ها مستقر می‌شود. از طرفی عامل آزاد کننده در مرحلهٔ پایان ترجمه وارد رناتن می‌شود. دقت کنید که در این عبارت عنوان کرده که عامل آزادکننده در **یاخته** وجود ندارد که این غلط است، چون این عامل در مرحلهٔ طویل شدن، هنوز وارد رناتن نشده است (*بالاخره در یاخته وجود دارد ولی هنوز وارد رناتن نشده است*).

۱۳ B ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در تنظیم بیان ژن، پس از رونویسی، برخی موارد در یوکاریوت‌ها، رنای کوچکی به ابتدای رنای **پیک** مکمل و اضافه می‌شود (*نه رنای ناقل!*). / ب) نادرست است. با توجه به **تنظیم** بیان ژن قبل از شروع رونویسی یوکاریوت‌ها، هر چه تراکم کروموزوم و نوکلئوزوم‌ها بیشتر باشد، امکان شروع رونویسی کمتر است، ولی دقت کنید که **بیان ژن** گفته شده و از رونویسی شروع می‌شود (*نه تنظیم بیان ژن!*) (*این عامل همان خارج جیبرلا، یوکاریوتی است که در فصل آخر یازدهم خواندید*). / ج) درست است. تغییر در پایداری و طول عمر رنا و پروتئین در پروکاریوت و یوکاریوت دیده می‌شود. / د) درست است. محل تولید و حذف رونوشت‌های اینترون در هسته می‌باشد.

۱۴ C ۳

نکته

در پروکاریوت‌ها، به‌طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود، ولی در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در پایداری *RNA* یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند، ولی این موارد در تنظیم منفی و مثبت رونویسی انجام نمی‌شود (*از طرفی در یوکاریوت‌ها نیز سازوکارهایی برای افزایش طول عمر رنا و بیان بیشتر ژن‌ها وجود دارد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): چند ژن مجاور هم برای ساخت یک *mRNA* ویژگی تنظیم بیان در اغلب ژن‌های پروکاریوت‌های می‌باشد، ولی دقت کنید که داشتن **اپراتور**، مخصوص تنظیم منفی بیان ژن و جایگاه اتصال فعال‌کننده مخصوص تنظیم مثبت بیان ژن می‌باشد؛ پس توالی اپراتور در تنظیم مثبت رونویسی نقشی ندارد. / گزینهٔ (۲): در تنظیم منفی رونویسی، توالی اپراتور بین راه‌انداز و ژن‌های رونویسی شونده وجود دارد، ولی در تنظیم مثبت رونویسی، راه‌انداز در کنار ژن‌های رونویسی شونده و بین اولین ژن و توالی اتصال فعال‌کننده می‌باشد.

تنظیم منفی رونویسی ⟵ | ژن ۳ | ژن ۲ | ژن ۱ | اپراتور | راه‌انداز |

تنظیم مثبت رونویسی ⟵ | ژن ۳ | ژن ۲ | ژن ۱ | راه‌انداز | جایگاه اتصال فعال‌کننده |

گزینهٔ (۴): **عوامل رونویسی مخصوص تنظیم بیان ژن یوکاریوت‌هاست و به تنظیم منفی یا مثبت پروکاریوت ربطی ندارد.**

۱۵ A ۳ در تنظیم مثبت رونویسی برای ژن‌های تجزیه مالتوز، وجود فعال‌کننده و عامل محیطی سبب کمک به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز می‌شود، پس جهش یا اختلال در ژن ساخت فعال‌کننده، مانع این اتصال می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در سیستم ژنی تجزیه لاکتوز، اتصال لاکتوز به اپراتور صورت نمی‌گیرد، چون لاکتوزها ابتدا به مهارکننده متصل شده تا آن‌ها را از اپراتور جدا کنند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. اشکال در عامل رونویسی، شناسایی راه‌انداز توسط رنابسپاراز یوکاریوتی را به مشکل می‌اندازد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در تنظیم مثبت رونویسی، برای ژن‌های تجزیهٔ مالتوز، مهارکننده نقشی ندارد و از سوی دیگر، مالتوز هیچ‌گاه به راه‌انداز متصل نمی‌شود.

۱۶ B ۴ جیرجیرک نوعی یوکاریوت است، **پس توالی چندژنی مجاور هم ندارد** (نادرستی گزینهٔ (۱)) و تنظیم بیان ژن آن از **قبل از رونویسی** تا پس از ترجمه در سیتوپلاسم صورت می‌گیرد، که مهم‌ترین مرحلهٔ آن شروع رونویسی است (نادرستی گزینهٔ (۲) و درستی گزینهٔ (۴)) و به دلیل وجود غشای هسته فرصت **بیشتری** برای مراحل بیان ژن دارد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۱۷ A ۴

نکته

پپسینوژن، انسولین، هلیکاز و سایر پروتئین‌ها، همگی در سیتوپلاسم یاخته پپتیک (*اصلی*) و در رناتن ساخته می‌شوند، ولی توالی افزاینده قسمتی از *DNA* یوکاریوت است که در هسته با همانندسازی ساخته می‌شود. (*فاکتور داخلی معده و HCl در یاخته‌های حاشیه‌ای معده تولید می‌شود.*)

۱۸ B ۳ فقط مورد (د) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. همواره در رونویسی، یک نقطهٔ آغاز و یک جایگاه پایان **رونویسی** وجود دارد. آن چیزی که متفاوت است، تعداد رمزهای آغاز و پایان ترجمه می‌باشد که در توالی‌های چند ژنی پروکاریوت، به ازای هر ژن، یک رمزه آغاز و یک رمزه پایان ترجمه در *mRNA* وجود دارد. / ب) درست است. در تنظیم مثبت رونویسی، به‌جز راه‌انداز، توالی اتصال فعال‌کننده و در تنظیم منفی رونویسی، به‌جز راه‌انداز، توالی اپراتور هم در بخش تنظیمی پروکاریوت‌ها وجود دارند. / ج) درست است. همواره اپراتور، توالی در بخش تنظیمی ژن‌ها می‌باشد که در تنظیم منفی رونویسی شرکت داشته و با پر شدن توسط پروتئین مهارکننده، سبب خاموش شدن ژن‌ها می‌شود. / د) نادرست است. در تنظیم مثبت رونویسی، رنابسپاراز می‌تواند مستقلاً راه‌انداز را شناسایی کند، ولی برای اتصال به آن، عوامل کمکی مثل فعال‌کننده دارد.

۱۹ A ۴ لاکتوز باید به درون باکتری *E.coli* وارد شود و با اتصال به پروتئین تنظیمی مهارکننده سبب تغییر سه‌بعدی آن شده و اپراتور را خالی می‌کند تا ژن روشن شود ولی لاکتوز مستقیماً به اپراتور متصل نمی‌شود.

C ۲۰ ۴ منظور آنزیم رنابسپاراز یوکاریوتی است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. ساخت این آنزیم در مرحلهٔ ترجمه می‌باشد که پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود نه فسفودی‌استر! / گزینهٔ (۲): نادرست است. فعالیت رنابسپاراز در رونویسی کردن می‌باشد، که رمزه و جایگاه *P* در آن تأثیر ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. رنابسپاراز یوکاریوتی از دنای خطی رونویسی می‌کند. / گزینهٔ (۴): درست است. در آغاز ترجمه رنابسپاراز، پیوند پپتیدی در رناتن تشکیل نمی‌شود.

پاسخ آزمون بر گزیدهٔ سؤالات سراسری

B ۱ ۲ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در مرحلهٔ اول یا آغاز رونویسی، رنابسپاراز، راه‌انداز را شناسایی کرده و پس از شناسایی نقطهٔ آغاز رونویسی، قطعه کوتاهی از ابتدای *RNA* را می‌سازد (*رحمت کنید که آنزیم خودش بعد از شناسایی راه‌انداز، حرکت می‌کند و به نقطهٔ آغاز می‌رسد.*) / ب) درست است. رنابسپاراز در مرحلهٔ دوم رونویسی، هم از جلو پیوندهای هیدروژنی دو رشتهٔ *DNA* را باز می‌کند و هم از عقب *RNA* در حال ساخت را از رشتهٔ *DNA* الگو جدا می‌کند. / ج) درست است. بر طبق متن کتاب درسی، در مرحلهٔ دوم یا طویل شدن ترجمه، با آخرین حرکت رناتن، یکی از سه رمزه پایانی در جایگاه *A* رناتن قرار می‌گیرد. / د) نادرست است. ورود *tRNA* آغازین به رناتن و جفت شدن آن‌ها با رمزه، قبل از اتصال زیرواحد بزرگ رناتن به کوچک آن صورت می‌گیرد.

A ۲ ۱ سؤال در مورد یاختهٔ یوکاریوتی است، چون نقطهٔ وارسی دارد، پس باید برای شروع رونویسی، رنابسپاراز به مجموعهٔ راه‌انداز و پروتئین عوامل رونویسی هدایت شود چون یاختهٔ **یوکاریوت**، سه نوع رنابسپار دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): بودن یک نوع آنزیم رنابسپاراز برای ساخت انواع رناها، مخصوص پروکاریوت‌هاست. / گزینه‌های (۳) و (۴): ترجمه فقط از روی رنای پیک انجام می‌شود که فقط حاصل عمل رنابسپاراز ۲ می‌باشد.

B ۳ ۲ منظور سؤال بسیاری از گیاهان می‌باشد که سانتریول ندارند، ولی رشتهٔ دوک به کمک پروتئین‌های سیتوپلاسمی و غشایی تشکیل می‌شود. همان‌طور که می‌دانید برخی رناها، نقش آنزیمی دارند که در سیتوپلاسم در تشکیل پیوند پپتیدی حین عمل ترجمه نقش دارند. این آنزیم‌ها دارای مونوساکارید ریبوز در ساختار خود می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مولکول حاصل از رونویسی، با رشته الگوی خود مکمل است نه با رشته غیرالگو!! / گزینهٔ (۳): یکی از تغییراتی که در *mRNA*های یوکاریوت صورت می‌گیرد، حذف رونوشت میانه‌ها و کوتاه شدن طول *mRNA* طی پیرایش می‌باشد. / گزینهٔ (۴): چلیپایی شدن یا مبادله قطعات بین فام‌تن‌های همتا، فقط مخصوص یاخته‌هایی است که می‌خواهند میوز کنند.

B ۴ ۴ ژن بخشی است که قطعاً در رونویسی شرکت می‌کند. هر جهش کوچک جانشینی یا تغییر در تعداد، در هر صورت روی رنای محصول اثر می‌گذارد. (*رحمت کنید که اگر جهش روی توالی غیر از ژن مانند راه‌انداز یا توالی بین ژنی باشد، روی توالی رنای محصول اثر ندارد.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو جاندار از نوع پروکاریوت هستند و قید برخلاف اشتباه است. / گزینهٔ (۲): هر دو مورد باکتری هستند که هر نوع رنای آن توسط یک نوع رنابسپاراز تولید می‌شود. / گزینهٔ (۳): بین راه‌انداز، توالی افزاینده، اپراتور، جایگاه فعال‌کننده و نقطهٔ آغاز رونویسی، همواره تعدادی نوکلئوتید می‌تواند وجود داشته باشد.

C ۵ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند (*البته نظر من با طراح تست آن سال متفاوت است!*).

جهش، در اصطلاح زیست‌شناسی به هرگونه تغییر در توالی نوکلئوتیدهای دنا (*DNA*) گفته می‌شود.

جهش می‌تواند روی رونویسی اثر کرده و نوع *RNA* را تغییر دهد که در صورت تغییر در *mRNA*، می‌تواند روی پروتئین نیز اختلال ایجاد کند.

تله‌های تستی الف) درست است. در صورت جهش در سه ژن سازندهٔ آنزیم لاکتاز صحیح است. / ب) نادرست است. اصلاً مهارکننده، هیچ‌گاه به ژن متصل نمی‌شود که در اثر جهش این اتصال به مشکل بخورد. / ج) نادرست است. لاکتوز نوعی قند است و به‌طور مستقیم از روی ژن ساخته نمی‌شود (*البته طراح محترم رحمت نکرده است که جهش ممکن است سبب عدم تولید پروتئین مهارکننده شود و دیگر لاکتوز به آن وصل نخواهد شد؛ ولی چه کنیم که سؤال کنکور است؟!*). / د) درست است. برخی جهش‌ها، مثل تغییرات روی توالی تنظیمی راه‌انداز، می‌توانند سبب افزایش یا کاهش فعالیت محصول پروتئینی، مثل رنابسپاراز شوند.

A ۶ ۱ در یوکاریوت‌ها، رنای در حال رونویسی درون هسته قرار دارد، ولی رناتن فعال برای پروتئین‌سازی درون سیتوپلاسم واقع است. پس هیچ‌گاه نمی‌توان در مورد ژن‌های یوکاریوت هستهٔ آن‌ها، هم‌زمانی رونویسی و ترجمه را مشاهده کرد. در حالی که در پروکاریوت‌ها این عمل هم‌زمانی به دلیل عدم وجود غشای هسته صورت می‌گیرد.

نکته
توجه داشته باشید که براساس این تست، وقتی در تست کنکور در مورد یوکاریوت صحبت می‌کند، نباید به ژن‌های راکیزه و پلاست توجه کنید!

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): همواره پروتئین‌سازی از انتهای آمینی و با آمینواسید متیونین به سمت انتهای کربوکسیل رشتهٔ پلی‌پپتیدی صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): در یک مولکول دنا، هر ژن می‌تواند یکی از دو رشته دنا را به عنوان رشتهٔ الگوی ویژهٔ خود داشته باشد. / گزینهٔ (۴): در یوکاریوت‌ها، تغییرات رنا در حین رونویسی یا پس از آن رخ می‌دهد.

B ۷ ۴ سیستم ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز در باکتری اشرشیاکلای به صورت تنظیم **مثبت** رونویسی بوده تا در صورت کمبود گلوکز، باکتری بتواند با تجزیهٔ مالتوز، نیاز خود را برطرف کند. در این ژن‌ها، برای بیان شدن، ابتدا پروتئین‌های متنوع فعال‌کننده به جایگاه اتصال خود در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند و سپس به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز کمک می‌کنند. در حقیقت مالتوز با اتصال به فعال‌کننده، سبب چسبیدن فعال‌کننده به جایگاه اتصال خود در دنا شده و سپس به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز و حرکت آن به سمت نقطهٔ شروع رونویسی کمک می‌کند. در این ژن‌ها، عوامل رونویسی (گزینهٔ (۱))، مهارکننده (گزینهٔ (۲)) و سنتز مالتوز (گزینهٔ (۳)) وجود ندارد.

C ۸ ۱ فقط عبارت (د) صحیح است.

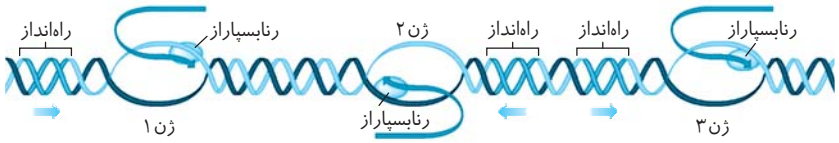
برحسب متن کتاب دوازدهم، در فصل ۶ می‌خوانیم که بخش عمدهٔ فتوسنتز را، گیاهان انجام نمی‌دهند، بلکه باکتری‌ها (*پروکاریوت‌ها*) و گروهی از آغازیان (*یوکاریوت‌ها*) انجام می‌دهند که در محیط خشکی و آبی زندگی می‌کنند. پس منظور سؤال هم پروکاریوت و هم یوکاریوت است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. شروع ترجمه قبل از پایان رونویسی، ویژهٔ پروکاریوت‌هاست. / ب) نادرست است. محصول اولیهٔ رونویسی می‌تواند هر سه نوع *RNA* باشد، نه فقط *mRNA*! از طرفی رناهای آن‌ها تغییر نمی‌کند. / ج) نادرست است. عوامل رونویسی ویژهٔ تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌هاست. / د) درست است. در همهٔ جانداران، می‌توان فرایند ترجمه از روی یک *mRNA* را به صورت هم‌زمان توسط مجموعه‌ای از رناتن‌ها مشاهده کرد.

۹ ۳ در هر جانداری، هر رنای ناقل که به آمینواسیدها متصل است،توسط یک رنابسپاراز رونویسی شده است (*دقت کنید که در این گزینه یک رنابسپاراز منظور بوده است نه یک نوع!*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. رناهای پروکاریوتی در برخی موارد مثل ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز در اشرشیاکلای، از روی سه ژن ساخته شده ولی کلاً یک رنا از روی همهٔ این سه ژن رونویسی می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. *mRNA*های یوکاریوت که رمزه دارند، می‌توانند در هسته یا سیتوپلاسم پیرایش شوند ولی نوع حذف رونوشت میانه در هسته صورت می‌گیرد. از طرفی پروکاریوت‌ها، هسته ندارند (*به‌جد همه در این تست دقت کنید!*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. هر نوع رنایی می‌تواند باز آلی مشابه رشتهٔ رمزگذار و مکمل رشتهٔ الگوی خود داشته باشد و حتماً این نکته نباید مربوط به *mRNA* باشد.

۱۰ ۴ در هر جانداری، ژن‌های متفاوتی روی یک دنا قرار گرفته‌اند، ولی هرکدام می‌توانند از یک رشتهٔ خاص دنا رونویسی انجام دهند. مثلاً در شکل زیر، رشته الگوی دو ژن ۱ و ۲، متفاوت است.



رنای در حال رونویسی

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تغییرات رناها می‌توانند در حین رونویسی یا پس از آن انجام شوند. / گزینهٔ (۲): ترجمه از رمزهٔ آغاز صورت می‌گیرد که زودتر نیز رونویسی شده است. / گزینهٔ (۳): اولین آمینواسید ترجمه شونده، همواره متیونین از روی رمزه *AUG* می‌باشد که در انتهای **آمینی** هر رشتهٔ پلی‌پپتید قرار گرفته است.

۱۱ ۴ در این ژن‌ها، لاکتوز محرک فعالیت رنابسپاراز به‌طور غیرمستقیم است، چون مسیر عبور آن را از روی اپراتور خالی می‌کند. همان‌طور که می‌دانید لاکتوز نوعی دی‌ساکارید است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مهارکننده همواره به اپراتور تمایل دارد و این لاکتوز است که با اتصال به مهارکننده در آن تغییر شکل می‌دهد و اپراتور را خالی می‌کند (*نظر اشتباه طراح تست با توجه به متن کتاب درسی*). / گزینهٔ (۲): شناسایی راه‌انداز توسط پروتئین ویژه، مخصوص یوکاریوت‌ها و ژن‌های تجزیهٔ مالتوز است. / گزینهٔ (۳): ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، به پروتئین فعال‌کننده نیازی ندارند.

۱۲ ۱ همواره در ترجمه، پس از تشکیل هر پیوند پپتیدی، رناتن روی رنای پیک به اندازهٔ یک رمزه جلو می‌رود و رنای ناقل بدون آمینواسید از جایگاه *P* برای خروج به جایگاه *E* می‌رود و بعد از آن است که رنای ناقل آمینواسید «چهارم» وارد رناتن می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): دومین پیوند پپتیدی روی رنای ناقل سوم برقرار می‌شود. / گزینهٔ (۳): جدایی آمینواسید از رنای ناقل در جایگاه *P* رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): وقتی دومین پیوند پپتیدی تشکیل شده است، یعنی رشتهٔ پلی‌پپتید حاوی سه آمینواسید است. در این حالت، با حرکت رناتن، چهارمین آمینواسید ترجمه می‌شود.

۱۳ ۱ به‌جز آخرین *tRNA* که از جایگاه *P* در مرحلهٔ پایان ترجمه خارج می‌شود، سایر *tRNA*ها از جایگاه *E* و در مرحلهٔ طویل شدن خارج می‌شوند. پس منظور سؤال آخر مرحلهٔ طویل شدن می‌باشد که طی آن باید *tRNA*یی که وارد هر جایگاه *P* می‌شود از ۲ تا تعداد زیادی آمینواسید داشته باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): جدا شدن آمینواسید از *tRNA*، فقط در جایگاه *P* رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): در صورتی که رمزهٔ پایانی وارد جایگاه *A* در انتهای مرحلهٔ طویل شدن بشود، رنای ناقل وارد جایگاه *A* نمی‌شود. / گزینهٔ (۴): پیوند پپتیدی همواره فقط در جایگاه *A* تشکیل می‌شود.

۱۴ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د)، دربارهٔ مراحل تنظیم بیان ژن قبل از رونویسی می‌باشند. (*البته پاسخ این تست نیز، از اختلافات مهم بین اتیدزیست‌شناسی کشور است.*)

تله‌های تستی الف) درست است. با فشردگی دنا، میزان دسترسی رنابسپاراز به دنا (*و بالعکس*) برای رونویسی کم می‌شود. / ب) نادرست است. اتصال رنای کوچک به رنای پیک مربوط به **پس** از رونویسی می‌باشد. / ج) درست است. تغییر در فشردگی نوکلئوزوم‌ها و کروماتین‌ها نمونه‌ای از تنظیم بیان ژن **قبل** از رونویسی و ویژهٔ یوکاریوت‌ها می‌باشد. / د) درست است. خمیدگی ایجاد شده در دنا بین راه‌انداز و توالی افزاینده مرحلهٔ اول از تنظیم بیان در مرحلهٔ رونویسی می‌باشد، ولی احتمالاً طراح مدنظرش **هر نوع خمیدگی** بوده است و بدون توجه به کتاب درسی این عبارت را درست گرفته است (*یا خمیدگی مولکول دنا قبل رونویسی یا همان فشردگی بیشتر مدنظرش بوده است*).

۱۵ ۱ فقط مورد (د) می‌تواند صحیح باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. *tRNA* **آغازگر** با آمینواسید متیونین اولی، ابتدا وارد **جایگاه *P*** شده و ترجمه می‌شود. / ب) نادرست است. در مرحلهٔ **طویل شدن** هر بار، تعداد **زیادی** *tRNA* می‌توانند وارد جایگاه *A* شوند، ولی فقط رنای ناقلی **مستقر** (*دقت کنید به واژهٔ مستقر*) می‌شود که پادرمزهٔ آن دقیقاً مکمل رمزه باشد و رابطه مکملی کاملی با پیوند هیدروژنی ایجاد کند. / ج) نادرست است. **آخرین** *tRNA* که در جایگاه *P* وجود دارد و از پلی‌پپتید جدا می‌شود دیگر وارد *E* نمی‌شود و از همان جایگاه *P* خارج می‌شود. / د) درست است. *tRNA*هایی که در مرحلهٔ **طویل شدن**، وارد رناتن می‌شوند خود یک آمینواسید دارند و می‌توانند به آمینواسیدهای قبلی متصل شوند و یک توالی از دی‌پپتید تا پلی‌پپتید را ایجاد کنند (*اینجا منظور طراح فقط اولین tRNA ورودی به A نبوده است*).

۱۶ ۴ در سیستم‌های ژنی تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز و مالتوز، در هر دو حالت تنظیم بیان منفی و مثبت، به ترتیب پروتئین‌های مهارکننده و فعال‌کننده با اتصال به دی‌ساکاریدها (*لاکتوز یا مالتوز*) در حرکت رنابسپاراز روی دنا کمک می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پروکاریوت‌ها، فقط یک نوع رنابسپاراز دارند و کلاً نادرست است. (*اگر دقت کرده باشید، در ده سال پشت سر هم از این نکته سؤال طرح شده است.*) / گزینهٔ (۲): این گزینه فقط در مورد تنظیم **مثبت** رونویسی صادق است، چون در تنظیم منفی، اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز بدون واسطه انجام می‌شود. / گزینهٔ (۳): این عبارت و عمل **فعال کننده** نیز، فقط در تنظیم مثبت برای تجزیهٔ مالتوز کارایی دارد (*نه ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز!*).

۱۷ ۴ در تمام دناها، در ژن‌های مختلف می‌توان الگو قرار گرفتن رشته‌ها را دید. یعنی در یک ناحیه، رشته فوقانی الگو است و در ناحیه دیگر رشته تحتانی الگو است.
مطابق با فصل ۷ کتاب درسی دوازدهم، جانداری خاکزی که با تولید پروتئین‌های سمی آفات را از بین می‌برد، نوعی **باکتری** است.

نکته
۰۱ پروتئینی که این باکتری تولید می‌کند ابتدا غیرفعال بوده و پس از تغییراتی تبدیل به پروتئین‌های فعال (*تنظیم بیان ژن پس از ترجمه*) می‌شود.
۰۲ به‌طور معمول، تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): خوب دقت کنید که درون‌بری و برون‌رانی لفظی برای یاخته‌های **یوکاریوتی** است (*نه پروکاریوت‌ها!*). / گزینهٔ (۲): تنظیم بیان ژن می‌تواند در پروکاریوت‌ها حین رونویسی و یا پس از آن باشد! لزوماً این تنظیم بیان ژن با تغییر پایداری در رنا و پروتئین رخ نمی‌دهد (*واژهٔ همواره غلط است*). / گزینهٔ (۳): پروکاریوت‌ها تنها یک غشا دارند و آن هم غشای خود یاخته است. همان‌طور که می‌دانید، این یاخته‌ها اندامک‌های غشادار ندارند و فقط برخی اندامک‌های بدون غشا مثل رناتن را می‌توان در آن‌ها مشاهده کرد.

۱۸ ۳ خب آخرین رنای ناقل از جایگاه *P* خارج می‌شه (*نه E!*) و این دلیل نادرستی گزینهٔ (۳) است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در توالی آمینواسیدی، به‌جز رنای‌های ناقل حاوی اولین متیونین، بقیه رناهای ناقل باید ابتدا به جایگاه *A* وارد بشن و مستقر هم بشن! / گزینهٔ (۲): بعضی از رناهای ناقل وارد شده به جایگاه *A* ارتباط مکملی برقرار نمی‌کنن و مستقر هم نمی‌شن! و در نهایت از همون جایگاه *A* خارج می‌شن ولی اونی که رابطهٔ کاملاً درستی داره، دیگه مستقر می‌شه! / گزینهٔ (۴): به‌جز اولین رنای ناقل که وقتی با کدون مکمل می‌شه هنوز رناتن کامل تشکیل نشده، بقیه رناهای ناقل پس از تکمیل رناتن به اون وارد می‌شن. این رناهای ناقل همشون به زنجیرهٔ آمینواسیدی متصل می‌شن (*از دوتا آمینواسید بگیرتا n تا!*).

نکته
۰۱ دقت کنید در مراحل ترجمه، می‌توان خروج رنای ناقل از تمام جایگاه‌های رناتن را مشاهده کرد.
خب حالا هرکدوم کی و کجا؟
A: اون‌هایی که اومدن اما آنتی‌کدونشون مکمل کدون رنای پیک نبوده!
P: آخرین رنای ناقل که از این جایگاه خارج می‌شه.
E: رناهای ناقلی که در مرحله طویل شدن وارد جایگاه *A* می‌شن (*به‌جز رنای‌های نخل آخر*) در نهایت از این جایگاه خارج می‌شن!
۰۲ حالا کدوم رناهای ناقل به زنجیره‌ای از آمینواسیدها متصل هستند؟
همشون به‌جز اولین رنای ناقل!

۱۹ ۱

نکته
در تنظیم مثبت رونویسی، رنابسپاراز نیازمند عامل فعال‌کننده می‌باشد.

دقت کنید در تنظیم منفی رونویسی، اصلاً رنابسپاراز خودش تنهایی راه‌اندازو شناسایی می‌کنه!

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): مهارکننده در تنظیم منفی به لاکتوز وصل می‌شه! و فعال‌کننده هم در تنظیم مثبت به مالتوز اتصال پیدا می‌کنه! و بالاخره هر دو این‌ها بر رونویسی تأثیر می‌گذارند! (*حالا یکی تاثیرش مثبته یکی منفی!*) / گزینهٔ (۳): جاندار مربوط به صورت سؤال نوعی باکتریه! خب در باکتری کلاً **یک نوع رنابسپاراز** برای انجام رونویسی از هر ژنی که می‌خوایم، داریم! / گزینهٔ (۴): رنابسپاراز چه در تنظیم منفی و چه در تنظیم مثبت، در نهایت برای شناسایی جایگاه آغاز رونویسی به توالی **راه‌انداز** (*توالی ویژه‌ای در رنا*) نیاز داره دیگه!

۲۰ ۳ واحدهای تکراری در رشتهٔ کروماتین، **نوکلئوزوم‌ها** می‌باشند، تغییر فشردگی در نوکلئوزوم‌ها همیشه مربوط به تنظیم بیان ژن **پیش از** رونویسی است!
(*البته دقت کنید که تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی تنها مختص یوکاریوت‌هاست.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): میزان دسترسی پیش‌ماده به آنزیم مثلاً می‌تواند در حین مراحل رونویسی (*شروع یا عدم شروع رونویسی توسط رنابسپاراز به کمک عوامل رونویسی*) باشد. / گزینهٔ (۲): اتصال رناهای کوچک به رنای پیک مربوط به تنظیم بیان ژن، **پس** از رونویسی مربوط است (*نه پیش از آن!*). / گزینهٔ (۴): مولکول میانجی دنا و رناتن، **رنا** است. افزایش طول عمر رنا مربوط به تنظیم بیان ژن **پس** از رونویسی است.

فصل ۳

انتقال اطلاعات در نسل‌ها



پاسخ‌های تشریحی

درسنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل سوم انتقال اطلاعات در نسل‌ها

پاسخ‌های تشریحی

الف) مفاهیم پایه

۳۱۳ ـ ۱ (B) فقط عبارت (ج) صحیح است. در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز **ساختار و عمل ژن‌ها** معلوم نبود، دانشمندی به نام **گریگور مندل** با کشف **قوانین بنیادی وراثت** باعث شد که **پیش‌بینی صفات فرزندان**، صورت بگیرد.

تله‌های تستی الف) ارتباط بین نسل‌ها را **گامت‌ها** برقرار می‌کنند، ولی دقت کنید که در برخی جانداران، با تولیدمثل **غیرجنسی** نیز، ویژگی هر والد به فرزندان می‌رسد. **در این جانداران، گامت در انتقال صفات نقشی ندارد.**

نکته

باکتری‌ها، برخی قارچ‌ها و اغلب آغازیان، **فقط** قدرت انجام تولیدمثل غیرجنسی دارند؛ که صفات خود را بدون تولید گامت، ولی به‌طور کامل به فرزند می‌رسانند. در این جانداران به دلیل عدم انجام تقسیم میوز، تنوع جامعه، فقط در اثر جهش ژنی رخ می‌دهد.

ب) پس از مندل، ساختار و عمل دنا کشف شد؛ ولی محققین قبل از او، تصور می‌کردند که فرزندان همواره صفات حد واسطی از والدین دارند. / د) ساختار و عمل ژن‌ها در اثر آزمایشات گریفیت، ایوری، واتسون و کریک و... صورت گرفت، ولی مندل به بررسی **چگونگی انتقال صفات بین نسل‌ها** پرداخت.

۳۱۴ ـ ۳ (B) **گامت‌ها** یاخته‌هایی جنسی هستند که در تولیدمثل جنسی، ارتباط بین نسل‌ها را برقرار می‌کنند. این یاخته‌ها، همواره نصف یاخته تخم آن گونه، فام‌تن دارند. به‌طور مثال، اسپرم زنبور نیز که حاصل میتوز است، همهٔ ژن‌های زنبور نر را دارد؛ ولی دارای نصف ژن‌های جاندار مادهٔ آن گونه می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): گامت‌ها در گیاهان، قارچ‌ها، برخی آغازیان و زنبور عسل نر، با تقسیم میتوز ایجاد می‌شوند؛ ولی در سایر جانوران و برخی آغازیان، حاصل تقسیم کاستمان یا میوز می‌باشند. / گزینهٔ (۲): در مورد عدد فام‌تنی و تعداد مجموعه فام‌تنی گامت‌ها، باید دقت کنید که جاندار اولیه چند n فام‌تنی بوده است. مثلاً در گندم هگزاپلوئید ($6n$)، گامت‌ها یاخته‌های $3n$ با سه مجموعه فام‌تنی هستند که با میتوز حاصل شده‌اند؛ ولی در جانوران $2n$، گامت‌ها، هاپلوئید هستند و یک مجموعه فام‌تن دارند. یا مثلاً در جانداران تتراپلوئید، گامت‌ها دارای دو مجموعه فام‌تن بوده و دیپلوئید می‌شوند. / گزینهٔ (۴): برحسب کتاب درسی شما، سانتریول را ویژهٔ جانوران در نظر می‌گیریم.

۳۱۵ ـ ۱ (B) فقط مورد (ج) صحیح است. در علم ژنتیک به ویژگی‌های **ارثی** جانداران، **صفت** می‌گویند. ژن‌شناسی به عنوان شاخه‌ای از زیست‌شناسی می‌باشد که به چگونگی وراثت صفات از **نسلی به نسل** دیگر می‌پردازد.

نکته

به ویژگی‌های ارثی جاندار، صفت می‌گویند، که هر صفت شکل‌های مختلفی دارد. عواملی که سبب ایجاد **شکل‌های مختلف** یک صفت می‌شوند را **دگره** می‌گویند. دگره‌ها در جایگاه یکسان و مشابهی از فام‌تن‌های همتا قرار می‌گیرند.

تله‌های تستی الف) رنگ چشم و رنگ پوست، هر دو صفاتی ارثی می‌باشند؛ ولی **تغییر** رنگ پوست (*مثلاً از روشن به تیره*)، چون در اثر عوامل محیطی، مثل آفتاب زیاد رخ می‌دهد، دیگر ویژگی ارثی نیست و به محیطی که جاندار در آن زندگی می‌کند، بستگی دارد. / ب) ژن‌شناسی شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی است. همان‌طور که در سال دهم خواندیم، اساس زیست‌شناسی مانند هر علم تجربی دیگری، مشاهده است. / د) صفاتی که در جامعه بیشتر از دو شکل رخ‌نمودی (*ظاهری*) دارند، معمولاً بین برخی یا همهٔ دگره‌های آن‌ها، رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود ندارد. حالت مو یک صفت دو دگره‌ای، بدون رابطهٔ بارز و نهفتگی می‌باشد که به سه صورت صاف، موج‌دار و فر دیده می‌شود. رنگ چشم نیز دارای حالت‌های مختلف در جامعه می‌باشد.

درسنامه درختی ۴۲ مفاهیم اولیه ژنتیک

انتقال اطلاعات در نسل‌ها

- در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند.
- ویژگی‌های هریک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در دنای موجود در گامت‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود.
- پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آن‌هاست.
- در زمان مندل (*اواخر قرن* ۱۹)، هنوز ساختار و عمل دنا و ژن‌ها معلوم نبود.
- مندل قوانین بنیادی وراثت را کشف کرد ← به کمک این قوانین می‌شد صفات فرزندان را **پیش‌بینی** کرد.
- انواع ویژگی‌های جانداران
  - **ارثی** ← این ویژگی‌های ارثی جانداران را **صفت** می‌نامند ← مثل رنگ چشم، گروه خونی و رنگ یا حالت مو
  - **اکتسابی** ← بعضی ویژگی‌ها مانند تیره شدن رنگ پوست ارثی نیستند ← تغییر رنگ پوست اکتسابی است ولی رنگ پوست یک صفت ارثی است.
- **ژن‌شناسی** ← شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.
- به انواع مختلف یک صفت، شکل‌های آن صفت می‌گویند ← صفت حالت مو ← سه شکل
  - صاف
  - موج‌دار
  - فر

A ۳۱۶ ۳ وراثت انتقال صفات بین نسل‌ها، شاخهٔ ژنتیک (*ژن‌شناسی*) از علم زیست‌شناسی است که یکی از شاخه‌های علم تجربی می‌باشد. از سال دهم به یاد دارید که زیست‌شناسی به بررسی علمی جانداران و فرایندهای زیستی می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برخی از ویژگی‌ها از والدین و برخی از محیط به ما رسیده است. / گزینهٔ (۲): **تیره شدن** رنگ پوست یا کلاً تغییر رنگ پوست را صفت وراثتی به حساب نیاورید. / گزینهٔ (۴): برخی افراد جمعیت نازا هستند و ویژگی خود را به نسل بعد نمی‌دهند.

B ۳۱۷ ۴ موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

- به **دستورالعمل‌های** لازم برای به ارث رسیدن صفت، **ژن‌های** آن صفت می‌گوییم.
- به عواملی که **شکل‌های مختلف** یک صفت را تعیین می‌کنند و جایگاه **یکسانی** در فام‌تن‌های **همتا** دارند، دگره می‌گویند.
- در صفات تک‌جایگاهی، دستورالعمل‌های مختلف ژن‌های یک صفت با هم دگره هستند. (*در تعریف الل، محل ژن‌ها است که باید در جایگاه مشابه از کروموزوم‌های همتا باشند.*)
- در صفات چندجایگاهی، چند ژن با هم در بروز یک صفت نقش دارند؛ که هر جایگاه ژنی آن، دگره‌های مخصوص به خود دارد (نادرستی ب).
- به شکل‌های ظاهری مختلف یک صفت، **رخ‌نمود** می‌گویند (نادرستی الف و درستی ج).
- به ترکیب دگره‌های یک صفت، **ژن‌نمود** فرد در آن صفت می‌گویند (درستی د).

A ۳۱۸ ۴ در تعریف دگره باید دقت کنید که همواره وقتی به دو ژن، واژه «دگره» اطلاق می‌کنیم؛ یعنی جایگاه آن‌ها روی مکان مشخصی از دو فام‌تن **همتا** می‌باشد که می‌توانند دستورالعمل یکسان یا متفاوتی داشته باشند. دو ژن یک صفت می‌توانند با هم دگره باشند، که در این صورت، در فام‌تن همتا قرار دارند؛ ولی اگر یک صفت تحت کنترل دو ژن در دو جایگاه مختلف باشد، در این صورت برخی ژن‌های آن روی فام‌تن‌های همتا قرار ندارند.

B ۳۱۹ ۴ هر یاخته ماهیچه صاف تک‌هسته‌ای و دولاد است. تعداد انواع رخ‌نمودها در **کمترین** حالت، با تعداد انواع دگره‌ها **برابر** است، چون هر دگره در حالت خالص AA یا aa، شکل خود را بروز می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در صفت وابسته به X در مردان امکان‌پذیر است که صفت دو اللی با رابطهٔ بارز و نهفتگی، فقط در حالت رخ‌نمود و ژن‌نمود X^AY و X^aY داشته باشد. / گزینهٔ (۲): مثلاً در دوقلوهایی که از یک یاختهٔ مشترک ایجاد شده‌اند (*دوقلوهای همسان*)، محتوای ژنتیکی هر دو فرد یکسان است و در نتیجه ژن‌نمود صفات مختلف یکسان است، اما برخی صفات تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند و رخ‌نمودهای متفاوتی را نشان می‌دهند، یا مانند رنگ گلبرگ گل ادریسی در خاک‌های اسیدی یا قلیایی که با اینکه ژنوتیپ یکسانی دارند؛ ولی در محیط متفاوت، فنوتیپ متفاوتی را بروز می‌دهند! / گزینهٔ (۳): برای صفات چندجایگاهی در هر یاخته، ممکن است بیش از دو دگره داشته باشیم (*اما خیلی مهم است بدانید که همهٔ آن‌ها با یکدیگر الل نیستند، اما همگی الل یک صفت هستند.*)

B ۳۲۰ ۲ در مورد صفات بارز ناقص، نسبت‌های ژن‌نمودی و رخ‌نمودی دقیقاً برابرند (*مثال گل میمونی*). بنابراین هر ژن‌نمود، نمایانگر یک رخ‌نمود خاص است و از روی رخ‌نمود، می‌توان به ژن‌نمود دقیق پی برد (*مثلاً در مورد گل میمونی، رخ‌نمود گل صورتی نمایندهٔ ژن‌نمود RW، گل قرمز ژن‌نمود RR و گل سفید حتماً ژن‌نمود WW را داراست.*)

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۴): نادرست است. دقت کنید که در مورد صفات **هم‌توان**، برخلاف حالت رابطه اللی بارزیت ناقص، مشاهدهٔ اثر هم‌زمان رخ‌نمودهای هر دو دگره را داریم؛ ولی در بارزیت ناقص، حالت حد واسطی از دو صفت بروز پیدا می‌کند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در مورد دگره‌هایی با رابطهٔ بارزیت ناقص، رخ‌نمود و حالت بارز کامل، نادرست است.

برو درسنامه درختی ۴۳ بخون

A ۳۲۱ ۱ حالت مو و Rh هر دو، صفت دو دگره‌ای غیرجنسی می‌باشند. در صفت حالت مو، دو نوع دگرهٔ R و W، سبب ایجاد ۳ شکل فر (RR)، صاف (WW) و موج‌دار (RW) می‌شود؛ در حالی که در صفت Rh، دو دگرهٔ D و d وجود دارد که در حالت Rh مثبت، می‌تواند به صورت DD یا Dd بروز نماید (*به کلمه نوع در گزینه‌ها دقت کنید*). در مورد گامت‌ها نیز دقت کنید که فرد دارای موی فر (RR)، فقط گامت R ایجاد می‌کند، ولی فرد Rh مثبت ناخالص Dd، توانایی ایجاد دو نوع گامت D و d دارد. (*در مورد گزینهٔ (۳)، قید «برخلاف» آن را غلط کرده است، چون با کاهره چه در حالت خالص و چه ناخالص، آن جاندار، برای صفت مورد نظر دو الل دارد.*)

B ۳۲۲ ۲ چند بار در همین چند سؤال اول گفتم که در برخی صفات، مثل رنگ گیاه گل ادریسی، جاندار در تمام طول زندگی، برای هر صفت خاص مثل رنگ گلبرگ، **یک نوع ژن‌نمود دارد**، ولی در خاک‌های مختلف چند رخ‌نمود مختلف را نمایان می‌کند. پس در صفاتی که تحت تأثیر محیط هستند، این نکته صادق می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): وقتی بین دگره‌های یک صفت رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود نداشته باشد، تعداد ژن‌نمودها با رخ‌نمودها برابر می‌شود. این نکته هم در مورد رابطهٔ **بارزیت ناقص** و هم در مورد **هم‌توانی** صحیح می‌باشد. / گزینهٔ (۳): در صفات چند دگره‌ای، اگر حداقل یک رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌ها دیده شود، در این صورت تعداد ژن‌نمودهای آن صفت از رخ‌نمودها بیشتر می‌شود. مثلاً در گروه خونی ABO، همهٔ دگره‌ها بر هم بارز نیستند (A و B هم‌توانند)، ولی ۶ نوع ژن‌نمود و ۴ نوع رخ‌نمود دیده می‌شود. / گزینهٔ (۴): اگر صفتی **دو یا چند دگره‌ای** باشد و بین دگره‌ها **هیچ رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود نداشته باشد**، همواره تعداد ژن‌نمودها با رخ‌نمودها برابر است.

B ۳۲۳ ۳ در این سؤال باید دقت کنید که در این فصل، دو نوع گروه خونی انسان را مطالعه کردیم. یکی مربوط به Rh و دیگری مربوط به سیستم ABO می‌باشد که دو صفت مختلف می‌باشند. Rh صفتی **دو دگره‌ای** با رابطهٔ بارز و نهفتگی، در فام‌تن‌های **جفت یک** می‌باشد ولی سیستم ABO، دارای ۳ ژن دگره در فام‌تن جفت ۹ می‌باشد. هر فرد در هر هسته یاخته دیپلوئید خود دارای ۴ ژن از این دو صفت می‌باشد که دو به دو با هم دگره هستند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مثلاً ژن D در Rh مثبت با ژن A در گروه خونی ABO، دگره نمی‌باشد؛ چون دو نوع صفت مختلف از دو نوع گروه خونی می‌باشند. / گزینهٔ (۲): فقط سیستم گروه خونی ABO، دارای ۳ دگره می‌باشد؛ ولی Rh صفتی دو دگره‌ای است. / گزینهٔ (۴): گویچه‌های سفید دارای هسته، دنا و ژن می‌باشند.

B ۳۲۴ ۳ جفت فام‌تن جنسی مردان به صورت XY است و چون این دو فام‌تن با هم غیرهمتا می‌باشند، نمی‌توانند سبب ایجاد صفت وابسته به جنس با حالت هم‌توان یا حد واسط شوند (X^RY^W وجود ندارد، چون X و Y دوخم‌تن همتا نیستند). در مورد صفات غیروابسته به جنس، در زن و مرد می‌توان صفات را به صورت خالص یا ناخالص (*هم‌توان یا حد واسط*) مشاهده کرد. مردی که دو صفت هم‌توان RW و MN را بروز می‌دهد، قطعاً این دو صفت او مستقل از جنس بوده است؛ ولی صفتی که در این فرد به صورت **بارز** نمود داشته است، می‌تواند جنسی وابسته به X به صورت X^AY یا غیرجنسی و به صورت خالص AA یا ناخالص Aa باشد (درستی گزینهٔ (۳)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): صفت بارز این فرد می‌تواند مستقل از جنس Aa یا وابسته به جنس X^AY باشد. / گزینهٔ (۲): اگر در این مرد صفت بارز را به صورت وابسته به X در نظر بگیریم، این صفت، از کروموزوم X، فقط به دختران این فرد می‌رسد، چون از پدر به پسر فقط فام‌تن Y به ارث می‌رسد (*در این مثال، صفت بارز را می‌توانیم وابسته به X در نظر بگیریم*). / گزینهٔ (۴): صفت بارز موردنظر سؤال، می‌تواند به صورت ناخالص و مستقل از جنس به ارث برسد (Aa).

درسنامه درختی ۴۳ انواع صفات از نظر تعداد جایگاه ژنی

انواع صفات از نظر تعداد جایگاه ژنی

صفات دارای یک جایگاه ژنی

- صفاتی هستند که ژن‌های به ارث رسانندهٔ آن‌ها در یک قسمت از یک جفت کروموزوم همتا قرار دارند.
- اگر ژن‌های به ارث برندهٔ این صفات روی جفت کروموزوم غیرجنسی باشند ← صفت مستقل از جنس می‌باشد
  - مانند گروه خونی Rh و گروه خونی ABO
  - به ارث رسیدن آن در زنان و مردان فرقی ندارد.
  - مانند صفت رنگ گلبرگ گل میمونی
  - مانند صفت شکل گویچهٔ قرمز در انسان
- به عواملی که در یک جمعیت، در هر جایگاه ژنی، سبب ایجاد شکل‌های مختلف یک صفت می‌شوند، الل (دگره) گفته می‌شود
  - الل‌های D و d در گروه خونی Rh
  - الل‌های A، B و O در گروه خونی ABO
  - الل‌های R و W در رنگ گلبرگ گل میمونی
- الل‌ها به ژن‌های قرار گرفته در جایگاه مشابه در یک جفت کروموزوم همتا گفته می‌شوند.
- ژنوتیپ ← به ترکیب قرارگیری الل‌ها در هر جایگاه ژنی، ژن‌نمود (ژنوتیپ) گفته می‌شود.
- انواع ژنوتیپ (ژن‌نمود) در هر جایگاه
  - اگر دو الل مشابه هم باشند ← ژنوتیپ خالص گفته می‌شود
    - AA
    - aa
  - اگر دو الل مشابه هم نباشند ← ژنوتیپ ناخالص گفته می‌شود ← RW یا Aa
- فنوتیپ (رخ‌نمود) ← به شکل ظاهری یا حالت بروز یافتهٔ صفت گفته می‌شود
  - رنگ گلبرگ قرمز یا سفید یا صورتی
  - گروه خونی A یا B یا AB یا O

انواع صفات تک‌جایگاهی از نظر تنوع الل‌ها در جامعه

- **دواللی (دودگره‌ای)**
  - در بروز آن صفت، دو دستورالعمل ژنی وجود دارد (A و a یا R و W)
  - صفاتی مانند گروه خونی Rh یا رنگ گلبرگ گل میمونی یا تولید فاکتور انعقادی ۸ خون در انسان
- **چنداللی (بیش از دودگره‌ای)**
  - در بروز آن‌ها در جامعه بیش از دو دستورالعمل وجود دارد.
  - هر فرد در هر جایگاه ژنی دو دستورالعمل آن را در حالت مستقل از جنس دارد.
  - مانند گروه خونی ABO (سه نوع الل A، B و O دارد).

صفات دارای چند جایگاه ژنی

- رابطهٔ بارز و نهفتگی
  - به‌طور مثال اگر دو دگرهٔ D و d کنار هم قرار بگیرند، دگرهٔ D بروز می‌کند (بارز) و دگرهٔ d بروز نمی‌کند (نهفته).
  - طبق قرارداد دگرهٔ بارز را با حرف بزرگ و دگرهٔ نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم.
  - در گروه خونی ABO، دگره‌های I^A و I^B نسبت به i بارزند.
  - برای دو الل
    - سه نوع ژنوتیپ می‌توان در نظر گرفت
      - خالص
        - DD
        - dd
      - ناخالص ← Dd
    - دو نوع فنوتیپ می‌توان در نظر گرفت
      - Rh مثبت (DD و Dd)
      - Rh منفی (dd)
      - در فنوتیپ، خالص یا ناخالصی صفت مهم نمی‌باشد.
- هم‌توان
  - دگره‌ها همراه با هم ظاهر می‌شوند و هیچ‌کدام بر دیگری برتری و بارزی ندارد.
  - مانند رابطه‌ای که بین دگرهٔ A و B در گروه خونی ABO است ← در حالت ناخالص (AB) گروه خونی AB می‌باشد.
- بارزیت ناقص
  - صفت در حالت ناخالص به صورت **حد واسط** حالت‌های خالص مشاهده می‌شود ← کمی بیشتر به سمت یک والد تمایل دارد.
  - مانند رنگ گل میمونی ← RR (رنگ گل، قرمز)، WW (رنگ گل، سفید) و RW (رنگ گل، صورتی)
- در حالت هم‌توانی و بارزیت ناقص ← توسط دو الل
  - سه نوع ژنوتیپ می‌توان در نظر گرفت ← $(BB-AB-AA)$ یا $(WW-RW-RR)$
  - سه نوع فنوتیپ نیز توسط آن‌ها نمایان می‌شود ← $(B-AB-A)$ یا (قرمز - صورتی - سفید)
  - هر ژنوتیپ بیانگر یک فنوتیپ خاص می‌باشد.

- این صفات حالات ظاهری یا فنوتیپی **گسسته** دارند و طیفی از اعداد گوناگون در ایجاد آن صفات در جامعه وجود ندارند و نمودار توزیع فراوانی آن‌ها زنگوله‌ای نمی‌باشد.

۳۲۵ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. فردی که فاقد کربوهیدرات A، B و پروتئین D گروه خونی می‌باشد، گروه خونی (O^-) دارد که ژن‌نمود آن $OOdd$ می‌باشد. / ب) درست است. فردی که کربوهیدرات A را برخلاف B دارد، ممکن است ژن‌نمود AO یا AA را در گروه خونی ABO داشته باشد. / ج) درست است. وقتی فردی کربوهیدرات A و B را دارد، گروه خونی AB دارد و اگر پروتئین D را ندارد، پس Rh منفی با ژن‌نمود $ABdd$ بوده است. / د) نادرست است. وقتی فردی کربوهیدرات A و B را ندارد، گروه خونی OO داشته است ولی وقتی از Rh صحبتی نکرده است، می‌تواند Rh مثبت یا منفی داشته باشد. (دقت کنید که Rh نیز نوعی گروه خونی می‌باشد.)

گروه‌های خونی

ABO

- یک صفت تک‌جایگاهی غیرجنسی است که در جامعه توسط سه نوع الل A، B و O کنترل می‌شود.
- به چهار گروه A، B، AB و O گروه‌بندی می‌شود.
- گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع **کربوهیدرات** به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است.
- اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گویچهٔ قرمز یک واکنش **آنزیمی** است.
- دو نوع آنزیم برای آن وجود دارد، یکی برای اضافه کردن کربوهیدرات A به غشا و یکی برای B.
- سه نوع الل (دگره) در جامعه وجود دارد:
  - دگره‌ای که آنزیم A را می‌سازد $(A=I^A)$.
  - دگره‌ای که آنزیم B را می‌سازد $(B=I^B)$.
  - دگره‌ای که هیچ آنزیمی نمی‌سازد $(O=i)$.
- جایگاه ژنی آن در فام‌تن ۹ قرار دارد
  - هر فرد در هر یاختهٔ $2n$ خود دو الل برای این صفت دارد.
  - در گویچهٔ سفید آن‌ها برخلاف گویچهٔ قرمز الل گروه خونی دارند
- انواع ژن‌نمود
  - خالص $AA - BB - OO$
  - ناخالص $AO - BO - AB$
- الل‌های A و B با هم به صورت هم‌توان هستند ولی هر دو نسبت به الل O بارز می‌باشند.
- انواع رخ‌نمود
  - A ← ژن‌نمود $AA - AO$ ← تعداد کربوهیدرات A آن‌ها با هم برابر است.
  - B ← ژن‌نمود $BB - BO$ ← تعداد کربوهیدرات B آن‌ها با هم برابر است.
  - O ← ژن‌نمود OO ← کربوهیدرات گروه خونی در Rbcها ندارند.
  - AB ← ژن‌نمود AB
    - تعداد کربوهیدرات A و B برابری در Rbcها دارند.
    - تعداد کربوهیدرات برابری با Rbc گروه خونی A و B دارند.

	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچهٔ قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچهٔ قرمز	A	B	A و B	هیچ‌کدام

Rh

- صفتی تک‌جایگاهی غیرجنسی است که تحت کنترل دو الل D و d با رابطهٔ بارز و نهفتگی می‌باشد.
- به دو گروه Rh^- و Rh^+ گروه‌بندی می‌شود.
- بر مبنای بودن یا نبودن پروتئین D است ← دقت کنید پروتئین d وجود ندارد.
- دو دگره وجود دارد
  - دگره‌ای که می‌تواند پروتئین D را بسازد (D) ← دگرهٔ بارز
  - دگره‌ای که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد (d) ← دگرهٔ نهفته
- انواع ژن‌نمود
  - DD، Dd ← رخ‌نمود D (مثبت)
  - dd ← رخ‌نمود d (منفی)
- هر دو دگره جایگاه ژنی یکسانی دارند که هر یک روی فام‌تن ۱ و در بالای سانترومر قرار دارند.

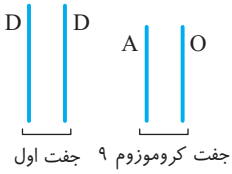


- در بررسی هم‌زمان آن‌ها، فرد دارای گروه خونی A^+، چهار نوع ژنوتیپ می‌تواند داشته باشد
  - $AODD$
  - $AODd$
  - $AADD$
  - $AADd$
- در هر چهار حالت، فاقد کربوهیدرات B در غشای گویچهٔ قرمز می‌باشد.
- در هر چهار حالت، واجد کربوهیدرات A و پروتئین D در غشای گویچهٔ قرمز می‌باشد.

B ۳۲۶ ـ ۴ فردی با گروه خونی AO نمی‌تواند فرزند BB داشته باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. گروه خونی $AADD$، گامت AD می‌دهد که برحسب اینکه همسر او گامت Bd بدهد، می‌تواند مثلاً فرزند $ABDd$ داشته باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. فرد $ABDD$ مدنظر است که می‌تواند صاحب فرزند $AADD$ یا ... شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. گروه خونی هم‌توان AB است و در فرد B دیده نمی‌شود.

A ۳۲۷ ـ ۳ دو صفت Rh و گروه خونی ABO، هر دو مستقل از جنس می‌باشند. ژن‌های مربوط به ارث رسیدن Rh در جفت فام‌تن اول انسان‌ها واقع است که در Rh مثبت به صورت DD یا Dd می‌باشد، ولی ژن‌های سیستم گروه خونی ABO روی جفت فام‌تن ۹ و همتای آن در فام‌تن دیگر جفت ۹ می‌باشد. ژن‌های گروه خونی A می‌توانند به صورت AA یا AO روی این فام‌تن‌ها قرار بگیرند. (*دقت کنید که جفت کروموزوم اول انسان، طویل‌ترین جفت کروموزوم در کاریوتیپ می‌باشد.*)



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ژن‌های Rh روی جفت فام‌تن ۱ می‌باشند، که طول آن‌ها از سایر کروموزوم‌ها باید بلندتر باشد؛ ولی در این گزینه ژن‌های گروه خونی ABO روی فام‌تن بلندتر نشان داده شده است. / گزینهٔ (۲): ژن‌های دو صفت گروه خونی، روی یک جفت فام‌تن قرار ندارند. / گزینهٔ (۴): در این گزینه، حالت نشان دادن ژن‌های متفاوت A و O در دو کروماتید خواهری نادرست است.

A ۳۲۸ ـ ۱ بخش غیرپلاسمایی خون انسان، حدود ۴۵ درصد از **حجم** خون را در افراد بالغ شامل می‌شود که در آن یاخته‌های قرمز و سفید خونی به همراه قطعاتی از سیتوپلاسم یاخته‌ها به نام پلاکت‌ها وجود دارند. در بین این اجزاء، فقط گویچه‌های سفید هسته دارند و حاوی ژن‌های مختلف جاندار می‌باشند. ژن‌های تولید عوامل گروه خونی ABO و Rh در گویچه‌های سفید خون وجود دارند؛ ولی این ژن‌ها فقط در یاخته‌های بنیادی میلوئیدی مغز استخوان و برای مسیر تولید گویچه‌های **قرمز** فعال می‌شوند (*مثلاً در هماتوکریت طبیعی فعال نمی‌شوند*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): گویچه‌های قرمز که حاوی کربوهیدرات‌های سطحی گروه خونی ABO هستند، در حالت پیر و فرسوده شده توسط آنزیم‌های کبد و طحال تخریب می‌شوند. / گزینهٔ (۳): **کربوهیدرات و پروتئین سطحی در هر غشای یاخته‌ای از بدن وجود دارد.** مثلاً گویچه‌های سفید پروتئین‌های گیرنده سطحی پادگنی دارند و از طرفی حاوی هسته و ژن‌های مختلف جاندار نیز می‌باشند. / گزینهٔ (۴): منظور این گزینه، گویچهٔ قرمز با Rh مثبت و کربوهیدرات A گروه خونی می‌باشد که هموگلوبین درون آن، در انتقال ۲۳ درصد CO_2 خون نقش دارد.

B ۳۲۹ ـ ۳ اگر گروه خونی A^+ و B^+ را ناخالص در نظر بگیریم، در مردان هر میوز دو نوع گامت ایجاد می‌کند. دقت کنید که دو صفت گروه خونی ABO و Rh دارای ژن‌هایی روی فام‌تن‌های مختلف می‌باشند و نمی‌توانند دچار چلیپایی شدن شوند (*در زنان، هر میوز، حداکثر یک گامت می‌دهد*).

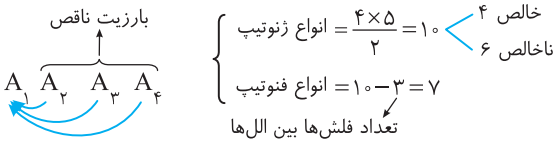
نکته
به دنبال هر میوز در حالت عادی (*بدون چلیپایی شدن*)، دو نوع گامت ایجاد می‌شود؛ ولی در اثر چلیپایی شدن (*کراسینگ اوور*) در دو صفتی که روی یک فام‌تن باشند، می‌توانند چهار نوع گامت نیز ایجاد کنند (*فصل بعد در مورد این فرایند می‌آموزید!*).

فرد A^+ ← d | O D | A ← (در هر میوز) دو نوع گامت ایجاد می‌کند. / فرد B^+ ← در انواع مختلف میوزها $(BODd)$ ← **توانایی** ایجاد ۴ نوع گامت دارد (*دانش‌آموزان عزیز دقت کنید که طول جفت کروموزوم یک از ۹ بلندتر است*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): روی فام‌تن ۹ برای صفت گروه خونی ABO، برای هر صفت، یک دگره وجود دارد. مثلاً فردی که گروه خونی AO دارد، اگر یک دگره برای A روی فام‌تن ۹ داشته باشد، دگره دیگر آن O غیرفعال بوده که روی فام‌تن همتای آن در جفت ۹ قرار دارد. / گزینهٔ (۲): اگر گروه خونی A^+ و B^+ را در همهٔ صفات به انواع ژن‌نمودهای خالص یا ناخالص در نظر بگیریم، چهار نوع ژن‌نمود می‌توان در نظر گرفت.
$(AODD-AADd-AODd-AADD)$

گزینهٔ (۴): اگر گروه خونی A و B را به‌طور ناخالص AO و BO در نظر بگیریم، هرکدام در دگره O خود فاقد توانایی ایجاد آنزیم سازندهٔ کربوهیدرات می‌باشند.

B ۳۳۰ ـ ۲ بین دگره‌های صفت چهار دگره‌ای صورت سؤال، رابطهٔ روبه‌رو برقرار است، به‌طوری که بین A_2، A_3 و A_4 رابطهٔ بارزیت ناقص وجود دارد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. همواره فقط، هر ژن‌نمود خالص A_1A_1، می‌تواند رخ‌نمود دگره یعنی A_1 را نمایان کند. / گزینهٔ (۲): درست است. در این صفت ۶ حالت ناخالص وجود دارد که نصف آن‌ها یعنی A_2A_3، A_2A_4 و A_3A_4 دارای رابطهٔ بارزیت ناقص بین دگره‌ها می‌باشد و حالت حد واسط را نشان می‌دهند (*ناخالص‌های $A_1A_2 - A_1A_3 - A_1A_4$، به‌ترتیب رخ‌نمودهای بارز A_2، A_3 و A_4 را دارند*). / گزینهٔ (۳): نادرست است. در حالت بارزیت ناقص، فرد ناخالص را حد واسط می‌گویند (*نه هم‌توان!*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. چون دگره A_3 به A_1 بارز می‌باشد، پس حالت ناخالص A_1A_3 بیانگر رخ‌نمود A_3 می‌باشد و شکل حد واسطی را نشان نمی‌دهد.

A ۳۳۱ ـ ۴ اگر بین همهٔ دگره‌های یک صفت رابطهٔ بارز و نهفتگی برقرار نباشد، در این صورت، همواره تعداد ژن‌نمود با رخ‌نمود آن صفت برابر است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این حالت مثل گروه خونی ABO، چهار نوع ژن‌نمود و شش نوع رخ‌نمود دیده می‌شود. / گزینهٔ (۲): در این صورت شش نوع ژن‌نمود ولی چهار رخ‌نمود A_1، A_2، A_3 و A_2A_3 دیده می‌شود. / گزینهٔ (۳): این حالت سه نوع رخ‌نمود A_1، A_2 و A_3 و شش نوع ژن‌نمود دیده می‌شود.

C ۳۳۲ ـ ۳ در متن سؤال به قید «قطعاً» دقت کنید. فرد موردنظر سؤال، قطعاً فاقد دگره O گروه خونی ABO و فاقد دگره d از Rh می‌باشد. پس می‌تواند یکی از سه نوع ژن‌نمود $AADD$، $BBDD$ یا $ABDD$ را داشته باشد. این فرد می‌تواند دارای دو نوع ژن‌نمود اول با دو گروه خونی خالص باشد و یا حالت سوم با یک صفت خالص Rh و یک صفت ناخالص AB داشته باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)). گزینهٔ (۱) نادرست است چون فقط در حالت $ABDD$، دو نوع گامت می‌دهد.

نکته

۱ هر سه این ژن‌ها چون مربوط به ژنگان **یوکاریوت** می‌باشند و برای ساخت پروتئین به کار می‌روند، ابتدا توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شوند و سپس از روی mRNA حاصله، ترجمه انجام می‌شود (درستی گزینهٔ (۳)).

۲ در ژنگان یوکاریوت، **هر** راه‌انداز تنظیم بیان رونویسی **یک ژن** را انجام می‌دهد. پس نمی‌توان مانند ژنگان پروکاریوت یک راه‌انداز مشترک را برای رونویسی از دو نوع ژن Rh و ABO پیدا کرد. از طرفی می‌دانید که این دو ژن روی دو کروموزوم متفاوت ۱ و ۹ قرار دارند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

C ۳۳۳ ۲ فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دگره، به ژن‌هایی اطلاق می‌شود که روی مکان‌های مشابهی **در یک جفت فام‌تن همتا** قرار دارند؛ ولی به ژن‌های موجود در دو DNA مشابه که روی یک فام‌تن مضاعف قرار دارند، دگره گفته نمی‌شود (*البته وقتی این ژن‌ها از هم جدا شوند، می‌توان به آن‌ها فقط دگره اطلاق کرد.*) / ب) درست است. دو دگره یک صفت در دو فام‌تن چهارتایه‌ای مضاعف در مرحلهٔ آنافاز ۱ و با جدا شدن این دو فام‌تن از هم جدا می‌شوند. / ج) نادرست است. دو فام‌تن تک‌کروماتیدی که دارای ژن‌های دگره هستند، در مراحل G_1 و آنافاز و تلوفاز میتوز دیده می‌شوند. (*در آنافاز ۲، دو کروماتید خواهری از هم جدا می‌شوند، ولی دگره‌ها در آنافاز میوز ۱ از هم جدا می‌شوند.*) / د) نادرست است. فام‌تن‌های جنسی مردان، XY می‌باشند که با هم همتا نیستند و ژن‌های روی آن‌ها، نسبت به همدیگر، دگره نمی‌باشند.

B ۳۳۴ ۱ وقتی جانداری تتراپلوئید می‌باشد، دارای گامت‌های دیپلوئید بوده و دارای دو دگره برای هر صفت تک‌جایگاهی می‌باشد؛ ولی یاخته‌های پیکری تتراپلوئید این جاندار، برای این صفت، ۴ دگره دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): از ۴ نوع رخ‌نمود گروه خونی ABO، در رخ‌نمودهای O و AB می‌توان پی به ژن‌نمود برد ولی ژن‌نمود افراد دارای گروه خونی A یا B، می‌تواند خالص یا ناخالص باشد. / گزینهٔ (۳): در صفات وابسته به X، وجود یک الل، سبب ایجاد صفت، در مردان XY می‌شود. / گزینهٔ (۴): کربوهیدرات‌های گروه خونی ABO برخلاف پروتئین‌های Rh، رمز وراثتی ندارند.

B ۳۳۵ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است. **منظور سؤال گروه خونی O می‌باشد** که می‌توان پی برد که فقط یک حالت ژن‌نمودی خالص OO دارد. این افراد دارای دو دگره غیرفعال برای ساخت آنزیم‌هایی می‌باشند که مسئول اضافه کردن کربوهیدرات گروه خونی هستند (درستی الف و نادرستی ب) ولی اصلاً آنزیم O در این صفت وجود ندارد (نادرستی ج)، ولی می‌توانند زائدهٔ گروه خونی Rh^+ را داشته باشند (نادرستی د).

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۳۳۶ ۴ صفات وراثتی یا ارثی، صفاتی هستند، که ویژگی‌های **ارثی** جانداران را شامل می‌شوند؛ ولی صفاتی مثل رنگ پوست **تیره** شده فقط یک صفت رنگ پوست آن در ابتدا ارثی بوده است؛ ولی تیره شدن آن در اثر عوامل محیطی رخ داده است و این تغییر رنگ، یک صفت به حساب نمی‌آید. حالا بریم یکی یکی تعداد صفات ارثی هر گزینه را بررسی کنیم.

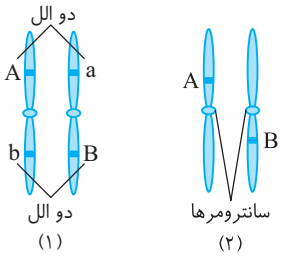
نکته

جنسیت یک فرد (*زن یا مرد، نر یا ماده بودن*) یک صفت به حساب نمی‌آید، چون در اثر تفاوت در فام‌تن‌ها رخ داده است نه تفاوت در بیان ژن‌های آن‌ها!!

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این گزینه حالت مو (*موج‌دار*)، رنگ یا صفت داشتن پوست به همراه دو نوع گروه خونی A و مثبت Rh بودن هرکدام یک صفت می‌باشند که **جمعاً ۴ نوع می‌شود**؛ ولی **بلند یا کوتاه بودن مو** و یا تیره شدن پوست، یک صفت جداگانه نمی‌باشد. / گزینهٔ (۲): در این مورد، گروه خونی (A)، رنگ چشم (*مشکی*)، گویچهٔ داسی‌شکل (aa) و پروتئین Rh مثبت (D) هرکدام یک صفت هستند که **جمعاً ۴ نوع صفت** می‌شوند. / گزینهٔ (۳): در این گزینه دقت کنید که در گیاهان گلدار به‌طور عموم، دانه، آوند چوبی تراکئیدی و یاخته همراه ایجاد می‌شود، که وجود آن‌ها به عنوان صفت ارثی به حساب می‌آید. از طرفی گلبرگ قرمز یا سفید آن‌ها اگر بحث شود، در علم ژنتیک به بررسی آن صفت می‌پردازد. در این گزینه داشتن تراکئید، طول ساقه و رنگ گلبرگ **سه صفت یا ویژگی ارثی** می‌باشند. / گزینهٔ (۴): در این گزینه، رنگ مو (*صحرایی*)، حالت مو (*موج‌دار*)، طول قد (*بلند*) به همراه دو گروه خونی O و منفی بودن Rh، جمعاً ۵ صفت ارثی را در برمی‌گیرد.

B ۳۳۷ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. به عواملی مانند ژن‌های D و d از یک صفت که سبب ایجاد شکل‌های مختلف یک صفت می‌شوند و در جایگاه ژنی یکسانی از دو فام‌تن همتا قرار دارند، **دگره** گفته می‌شود (*شکل (۱)*).

تله‌های تستی الف) فاصله تا سانترومر نمی‌تواند معیار دقیقی برای دگره‌ها باشد، چون ممکن است دو ژن با فاصله برابر از سانترومرهای دو فام‌تن همتا باشند، که یکی در بالای سانترومر و دیگری در پایین سانترومر قرار داشته باشند (*شکل (۲)*). در شکل (۲)، دو ژن A و B، فاصلهٔ یکسانی تا سانترومر دارند، ولی دگره همدیگر نیستند. / ج) دگره‌ها روی فام‌تن همتا هستند (*نه مینک‌ها!*). / د) ژن‌های دگره باید در جایگاه یکسان از فام‌تن‌های همتا باشند نه از یک فام‌تن!! / هـ) در صفات چندجایگاهی، فقط ژن‌هایی با هم الل هستند که روی کروموزوم‌های همتا باشند. مثلاً در صفت رنگ نوعی ذرت که سه‌جایگاهی است، ژن A با B و C الل نمی‌باشد؛ ولی همگی صفت رنگ دانه را ایجاد می‌کنند.

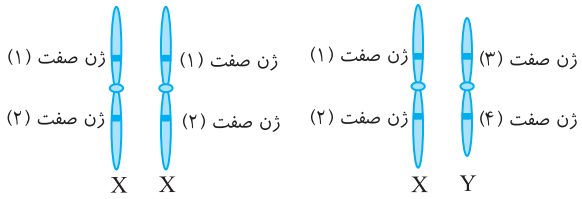


B ۳۳۸ ۱ فقط مورد (ب) نادرست است. تعیین انواع مختلف ترکیب دگره‌ها در گامت‌ها، به نحوهٔ قرارگیری دگره‌ها در متافاز **میوز ۱** یاخته بستگی دارد که در استوای یاخته قرار می‌گیرند. این ترکیبات دگره‌ای با حالت‌های مختلف به یاخته‌های حاصل می‌رسند. (*در آنافاز میوز ۱، فقط دگره‌ها از هم جدا می‌شوند.*)

تله‌های تستی الف) درست است. ژن نامطلوب در جامعه می‌تواند به صورت بارز یا نهفته وجود داشته باشد. البته اغلب ژن‌های نامطلوب مثل کم‌خونی داسی‌شکل یا عدم تولید عامل انعقادی VIII خون (*نوعی هموفیلی*) صفات نهفته هستند؛ ولی گاهی بیماری‌هایی می‌تواند در اثر یک ژن بارز ایجاد شوند. در این حالت وجود یک دگره بیماری نیز در فرد ناخالص (Aa)، بیماری را نمایان می‌کند. / ج) درست است. بروز حالت ظاهری یک دگره یا ژن را، هم در حالت بارز و نهفتگی و هم در حالت هم‌توانی می‌توانیم مشاهده کنیم. البته در حالت بارزیت ناقص نیز یک دگره مثل R، اثر بیشتری از دگره W در شکل ظاهری جاندار می‌گذارد. / د) درست است. وقتی صفتی مستقل از جنس یا غیرجنسی است، در هر یاختهٔ پیکری دیپلوئید انسان دو دگره برای آن صفت در جفت فام‌تن همتا وجود دارد؛ ولی در مورد صفت وابسته به جنس، در فرد XY، یک ژن یا دگره از آن صفت وجود دارد.

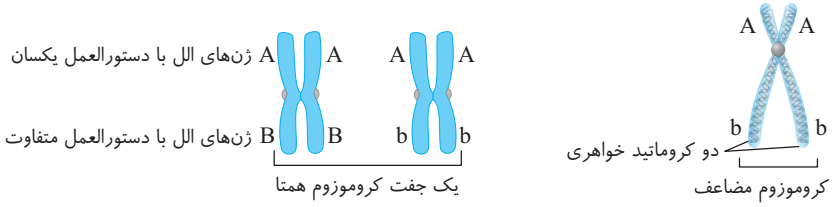
C ۳۳۹ ۲ موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. زنان و مردان در ۴۴ فام‌تن غیرجنسی خود تفاوتی با هم ندارند؛ ولی در جفت فام‌تن جنسی، زنان دارای یک جفت XX همتا بوده و ژن‌های دگره دارند؛ ولی مردان حاوی فام‌تن‌های XY غیرهمتا بوده که فاقد ژن‌های دگره می‌باشند (*مثلاً در تکمثل مقابل صفت (۱) در زنان، دو دگره، ولی در هر مرد، یک دگره دارد*). / ب) درست است. در مردان، هر ژن موجود در X یا Y می‌تواند بیانگر ایجاد یک صفت خاص باشد، ولی در زنان چون XX با هم همتا می‌باشند، هر **دو ژن** دگره آن‌ها مربوط به **یک صفت خاص** می‌باشد. مثلاً اگر در فام‌تن‌های شکل بالا در XX دو صفت بررسی شود، در XYها، ۴ صفت بررسی می‌شود. / ج) درست است. چون فام‌تن X از Y طویل‌تر است؛ در نتیجه به‌طور طبیعی، تعداد ژن‌های بیشتری روی آن قرار دارد. در زنان دو فام‌تن X طویل وجود دارد، ولی مردان حاوی یک فام‌تن X طویل و یک Y کوتاه می‌باشند. / د) درست است. چون فام‌تن Y ، همتای فام‌تن X نمی‌باشد، در نتیجه دارای دگره متقابل برای یک صفت نمی‌باشد. از این رو صفات وابسته به X چه به صورت خالص و چه به صورت ناخالص (*حد واسط، هم‌توان و ...*) در XYها وجود ندارد.



B ۳۴۰ ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست هستند. دقت کنید که یک کروموزوم دختری، در حقیقت یک کروماتید با یک مولکول دنا بوده است و هیچ‌گاه دستورالعمل ژنی روی آن یکسان نیست (*متن سؤال در مورد حداکثر دو مولکول دنا است (نادرستی الف)*).

◀ در یک جفت فام‌تن همتای موجود در یک چهارتایه، هر فام‌تن از یک والد به ارث رسیده است، پس هرکدام می‌توانند در برخی ژن‌ها دستورالعمل یکسان یا متفاوت داشته باشند؛ ولی دقت کنید که چهارتایه (*تترا*)، دارای چهار مولکول دنا می‌باشد (نادرستی ب). از طرفی هر دو دنای یک فام‌تن مضاعف، ژن‌های مشابه دارند (درستی ج). به‌طور معمول دو فام‌تن مرحلهٔ G_1 دارای دو دنای هم‌اندازه با ژن‌های الل می‌باشند که در اثر همانندسازی DNA ایجاد شده‌اند و هر فام‌تن یک نسخه دارد (درستی د).



C ۳۴۱ ۱ فقط مورد (د) نادرست است. منظور گویچهٔ قرمز خونی است و عامل اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A و B، آنزیم می‌باشد. این یاخته در حالت بلوغ، هیچ رمز وراثتی برای هیچ فعالیتی ندارد (*چون هسته ندارد می‌باشد*).

تله‌های تستی الف) درست است. کلسترول قطعاً در غشای گویچه‌های قرمز دیده می‌شود، ولی وجود کربوهیدرات A و B بستگی به گروه خونی دارد. این فرد می‌تواند گروه خونی O، بدون کربوهیدرات A و B داشته باشد. / ب) درست است. بخش هِم، در هموگلوبین، آهن‌دار است و غیرپروتئینی است که فاقد آمینواسید می‌باشد؛ ولی گلوبین آن پروتئینی و با پیوند هیدروژنی است. / ج) درست است. گویچهٔ قرمز، توسط هموگلوبین خود، بیشترین نقش در انتقال O_2 خون دارد و توسط آنزیم کربنیک‌انیدراز و هموگلوبین، در انتقال مقدار زیادی از CO_2 خون نیز مؤثر است.

C ۳۴۲ ۲ موارد (ج) و (د) نادرست هستند. در ابتدا دقت کنید که منظور سؤال یاخته نوع دوم حبابک‌های ششی می‌باشد. این یاخته مانند هر یاخته پیکری هسته‌دار دیگری، ژن‌های کامل یک انسان را دارند؛ ولی فقط ژن‌هایی را بیان می‌کند که به کار آن ربط داشته باشد (*مثل ژن ساخت عامل سطح فعال = سورفاکتانت*).

نکته
در حل این تست‌ها که تعداد دگره‌ها را در یاخته می‌خواهد، اگر مرحلهٔ چرخهٔ یاخته‌ای را در سؤال ذکر کرده بود و شما در مورد تک یا دوکروماتیدی بودن آن اطلاع داشتید، باید تعداد ژن‌ها را برای تک‌کروماتیدی، یکی و برای مضاعف‌ها، دوتا در نظر بگیرید. در غیر این صورت $2n$ یا n بودن یاخته را در نظر بگیرید، ولی به یاد داشته باشید که دو ژن روی یک کروموزوم مضاعف تا وقتی به هم متصل هستند، دو الل به حساب نمی‌آیند.

تله‌های تستی الف) درست است. به علت مضاعف شدن مادهٔ ژنتیکی در مرحلهٔ S ، دو ژن غالب A در این یاخته ناخالص AO وجود دارد که روی دو کروماتید خواهری می‌باشد که هر دو یک نوع الل هستند. / ب) درست است. مرحلهٔ پروفاز حاوی کروموزوم‌های مضاعف است که در حالت خالص AA، چهار ژن روی دو کروموزوم مضاعف دارد. / ج) نادرست است. دقت کنید تعداد ژن‌ها در آنافاز میتوز تغییر نمی‌کند، بلکه تعداد سانترومرها و کروموزوم‌ها و الل‌ها دو برابر می‌شوند. / د) نادرست است. دگره‌های مربوط به گروه خونی در یاخته‌های کیسه‌های حبابکی بیان نمی‌شوند.

C ۳۴۳ ۳ افرادی با گروه خونی A و B ، قطعاً ژن‌های سیستم گروه خونی ABO را در خود بیان کرده‌اند و برای ساخت **آنزیم‌های** لازم برای اضافه کردن کربوهیدرات گروه خونی، نیاز به فعالیت RNA پلیمراز ۲ و تولید $mRNA$ داشته‌اند. (*ژن‌های مربوط به تولید آنزیم‌های مورد نیاز برای ایجاد گروه خونی ABO روی فام‌تن جفت ۹ می‌باشند، که این دو فام‌تن، جفت ۹ از ۲۳ جفت فام‌تن‌های انسان می‌باشند*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): عمل ترجمه در **سیتوپلاسم** یاخته‌ها صورت می‌گیرد تا پروتئین‌های لازم در هر قسمتی از یاخته تأمین شود، ولی چون این آنزیم‌ها مسئول انتقال مواد در سطح غشا هستند توسط رناتن‌های شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شوند. / گزینهٔ (۲): پروتئین کربنیک‌انیدراز که مسئول ترکیب CO_2 با آب می‌باشد در هر فرد سالمی وجود دارد. / گزینهٔ (۴): اگر فرد اول با گروه خونی A دارای ژن‌نمود AO باشد، در این صورت ژن O برای ساخت عوامل گروه خونی غیرفعال می‌باشد و رنا یا آنزیم خاصی را نمی‌سازد.

C ۳۴۴ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است. فردی که فاقد ژن‌های فعال گروه خونی ABO و Rh باشد؛ یعنی گروه خونی O^- دارد که به صورت خالص $OOdd$ می‌باشد و فقط گامت Od با دو الل نهفته می‌دهد.

تله‌های تستی ب) وقتی فردی فقط یک ژن فعال برای اضافه کردن کربوهیدرات A دارد، یعنی گروه خونی AO منفی داشته است، پس چون Rh منفی دارد، در این صفت گروه خونی خالص dd دارد. (*دقت کنید که ژن‌های Rh و ABO به دلیل قید «فقط» در ابتدای این عبارت غیرفعال در نظر گرفته می‌شود.*) / ج) فردی که سه **نوع** ژن گروه خونی آن فعال باشد (*به کلمهٔ «نوع» دقت کنید!*) گروه خونی AB^+ دارد که در صفت ABO خود، ژن‌نمود AB هم‌توان دارد، ولی در Rh مثبت خود می‌تواند خالص DD یا ناخالص Dd باشد. / د) فرد موردنظر به دلیل قید «فقط»، Rh مثبت همراه با گروه خونی OO دارد که در صفت Rh، خالص DD می‌باشد (*چون دو ژن فعال دارد*). این فرد فقط یک نوع گامت OD ایجاد می‌کند.

C ۳۴۵ ـ ۳ یاختهٔ غضروفی انسان، یاخته‌ای تک‌هسته‌ای گرد با هستهٔ مرکزی در بافت پیوندی می‌باشد. هستهٔ این یاخته، دیپلوئید می‌باشد که برای هرکدام از سه صفت حالت مو، گروه خونی ABO و گروه خونی Rh، دو دگره دارد. از سال قبل به یاد دارید که اسپرماتید، یاخته‌ای هاپلوئید می‌باشد که برای هرکدام از سه صفت غیرجنسی فوق، یک دگره دارد (*هر هستهٔ دیپلوئید در این صفات دارای ۲ دگره و در هستهٔ هاپلوئید دارای ۱ دگره می‌باشد*). دقت کنید که یاختهٔ غضروفی در مرحلهٔ G_1 دارای ۴۶ کروموزوم تک‌کروماتیدی است. یعنی برای هر صفت فوق دو ژن دارد، ولی اسپرماتید محصول میوز ۲ می‌باشد که یاخته‌ای هاپلوئید با ۲۳ کروموزوم تک‌کروماتیدی است که برای هر صفت فوق یک ژن دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): یاخته دیپلوئید تک‌کروماتیدی برای سه صفت فوق ۶ ژن دارد که ژن‌ها دوتا دوتا در هر صفت با هم دگره می‌باشند؛ نه اینکه هر ۶ ژن با هم دگره باشند. / گزینهٔ (۲): این سه صفت **در کل جامعه** مجموعاً ۷ نوع ژن دارند (*چون گروه خونی سه‌الل است*)، ولی هر یاختهٔ دیپلوئید فرد دارای ۶ ژن برای این سه صفت می‌باشد. / گزینهٔ (۴): اغلب یاخته‌های ماهیچه قلبی دارای **یک هسته دیپلوئید** می‌باشند. در این یاخته‌ها نیز همانند غضروف، **هسته‌ای** دارای ۶ ژن برای این صفات وجود دارد.

C ۳۴۶ ـ ۴ منظور سؤال، مردان می‌باشند که طی هر میوز خود، چهار اسپرم ایجاد می‌کنند، ولی زنان در هر میوز خود، در هر ماه می‌توانند یک تخمک یا اووسیت ثانویه ایجاد کنند. دقت کنید که هر یاخته‌ای که وارد مرحلهٔ S اینترفاز می‌شود، ضمن همانندسازی دنا، کروماتین‌های خود را مضاعف می‌کند که با این کار تعداد ژن‌های آن دو برابر می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): علاوه بر یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی که چندهسته‌ای هستند و تعداد دگره بیشتری دارند، برخی از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی نیز دوهسته‌ای هستند. / گزینهٔ (۲): اگر این مرد برای صفت گروه خونی A، ناخالص باشد، ممکن است در یک یاختهٔ جنسی هاپلوئید خود، فقط دگرهٔ مغلوب (O) دیده شود. / گزینهٔ (۳): اولِ پاسخ گفتم که سؤال در مورد مردان است. همان‌طور که می‌دانید میوزِ مردان در بیضه‌ها انجام می‌شود که در خارج حفرهٔ شکمی قرار دارند.

C ۳۴۷ ـ ۳ این مرد موردنظر متن سؤال، در حالت موج‌دار موی خود ژن‌نمود RW دارد. چون در سطح گویچهٔ خود پروتئین D دارد، پس Rh مثبت داشته که می‌تواند به دو صورت DD یا Dd باشد. در مورد گروه خونی ABO، چون می‌دانیم که فقط کربوهیدرات A را دارد، پس می‌تواند ژن‌نمود AO یا AA داشته باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. این فرد برحسب شکل کتاب، مثلاً ۸ کربوهیدرات A در غشای گویچهٔ قرمز دارد؛ ولی در فرد AB، چهارتا A و چهارتا B وجود دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هر میوز در حالت عادی چهار اسپرم از دو نوع می‌دهد، مگر اینکه عمل کراسینگ‌اور انجام دهد و چهار نوع اسپرم بدهد که در فصل بعد خواهیم خواند. / گزینهٔ (۳): درست است. اسپرماتوسیت ثانویه، یاخته‌ای هاپلوئید محصول میوز ۱ است؛ پس دارای کروموزوم‌های مضاعف می‌باشد که از هر جایگاه ژنی، دو ژن مشابه هم دارد. پس اسپرماتوسیت آن قطعاً از این سه صفت مثلاً سه نوع ژن R، D و A دارد، که چون کروموزوم مضاعف دارد از هر ژن دو نسخه دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. این فرد و هر فرد دیگر، می‌تواند هر دو نوع کربوهیدرات را در خون خود داشته باشد؛ ولی در گویچهٔ قرمز آن فقط کربوهیدرات A اضافه می‌شود.

A ۳۴۸ ـ ۲ این سؤال نیز مانند سؤال قبلی پر از نکته و ترکیب با مطالب زیست پایه می‌باشد.

اووسیت اولیه، یاختهٔ دیپلوئید زایشی می‌باشد که پس از شروع بلوغ در زنان، میوز ۱ خود را ادامه می‌دهد. این یاخته که دیپلوئید XX می‌باشد در حالت حداکثر و حداقل گامت‌ها، در مورد صفت موی صاف (WW) خود، یک نوع گامت (W) ایجاد می‌کند، ولی در مورد گروه خونی A^+ به نکات زیر دقت کنید:

الف) اگر **حداکثر** انواع گامت‌هایی که **این یاخته** توانایی ایجاد آن‌ها را دارد را سؤال کرده بود، باید این دو صفت را ناخالص و به صورت $AODd$ در نظر بگیرید که **توانایی** ایجاد چهار نوع گامت $(Od-OD-Ad-AD)$ دارد، ولی در هر میوز آن فقط یک گامت (*تخمک*) می‌تواند ایجاد کند به همراه سه گویچهٔ قطبی! / ب) اگر حداقل انواع گامت‌هایی که این یاخته توانایی ایجاد آن‌ها را دارد سؤال کردند باید در صفات A^+، دو حالت خالص $AADD$ را در نظر بگیرید که فقط یک نوع گامت و گویچه‌های با ژن‌نمود AD ایجاد می‌کند. / ج) این یاخته به دنبال **هر میوز ۱**، یک نوع اووسیت ثانویه و در نهایت در صورت برخورد اسپرم به آن و انجام میوز ۲، یک نوع تخمک (*گامت*) ایجاد می‌کند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)). / د) علت نادرستی گزینهٔ (۴) به کار بردن «های» در انتهای اووسیت ثانویه می‌باشد! اووسیت‌های ثانویه این زن، یاخته‌ای هاپلوئید با فام‌تن‌های دوکروماتیدی (*مضاعف*) می‌باشند که فاقد صفات خالص یا ناخالص هستند. چون یاختهٔ هاپلوئید، از هر صفت فقط یک دگره دارد و خالص یا ناخالصی در آن معنا ندارد، ولی دقت کنید که از هر اووسیت اولیه، طی میوز ۱، فقط یک اووسیت ثانویه به همراه نخستین گویچهٔ قطبی ایجاد می‌شود.

◀ در مورد علت درستی گزینهٔ (۲) باید از کتاب یازدهم به خاطر داشته باشید که هم اووسیت ثانویه و هم گویچهٔ قطبی توانایی شروع لقاح را دارند، ولی تخم حاصل از شروع لقاح با اووسیت ثانویه به تولید فرزند می‌انجامد.

B ۳۴۹ ـ ۱ پروتئین D در سطح غشای گویچهٔ قرمز فرد O^+ وجود دارد و این پروتئین مستقیماً توسط رناتن روی شبکهٔ آندوپلاسمی سنتز یا ترجمه شده است، اما عامل ایجادکنندهٔ گروه خونی ABO کربوهیدراتی است که برای اضافه شدن آن‌ها ابتدا آنزیم‌های A و B ساخته می‌شود، سپس آنزیم‌ها این کربوهیدرات‌ها را به سطح غشای یاخته اضافه می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): ژن پروتئین D روی فام‌تن ۱ (*بزرگ‌ترین فام‌تن*) قرار دارد. / گزینهٔ (۳): واکنش آنزیمی برای کربوهیدرات‌های A و B می‌باشد (*البته آنزیم در هر کاری نیاز است و قید برخلاف، نادرست است*). / گزینهٔ (۴): عامل گروه خونی ABO، کربوهیدرات است و پیوند پپتیدی ندارد.

C ۳۵۰ ـ ۴ همان‌طور که بارها گفتیم، دو نوع گروه خونی Rh و ABO وجود دارد که ژن‌های Rh روی جفت فام‌تن اول و ژن‌های سیستم ABO روی فام‌تن جفت ۹ وجود دارند. این دگره‌ها در **هر یاخته هسته‌داری** از جمله یاخته‌های لنفوئیدی و میلوئیدی مغز استخوانی وجود دارند؛ ولی این ژن‌ها فقط در یاخته‌های میلوئیدی که برای ساخت گویچهٔ قرمز تمایز می‌یابند بیان می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این گزینه خیلی باید دقت کنید که دگره‌های مسئول ساخت پروتئین D یا Rh مثبت روی فام‌تن جفت ۱ واقع می‌باشند؛ ولی آنزیم سازندهٔ این پروتئین که در رناتن برای ترجمه آن نقش داشته است، ممکن است در فام‌تن‌ها و ژن‌های دیگری واقع باشد. / گزینهٔ (۲): اگر فردی با گروه خونی AO را در نظر بگیریم، این فرد دو دگره برای گروه خونی ABO دارد که یکی بیان می‌شود و آنزیمی برای اضافه کردن کربوهیدرات A می‌سازد و دیگری دگره O می‌باشد که اصلاً ژن تولید آنزیمی خاص برای اضافه کردن کربوهیدرات را ندارد. این ژن بیان نمی‌شود؛ ولی با دیگر ژن‌های مسئول اضافه کردن کربوهیدرات‌های A و B، دگره می‌باشند. / گزینهٔ (۳): در این گزینه دقت کنید که کربوهیدرات O وجود ندارد، بلکه ژنی وجود دارد که چون بیان نمی‌شود، آنزیمی برای اضافه کردن کربوهیدرات A و B نمی‌سازد. به این ژن به اصطلاح دگره O یا i گفته می‌شود.

C ۳۵۱ ـ ۲ منظور گزینهٔ (۲)، گویچه‌های قرمز است که آنزیم کربنیک‌انیدراز دارند. این یاخته مانند هر یاختهٔ دیگری در سطح خارجی لایه غشای خود، کربوهیدرات‌هایی در تماس با برخی فسفولیپیدها و پروتئین‌ها دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): منظور بازوفیل‌های خونی است که در موقع حساسیت، هیستامین ترشح می‌کنند، ولی نقشی در انتقال O_2 و CO_2 خون ندارند. / گزینهٔ (۳): هر یاختهٔ دفاعی خون (*گویچهٔ سفید*)، قدرت دیاپدز و خروج از خون را دارد، ولی هیچ‌کدام از این یاخته‌ها، ژن **فعال** ساخت عوامل گروه خونی را ندارند. / گزینهٔ (۴): پرفورین‌سازها، لنفوسیت‌های T و کشندهٔ طبیعی هستند که قدرت میتوز و همانندسازی دنا دارند، ولی این یاخته‌ها ژن‌های گروه خونی را بیان (*رونویسی*) نمی‌کنند.

C ۳۵۲ ـ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند. همهٔ یاخته‌های پیکری هسته‌دار بدن ما حاصل تقسیمات میتوزی یاختهٔ تخم هستند. بنابراین دارای محتوای ژنی مشابه هم خواهند بود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. به‌طور معمول، نورون‌های طبیعی هسته دارند، ولی پس از تولد فاقد چرخهٔ یاخته‌ای هستند و در G_0 باقی می‌مانند. / ب) درست است. برخی از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی می‌توانند دارای دو هسته باشند، آنگاه یاختهٔ موردنظر دارای ۲ نسخه از دگرهٔ A خواهد بود. / ج) درست است. هر یاختهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، هسته دارد که در حالت هاپلوئید یا دیپلوئید ژن‌های گروه خونی را دارد. / د) درست است. گرده (*پلاکت*)، فاقد هسته و ژن می‌باشد.

B ۳۵۳ ـ ۴ موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

در مورد گروه خونی ABO دگره‌های A و B به O بارز می‌باشند، ولی A و B، هم‌توان هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. فقط افراد AB، ناخالص‌هایی هستند که هر دو ژن آن‌ها برای این صفت بیان می‌شود، ولی دقت کنید که AB یک گروه خونی **هم‌توان** است(*نه‌حد واسط!*). / ب) نادرست است. گروه خونی ABO دارای سیستم ژنی مستقل از گروه خونی Rh است و دگره‌های آن روی هم اثری ندارند. / ج) نادرست است. گروه خونی OO که هیچ دگره فعالی برای اضافه کردن کربوهیدرات‌های گروه خونی ندارد، حالت خالص دارد نه ناخالص!! (*مقر سؤال پردقت نره!*). / د) درست است. افراد ناخالصی در گروه خونی که فقط یک دگره فعال دارند، همان افراد AO یا BO هستند که بین دگره‌های آن‌ها، A و B همواره به دگره O بارز می‌باشند.

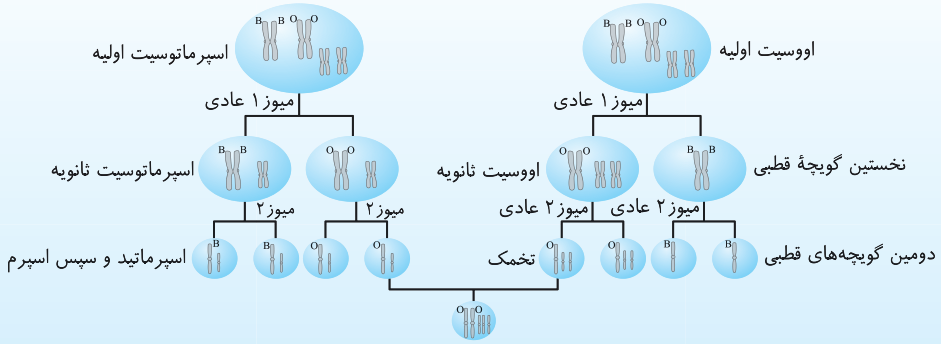
A ۳۵۴ ـ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. قبل از کشف قوانین وراثت توسط مندل، اغلب دانشمندان فکر می‌کردند که فرزندان حالت حد واسطی از ویژگی‌های والدین خود دارند که این حالت در ایجاد گلبرگ صورتی گل میمونی از والدینی با گلبرگ‌های سفید و قرمز دیده می‌شود (*نه تعداد گلبرگ که در مورد (الف) گفته است*). در این سؤال فقط عبارت (ج) در مورد حالت مو، خاصیت بارز ناقص دارد و صفت حد واسط ایجاد می‌کند.

C ۳۵۵ ـ ۱ فقط مورد (ج) نادرست است. پدر و مادر هر دو دارای گروه خونی B بوده‌اند، چون از لقاح آن‌ها دختری دارای سندرم داون با سه کروموزوم ۲۱ (*تریزومی ۲۱*) و گروه خونی OO به دنیا آمده است. پس پدر و مادر از نظر گروه خونی B به صورت ژن‌نمود BO بوده‌اند.

توجه

فام‌تن شمارهٔ ۹ را که حاوی دگرهٔ گروه خونی است، بزرگ‌تر و فام‌تن ۲۱ را کوچک‌تر نشان می‌دهیم.

مراحل گامت‌سازی در این والدین به صورت زیر بوده است:



تله‌های تستی الف) درست است. در یاخته‌های پیکری والدین، ۴۴ کروموزوم غیرجنسی وجود داشته است. / ب) درست است. اووسیت ثانویه شروع کنندهٔ لقاح در مادر است که هاپلوئید مضاعف است. این یاخته دو کروموزوم ۲۱ مضاعف یعنی چهار کروماتید دارد، ولی دارای یک کروموزوم ۹ مضاعف با دو ژن O گروه خونی می‌باشد. / ج) نادرست است. نخستین گویچهٔ قطبی به جای ۲۳ کروموزوم، ۲۲تا دارد که یک کروموزوم ۲۱ آن وارد اووسیت شده است. سپس الل B را به صورت دو ژن در کروموزوم ۹ دارد، ولی واجد ۲۱ کروموزوم غیرجنسی می‌باشد (*کروموزوم شمارهٔ ۲۱ ندارد*). / د) درست است. یاخته‌های شروع کنندهٔ لقاح، اسپرم و اووسیت ثانویه می‌باشند که مجموعاً یک ژن در اسپرم و دو ژن در اووسیت ثانویه به صورت الل‌های O وجود داشته‌اند.

C ۳۵۶ ـ ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) اسپرماتوسیت‌های ثانویه در پی تقسیم خود، دو نوع اسپرماتید غیرفعال تولید می‌کنند، که پس از تبدیل به اسپرم تمایز می‌یابند و سپس در اپیدیدیم متحرک می‌شوند. / ب) بین میوز ۱ و ۲، اینترفاز وجود ندارد، بلکه وقفهٔ کوچکی برای همانندسازی سانتریول دیده می‌شود. / ج) اسپرماتوسیت ثانویه، کروموزوم مضاعف دارند و از هر جایگاه، دو ژن مشابه دارند. / د) این یاخته‌ها در زمان آغاز تقسیم کاستمان دوکروماتیدی بوده و هر فام‌تن دارای دو نیمهٔ همانند هم است، ولی دقت کنید که این یاخته‌ها کاستمان یا میوز ۲ را انجام می‌دهند.

پاسخ آزمونک ۱

C ۱ ـ ۲ آنزیم کربنیک‌انیدراز در هر فرد طبیعی برای ترکیب CO_2 با آب در گویچه‌های قرمز وجود دارد. از طرفی فردی که گروه خونی AB دارد، حاوی آنزیم‌هایی برای اضافه کردن کربوهیدرات‌های A و B گروه خونی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۴): در گویچهٔ قرمز بالغ، DNA، هسته و ژن وجود ندارد، ولی حاوی آنزیم‌های لازم برای فعالیت خود به صورت ذخیره شده می‌باشد. (*در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که در گروه خونی ABO، آنزیم A و B، سازندهٔ کربوهیدرات نیستند، بلکه آن‌ها را به غشای گویچهٔ قرمز اضافه می‌کنند.*) / گزینهٔ (۳): عامل Rh (*پروتئین D*)، نوعی پروتئین گیرنده سطحی می‌باشد و از جنس کربوهیدرات یا دارای نقش آنزیمی نمی‌باشد.

C ۲ ۲ منظور مقایسهٔ پروتئین *D* در *Rh* و آنزیم پروتئینی برای اضافه کردن کربوهیدرات *A* و *B* می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. پیوند یونی و هیدروژنی در ساختار سوم هر پروتئینی وجود دارد. / گزینهٔ (۲): درست است. هر دو در ساختار اول پیوند اشتراکی پپتیدی و در ساختار سوم، پیوند اشتراکی غیرپپتیدی دارند، ولی کم کردن انرژی فعال‌سازی ویژهٔ آنزیم‌هاست. / گزینهٔ (۳): نادرست است. هر دو دارای کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. هر دو طی ترجمه از روی رنای پیک ساخته می‌شوند.

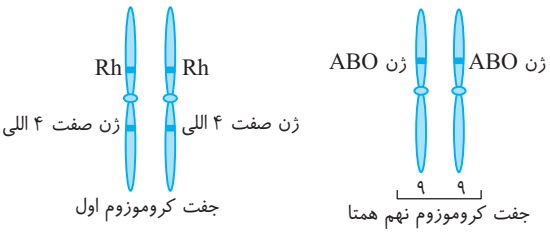
C ۳ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. عامل اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات‌های گروه خونی، نوعی آنزیم است که مانند هر آنزیمی (*مثل برخی رناها*) جایگاه فعال دارد، ولی هیستون نقش آنزیمی و جایگاه فعال ندارد (*پمپ سدیم پتاسیم نقش آنزیمی برای تجزیهٔ ATP دارد*).

تله‌های تستی الف) زائده *Rh*، یا همان پروتئین *D*، نقش آنزیمی ندارد، پس سبب کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها نمی‌شود. / ج) صفت گروه خونی *AB*، هم‌توان است نه بارز ناقص!، پس حالت حد واسط در مورد آن نادرست است. / د) این ژن در یاختهٔ میلوئیدی مغز استخوان بیان می‌شود که منشأ لنفوسیت‌ها نمی‌باشد.

B ۴ ۴ شکل ریشهٔ غدهٔ تربچه به صورت‌های گرد، کشیده و بیضی که حد واسط این دو صفت است دیده می‌شود. پس تحت کنترل دو دگره بوده که نسبت به هم رابطهٔ بارز ناقص داشته‌اند (*رابطهٔ بارز و نهفتگی و هم‌توانی ندارند*).

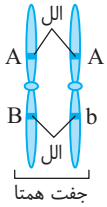
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این حالت چهار نوع رخ‌نمود دیده می‌شود، سه‌تا برای هر دگره و یکی برای دو دگره بدون رابطهٔ بارز و نهفتگی! / گزینهٔ (۲): در این حالت شش ژن‌نمود و شش رخ‌نمود بروز می‌یابد. / گزینهٔ (۳): متن سؤال در مورد صفت دارای حد واسط است نه هم‌توان! (*در هم‌توانی، اثر دگره‌ها با هم ظاهر می‌شوند!*)

C ۵ ۲ این سؤال، صفت گروه خونی *ABO* و یک صفت چهار دگره‌ای دیگر **غیرجنسی** را بررسی کرده است. گروه خونی *ABO* دارای ژن‌هایی روی فام‌تن ۹ می‌باشد، ولی چون در متن سؤال عنوان کرده است که صفت دیگر، روی فام‌تن حاوی ژن *Rh* است، پس ژن‌های این صفت روی جفت فام‌تن اول قرار دارند. شکل روبه‌رو حالت قرارگیری عامل این صفات را روی فام‌تن‌ها نشان می‌دهد.



تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۳): نادرست هستند. یاخته‌ای که از این دو صفت ۴ نوع دگره دارد، قطعاً **دیپلوئید** بوده است. از آنجایی که تقسیم میوز فقط مخصوص یاخته‌های زایشی، یعنی اسپرماتوسیت اولیه و اووسیت اولیه می‌باشد، پس نمی‌توان گفت که در هر یاخته دیپلوئید، آنافاز ۱ رخ می‌دهد و دگره‌ها از هم جدا می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۱)). از طرفی دیگر نیز دقت کنید که برخی یاخته‌ها مثل نورون‌ها، تقریباً همیشه در مرحلهٔ G_0 می‌مانند و به ندرت وارد تقسیم و عبور از نقطه وارسی می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۳)). / گزینهٔ (۲): درست است. یاخته‌ای که دو دگره برای دو صفت مستقل دارد، قطعاً برای هر صفت یک دگره داشته است و یاخته‌ای جنسی **هاپلوئید** می‌باشد. پس این دو ژن در این یاختهٔ هاپلوئید، با هم دگره نمی‌باشند و هرکدام مربوط به یک صفت می‌باشد (*مثلاً یک دگره برای گروه خونی A و یک دگره برای صفت چهار دگره‌ای B_1*). این یاخته اسپرم یا تخمک یا گویچهٔ قطبی است که وارد اینترفاز نمی‌شوند بلکه می‌توانند لقاح کنند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. خب حتماً می‌دانید که یاخته هاپلوئید که دو ژن از کل این دو صفت دارد، این دو ژن را در دو کروموزوم متفاوت ۱ و ۹ دارد پس الگوی رونویسی نمی‌تواند در آن‌ها یکسان باشد.

B ۶ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. تعریف ژن‌های دگره این است که همگی در جایگاه یکسان و مشابهی از دو فام‌تن همتا قرار دارند و می‌توانند دستورالعمل یکسان *AA* یا متفاوت *Bb* داشته باشند. در شکل مقابل ژن‌های دگره *A* با *A* و *B* با *b* را مشاهده می‌کنید (درستی ب و نادرستی ج)، ولی در هسته هاپلوئید گامت‌ها، از هر دو ژن، یک دگره آن موجود است (نادرستی الف).

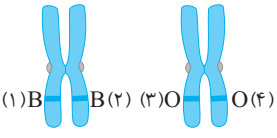


◀ در مورد صفاتی که تحت کنترل دو ژن هم‌توان یا بارزیت ناقص می‌باشند، باید دقت کنید که شکل‌های مختلف آن صفت تحت کنترل اثر الل‌ها روی هم به صورت *RW* نیز بروز می‌یابد (نادرستی د).

B ۷ ۱ دو صفت حالت موی انسان و رنگ گل میمونی، هیچ‌کدام رابطهٔ بارز و نهفتگی ندارند و هر دو بارزیت ناقص بین دگره‌ها دارند؛ به همین دلیل در هر دوی آن‌ها تعداد ژن‌نمود با رخ‌نمود برابر می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نادرست است. هم در روابط هم‌توانی و هم در روابط بارزیت ناقص، در حالت ناخالص *RW*، هر دو ژن بیان می‌شوند و اثر خود را روی رخ‌نمود می‌گذارند. با این تفاوت که در هم‌توانی، هر دو ویژگی الل‌ها بارز می‌شود؛ ولی در حد واسط، یک ویژگی از اثر دو الل روی هم ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. دو صفت فوق هرکدام تحت کنترل دو ژن دگره می‌باشند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. هر دو صفت، غیروابسته به جنس هستند و در هر جنسیتی می‌توان هر نوع رخ‌نمود آن‌ها را مشاهده کرد.

A ۸ ۳ شکل مقابل بیانگر یک جفت فام‌تن مضاعف همتا می‌باشد که دو نوع *DNA* دارد (*چون هر دو کروماتید خواهری یک نوع DNA دارد*). اگر فردی با گروه خونی *BO* را در نظر بگیریم و دگره *B* در محل (۲) باشد، در کروماتید خواهری آن نیز در بخش (۱)، دگره *B* وجود دارد که قدرت تولید آنزیمی برای اضافه کردن کربوهیدرات *B* دارد؛ ولی ژن‌های (۳) و (۴) دارای ژن *O* می‌باشد که فاقد قدرت تولید آنزیم برای اضافه کردن کربوهیدرات‌های گروه خونی هستند.



C ۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. یاختهٔ سرتولی چون دولاد است، ۶ ژن از این صفات دارد، ولی همگی در این یاخته غیرفعال هستند. / ب) درست است. گویچهٔ قطبی اول هاپلوئید مضاعف است که سه الل این صفات را دارد ولی از هر الل دو نسخه دارد که مجموعاً شش ژن می‌شود. / ج) نادرست است. گویچه‌های سفید، دولاد هستند و می‌توانند شش ژن متفاوت داشته باشند. / د) درست است. غلاف دور ماهیچه، پیوندی و تک‌هسته‌ای است که شش ژن (*الل*) از این صفات دارد.

C ۱۰ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تعداد کربوهیدرات *A* در اطراف هر گویچهٔ قرمز فرد *AA* با *AO* تفاوتی ندارد. / ب) درست است. در فرد *B*، همهٔ کربوهیدرات‌های گروه خونی از نوع *B* می‌باشد، ولی در فرد *AB*، نصف آن‌ها *A* و نصف دیگر *B* می‌باشد. / ج) نادرست است. پروتئین گروه خونی، فقط در *Rh* وجود دارد که هر دو از نوع مثبت و دارای پروتئین *D* می‌باشند. / د) نادرست است. در سطح گویچهٔ قرمز، ژن وجود ندارد (*بن‌رمقی نکن!*).

ب) مفهوم صفات مستقل از جنس و وابسته به جنس

B ۳۵۷ ۴ صفاتی که **همهٔ** جایگاه‌های ژنی آن‌ها روی فام‌تن‌های **غیرجنسی** باشد را، صفات **مستقل از جنس** می‌گویند؛ ولی صفاتی که ژن‌های آن‌ها روی یکی از دو نوع فام‌تن جنسی می‌باشند، به صفات وابسته به جنس می‌شناسند. دقت کنید که اگر مثلاً صفتی دارای ۳ جایگاه ژنی باشد، که دو جایگاه آن در فام‌تن‌های غیرجنسی و یک جایگاه آن روی فام‌تن‌های جنسی باشد آن را نیز یک صفت **وابسته به جنس** می‌نامیم. البته در اینجا سؤال در مورد صفت تک‌جایگاهی است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. صفات مستقل از جنس تک‌جایگاهی، همواره دارای دو ژن، در هر فرد، روی دو کروموزوم همتا می‌باشد؛ ولی از همین اولین گزینه یادتون باشه که صفت وابسته به جنس، می‌تونه روی X یا Y دارای جایگاه ژنی باشه! / گزینه‌های (۲) و (۳): نادرست هستند. صفت وابسته به X، همواره ۵ نوع ژن‌نمود در جامعه دارد ولی انواع رخ‌نمود بستگی به رابطه بین الل‌ها دارد.

درسنامه درختی ۴۵ انواع صفات

- **انواع صفات**
  - **از نظر فام‌تن**
    - **مستقل از جنس**
      - صفاتی را که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از فام‌تن‌های غیرجنسی قرار داشته باشد.
      - هریک از پدر و مادر، از هر جفت فام‌تن همتا تنها یکی را از طریق گامت به نسل بعد منتقل می‌کند.
      - ژن‌نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت‌ها از پدر و مادر با یکدیگر لقاح پیدا می‌کنند.
      - ژن‌نمود فرزندان را می‌توان با روشی به نام مربع پانت به دست آورد.
      - مانند صفات گروه خونی، فنیل‌کتونوری و کم‌خونی داسی‌شکل.
    - **وابسته به جنس**
      - صفاتی را که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از دو فام‌تن جنسی قرار داشته باشد، وابسته به جنس گویند.
      - **صفات وابسته به X**
        - گاهی ژن صفتی را که بررسی می‌کنیم در فام‌تن X قرار دارد که به چنین صفتی، وابسته به X می‌گویند.
        - مانند هموفیلی که یک بیماری وابسته به X و نهفته است.
        - در هموفیلی فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود که **شایع‌ترین** نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.
        - دگره‌های هموفیلی: H دگرهٔ سلامتی؛ h دگرهٔ بیماری
        - فردی که ژن‌نمود X^HX^h را دارد، سالم و ناقل است ← مردان در صفت وابسته به X، نمی‌توانند ناقل یا ناخالص باشند.
      - **صفات وابسته به فام‌تن Y**
        - ژن آن‌ها فقط از پدر به پسران منتقل می‌شود.
        - جایگاهی برای دگره‌های وابسته به X مثل هموفیلی در آن‌ها وجود ندارد.
    - صفاتی که فقط از مادران به هر فرزندی منتقل می‌شوند ← ژن آن روی ژنوم سیتوپلاسمی یا دنای راکیزه تخمک مادر بوده است.

گامت‌ها	X^h	Y
X^H	X^HX^h دختر ناقل	X^HY پسر سالم

«ژن‌نمود و رخ‌نمود نسل بعد»

رخ‌نمود	زن	مرد
سالم	X^HX^H	X^HY
سالم	X^HX^h	-
هموفیل	X^hX^h	X^hY

ژن‌نمود

«انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها برای هموفیلی»

گامت‌ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

مربع پانت

B ۳۵۸ ۲ در این مثال‌ها باید به مستقل از جنس یا وابسته به جنس بودن صفت و قید **قطعاً** در متن سؤال دقت کنید!!

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زن هموفیل که به صورت نهفته خالص X^hX^h ، موی فر به صورت یک صفت خالص RR می‌باشد که دگره‌های آن، رابطهٔ بارزیت ناقص دارند. اگر این فرد فاقد کربوهیدرات B باشد، می‌تواند به صورت گروه خونی A یا O باشد که در حالت گروه خونی A می‌تواند خالص AA یا **ناخالص** AO باشد. در نهایت وقتی فاقد پروتئین D می‌باشد، یعنی Rh منفی دارد (dd) و خالص است *(در مورد صفت گروه خونی A این گزینه رد می‌شود)*. / گزینهٔ (۲): پاسخ تست است، چون موی صاف، ژن‌نمود خالص WW دارد و وقتی فاقد کربوهیدرات و پروتئین سطحی گروه خونی می‌باشد یعنی $OOdd$ بوده است و در آخر چون بیماری داسی‌شکل دارد در این صفت نیز ژن‌نمود (Hb^SHb^S) دارد (*Hb نشانه هموگلوبین و S الل داسی‌شکل است*). / گزینهٔ (۳): فردی که از نظر هموفیلی سالم است، می‌تواند دختری سالم ناخالص با ژن‌نمود X^HX^h داشته باشد (*در فنیل‌کتونوری هم می‌تواند Ff باشد*). در این گزینه هر سه صفت می‌توانند ناخالص باشند. / گزینهٔ (۴): فردی که از نظر فنیل‌کتونوری سالم است، می‌تواند ژن‌نمود خالص FF یا **ناخالص** Ff داشته باشد (*از طرفی در گروه خونی A می‌تواند، الل O را از پدر گرفته باشد*).

B ۳۵۹ ۱ مردی هموفیل با گروه خونی B^+ دارای یک صفت وابسته به X (*هموفیلی*) و دو صفت گروه خونی Rh و ABO غیرجنسی می‌باشد. در صفت هموفیلی، ژن‌نمود این فرد به صورت X^hY می‌باشد و در اسپرم‌های خود دو نوع گامت X^h یا Y می‌تواند داشته باشد که در هر چهار عبارت دیده می‌شود. گروه خونی B می‌تواند دارای دو نوع ژن‌نمود BB یا BO باشد که ژن‌های B یا O آن همانند هر چهار عبارت فوق، می‌تواند در اسپرم‌ها دیده شود. در مورد صفت Rh مثبت نیز این مرد دارای دو نوع ژن‌نمود DD یا Dd می‌تواند باشد که گامت‌هایی با ژن‌های D یا d داشته باشد که در هر چهار عبارت دیده می‌شود. در نتیجه هر چهار عبارت فوق می‌توانند گامت‌های این فرد باشند. مرد موردنظر، چهار حالت ژن‌نمودی با انواع اسپرم‌های مقابل را می‌تواند داشته باشد.

$$\begin{cases} X^hYBBDD \xrightarrow{\text{اسپرم}} (X^hBD-YBD) \\ X^hYBBDd \xrightarrow{\text{اسپرم}} (X^hBD-X^hBd-YBD-YBd) \\ X^hYBODD \xrightarrow{\text{اسپرم}} (X^hBD-X^hOD-YBD-YOD) \\ X^hYBODd \xrightarrow{\text{اسپرم}} (X^hBD-X^hBd-X^hOD-X^hOd-YBD-YBd-YOD-YOd) \end{cases}$$

B ۳۶۰ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. یاختهٔ پیکری دیپلوئید در مردان حاوی یک جفت فام‌تن جنسی غیرهمتا به صورت XY می‌باشد، که برای هر صفت وابسته به جنس، یک دگره دارد و فاقد حالت خالص یا ناخالصی می‌باشد؛ ولی برای صفات غیرجنسی دارای دو ژن‌نمود خالص یا ناخالص می‌باشد. / ب) نادرست است. هر یاختهٔ پوششی دیپلوئید زنان دو فام‌تن همتای جنسی XX دارد و مانند صفات غیرجنسی، در ژن‌های صفت وابسته به X و غیرجنسی، دارای دو دگره می‌باشد (*داشتن سه نوع دگره هیچ ارتباطی به اینکه چند دگره بر روی کروموزوم‌ها دیده شوند، ندارد*). / ج) نادرست است. نصف اسپرم‌ها، فام‌تن Y دارند و به دلیل عدم وجود فام‌تن X در آن‌ها، ژن‌های وابسته به X هم ندارند. / د) درست است. در زنان و مردان، برخی یاخته‌ها، مثل ماهیچهٔ اسکلتی، چندهسته‌ای هستند و از هر صفت، بیشتر از دو الل دارند.

B ۳۶۱ ۱ در صفات وابسته به X نمی‌توان در مردان (*که XY هستند*) صفتی پیدا کرد که در هستهٔ یاخته‌ها دارای دو دگره باشد. بارها گفتیم که افراد XY در صفات وابسته به جنس خود یک دگره از هر ژن را دارند. موی موج‌دار ژن‌نمود ناخالص RW دارد و همانند گروه خونی AB در مردان به صورت X^AY^B دیده نمی‌شود؛ چون در متن سؤال این دو صفت را وابسته به X در نظر گرفته است (*دقت کنید که در زنان، وابسته به X بودن صفتی نباید شما را اذیت کند، چون همواره مانند صفت مستقل از جنس انواع رخ‌نمودها و ژن‌نمودها را می‌تواند داشته باشد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): مردانی X_A^RY و X_B^WY وجود دارند. / گزینهٔ (۳): زنی $X_B^RX_B^W$ برخلاف مردی X^AY^B دیده می‌شود. / گزینهٔ (۴): در هر دو حالت در مردان AB و BO، ژن‌نمود به صورت وابسته به X دیده نمی‌شوند. چون فقط یک X دارند ولی B و A باید روی کروموزوم‌های همتا به صورت الل قرار بگیرند.

A ۳۶۲ ۲ اسپرماتید یاخته‌ای هاپلوئید تک‌کروماتیدی و محصول میوز ۲ می‌باشد که اگر X دار باشد، در این صفت یک دگره را دارد؛ ولی اگر حاوی فام‌تن Y باشد، فاقد دگره‌های صفاتی هستند که ژن آن‌ها روی فام‌تن X می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اسپرماتوسیت اولیه دیپلوئید XY است که ژن‌های این صفت را روی کروموزوم مضاعف X خود دارد که حداکثر دو ژن و یک نوع الل می‌باشد. / گزینهٔ (۳): اووسیت ثانویه هاپلوئید مضاعف است که همواره **یک نوع ژن** ولی دو نسخه از آن را دارد. / گزینهٔ (۴): دقت کنید که گول صفت ۳ اللی را نخورید؛ چون هر فرد در هر هسته یاخته پیکری خود، حداکثر دو الل آن را دارد (*ولی در گویچهٔ اول قطبی، یک الل دارد*).

B ۳۶۳ ۴ این صفت مطرح شده در سؤال می‌تواند وابسته به جنس نهفته یا وابسته به جنس بارز باشد. اگر وابسته به جنس نهفته باشد، ژن‌نمود پدر X^aY و ژن‌نمود مادر X^AX^A یا X^AX^a است. اگر وابسته به جنس بارز باشد، ژن‌نمود پدر X^AY و ژن‌نمود مادر X^aX^a است.

	X^a	Y
X^A	X^AX^a	X^AY
X^a	X^aX^a	X^aY

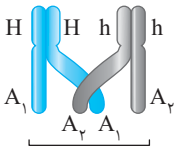
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اگر صفت از نوع وابسته به جنس بارز باشد، تمام پسران سالم خواهند بود. اگر هم وابسته به جنس نهفته باشد، در یک حالت (*اگر ژن‌نمود مادر X^AX^A باشد*) تمام پسران سالم می‌شوند و در حالت دیگر (*اگر مادر X^AX^a باشد*) نیمی از پسران سالم می‌شوند. / گزینهٔ (۲): می‌توانیم حالتی را مثال بزنیم که صفت، وابسته به جنس نهفته است و ژن‌نمود مادر X^AX^a است. در این حالت دختر سالم، دختر بیمار، پسر سالم و پسر بیمار همگی می‌توانند زاده بشوند. / گزینهٔ (۳): امکان تولد فرزند بیمار در چندین حالت وجود دارد، از جمله حالت مثال زده شده در پاسخ گزینهٔ (۲). در این حالت ممکن است هر سه فرزند بیمار باشند. / گزینهٔ (۴): اگر صفت، وابسته به جنس بارز باشد، تمام دختران ناخالص خواهند بود. ← $X^AY \times X^aX^a$

اگر وابسته به جنس نهفته باشد، هم در هر دو حالت خالص یا ناخالص بودن مادر، دختر می‌تواند ناخالص شود، پس این گزینه درست است.

$X^aY \times X^AX^A$ ، X^AY یا X^AX^a

B ۳۶۴ ۴ عامل انعقادی VIII (*هشت*)، پروتئینی انعقادی است که ژن آن روی فام‌تن جنسی X واقع می‌باشد. این ژن‌ها در زنان در حالت سالم، دو حالت X^HX^H (*خالص*) و X^HX^h (*ناخالص*) دارند و در حالت بیمار دارای ژن‌های خالص X^hX^h می‌باشند (*پس دو حالت خالص می‌تواند داشته باشد*). از طرفی صفت گروه خونی ABO، چون مستقل از جنس می‌باشد، سه حالت خالص AA، BB و OO در مردان و زنان ایجاد می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. هموفیلی چون صفتی وابسته به X می‌باشد، در هر هسته یاخته پیکری مردان دارای یک دگره می‌باشد (X^hY). / گزینهٔ (۲): نادرست است. ژن تولید عامل انعقادی VIII، **همانند** Rh یک صفت دو دگره‌ای با رابطهٔ بارز و نهفتگی می‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. صفت **حالت مو** در انسان، **غیرجنسی** بوده که در مرد و زن می‌تواند به صورت خالص یا ناخالص بروز یابد، ولی هموفیلی وابسته به X بوده و فقط در زنان به صورت ناخالص یا خالص بروز می‌یابد.



کراسینگ‌اور در کروموزوم X
(باعث می‌شود که در یک میوز به جای دو نوع یاخته، ۴ نوع ایجاد شود)

B ۳۶۵ ۲ تعریف چلیپایی شدن را در فصل بعد می‌خوانیم. چلیپایی شدن عملی است که در پروفاز میوز ۱ رخ می‌دهد و با تبادل قطعه بین ژن‌های موجود در دو فامینک **غیرخواهری** از یک **جفت فام‌تن همتا**، سبب ایجاد تنوع ژنتیکی و ترکیبات متنوع دگره‌ها می‌شود. **برای عمل چلیپایی شدن لازم است که ژن‌های دو یا چند صفت، روی یک جفت فام‌تن همتا باشند.** در این تست فقط در گزینهٔ (۲) می‌توان دو صفت وابسته به X مشاهده کرد که می‌توانند با هم تبادل قطعه کنند و تنوع ژنتیکی ایجاد کنند ولی در سایر گزینه‌ها ژن‌های گروه خونی Rh در فام‌تن جفت ۱ و ژن‌های گروه خونی ABO روی جفت فام‌تن ۹ می‌باشد. *(در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که این شیوه، در کنکور ۹۹ آمده است و یادتون باشه که در این فصل دربارهٔ دو بیماری انسانی نعقه، فنیل‌کتونوری و هموفیلی بحث شده است، که یکی مستقل از جنس و دیگری وابسته به X است، پس با هم کراسینگ‌اور نمی‌دهند.)*

B ۳۶۶ ۳

نکته

۱ اگر یک بیماری وابسته به X با دگره بارز (غلبه) با کروموزوم (X^A) باشد:

- مرد بیمار (X^AY) ← قطعاً دارای دخترانی بیمار خواهد شد. / قطعاً مادری بیمار داشته است. ← X^AX^a یا X^AX^A

۲ اگر یک بیماری وابسته به X با دگره نهفته (X^a) باشد:

- زن بیمار (X^aX^a) ← قطعاً پدری بیمار داشته است X^aY. / قطعاً همهٔ پسران وی بیمار خواهند شد X^aY.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زن بیمار X^AX^a می‌تواند پسر سالم X^aY داشته باشد. / گزینهٔ (۲): دختر بیمار X^aX^a می‌تواند مادر سالم X^AX^a داشته باشد *(ولی پدرش قطعاً بیمار (X^aY) است)*. / گزینهٔ (۴): پسر بیمار X^aY می‌تواند مادر سالم X^AX^a داشته باشد.

B ۳۶۷ ۱ فردی که ناقل هموفیلی است، X^HX^h و قطعاً زن می‌باشد. این فرد صرف نظر از هر نوع ژن‌نمودی، **در هر بار میوز** در نهایت، می‌تواند در صورت وجود اسپرم، یک نوع گامت *(تخمک)* و حداکثر سه گویچهٔ قطبی ایجاد کند. در این سؤال، اگر توانایی ایجاد چند نوع گامت در انواع میوزها را می‌خواست، چون می‌توان ژن‌نمود X^HX^hAODd را در نظر بگیریم، حداکثر ۸ نوع گامت و حداقل در حالت X^HX^hAARR دو نوع گامت می‌تواند در میوزهای مختلف خود ایجاد کند *(یک میوز در هر زن، یک یاختهٔ جنسی و سه گویچه می‌دهد)*.

A ۳۶۸ ۴ هموفیلی صفتی است که ژن آن روی فام‌تن X قرار دارد، بنابراین هیچ‌گاه از پدر به پسر انتقال نمی‌یابد. زیرا پسرها، تنها فام‌تن X خود را از مادر دریافت می‌کنند *(اینم یه سؤال آسون! دقت کنید که قرار نیست همهٔ سؤالات تو کنکور، دو کیلومتر پاسخ داشته باشند!)*.

A ۳۶۹ ۱ در صفت وابسته به X و با رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌ها، پسری که رخ‌نمود نهفته دارد، یعنی دارای ژن‌نمود X^aY می‌باشد. این پسر قطعاً Y خود را از پدر و X^a خود را از مادرش گرفته است. پس مادر وی قطعاً یا X^aX^a و یا X^AX^a بوده است که حتماً دگره X^a را داشته است.

تله‌های تستی گزینه‌های (۲) و (۳): در صفات وابسته به X، بین پدر و پسر، رابطه‌ای از کروموزوم X وجود ندارد. / گزینهٔ (۴): مادر اگر ناخالص X^AX^a هم باشد، باز هم ممکن است پسر با رخ‌نمود نهفته X^aY ایجاد شود.

B ۳۷۰ ۴ در به ارث رسیدن صفت وابسته به X بارز، شرط این است که مرد بیمار باید قطعاً مادرش بیمار باشد و در آینده همهٔ دخترانش هم بیمار شوند. چون X^A حاوی دگره بارز، بیماری را از مادر خود گرفته و به همهٔ دختران خود می‌دهد و آن‌ها را بیمار می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زن بیمار X^AX^a می‌تواند پدر X^aY سالم داشته باشد. / گزینهٔ (۲): زن بیمار X^AX^a می‌تواند پسر سالم X^aY داشته باشد. / گزینهٔ (۳): پسر سالم X^aY می‌تواند خواهر بیمار X^AX^a داشته باشد.

A ۳۷۱ ۱ چون پسران فقط فام‌تن Y شان را از پدر می‌گیرند، پس صفت وابسته به X در مورد پسران از مادر به ارث می‌رسد. اما ژن‌نمود مردی به صورت X^aY را در نظر بگیرید. فرزند این مرد می‌تواند دختری با ژن‌نمود X^AX^a باشد که X^a را از پدر به ارث برده و این دختر هم می‌تواند پسری با ژن‌نمود X^aY داشته باشد. **پس بیماری از مرد به نوهٔ پسری‌اش می‌تواند به ارث برسد.** این مورد در زنان هم قابل بررسی است.

B ۳۷۲ ۳ در صفت وابسته به X نهفته مثل هموفیل، هیچ‌گاه دختر بیمار (X^aX^a) نمی‌تواند پدرش سالم (X^AY) باشد.

تله‌های تستی اگر مادر سالم ناقل (X^AX^a) و پدر بیمار (X^aY) باشد، احتمال دختر بیمار (X^aX^a) وجود دارد *(گزینهٔ (۱) امکان انتقال دارد)*. / اگر در بیماری وابسته به X نهفته، مادر بیمار X^aX^a باشد، تمام پسران آن‌ها بیمار و به صورت X^aY می‌شوند *(گزینهٔ (۲) امکان انتقال دارد)*. / اگر مادر سالم ناقل (X^AX^a) باشد، به فرزندان پسرش می‌تواند صفت بیماری را منتقل کند و صفت وابسته به Y هم از پدر به پسر منتقل می‌شود *(گزینهٔ (۴) امکان انتقال دارد)*.

ج) آمیزش و پانت

B ۳۷۳ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. وقتی در مسئله‌ای از آمیزش بین افراد سخن به میان آمد، همیشه اول ژن‌نمود والدین را پیدا کنید و سپس اگر دوست داشتید می‌توانید مربع پانت را برای فرزندان بکشید و سپس هر گزینه را تحلیل کنید!! و یا اینکه کمی که متبحر شدید و تست‌های الگو را زدید، دیگه با چشم هم می‌توانید در مورد فرزندان تحلیل کنید.

بریم سر وقت مسئله:

می‌دانیم که صفت رنگ گلبرگ‌های گل میمونی، دو دگره‌ای غیرجنسی با رابطهٔ بارزیت ناقص بوده‌اند که دو حالت ژن‌نمود خالص قرمز RR و سفید WW و یک حالت ناخالص صورتی RW دارد. با توجه به آمیزش بین دو گل صورتی RW، مربع پانت برای فرزندان به صورت زیر می‌باشد که هر مربع آن $\frac{۱}{۴}$ احتمال دارد.

ژنوتیپ والدین: $RW \times RW \Rightarrow$ جدول پانت فرزندان

RW صورتی	RR قرمز
WW سفید	RW صورتی

$\Rightarrow$ احتمال هر مربع $\frac{۱}{۴}$ می‌باشد.

تست‌های تستی الف) درست است. زاده‌های خالص همان RR و WW در جدول پانت هستند که رخ‌نمود قرمز (RR) و سفید (WW) دارند، که با شکل ظاهری صورتی در والدین متفاوتند. / ب و د) نادرست هستند. زاده‌های RR و RW دارای دگره قرمزی (R) هستند که یکی از آن‌ها یعنی RRها، خالص می‌باشند و دوتای دیگر یعنی RWها، صورتی را بروز می‌دهند. / ج) نادرست است. رخ‌نمود جدید یعنی آن‌هایی که صورتی نیستند و با والدین متفاوتند که همگی یعنی هم RRها و هم WWها خالص می‌باشند.

A ۳۷۴ ۴ در این سؤال دقت کنید که **نسل دوم** حاصل از آمیزش دو گل میمونی قرمز و سفید را خواسته است. در این مثال، در نسل اول، همهٔ زاده‌ها صورتی (RW) می‌شوند و در نسل دوم هر سه نوع زاده ایجاد می‌شوند، که طبق جدول پانت به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در نسل دوم هر رخ‌نمود یا ژن‌نمودی که ایجاد می‌شوند یا در نسل P یا در نسل $F_۱$ وجود داشته است و هیچ نوع جدیدی ایجاد نشده است. (*وقتی دونسل P و $F_۱$ را در مسئله داده است، افراد جدید در $F_۲$، آن‌هایی هستند که در P و $F_۱$ وجود نداشته‌اند.*) / گزینهٔ (۲): نادرست است. بوته‌های نسل دوم، سه نوع رخ‌نمود قرمز، سفید و صورتی دارند که فقط نصف آن‌ها همانند نسل $F_۱$، صورتی می‌باشند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. دقت کنید که در نسل اول، همهٔ زاده‌ها صورتی می‌شوند نه در نسل دوم!! / گزینهٔ (۴): درست است. با توجه به جدول پانت، می‌توان مشاهده کرد که از دو خانه جدول پانت که زاده‌های خالص RR و WW دارند، نصف آن‌ها قرمز (RR) و نصف دیگر سفید (WW) می‌شوند.

P: (والدین اولیه) سفید WW × قرمز RR

$F_۱$ (نسل اول): همه صورتی RW × RW

$F_۲$ (نسل دوم):

RW صورتی	RR قرمز
WW سفید	RW صورتی

B ۳۷۵ ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

در این سؤال مادر سالم X^HX^H یا X^HX^h بوده که گروه خونی AB^+، یعنی همراه با DD یا Dd دارد. از طرفی پدر فقط در گروه خونی A ابهام دارد و به صورت $X^hY(AA$ یا $AO)dd$ می‌باشد.

تست‌های تستی الف) نادرست است. احتمال به دنیا آمدن پسر هموفیل (X^hY) با گروه خونی مشابه مادر به صورت $ABdd$ وجود دارد (*اگر مادر، نخل و AB و پدر Dd باشد*). / ب) نادرست است. احتمال به دنیا آمدن فرزندی با ژن‌نمود $ABDd$ وجود دارد (*در صورتی که پدر Dd باشد*). / ج) درست است. قطعاً چون پدر، بیماری هموفیلی دارد، الل X^h خود را به هر دختر خود منتقل می‌کند و هر دختر وی حداقل یک X^h بیمار را دارد. / د) درست است. وقتی یکی از والدین، گروه خونی AB دارد، امکان فرزندی با گروه خونی (O) وجود ندارد.

B ۳۷۶ ۴ از فرض سؤال به‌طور قطع متوجه می‌شویم که والدین گروه خونی $AODd$ و $BODd$ داشته‌اند (*چون فقط در این حالت هر چهار نوع گروه خونی A - B - AB - O به همراه سه نوع ژن‌نمود DD، Dd یا dd به دنیا می‌آید*). می‌توانید مانند حالت روبه‌رو، جدول پانت فرزندان را در هر دو صفت گروه خونی رسم کنید تا با خیال راحت مسئله را حل کنید.

والد ۱: AO Dd
والد ۲: BO Dd

پانت ABO:

AO	AB
OO	BO

پانت Rh:

Dd	DD
dd	Dd

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در مورد کربوهیدرات A به صورت AO یا AB ناخالص هستند، ولی در مورد Rh نادرست است. چون می‌تواند خالص DD یا ناخالص Dd باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. دو صفت خالص به صورت $OODD$ یا $OOdd$ می‌باشد که در حالت اول گروه خونی مثبت با زائدهٔ پروتئین D دارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. زائدهٔ D از نوع پروتئین است نه کربوهیدرات! / گزینهٔ (۴): درست است. والدین این خانواده همواره دو صفت ناخالص دارند.

B ۳۷۷ ۴ این سؤال جذابیت و زیبایی یک معما را دارد!!

در ابتدا فقط می‌دانیم که مادری با گروه خونی A (AA یا AO) با پدری با گروه خونی B (BB یا BO) آمیزش کرده است در این صورت فقط از هر والد یک دگره آن‌ها مشخص می‌باشد:

مادر $A \frac{?}{} \times B \frac{?}{}$ پدر

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اگر فرزندی با گروه خونی O متولد شود، قطعاً هر دو والد دگره O را داشته‌اند و پدر و مادر وی AO و BO بوده‌اند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. اگر از این زوج، فرزندی با گروه خونی B به دنیا بیاید، قطعاً مادر AO بوده و AA نمی‌باشد (*چون در صورتی که مادر AA باشد، امکان ندارد فرزندی بدون کربوهیدرات A روی غشای گویچهٔ قرمز و با گروه خونی B به دنیا بیاید*). / گزینهٔ (۳): نادرست است. همانند توضیح گزینهٔ (۲)، اگر فرزندی با گروه خونی A به دنیا بیاید، پدر قطعاً BO بوده است و نمی‌تواند BB باشد. / گزینهٔ (۴): درست است. اگر در این زوج فرزندی با گروه خونی AB ایجاد شود، ژن‌نمود این زوج را نمی‌توان بررسی کرد، چون در این سؤال، در حالات مقابل می‌توانند این فرزند را ایجاد کنند $(AO \times BO) \Leftarrow (AO \times BB)$ یا $(AA \times BO)$ و یا

B ۳۷۸ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در این خانواده، قطعاً پدر X^hY و مادر X^HX^h بوده است که در این خانواده، پسران هم سالم X^HY و هم بیمار X^hY هستند و دختران نیز می‌توانند بیمار یا سالم ناقل باشند.

تست‌های تستی الف) نادرست است. فرزند سالم می‌تواند دختر ناقل یا پسر سالم باشد (*فقط نخل در صفت وابسته به X، مخصوص فرزندان دختر می‌باشد*). / ب) نادرست است. پسران بیمار، الل خود را از مادر گرفته‌اند. / ج) درست است. همهٔ دختران از پدر خود یک X^h گرفته‌اند. / د) نادرست است. پسران X^HY را نیز در نظر بگیرید، که سالم و دارای یک نوع الل X^H می‌باشند.

A ۳۷۹ ـ ۱ فنیل‌کتونوری بیماری مستقل از جنس نهفته است. پس اگر زوجی سالم بتوانند صاحب دختری بیمار ff شوند، قطعاً این زوج سالم ناقل Ff بوده‌اند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در صورتی که یک والد سالم خالص FF باشد، فرزند بیمار به دنیا نمی‌آید. / گزینهٔ (۳): با دو ژن‌نمود خالص AA یا aa، تمام مفروضات مسئله باطل می‌شوند. / گزینهٔ (۴): ژن بیماری فنیل‌کتونوری روی کروموزوم غیرجنسی قرار دارد.

A ۳۸۰ ـ ۳ در این آمیزش، پدر هموفیل و فنیل‌کتونور است و ژن‌نمود $X^hY\ ff$ دارد. چون پسر اول سالم است، یعنی X^HY دارد و پسر دوم که هموفیل است، X^hY می‌باشد. پس در صفت هموفیلی، مادر ناقل (X^HX^h) بوده است. در مورد فنیل‌کتونوری نیز، چون پسر اول سالم است، پس مادر الل F را داشته است، ولی چون پسر دوم بیماری ff دارد، پس مادر در این صفت نیز ناقل (Ff) بوده است.

پدر	X^hYff
مادر	X^HX^hFf

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. پسر هیچ‌گاه در هموفیلی ناقل نمی‌باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ممکن است دختر X^hX^hff به دنیا بیاید. / گزینهٔ (۳): درست است. دختر سالم آن‌ها قطعاً X^HX^hFf بوده است که دو الل بیماری h و f دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. دختران سالم آن‌ها مانند مادر می‌شوند.

درسنامه درختی ۴۶ فنیل‌کتونوری

ویژگی‌های ژنتیکی
- بیماری‌های ژنتیکی در موارد معدودی درمان‌پذیرند.
- گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد.

فنیل‌کتونوری
- در این بیماری مستقل از جنس نهفته، آنزیمی که آمینواسید فنیل‌آلانین را می‌تواند تجزیه کند، وجود ندارد و ساخته نمی‌شود.
- تجمع فنیل‌آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود ← مغز آسیب می‌بیند.
- با تغذیه نکردن از خوراکی‌هایی که فنیل‌آلانین دارند می‌توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

تغذیهٔ افراد مبتلا به فنیل‌کتونوری

نوزاد
- در ابتدای تولد، علائم آشکاری ندارد.
- تغذیهٔ نوزاد مبتلا با شیرخشک‌هایی که **فاقد** فنیل‌آلانین است باید صورت بگیرد.
- شیر مادر پر از فنیل‌آلانین است ← به یاخته‌های مغزی آن آسیب می‌رساند.
- در بدو تولد از نظر ابتلا به آن آزمایش خون می‌شوند.

بزرگسال
- تغذیه با رژیم‌هایی بدون (یا کم) فنیل‌آلانین

B ۳۸۱ ـ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند. از پدر و مادر سالم از نظر هموفیلی، امکان ندارد که دختری هموفیل (*مثال عبارت (ب)*) به دنیا بیاید، چون باید هر دو کروموزوم جنسی آن، حاوی الل بیماری باشند؛ ولی پدر وی فاقد دگره‌های بیماری هموفیلی (X^h) می‌باشد. از طرفی عبارت (ج) هم نادرست است، چون پسران نیز در بیماری وابسته به X حالت ناقل ندارند. از نظر بیماری فنیل‌کتونوری که مستقل از جنس نهفته است و هر دو والد، ناقل هستند، احتمال تولد هر نوع فرزندی وجود دارد (*توجه داشته باشید که پرهیز والدین از فنیل‌آلانین، هیچ ارتباطی به عدم انتقال ژن‌های بیمار به نسل بعد ندارد*).

پدر	X^HYFf
مادر	X^HX^hFf

تله‌های تستی الف) احتمال دختر ناقل با ژن‌نمود $(Ff$ و $X^HX^h)$ وجود دارد. / د) احتمال X^hY و ناقل Ff نیز وجود دارد.

B ۳۸۲ ـ ۴ در این سؤال به قید **برخی** در متن سؤال دقت کنید، چون فقط می‌توان در حالتی که هر دو والد Aa باشند، فرزندی مثلاً AA یا aa مشاهده کرد که ژن‌نمود متفاوت با والدین Aa دارند. اگر هر حالت دیگر آمیزش را در نظر بگیرید، یا همهٔ فرزندان با والدین متفاوت می‌شوند (*مثال* $aa\times AA$) و یا هر فرزند حداقل مانند یک والد می‌شود (*مثال* $Aa\times aa$ یا $Aa\times AA$). پس در آمیزش $Aa\times Aa$ که مدنظر تست است، والدین ژن‌نمود و رخ‌نمود مشابه دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مورد فرزند aa نادرست است، چون والدین بارز و این فرزند نهفته است. / گزینهٔ (۲): فرزند AA هم ممکن است به دنیا بیاید که رخ‌نمود بارز (*متأهل*) دارد، ولی خالص است. / گزینهٔ (۳): در این خانواده سه نوع ژن‌نمود و دو نوع رخ‌نمود می‌توان مشاهده کرد.

A ۳۸۳ ـ ۲ مرد یا پدر خانواده که مادرش موی موج‌دار RW و پدرش موی صاف WW دارد، یا موی RW موج‌دار و یا موی صاف WW دارد. از طرفی خانمی که پدرش موی فر RR و مادرش موی صاف WW دارد، حتماً موی موج‌دار RW دارد. پس پدر خانواده $(RW$ یا $WW)$ است، ولی مادر قطعاً RW می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. فرزند با موی موج‌دار به صورت RW می‌باشد، که در هر دو صورت پدر با ژن‌نمود RW یا WW امکان‌پذیر است. / گزینهٔ (۲): درست است. موی فرفری در فرزند نشانه RR است. در این صورت هر دو والد الل R را داشته‌اند و هر دو RW بوده‌اند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. فرزند با موی صاف WW می‌باشد که می‌تواند پدر WW و مادر RW داشته باشد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. حالت موی ناخالص فقط به صورت RW می‌باشد که در این صورت پدر هر دو حالت RW یا WW را می‌تواند داشته باشد.

B ۳۸۴ ـ ۲ موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

نکته ۱ دلیل نادرستی موارد (الف) و (ج) این است که در بیماری‌هایی که ژن **نهفته** باعث بیماری می‌شود، همواره چه در حالت غیرجنسی و چه جنسی، از والدین بیمار، فقط فرزند بیمار به دنیا می‌آید، چون به ترتیب دارای بیماری‌های نهفته مستقل از جنس و نهفته وابسته به X هستند.

والدین بیمار (بیماری وابسته به X نهفته) $X^hY\times X^hX^h$ → همهٔ فرزندان بیمار می‌شوند. (نادرستی ج)

والدین بیمار (بیماری اتوزومی نهفته) $aa\times aa$ → $\frac{1}{1}$ همهٔ فرزندان بیمار aa می‌شوند. (نادرستی الف)

نکته

۲ در بیماری‌هایی که **ژن بارز** سبب ایجاد بیماری می‌شود، در حالت مستقل از جنس بارز، اگر والدین بیمار باشند، در صورتی که ناخالص Aa بوده باشند، امکان دارد که صاحب پسر یا دختر سالم و بیمار شوند (درستی ب).

۳ در بیماری وابسته به X بارز، وقتی پدر، بیمار می‌باشد، ژن‌نمود X^AY دارد و قطعاً همهٔ دختران وی بیمار می‌شوند که یا X^AX^A و یا X^AX^a هستند، ولی در این بیماری مادر بیمار اگر ناخالص X^AX^a باشد، می‌تواند صاحب پسر سالم X^aY یا پسر بیمار X^AY شود (درستی د).

C ۳۸۵ **۲** باید در هر صفت از روی گزینه‌ها، ژن‌نمود والدین را نوشته و سپس به بررسی درستی هر گزینه بپردازیم.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اگر ژن‌نمود پدر X^HYFf و مادر X^HX^hFf باشد، هر دو سالمند، ولی احتمال داشتن پسری هموفیل و فنیل‌کتونور X^hYff وجود دارد. / گزینهٔ (۲): درست است. اگر پدر و مادر سالم را FF در نظر بگیریم، هیچ‌گاه فرزند بیمار ff به دنیا نمی‌آید. / گزینهٔ (۳): نادرست است. وقتی پدر و مادر از نظر انعقاد خون (*هموفیلی*) سالم هستند، قطعاً همهٔ دختران آن‌ها سالم می‌شوند، چون همواره از پدر دگره (X^H) را می‌گیرند و امکان ندارد بیمار (X^hX^h) با انعقاد خون غیرطبیعی به دنیا بیاید. از طرفی اگر هر دو والد در فنیل‌کتونوری سالم ناقل باشند، احتمال تولد دختر بیمار ff وجود دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. چون فرزند آن‌ها، پسر هموفیل به دنیا آمده است، پس مادر، ناقل این بیماری بوده است و اگر والدین در بیماری فنیل‌کتونوری، سالم ناقل باشند، در هر فرزندی، به احتمال $\frac{1}{4}$ می‌تواند فنیل‌کتونور (aa) به دنیا بیاید (*یعنی بروز هموفیلی اصلاً ربطی به بروز فنیل‌کتونوری ندارد*).

A ۳۸۶ **۲** مرد سالم خانواده به دلیل بیماری مستقل از جنس نهفتهٔ پدرش (ff)، قطعاً از نظر فنیل‌کتونوری، حالت ناخالص Ff یا ناقل دارد. از طرفی به دلیل به دنیا آمدن فرزندی مبتلا به هموفیلی از دو والد سالم، در مورد این بیماری، نتیجه می‌گیریم که مرد X^HY و زن، ناقل هموفیلی یا X^HX^h بوده است. در این خانواده امکان تولد دختری هموفیل به صورت X^hX^h که نتواند فاکتور انعقادی ۸ خون را بسازد، به هیچ عنوان وجود ندارد، چون این دختر نمی‌تواند پدری سالم از نظر هموفیلی داشته باشد. (*به‌طور قطع مطمئن هستم که سایر عبارات را خودتان تحلیل می‌کنید!*)

احتمال به دنیا آمدن فرزندان گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) وجود دارد. $\Rightarrow$ پدر: X^HYff × مادر: X^HX^hff

B ۳۸۷ **۴** وقتی در بیماری هموفیلی که وابسته به X و نهفته است بحث می‌کنیم، اگر پدر و مادر سالم باشند و فرزند بیمار به دنیا آمده باشد، قطعاً آن فرزند، **پسری هموفیل** بوده است. چون پدرش X^HY و مادرش X^HX^h بوده و احتمال تولد دختری هموفیل از آن‌ها وجود نداشته است. از طرفی در بیماری فنیل‌کتونوری که مستقل از جنس نهفته است، پدر و مادر سالم وقتی دارای فرزند بیمار می‌شوند که هر دو ناقل با ژن‌نمود Ff بوده باشند. در این حالت که پدر X^HYFf و مادر X^HX^hFf می‌باشد، فرزندی که در هر دو بیماری ناقل به دنیا آمده است، قطعاً **دختری** با ژن‌نمود X^HX^hFf بوده است و فاقد اسپرم می‌باشد.

- فرزند اول آن‌ها پسری با ژن‌نمود X^hYff و دارای سه دگره بیماری بوده است (رد گزینهٔ (۱)).
- احتمال دختری با ژن‌نمود ناقل دو بیماری به صورت X^HX^hFf وجود دارد (رد گزینهٔ (۲)).
- پسری با ژن‌نمود ناقل از نظر فنیل‌کتونوری که دگره بیماری (f) را دارد، می‌تواند از نظر هر دو صفت سالم و به صورت X^HYFf باشد (رد گزینهٔ (۳)).

A ۳۸۸ **۱**

نکته

در بیماری‌های مستقل از جنس نهفته و وابسته به X نهفته اگر والدین هر دو بیمار باشند، قطعاً همهٔ فرزندان آن‌ها بیمار خواهند شد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)). در صفات وابسته به X بارز، اگر پدر بیمار (X^AY) باشد، حتماً همهٔ دخترانش بیمار خواهند شد، چون X^A دارای ویژگی بیماری را به آن‌ها می‌دهد. تنها در صفات مستقل از جنس بارز است، که والدین بیمار به صورت Aa می‌توانند فرزندان سالم به صورت aa داشته باشند (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۳)).

د) صفات پیوسته و گسسته

C ۳۸۹ **۱** موارد (الف)، (ب)، (ج) و (د) از تفاوت‌های صفات پیوسته و گسسته می‌باشند.

صفات پیوسته
- ۱) صفاتی با رخ‌نمودهایی از کمیت‌های مختلف در بین دو بازه یا طیف می‌باشند (درستی الف).
- ۲) **ژن‌های متعدد** بروز دهندهٔ آن‌ها در جایگاه‌های متفاوت و **معمولاً** در چند جفت فام‌تن **مجزا** قرار دارند (درستی ب).
- ۳) رنگ ذرت، طول قد، رنگ پوست و... را شامل می‌شود.
- ۴) تحت کنترل **ژن و محیط** قرار می‌گیرند و نمودار توزیع آن‌ها در جامعه **زنگوله مانند** است.

صفات گسسته (*غیرپیوسته*)
- ۱) صفاتی **تک‌جایگاهی** می‌باشند (*برخلاف صفات پیوسته چندجایگاهی نیستند*) (درستی ج).
- ۲) برخی از آن‌ها تحت تأثیر محیط نیز می‌باشند (*اثر میزان آلودگی هوا بر بیماری داسی‌شکل*).
- ۳) گروه‌های خونی، رنگ گل میمونی و... را شامل می‌شود که دو یا چند دگره‌ای می‌باشند.
- ۴) کمیت‌های عددی با رخ‌نمود زیاد ندارند (*طیف‌های رخ‌نمودی ندارند*).

نکته

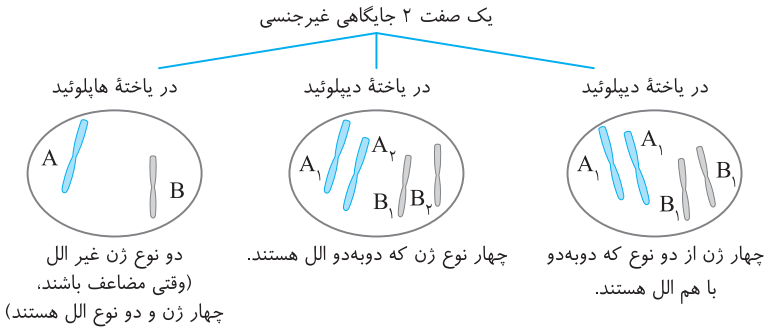
۱ در هر دو نوع صفت، هر جفت فام‌تن همتا چه جفت جنسی (XX) و چه مستقل از جنس‌ها، معمولاً دو دگره از هر جایگاه ژنی را می‌پذیرد (درستی ج) و هر دو می‌توانند تحت تأثیر محیط قرار بگیرند (*مثل طول قد و تغییر گویچهٔ قرمز در افراد ناخالص داسی‌شکل در کمبود O_2 محیط*).

۲ صفات گسسته، فاقد ژن‌های مجزا روی جفت کروموزوم غیرهمتا می‌باشند ولی در صفات پیوسته این ژن‌ها وجود دارند (درستی د).

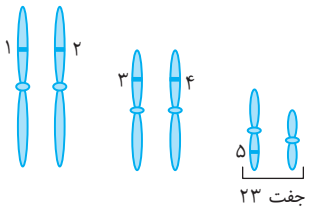
A ۳۹۰ ـ **۴** صفات چندجایگاهی، مثل رنگ دانهٔ ذرت، برای به ارث رسیدن به بیش از دو ژن نیاز دارند؛ ولی صفتی که حداکثر دو ژن یا الل دارد، قطعاً تک‌جایگاهی می‌باشد. دقت داشته باشید که صفت تک‌جایگاهی حداکثر در حالت مستقل از جنس، سه نوع ژن‌نمود دارد، ولی انواع ژن‌نمود در صفت بیش از یک‌جایگاهی، حداقل ۹ نوع ژن‌نمود در حالت دوجایگاهی دارد. (*هر جایگاه ژنی می‌تواند سه نوع ژن‌نمود AA - Aa - aa داشته باشد.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): به‌طور معمول صفات **تک‌جایگاهی** از انواع **صفات گسسته** بوده، ولی صفات **چندجایگاهی** از نوع صفات **پیوسته** با کمیت‌های مختلف و نمودار **زنگوله‌ای** می‌باشند. / گزینهٔ (۲): صفات تک‌جایگاهی می‌توانند به دو حالت بارز و نهفتگی (*مثل Rh*) و یا سه حالت در صورت هم‌توانی یا بارزیت ناقص دیده شوند، ولی صفات چندجایگاهی، حداقل اگر دو جایگاه با رابطهٔ بارز و نهفتگی نیز داشته باشند، بیش از دو طیف رخ‌نمودی دارند (*۵ طیف دارند*). / گزینهٔ (۳): نمودار توزیع زنگوله‌ای از ویژگی‌های صفات چندجایگاهی می‌باشد.

B ۳۹۱ ـ **۴** در یک صفت مستقل از جنس، هر جایگاه ژنی می‌تواند در افراد **مختلف** جامعه، پذیرای n نوع ژن دگره باشد، ولی در هر یاختهٔ دیپلوئید، هر جایگاه، ۲ دگره (*یکسان یا غیریکسان*) بوده، ولی در یاختهٔ هاپلوئید دارای یک دگره می‌باشد. در این سؤال چون صفت تحت کنترل دو جایگاه است، در یاختهٔ دیپلوئید **مضاعف**، چهار جفت ژن دیده می‌شود که **دو به دو با هم دگره هستند** (نادرستی گزینهٔ (۳)) که ممکن است این چهار ژن از دو نوع $AAbb$ یا از سه نوع $AaBB$ یا از چهار نوع مختلف $AaBb$ باشند (نادرستی گزینهٔ (۱)). در یاختهٔ هاپلوئید، هر جایگاه یک ژن دارد و دو جایگاه دارای دو ژن می‌باشد که قطعاً دگره همدیگر نیستند، چون روی دو فام‌تن غیرهمتا قرار دارند (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۲)).



B ۳۹۲ ـ **۳** اگر به شکل دقت کنید، جفت فام‌تن ۲۳، یعنی فام‌تن‌های جنسی این مرد نیز در صفت فوق دخیل هستند (*چون جفت آخر هم اندازه و همتا نیستند*) پس وراثت این صفت به X و جنسیت وابسته می‌باشد. صفت فوق دارای ۳ جایگاه ژن می‌باشد که ۲ تای آن در جفت فام‌تن غیرجنسی و یک جایگاه در جفت فام‌تن جنسی (*جفت ۲۳*) آن‌هاست.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اینکه این صفت در جامعه چند دگره دارد با ژن‌نمود یک فرد مشخص نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. این صفت دارای سه جایگاه ژن می‌باشد که در هستهٔ یاخته دیپلوئید، ۵ ژن دارد (*اما همان طور که در گزینهٔ (۱) هم گفته شد، نمی‌توان تعداد کل دگره‌های موجود برای هر جایگاه را از شکل فهمید*). / گزینهٔ (۳): درست است. این صفت چون یک جایگاه ژن آن روی کروموزوم X است، پس بروز آن در دختر و پسر متفاوت است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. یکی از جایگاه‌های ژنی روی جفت ۲۳ است و این صفت وابسته به X است (*به‌معنای عدم احتمال وقوع یکسان در جنسیت‌های مختلف است. همچنین باز هم می‌گوییم که نمی‌توان تعداد دگره‌ها را فهمید*).

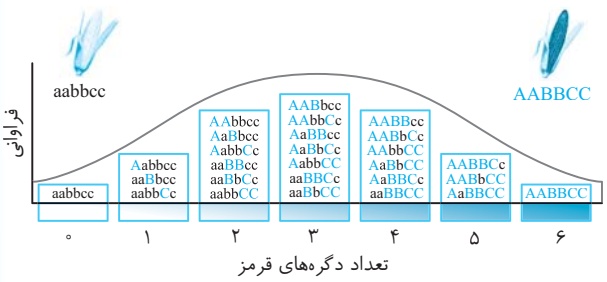
A ۳۹۳ ـ **۳** وقتی یک صفت در یک فرد تحت کنترل ۶ ژن فوق باشد، نشان دهندهٔ این است که **سه جایگاه ژنی** در بروز آن نقش داشته است (درستی گزینهٔ (۳)) که دو به دو با هم دگره هستند ولی ژن‌های هر جایگاه، با هم دگره نیستند (رد گزینهٔ (۲)). در ژن‌نمود $AaRWDd$، قطعاً صفتی که با Aa نمایان شده است، رابطهٔ بارز و نهفتگی دارد (رد گزینهٔ (۴))، ولی اینکه هر صفت در جامعه حاوی چند دگره باشد مشخص نیست (رد گزینهٔ (۱)).

B ۳۹۴ ـ **۴** صفات پیوسته، دارای رخ‌نمودهایی از کمیت‌ها یا طیف‌های رخ‌نمودی می‌باشند. در این صفات توزیع فراوانی آن‌ها به صورت نمودار زنگوله‌ای می‌باشد. در این صفات، مثل رنگ دانهٔ ذرت، مثلاً می‌توان دو ژن‌نمود خالص $aaBBcc$ و $AAbbcc$ با رخ‌نمود یکسان یافت. هر دو نوع صفت می‌توانند تحت تأثیر محیط قرار بگیرند و رابطه‌های مختلفی بین دگره‌ها داشته باشند (نادرستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳)).

B ۳۹۵ ـ **۱** فقط مورد (الف) صحیح است. در این تست دقت کنید که: الف) درست است. در صفات چندجایگاهی، یک رخ‌نمود در اثر دستورالعمل‌ها و بروز کل ژن‌های آن صفت ایجاد می‌شود و هر ۶ ژن در بروز هر رخ‌نمود نقش دارد. / ب) نادرست است. مثلاً در دو طرف طیف، **دو نوع رخ‌نمود** وجود دارد که هر دو **یک حالت ژن‌نمود** دارند. / ج) نادرست است. در وسط نمودار مشاهده می‌کنید که مثلاً ژن‌نمود $AABbcc$ در دو جایگاه اول و سوم، خالص است.

بررسی شکل روبه‌رو: در این نمودار که رخ‌نمودهای پیوسته رنگ دانه نوعی ذرت را در محیط نشان می‌دهد، صفتی سه‌جایگاهی است که ۲۷ نوع ژن‌نمود در قالب ۷ رخ‌نمود مشاهده می‌شود. همان‌طور که می‌بینید، بیشترین فراوانی ذرت‌ها، مربوط به ژن‌نمودهایی است که در وسط نمودار با سه ژن بارز می‌باشند. دو طیف آستانه فقط یک نوع ژن‌نمود خالص در همهٔ جایگاه‌ها دارند و کمترین فراوانی را در محیط دارند.

در این نمودار فقط به تعداد ژن‌های بارز هر ژن‌نمود دقت کنید و آن‌ها را بشمارید. همان‌طور که می‌بینید، رخ‌نمود (۱ و ۵) که فراوانی تقریباً برابری دارند، دارای سه ژن‌نمود می‌باشند. رخ‌نمود (۲ و ۴) نیز هرکدام شش ژن‌نمود دارند ولی بیشترین فراوانی مربوط به رخ‌نمود (۳) با ۷ ژن‌نمود می‌باشد که سه ژن بارز دارد.



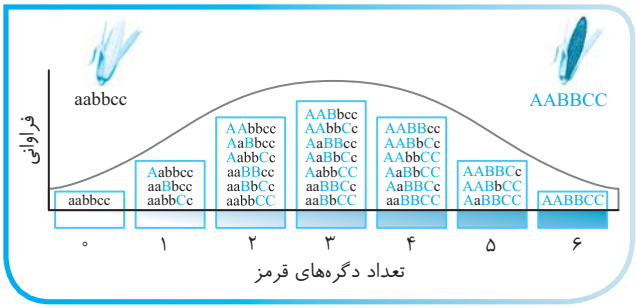
درسنامه درختی ۴۷ صفات پیوسته و گسسته

انواع صفات

- **از نظر کمیت**
  - **پیوسته**: صفاتی مانند اندازهٔ قد که طیف اعداد گوناگونی دارد ← نمودار توزیع آن‌ها در جامعه به صورت زنگوله‌ای می‌باشد.
  - **گسسته**: صفتی مانند *Rh* که تنها دو شکل مثبت و منفی دارد ← طیفی از فنوتیپ‌های به هم پیوسته ندارند ← حالت مو صفتی گسسته است.
- **از نظر تعداد جایگاه**
  - **تک‌جایگاهی**: صفاتی که یک جایگاه ژن در فام‌تن دارند، مثل گروه خونی *ABO* که یک جایگاه ژنی در فام‌تن ۹ دارد.
  - **چندجایگاهی**:
    - در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد ← در هر جایگاه ژنی آن دو الل را به ارث می‌برند.
    - در این صفات:
      - چند جایگاه ژنی مختلف در بروز نهایی صفت مؤثر هستند.
      - ژن‌های هر جایگاه با جایگاه دیگر، الل (*دگره*) نمی‌باشند.
      - چند ژن مختلف، یک صفت را به ارث می‌رسانند که برخی با هم الل و برخی غیرالل هستند.
      - طیفی از فنوتیپ‌های مختلف دیده می‌شود.
      - صفات فنوتیپ پیوسته از نظر عدد و کمیتی دارند.
      - نمودار توزیع فراوانی فنوتیپ‌ها، شبیه **زنگوله** می‌باشد.
      - اغلب آن‌ها مثل طول قد و وزن تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند.
    - رنگ ذرت مثالی از این صفت است که هفت طیف رنگ از سفید تا قرمز دارد.
    - رنگ ذرت: ۳ جایگاه ژنی دارد که هرکدام دو دگره‌ای هستند ← بین الل‌های هر جایگاه، رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود دارد.
    - رخ‌نمودهای دو آستانهٔ طیف، قرمز و سفید هستند.
    - در رخ‌نمودهای دارای جایگاه ناخالص، هرچه تعداد دگره‌های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.
    - در ذرت هر یاختهٔ پیکری دیپلوئید، ۶ ژن از صفت رنگ را دارد ← ژن‌ها دوتا دوتا با هم الل هستند.
    - در هر ژنوتیپ از ۶ ژن، هرکدام تعداد ژن‌های بارز برابر دارند، فنوتیپ مشابه دارند:
      - *AabbCC* فنوتیپ مشابه با *AaBBcc* و *AaBbCc* دارد.
      - چون هر سه ژنوتیپ بالا دارای سه ژن بارز می‌باشند.
      - فنوتیپ ذرت‌های *AaBbCc* با *AABbCc* متفاوت است
        - اولی سه ژن بارز دارد.
        - دومی چهار ژن بارز دارد.

اثر محیط

- گاهی برای بروز یک رخ‌نمود تنها وجود ژن کافی نیست (*رنگ گلبرگ گل ادریسی*).
- مثال
  - ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن به نور هم نیاز دارد.
  - تغذیه و ورزش می‌تواند روی اندازهٔ قد انسان اثر بگذارد.



A ۳۹۶ ـ ۳ با تغییر *pH* خاکِ محیط زیست گیاه ادریسی، از خنثی به اسیدی، گل‌های این گیاه به دلیل ذخیرهٔ آلومینیوم، به رنگ آبی درمی‌آید و از اسیدی به خنثی، صورتی می‌شود. در این حالت دقت کنید که ژن‌نمود تغییر نمی‌کند، بلکه محیط سبب تغییر بیان ژن و ایجاد رخ‌نمود جدید می‌کند. همچنین دربارهٔ گزینهٔ (۴) باید گفت که طبق کتاب دهم، رنگ گلبرگ‌های این گل، در خاک خنثی و قلیایی یکسان و صورتی است.

B ۳۹۷ ـ ۳ صفاتی که ژن آن‌ها روی فام‌تن جنسی *X* می‌باشد، چه یک جایگاه ژن آن‌ها روی یک فام‌تن جنسی باشد و چه همهٔ ژن‌های آن‌ها روی فام‌تن‌های جنسی باشد، در هر صورت در مردان (*که XY هستند*)، نمی‌توانند **صفت ناخالص** داشته باشند چون فام‌تن‌های *X* و *Y* همتا نیستند و دگره‌های یک جایگاه را نمی‌پذیرند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در زنان که *XX* هستند به صورت هم‌توان، بروز می‌یابد. / گزینهٔ (۲): زنان در هر جایگاه خود، بر روی کروموزوم، دو دگره دارند، چه در ژن‌های چندجایگاهی و چه تک‌جایگاهی‌ها. / گزینهٔ (۴): در صفت دوجایگاهی، در زنان به ازای هر جایگاه سه ژن‌نمود مشاهده می‌شود (*چه تک‌جایگاهی و چه چندجایگاهی*) که در مجموع دو جایگاه به ۹ ژن‌نمود می‌رسد.

A ۳۹۸ ـ ۲ هر ۳ صفت فوق گسسته و تک‌جایگاهی می‌باشند که *Rh* ، دو دگره‌ای بوده، گروه خونی *ABO* ، سه دگره‌ای و صفت تولید عامل انعقادی *VIII* (*هشت*) وابسته به *X* دو دگره‌ای می‌باشد.

B ۳۹۹ ـ ۳ در صفات چندجایگاهی، چند ژن در جایگاه‌های مختلف در بروز یک صفت نقش دارند که ژن‌های هر جایگاه با جایگاه دیگر دگره نمی‌باشند. این ژن‌ها معمولاً روی جفت فام‌تن‌های مختلف قرار دارند. این صفات اغلب تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند، ولی **تعیین سهم هر ژن** در ایجاد آن رخ‌نمود، **بسیار دشوار** می‌باشد. این صفات از نوع پیوسته با کمیت‌های عددی مختلف می‌باشد و نمودار توزیع فراوانی آن‌ها زنگوله‌ای می‌باشد. یعنی فراوانی افراد دارای رخ‌نمودهای **وسط طیف** از دو سر آن بیشتر می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ژن‌های جایگاه‌های مختلف با هم دگره نمی‌باشند. / گزینهٔ (۲): جایگاه‌های ژنی مختلف می‌توانند روی جفت کروموزوم‌های متفاوتی باشند. / گزینهٔ (۴): صفات چندجایگاهی، در برخی موارد، تحت کنترل محیط، بیان آن‌ها متفاوت می‌شود.

C ۴۰۰ ـ ۲ موارد (ب) و (د) صحیح هستند. وقتی والدین در ذرت به صورت والد (۱) *AAbbCc* و والد (۲) *aaBbcc* باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ذرت‌های حاصله همگی در جایگاه ژنی اول به صورت *Aa* می‌شوند که مانند ژن‌نمود هیچ‌کدام از دو والد نمی‌باشند. / ب) درست است. از آمیزش آن‌ها احتمال ایجاد ذرتی با یک الل بارز مثل *Aabbcc* با رخ‌نمود والد (۲) وجود دارد و از طرفی احتمال ایجاد ذرتی با سه الل بارز و رخ‌نمود والد (۱) نیز مثلاً به صورت *AaBbCc* وجود دارد. / ج) نادرست است. از آمیزش آن‌ها در جایگاه اول، **همواره** *Aa* ایجاد می‌شود که مانند هیچ‌کدام از رخ‌نمودهای دو طرف آستانه (*aa* و *AA*) نمی‌باشد. / د) درست است. رخ‌نمود ذرت *AAbbcc* دارای دو الل بارز است که می‌تواند مثلاً در اثر آمیزش آن‌ها در ذرت *AaBbcc* دیده شود.

B ۴۰۱ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند و فقط مورد (ج) صحیح است چون صفات چند ژنی، از نوع **پیوسته** می‌باشند که **هر جایگاه** می‌تواند تحت کنترل چند ژن دگره هم باشد. این دگره‌ها رخ‌نمودهای کمیتی متفاوتی را بروز می‌دهند که تحت تأثیر محیط بروز ژن متفاوتی دارند.

تله‌های تستی الف) در هر جایگاه ژنی، حداکثر دو دگره وجود دارد. / ب) بیان ژن آن‌ها **معمولاً** تحت تأثیر محیط است (*وزن، قد و ...*). / د) ژن‌های جایگاه‌های مختلف با هم دگره نیستند.

A ۴۰۲ ـ ۲ با توجه به توضیحات، رنگ بدن مرغابی تحت کنترل دو جفت ژن است یعنی دو ژن دوگره‌ای.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این صفت **دو** جایگاه ژنی دارد. / گزینهٔ (۳): این صفت دو جفت ژن دارد؛ که دوتا دوتا دگره هستند (*نه اینکه چهارتا با هم دگره باشند*). / گزینهٔ (۴): دقت کنید که دگره‌های پیوسته متفاوت از صفات یا رخ‌نمودهای پیوسته هستند و به دگره‌هایی گفته می‌شود که روی یک فام‌تن قرار دارند، ولی صفات یا رخ‌نمودهای پیوسته در صفات چندجایگاهی مثل رنگ دانه ذرت دیده می‌شود.



B ۴۰۳ ـ ۲ موارد (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

بیماری فنیل‌کتونوری (*PKU*)، یک بیماری **مستقل از جنس نهفته** می‌باشد که به سه نوع ژن‌نمود *FF* (*سالم خالص*)، *Ff* (*سالم ناقل یا ناخالص*) و *ff* (*بیمار*) دیده می‌شود. این بیماری مانند سایر بیماری‌های ژنتیکی **معمولاً درمان ندارد**؛ ولی می‌توان با **تغییر عوامل محیطی**، **بروز اثر ژن** را **مهار** کرد (درستی الف). در بیماران، در اثر جهش ژنی، آنزیمی پروتئینی که مسئول تجزیه فنیل‌آلانین اضافی می‌باشد، وجود ندارد (*آمینواسیدها را در بدن می‌توان تجزیه کرد، ولی هیدروژن نمی‌شوند. چون خود، واحد سازنده مولکول‌های آلی پروتئینی می‌باشند*) (درستی ب و نادرستی ج). تجمع فنیل‌آلانین در بدن بیماران سبب **ایجاد ترکیبات خطرناک** می‌شود که آن ترکیب خطرناک، به **مغز** افراد آسیب می‌رساند (نادرستی د).

ایستگاه ۱۵

فنیل‌کتونوری

علت بیماری: تغذیه از پروتئین‌هایی که حاوی آمینواسید ضروری فنیل‌آلانین می‌باشند (*به علت نقص ژنی در تجزیهٔ آن‌ها*).

پیشگیری از بروز علائم: می‌توان با تغذیه نکردن از خوراکی‌های حاوی فنیل‌آلانین، مانع بروز اثرات بیماری شد.

راه درمان: درمان **ندارد**.

راه انتقال: از طریق اسپرم و تخمک دارای الل *f* (*بیمار*) به فرزندان منتقل می‌شود.

علائم: نوزاد بیمار وقتی متولد می‌شود، علائمی آشکار ندارد، ولی تغذیه نوزاد با شیر مادر سبب آسیب مغزی می‌شود؛ چون شیر مادر حاوی فنیل‌آلانین است.

غربالگری: نوزادان را در بدو تولد با آزمایش **خون** (*از پاشنهٔ پا*) غربالگری می‌کنند تا ابتلای احتمالی آن‌ها مشخص شود.

نکته

در صورت ابتلا به این بیماری، به نوزاد، شیر خشک **فاقد فنیل‌آلانین** می‌دهند و در رژیم غذایی **آینده او** از غذاهایی با مقدار کم یا فاقد فنیل‌آلانین استفاده می‌شود.

A ۴۰۴ ـ ۲ در **نوزادان** برای مهار بروز اثر ژن فنیل‌کتونوری باید از شیر خشک‌های **فاقد** فنیل‌آلانین استفاده کرد، ولی در بالغین از رژیم غذایی با فنیل‌آلانین **کم یا بدون** این آمینواسید استفاده می‌شود. (*حتماً می‌دانید که در رژیم غذایی بالغین، شیر خشک وجود ندارد.*)

B ۴۰۵ ـ ۴ در این بیماری آنزیمی (*نوعی کاتالیزور زیستی*) که آمینواسید فنیل‌آلانین را می‌تواند تجزیه کند، وجود ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اثر محیط نیز در بروز بیماری نقش دارد (*یعنی باید ابتدا یک مقدار فنیل‌آلانین موجود باشد که رخ‌نمود بروز کند*). / گزینهٔ (۲): ترکیبات خطرناک ایجاد شده توسط تجمع آن، باعث آسیب می‌شود. / گزینهٔ (۳): اگر اثر محیطیِ مناسب (*وجود مقدار مناسبی فنیل‌آلانین*) وجود داشته باشد، آسیب مغزی داریم.

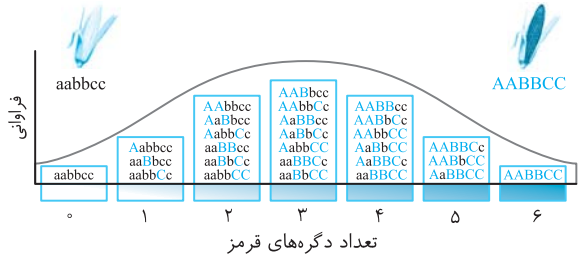
A ۴۰۶ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. برخی صفات مثل ساخته شدن سبزینه در گیاهان یا طول قد در جانوران، علاوه بر عوامل ژنتیکی، وابسته به عوامل محیطی می‌باشند و **ژن‌ها در شرایط محیطی متفاوت، مقدار و نحوهٔ بروز و بیان مختلفی دارند**. این صفات **اغلب** تحت تأثیر **چند جایگاه ژنی** بوده و از نوع صفات **پیوسته** می‌باشند.

B ۴۰۷ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند. صفاتی که تحت تأثیر عوامل محیطی بروز ژن آن متفاوت می‌شود (*مانند رنگ پوست، قد و فنیل‌کتونوری*)، در افراد مختلف و حتی در دوقلوهای همسان نیز به صورت‌های مختلفی بروز می‌یابند؛ ولی صفاتی مثل هموفیلی یا گروه خونی و حالت مو فقط تابع عوامل ژنتیکی می‌باشند و در دوقلوی همسان قطعاً بروز یکسان دارند.

A ۴۰۸ ـ ۴ دوقلوهای غیرهمسان از دو تخم مختلف ایجاد شده‌اند که هیچ تفاوتی با سایر فرزندان یک خانواده از نظر عوامل ارثی و محیطی ندارند (*همچنین صفت قد قطعاً وابسته به محیط است و نمی‌توان اثبات کرد که محیط بر آن تأثیری ندارد*) (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)). دوقلوهای همسان، ژنگان یکسانی دارند و در محیط مشابه، بروز ژن‌های آن‌ها نیز مشابه می‌باشد (درستی گزینهٔ (۴)) ولی اگر در دو محیط مختلف قرار بگیرند، هرکدام سازش متفاوتی می‌توانند داشته باشند که نشان دهندهٔ اثر عامل محیطی است (نادرستی گزینهٔ (۲)). حتماً می‌دانید که ژن‌های دوقلوهای همسان، مشابه و یکسان می‌باشد، چون از تقسیم یک تخم ایجاد شده‌اند.

B ۴۰۹ ـ ۱ با توجه به نمودار مقابل، رخ‌نمودهای (۰ و ۶)، (۱ و ۵) و (۲ و ۴) تعداد ژن‌نمود برابری دارند و تقریباً فراوانی آن‌ها نیز در جامعه برابر است.

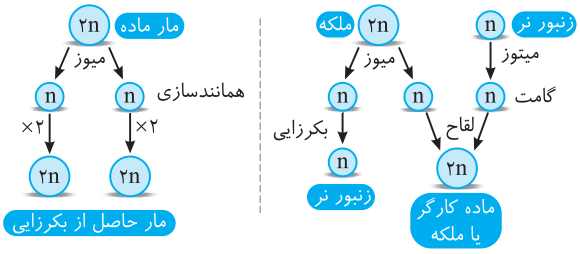
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): تنها رخ‌نمودهای دو طرف آستانه (*هرمزو سفید*)، کمتر از سه ژن‌نمود دارند که حالت سفید، فاقد الل بارز است. / گزینهٔ (۳): بیشترین فراوانی مربوط به رخ‌نمودی در وسط نمودار است که ۷ نوع ژن‌نمود با **سه ژن بارز** دارد. / گزینهٔ (۴): دو رخ‌نمود (۰ و ۶)، فقط حالت خالص در هر جایگاه ژنی دارند که در دو طرف آستانه‌ای نمودار هستند.



B ۴۱۰ ۲ عوامل محیطی مثل تغذیه مناسب با رژیم غذایی دارای فنیل‌آلانین کم، می‌تواند بیان ژن ایجاد فنیل‌کتونوری را در فرد بیمار مهار کند (*افراد نرمال فنیل‌کتونوری هیچ مشکلی از بابت تجزیهٔ فنیل‌آلانین ندارند*).
از طرفی ژن بیماری کم‌خونی داسی‌شکل در افراد ناخالص (*نرمال*)، در محیط کم اکسیژن سبب تغییر در بروز ژن می‌شود (*فصل ۴ می‌خوانیم*).

ه) ژنتیک جانوران

C ۴۱۱ ۲ موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.
در زنبور عسل، نرها هاپلوئید و ماده‌ها دیپلوئید می‌باشند، ولی در مارهای حاصل از بکرزایی، در هر صفت، ژن‌نمودهای خالص دیده می‌شوند، چون در اثر ترکیب کروموزوم‌های تخمک ایجاد شده است که دو ردیف ژن مشابه دارند.
تله‌های تستی الف) نادرست است. وقتی زنبور ملکه ماده، ژن‌نمود $AaBB$ دارد، تخمک‌های او نیز AB یا aB می‌شود که از میتوز آن‌ها و طی بکرزایی زنبورهای نر به صورت AB یا aB ایجاد می‌شوند (*پس امکان دارد*). / ب) درست است. اگر مار ماده به صورت $Aabb$ باشد، می‌تواند دو نوع تخمک Ab یا ab ایجاد کند، که در اثر دو برابر شدن و ترکیب هرکدام می‌توان دو نوع مار $AAbb$ یا $aabb$ در نسل بعد آن‌ها مشاهده کرد (*پس این عبارت صحیح است چون نباید ماری با ژن‌نمود $Aabb$ به‌وجود بیاید*). / ج) درست است. اگر زنبور عسل ماده به صورت $AaBB$ باشد، فقط زنبوران نر حاصل از آن با بکرزایی ایجاد می‌شوند، که چون در اثر میتوز تخمک‌ها حاصل می‌شوند یا ژن‌نمود AB دارند و یا aB. (*زنبور دیپلوئید، قطعاً ماده است که در اثر تلاقح ایجاد شده است.*) / د) درست است. فرزندان حاصل از بکرزایی مارها، چون در اثر ترکیب شدن دو تخمک مشابه ایجاد می‌شوند، پس **نمی‌توانند** ژن‌نمود **ناخالص** داشته باشند.



درسنامه درختی ۴۸ ژنتیک در جانوران دیگر

ژنتیک در جانوران

بکرزایی یا لقاح زنبور عسل

- با لقاح اسپرم‌ها و تخمک‌ها ← زنبور مادهٔ $2n$ ایجاد می‌شود
  - ملکهٔ $2n$ زایا
  - کارگر $2n$ نازا
- از بکرزایی زنبور عسل ملکه ← با میتوز تخمک‌ها ← بدون لقاح ← زنبور نر هاپلوئید ایجاد می‌شود.
- **مثال:** اگر ژنوتیپ ملکه به صورت $AaBB$ و زنبور نر به صورت ab باشد، ژنوتیپ زنبورهای نسل بعد کدام است؟
- **پاسخ**
  - زنبور مادهٔ $AaBB$ ← (میوز) تخمک AB ← (میتوز) زنبور نر AB
  - زنبور مادهٔ $AaBB$ ← (میوز) تخمک aB ← (میتوز) زنبور نر aB
  - زنبور نر ab ← (میتوز) اسپرم ab + (تخمک) $AaBb$ ← (لقاح) AB ← ملکه یا کارگر می‌شوند.
  - زنبور نر ab ← (میتوز) اسپرم ab + (تخمک) $aaBb$ ← (لقاح) aB ← ملکه یا کارگر می‌شوند.

بکرزایی مار ماده

- برخی از آن‌ها پس از تولید تخمک ← از تخمک خود با میتوز ← دو نسخه می‌سازند ← کروموزوم‌های تخمک را با هم ترکیب کرده ← زیگوت $2n$ خالص در همهٔ صفات می‌سازند.
- در این حالت مارهای حاصله مانند مار ماده، دیپلوئید می‌باشند.
- مارهای حاصله در همهٔ صفات خود خالص می‌باشند.
- **مثال:** اگر مار مادهٔ بکرزایی‌کننده، ژنوتیپ $AaBb$ داشته باشد، چند نوع مار در فرزندان حاصل از بکرزایی آن دیده می‌شود؟
- **پاسخ:** مار مادهٔ $AaBb$ ← (میتوز) انواع تخمک‌ها
  - AB ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $AB \times AB$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $AABB$ ایجاد می‌شود.
  - Ab ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $Ab \times Ab$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $AAbb$ ایجاد می‌شود.
  - aB ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $aB \times aB$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $aaBB$ ایجاد می‌شود.
  - ab ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $ab \times ab$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $aabb$ ایجاد می‌شود.

B ۴۱۲ ۳ در زنبورها، فقط **نرها** که **هاپلوئید** هستند، حاصل **بکرزایی** می‌باشند. اگر ملکه به صورت $AaBB$ باشد، زنبوران نر حاصل بکرزایی می‌توانند AB یا aB باشند، پس احتمال ایجاد زنبوری با دو دگره بارز (AB) وجود دارد (رد گزینهٔ (۱)) ولی احتمال ایجاد نری با دو دگره نهفته (ab) وجود ندارد (دلیل انتخاب گزینهٔ (۳)).
از طرفی می‌دانیم که زنبوران ماده، حاصل لقاح هستند و دیپلوئید می‌باشند. وقتی ملکه $AaBB$ باشد، می‌تواند تخمک‌های AB و aB ایجاد کند که در اثر لقاح با اسپرم‌های مختلف ممکن است انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها را در نسل بعد ایجاد کند (رد گزینه‌های (۲) و (۴)).

A ۴۱۳ ـ ۲ دیگه فکر کنم به راحتی متوجه شدید که زنبور ماده، دیپلوئید ولی زنبور نر، هاپلوئید است و در این صفت دو دگره‌ای که رابطهٔ بارز و نهفتگی، بارزیت ناقص یا هم‌توانی بین دگره‌های آن وجود داشته باشد، در زنان یا زنبوران ماده، ۳ نوع ژن‌نمود و رخ‌نمود R ، W و RW وجود دارد ولی دو نوع رخ‌نمود A و a در حالت بارز و نهفتگی مشاهده می‌شود.

◀ در مردان که XY هستند یا در زنبوران نر، در هر صفت وابسته به X با هر رابطه بین دگره‌ای، دو نوع ژن‌نمود و دو نوع رخ‌نمود ایجاد می‌شود، ولی در زنان (XX) یا زنبورهای ماده هر حالت ژن‌نمود یا رخ‌نمودی ایجاد می‌شود.

C ۴۱۴ ـ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. در صورتی که صفت وابسته به X باشد، دگرهٔ نهفته در مردها به تنهایی توانایی بروز صفات را دارد، چون مردان XY بوده و در این صفات هر اللی که دارند، ویژگی آن را بروز می‌دهد. / ج) نادرست است. زنبور کارگر، مادهٔ دیپلوئید و عقیم است که قدرت زایش ندارد. / د) نادرست است. در صورتی که رابطهٔ دگره‌ها از نوع هم‌توانی یا بارزیت ناقص باشد، انواع ژن‌نمودها برابر با انواع رخ‌نمودهاست (*یا این صفت در یک جانور هاپلوئید مثل زنبور نر بررسی می‌شود*).

C ۴۱۵ ـ ۳ در یاختهٔ پیکری هاپلوئید زنبور نر و هاپلوئید اووسیت ثانویه (n) موارد (د) و (هـ) امکان ندارد.

صفت وابسته به X به صورت خالص یا ناخالص فقط در یاخته‌ها یا افراد XX مشاهده می‌شود، ولی در مردان که یاخته‌های پیکری XY دارند یا یاخته‌های هاپلوئید مرد و زن نمی‌توان صفات را به صورت خالص یا ناخالص مشاهده کرد.

تله‌های تستی الف، ب و ج) اووگونی، اووسیت اولیه و یاخته پیکری زنبور ماده یاخته‌هایی دیپلوئید با کروموزوم‌های جنسی همتا می‌باشند که می‌توانند حالت ناخالص یا خالص را در صفات وابسته به X نشان دهند. / د و هـ) یاخته‌های **پیکری هاپلوئید زنبور نر** یا یاخته‌های هاپلوئیدی مثل اسپرماتوسیت و اووسیت ثانویه یا گویچه‌های قطبی و یاخته‌های $2n$ ، ولی XYدار نمی‌توانند در صفات وابسته به X دارای حالت خالص یا ناخالص باشند، چون فاقد دو کروموزوم X هستند.

B ۴۱۶ ـ ۳ آندوسپرم در نهانداگان، دارای یاخته‌های تریپلوئید یا $3n$ فام‌تنی می‌باشد. اگر از زیست یازدهم به خاطر داشته باشید، تخم $3n$ که منشأ آندوسپرم است از لقاح یک مجموعه فام‌تن هسته اسپرم، با دو مجموعه فام‌تن **یکسان** از یاخته دوهسته‌ای ماده ترکیب می‌شود. در این یاخته‌های تریپلوئید، **حداکثر دو نوع دگره** در هر جایگاه ژنی یک صفت وجود دارد، یک نوع مربوط به اسپرم نر (*مثلاً R*) و دو تا دگره که با هم مشابه هستند (*مثلاً WW یا RR*) که مربوط به یاخته دوهسته‌ای می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در کیسهٔ رویانی نهانداگان، هسته‌های یاخته دوهسته‌ای، چون از میتوز یک یاخته هاپلوئید ایجاد شده‌اند، دو مجموعه فام‌تن مشابه دارند، در نتیجه از هر صفت یک **نوع** دگره دارند (*در رنگ گلبرگ یا RR و یا WW می‌باشند*). / گزینهٔ (۲): دانه گرده رسیده نهانداگان، دارای دو هستهٔ رویشی و زایشی هاپلوئید می‌باشد که هر دو در اثر **میتوز** یاختهٔ هاپلوئید گرده نارس ایجاد شده‌اند پس ژن‌نمود مشابهی دارند، در نتیجه فقط یک نوع دگره در هر صفت، ولی به تعداد دو عدد دارند (RR یا WW). / گزینهٔ (۴): پوستهٔ دانهٔ نهانداگان، دیپلوئید بوده و **فقط از والد ماده حاصل شده است.** یاخته‌های آن می‌تواند در حالت خالص (RR یا WW) دارای یک نوع و در حالت ناخالص (RW) دارای دو نوع دگره از یک صفت باشد.

B ۴۱۷ ـ ۲ چون پرتقال درخت دارد و دارای رشد پسین می‌باشد، پس دولپه‌ای است. از طرفی در متن سؤال هم گفته شده که رشد آن مانند لوبیا است، پس رشد دانه و لپه‌ها (*به صورت روزمینی*) دارد. در این گیاه، گرده‌های نارس زیادی درون کیسه‌های گرده و تخمک‌هایی درون تخمدان ایجاد می‌شوند. به علت تقسیم میوز درون کیسهٔ گرده و بافت‌های خورش هر تخمک، در یاخته‌های حاصل از میوز مثل گردهٔ نارس یا کیسهٔ رویانی می‌توان چهار نوع مختلف AR، AW، aW و aR مشاهده کرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): گردهٔ نارس حاصل میوز است و **چهار حالت** می‌تواند داشته باشد. / گزینهٔ (۳): یک کیسهٔ رویانی، حاصل میتوز بوده و تعدادی هستهٔ مشابه هم دارد. / گزینهٔ (۴): یاخته‌های خورش همواره در هر تخمک، ژن‌نمود دولاد از والد ماده به صورت $AaRW$ دارند.

B ۴۱۸ ـ ۴ این یک تست هوش است! در اندوختهٔ $aaaBBbDDD$، اسپرم abD و تخم‌زا aBD بوده است (*چون یاختهٔ دوهسته‌ای $aaBBDD$ بوده است*) که گل والد ماده فاقد الل B می‌باشد. پس این اندوخته تشکیل نمی‌شود (*توجه داشته باشید که در بررسی ژن‌نمود آندوسپرم، الل‌هایی که دوتایی شیه‌هم هستند، مربوط به والد ماده و یاختهٔ دوهسته‌ای می‌باشند*). در مورد قسمت دوم نیز علم شما مهم است، چون یاختهٔ جنسی ایجاد شده در خامه، همان اسپرم است که می‌تواند aBD باشد و مثل گزینهٔ (۲) نمی‌تواند ژن A داشته باشد، چون والد نر فاقد این ژن می‌باشد.

A ۴۱۹ ـ ۴ ابتدا دقت کنید که پوستهٔ دانه همواره ژن‌نمود مادر را دارد و Aa می‌باشد (*پس گزینهٔ (۲) پَرا!*). از طرفی تخم اصلی در این لقاح می‌تواند AA یا Aa باشد. اگر تخم اصلی را AA در نظر بگیریم، تخم ضمیمه قطعاً باید AAA باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)) و اگر تخم اصلی Aa باشد، تخم ضمیمه با توجه به نبودن الل a در والد نر، باید Aaa باشد چون قطعاً تخم‌زا a بوده و یاختهٔ دوهسته‌ای نیز aa در لقاح شرکت کرده است.

◀ در نتیجه از این آمیزش چهار نوع اندوخته $2n$ و دو نوع یاخته دوهسته‌ای (AA و aa) ایجاد می‌شود.

A ۴۲۰ ـ ۲ لوبیا، دانه‌ای دولپه و ذرت دانهٔ تک‌لپه دارد. در هر دو دانه، پوسته دانه و تخمک و قسمت‌های ماده، ژن‌نمود یکسان والد ماده ($AaBb$) را دارند (درستی بخش دوم)، ولی دقت کنید که یاختهٔ اندوخته‌دار در دانه دولپه‌ای‌ها (*نخود و لوبیا*) به صورت لپه‌های $2n$ ، ولی در تک‌لپه‌ای‌ها (*گندم و ذرت*) به صورت $3n$ ، یعنی آندوسپرم می‌باشد، که هیچ‌گاه نمی‌توانند به دلیل تفاوت عدد کروموزومی، ژن‌نمود یکسان داشته باشند (درستی بخش اول).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): یاختهٔ دوهسته‌ای آن‌ها می‌تواند در هر دو مثلاً $AABB$ باشد. / گزینهٔ (۳): پوستهٔ دانهٔ آن‌ها، همواره مشابه ژن‌نمود والد ماده است. / گزینهٔ (۴): در بخش اول، یعنی لپه (هـ) با هم تفاوت یا شباهت دارند، اما در بخش دوم، هر دو می‌توانند برگ اصلی یکسانی به صورت $Aabb$ داشته باشند.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۴۲۱ ـ ۱ فقط مورد (د) صحیح است. همان‌طور که در زیست یازدهم آموختید در هنگام لقاح، فقط هستهٔ اسپرم وارد اووسیت ثانویه شده و تنهٔ (*قطعهٔ میانی*) اسپرم به آن وارد نمی‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت که هیچ یک از میتوکندری‌های اسپرم که در تنه قرار دارند، وارد اووسیت نشده و از آنجا که بیماری موردنظر فقط از مادر به فرزندان می‌رسد و پدر نقشی ندارد، در نتیجه این صفت مربوط به ژن‌های سیتوپلاسمی است (*البته انتقال بیماری وابسته به Y نیز فقط از پدر به پسر منتقل می‌شود و تنها در پسران مشاهده می‌شود نه همهٔ فرزندان!*).

نکته

ژن این بیماری قرار گرفته در دنای حلقوی راکیزه‌ها است که این دنا، فاقد دو سر آزاد فسفات و هیدروکسیل می‌باشد (درستی د).

تله‌های تستی الف) دقت کنید فام‌تن‌های **هسته‌ای** در مرحلهٔ S همانندسازی می‌کنند، ولی تقسیم دنای میتوکندری مستقل از مراحل چرخهٔ یاخته‌ای هسته می‌باشد (از طرفی ویژگی کدژن آن روی ژنوم هسته‌ای نیست، به‌جهش ارث ربطی پیدا نمی‌کند). از طرفی کوچک‌ترین کروموزوم هسته‌ای Y است که ارتباطی به ژن‌های راکیزه ندارد. / ب) دقت کنید همان‌طور که در متن تست هم اشاره شده است، دنای سیتوپلاسمی از مادر، هم به فرزندان دختر منتقل می‌شود و هم به فرزندان پسر (فقط دختران، طی هر میوز، یک گامت می‌توانند ایجاد کنند). / ج) رونویسی ژن‌های سیتوپلاسمی در هسته صورت نمی‌گیرد پس رنابسپاراز ۲ در انجام این فرایند نقشی ندارد.

B ۴۲۲ ـ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. این نکته که در تست گفته، یک رخ‌نمود فقط در زن‌ها دیده می‌شود این مطلبو می‌رسونه که این صفت، قطعاً **صفتی وابسته به X است**. چون یک رخ‌نمود فقط در فرد دارای دو X (زن‌ها) و به صورت ناخالص مثل X^RX^W دیده می‌شود. یعنی ژن‌نمود ناخالص باید دارای رخ‌نمود حد واسط یا هم‌توان باشد، پس می‌توان صفت را دو دگره‌ای فرض کرد، ولی بدون رابطهٔ بارز و نهفتگی در این صورت انواع رخ‌نمود به صورت X^RX^R ، X^RX^W و X^WX^W است، که حالت X^RX^W فقط در زن‌ها دیده می‌شود (رخ‌نمود R در مردان X^RY و رخ‌نمود W در مردان X^WY مشاهده می‌شود).

تله‌های تستی الف) نادرست است. در صفت مستقل از جنس، مرد یا زن بودن در بروز اغلب صفت‌ها فرقی ندارند. / ب) درست است. در ابتدا توضیح دادم. / ج) درست است. این صفت با وجود X^R ، رخ‌نمود R و X^W ، رخ‌نمود W را بروز می‌دهد. / د) نادرست است. صفت موردنظر، سه دگره‌ای نمی‌باشد.

نکته
۰۱ هرگاه در مورد صفتی در زن و مرد احتمال بروز درصد متفاوتی داشته باشد، آن صفت را وابسته به X در نظر می‌گیریم (در صفات وابسته به Y ، اصلاً بروزی در زنان نمی‌بینیم).
۰۲ در مورد عبارت (د) دقت کنید که اگر صفت سه دگره‌ای و بدون رابطهٔ بارز و نهفتگی باشد، شش نوع ژن‌نمود و رخ‌نمود بروز می‌یابد.

C ۴۲۳ ـ ۳ در ابتدا لازم به یادآوری است که یاخته‌های اسپرماتوگونی، اووگونی، اسپرماتوسیت اولیه و اووسیت اولیه، از نوع دیپلوئید می‌باشند، ولی گویچه‌های قطبی، اووسیت ثانویه، اسپرماتید و اسپرماتوسیت ثانویه یاخته‌های هاپلوئیدی می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اسپرماتید و اسپرم یاخته‌هایی هاپلوئید تک کروماتیدی در مردان هستند که اگر حاوی فام‌تن Y باشند در این صورت ژن صفات وابسته به X را ندارند. این یاخته‌ها، از سه دگره A ، B و O، در فرد دارای هر نوع گروه خونی، فقط یک دگره دارند. این اسپرماتید یا اسپرم در صورت Xدار بودن، یک دگره از صفت وابسته به X و یک دگره از گروه خونی ABO دارد. **در نتیجه حداقل یک ژن** (در حالت Y داشتن) **و حداکثر دو ژن** (در حالت X داشتن) **از این دو صفت را دارند.** / گزینهٔ (۲): نادرست است. اووگونی یک یاختهٔ دیپلوئید و XXدار در دوران جنینی می‌باشد که از صفت وابسته به X ، دو دگره و از Rh مثبت نیز دو دگره DD یا Dd را دارد. پس کلاً از این دو صفت ۴ دگره دارد. (دقت کنید که اصلاً فرد بالغ و کلاً دختران پس از تولد اووگونی ندارند.) / گزینهٔ (۳): درست است. یاخته لایه درونی معده، یک یاخته پوششی با هسته دیپلوئید می‌باشد که در مورد گروه خونی B قطعاً دارای دو دگره می‌باشد، ولی این یاخته اگر مربوط به مردان باشد که XY می‌باشند، در صفات وابسته به X خود دارای **یک دگره** می‌باشند و مجموعاً ۳ دگره (زن) در این دو صفت دارند، ولی در یاخته معده زنان که XX می‌باشد، دارای ۴ دگره می‌شود یعنی از هر صفت دو دگره دارند (دو دگره برای گروه خونی و یک دگره به‌ازای هر فام‌تن X). / گزینهٔ (۴): نادرست است. گویچهٔ قطبی اول، همواره کروموزوم مضاعف دارد که از صفت وابسته به X، دارای دو ژن مشابه و از گروه خونی نیز دو ژن مشابه دارند، ولی گویچهٔ قطبی دوم، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد که یک ژن برای وابسته به Xها و یک ژن برای گروه خونی دارند (پس حداکثر تعداد این ژن‌ها در گویچهٔ قطبی اول برابر ۴ می‌باشد).

B ۴۲۴ ـ ۱ ابتدا باید ژن‌نمود پدر و مادر را بنویسیم. مرد کوررنگ X^dY با گروه خونی BO و زن سالم ناقل X^DX^d با گروه خونی AO می‌باشد. وقتی پسر آن‌ها کوررنگ شده است و زائده گروه خونی ندارد، یعنی گروه خونی OO داشته و از مادر سالم خود کروموزوم X^d را گرفته است.

مادر	پدر	ژن‌نمود والدین
X^DX^dAO	X^dYBO	

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. دختر بیمار X^dX^d با گروه خونی OO، دو صفت خالص دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. دختر ناقل X^DX^d با گروه خونی BO به دنیا می‌آید. / گزینهٔ (۳): نادرست است. دختر بیمار X^dX^d با گروه خونی BO رخ‌نمودی مثل پدر دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. فرزندی با گروه خونی AA خالص به دنیا نمی‌آید.

C ۴۲۵ ـ ۲ موارد (ب)، (ج) و (د) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند. صفت اول وابسته به X با دگره‌های R و W می‌باشد، ولی صفت دوم همانند Rh دارای دگره‌های بارز و نهفتگی می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست تکمیل می‌کند. گویچهٔ قطبی اول و اسپرماتیدها، هر دو یاخته‌هایی هاپلوئید هستند که گویچهٔ قطبی، قطعاً حاوی X می‌باشد و یک دگره از صفات وابسته به X را حمل می‌کند، ولی در نصف اسپرماتیدها، فام‌تن Y وجود دارد که فاقد صفات وابسته به X می‌باشد. هر دو نوع یاخته گویچهٔ قطبی و اسپرماتید، هاپلوئیدند و حاوی **یک نوع دگره** از هر ژن در صفات غیرجنسی (مستقل از جنس) می‌باشند. / ب) نادرست تکمیل می‌کند. دقت کنید که فقط اووسیت‌های ثانویه‌ای در لقاح شرکت می‌کنند که اسپرم به آن‌ها برخورد کند. در آن صورت میوز ۲ را انجام داده و صفات خود را به نسل بعد منتقل می‌کنند. / ج) نادرست تکمیل می‌کند. یاختهٔ دیپلوئید XY لایه زاینده، برای دو صفت فوق دارای سه دگره (زن) می‌باشد که یکی مربوط به صفت وابسته به X است و دوتای دیگر که با هم دگره می‌باشند، مربوط به صفت مستقل از جنس دو دگره‌ای هستند (پس هر سه زن با هم دگره نمی‌باشند). / د) نادرست تکمیل می‌کند. یاخته‌های گویچهٔ قرمز خونی، فاقد هسته و دگره برای صفت‌های مختلف می‌باشند.

C ۴۲۶ ـ ۲ فرد بالغ سالم و حاوی ژن بیماری هموفیلی (X^h) ، قطعاً **زن ناقل** بوده است که ژن‌نمود X^HX^h دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. هر فردی چه سالم و چه بیمار ژن ساخت فاکتور VIII را دارد، حالا این ژن می‌تواند در فرد سالم، فعال شود و در فرد بیمار، غیرفعال باشد. از طرفی یاخته‌های حاصل از میوز این زن نیز، همگی یا X^H و یا X^h دارند که ژن سالم یا بیمار را به نسل بعد می‌دهند. / گزینهٔ (۲): درست است. منظور اووسیت ثانویه با حجم سیتوپلاسم زیاد است که با برخورد اسپرم به آن، مکانیسم لقاح آغاز می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. طی میوز، الل سالم و یا بیمار به‌طور اتفاقی می‌تواند در گویچهٔ قطبی یا اووسیت این خانم قرار بگیرد. پس داشتن الل سالم (X^H) دلیلی بر داشتن سیتوپلاسم بیشتر نمی‌باشد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. همیشه در تست‌ها دقت کنید که گویچهٔ خونی، فقط گویچهٔ قرمز نیست، بلکه **گویچه‌های سفید** با هسته دیپلوئیدِ طبیعی نیز هستند که هر ژنی را دارند.

۴۲۷ ۳ در این سؤال به بررسی یک صفت دو دگره‌ای در حالت غیرجنسی و جنسی در انسان‌ها می‌پردازیم، ولی از رابطهٔ بین دگره‌ها خبری نداریم.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در زنان چون XX هستند و همواره در صفات جنسی و غیرجنسی، دو دگره یک صفت را می‌پذیرند، پس سه نوع **ژن‌نمود** X^aX^a ، X^AX^a و X^AX^A در آن‌ها می‌توان مشاهده کرد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. اگر صفت غیرجنسی باشد، انواع ژن‌نمود و رخ‌نمود آن در مردان و زنان تفاوتی ندارد. صفت فوق در حالت هم‌توانی یا بارزیت ناقص بین دگره‌ها، می‌توان سه حالت WW و RW ، RR در آن مشاهده کرد. / گزینهٔ (۳): درست است. مردان در صفات وابسته خود به تعداد دگره‌های یک صفت می‌توانند ژن‌نمود یا رخ‌نمود داشته باشند که در این مثال حداقل و حداکثر دو نوع می‌باشد، ولی در زنان، سه نوع ژن‌نمود دیده می‌شود پس در کل جامعه، ۵ نوع ژن‌نمود می‌توان مشاهده کرد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. اگر صفت غیرجنسی بدون رابطهٔ بارز و نهفتگی (*هم‌توانی یا بارزیت ناقص*) باشد، در این صورت در صفت ۲ دگره‌ای، ۳ نوع ژن‌نمود و ۳ نوع رخ‌نمود، در زنان مشاهده می‌شود.

۴۲۸ ۱ فقط عبارت (ب) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. افراد با گروه خونی Rh منفی و یا مثبت ناخالص Dd، دارای ژنی هستند که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد، پس اگر فرد موردنظر Dd باشد، فقط یک ژن آن در این صفت رونویسی و ترجمه می‌شود. / ب) درست است. فردی که Rh مثبت دارد، در حالت ناخالص (Dd) یا خالص (DD)، هر والدی از آن که الل D را به او داده است، قطعاً Rh مثبت داشته است. / ج) نادرست است. در همهٔ افراد سالم، ژن‌های Rh بخشی از فام‌تن شمارهٔ **یک** را به خود اختصاص داده‌اند. / د) نادرست است. در گامت‌ها، هسته دارای فقط یک الل Rh و صفات دیگر می‌باشند.

۴۲۹ ۳ عبارات (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

منظور سؤال، اووسیت ثانویه و گاهی اولین جسم قطبی است که هاپلوئید بوده و هر فام‌تن آن‌ها دوکروماتیدی است.

تله‌های تستی الف) درست است. در حالت عادی و بدون عمل کراسینگ‌اور، همواره هر کروموزوم مضاعف، دو نیمهٔ مشابه یا همان کروماتیدهای خواهری دارد. / ب) درست است. هر دو یاخته فوق هاپلوئید بوده که یکی دگره هموفیلی X^h و دیگری سالم X^H دارد. / ج) درست است. همهٔ این یاخته‌ها یکی، از دو فام‌تن‌های جنسی را دارند، در نتیجه ژن‌های مسئول تعیین جنسیت را نیز دارند. / د) نادرست است. بعضی صفات چند جایگاه ژنی دارند، در نتیجه بیش از یک عامل (*ژن*) برای این صفات وجود دارد.

۴۳۰ ۴

نکته در این سؤالات باید در صورت **مبهم بودن ژن‌نمود فرد**، برای حالات دارای **رخ‌نمود بارز** هر حالت **خالص و ناخالص** را در نظر بگیرید. دقت کنید که این سؤال از نوع عددی و محاسباتی است ولی والا از طراحان کنکور (*مخصوصاً کنکور۹۹*) بعید نیست که سؤال بدن! در این سؤالات به ازای رخ‌نمودهای نهفته، عدد ۱ و برای بارزها یا حالات متعدد اغلب عدد ۲ را قرار می‌دهیم و آن‌ها را در هم ضرب می‌کنیم:

تله‌های تستی

گزینهٔ (۱): ۸ نوع ژن‌نمود می‌تواند داشته باشد. ⟹ $۲ \times ۲ \times ۲ \times ۱ = ۸$
(موی دارای الل فر (RR–RW) ۲ × Rh مثبت (DD–Dd) ۲ × گروه خونی A (AA–AO) ۲ × مرد هموفیل (X^hY) ۱)

گزینهٔ (۲): ۴ نوع ژن‌نمود می‌تواند داشته باشد. ⟹ $۱ \times ۲ \times ۱ \times ۲ = ۴$
(موی موج‌دار (RW) ۱ × Rh مثبت (DD–Dd) ۲ × گروه خونی AB (AB) ۱ × زن سالم در هموفیلی (X^HX^H–X^HX^h) ۲)

گزینهٔ (۳): ۴ نوع ژن‌نمود می‌تواند داشته باشد. ⟹ $۲ \times ۲ \times ۱ = ۴$
(Rh مثبت (DD–Dd) ۲ × مرد سالم در فنیل کتونوری (PP–Pp) ۲ × مرد سالم در هموفیلی (X^hY) ۱)

گزینهٔ (۴): ۱۶ نوع ژن‌نمود می‌تواند داشته باشد. ⟹ $۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ = ۱۶$
(دارای الل صافی (RW–WW) ۲ × گروه خونی A (AA–AO) ۲ × زن سالم در فنیل کتونوری (PP–Pp) ۲ × زن سالم در هموفیلی (X^HX^H–X^HX^h) ۲)

۴۳۱ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. در بیماری وابسته به X بارز، اگر پسری بیمار باشد، قطعاً ژن‌نمود X^AY داشته است. این پسر، فام‌تن (X^A) خود را از مادرش به ارث برده است، که چون بیماری بارز است، مادر وی یا X^AX^A و یا X^AX^a بوده است، که در هر دو صورت بیمار می‌باشد (درستی ب).

نکته در بیماری دارای ژن وابسته به X بارز، پسر بیمار، قطعاً مادر بیمار دارد و در آینده نیز، همهٔ دختران وی بیمار خواهند شد.

تله‌های تستی الف) در بیماری‌هایی که ژن بارز سبب ایجاد بیماری می‌شود به افراد ناخالص Aa یا X^AX^a ، ناقل گفته نمی‌شود، چون این افراد بیمارند، ولی واژه **ناقل به افراد سالم** اطلاق می‌شود. / ج) بیماری وابسته به X نهفته در مردان با یک (X^a) بروز می‌یابد، ولی در زنان وجود هر دو (X^a) برای ایجاد زن بیمار X^aX^a لازم است، پس فراوانی زنان بیمار کمتر می‌باشد. / د) در فصل بعد می‌خوانیم که برخی بیماری‌ها مثل کم‌خونی داسی‌شکل در نواحی مالاریاخیز یا عوامل تغذیه‌ای در فنیل کتونوری‌ها، می‌توانند فراوانی ژن آن‌ها در اثر عوامل محیطی تغییر یابند، ولی بسیاری از بیماری‌های ارثی، تحت تأثیر محیط قرار نمی‌گیرند.

برو درسنامه درختی ۴۹ بخون

۴۳۲ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. در این سؤال ابتدا به میوز در یک خانم بالغ دقت کنید:

در کتاب یازدهم یاد گرفتید که میوز زنان از دوران جنینی توسط اووسیت اولیه آغاز می‌شود و تا پروفاز ۱ طی می‌شود، یعنی ۲۳ چهارتایه آن در دوران جنینی تشکیل شده است و به دنبال اتمام تقسیم میوز ۱ رخ نمی‌دهد (نادرستی د). ادامه میوز ۱ اووسیت اولیه پس از شروع دوران بلوغ آغاز می‌شود و تا حوالی روز ۱۴ دورهٔ جنسی، **یک اووسیت ثانویه و یک گویچهٔ قطبی** در تخمدان ایجاد می‌شود (*نه یک گامت! یه همراز تخمک!*) (نادرستی الف و ج). در نهایت در صورت وجود اسپرم در لولهٔ فالوپ (*لولهٔ رحم*)، از هر اووسیت ثانویه، یک گامت یا تخمک در لولهٔ رحم ایجاد می‌شود (درستی ب) و سه تا یاختهٔ دیگر گویچهٔ قطبی می‌باشند.

نکته

اووسیت اولیه‌ای که ناقل فنیل‌کتونوری و هموفیلی می‌باشد، ژن‌نمود X^HX^hFf داشته است که توانایی ایجاد ۴ نوع گامت (X^Hf ، X^hf ، X^HF و X^hF) دارد، ولی در **هرمیوز**، یک نوع اووسیت ثانویه و سپس تخمک یا گامت ایجاد می‌کند.

درسنامه درختی ۴۹ صفات جنسی و غیرجنسی

بیماری‌های مستقل از جنس

بیماری مستقل از جنس بارز (A)

- افراد بیمار به صورت خالص AA یا ناخالص Aa هستند.
- کلمهٔ **ناقل** در این بیماری‌ها معنی ندارد.
- افراد سالم به صورت خالص aa و فاقد الل بیماری می‌باشند.
- از آمیزش والدین بیمار ناخالص (Aa) ← امکان به دنیا آمدن دختر یا پسر سالم (aa) وجود دارد.

بیماری مستقل از جنس نهفته (a)

- فرد بیمار به صورت خالص aa می‌باشد (*فنیل‌کتونوری و کم‌خون داسی‌شکل*).
- افراد سالم خالص به صورت AA می‌باشند.
- افراد ناخالص به عنوان ناقل Aa در مردان و زنان دیده می‌شوند.
- از آمیزش والدین سالم ناقل (Aa) می‌توان فرزند دختر یا پسر بیمار (aa) متولد شود.

بیماری‌های وابسته به جنس

بیماری‌های X نهفته و بسیاری از بیماری‌های X بارز (بیماری‌های X نهفته و بسیاری از بیماری‌های X بارز)

- در زنان شایع‌تر از مردان می‌باشد.
- مردان دارای دو نوع فنوتیپ و ژنوتیپ بیمار (X^AY) و سالم (X^aY) می‌باشند.
- زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ بیمار و سالم هستند
  - X^AX^A زن بیمار خالص
  - X^AX^a زن بیمار ناخالص
  - X^aX^a زن سالم خالص
- فرد **ناقل** در این صفت معنی ندارد (*ناقل باید ناخالص با فنوتیپ سالم باشد*).
- پسر بیمار (X^AY)
  - قطعاً مادر بیمار داشته است (X^AX^A یا X^AX^a).
  - قطعاً همهٔ **دختران** آیندهٔ او نیز بیمار می‌شوند. چون X^A را از وی دریافت می‌کنند.
- از والدین بیمار آن‌ها ← در صورتی که مادر ناخالص (X^AX^a) باشد ← ممکن است پسر سالم X^aY به دنیا بیاید.

بیماری‌های X نهفته و بسیاری از بیماری‌های X بارز (بیماری‌های X نهفته و بسیاری از بیماری‌های X بارز)

- مثل بیماری هموفیلی است ← شایع‌ترین نوع آن، در اثر فقدان عامل انعقادی ۸ خون می‌باشد.
- در مردان شایع‌تر از زنان می‌باشد.
- مردان دو نوع ژنوتیپ و فنوتیپ دارند
  - X^AY = مرد سالم
  - X^aY = مرد بیمار
  - مرد ناقل وجود ندارد.
- زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ می‌باشند
  - X^AX^A = زن سالم خالص
  - X^AX^a = زن سالم ناخالص = زن ناقل (*حامل*)
  - X^aX^a = زن بیمار
- دختر بیمار (X^aX^a)
  - قطعاً پدر بیمار (X^aY) داشته است.
  - قطعاً در آینده، هر پسر وی بیمار خواهد شد (X^aY).
- از والدین سالم آن‌ها ← اگر مادر ناقل (X^AX^a) باشد ← احتمال به دنیا آمدن پسر بیمار (X^aY) وجود دارد.

۴۳۳ ژن‌نمود صحیح مرد هموفیل (h) مبتلا به فنیل‌کتونوری (f) با گروه خونی AB به صورت ABX^hYff است. در این فرد، اسپرماتوسیت‌های اولیه دیپلوئید دارای یک ژن X^h هموفیلی و دو ژن ff فنیل‌کتونوری بوده (*دو نوع ژن بیماری دارند*). از طرفی اسپرماتوسیت‌های ثانویه نیز هاپلوئید مضاعف هستند که نصف آن‌ها دو الل بیماری X^hf را دارند و نصف دیگر Yf دارند، ولی همگی طی ادامه میوز ابتدا سانتریول‌های خود را مضاعف می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نادرست است. اولاً آنزیم سازندهٔ کربوهیدرات A و B گروه خونی در بررسی ژن‌های گروه خونی موردنظر ما نیست، بلکه آنزیم **اضافه‌کنندهٔ** آن‌ها به گویچهٔ قرمز مورد بررسی قرار می‌گیرند. ثانیاً این آنزیم‌ها نیز در گویچهٔ قرمز فعالند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. یاختهٔ سرتولی، دیپلوئید است و هر دو ژن مربوط به آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A و B را به گویچهٔ قرمز دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. تبدیل اسپرماتید به اسپرم با تقسیم سیتوپلاسم همراه نمی‌باشد، بلکه به همراه از دست دادن مقدار زیادی از سیتوپلاسم می‌باشد (*که از نوع تقسیم هسته نیست*).

۴۳۴ (C) ۴ خب، قرار بود اول بدویم تا به ژن‌نمود والدین برسیم! ابتدا در مورد کلمهٔ **ناقل** دقت کنید که وقتی در بیماری می‌بینید، نشان دهندهٔ این است که بیماری از نوع نهفته است. خب مرد سالم از نظر وابسته به X نهفته را X^aY می‌گیریم که دارای همه نوع زائدهٔ گروه خونی به صورت AB^+ می‌باشد. این مرد با زنی ناقل X^AX^a که گروه خونی B^+ ناخالص دارد، یعنی $BODd$ است آمیزش می‌کند (*توجه داشته باشید در این مواقع وقتی ناخالص ذکر می‌شود، مربوط به هر دو صفت است*). تا اینجا تنها ابهام در ژن‌نمود والدین، Rh مثبت پدر است که می‌تواند DD یا Dd باشد. X^AX^aBODd و $X^aYAB(DD$ یا $Dd)$

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در این خانواده احتمال به دنیا آمدن پسر بیمار X^aY و پسر سالم X^AY وجود دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. یادتون باشه، اصلاً کربوهیدرات O نداریم، بلکه نوع A و B داریم (*البته الل یا ژن O داریم‌ها!*). / گزینهٔ (۳): نادرست است. فرزند سالم می‌تواند پسر X^AY و یا دختر X^AX^a و X^AX^A باشد (*همچنین هیچ مطلبی در رابطه با منفی شدن آن‌ها نیست چون که ژن نمود پدر، نهایی نشده است*). / گزینهٔ (۴): درست است. فرزند سالم ناخالص به صورت X^AX^a بوده که می‌توانند مانند مادر، ژن‌نمود $BODd$ را نیز داشته باشند.

۴۳۵ (C) ۲ عبارات (الف) و (ب) صحیح هستند. ژن‌نمود پسر برای هموفیلی به شکل X^HY است که Y از اسپرم پدر و X^H از تخمک مادر به ارث رسیده است، پس در یاخته‌های مادر X^H وجود دارد. از طرفی، چون دختر هموفیل X^hX^h به دنیا آمده است، پس پدر بیمار X^hY و مادر ناقل X^HX^h بوده است.

◀ در مورد گروه خونی چون پسر $BBdd$ به دنیا آمده است، هر والد دو دگره (الل) B و d را داشته است. از طرفی وقتی دختر A به دنیا آمده است پس یک والد گروه خونی AB داشته است و چون دختر آن‌ها گروه خونی Rh مثبت دارد، پس یک والد، قطعاً Dd بوده است. پس قطعاً پدر X^hY، مادر X^HX^h و یک والد Dd و AB بوده است.

تله‌های تستی الف) درست است. یک والد AB بوده است ولی والد دیگر می‌تواند AB یا BO باشد. / ب) درست است. یک والد قطعاً Dd است، ولی والد دیگر یا dd و یا Dd می‌باشد. / ج) نادرست است. مادر و هر دختری پس از تولد، فاقد اووگونی می‌باشد. / د) نادرست است. پدر بیمار X^hY است و ناقل در آن معنی ندارد.

۴۳۶ (B) ۳ در یک خانوادهٔ ۴نفره در دو حالت، گروه خونی همهٔ اعضا با هم متفاوت است.

حالت اول: ژن‌نمود پدر و مادر به صورت AB و OO باشد، که در نتیجه فرزندان ژن‌نمودهای AO و BO را نشان می‌دهند. / حالت دوم: ژن‌نمود پدر و مادر به صورت AO و BO باشد، که در نتیجه ژن‌نمود دو فرزند اول، می‌تواند به صورت AB و OO باشد (*البته ژن نمودهای دیگری هم ممکن هستند که نیازی به آن‌ها نداریم*). با توجه به موارد فوق در هیچ‌یک از حالات، فرزندان کربوهیدرات مشابه روی گویچهٔ قرمز ندارند (*توجه داشته باشید که الل O، نه آنزیمی می سازد و نه کربوهیدراتی به گویچهٔ قرمز اضافه می‌کند*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تنها در حالت اول، یکی از والدین دارای ژن‌نمود ناخالص است. / گزینهٔ (۲): در حالت اول، والدین فاقد دگرهٔ مشابه گروه خونی در فام‌تن شمارهٔ ۹ خود هستند. / گزینهٔ (۴): با توجه به موارد فوق، در حالت اول، هر دو فرزند و در حالت دوم یکی از فرزندان، آنزیم(*های*) که کربوهیدرات را به غشای گویچه‌های قرمز اضافه می‌کند، داراست.

۴۳۷ (C) ۳ خب بدون از دست دادن وقت، چون اطلاعات زیادی از والدین نداریم، باید بریم سر وقت گزینه‌ها!

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. فرض کنید پدر و مادر ناقل فنیل‌کتونوری (Ff) با گروه خونی AB بوده‌اند. در این صورت احتمال پسر $ffAA$ و پسر $BBFf$ نیز وجود دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. وقتی پدر سالم است (X^HY) امکان ندارد، دختر هموفیل X^hX^h به دنیا بیاید. / گزینهٔ (۳): درست است. اگر دختر فنیل‌کتونور ff با گروه خونی AB به دنیا بیاید، چون فرض بر مشابه بودن گروه خونی ناخالص والدین است پس هر دو AB بوده‌اند و امکان به دنیا آمدن فرزندی با گروه خونی O وجود ندارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. اگر پسر هموفیل (X^hY) به دنیا بیاید، مادر سالم ناقل (X^HX^h) بوده است. از طرفی چون گروه خونی BO به دنیا آمده است، پس والدین هر دو BO بوده‌اند ولی چون پدر سالم X^HY است، امکان متولد شدن دختر بیمار X^hX^h وجود ندارد.

۴۳۸ (C) ۲ موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

طبق معمول اول به دنبال ژن‌نمود والدین می‌رویم. چون سه نوع رخ‌نمود گروه خونی احتمال تولد دارد، پس والدین به صورت $(AO\times AB)$، $(BO\times AB)$ و یا $(AB\times AB)$ بوده‌اند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در حالت آمیزش بین والدین AB، این حالت نقض می‌شود. / ب) درست است. در این آمیزش‌ها، قطعاً هیچ والدی گروه خونی O ندارد (*اگر یکی از والدین گروه خونی O داشته باشد، حداکثر دو نوع گروه خونی در فرزندان مشاهده می‌شود*). / ج) نادرست است. مادر در دو نوع آمیزش اول می‌تواند AO یا BO باشد. / د) درست است. در هر سه نوع آمیزش، قطعاً هر دو والد، ژن‌نمود ناخالص دارند.

۴۳۹ (C) ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. از آنجا که والدین دارای گروه خونی مثبت و فرزند آن‌ها دارای گروه خونی منفی است، درمی‌یابیم که هر دو ناخالص (Dd) هستند. از طرفی چون دختر آن‌ها دارای گروه خونی B است، ژن‌نمود پدر که گروه خونی A دارد، به صورت AO است، پس ژن‌نمود گروه خونی والدین به صورت $ABDd$ و $AODd$ است.

دقت داشته باشید، از آنجا که از پدر و مادری سالم، فرزندی بیمار متولد شده است، این بیماری نوعی بیماری **نهفته** است، اما اگر ژن آن بر روی فام‌تن جنسی باشد، برای اینکه فرزند دختر مبتلا باشد، پدر نیز باید به آن بیماری مبتلا باشد که چنین نیست. پس این بیماری، نوعی صفت **نهفته و مستقل از جنس** مثل فنیل‌کتونوری (ff) است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. بیماری مستقل از جنس است و احتمال ابتلا به آن، ربطی به جنسیت ندارد. / ب) درست است. با توجه به جدول ژن‌نمود والدین، به راحتی قابل درک است. / ج) نادرست است. صد بار گفتم دقت کن! گویچهٔ سفید هم گویچهٔ خونیه، ولی زائده گروه خونی نداره! / د) نادرست است. ژنوم سیتوپلاسمی هر فرزند، از مادر به ارث می‌رسد که تخمک این مادر با گروه خونی AB، امکان ندارد که الل O داشته باشد.

پدر	$FfAODd$
مادر	$FfABDd$

۴۴۰ (B) ۴ پسری که به بیماری مستقل از جنس نهفته (aa) مبتلاست، قطعاً دارای دو دگرهٔ نهفته (aa) است که هر یک از دگره‌ها را از یکی از والدین دریافت کرده است (*والدین می‌توانند ناقل (Aa) یا بیمار (aa) باشند*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. پسر هموفیل، X^hY است، که می‌تواند پدر سالم X^HY و مادر سالم ناقل X^HX^h داشته باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هر سه می‌توانند DD باشند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. دقت کنید که عوامل دیگری، مانند کمبود کلسیم و کمبود ویتامین K نیز در انعقاد خون اختلال ایجاد می‌کنند که بیماری ژنتیکی محسوب نمی‌شوند (*از دو منظر دیگر هم به سؤال نگاه کنید، اولاً هر میوزی در زنان به تولید تخمک نمی‌انجامد و از طرفی هر مشکل انعقاد خون، ناشی از هموفیلی و صفت وابسته به X نمی‌باشد*).

۴۴۱ **۲** موارد (ج) و (د) درست می‌باشند. چون پدر این زن دو بیماری هموفیلی و فنیل‌کتونوری به صورت X^hYfff داشته است، پس زن خانواده، قطعاً سالم ناقل، به صورت X^HX^hFf و با گروه خونی A (*به صورت AA یا AO*) بوده است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اگر با مرد سالم X^HYFf که گروه خونی B دارد، آمیزش کند، ممکن است صاحب پسری هموفیل و فنیل‌کتونور با گروه خونی B شوند (*اگر مادر AO باشد*). / ب) نادرست است. اگر زن AO باشد، اووسیت اولیه که دیپلوئید است، الل‌های A و O خواهد داشت. / ج) درست است. اگر مرد ناقل فنیل‌کتونوری Ff باشد و گروه خونی آن الل O داشته باشد، می‌توان انتظار داشت دختری سالم ناقل هموفیلی، ولی مبتلا به فنیل‌کتونوری با گروه خونی O به صورت X^HX^hffOO به دنیا بیاید. / د) درست است. از آمیزش زن موردنظر با مردی X^hYfff می‌توان انتظار پسری X^hYfff داشت.

۴۴۲ **۳** در این مثال‌ها که فقط یکی از والدین مشخص هستند، مجبورید همهٔ گزینه‌ها را به ترتیب بررسی کنید تا به پاسخ صحیح برسید. چون فقط مرد هموفیل این خانواده X_h^RY مشخص است (*دقت کنید که دگره‌های صفت هموفیلی، وابسته به X بوده و فاقد رابطهٔ بارز و نهفتگی می‌باشد*). مادر در این خانواده، سالم است که می‌تواند X_HX_H یا X_HX_h باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اگر مرد X_h^RY را با خانمی $X_H^RX_h^W$ آمیزش دهیم، دختران (XX) آن‌ها یا $X_H^RX_h^R$ و یا $X_h^RX_h^W$ می‌شوند که در حالت دوم هموفیل و هم‌توان می‌باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. از آمیزش X_h^RY با خانمی $X_H^WX_h^W$، هر دختر بیمار به صورت $X_h^WX_h^R$ با رخ‌نمود RW می‌شود (*دقت کنید که این گزینه نگفته است که هر دختری بیمار خواهد شد*). / گزینهٔ (۳): **درست** است. وقتی پدر X_h^RY و مادر $X_H^WX_h^W$ باشد، همواره (X_h^R) از پدر به همهٔ دختران می‌رسد پس یک کروموزوم X با دو الل R و H ندارند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. از آمیزش X_h^RY با X^RX^W، در پسران آن‌ها دو حالت X^RY و X^WY ایجاد می‌شود که $\frac{1}{2}$ آن‌ها رخ‌نمود R و نصف دیگر W می‌شوند. (*دقت کنید که احتمال پسر با رخ‌نمود W در این خانواده وجود دارد.*)

۴۴۳ **۳** موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اگر والدین را به صورت یکی سالم ناقل و دیگری بیمار در نظر بگیریم $(Ff\times ff)$، در این صورت هر فرزند، قبل از تولد می‌تواند Ff یا ff باشد، یعنی مشابه هر دو والد امکان دارد بشود. در این حالت، والدین ژن‌نمود یکسان نداشته‌اند. / ب) درست است. فقط در آمیزش ff با FF است که هر فرزندی Ff می‌شود که به صورت سالم ناقل می‌شود. در این حالت این فرزندان، ژن‌نمود متفاوت با والدین خود دارند (*این فرزندان همگی سالم هستند و توانایی تولید آنزیمی دارند که غذیل‌کالانین را تجزیه می‌کند*). / ج) درست است. فقط از آمیزش ff با Ff است که هر فرزند یا Ff و یا ff می‌شود که قبل از تولد ممکن است رخ‌نمود هر دو والد را داشته باشد. در این صورت یک والد سالم ناقل و یک والد بیمار بوده است (*دقت کنید که در این عبارت از واژهٔ رخ‌نمودها استفاده شده پس باید در فرزندان هر دو نوع رخ‌نمود دیده شود*). / د) درست است. در این صورت والدین، فقط $FF\times ff$ بوده‌اند که همهٔ فرزندان با رخ‌نمود سالم و متفاوت با والد ff به دنیا می‌آیند.

۴۴۴ **۳** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. علت درستی مورد (ب) این است که در صورتی که برخی از فرزندان پسر، سالم و برخی بیمار هموفیلی می‌شوند، پس باید مادر، ناقل بیماری باشد، یعنی از نظر این بیماری سالم و واجد یک دگرهٔ بیماری است. از آنجا که فام‌تن Y فاقد جایگاه برای برای ژن بیماری هموفیلی است، پدر نقشی در بیمار شدن پسران ندارد و می‌تواند سالم و یا بیمار باشد.

تله‌های تستی الف) وقتی هر دختر یک خانواده هموفیل می‌شود، یعنی پدر قطعاً هموفیل بوده است و مادر نیز قطعاً هموفیل (X^hX^h) بوده است، چون اگر مادر ناقل (X^HX^h) باشد، امکان دارد نصف دختران سالم شوند. / ج) دختر بیمار (X^hX^h) هموفیلی، یکی از دگره‌های بیماری را از پدر خود دریافت می‌کند، بنابراین پدر این فرد حتماً باید بیمار باشد (*اصلاً مردان نمی‌توانند در این صفت، ناقل یا همان ناخالص باشند*). / د) برای اینکه همهٔ فرزندان پسر بیمار (X^hY) باشند، باید مادر، بیمار (X^hX^h) باشد و همان‌طور که در ابتدا توضیح داده شد، پدر نقشی در هموفیل شدن پسران خود ندارد و نمی‌توان ژن‌نمود آن را به‌طور قطع مشخص کرد.

۴۴۵ **۴** از آنجایی که فاویسم نوعی بیماری وابسته به X است، وقتی پسری مبتلا به فاویسم از مادری سالم به دنیا آمده است، حتماً مادر او ناقل فاویسم است، زیرا پسر همواره فام‌تن X را از والد مادر دریافت می‌کند.

دقت کنید در صورت بیمار بودن پدر (X^hY)، همهٔ (*نه نیمی از*) دختران خانواده الزاماً ژن بیماری (X^h) را از پدر خود دریافت می‌کنند و می‌توانند آن را به نسل بعد منتقل کنند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۲): از ازدواج پدر سالم و مادر ناقل فاویسم تمامی زاده‌های دختر، سالم هستند، ولی نیمی از آن‌ها ژن فاویسم را دارند و ناقل محسوب می‌شوند و دختر ناقل می‌تواند ژن فاویسم را به پسران نسل بعد انتقال دهد. نیمی دیگر از دختران سالم و خالص هستند، پس هیچ‌گاه نمی‌توانند دخترانی مبتلا به فاویسم در نسل بعد داشته باشند. / گزینهٔ (۳): از ازدواج پدر فاویسم و مادر ناقل نیمی از دختران، بیمار می‌شوند، یعنی ژن فاویسم را در هر دو فام‌تن X دارند. نیمی از دختران نیز ناقل می‌شوند، بنابراین این دختران، همواره پسران فاویسم در نسل بعدی ایجاد می‌کنند.

۴۴۶ **۱** دختر بیمار دارای ژن‌نمود BB است که یک دگرهٔ B را از پدر و دگرهٔ B دیگر را از مادر خود دریافت کرده است. وجود یک دگرهٔ B در پدر وی، سبب بروز بیماری طاسی می‌شود، بنابراین قطعاً پدری طاس دارد (رد گزینهٔ (۳) و درستی گزینهٔ (۱)).

از سوی دیگر مادر می‌تواند دارای ژن‌نمود BB و یا Bb باشد. فرد مؤنث تنها در حالت BB می‌تواند طاسی را بروز دهد (رد گزینه‌های (۲) و (۴)).

C ۴۴۷ ـ ۲ موارد (الف) و (د) نادرست هستند. هنگامی که در خانواده‌ای، پدر به یک بیماری نهفته وابسته به جنس (*مثل کوررنگی a*) مبتلا باشد و مادر خالص بارز یعنی سالم باشد، در حقیقت ژن‌نمود پدر به صورت X^aY و مادر X^AX^A بوده است. در این خانواده برحسب قوانین احتمالات، دو نوع فرزند می‌تواند ایجاد شود. همهٔ پسران آن‌ها X^AY و سالم می‌شوند ولی همهٔ دختران آن‌ها سالم ناقل به صورت X^AX^a می‌توانند بشوند.

نکته

والدین: فنوتیپ: پدر مبتلا — ژنوتیپ: X^aY × مادر سالم X^AX^A ⇒ پانت فرزندان

$\frac{1}{2}$ X^AY	X^AX^a
پسر سالم (نصف فرزندان)	دختر سالم (نصف فرزندان)

◀ همهٔ فرزندان آن‌ها سالم می‌شوند، ولی ژن بیماری (X^a) فقط در دختران به صورت نهفته وجود دارد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. **همهٔ** پسران سالم هستند. / ب) درست است. فقط دختران، دگرهٔ بیماری را دارند. / ج) درست است. هر دختر آن‌ها ناقل و دارای دگرهٔ بیماری است. / د) نادرست است. فرزند بیمار در این خانواده به دنیا نمی‌آید.

B ۴۴۸ ـ ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند. در حل این مسئله برای اینکه شما بهتر و راحت‌تر متوجه شوید، بیماری هموفیلی را در نظر می‌گیریم. (*در کنکور نیز وقتی می‌توانید، نوعی بیماری را جایگزین قرار دهید، اینگونه با بررسی آن راحت‌تر هستید.*)

تله‌های تستی الف) نادرست است. مرد سالم (X^HY) و زن ناقل (X^HX^h)، می‌توانند صاحب پسر بیمار (X^hY) شوند. / ب) نادرست است. از آمیزش مرد بیمار (X^hY) با زن ناقل (X^HX^h)، احتمال به دنیا آمدن دختر ناقل (X^HX^h) وجود دارد. / ج) درست است. در بیماری‌های نهفته، وقتی والدین بیمارند، قطعاً فرزندان نیز بیمار خواهند شد. / د) درست است. از آمیزش مرد سالم (X^HY) با زن بیمار (X^hX^h)، قطعاً همهٔ پسران آن‌ها بیمار (X^hY) خواهند شد.

C ۴۴۹ ـ ۴ چون پدر از نظر بیماری سالم است، ولی دختر آن‌ها بیمار است، لذا صفت بیماری وابسته به جنس، **بارز** بوده است. یعنی پدر (X^tY) و دختر (X^TX^t) بیمار شده است. ژن‌نمود مادر از نظر بیماری یا خالص بارز (X^TX^T) یا ناخالص (X^TX^t) است. ژن‌نمود پدر از نظر گروه خونی Rh یا خالص نهفته (dd) است یا ناخالص (Dd) است.

◀ خب: چون مادر خانواده، فقط زائده A دارد، پس گروه خونی A^- داشته و پدر خانواده گروه خونی B با Rh نامشخص دارد. چون فرزند O^- از آن‌ها به دنیا آمده است، پس گروه خونی مادر $AOdd$ و پدر $BOdd$ یا $BODd$ بوده است. حالا کل ژن‌نمود والدین را می‌نویسیم:

مادر	پدر
$X^TX^?AOdd$	$X^tYBO(dd$ یا $Dd)$

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اگر مادر X^TX^t باشد، دختر X^tX^tOO سالم بوده و گروه خونی متفاوت با والدین دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. این زوج می‌توانند پسر فوق را به صورت X^tYABDd داشته باشند اگر مادر X^TX^t باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. این فرزند می‌تواند مثل پسر یا دختری بیمار با گروه خونی B^+ یا B^- باشد. / گزینهٔ (۴): درست است. چون این زوج به دلیل اینکه پدر فاقد الل بیماری است، نمی‌توانند فرزندی با دو الل بیماری X^TX^T داشته باشند.

C ۴۵۰ ـ ۴ عبارت‌های (ب) و (ج) جمله را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

ابتدا در این سؤالات پی به ژن‌نمود پدر و مادر ببرید و سپس به راحتی و با آرامش، احتمال ایجاد هر صفت در هر فرد را پیدا کنید.

◀ **بررسی ژن‌نمود پدر خانواده:**

مرد سالم از نظر هموفیلی X^HY می‌باشد که گروه خونی AB^+ دارد.

از طرفی، چون فرزند اول آن‌ها فاقد پروتئین D بوده و Rh منفی (dd) دارد، پس ژن‌نمود پدر خانواده به صورت X^HYABDd بوده است.

◀ **بررسی ژن‌نمود مادر خانواده:**

خانمی ناقل هموفیلی که گروه خونی B^+ دارد، به صورت $X^HX^hB\_?\_D\_?$ می‌باشد که چون فرزند اول آن‌ها گروه خونی A^- دارد، پس قطعاً به صورت $BODd$ بوده است (*چون اگر مادر BB بوده باشد، دیگر فرزندی با گروه خونی A نمی‌تواند داشته باشد*).

ژن‌نمود مادر خانواده به صورت $X^HX^h\ BODd$ می‌باشد.

◀ حالا با توجه به ژن‌نمودهای پدر و مادر خانواده، یکی یکی احتمال فرزندان هر عبارت را بررسی می‌کنیم:

الف) درست است. فرزندی سالم با گروه خونی AB^+ قطعاً از این زوج احتمال تولد دارد. / ب) نادرست است. پسری هموفیل که فاقد قدرت تولید عامل ۸ خون است، X^hY بوده که می‌تواند با گروه خونی BB خالص و dd منفی به دنیا بیاید. / ج) نادرست است. دختر ناقل هموفیلی، (X^HX^h) بوده که از این زوج حاصل می‌شود، ولی از طرفی نمی‌توان گروه خونی A خالص (AA) از این زوج به دنیا آورد. / د) درست است. دختر بیمار X^hX^h از این آمیزش ایجاد نمی‌شود، چون پدر خانواده هموفیلی ندارد.

C ۴۵۱ ـ ۳ ابتدا طبق معمول باید بجنگیم تا به ژن‌نمود والدین برسیم! خانواده چهار نفره دارای دو فرزند می‌باشد، چون فرزند اول پسری هموفیل شده است، پس (X^h) دارد که از مادرش گرفته است، ولی این پسر بیماری کام شکاف‌دار وابسته به X ندارد (*الل t برای این بیماری باشد*)، پس X این پسر به صورت X_T^hY بوده است. این پسر گروه خونی A^- دارد. دختر این خانواده فقط مبتلا به کام شکاف‌دار (t) است که $X_t^HX_t^?$ که گروه خونی AB^+ دارد. تا اینجا می‌فهمیم که در این خانواده مادر ژن‌نمود $X_T^HX_t^h$ و پدر X_t^HY بوده است (*توجه کنید که در سؤال ذکر شده بدون در نظر گرفتن کراسینگ اور، در نتیجه هر کروموزوم که به فرزندان رسیده باید عیناً در پدر و مادر وجود داشته باشد و ما نمی‌توانیم به‌طور انتخابی یک بار الل بیماری کام شکاف‌دار را به یکی بدهیم و دفعهٔ بعد به دیگری*).

◀ با توجه به جدول روبه‌رو، دختر خانواده در صفت هموفیلی سالم خالص است.

پسر	پدر
$X_T^hYA\underline{?}\ \underline{?}d$	$X_t^HYA\underline{?}\ \underline{?}d$

دختر	مادر
$X_t^HX_t^HABD\underline{?}$	$X_t^HX_T^hB\underline{?}Dd$

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. هیچ‌کدام از دو والد مبتلا به هموفیلی نیستند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. مادر نمی‌تواند گروه خونی O داشته باشد چون فرزند AB دارد. / گزینهٔ (۳): درست است. با توجه به جدول صحیح است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. پدری که دختر بیمار دارد، قطعاً کام شکاف‌دار دارد.

B ۴۵۲ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند و مورد (د) صحیح است چون در یک فرد مبتلا به بیماری هموفیلی، به علت اختلال در تولید عامل‌های انعقادی، در پی خونریزی‌های شدید، لخته تشکیل نشده و در نتیجه حجم زیادی از خون بدن از دست می‌رود. از طرفی در پی این کم‌خونی میزان مصرف آهن و فولیک‌اسید و ویتامین B_{12} برای تولید گویچه‌های قرمز افزایش پیدا می‌کند، در نتیجه میزان ذخایر آهن کبدی کاهش می‌یابد. در این افراد مغز زرد در تنهٔ استخوان‌های دراز به مغز قرمز تغییر می‌کند تا به کمبود گویچهٔ قرمز بپردازد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید اگر خونریزی و آسیب اندک باشد، در نتیجه درپوش پلاکتی تشکیل شده و مانع خونریزی می‌شود. حتماً از زیست دهم به یاد دارید که در خونریزی‌های کوچک، لخته تشکیل نمی‌شود و در نتیجه به وجود عامل انعقادی نیازی نیست. در واقع در بیماری هموفیلی، تشکیل درپوش با اختلال مواجه نمی‌شود (*همچنین در همهٔ انواع هموفیلی، تولید ترومبین دچار اختلال نمی‌شود، بلکه ممکن است پروتئین‌های دیگری با مشکل مواجه شوند*). / ب) نادرست است. در بیماری هموفیلی، ممکن است اختلال در تولید نوع دیگری از عامل انعقادی باشد. اگر دقیق متن کتاب را بررسی کنید، متوجه می‌شوید که ذکر شده، **شایع‌ترین** نوع آن مربوط به عامل انعقادی VIII است. / ج) نادرست است. اگر فرد بیمار، پسر باشد، فقط ممکن است مادر وی دارای این الل X^h بوده باشد.

B ۴۵۳ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. از کتاب زیست یازدهم حتماً به خاطر دارید که یاخته‌های پیکری موز، **تریپلوئید** از رشد آندوسپرم می‌باشند و ۳ دگره از دو نوع از هر جایگاه ژنی را در هستهٔ خود دارند. اگر صفتی در موز تک‌جایگاهی باشد، هر هسته دارای ۳ دگره از دو نوع با توجه به رابطهٔ بین آن‌ها (*بارز و نهفتگی یا بارزیت ناقص یا هم‌توانی*) وجود دارد. اگر صفت دارای چند جایگاه ژنی باشد، **در هر جایگاه ۳ دگره دارد** که می‌توانند از **یک یا دو نوع** مختلف باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در هر جایگاه ژنی آندوسپرم، حداکثر دو نوع الل وجود دارد (*یکی مربوط به اسپرم و دوتای دیگر مربوط به یاختهٔ دوهستهای*!). / ب) نادرست است. در صورت دوجایگاهی بودن، **هر جایگاه** حداکثر دو نوع دگره دارد (*مجموعاً ۴ تا*). / ج) درست است. در صورت سه‌جایگاهی بودن، چون هر جایگاه حداکثر دو نوع ژن دارد، پس حداکثر ۶ نوع ژن دارد. / د) نادرست است. در صفات چندجایگاهی، فقط ژن‌های هر جایگاه با هم دگره هستند.

B ۴۵۴ ـ ۴ فرزند دختر، در اغلب یاخته‌های پیکری هسته‌دار، ۲ عدد فام‌تن X دارد، ولی ممکن است در بعضی صفات وابسته به X، ۲ دگره‌ای که از پدر و مادر دریافت می‌کند، **۲ دگرهٔ مشابه** باشند، یعنی **یک نوع** دگره دریافت کند.

تله‌های تستی صفات وابسته به X، تنها بر روی فام‌تن X هستند و تنها از طریق فام‌تن X به ارث می‌رسند، اما توجه داشته باشید، صفات وابسته به X، می‌توانند تک‌جایگاهی یا چندجایگاهی باشند (درستی گزینهٔ (۳)). در صفات **مستقل از جنس** در شرایط عادی، هر فرد دیپلوئید برای صفات تک‌جایگاهی از هر والد خود، تنها یک دگره دریافت می‌کند (درستی گزینهٔ (۱)). فرزند دختر در مورد **تمام صفات**، چه وابسته به X و چه مستقل از جنس از هر والد، یک دگره برای صفات تک‌جایگاهی دریافت می‌کند (درستی گزینهٔ (۲)).

B ۴۵۵ ـ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. پلاسموسیت یا یاختهٔ پادتن‌ساز، چون قدرت تقسیم ندارد، همواره در مرحلهٔ G_0 یا G_1 با کروموزوم‌های **تک‌کروماتیدی** قرار دارد.

تله‌های تستی الف) درست است. این سؤال تفاوت یک صفت تک‌جایگاهی چهاردگره‌ای را با یک صفت دارای ۴ جایگاه ژنی بررسی کرده است. باید توجه داشته باشید که صفت چهار دگره‌ای، در **جامعه** توسط ۴ ژن دگره در **یک جایگاه ژنی** کنترل می‌شود، ولی هر فرد، در هر هسته یاخته پیکری دیپلوئید خود، دو دگره از آن را دارد. همچنین صفتی که تحت کنترل ۴ جایگاه ژن می‌باشد، هر جایگاه آن حاوی ژن‌های دو دگره‌ای می‌باشد. / ب) درست است. صفت چهارجایگاهی در هر جایگاه، دو ژن دارد که آن فرد هر ۸ ژن آن را دارد، ولی صفت چهاردگره‌ای، تک‌جایگاهی است و دو ژن دارد. / ج) درست است. هر جایگاه ژنی در هر صفتی، در جامعه می‌تواند تحت کنترل دو یا چند ژن باشد. / د) نادرست است. صفات چندجایگاهی می‌توانند، طیفی از رخ‌نمودهای مختلف داشته باشند.

B ۴۵۶ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. صفتی که با ۴ ژن $AaRW$ بروز می‌یابد، تحت کنترل دو جایگاه ژنی بوده است که در جایگاه (A و a) دارای رابطهٔ بارز و نهفتگی، ولی در جایگاه دیگر، R و W رابطهٔ بارز و نهفتگی ندارد. این صفت در جامعه، در هر جایگاه خود اگر دو دگره‌ای باشد، برای بروز در یاختهٔ پیکری هسته‌دار، نیازمند به ۴ ژن می‌باشد (تأیید ج).

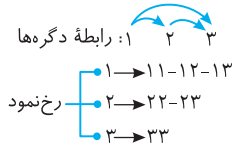
تله‌های تستی الف) نادرست است. صفت فوق دوجایگاهی است، ولی مشخص نیست که هرکدام در جامعه، چند اللی هستند. / ب) نادرست است. این چهار ژن، **دو به دو** با هم الل هستند، نه اینکه همه با هم الل (*دگره*) باشند. / د) نادرست است. صفات چندجایگاهی معمولاً از نوع پیوسته با نمودار زنگوله‌ای می‌باشند.

C ۴۵۷ ـ ۳ این سؤال نکته بسیار ریزی دارد که تنها دانش‌آموز دقیق و با سواد به آن پاسخ می‌دهد.

همان‌طور که می‌دانید اسپرم طبیعی یک مرد، دارای ۲۲ فام‌تن مستقل از جنس و یک فام‌تن جنسی X یا Y می‌باشد. وقتی صفتی دارای سه ژن در یک اسپرم باشد، می‌توان تصور کرد که مثلاً این صفت تحت کنترل سه جایگاه ژن بوده باشد که هر سه روی سه فام‌تن مستقل از جنس باشد. ولی از طرفی ممکن است این صفت تحت کنترل چهار جایگاه ژنی بوده است که سه تای آن در فام‌تن غیرجنسی و یک جایگاه نیز روی فام‌تن X باشد. حال اگر این اسپرم حاوی فام‌تن Y باشد، فقط سه ژن مستقل از جنس را دارد. پس بهترین پاسخ، همان گزینهٔ (۳) می‌باشد. در مورد گزینهٔ (۱) نیز دیگر برای شما تکراری شده که بگوییم هر جایگاه ژنی دارای ژن‌های دگره می‌باشد و ژن‌های جایگاه‌های مختلف، به عنوان دگره به حساب نمی‌آیند (*پس این صفت ۶ ژن دارد و هیچ اجباری ندارد که ژنی از آن روی X باشد*).

C ۴۵۸ ـ ۴ این صفت شبیه صفت گروه خونی در انسان سه دگرهٔ ۱، ۲ و ۳ دارد. هر هستهٔ یاخته این فرد می‌تواند حداکثر ۲ دگره از این ۳ دگره را داشته باشد. دگرهٔ ۳ به سایر دگره‌ها نهفته می‌باشد و چون زاده، رخ‌نمود دگرهٔ ۳ را دارد، پس هر دو دگرهٔ آن ۳ است و هر یک را از یکی از والدین خود دریافت کرده است، پس هر یک از والدین حداقل یک دگرهٔ ۳ دارد، اما دربارهٔ دگرهٔ دیگر والدین نمی‌توان نظر داد و هرکدام از سه دگره می‌تواند باشد، یعنی:

ژن‌نمود احتمالی برای هرکدام از والدین: (۳ و ۱) یا (۳ و ۲) یا (۳ و ۳)



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دیدید که هریک از والدین، ممکن است ژن‌نمود (۳ و ۳) داشته باشد، لذا گزینهٔ (۱) همیشه نمی‌تواند درست باشد. / گزینهٔ (۲): طبق توضیحات داده شده در پاسخ گزینهٔ (۱)، این گزینه هم نادرست است. / گزینهٔ (۳): هریک از والدین، ممکن است رخ‌نمود ۲ را به صورت (۲۳) داشته باشد. / گزینهٔ (۴): اگر والدین رخ‌نمود دگرهٔ ۱ را داشته باشند، یعنی ژن‌نمود هریک (۳ و ۱) است، لذا فرزندان یا رخ‌نمود ۱ را خواهند داشت یا ۳، پس این گزینه درست است.

B ۴۵۹ ۲ موارد (ج) و (د) نادرست هستند. در ابتدا دقت کنید که صفت یا بیماری فوق، می‌تواند وابسته به X بارز (X^A) یا نهفته (X^a) باشد. علت نادرستی (ج)، این است که اگر صفت وابسته به X بارز باشد و دختر، بیمار به صورت X^AX^a باشد، ممکن است پدر سالم X^aY و مادر بیمار و دارای X^A باشد. مورد (د) نیز نادرست است، چون صفت وابسته به جنس، اگر روی فام‌تن Y باشد، در فرزند دختر وجود ندارد.

تله‌های تستی الف و ب) درست است. در بیماری وابسته به X، هر پسری، کروموزوم X خود را از مادر دریافت کرده است و اگر بیماری بارز و مادر ناخالص بیمار به صورت X^AX^a باشد، ممکن است پسر سالم X^aY به دنیا بیاید.

C ۴۶۰ ۱ البته این سؤال مسئله‌ای عددی است که دلم تنگ شده بود و طرح کردم (ببخشید!). در این سؤال سه صفت مد نظر قرار گرفته است که به ترتیب آن‌ها را بررسی می‌کنیم (دوست نداری ولش کن فقط واسه رتبه‌های برتر نوشتم!).

الف) **صفت رنگ پوست** که ۴ جایگاهی تصور شده است. در این صفت فرض بر این است که یک جایگاه روی فام‌تن X و سه جایگاه دیگر در مستقل از جنس‌ها می‌باشد. برای این صفت، یاختهٔ جنسی هاپلوئید اگر حاوی فام‌تن X باشد، حداکثر دارای ۴ نوع ژن و اگر دارای فام‌تن Y باشد، حداکثر واجد ۳ نوع ژن می‌باشد.

یاخته‌های دیپلوئید در صورت XX بودن، دارای حداکثر ۸ نوع ژن (۴ جفت دگرهٔ متفاوت) و اگر XY باشند، حداکثر دارای ۷ نوع ژن (۶ نوع در ۳ جفت مستقل از جنس و یکی روی X) می‌باشد.

ب) **صفت حالت موی انسان** یک صفت مستقل از جنس دو دگره‌ای (W و R) می‌باشد که یاختهٔ هاپلوئید دارای یک نوع ژن می‌باشد و یاختهٔ دیپلوئید نیز حداکثر دو نوع ژن یا دگره آن را دارد.

ج) **صفت گروه خونی** ABO، مستقل از جنس ۳ دگره‌ای است که هر یاختهٔ هاپلوئید فرد دارای یک دگره بوده و یاختهٔ دیپلوئید حاوی دو دگره آن می‌باشد.

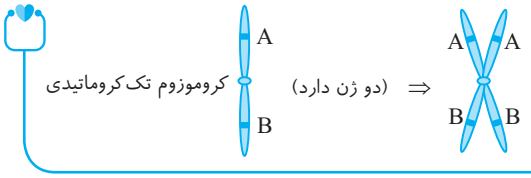
نکته

هر فام‌تن مضاعف حاوی دو ژن یکسان از یک صفت می‌باشد. در این سؤال به کلمه **حداکثر چند نوع** دقت کنید، چون فام‌تن تک‌کروماتیدی یک مولکول DNA دارد، ولی همان فام‌تن در حالت مضاعف، به دلیل داشتن دو مولکول DNA، از هر ژن دو تا دارد (در واقع هر یاختهٔ مضاعف دیپلوئید زنان، حداکثر ۲۴ ژن از ۱۲ نوع دارد).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. اسپرماتوگونی، یاخته‌ای دیپلوئید مضاعف و XY می‌باشد که برای رنگ پوست **حداکثر** دارای **۷** نوع ژن، برای حالت مو، **دو** نوع ژن و برای گروه خونی AB نیز **دو** نوع ژن دارد، که برای این سه صفت **حداکثر** مجموع آن‌ها می‌تواند حاوی **۱۱ نوع ژن** باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. اووسیت ثانویه، یاختهٔ **هاپلوئید** مضاعف Xدار است، که برای صفت رنگ پوست حداکثر **۴ نوع ژن** دارد. برای صفات حالت مو، گروه خونی ABO نیز از هرکدام **یک نوع ژن** دارد. پس جمعاً ۶ نوع ژن می‌شود.

نکته

چون اووسیت ثانویه یاخته مضاعف است، در فام‌تن‌های خود، ۱۲ ژن از این سه صفت دارد، ولی چون دو کروماتید خواهری، DNA یکسانی دارد، این ۱۲ ژن، ۶ نوع ژن می‌باشند. مثلاً در این دو ژن، فام‌تن مضاعف ۴ ژن از دو نوع دارد.



گزینه‌های (۳) و (۴): نادرست است. اسپرماتید یا اسپرماتوسیت ثانویه یا اسپرم‌هایی که در حالت حداقلی، حاوی فام‌تن Y هستند، یک نوع ژن برای گروه خونی ABO، یکی برای حالت مو و سه نوع ژن برای رنگ پوست در فام‌تن‌های مستقل از جنس دارند که مجموعاً ۵ نوع ژن می‌شوند. اگر یاخته‌های هاپلوئید در حالت حداکثری دارای فام‌تن X باشند، در این صورت ۶ نوع ژن برای این سه صفت دارند (۴ تا برای رنگ پوست و ۲ تا برای گروه خونی و حالت مو).

B ۴۶۱ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

در نوعی ذرت، رنگ دانه توسط سه جایگاه ژن دو دگره‌ای (نه سه اللی) کنترل می‌شود (نادرستی ب) که دگره‌ها در هر سه جایگاه رابطهٔ بارز و نهفتگی دارند و برحسب ترکیب دگره‌ها رنگ‌های مختلفی با درجات مختلف از سفید تا قرمز کم رنگ به سوی قرمز پر رنگ دارند (درستی ج)، ولی فاقد رنگ کاملاً صورتی مثل حالت حد واسط می‌باشند (در وسط زنگوله، رخ‌نمودی تقریباً صورتی رنگ دیده می‌شود اما در دو طرف آن رخ‌نمود، ذرت‌ها سفید و قرمز نیستند، بلکه کمی قرمزتر و کمی سفیدتر هستند و نه قرمز و سفید کامل) (نادرستی د و درستی ج). در نمودار زنگوله‌ای توزیع آن‌ها، سفید و قرمز فراوانی کم ولی دانه‌های وسط نمودار فراوانی بیشتری دارند (نادرستی الف).

B ۴۶۲ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. افراد فنیل‌کتونور، ژن تجزیه‌کنندهٔ فنیل‌آلانین را به صورت جهش یافته دارند. / ب) درست است. در بیماران فنیل‌کتونوری، آسیب مغزی و به دنبال آن آسیب ذهنی ایجاد می‌شود. / ج) نادرست است. افراد مبتلا به فنیل‌کتونوری، تنها در بدو تولد و یا در صورت عدم تغذیه از فنیل‌آلانین علائم آشکاری ندارند، ولی در صورت تغذیه با مواد دارای فنیل‌آلانین بالا دچار اشکالات مغزی می‌شوند. / د) نادرست است. تغذیه و رژیم درمانی باعث درمان بیماری ژنتیکی نمی‌شود، بلکه از بروز یا بیان ژن آن می‌تواند **جلوگیری** کند.

B ۴۶۳ ۴ با توجه به شکل کتاب درسی زیست‌شناسی (۳)، وقتی سه دگرهٔ قرمز و سه دگرهٔ سفید داریم (نسبت دگرهٔ بارز به نهفته برابر با یک است)، در نمودار توزیع فراوانی رخ‌نمودها، در محدودهٔ بیشترین فراوانی قرار دارد.

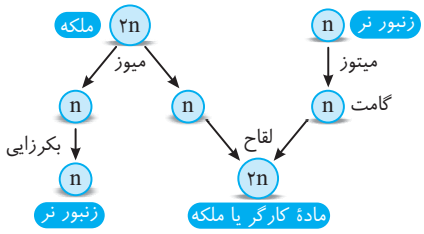
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): طبق شکل کتاب درسی زیست‌شناسی (۳)، مثلاً $AaBbcc$ و $aaBbcc$ رنگ مشابهی دارند. / گزینهٔ (۲): آستانه‌های نمودار را ببینید. $aabbcc$ سفیدرنگ است و $AABBCC$ قرمز است، ولی فراوانی آن‌ها با هم برابر است. / گزینهٔ (۳): $AABBCC$ بیشترین تعداد دگره‌های بارز (قرمز) را دارد، ولی فراوانی‌اش از همه بیشتر نیست. اگر همواره نسبت مستقیم داشت، شکل نمودار خطی می‌شد، نه زنگوله‌ای!

C ۴۶۴ ۳ زوج‌های (الف)، (ب) و (ج) می‌توانند فرزندانی با رنگ پوست پدر و مادر را داشته باشند. همان‌طور که می‌دانید در این سؤالات که طریقهٔ به ارث رسیدن آن‌ها مشابه رنگ دانهٔ ذرت است، فقط کافی است به تعداد الل‌های بارز دقت کنیم که الان باید بریم یکی یکی هر خانواده را بررسی کنیم:

تله‌های تستی الف) درست است. والد اول (راست) دارای دو الل بارز و والد دوم یک الل بارز دارد که از آمیزش آن‌ها می‌توان فرزند $AaBbcc$ با دو الل بارز و یا $Aabbcc$ با یک الل بارز مانند دو والد فوق مشاهده کرد. / ب) درست است. والد اول دارای پنج الل بارز و والد دوم دارای سه ژن بارز می‌باشد، که از آمیزش آن‌ها فرزند $AaBBCC$ مانند والد اول و فرزند $AaBbCc$ مانند والد دوم می‌شود.

ج) درست است. والد اول دارای سه الل بارز و والد دوم چهار الل بارز دارد. از آمیزش آن‌ها فرزند $AaBbCc$ و $AABbCc$ مانند هر دو والد می‌باشند. / د) نادرست است. والد اول دارای یک الل بارز و والد دوم دارای پنج الل بارز می‌باشد، از این آمیزش، هیچ‌گاه فرزندی دارای یک الل بارز به دنیا نمی‌آید، چون همواره حداقل در هر فرزند دو الل A و B وجود دارند.

C ۴۶۵ ـ ۴ با توجه به شکل روبه‌رو هر چهار مورد نادرست است.



تله‌های تستی الف) دقت کنید هر زنبور ماده‌ای، الزاماً در آمیزش شرکت نمی‌کند. در واقع فقط زنبورهای ملکه در آمیزش شرکت می‌کنند (*زنبورهای کارگر، ماده‌های نازا هستند*). / ب) زاده‌های حاصل از آمیزش همگی ماده هستند و زاده‌های نر، حاصل بکرزایی هستند. / ج) دقت کنید **نوترکیبی در طی میوز** رخ می‌دهد، در صورتی که گامت‌های زنبور نر در طی **میتوز** تولید می‌شوند. / د) دقت کنید زنبورهای مادهٔ کارگر حاصل از این آمیزش، بعد از بلوغ در تولید گامت شرکت نمی‌کنند.

C ۴۶۶ ـ ۱ فقط مورد (ب) نادرست است. صفت فوق تک‌جایگاهی است و دو دگرهٔ بلندی B و کوتاهی K دارد که در حالت ناخالص BK، طول شاخک متوسط ایجاد می‌کند. قبل از وارد شدن به عبارات، یادآوری می‌کنم که زنبور نر، هاپلوئید است و یا الل B بلندی و یا K کوتاهی دارد. یعنی زنبور نر متوسطی وجود نخواهد داشت، ولی در زنبور ماده که $2n$ است، هر نوع ژن‌نمود و رخ‌نمودی به صورت $KK - BK - BB$ محتمل است.

تله‌های تستی الف) درست است. فقط زنبورهای ماده می‌توانند BK با شاخک متوسط باشند، که فقط ملکه‌ها (*نه همهٔ ماده‌ها از جمله کارگرها!*) برای تولید تخمک، تقسیم میوز را با تشکیل تتراد انجام می‌دهند. / ب) نادرست است. شاخک متوسط در زنبورهای نر دیده نمی‌شود که این جانوران، اسپرم خود را با **میتوز** ایجاد می‌کنند. / ج) درست است. کوتاه خالص KK در زنبورهای ماده دیده می‌شود که دیپلوئید بوده و کروموزوم همتا دارند. / د) درست است. در زنبورهای نر، حداکثر دو نوع رخ‌نمود B و K دیده می‌شود که اسپرم خود را با تقسیم میتوز ایجاد می‌کنند. پس اگر تنوعی بین یاخته حاصل و اولیه ایجاد شود، قطعاً در اثر جهش‌هایی بوده است که در حین تقسیم رخ داده است.

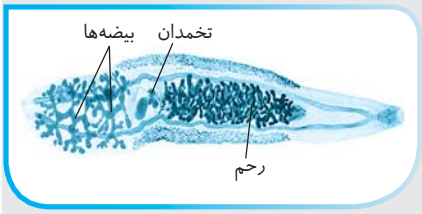
B ۴۶۷ ـ ۳ از زیست یازدهم به یاد دارید که کرم خاکی و کرم پهن (*کرم کبد*) دارای دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده هستند. البته کرم خاکی قدرت دگرباروری (*لقاح دوطرفی*) دارد، ولی کرم کبد فقط خودبارور است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. هر زادهٔ کرم کبد، فقط **یک والد** داشته است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. کرم خاکی اول فقط اسپرم A دریافت می‌کند، ولی کرم خاکی دوم اسپرم A و a دریافت می‌کند. / گزینهٔ (۳): درست است. در کرم کبد اول، طی خودباروری سه نوع زاده $AA - Aa - aa$ می‌توانند ایجاد شود، ولی کرم دوم می‌تواند فقط زاده AA ایجاد کند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. کرم خاکی، خودباروری ندارد، بلکه لقاح دوطرفی دارد.

درسنامه درختی ۵۰ کرم‌های نرماده

کرم‌های پهن نرماده خودلقاح

- تولیدمثل جنسی بدون بکرزایی ولی همراه با یک والد است.
- اسپرم و تخمک در بدن هر کرم تولید شده و با هم ترکیب می‌شوند.
- گامت‌ها در اثر میوز ایجاد می‌شوند و تنوع دارند.
- تخمدان بین رحم و بیضه‌ها وجود دارد.
- **مثال:** از خودلقاحی کرم پهن با ژنوتیپ $Aabb$ چه کرم‌هایی امکان تشکیل دارند؟



پاسخ:
- اسپرم‌ها: Ab، ab
- تخمک‌ها: Ab، ab
- زیگوت $AAbb$ ← Ab + Ab
- زیگوت $Aabb$ ← Ab + ab
- زیگوت $Aabb$ ← ab + Ab
- زیگوت $aabb$ ← ab + ab

مشابهند.

کرم خاکی نرماده دگرلقاح

- هر کرم هم اسپرم و هم تخمک ایجاد می‌کند.
- اسپرم‌های هر کرم، تخمک کرم دیگر را بارور می‌کند.
- **مثال:** از آمیزش کرم خاکی (۱) با ژنوتیپ $Aabb$ و کرم (۲) با ژنوتیپ $aaBB$ در بدن هر کرم چه زیگوت‌هایی ایجاد می‌شود؟


«کرم خاکی»

پاسخ: کرم (۲) $(aaBB)$
- اسپرم aB ← تخمک aB + اسپرم Ab یا ab کرم دیگر
- زیگوت‌های درون کرم (۲): $AaBb$، $aaBb$

کرم (۱) $(Aabb)$
- اسپرم: Ab، ab
- تخمک: Ab، ab
- زیگوت‌های درون کرم (۱): $AaBb$، $aaBb$

۴۶۸ ۳

نکته
۱ اگر در دانهٔ رسیده، یاختهٔ اندوخته‌دار، $2n$ باشد ← یعنی دانه دو لپهٔ قطور پر از اندوختهٔ غذایی داشته است (نادرستی گزینهٔ (۱)).
۲ در این سؤال اندوختهٔ $3n$ نمی‌تواند BBb باشد، چون در این صورت اسپرم، الل b داشته است که در والد نر این الل دیده نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)).

اگر اندوختهٔ دانه به صورت دیپلوئید و $aaBbdd$ باشد، با توجه به والد نر که الل b ندارد، پس اسپرم aBd و تخم‌زا abd بوده است. در این صورت یاختهٔ دوهسته‌ای نیز به صورت $aabbdd$ در لقاح مضاعف و ایجاد تخم ضمیمه شرکت کرده است (درستی گزینهٔ (۳)).

نکته
اگر در دانهٔ رسیده، یاختهٔ اندوخته‌دار، $3n$ باشد ← یعنی دانه غلات بوده و **یک لپهٔ نازک** فقط برای انتقال غذا به رویان داشته است (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۴۶۹ ۳ این سؤال دو قسمت دارد:

آندوسپرم: $AaaBBbMMN$

قسمت اول: پوسته دانه فرمول ژنتیکی $2n$ از گیاه ماده را دارد. از این آندوسپرم ($AaaBBbMMN$) فقط می‌توانیم متوجه شویم که یاخته‌های جنسی نر و ماده ایجادکننده آن، به ترتیب AbN و aBM بوده‌اند. پس پوسته که فقط ژن‌های مادر را دارد، باید قطعاً ژن‌های یاختهٔ جنسی ماده یعنی aBM را داشته باشد که در گزینهٔ (۲) ژن M و در گزینهٔ (۳) ژن a دیده نمی‌شود (*پس جواب تا اینجای کار یا گزینهٔ (۲) است و یا گزینهٔ (۳)*).

قسمت دوم: یاختهٔ باقی‌مانده از میوز پارانشیم خورش را خواسته است. در این صورت چون این یاخته طی چند نسل میتوز، هر هسته کیسهٔ رویانی را تولید کرده است، پس ژن‌نمود تخم‌زا که یکی از هسته‌های آن است همانند آن باید باشد. در نتیجه یاختهٔ موردنظر ژن‌نمود aBM را دارد (*حتماً به‌راحتی می‌توانید ژن‌های تخم‌زا را از این آندوسپرم به‌دست بیاورید*).

۴۷۰ ۱ این هم یک سؤال ترکیبی از انواع دگره‌ها بین گیاهان و جانوران!!!

این سؤال مقایسه‌ای بین صفت دو دگره‌ای رنگ گل میمونی با رابطهٔ بارزیت ناقص (W و R) و صفت سه دگره‌ای گروه خونی ABO در انسان می‌باشد که به بررسی هر گزینه می‌پردازیم.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): **درست** است. کیسهٔ رویانی لقاح نکرده از سه نسل میتوز یک یاخته (*هاپلوئید*) ایجاد شده است و دارای ۸ هسته هاپلوئید مشابه می‌باشد. این هسته‌ها، همانند اسپرماتید که یاختهٔ هاپلوئید می‌باشد برای هرکدام از این دو صفت، یک نوع دگره دارند. مثلاً هر ۸ دگره واقع در کیسهٔ رویانی از یک نوع R یا W بوده است و دگره گروه خونی نیز در اسپرماتید دارای یک نوع دگره A یا O می‌باشد (*مواظب باشید یاختهٔ دوهسته‌ای شما را گول نزند چون همهٔ الل‌های آن‌ها، با هم مشابه‌اند و درواقع یک نوع دگره‌اند*). / گزینهٔ (۲): نادرست است. دانه گرده رسیده دارای دو هسته هاپلوئید **مشابه** به نام رویشی و زایشی می‌باشد، که چون هر دو هسته در اثر **میتوز** ایجاد شده‌اند، **دارای دگره‌های یکسان از یک صفت می‌باشند**. از طرفی اسپرماتوسیت اولیه یاخته‌ای دیپلوئید می‌باشد که می‌تواند در حالت خالص، یک نوع دگره گروه خونی و در حالت ناخالص **دو نوع دگره** داشته باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. لالهٔ گوش و یاختهٔ پیکری ریشه، هر دو **دیپلوئید تک‌هسته‌ای** هستند و از هر صفت غیروابسته به جنس دارای دو دگره می‌باشند، ولی دقت کنید که دگره آن‌ها **غیرفعال** است، چون این ویژگی‌ها در ریشه یا لالهٔ گوش ایجاد نمی‌شوند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. کیسهٔ رویانی لقاح کرده دارای ۱۰ مجموعه فام‌تنی می‌باشد که **حداکثر** از **دو نوع** مختلف بوده است (*۸ مجموعه مشابه‌هم در هسته‌های ماده و ۲ مجموعه مشابه‌هم در اسپرم‌ها*). از طرفی یاخته ماهیچه اسکلتی که ۵ هسته دیپلوئید دارد نیز برای هر صفت، گروه خونی ۱۰ دگره دارد که **حداکثر دو نوع** در حالت ناخالص می‌باشند.

۴۷۱ ۳ دقت کنید در همهٔ حالت‌هایی که یک ژن بخواهد در طی تقسیم یاخته به نسل بعد منتقل شود، باید قبل از وقوع تقسیم، در مرحلهٔ S چرخهٔ یاخته‌ای در یوکاریوت‌ها همانندسازی کرده و نسخه(های) آن مضاعف شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت کنید یاخته‌های جنسی در گیاهان در پی تقسیم میتوز (*بدون تغییر عدد فام‌تنی*) ایجاد شده‌اند. کامه‌های گیاهان تتراپلوئید به صورت دیپلوئیدی بوده و برای هر صفت تک‌جایگاهی دو دگره دارند. / گزینهٔ (۲): در تولیدمثل غیرجنسی در گیاهان، تقسیم میوز صورت نمی‌گیرد (*دقت دارید که سؤال در مورد جاندار است و نه جانور*). / گزینهٔ (۴): دقت کنید برخی صفات در برخی یاخته‌ها به علت تنظیم بیان ژن ممکن است بیان نشوند و اثر خود را بروز ندهند (*مانند عدم بروز ژن‌های گروه خونی در یاخته‌های عصبی*).

۴۷۲ ۲ یاخته‌های $2n$ درون کیسه گرده همان یاخته‌های مولد گرده نارس می‌باشند. از طرفی وقتی گیاه $2n=6$ است یعنی سه جفت کروموزوم همتا دارد. در سؤال فقط سه صفت را بررسی کرده است، از آنجایی که روی هر کروموزوم حداقل باید یک ژن وجود داشته باشد، پس این سه صفت هرکدام روی یک جفت کروموزوم مجزا بوده‌اند و مستقل می‌باشند، پس سه صفت مستقل و ناخالص یعنی دارای ژن‌های متفاوت A و a یا B و b و یا D و d داریم.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. از میوز هر یاخته مولد گردهٔ نارس، ابتدا دو نوع گرده **نارس** ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): درست است. در **هر کیسه گرده** تعداد زیادی یاخته $2n$ با ژنوتیپ (*فرمول ژنتیکی*) $AaBbDd$ وجود دارد که برحسب آرایش‌های تترادی متنوع می‌توان ۸ نوع گرده نارس مختلف و چهار حالت آرایش تترادی در استوای متافاز ۱ متصور شد که در زیر مشاهده می‌کنید. این همان نکتهٔ ایجاد تنوع در میوز بدون نیاز به جهش می‌باشد که به طرز قرارگیری تترادها در وسط یاختهٔ متافازی بستگی دارد.

انواع آرایش تترادها در وسط یاختهٔ متافاز ۱
- حالت اول: $\frac{A}{a}\ \frac{B}{b}\ \frac{D}{d}$ ← ABD / abd
- حالت دوم: $\frac{A}{a}\ \frac{B}{b}\ \frac{d}{D}$ ← ABd / abD
- حالت سوم: $\frac{A}{a}\ \frac{b}{B}\ \frac{D}{d}$ ← AbD / aBd
- حالت چهارم: $\frac{A}{a}\ \frac{b}{B}\ \frac{d}{D}$ ← Abd / aBD

گزینهٔ (۳): نادرست است. هر بساک توانایی ایجاد ۸ نوع گرده مختلف را دارد که در قسمت قبل توضیح دادیم ولی از نظر **تعداد**، یاخته‌های گردهٔ **زیادی** حاصل می‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. از تقسیم میوز در گیاهان مستقیماً گردهٔ نارس ایجاد می‌شود که هر میوز **دو نوع** یاخته می‌دهد.

B ۴۷۳ ۴

نکته

۱ هرگاه در صفتی علائم ژن‌ها را با حرف بزرگ و کوچک مثل $(A$ و $a)$ یا $(B$ و $b)$ نشان دهیم یعنی آن صفات رابطه بارز و نهفتگی دارند ولی اگر با دو حرف مختلف مثل $(R$ و $W)$ یا $(M$ و $N)$ نشان دهیم یعنی در آن صفت رابطه بارز و نهفتگی بین ژن‌ها نبوده است و فرزند RW در آن صفت شبیه والدین نمی‌شود.

۲ چون لوبیا، نهاندانه دولپه‌ای است پس یاخته اندوخته‌دار دانه رسیده آن همان لپه‌ها یا $۲n$ می‌باشد که بارها گفتیم برای اینکه از $۳n$ به $۲n$ برسیم، در هر صفت، از هر دو ژن مشابه هم، یک ژن را حذف کنید:

$$\underset{(۳n)}{Aa\cancel{a}\cancel{B}Bb\cancel{M}MN} \rightarrow \underset{(۲n)}{AaBbMN}$$

۳ در این تخم $۳n$، یاختهٔ جنسی نر قطعاً به صورت AbN بوده است و فاقد دو ژن غالب A و B می‌باشد (M و N رابطه بارز و نهفتگی ندارند چون با دو حرف مختلف نشان داده شده‌اند).

A ۴۷۴ ۴ دیگه باید لوبیا و ذرت را ببینی، دستت اومده باشه که لوبیا یک گیاه دولپه می‌باشد که دانه رسیده آن فاقد آندوسپرم فراوان و یاخته $۳n$ می‌باشد چون یاخته‌های $۲n$ لپه، همهٔ اندوخته را در خود ذخیره کرده‌اند و بزرگ شده‌اند (البته بقایای آندوسپرم در دانهٔ شکل کتاب درسی وجود دارد) (نادرستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. پوسته همواره فرمول ژنتیکی مادر و خورش آن را دارد یعنی باید قطعاً $aaBbDd$ باشد. / گزینهٔ (۲): درست است. در دانه رسیده لوبیا و سایر دولپه‌ای‌ها، لپه همان یاخته اندوخته‌دار است که ژنوتیپ یا فرمول ژنتیکی $۲n$ از لقاح یاخته‌های جنسی را دارد. دقت کنید چون والد ماده در دو صفت ژن‌های متفاوت $(Bd$ و $Dd)$ دارد، پس احتمال هر ژنی در این صفات در تخم‌زای آن وجود دارد ولی در صفت اول چون ژن‌های آن aa است پس باید حتماً ژن a در فرزند آن وجود داشته باشد و نمی‌تواند دانه‌ای با لپه یا رویان $(AA\ldots)$ داشته باشد. / گزینهٔ (۳): درست است. یاخته‌های مریستم نخستین نوک ساقه و ریشه در دو انتهای لپه ایجاد می‌شود که همگی فرمول ژنتیکی تخم $۲n$ اصلی را دارند که می‌تواند $aaBbDd$ نیز باشد.

C ۴۷۵ ۳ فقط مورد (ج) نادرست است. در ابتدا دقت کنید که دانهٔ رسیدهٔ مورد نظر آندوسپرم $۳n$ داشته است. پس قطعاً لپهٔ آن نازک بوده و قطور نمی‌باشد. چون اندوختهٔ دانه در آندوسپرم است (نادرستی ج). این دانه می‌تواند در گیاه **ذرت** باشد. در این صورت ذرت از گیاهان $C_۴$ در مناطق گرم و خشک است که کربن را دوبار تثبیت کرده و با روزنه‌های هوایی بسته نیز به فتوسنتز ادامه می‌دهد (درستی الف). از طرفی ذرت، تک‌لپه‌ای است و رویش دانه و لپهٔ زیرزمینی دارد (درستی ب). رنگ دانه در نوعی ذرت دارای سه جایگاه ژن است و هر دو ذرتی که **تعداد الل بارز** برابر دارند، فنوتیپ یکسانی را بروز می‌دهند. تخم اصلی این گیاه $AaBbDd$ و دارای سه الل بارز $(A$، B و $D)$ می‌باشد که در این صفت همانند گیاه $aaBBDd$ دارای سه الل بارز $(D$، B و $B)$ بوده و فنوتیپ یکسان می‌باشد (این سؤال را برای کنکور به یاد داشته باشید!) (درستی د).

B ۴۷۶ ۳ چون ذرت گیاهی تک‌لپه است، پس دانه آن آندوسپرم‌دار با یاخته‌های $۳n$ اندوخته‌دار است (نادرستی گزینهٔ (۲) که $۲n$ نشان داده است). در این سؤال دو صفت وجود دارد و ایجاد یاخته $۳n$، با لقاح اسپرم n با یاختهٔ دوهسته‌ای (با ژن‌های مشابه) صورت می‌گیرد. در صورتی که آندوسپرم $MNNAAa$ باشد، اسپرم Ma و تخم‌زا NA بوده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این فرمول ژنتیکی، گرده و اسپرم حتماً ژن‌های NA را داشته‌اند ولی دقت کنید که گردهٔ **رسیده** حاوی یاختهٔ رویشی و زایشی است (نه گردهٔ نارس!). / گزینهٔ (۲): آندوسپرم ذرت باید $۳n$ باشد. / گزینهٔ (۴): تخم‌زا و آندوسپرم، قطعاً ژن‌های M و a داشته‌اند.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

B ۱ ۳ رخ‌نمود مادر بدون توجه به جنسیت به صورت حالت موی صاف و سالم می‌باشد که در بین فرزندان این زوج به صورت WW و همراه با X^HY یا X^HX^h می‌توان متصور شد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. رخ‌نمود پدر بدون توجه به جنسیت به صورت موی موج‌دار و مبتلا به هموفیل می‌باشد، که از آمیزش این زوج، می‌توان موی موج‌دار RW هم در پسر بیمار X^hY و هم دختر بیمار X^hX^h متصور بود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ژن‌نمود مادر به صورت WWX^HX^h می‌باشد که این نوع ژن‌نمود را از آمیزش این دو فرد می‌توان در بین دختران آن‌ها انتظار داشت. / گزینهٔ (۴): نادرست است. حالت مو به صورت صاف (WW)، مجعد (RR) و موج‌دار (RW) می‌باشد که نوع صاف و موج‌دار آن در پدر و مادر به صورت WW و RW وجود داشته است. از آمیزش این دو نفر، امکان ندارد حالت موی جدید مثل مجعد یا فر RR به دنیا بیاید.

زن ناقل هموفیلی با موی صاف		مرد هموفیل با موی موج‌دار	
X^HX^h	WW	X^hY	RW

C ۲ ۱ وقتی مادر A^+ و جنین B^- است. قطعاً ژن‌نمود مادر به صورت $AODd$ بوده است، ولی در مورد پدر، فقط می‌دانیم که دو الل B و d را دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. کرهٔ توپر جنین مرحلهٔ مورولا در لولهٔ رحم است که تغذیه آن از باقی‌ماندهٔ **یاخته‌های فولیکولی** اووسیت می‌باشد. این یاخته‌ها مربوط به مادر هستند که ژن‌های آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A و پروتئین D مربوط به Rh را دارد (البته یاختهٔ موردنظر این ژن‌ها را دارد، ولی آن‌ها را رونویسی یا بیان نمی‌کند). / گزینهٔ (۲): نادرست است. بلاستوسیست در حال جایگزینی از یاخته‌های **تخریب شده آندومتر مادر** تغذیه می‌کند، که ژن‌های اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات B را برخلاف A ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. محافظت و تغذیه جنین، پس از جایگزینی تا تشکیل جفت، برعهده کوریون می‌باشد که از یاخته‌های جنینی ایجاد شده است. این یاخته‌ها ژن‌های Rh منفی دارد که مربوط به ساخت پروتئین D نمی‌باشد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. تغذیه اووسیت اولیه برعهده یاخته‌های فولیکولی اطراف آن است که ژن‌های آن رمز وراثتی آنزیمی دارد که کربوهیدرات A را نمی‌سازد، بلکه آن را به صورت آماده به غشای گویچهٔ قرمز اضافه می‌کند.

C ۳ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. در صفت تک‌جایگاهی، جایگاه ژن‌های آن صفت یکسان بوده و با هم الل می‌باشند. از طرفی پلاسموسیت یاخته‌ای بدون قدرت تقسیم می‌باشد که همواره در G_0 می‌ماند و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد، یعنی نمی‌تواند دو ژن مربوط به یک صفت در یک کروموزوم مضاعف داشته باشد. / ب) نادرست است. در هر جایگاه ژنی، ممکن است برای بروز یک صفت، دو یا چند الل در آن جایگاه نقش داشته باشد، ولی در هر فرد چون دو کروموزوم همتا وجود دارد، حداکثر دو الل مشابه یا متفاوت وجود دارد (*البته به‌جز پلی‌پلوئیدها*). / ج) نادرست است. الل (*ژن*) به دستورالعمل‌های مختلف یک ژن در هر جایگاه می‌گویند، که اثر آن‌ها روی هم می‌تواند سبب ایجاد شکل‌های مختلف یک صفت شود. مثل حالت موی موج‌دار، شکل صفت حالت مو است که توسط دو الل R و W کنترل می‌شود (*الل‌ها، شکل‌های صفت را ایجاد می‌کنند*). / د) درست است. کراسینگ‌اور، تبادل قطعه بین دو کروماتید غیرخواهری از دو کروموزوم همتا می‌باشد، ولی ژن‌های گروه خونی ABO روی کروموزوم ۹ و گروه خونی Rh روی جفت ۱ قرار دارد و کراسینگ‌اور نمی‌دهند.

B ۴ ۳ در این صفت ۲۷ ژن‌نمود، ۷ رخ‌نمود و ۶ ژن وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. ایجاد ویژگی هر دو الل در حالت ناخالصی، در مورد الل‌های **هم‌توان** است. در حالت بارز ناقص، شکل جدید حد واسط آن‌ها ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در صفات چندجایگاهی، نمودار زنگوله‌مانند مربوط به رخ‌نمودها است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. صفات گسسته، تک‌جایگاهی هستند و طیف رخ‌نمودی و جایگاه‌های ژنی مختلف ندارند.

B ۵ ۴ اگر در بیماری مستقل از جنس بارز، دختر بیمار را ناخالص Aa در نظر بگیریم، این دختر می‌تواند الل a را از پدر سالم aa خود گرفته باشد. در حالت وابسته به X بارز نیز دختر بیمار X^AX^a می‌تواند پدر سالم X^aY داشته باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در صفات وابسته به Y، پدر فقط ژن خود را به پسران می‌دهد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هموفیلی صفت وابسته به X است، که فقط زنان در آن صفت، ناقل (X^HX^h) می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید، میوز زنان در صورت برخورد اسپرم به اووسیت ثانویه کامل می‌شود و به تولید یک تخمک (*گامت*) می‌انجامد (*پس خیلی از میوزهای زنان، به تولید گامت یا تخمک منجر نمی‌شود چون میوز ۲ انجام نمی‌شود*). / گزینهٔ (۳): نادرست است. در بیماری‌های بارز، واژه **ناقل** نادرست است و نباید به کار برود (*ناقل مربوط به بیماری‌های نهفته و در افراد سالم ناخالص است*).

C ۶ ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند. در مورد زنبور عسل به یاد داشته باشید که نرها، هاپلوئید هستند، برای این صفت یکی از سه الل A، B یا C را دارند و حاصل بکرزایی از تخمک زنبور ماده هستند، یعنی لقاحی برای آن‌ها ایجاد نمی‌شود. ولی زنبور عسل ماده (*کارگر و ملکه*) دیپلوئید بوده و حاصل لقاح اسپرم و تخمک می‌باشد. (*در این سؤال الل A به B و C بارز است و BC رخ‌نمود حد واسط دارد.*)

تله‌های تستی الف) نادرست است. اگر ملکه ژن‌نمود AC و زنبور نر ژن‌نمود B داشته باشد، از لقاح اسپرم B با تخمک C می‌توان زنبور ماده کارگر BC ایجاد کرد که رنگ چشم حد واسط دارد و عقیم است. / ب) نادرست است. زنبور کارگر، مادهٔ عقیم است که رفتار دگرخواهی برای تغذیهٔ زاده‌های ملکه دارد. / ج) درست است. زنبور کارگر با چشم حد واسط BC، حتماً والد نر آن مثلاً رنگ B و ملکه، الل C را از میوز ژن‌نمود CC یا ژن‌نمود AC و یا BC داشته است، که هیچ‌کدام از این ملکه‌ها رنگ چشم B مانند والد نر ندارد. / د) درست است. زنبور نر با چشم A به صورت هاپلوئید است که این الل را از تخمک مادر طی بکرزایی گرفته است. پس وقتی ملکه، الل A دارد و الل A به سایر الل‌ها بارز است، پس امکان ندارد ملکهٔ مادر چشم حد واسط (BC) داشته باشد.

B ۷ ۴ ابتدا باید با آرامش به دنبال ژن‌نمود پدر و مادر باشید و سپس با آرامش بیشتر مسئله را حل کنید:

- در مورد گروه خونی چون از پدر و مادر A^+ و B^+، فرزندی O^- به دنیا آمده است، پس پدر $AODd$ و مادر $BODd$ است.
- وقتی از زوج سالم، پسری هموفیل (X^hY) به دنیا آمده است، پس مادر قطعاً سالم ناقل X^HX^h و پدر X^HY بوده است.
- وقتی یک فرزند ناقل فنیل‌کتونوری Ff به دنیا آمده است، پس یکی از والدین سالم، قطعاً ناقل Ff بوده است (*فرض می‌کنیم پدر Ff است*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اگر مادر نیز ناقل فنیل‌کتونوری باشد، فرزند پسر موردنظر این گزینه می‌تواند به صورت (dd یا $X^hYffOODD$) به دنیا بیاید. / گزینهٔ (۲): نادرست است. اگر پسری ff به دنیا بیاید، که مبتلا به هموفیلی باشد (X^hY)، می‌تواند در آینده اسپرم X^h ایجاد کند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. دختر ناقل دو بیماری به صورت X^HX^hFf می‌باشد که می‌تواند گروه خونی AB^+ با هر نوع زائدهٔ گروه خونی باشد. / گزینهٔ (۴): درست است. خب عزیز جان! دقت کن در صورت سؤال ذکر کرده‌ایم که فرزند دوم آن‌ها که اولین دختر آن‌ها نیز می‌باشد، ناقل فنیل‌کتونوری است، پس قطعاً ژن f را دارد.

ژن‌نمود پدر	$X^HYFfAODd$
ژن‌نمود مادر	$X^HX^hF?BODd$

A ۸ ۴ در بیماری‌های بارز، اگر والدی سالم باشد، یعنی ژن آن بیماری را اصلاً نداشته است، پس مثلاً اگر مادری سالم باشد به صورت aa یا X^aX^a بوده و ژن بیماری ندارد که به پسر یا دختر خود بدهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در بیماری‌های بارز، اگر مادر ژن بیماری را داشته باشد، به هر فرزند خود می‌تواند آن را منتقل کند و آن را بیمار کند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. بیماری‌های وابسته به Y نیز وابسته به جنس هستند، که فقط از پدر به پسران می‌رسد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در مورد بیماری‌های مربوط به ژن‌های راکیزه، همواره از تخمک مادر به هر فرزند می‌رسد.

C ۹ ۱ فقط عبارت (د) نادرست است. بیماری‌های دو اللی قطعاً تک‌جایگاهی به صورت وابسته به جنس یا مستقل از جنس می‌باشند. از طرفی وقتی بیماری دو اللی است، وابسته به Y نیست.

تله‌های تستی الف) درست است. وقتی از والدین سالم، فرزند بیمار به دنیا می‌آید، ژن بیماری **نهفته** است. حالا اگر **دختر بیمار** به دنیا بیاید، قطعاً وابسته به X به صورت X^hX^h نبوده است (*چون در این حالت باید پدر نیز بیمار X^hY باشد*). پس بیماری، **مستقل از جنس نهفته** بوده است. / ب) درست است. اگر از والدین بیمار، **دختر سالم** به دنیا بیاید، بیماری از نوع **بارز** و قطعاً **مستقل** از جنس بوده است، چون در حالت وابسته به X بارز، اگر دختر سالم X^aX^a باشد، پدر نیز قطعاً سالم X^aY می‌باشد، نه بیمار! / ج) درست است. دختر بیماری که هر پسر او بیمار می‌شود، قطعاً به دو صورت X^AX^A یا AA در بیماری‌های **بارز** بوده است. چون فقط در این حالت بیماری از الل بارز X^A یا A به هر فرزند وی می‌رسد. در این حالت، این مادر قطعاً پدری بیمار به صورت X^AY یا AA یا Aa داشته است. / د) نادرست است. اگر در صفت مستقل از جنس بارز، پسر بیمار Aa، الل بیماری (A) را از پدر بیمار خود گرفته باشد، ممکن است مادری سالم aa داشته باشد.

۱۰ (B) ۴ در این صفت بلندی B را به کوتاهی b بارز می‌گیریم. گلبرگ زرد A را به سبز a بارز می‌گیریم و صافی دانه D را به چروک بودن d آن بارز در نظر می‌گیریم (لطفاً این سه صفت مستقل را با صفت سه‌جایگاهی رنگ دانه زرت اشتباه نگیرید). والدین: $AaBbDd \times AaBbDd$

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. ساقهٔ کوتاه قطعاً خالص bb است و چروکیده نیز خالص dd می‌باشد، ولی زردی گلبرگ می‌تواند AA یا Aa باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ژن‌های این سه صفت روی سه کروموزوم مجزا است، پس بروز آن‌ها به هم ربطی ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. ممکن است زاده‌ای $AABbdd$ با سه الل بارز A، A و B باشد، ولی در صفت حالت دانه (D و d) رخ‌نمود والدین (D) را ندارد (این سه صفت را با زرت و رنگ آن اشتباه نگیرید). / گزینهٔ (۴): درست است. وقتی بوته‌ای در هر سه صفت با والدین متفاوت باشد، یعنی رخ‌نمود کوتاه (bb)، سبز (aa) و چروکیده (dd) داشته باشد که در هر سه صفت خالص است. چون والدین رخ‌نمود ساقه بلند B، گلبرگ زرد A و صاف D دارند.

۱۱ (C) ۴ طبق معمول ابتدا به دنبال ژن‌نمود والدین بگردیم!

- مرد یا پدر خانواده، هموفیل دارد و X^hY است، از طرفی فقط کربوهیدرات A ندارد، پس B و D را دارد، در نتیجه گروه خونی B^+ داشته است.
- زن یا مادر خانواده، سالم است (X^HX^h یا X^HX^H) که فقط کربوهیدرات A دارد، پس گروه خونی A^- دارد.
- پسر اول آن‌ها هموفیل X^hY است و گروه خونی OO دارد. پس مادر قطعاً X^HX^h بوده است و در گروه خونی ABO، والدین قطعاً BO و AO بوده‌اند.
- تا اینجا تنها ابهام ژن‌نمود والدین، Rh پدر است که می‌تواند DD یا Dd باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. احتمال دختر هموفیل X^hX^h با ژن‌نمود $BODd$ وجود دارد (اگر پدر را Dd در نظر بگیریم). / گزینهٔ (۲): نادرست است. در میزراه مردان علاوه بر ادرار، اسپرم هم می‌تواند وجود داشته باشد. پس احتمال پسر سالم X^HY با گروه خونی AO^+ می‌خواهیم که احتمال تولد دارد (البته بعد که بزرگ شد اسپرم تولید می‌کند نه در بدو تولد!). / گزینهٔ (۳): نادرست است. احتمال تولد دختری هموفیل X^hX^h با گروه خونی $ABdd$ از آن‌ها وجود دارد. / گزینهٔ (۴): درست است. آخه بی‌دقت! مگه قراره گروه خونی در اووسیت ساخته بشه؟! یا ژنش فعال بشه!؟

ژن‌نمود پدر	$X^hYBO(DD$ یا $Dd)$
ژن‌نمود مادر	X^HX^hAOdd

۱۲ (C) ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در این سؤال اگر دندان آسیاب ظاهر شود، فرد، صفت بارز AA یا Aa مستقل از جنس داشته است، ولی اگر این دندان‌ها ظاهر نشوند، به صورت aa بوده است.

دندان	AA	Aa	aa
آسیاب	دارد	دارد	ندارد

تله‌های تستی الف) درست است. در این حالت پدر را AA و مادر را aa در نظر می‌گیریم که فرزندان Aa با ژن‌نمود متفاوت می‌شوند. در این صورت هر فرزند Aa است و دندان آسیاب در آن ظاهر می‌شود. / ب) نادرست است. در این حالت آمیزش بین والدین $Aa \times Aa$ بوده است که برخی فرزندان مانند ژن‌نمود والدین Aa شده و دارای این دندان می‌شوند، ولی برخی ژن‌نمود متفاوت به صورت AA دارند که با ظهور این دندان یا aa با عدم ظهور این دندان دارند. / ج) نادرست است. مانند حالت ۱ والدین AA (با ظهور این دندان) و aa (با عدم ظهور این دندان) هستند، ولی همهٔ فرزندان Aa با توانایی ظهور این دندان می‌باشند. / د) نادرست است. اگر والدین را $Aa \times Aa$ در نظر بگیریم، در فرزندان aa، این دندان‌ها ظاهر نمی‌شوند.

۱۳ (C) ۲ در مردان، انگشت اشاره (E) کوتاه‌تر از انگشت وسط (V) به صورت بارز است و در زنان نهفته است.

	AA	Aa	aa
زن	$E<V$	$E>V$	$E>V$
مرد	$E<V$	$E<V$	$E>V$

دقت کنید که در هر دو جنس افراد AA، دارای ژن‌هایی هستند که انگشت اشاره کوتاه‌تری از وسط دارند ($E<V$). افراد aa نیز در هر دو جنس انگشت اشارهٔ بلندتری از وسط دارند ($E>V$)، ولی در افراد Aa، در مردان انگشت اشاره کوتاه‌تر است ($E<V$)، ولی در زنان انگشت وسط کوتاه‌تر است ($V<E$).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. مرد با انگشت اشاره بلندتر به صورت aa است و خانم آن دارای انگشت وسط بلندتر AA می‌باشد. در این صورت، همهٔ فرزندان Aa می‌شوند که پسران اشاره کوتاه‌تر و دختران اشاره بلندتر از وسط دارند. / گزینهٔ (۲): درست است. از آمیزش مرد aa (اشاره بلندتر) با زنی دارای انگشت اشاره بلندتر به صورت Aa یا aa است، دو نوع فرزند Aa یا aa ایجاد می‌شود. این فرزندان دخترانی با اشاره بلندتر و پسرانی با دو حالت متفاوت هستند (پسر دخترانی با اشاره کوتاه‌تر به دنیا نمی‌آیند). / گزینهٔ (۳): نادرست است. مرد با اشاره کوتاه‌تر AA یا Aa می‌باشد. با خانمی با انگشت وسط بلندتر AA، مدنظر است که دو نوع فرزند AA یا Aa به دنیا می‌آید. در این حالت انگشت اشاره بلندتر، فقط در **دختران** Aa ناخالص دیده می‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. مرد با اشاره کوتاه‌تر به صورت AA یا Aa است، با خانمی AA ازدواج می‌کند، فرزندان دو حالت AA یا Aa می‌شوند که در دختران AA انگشت وسط بلندتر و در Aa، اشاره بلندتر دارند.

۱۴ (C) ۲ موارد (ب) و (ج) نادرست هستند. هموفیلی (h) و کوررنگی (d) وابسته به X نهفته می‌باشند.

- پدر خانواده کوررنگ X_d^HY است و گروه خونی A به صورت AA یا AO دارد، ولی هموفیلی نبوده است. مادر خانواده سالم است و گروه خونی AB دارد. چون فرزند اول فقط مبتلا به هموفیلی X^hY است، پس مادر دارای X_D^h بوده است. از طرفی این فرزند نمی‌تواند گروه خونی B داشته باشد، پس پدر قطعاً AA بوده است (چون اگر AO بود، امکان فرزندی با گروه خونی BO وجود داشت). پس والدین ژن‌نمود مقابل را دارند (تا اینجا نمی‌دانیم که ماده در مورد کوررنگی X_DX_D است یا X_DX_d).

پدر	X_d^HYAA
مادر	$X^HX_D^hAB$

تله‌های تستی الف) درست است. دختر بیمار آن‌ها قطعاً هموفیل نمی‌شود، چون پدر در این صفت سالم است؛ ولی اگر مادر ناقل کوررنگی باشد، می‌توان دختری X_dX_d انتظار داشت که از مادر یا پدر خود قطعاً الل A یا B گروه خونی برای اضافه کردن کربوهیدرات به گویچهٔ قرمز بگیرد. / ب) نادرست است. ممکن است فرزند بیمار پسر هموفیل X^hY باشد. / ج) نادرست است. فرزند هموفیل، قطعاً پسر بیمار X^hY است، که می‌تواند مادری با دو صفت ناخالص هموفیلی و گروه خونی AB و یک صفت خالص سالم در مورد کوررنگی باشد $X_D^HX_D^hAB$. / د) درست است. اگر مادر را در کوررنگی خالص به صورت $X_D^HX_D^h$ در نظر بگیریم، دختر سالم وی به صورت $X_d^HX_D^H$ می‌باشد، که امکان دارد دو صفت خالص داشته باشد و در گروه خونی AA خالص می‌شود. (پسران نیز نمی‌توانند در این صفات وابسته به X خالص شوند.)

۱۵ (B) ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در این بیماری آنزیمی که آمینواسید فنیل‌آلانین را تجزیه می‌کند، وجود ندارد. / ب) نادرست است. مغز بیماران فنیل‌کتونوری در اثر تجمع **ترکیبات** خطرناک حاصل از فنیل‌آلانین آسیب می‌بینند. / ج) نادرست است. به نوزادان باید شیر خشک **فاقد** فنیل‌آلانین داده شود (*مقدار کم فنیل‌آلانین را می‌توان به‌تدریج بیمار داد*). / د) نادرست است. با تغییر عوامل محیطی و تغذیه‌ای، فقط از بروز علائم بیماری جلوگیری می‌کنیم، ولی به ارث رسیدن آن از طریق لقاح می‌باشد.

۱۶ (B) ۳ خب بارها در مورد صفت سه‌جایگاهی ذرت صحبت کرده‌ایم و می‌دانید که اصل داستان شمردن تعداد الل‌های بارز است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. پوستهٔ دانه ژن‌نمود گیاه ماده را دارد که به صورت $aaBbDd$ می‌باشد و دارای فقط دو ژن بارز بوده است (B و D)، پس رنگ دانه آن با دانه‌ای که سه ژن بارز در $AaBBdd$ دارد متفاوت است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ذرت تک‌لپه است و واژهٔ لپه‌ها در مورد آن غلط است. / گزینهٔ (۳): درست است. ذرتی با سه جایگاه ژنی خالص می‌تواند $aaBBdd$ باشد که مانند والد ماده دو ژن بارز دارد ولی والد نر دارای سه ژن بارز است و هیچ‌گاه در حالت خالص تعداد ژن‌های مشابه عدد فرد نمی‌شوند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. والد ماده فاقد الل A می‌باشد، پس در آندوسپرم آن نمی‌توان AAa مشاهده کرد. چون در AAa، الل a مربوط به اسپرم و دو الل AA مربوط به هستهٔ دوتایی می‌باشد.

۱۷ (C) ۴ دانهٔ گردهٔ گیاه $aaRW$ به دو صورت aR یا aW می‌باشد، ولی تخم‌زا یا گامت ماده به چهار صورت aR - AR - AW و aW می‌تواند باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اگر تخم‌زا AR باشد و اسپرم aR بوده باشد، آندوسپرمی به صورت $AAaRRR$ ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. لوبیا دانه‌ای است که در حالت بلوغ بدون آندوسپرم و با دو لپهٔ بزرگ می‌باشد. در حقیقت در دانهٔ بالغ، یاخته اندوخته‌دار، همان یاخته‌های لپه‌ها می‌باشند. از طرفی پوستهٔ دانه همان ژن‌نمود مادر را به صورت $AaRW$ دارد. پس ببینیم می‌توان از لقاح اسپرم aW (*حاصل از یاخته‌زایشی*) aW، تخم اصلی یا منشأ لپه به صورت $AaRW$ ایجاد کرد؟ قطعاً می‌شود چون اگر تخم‌زا AR باشد در این لقاح، تخم اصلی $AaRW$ ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. این عبارت در قسمت اول غلط است، چون دقت داشته باشید که در آندوسپرم $AaaRRW$، اسپرم دارای ژن‌نمود AW بوده است، ولی در این سؤال لوبیای نر فاقد الل A می‌باشد. / گزینهٔ (۴): درست است. اگر یاخته دوهسته‌ای $AAWW$ باشد، پس تخم‌زا به صورت AW بوده است. دقت کنید که والد نر، اصلاً الل A ندارد، پس امکان ندارد که اسپرمی به صورت AW ایجاد شود.

۱۸ (C) ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. در این خانواده، پدر سالم است، چون دختران فاقد بیماری هستند، ولی پسران می‌توانند سالم یا بیمار باشند، پس این الل روی کروموزوم X مادر بوده است. از طرفی این بیماری نهفته است، چون والدین سالمند، ولی ژن بیماری را به فرزند داده‌اند (*به جدول (۱) توجه کنید*).

تله‌های تستی الف) درست است. دختران ناقل مدنظر هستند که مانند پدر سالم هستند. / ب) درست است. از شش نفر فوق، سه نفر دارای الل بیماری (a) می‌باشند. / ج) درست است. اگر جدول (۲) را مدنظر قرار دهیم، دو فرد ناخالص Aa و یک خالص AA وجود دارد (*پسران در صفات وابسته به X، خالص یا ناخالص ندارند*). / د) نادرست است. در صفات وابسته به X، امکان ندارد که ژن‌نمود پسر با مادر یکسان باشد.

جدول ۲

مادر Aa		پدر Aa	
دختر	دختر	پسر	پسر
AA	AA	aa	aa

جدول ۱

مادر X^AX^a		پدر X^AY	
دختر دوم	دختر اول	پسر دوم	پسر اول
X^AX^a	X^AX^A	X^aY	X^AY

۱۹ (C) ۱ چند سالی بود که در نظام جدید دیگه از این مدل سؤالات فراموش شده بود! ولی خب تو الگو از هر دری یک سخنی هست!

- وقتی در متن سؤال در مورد صفتی عنوان می‌کند، که مثلاً فلان حالت، **فقط یا بیشتر** در یک نوع جنسیت بروز می‌یابد، به‌طور قطع بدانید که آن صفت دارای ژن‌هایی روی کروموزوم‌های جنسی می‌باشد، که بروز آن در دو جنس متفاوت شده است (*بلند را با B و کوتاه را با الل K نشان می‌دهیم*).
- در این صفت، چون همهٔ زاده‌های نر و ماده در نسل اول بال متوسط دارند (BK) پس قطعاً صفت طول بال مستقل از جنس است، چون اگر وابسته به جنس بود در نرهای XY امکان نداشت رخ‌نمود BK بروز پیدا کند.
- از طرفی صفت رنگ چشم وابسته به X است، چون اعلام کرده که در نسل دوم، فقط برخی نرها این صفت را دارند.
- پس طول بال مستقل از جنس است و چون متوسط دارد، بین الل‌ها رابطهٔ بارز و نهفتگی نیست و رنگ چشم وابسته به X است و سفید بارز است، چون در نسل اول همه سفید شده‌اند.

$P: X^aY\ BB \times X^AX^A\ KK$
کوتاه سفید بلند قرمز
$F_1: X^A\ X^aBK + X^AYBK$
F_2: ?

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در F_2 مطابق کادر مقابل، مگس چشم سفید (A) و بال متوسط (BK) در نر و ماده ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هر دو مگس نسل P در F_2 احتمال تولد دارد (X^aYBB و X^AX^AKK). / گزینهٔ (۳): نادرست است. فقط صفت طول بال (B و K) مستقل از جنس با رابطهٔ بارزیت ناقص است، ولی صفت رنگ چشم، وابسته به X است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. الل X^a فقط در ماده‌های F_1 وجود دارد.

۲۰ (B) ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. والدین را به صورت $AabbCc \times AabbCc$ در نظر می‌گیریم.

تله‌های تستی الف) نادرست است. درون دانه همان آندوسپرم $3n$ است که یک n را از اسپرم و دو n مشابه را از والد ماده در یاختهٔ دوهسته‌ای می‌گیرد. پس از لقاح اسپرم AbC با یاختهٔ دوهسته‌ای $AAbbcc$ می‌توان انتظار درون دانه $AAAbbbCcc$ داشت. / ب) درست است. ذرت تک‌لپه آندوسپرم‌دار است، پس هر دانهٔ رسیده آن یک لپهٔ **نازک** دارد. / ج) نادرست است. گیاه ذرت $AABBcc$، دارای چهار ژن بارز است. از لقاح دو والد سؤال ما نیز، ممکن است ذرتی به صورت $AAbbCC$ به وجود بیاید که چهار ژن بارز داشته باشد و ژن‌نمود و رخ‌نمود مشابه فرض این عبارت داشته باشد. / د) نادرست است. در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، هورمون جیبرلین توسط رویان تولید می‌شود، که دیپلوئید است و می‌تواند $aabbcc$ باشد.

پاسخ آزمون برگزیدهٔ سؤالات سراسری

A ۱ ۱ در مورد صفت رنگ ذرت دقت کنید، که سه جایگاه ژن در کنترل آن نقش دارد. هر چه تعداد الل‌ها (ژن‌های) بارز بیشتر باشد، رخ‌نمود قرمز نمایان‌تر شده و هر چه دگره‌های نهفته بیشتر باشد، رخ‌نمود سفید بیشتر بروز می‌کند. مثلاً رخ‌نمود دانه‌ای با ژن‌نمود $AaBBCc$ که ۴ ژن بارز دارد از دانهٔ $AaBbCc$ که سه ژن بارز دارد، قرمزتر نمایان می‌شود (*چون یک ژن بارز بیشتر دارد*). در این مثال والدین به صورت $AAbbcc$ و $aaBBCC$ هستند و بدیهی است که زاده‌های آن‌ها به صورت $AaBbCc$ درمی‌آیند که دارای سه ژن بارز و سه ژن نهفته می‌باشند. در بین گزینه‌ها فقط گزینهٔ اول با ژن‌نمود $aaBbCC$ دارای سه ژن بارز بوده و از همه به زاده‌ها رخ‌نمود شبیه‌تری دارد.

B ۲ ۴ این تست در مورد ژنتیک گیاهی بود، که اسپرم W می‌تواند در کیسه‌های رویانی که هسته‌هایی با ژن‌نمود R یا W دارند، لقاح کند. حتماً می‌دانید که رویان آن‌ها $2n$ (*دیپلوئید*)، ولی آندوسپرم یا اندوختهٔ اولیهٔ آن‌ها به صورت $3n$ می‌باشد.

حالت اول: اگر اسپرم W با کیسهٔ رویانی دارای هسته‌های R لقاح کند، در این صورت رویان RW با رخ‌نمود صورتی به همراه آندوسپرم‌هایی با ژن‌نمود RRW ایجاد می‌شود (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۲)).

نکته

همیشه در لقاح مضاعف برای تشکیل تخم $3n$ باید الل اسپرم را با دو الل مشابه یاختهٔ دوهسته‌ای در کیسه رویانی ماده لقاح دهید.

حالت دوم: اگر اسپرم W با کیسهٔ رویانی حاوی هسته‌های W لقاح کند، در این صورت رویان WW با رخ‌نمود سفید به همراه آندوسپرم WWW به دست می‌آید (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۳)).

C ۳ ۴ مادر این خانواده گروه خونی AB^+ دارد و فاقد بیماری هموفیلی می‌باشد. از طرفی پدر خانواده گروه خونی B^+ دارد، ولی مبتلا به بیماری هموفیلی (X^hY) است (*چون عامل انعقادی ۸ را نمی‌سازد*). می‌دانید که هموفیلی، یک بیماری وابسته به X و نهفته است، که پدر قطعاً ژن‌نمود X^hY دارد. وقتی دختر این خانواده نیز، به دلیل عدم ساخت عامل ۸ انعقادی خون، مبتلا به هموفیلی است، پس این دختر، ژن‌نمود X^hX^h داشته است و از هر والد خود یک کروموزوم X^h گرفته است. در نتیجه مادر خانواده، قطعاً سالم ناقل و به صورت X^HX^h بوده است. از طرفی این دختر به دلیل عدم تولید پروتئین D یا Rh دارای ژن‌نمود dd بوده و دارای والدینی ناخالص یا Dd می‌باشد. دختر فوق گروه خونی A دارد، چون فقط کربوهیدرات A گروه خونی را در سطح گویچهٔ قرمز دارد، پس پدر خانواده قطعاً گروه خونی BO داشته است (*در صورتی که پدر BB بود امکان تولد فرزندی با گروه خونی A وجود نداشت*).

ژن‌نمود پدر	ژن‌نمود مادر
X^hYBODd	X^HX^hABDd

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): امکان به دنیا آمدن دارد: احتمال به دنیا آمدن پسری با گروه خونی A (*یک نوع کربوهیدرات گروه خونی*) و Rh مثبت و سالم X^HY از نظر هموفیلی وجود دارد (X^HYAODD). / گزینهٔ (۲): امکان به دنیا آمدن دارد: احتمال به دنیا آمدن پسری هموفیلی (X^hY) که دارای یک نوع هیدرات کربن گروه خونی A به صورت AO باشد و Rh منفی dd داشته باشد نیز، وجود دارد. / گزینهٔ (۳): امکان به دنیا آمدن دارد: از آمیزش این زوج احتمال به دنیا آمدن دختری با گروه خونی AB (*هر دو نوع کربوهیدرات*) و Rh مثبت (D) و سالم از نظر هموفیلی با ژن‌نمود X^HX^h وجود دارد. / گزینهٔ (۴): امکان **ندارد** به دنیا بیاید: از آمیزش این زوج احتمال تولد دختری هموفیل به صورت X^hX^h وجود دارد، ولی اینکه فاقد هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی با ژن‌نمود OO باشد، امکان ندارد.

C ۴ ۴ با توجه به اطلاعات اولیهٔ تست، متوجه می‌شوید که پدر و مادر فاقد بیماری هموفیلی هستند و Rh مثبت دارند. از طرفی چون پسر آن‌ها به دلیل عدم توانایی تولید عامل انعقادی ۸ خون، دارای بیماری هموفیلی است و دگرهٔ X^h خود را از مادر دریافت کرده است، پس مادر وی ناقل هموفیلی و با ژن‌نمود X^HX^h بوده است. از طرفی چون این فرزند فاقد کربوهیدرات گروه خونی (OO) و پروتئین (D) یا عامل Rh می‌باشد، پس دارای Rh منفی با ژن‌نمود dd بوده است و والدین در هر دو صفت گروه خونی خود ناخالص هستند. پس ژن‌نمود والدین به صورت روبه‌رو بوده است:

مادر: $BODdX^HX^h$ | پدر: $AODdX^HY$

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): امکان دارد. دختری سالم با Rh مثبت و گروه خونی O، قطعاً می‌تواند به دنیا بیاید. / گزینهٔ (۲): امکان دارد. پسری سالم (X^HY) با یک نوع گروه خونی A یا B و Rh منفی می‌تواند ایجاد شود. / گزینهٔ (۳): امکان دارد. پسری هموفیل (X^hY) با یک نوع گروه خونی A یا B و Rh منفی می‌تواند ایجاد شود. / گزینهٔ (۴): امکان ندارد. از آمیزش این زوج به هیچ وجه دختر هموفیل با ژن‌نمود X^hX^h به دنیا نمی‌آید. چون پدر همواره الل X^H را می‌دهد و هر دختر وی از نظر هموفیلی، سالم می‌باشد.

A ۵ ۲ در مسائل مختلف رنگ دانهٔ ذرت، گفتیم که مهم شمردن تعداد الل‌های بارز می‌باشد. از آمیزش دو والد فوق، همهٔ دانه‌ها ژن‌نمود $AaBbCc$ را پیدا می‌کنند که دارای سه ژن بارز می‌باشند. پس دانه‌ای رنگ مشابه‌تری به آن‌ها دارد که یا سه ژن بارز داشته باشد و یا تعداد ژن‌های بارز آن به سه نزدیک‌تر باشد. در بین گزینه‌ها و با شمردن ژن‌های بارز هرکدام به ترتیب گزینهٔ (۱)، دارای چهار ژن بارز، گزینهٔ (۲)، سه ژن بارز، گزینهٔ (۳)، پنج ژن بارز و گزینهٔ (۴)، پنج ژن بارز دارد. در نتیجه پاسخ صحیح گزینهٔ (۲) می‌باشد.

B ۶ ۲ در این خانواده، وقتی دختر آن‌ها بیماری فنیل‌کتونوری ff دارد، پس هر دو والد سالم، به صورت ناقل Ff بوده‌اند. از طرفی وقتی پسر آن‌ها هموفیل است، یعنی ژن‌نمود X^hY داشته و مادر سالم وی، قطعاً در این بیماری نیز ناقل X^HX^h بوده است. در مورد گروه خونی والدین که یکسان بوده و توانایی ایجاد فرزند با گروه خونی A یا B داشته‌اند. فقط در حالتی ممکن است که هر دو والد AB باشند. پس ژن‌نمود والدین به صورت مقابل بوده است:

پدر	X^HYFfAB
مادر	X^HX^hFfAB

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۳): نادرست است. احتمال فرزندی با گروه خونی OO در این خانواده وجود ندارد. / گزینهٔ (۲): درست است. احتمال پسر AB، سالم از نظر هموفیلی X^HY، ولی مبتلا به فنیل‌کتونوری ff وجود دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. احتمال دختر هموفیل (X^hX^h) در این خانواده وجود ندارد، چون پدر خانواده سالم (X^HY) است.

A ۷ ۲ در صفات **هم‌توان** مثل گروه خونی AB، اثر هر دو الل A و B در جفت کروموزوم غیرجنسی شمارهٔ ۹ در فرزندان با هم ظاهر می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در صفات وابسته به X، در مورد افراد XY، با وجود یک الل روی X، صفت بروز می‌یابد. / گزینهٔ (۳): غشای گویچهٔ قرمز و خود این یاختهٔ بالغ، ژن یا الل ندارد. / گزینهٔ (۴): پروتئین D در Rh مثبت هم در افراد DD (*خالص*) و هم در افراد Dd (*ناخالص*) ایجاد می‌شود.

A ۸ ۴ ذرت $aaBBCC$ دارای چهار ژن بارز می‌باشد که به ذرت گزینهٔ (۱) که سه ژن بارز دارد، رنگ شبیه‌تری دارد. گزینهٔ (۲) دارای شش ژن بارز، گزینهٔ (۳) دارای دو ژن بارز و گزینهٔ (۴) دارای یک ژن بارز A می‌باشد و بیشترین تفاوت را با نمونه سؤال دارد.

C ۹ ۴ در فصل ۳ کتاب درسی دوازدهم، بیماری‌های تدریس شده از نوع وابسته به X نهفته، مثل هموفیلی و مستقل از جنس نهفته مثل فنیل‌کتونوری می‌باشد. پس منظور طراح بامزه این تست بیماری‌های نهفته بوده است (*امیدوارم در سال آینده نگویند در مورد همهٔ باکتری‌های گفتار ۱ فصل ۷ دهم ...!*).

◀ اگر در صفات نهفته، پدر بیمار و مادر سالم باشند، حالات مختلف ناقل (*ناخالص*) را نیز باید در مورد مادر در نظر داشته باشید. حالا بریم یکی یکی هر گزینه را بحث کنیم!

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در هر دو بیماری جدول روبه‌رو اگر مادر ناقل باشد، احتمال به دنیا آمدن X^hY یا ff وجود دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در هر دو بیماری جدول روبه‌رو اگر مادر ناقل باشد، احتمال به دنیا آمدن دختر بیمار X^hX^h ، ff و پسر سالم X^HY ، Ff وجود دارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در هر دو حالت جدول روبه‌رو احتمال تولد دختری با ژن‌نمود مادر به صورت Ff یا X^HX^h وجود دارد. / گزینهٔ (۴): درست است. در هیچ‌کدام از دو بیماری جدول مقابل چون پدر بیمار است، **امکان ندارد** دختر سالم خالص FF یا X^HX^H به دنیا بیاید.

مادر سالم	پدر بیمار	بیماری
X^HX^H X^HX^h	X^hY	هموفیلی
FF Ff	ff	فنیل‌کتونوری

A ۱۰ ۱ در غشای گویچهٔ قرمز، الل یا ژن وجود ندارد (*از طرفی کربوهیدرات روی دن، رمزوراثتی ندارد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در مورد صفات هم‌توان صحیح است. / گزینهٔ (۳): در هر حالت، صفت Rh نیازمند وجود دو الل به صورت خالص DD یا ناخالص Dd می‌باشد و حتی افراد منفی نیز دو الل dd دارند. / گزینهٔ (۴): در صفات وابسته به X در مردان صحیح است که فقط با یک الل، یک صفت بروز می‌یابد.

B ۱۱ ۴ خب در سؤال ۹ مفصل توضیح دادم که منظور طراح دو بیماری فنیل‌کتونوری و هموفیلی است، ولی در این سؤال ویژگی گزینهٔ مورد قبول باید فقط در یک بیماری دیده شود. به جدول مقابل دقت کنید:

مادر سالم	پدر بیمار	بیماری
$X^HX^H - X^HX^h$	X^hY	هموفیلی
FF -Ff	ff	فنیل‌کتونوری

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اگر مادر ناخالص باشد، در این صورت هم احتمال Ff و هم احتمال X^HX^h وجود دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در هر دو حالت اگر مادر ناقل باشد، احتمال دختر بیمار (ff و X^hX^h) و پسر سالم (Ff و X^HY) وجود دارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در هر دو بیماری اگر مادر سالم خالص باشد، می‌توان دختری با ژن‌نمود متفاوت به صورت X^HX^h یا Ff مشاهده کرد. / گزینهٔ (۴): درست است. فقط در مورد بیماری مستقل از X، فنیل‌کتونوری است که اگر مادر ناقل Ff باشد، می‌توان پسری Ff با ژن‌نمود مادر مشاهده کرد، ولی هیچ‌گاه در صفات وابسته به X، ژن‌نمود پسر XY با مادر XX یکسان نمی‌شود.

B ۱۲ ۲ همیشه ابتدا در پی یافتن ژن‌نمود والدین باشید!

◀ چون والدین هر دو سالم هستند و دختر فنیل‌کتونور ff دارند، پس هر دو والد سالم ناقل Ff می‌باشند.

◀ چون پسر آن‌ها هموفیل دارد و X^hY است، پس مادر خانواده ناقل سالم X^HX^h بوده است.

◀ چون گروه خونی والدین یکسان است و دو فرزند با گروه خونی A و B دارند، پس والدین فقط می‌توانند گروه خونی AB داشته باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. احتمال دختر هموفیل و بدون فاکتور ۸ خون به صورت X^hX^h وجود ندارد. / گزینهٔ (۲): درست است. احتمال پسر AB، سالم از نظر هموفیلی X^HY ، ولی مبتلا به فنیل‌کتونوری ff وجود دارد. / گزینه‌های (۳) و (۴): نادرست است. احتمال فرزندی با گروه خونی O از آن‌ها وجود ندارد.

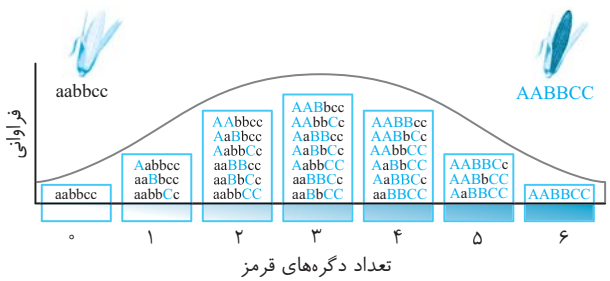
ژن‌نمود پدر	X^HYFfAB
ژن‌نمود مادر	X^HX^hFfAB

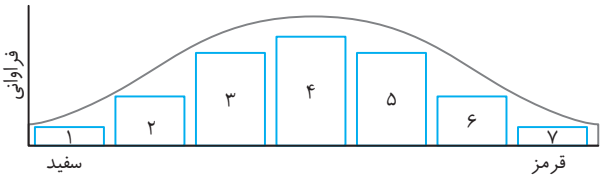
A ۱۳ ۱ این تست بسیار ساده است. ببینید دوستان وقتی ژنوتیپ آندوسپرم $3n$ را دارید، قطعاً اللی که با بقیه متفاوت است را اسپرم انتقال داده است و دو الل مشابه هم توسط یاخته دوهسته‌ای به ارث رسیده است. در این سؤال وقتی آندوسپرم RWW است یعنی اسپرم، گرده نارس، گرده رسیده، یاخته رویشی، یاخته زایشی همگی الل R را داشته‌اند و پرچم، بساک و کیسه گرده که دیپلوئید هستند باید حداقل یک الل R داشته باشند یعنی RR یا RW باشند.

◀ از طرفی در این مثال چون آندوسپرم RWW است، پس WW را یاخته دوهسته‌ای داده است و تخم‌زا (*گامت ماده*) به صورت W بوده است. در نتیجه قطعاً پارانشیم خورش، برچه، کلاله، تخمدان، تخمک و هر قسمت دولاد مربوط به **ماده** باید حداقل یک الل W (*به صورت RW یا WW*) داشته باشد. پس پاسخ گزینهٔ (۱) است چون امکان ندارد که کلاله RR باشد ولی بتواند گامت ماده W ایجاد کرده باشد.

C ۱۴ ۲ بسیار خوشحالم که سؤال زیبا و سختی طرح شده است که نمونه و دیدگاه طراحی آن، مانند سایر تست‌های کنکور چند سال اخیر در کتاب الگو تکرار شده بود.

با توجه به شکل‌های مقابل که شکل کتاب و تست مورد نظر است، در بخش (۵) شکل سؤال، چهار الل بارز باید وجود داشته باشد که می‌تواند مثلاً به صورت $aaBBCC$ باشد که در جایگاه ژنی اول فاقد الل بارز می‌باشد.





تیپ‌های تستی گزینهٔ (۱): در بخش (۴)، هفت نوع ژنوتیپ وجود دارد که همگی دارای سه الل بارز می‌باشند. در مورد ژنوتیپ $AaBbCc$، هر جایگاه ژنی یک الل بارز و یک الل نهفته دارد، یعنی همهٔ **انواع** شش نوع الل این صفت با هم وجود دارند. / گزینهٔ (۳): بخش (۶) حاوی ۵ الل بارز می‌باشد که می‌تواند سه نوع ژنوتیپ به صورت $AABBCc$ یا $AABbCC$ یا $AaBBCC$ باشد. پس هر سه نوع، در یک جایگاه ژنی حالت ناخالص Aa یا Bb یا Cc را دارند. / گزینهٔ (۴): بخش (۲) دارای **فقط یک الل بارز** می‌باشد. پس سه نوع ژنوتیپ $Aabbcc$ یا $aaBbcc$ یا $aabbCc$ می‌تواند داشته باشد که حتماً در دو جایگاه خالص می‌باشد.

۱۵ C ۲ موارد (ج) و (د) صحیح گرفته شده است. در این سؤال دقت زیاد لازم است تا گول طراح را نخورید. مردی با گروه خونی O^+ به صورت $XYOO(DD$ یا $Dd)$ می‌باشد، ولی باید بسیار باهوش باشید و تا **مشکل انعقاد خون** را دیدید، این مرد بیچاره را مبتلا به هموفیلی در نظر نگیرید. شاید هزاران مشکل دیگر مثل عدم تولید پروترومبین، فیبرینوژن، تولید هپارین زیاد، کلسیم و ویتامین K کم و غیره داشته باشد. در آخر سؤال ذکر شده عباراتی را انتخاب کنید که با **قاطعیت** صحیح هستند. پس بریم سر وقت عبارات:

تیپ‌های تستی الف) نادرست است. این فرد چون گروه خونی O دارد، یعنی روی هر دو کروموزوم همتای شمارهٔ ۹ خود هرکدام یک الل O دارد، ولی روی گویچه‌های قرمز خود فاقد کربوهیدرات گروه خونی می‌باشد. هر فرد سالم در هر هستهٔ دیپلوئید خود، دو دگرهٔ گروه خونی ABO و دو دگرهٔ Rh دارد. / ب) نادرست است. این همان حقهٔ طراحی بود و می‌خواست شما به سمت هموفیلی بودن و وابسته به X بودن صفت بروید، ولی فرد ممکن است بیماری‌ها و مشکلات دیگری غیرارثی در زمینهٔ انعقاد داشته باشد. / ج) درست است. (*واای چرت بگم!*) از نظر من این عبارت غلطه! ولی چه کنیم که طراح درست گرفته است و کلمهٔ **حداقل** را در ابتدای جمله نیاورده است! طراح می‌گه به‌طور قاطعانه «بر روی یکی از بلندترین فام‌تن‌ها یعنی جفت اول ژن D دارد.» خب اگر فرد DD باشد که بر روی هر دوتا کروموزوم D خود این ژن را دارد (*واضحاً مهم اینه که ما چه‌طوری این عبارت را بخوانیم!*). / د) درست است. نمونهٔ این عبارت بارها در کتاب الگو بود که من گفته بودم در هر غشای یاخته‌ای، ما تعدادی کربوهیدرات در سطح خارجی داریم و اینکه کربوهیدرات غشای گویچهٔ قرمز فقط مربوط به گروه خونی ABO است، عبارتی نادرست است. خب گویچهٔ قرمز از یاخته‌های میلوئیدی ایجاد شده‌اند.

۱۶ C ۱ فقط عبارت (الف) جواب است. در این سؤال که سبک جدیدی از طراحی بود و به نظر من یکی از زیباترین سؤالات یک دههٔ اخیر بود، باید به **همهٔ** انواع آمیزش بین افراد سالم در دو صفت هموفیلی (*وابسته به X نهفته‌ها*) و کم‌خونی داسی‌شکل (*مستقل از جنس نهفته‌ها*) دقت کنید. یعنی پدر می‌تواند $X^HY(AA$ یا $AS)$ و مادر می‌تواند $X^HX^HAA(AS)$ یا $X^HX^hAA(AS)$ باشد. دوستان عزیز، طراح فرزندانی را در چهار عبارت می‌خواهد که از لقاح هر پدر و مادر فوق در سؤال قطعاً به دنیا بیاید.

تیپ‌های تستی الف) درست است. در هر آمیزشی بین این والدین، احتمال تولد پسر سالم $(AS$ یا $AA)X^HY$ می‌تواند وجود داشته باشد. / ب، ج و د) نادرست هستند. فقط کافی است که مادر و پدر را کاملاً سالم به صورت X^HX^HAA و X^HYAA در نظر بگیرید، در این صورت فرزند بیمار و یا ناخالص به دنیا نمی‌آید.

۱۷ B ۲ اول ببینیم داده‌های سؤال به ما چه چیزهایی هستند!

وقتی می‌گوید مادر در معرض خطر مبتلا شدن به مالاریا است، یعنی ژنوتیپ Hb^AHb^A دارد و فاقد الل کم‌خونی داسی‌شکل می‌باشد.

وقتی هم می‌گوید پدر به مالاریا مقاوم است، یعنی ژنوتیپ Hb^AHb^S با Hb^SHb^S دارد. (*افراد Hb^SHb^S هم مقاومند، ولی معمولاً به دلیل بیماری کم‌خونی داسی‌شکل به سن بلوغ نمی‌رسند.*)

تیپ‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. دختری که تماماً گویچهٔ قرمز طبیعی دارد، یعنی Hb^AHb^A است. دقت کنید این فرد مقاوم به مالاریا نیست! / گزینهٔ (۲): درست است. پسری که گویچهٔ قرمز **کاملاً** طبیعی دارد، Hb^AHb^A است. این فرد در معرض ابتلا به بیماری مالاریا است. / گزینه‌های (۳) و (۴): نادرست هستند. خوب دقت کنید، در این صفت دگره Hb^A، بارز یا غالب است و هیچ‌گاه ما تولد فردی کاملاً بیمار از این خانواده را متصور نیستیم چون مادر الل Hb^S ندارد.

نکته
در صورتی که فرد به بیماری کم‌خونی داسی‌شکل (Hb^SHb^S) دچار شود، در سنین پایین می‌میرد و به زاد و ولد نمی‌رسد.

۱۸ C ۱ بخش‌های داده شده طیف رنگی ذرت با صفتی پیوسته را نشان می‌دهند!

بخش (۴) نمایانگر بیشترین تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی است. در این ناحیه می‌توان ژنوتیپی حاوی انواع دگره‌ها $(AaBbCc)$ را مشاهده کرد.

تیپ‌های تستی گزینهٔ (۲): در بخش (۲) دانه‌ها فقط یک الل بارز دارند و تنها در یک جایگاه ناخالصی می‌توانیم داشته باشیم! مثلاً: $aabbcC$ / گزینهٔ (۳): در بخش (۳) می‌توانیم دو ژن بارز مشاهده کنیم (*پس کلمهٔ به‌طور حتم در یک جایگاه غلطه!*) مثلاً: $aaBbCc$ را در نظر بگیرید که دو جایگاه ژنی ناخالص دارد یا دانهٔ $AAbbcc$ که اصلاً جایگاه ژنی ناخالص ندارد. / گزینهٔ (۴): دقت کنید ممکن است در یک جایگاه ژنی هیچ دگره بارزی در بخش ۵ مشاهده نشود چون در این قسمت باید ۴ الل بارز باشد که اگر $aaBBCC$ را در نظر بگیریم، در جایگاه اول دو الل نهفته a دارد.

۱۹ C ۴ خوب به صورت سؤال دقت کن! گفته در صورت ازدواج هر مرد و زن سالم! در بیماری هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شکل چه مرد و زن‌های سالمی داریم؟

مرد: فقط می‌تونه X^HY باشه و در بیماری داسی‌شکل هم Hb^AHb^A یا Hb^AHb^S می‌باشد.

زن: در مورد هموفیلی X^HX^H یا X^HX^h می‌باشد و در داسی‌شکل هم سالم‌ها به صورت Hb^AHb^A یا Hb^AHb^S می‌باشند.

تیپ‌های تستی گزینهٔ (۱): اولاً برای این صفت چون فقط در جنس نر یک کروموزوم داریم، خالص و ناخالص تعریف نمی‌شه (رد همین گزینه و گزینهٔ (۳))، ثانیاً در صورت ازدواج مرد با یک خانم سالم و خالص پسر قطعاً سالمه! چون از مادر به این پسران، الل هموفیلی نمی‌رسد. / گزینهٔ (۲): چون پدر سالمه، نمی‌تونیم اصلاً دختر بیمار داشته باشیم! چون همیشه الل غالب رو می‌ده، حتی اگه مادر بیمار باشه (*که اینجا نیست!*). / گزینهٔ (۴): فقط این گزینه صحیح است. چون در هر صورت، با تولد یک دختر که اون قطعاً سالمه! و در هر حالت ازدواجی که ذکر کردیم، می‌تونه این دختر سالم خالص باشه (*چون مادر حداقل یک الل بارز داره*).

B ۲۰ ۲ به لفظ صورت سؤال خوب دقت کن! گفته کدوم یکیشو نمی‌شه قطعاً درست بگیریم!
بیایم یکم این مرد رو دریابیم!
گروه خونی از نظر کربوهیدرات که مشخصه: OO
گروه خونی از نظر پروتئین دو حالت داره: $Dd - DD$
مشکل انعقادی: کی گفته همه مشکلای انعقادی مربوط به هموفیلیه؟ کلی بیماری دیگه هست که می‌تونه سبب اختلال در انعقاد خون بشه! (*مثلاً کمبود ویتامین K*!).
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این مورد همیشه درسته! خوب حواست باشه، درسته که گروه خونی O منجر به تولید آنزیمی که کربوهیدرات به غشا اضافه کنه نمی‌شه، اما این فرد، دو الل O که داره!

نکته
الل مربوط به اضافه شدن کربوهیدرات‌های گروه خونی، روی کروموزوم شماره ۹ و الل مربوط به پروتئین‌های گروه خونی روی کروموزوم شماره ۱ قرار دارن.

گزینهٔ (۲): همون‌طور که اول سؤال گفتم، ما نمی‌تونیم به‌طور قطع بگیم که این فرد دارای هموفیلیه! (*معاینش کنه نگردیم ...*!) پس نمی‌تونیم به‌طور حتم بگیم یک الل نهفته روی کروموزوم جنسیش داره! (*همین جواب درسته*!) / گزینهٔ (۳): چه ناخالص باشه و چه خالص، خلاصه روی یکی از کروموزوم‌های شماره یکش که الل D رو داره! پس اینم می‌شه قطعاً بگیمش. / گزینهٔ (۴): گویچه قرمز مثل باقی یاخته‌های بدن، کربوهیدرات و پروتئین رو در غشای خودش داره! همهٔ گویچه‌های قرمز همینن. فقط بعضی‌هاشون کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های مربوط به گروه خونی رو ندارن! قسمت دوم سؤال که در مورد یاخته‌های میلوئیدی مغز استخوان درسته!

فصل ٤

تغییر در اطلاعات وراثتی



پاسخ‌های تشریحی

درسنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل چهارم تغییر در اطلاعات وراثتی

پاسخ‌های تشریحی

۴۷۷ **۱** موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. پایداری اطلاعات در سامانه‌های **زنده**، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی می‌باشد. / ب) نادرست است. مادهٔ وراثتی به‌طور **محدود** تغییرپذیر است و سبب گوناگونی افراد و افزایش توان بقای جمعیت می‌شود. (*تغییرات گسترده اغلب سبب نابودی افراد می‌شوند.*) / ج) درست است. هرچه **تنوع** در جمعیت بیشتر باشد، شانس **سازگاری** آن جمعیت در محیط متغیر **بیشتر** شده و توان بقای جمعیت افزایش می‌یابد. / د) نادرست است. همواره تغییرات و گونه‌زایی در شرایط محیطی **متغیر** رخ می‌دهد تا افراد دارای صفات سازگارتر، از بین سایرین انتخاب شوند و جامعه به سمت تکامل برود.

درسنامه درختی ۵۱ تعریف و نکات کلی جهش

جهش — **نکات**:

- پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی است.
- تغییرپذیری محدود مادهٔ وراثتی ← باعث ایجاد گوناگونی می‌شود ← با تغییر شرایط، توان بقای جمعیت‌ها را افزایش می‌دهد ← زمینهٔ تغییر گونه فراهم می‌شود.
- تغییرپذیری مادهٔ وراثتی ← پیامدهای مختلفی دارد (*مفید، مضر یا خنثی*).
- تعریف جهش ← تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را جهش می‌نامند.
- جهش به‌طور مستقیم در تولید رنا و پروتئین می‌تواند تأثیرگذار باشد.
- جهش به‌طور غیرمستقیم با اختلال در آنزیم‌ها، می‌تواند در تولید لیپیدها و کربوهیدرات‌ها اخلال ایجاد کند.
- جهش در ژن پروتئین D ← اختلال در گروه خونی Rh
- جهش در ژن تولید آنزیم A ← اختلال در گروه خونی ABO ← اضافه شدن کربوهیدرات A به RBC دچار مشکل می‌شود.

۴۷۸ **۴** در مورد بیماری کم‌خونی داسی‌شکل به نکات زیر توجه کنید:

۱) در اثر **جهش ژنی** از نوع **جانشینی** رخ می‌دهد که یک جفت نوکلئوتید در ژنگان دچار تغییر شده است.

۲) در این بیماری، یک آمینواسید والین به جای گلوتامیک‌اسید در یک نوع رشتهٔ پلی‌پپتیدی نوع بتا قرار گرفته است (درستی گزینه‌های (۱) و (۳)).

۳) جهش جانشینی در اثر تغییر نوکلئوتید Aدار به جای Tدار صورت گرفته است.

۴) جهش ژنی آن باعث تغییر شکل هموگلوبین از حالت گرد به بیضی یا داسی‌شکل می‌شود (درستی گزینهٔ (۲)).

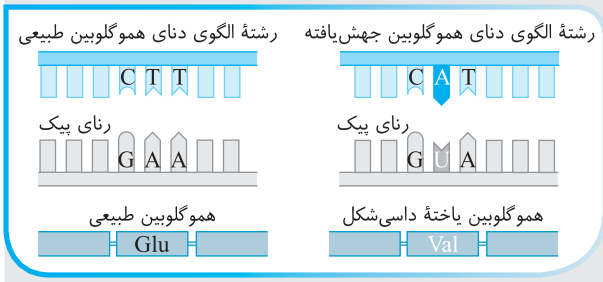
۵) این بیماری رابطهٔ بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد که حمل اکسیژن در این افراد دچار مشکل می‌شود.

۶) بیماری ارثی از نوع مستقل از جنس نهفته می‌باشد که در محیط مالاریاخیز، فراوانی ژن آن تحت تأثیر محیط و عامل مالاریا بالا می‌رود. در این محیط‌ها، گویچهٔ قرمز افراد ناخالص به صورت داسی درمی‌آید تا با از بین بردن عامل مالاریا، شانس بقای فرد را حفظ کند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

درسنامه درختی ۵۲ کم‌خونی داسی‌شکل

جهش — **کم‌خونی ناشی از جهش و داسی‌شکل**:

- علت ← تغییر شکل در مولکول‌های هموگلوبین است.
- علت تغییر شکل هموگلوبین: تغییر جانشینی در **ششمین** آمینواسید از زنجیرهٔ **بتا** نسبت به نوع سالم انجام شده است.
- در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته است.
- در افراد بیمار، آمینواسید گلوتامیک اسید رشتهٔ بتای هموگلوبین به والین تبدیل شده است ($CTT \leftarrow CAT$).
- بیماری ارثی مستقل از جنس از نوع نهفته می‌باشد و برای بیمار شدن وجود دو الل آن الزامی است.
- افراد در حالت سالم ناخالص، Hb^AHb^S و بیماران، Hb^SHb^S، نسبت به مالاریا مقاوم می‌باشند.
- نسبت پورین به پیریمیدین در دنای افراد سالم و بیمار یکسان است.
- در رنای پیک مربوط به ساخت رشتهٔ بتای هموگلوبین بیماران، مقدار پیریمیدین از افراد سالم بیشتر شده است چون U به جای A آمده است.



C ۴۷۹ ۲ موارد (ب)، (ج) و (ه) وجه مشترک می‌باشد.
هر جهشی، بیانگر **تغییر دائمی** در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی می‌باشد (درستی ج).
به‌طور کلی دو نوع جهش کوچک و بزرگ در ژنگان جانداران دیده می‌شود که حاوی نکات زیر می‌باشند. هر دو نوع می‌توانند سبب تغییر در محصول ژن‌ها شوند (درستی ب). در حالت جهش کوچک از نوع جانشینی و بزرگ از نوع واژگونی یا برخی جابه‌جایی‌ها، طول فام‌تن جهش‌یافته را تغییر نمی‌دهند (درستی ه).

نکات جهش‌های کوچک	نکات جهش‌های بزرگ
یک یا چند نوکلئوتید را در برمی‌گیرد.	یک یا چند ژن را در برمی‌گیرد.
انواع جانشینی آن تغییری در طول *DNA* ایجاد نمی‌کند.	نوع واژگونی و برخی جابه‌جایی‌های آن تغییری در طول فام‌تن ایجاد نمی‌کند.
انواع حذف و اضافهٔ آن، طول *DNA* را تغییر می‌دهد.	انواع حذف، مضاعف‌شدگی و برخی جابه‌جایی‌های آن سبب تغییر در طول برخی فام‌تن‌ها می‌شود.
جهش خاموش و بی‌اثر نیز در آن‌ها دیده می‌شود.	معمولاً جهش خاموش ندارند و اغلب سبب مرگ تخم می‌شود.
تغییری در ساختار و تعداد فام‌تن ایجاد نمی‌کند و توسط کاریوتیپ فام‌تنی مشخص نمی‌شود.	ناهنجاری‌های ساختاری و عددی در فام‌تن‌ها ایجاد می‌کند و اغلب توسط کاریوتیپ فام‌تنی مشخص می‌شوند.

نکته
اگر جهش در توالی بین‌ژنی یا تنظیمی رخ دهد، در خزانهٔ ژنی جمعیت تغییری ایجاد نمی‌شود چون خزانهٔ ژنی فقط مجموع الل‌ها یا ژن‌ها می‌باشد (نادرستی د).

C ۴۸۰ ۲ منظور سؤال از جهش‌هایی که فقط یک یا چند نوکلئوتید مجاور را دربر می‌گیرند، همان جهش‌های کوچک هستند. این جهش‌ها به دو نوع جانشینی و حذف یا اضافه تقسیم‌بندی می‌شوند. در نوع جانشینی، طول دنا و ژن تغییر نمی‌کند و معمولاً طول *RNA* حاصل از رونویسی نیز تغییر نمی‌کند (نادرستی گزینهٔ (۴)).
این جهش‌ها به‌طور معمول سبب تغییر در چارچوب خواندن *mRNA* در حین ترجمه نمی‌شوند (*دقت کنید که ممکن است طول رشتهٔ پلی‌پپتید حاصل را تغییر دهند ولی چارچوب خوانده شدن mRNA توسط ریاتن تغییر نمی‌کند*) (درستی گزینهٔ (۲)).
نوع دیگر از جهش‌های کوچک که طول دنا و ژن را تغییر می‌دهند، نوع حذف یا اضافه نوکلئوتیدی می‌باشد که اگر یک یا دو نوکلئوتید اضافه یا کم شود، چارچوب خواندن *mRNA* عوض می‌شود ولی اگر سه یا مضربی از سه اضافه یا کم شود، سبب تغییر در چارچوب خواندن رمزها نمی‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۳)). در این نوع جهش‌ها ممکن است حذف یا اضافه شدن نوکلئوتید، تغییری در طول محصول پروتئینی ایجاد نکند. (*مثلاً در mRNA مقابل اگر در محل علامت سؤال، یک نوکلئوتید G دار اضافه شود، بنز هم رمز پایان ایجاد شده است و طول پروتئین تغییر نکرده است.*)

mRNA
AUG CCC AAA UA?A
?

برو درسنامه درختی ۵۳ بخون

B ۴۸۱ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. جهش جانشینی از نوع خاموش، سبب تغییر پروتئین و رخ‌نمود جاندار نمی‌شود (*از اسمش معلومه که خاموشه!*).
توالی افزاینده در باکتری وجود ندارد (نادرستی ب)، جهش در *DNA* سبب تغییر در توالی مولکول خطی *RNA* طی رونویسی می‌شود (نادرستی ج). اگر این جهش در بخش تنظیمی یا بین‌ژنی رخ دهد روی *RNA* و توالی آن اثری ندارد (نادرستی د).

A ۴۸۲ ۴ جهش‌ها می‌توانند سبب بروز گوناگونی در جمعیت شوند و در نتیجه بر توان بقای جمعیت‌ها تأثیر دارند. از طرفی این سؤال در مورد جهش‌های بزرگ از نوع تغییر در ساختار یا تعداد کروموزوم است که در هر نوع آن یک نتیجه خاص حاصل می‌شود. گزینهٔ (۱) در مورد واژگونی، گزینهٔ (۲) در مورد جهش‌های تغییر در تعداد کروموزوم‌ها و گزینهٔ (۳) در مورد مضاعف‌شدگی رد می‌شوند.

برو درسنامه درختی ۵۴ بخون

C ۴۸۳ ۴ فقط مورد (د) درست است. (*منظور سؤال جهش کوچک از نوع حذف یا اضافه کردن می‌باشد.*)
تله‌های تستی الف) نادرست است. در جهش‌های کوچکِ تغییر در تعداد نوکلئوتیدها، حذف یا اضافه کردن **یک یا دو نوکلئوتید**، چارچوب خواندن رمزها را عوض می‌کند ولی تغییر در **دو رمز** یعنی اضافه یا کم شدن **۶ نوکلئوتید** که چون مضرب ۳ می‌باشد، چارچوب خواندن تغییر نمی‌کند. / ب) نادرست است. هر جهش کوچکی می‌تواند پیامد وخیمی ایجاد کند. در حالتی که یک رمز اضافه شود، فقط چارچوب خواندن عوض نمی‌شود ولی ساختار پروتئین احتمالاً تغییر می‌کند. / ج) نادرست است. در این سؤال دقت کنید که جهش‌های کوچک از نوع حذف یا **اضافه شدن**، تغییر در نوکلئوتید مورد نظر بوده است که تغییر در یک ژن می‌باشد نه تغییر در ساختار فام‌تن. / د) درست است. هر جهش کوچکی اعم از جانشینی یا تغییر در تعداد نوکلئوتیدها (*حذف و اضافه*)، به دلیل رابطهٔ مکملی بین بازها، تغییر در هر دو رشتهٔ دنا اتفاق خواهد افتاد.

B ۴۸۴ ۳ در سؤالات قبل هم گفتم که وقتی سؤال به‌طور کلی در مورد جهش‌های کوچک می‌پرسد، جهش جانشینی سبب تغییر در چارچوب خواندن رمزهای *DNA* نمی‌شود ولی می‌تواند با تغییر در رمزهای مختلف، سبب تغییر در نقطهٔ شروع رونویسی و ترجمه شود (درستی الف و نادرستی ج). از طرفی جهش‌های حذف و اضافه نیز می‌توانند برحسب نوع خود چارچوب خواندن رمزها یا بیان ژن را تغییر بدهند یا ندهند (نادرستی ب و د).

B ۴۸۵ ۱ فقط عبارت (د) درست است. تغییر در ساختار فام‌تن در هر ۴ مورد، حذف، مضاعف‌شدگی، جابه‌جایی و واژگونی با شکسته شدن قسمتی از فام‌تن همراه است. جهش ژنی کوچک در نوع اول جانشینی **است** و در نوع دوم **که** تغییر در تعداد نوکلئوتید است، ممکن است با تغییر در چارچوب خواندن رمزها همراه باشد.
تله‌های تستی الف) ممکن است در توالی تنظیمی یا بین‌ژنی رخ دهد که این توالی‌ها را به عنوان بخشی از ژن به حساب نمی‌آوریم. / ب) ممکن است با جهش جانشینی بی‌معنا رخ دهد. / ج) تغییر چارچوب با اضافه یا کم کردن یک یا دو نوکلئوتید رخ می‌دهد نه رمز سه‌حرفی!

C ۴۸۶ ۲ جهش جابه‌جایی وقتی صورت می‌گیرد که قسمتی از یک فام‌تن جدا شده و به فام‌تن غیرهمتا یا به بخش دیگری در همان فام‌تن اولیه منتقل شود. شامپانزه گونه‌ای $2n=48$ می‌باشد. در شامپانزه نر، که *XY* بوده، هر فام‌تن جنسی آن فاقد جفت همتا می‌باشد و می‌تواند با ۴۷ فام‌تن دیگر و حتی با خودش جهش جابه‌جایی انجام دهد که مجموعاً ۴۸ فام‌تن می‌شود. ولی شامپانزه ماده دارای جفت فام‌تن جنسی *XX* و همتا می‌باشد. هر فام‌تن جنسی *X* آن به‌جز با جفت همتای (*X دیگر*) با سایر فام‌تن‌ها (۴۶ عدد) و فام‌تن خودش می‌تواند جهش جابجایی انجام دهد که مجموعاً ۴۷ فام‌تن می‌شود.

B ۴۸۷ ۴ اگر جهش ایجاد شده از نوع افزایش ساخت محصول باشد نیز نوعی جهش مضر به حساب می‌آید.
سایر گزینه‌ها صحیح هستند.

درسنامه درختی ۵۳ جهش‌های کوچک

انواع جهش (از نظر اندازه و تعداد)

کوچک

جانشینی

در یک یا چند نوکلئوتید مجاور هم رخ می‌دهد.
اگر در توالی بین‌ژنی در قسمت غیرتنظیمی و یا در اینترون‌ها رخ دهد ← نوعی جهش خنثی به حساب می‌آید.
اگر در توالی‌های تنظیمی رخ دهد ← برحسب افزایش یا کاهش مقدار رونویسی، می‌تواند مضر یا مفید باشد.
اگر در ژن‌های مربوط به تولید *rRNA* یا *tRNA* رخ دهد ← نوع پروتئین‌های یاخته تغییر نمی‌کند.
این جهش‌ها با کاریوتیپ مشخص نمی‌شوند.

تعریف: یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری می‌شود.
جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.
طول دنا تغییر نمی‌کند و به‌طور معمول طول رنا هم تغییر نمی‌کند (*مگر در موارد بسیار نادر*).

انواع

اگر این جهش در ژن‌های مربوط به ساخت پروتئین رخ دهد، به سه نوع زیر می‌باشد.

دگرمعنا
جهش جانشینی در **رمز دنا** که سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌شود.
جهش دگرمعنا، در ساختار پروتئین، تغییر ایجاد می‌کند ولی اثر آن بر فعالیت پروتئین، بستگی به محل جهش دارد.

خاموش
این جهش سبب تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینواسید می‌شود.
در صورتی که یک رمز پایان ترجمه به رمز پایان دیگر تبدیل شود نیز می‌تواند گفته شود.

بی‌معنا ← رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل می‌کند که در این صورت پلی‌پپتید حاصل از آن کوتاه‌تر از حالت عادی خواهد شد.

حذف و اضافه

به ترتیب یک یا چند جفت نوکلئوتید کنار هم، حذف یا اضافه می‌شود.

انواع

تغییر چارچوب خواندن: تغییرات حذف و اضافه در هر رشتهٔ دنا، مضربی از ۳ نوکلئوتید نبوده است.
عدم تغییر چارچوب خواندن: تغییرات حذف و اضافه مضربی از ۳ نوکلئوتید بوده است.
در هر دو مورد، محل پایان پروتئین‌سازی و طول پروتئین می‌تواند تغییر کند.

جهش خنثی

یعنی تأثیری در بیان ژن‌ها ندارد.
می‌تواند در توالی‌های اینترون رخ دهد.
می‌تواند در بخش‌هایی از اگزون که در ترجمه نقش ندارند، رخ دهد.
می‌تواند در توالی‌های بین‌ژنی در قسمت غیرتنظیمی رخ دهد.
می‌تواند از نوع خاموش باشد.
می‌تواند تأثیری در فرایندهای یاخته ایجاد نکند.
می‌توانند در یاخته‌ای ایجاد شوند که آن قسمت هیچ‌گاه بیان نمی‌شود مثل ژن تولید گاسترین در یاختهٔ کبدی.

B ۴۸۸ ۴ فردی که ناقل هموفیل است، قطعاً زن X^HX^h می‌باشد و همسر وی نیز مرد XY بوده است. زنان به دلیل داشتن جفت فام‌تن جنسی همتا، قادر به ایجاد جهش مضاعف‌شدگی در صفت جنسی خود هستند ولی مردان فاقد این ویژگی می‌باشند. (درستی گزینهٔ ۴) هر دو جنس می‌توانند در هر فام‌تن خود جهش جابه‌جایی ایجاد کنند (نادرستی گزینهٔ ۲) ولی جابه‌جایی بین دگره‌ها در هر جفت جنسی مردان صورت نمی‌گیرد. چون دگره‌ها روی جفت فام‌تن **همتا** قرار دارند (نادرستی گزینهٔ ۳).

◀ در مورد نادرستی گزینهٔ ۱ کافی است که دقت داشته باشید!!! که جهش **جانشینی** از انواع جهش‌های **کوچک** می‌باشد.

B ۴۸۹ ۳ گزینهٔ ۳ نادرست است، چون نشان‌دهندهٔ مضاعف شدن (a, A) **و واژگونی قسمت** d **و** b **بوده است نه جابه‌جایی!!**

تله‌های تستی گزینهٔ ۱: درست است. شکل بیانگر جابه‌جایی قسمت جدا شده (O, N) بر روی مکان دیگری از خود همان فام‌تن می‌باشد. / گزینهٔ ۲: درست است. چون نشان‌دهندهٔ حذف قسمت ژن (O) و جابه‌جایی یک‌طرفه از فام‌تن ۱ به ۳ بوده است. / گزینهٔ ۴: درست است. چون جابه‌جایی دوطرفه بین فام‌تن ۲ و ۳ را نشان می‌دهد.

A ۴۹۰ ۳ وقتی جایگاه تعدادی از ژن‌ها در یک فام‌تن تغییر یافته است، جهش جابه‌جایی در همان فام‌تن یا واژگونی رخ داده است که طول فام‌تن ثابت مانده است. جهش جانشینی در مورد نوکلئوتیدهای یک ژن کاربرد دارد.

B ۴۹۱ ۴ جهش مضاعف‌شدن موجب می‌شود تا بخشی از ژن‌های یک فام‌تن جدا شده و به فام‌تن همتا متصل شود. در این حالت فام‌تن همتا از آن ژن‌ها دارای دو نسخه خواهد بود. این نوع جهش اگر در اسپرماتوگونی رخ دهد، چون میتوز می‌کند به هر یاختهٔ حاصل از آن متصل می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ ۱: جهش حذف با جابه‌جایی همراه نمی‌باشد. / گزینهٔ ۲: اگر جهش واژگونی جای سانترومر را در فام‌تن تغییر دهد، امکان دارد در کاریوتیپ قابل تشخیص باشد. همان‌طور که می‌دانید در این نوع جهش تعداد و اندازهٔ فام‌تن‌ها تغییری نمی‌کند. / گزینهٔ ۳: جهش واژگونی و جهش جابه‌جایی که در یک فام‌تن رخ دهد، که فقط جهش واژگونی در همان محل رخ می‌دهد.

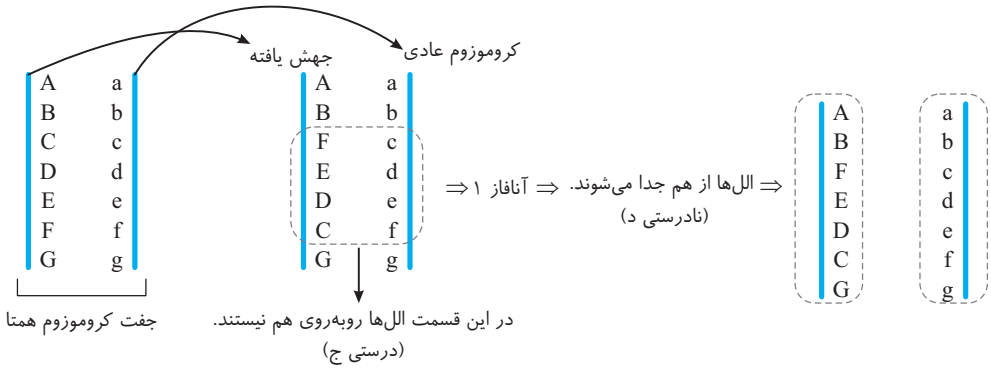
درسنامه درختی ۵۴ جهش‌های بزرگ

انواع جهش (از نظر اندازه و تعداد)

- **بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی)**: در هنگام تقسیم یاخته، با مشاهدهٔ **کاریوتیپ** می‌توانند از وجود **برخی** از چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شوند.
- **انواع**
  - **ناهنجاری‌های عددی**:
    - تعداد ژن‌ها و کروموزوم‌ها متفاوت می‌باشند.
    - به دلیل اشکال در جدا شدن کروموزوم، تعداد کروموزوم‌ها عادی نمی‌باشد.
    - به‌طور مثال در نشانگان داون، یک فام‌تن ۲۱ اضافی دارند.
    - تغییر در تعداد فام‌تن را ناهنجاری عددی فام‌تنی می‌نامند.
    - همواره با کاریوتیپ مشخص می‌شوند.
  - **ناهنجاری‌های ساختاری**:
    - **حذف**: ممکن است قسمتی از فام‌تن از دست برود که معمولاً باعث مرگ می‌شوند.
    - **جابه‌جایی**: قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن **غیرهمتا** یا حتی **بخش دیگری** از **همان** فام‌تن منتقل می‌شود.
    - **مضاعف‌شدگی**: قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن **همتا** جابه‌جا می‌شود و آن‌گاه در فام‌تن همتا، دو نسخه دیده می‌شود.
    - بین کروموزوم X و Y مردان، جهش مضاعف‌شدگی رخ نمی‌دهد.
    - **واژگونی**: جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن **در جای خود** معکوس می‌شود.
  - **انواعی که طول فام‌تن را تغییر نمی‌دهد**: واژگونی، جابه‌جایی در همان کروموزوم، اگر در محل سانترومر رخ ندهند، با کاریوتیپ مشاهده نمی‌شوند.
- در هر نوع جهشی، نسبت پورین به پیریمیدین دنا تغییری نمی‌کند.
- **جهش واژگونی**: اگر از وسط ژن‌ها رخ دهد، تعداد ژن‌ها را تغییر می‌دهد. / اگر در محل سانترومر رخ دهد با کاریوتیپ مشخص می‌شود. / طول کروموزوم و تعداد نوکلئوتیدها تغییر نمی‌کند.

A ۴۹۲ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. جهش فوق نوعی **واژگونی** بوده است چون ردیف ژن‌های $CDEF$ معکوس شده‌اند. این جهش از نوع جهش‌های بزرگ بوده و اگر محل سانترومر را تغییر دهد، با کاریوتیپ قابل تشخیص است. دقت کنید که تغییر چارچوب مربوط به جهش کوچک درون یک ژن می‌باشد (نادرستی الف و ب).
در اثر جهش واژگونی، در قسمت معکوس شده، دیگر دگره‌های صفات روبه‌روی هم قرار ندارند ولی در مرحلهٔ آنافاز ۱ به دلیل جدا شدن دو فام‌تن همتا، این دگره‌ها از هم جدا شده و به یاخته‌های مجزایی می‌رسند (درستی ج و نادرستی د).

نکته
در نظر داشته باشید که هر جهش بزرگی با کاریوتیپ قطعاً مشخص نمی‌شود. مثلاً اگر جهش واژگونی در یک محدوده کوچک از کروموزوم رخ دهد و محل سانترومر نیز عوض نشود، با کاریوتیپ نمی‌توانیم از وجود آن باخبر شویم.



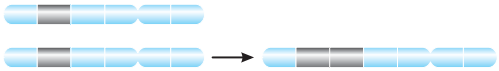
A ۴۹۳ ـ ۳ در واژگونی، تعداد نوکلئوتید و طول هر فام‌تن تغییر نمی‌کند ولی در محل‌هایی جابه‌جایی قطعات انجام می‌شود و دیگر در آن محل‌ها دگره‌های آن صفات روبه‌روی هم نیستند. در جابه‌جایی دوطرفه دگره‌ها در فام‌تن‌های **غیرهمتا** قرار می‌گیرند.

B ۴۹۴ ـ ۱ منظور سؤال **جهش مضاعف‌شدگی** می‌باشد که طی آن قطعه‌ای از یک فام‌تن، پس از جدا شدن به فام‌تن همتای خود متصل می‌شود و در فام‌تن گیرنده، هر دو دگره برخی ژن‌ها وجود دارند. این جهش در یاخته‌های هاپلوئید مثل هسته‌های کیسه رویانی یا گامت‌ها رخ نمی‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۳)) و مانند جهش جابه‌جایی در همان فام‌تن نیز رخ نمی‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

نکته
جهش مضاعف‌شدگی در هر جفت فام‌تن زنان (*نه‌تنها در بیماری‌های وابسته به X*) می‌تواند رخ دهد (درستی گزینهٔ (۱)) ولی در جفت فام‌تن جنسی مردان که غیرهمتا هستند رخ نمی‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

B ۴۹۵ ۴ شکل بیانگر جهش مضاعف‌شدگی بین دو فام‌تن همتا می‌باشد. از فصل قبل به یاد دارید که ژن‌های گروه خونی *ABO* در کروموزوم ۹ ولی ژن‌های گروه خونی *Rh* در کروموزوم ۱ قرار دارد که با هم همتا نمی‌باشند و بین آن‌ها جهش مضاعف‌شدگی رخ نمی‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زنبور نر، هاپلوئید است و فاقد فام‌تن همتا و جهش مضاعف‌شدگی می‌باشد. / گزینهٔ (۲): انسان ناقل از نظر هموفیلی، قطعاً زن X^HX^h می‌باشد که در فام‌تن‌های جنسی آن جهش مضاعف‌شدگی می‌تواند رخ دهد. / گزینهٔ (۳): هستهٔ رویشی و زایشی گیاهان، هاپلوئیدند و فاقد فام‌تن همتا می‌باشند.



B ۴۹۶ ۲ موارد (الف) و (د) درست هستند. انسانی که از نظر هموفیلی ناقل است، قطعاً زن است و *XX*، پس باید ۲۳ فام‌تن هسته و یکی برای میتوکندری را بررسی کرد ولی برای مرد باید ۲۵ فام‌تن ردیابی شود. در مورد هسته گونه انسان ۲۴ فام‌تن (۲۲ *اتوزوم به‌همراه X و Y*). در مورد (د) دقت کنید که در جانداران هاپلوئید، به تعداد کل فام‌تن‌ها، همهٔ آن‌ها را باید ردیابی کرد چون در آن‌ها کروموزوم همتا وجود ندارد.

B ۴۹۷ ۳

نکته برای توالی‌یابی ژنی باید از یاخته‌های **هسته و اندامک‌های کامل DNAدار** استفاده کرد که در یک گونه مثل انسان باید از یاخته *XY* استفاده کرد که هر دو نوع فام‌تن جنسی را داشته باشد (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۲)). چون زن X^HX^h (*نخاص هموفیلی است*) و گویچهٔ قرمز نیز فاقد اندامک است ولی گزینهٔ (۴) هم نادرست است **چون گرک که یاخته تخصص یافته روپوستی است، فاقد قدرت فتوسنتز و کلروپلاست است ولی یاخته نگهبان روزنه گیاهان، میتوکندری، هسته و کلروپلاست دارد** پس می‌توان ژنگان کامل گیاه را از آن به دست آورد.

B ۴۹۸ ۲ موارد (ب)، (ج) و (هـ) می‌توانند درست باشند.

دقت کنید که در متن سؤال ذکر کرده است که جهش بر **توالی محصول پروتئین** اثر نمی‌گذارد. پس این جهش یا در **بخش بین ژنی** غیرتنظیمی رخ داده است و یا در **بخش تنظیمی** آن مثل **راه‌انداز** یا افزاینده رخ داده است یا حتی تغییر در **توالی میانه‌ای** رخ داده باشد (درستی ب، ج و هـ) چون از روی این قسمت‌ها پروتئین‌سازی صورت نمی‌گیرد.

تله‌های تستی الف) اگر رمزه آغاز ترجمه جابه‌جا شود، قطعاً توالی آمینواسیدی پروتئین حاصله و ساختارهای اول تا چهارم پروتئینی تغییر می‌کند. / د) دقت کنید که اگر الگوی ساخت هر قسمتی از آنزیم تغییر یابد، توالی پروتئینی محصول عوض شده است ولی ممکن است این تغییر در عملکرد پروتئین حاصله اثر نکند. (*مثل تغییر در قسمتی از آنزیم که دورتر از جایگاه فعال می‌باشد.*)

B ۴۹۹ ۴ جهش حذف می‌تواند از نوع کوچک یا بزرگ باشد. در نوع بزرگ که با بررسی کاریوتیپ افراد مشخص می‌شود، قسمتی از یک فام‌تن جدا می‌شود که غالباً اگر در یاخته تخم رخ دهد، سبب مرگ فرد می‌شود ولی جهش حذف از نوع کوچک می‌تواند سبب تغییر در چارچوب خواندن رمزهای یک ژن شود.

نکته جهش حذف از انواع بزرگ، درصورتی که در تخم رخ دهد، اغلب سبب مرگ می‌شود ولی در افراد بالغ اگر قسمتی از یک فام‌تن حذف شود می‌تواند بی‌تأثیر باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): جهش خاموش وقتی صورت می‌گیرد که نوع آمینواسید و پروتئین‌سازی تغییر نکند. اگر بازهای آلی یک رمز *DNA* مثلاً از *CTG* به *GCT* تغییر کند، با اینکه نوع همهٔ بازهای آلی آن یکسان است، باز هم سبب تغییر در محصول می‌شود که جهشی خاموش نمی‌باشد. / گزینهٔ (۲): با تغییر در نوع نوکلئوتیدهای *DNA*، طول *mRNA* یا رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی حاصل از رونویسی تغییر نمی‌کند ولی ممکن است طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصل از ترجمه عوض شود. / گزینهٔ (۳): جهش‌های ارثی، توسط گامت‌ها منتقل می‌شوند و به تخم می‌رسند. در اثر تقسیم میتوز تخم، هر یاخته پیکری جاندار دارای جهش می‌شود. ولی این فرزند جهش یافته برای ایجاد گامت، تقسیم میوز کاهشی می دهد که ممکن است این ژن را به نسل بعد ندهد. مثلاً اگر *a* را ژن جهش یافته بدانیم که از گامت *a* به تخم *Aa* رسیده است، **نصف گامت‌های وی می‌توانند ژن *A* را حمل کنند که فاقد ژن جهش یافته می‌باشند.**

درسنامه درختی ۵۵ ژنگان و پیامدهای جهش

- **پیامدهای جهش** به عوامل مختلفی از جمله محل وقوع در ژنوم بستگی دارد
  - **ژنگان**
    - **تعریف**: به کل محتوای مادهٔ وراثتی در یاختهٔ پیکری گفته می‌شود ← شامل ژن‌ها و توالی‌های بین‌ژنی می‌شود.
    - برابر است با
      - ژنگان هسته‌ای
        - معادل مجموعه‌ای شامل **یک** نسخه از هریک از انواع فام‌تن‌های **همتا** می‌باشد.
        - در انسان: ۲۲ فام‌تن غیرجنسی + فام‌تن جنسی $(Y+X)$ ← در ۲۴ کروموزوم قرار دارد.
        - در هستهٔ اسپرماتوسیت اولیه $(2n)$ برخلاف اووسیت اولیه وجود دارد چون اووسیت، کروموزوم *Y* ندارد.
      - ژنگان سیتوپلاسمی
        - دنای راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی انسان و سایر جانوران را تشکیل می‌دهد.
        - در گیاهان راکیزه و دیسه را باید حساب کرد.
    - ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان هستند ← ژن‌ها در تولید *RNA* و پروتئین مؤثرند.
  - **در توالی درون ژنی**
    - اگر جهش سبب تغییر در جایگاه فعال آنزیم (*چه پروتئین و چه از نوع RNA*) شود ← احتمال تغییر در عملکرد آن **بسیار زیاد** است (*نه قطعاً*).
    - اگر جهش سبب تغییر در جایی دور از جایگاه فعال شود، **به‌طوری که بر آن اثری نگذارد** ← احتمال تغییر در عملکرد آنزیم، کم و یا حتی صفر می‌شود.
    - اگر جهش در توالی‌های اینترون ژن یوکاریوتی رخ دهد ← نوعی جهش خنثی می‌باشد و در پروتئین‌سازی و فعالیت یاخته نقشی ندارد.

در توالی بیرونی
- این توالی‌ها شامل ژن‌ها نمی‌باشند ولی حاوی بخش تنظیمی مثل راه‌انداز، افزاینده، اپراتور و جایگاه فعال‌کننده هستند.
- این توالی‌ها در تولید ردیف *RNA* و پروتئین برخلاف مقدار آن‌ها تأثیری ندارند.
- ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان‌اند و جهش ممکن است در توالی‌های بین‌ژنی رخ دهد.
- اگر اثری بر محصول یا مقدار رنا و پروتئین نداشته باشد ⟵ نوعی جهش خنثی محسوب می‌شوند.

در توالی تنظیمی
- به‌طور مثال در راه‌انداز، افزاینده یا در اپراتور یا توالی اختصاصی فعال‌کنندهٔ پروکاریوت‌ها رخ می‌دهد.
- بر توالی رونوشت *RNA* و پروتئین اثری ندارد بلکه بر **مقدار** تولید آن‌ها تأثیر می‌گذارد.
- جهش در **راه‌انداز** ممکن است آن را به راه‌اندازی قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند و میزان رونویسی را زیاد یا کم کند.

- جهش مفید یا مضر، قطعاً درون ژن یا بخش تنظیمی رخ داده است ولی جهش خنثی ممکن است در هر قسمتی از ژنوم رخ دهد.

A ۵۰۰ ۴ موارد (الف) و (ب) درست هستند.

نکته
۰۱ سبک زندگی، تغذیهٔ سالم، ورزش، وزن مناسب، غذاهای گیاهی دارای ترکیبات پاداکسنده *(مثل مواد رنگی وآکوئول‌ها و پلاست‌های رنگی)* و الیاف‌های سلولزی از عواملی هستند که باعث پیشگیری از بروز سرطان می‌شوند (درستی الف).
۰۲ در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود دودی شده رایج است، شیوع سرطان بالاتر است. در حال حاضر ارتباط بین برخی سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است (درستی ب).
۰۳ ترکیبات نیتریت‌داری مثل **سدیم‌نیتریت**، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی به سوسیس و کالباس اضافه می‌کنند در بدن **ابتدا به ترکیباتی تبدیل می‌شوند** که **تحت شرایطی** قابلیت سرطان‌زایی دارند (نادرستی ج). پس خود سدیم نیتریت پیش‌ماده و عامل مستقیم واکنش نمی‌باشد.

C ۵۰۱ ۲ فقط مورد (ب) درست است.
پرتو فرابنفش که در نور خورشید وجود دارد، نوعی عامل **فیزیکی** جهش‌زا می‌باشد که می‌تواند برای افرادی که به مدت زیادی در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند، عامل سرطان‌زا باشد (نادرستی الف). این پرتوها، سبب برقراری پیوند بین دو تیمین مجاور در *DNA* می‌شوند که به آن دوپار تیمین گفته می‌شود. این جهش می‌تواند در ایجاد مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای و حذف یاخته‌های پیر و آسیب‌دیده نقش داشته باشد (درستی ب).
تله‌های تستی الف) پرتو فرابنفش عامل فیزیکی جهش‌زا می‌باشد *(توضیح عبارت (الف) در مورد مادهٔ شیمیایی بنزوپیرن در دود سیگار می‌باشد)*. / ج) اشعه به کار رفته در سونوگرافی، امواج ماوراء صوت می‌باشد که جهش‌زا نمی‌باشد *(از نوع فرابنفش نمی‌باشد)*. / د) برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس، از مواد شیمیایی مثل سدیم‌نیتریت استفاده می‌کنند.

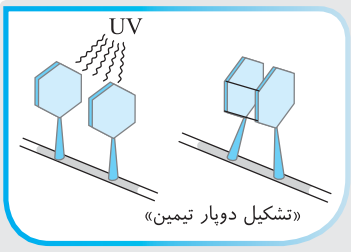
B ۵۰۲ ۳ فقط مورد (ج) درست تکمیل می‌کند. از مواد شیمیایی جهش‌زا می‌توان به بنزوپیرن اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می‌کند که به **سرطان** منجر می‌شود. همان‌طور که در زیست یازدهم آموختید، بدن برای مبارزه با سرطان، پرفورین و اینترفرون نوع ۲ تولید می‌کند (درستی ج).
تله‌های تستی الف) دیمرتیمین سبب اختلال در همانندسازی دنابسپاراز در مرحلهٔ اول چرخهٔ یاخته‌ای یعنی در مرحله اینترفاز می‌شود. *(دقت کنید که وقتی از مراحل یک چرخهٔ یاخته‌ای صحبت می‌شود، باید در نظر بگیرید که دو مرحلهٔ ایستفاز و تقسیم مدنظر است که هرکدام مراحل کوچک‌تری دارند.)* / ب) جهش می‌تواند به خاطر خطا در همانندسازی نیز رخ دهد *(در این صورت نه فیزیکی بوده و نه شیمیایی!)*. / د) پرتوی فرابنفش سبب ایجاد دوپارتیمین پیریمیدینی می‌شود. تیمین فقط در ساختار دنا شرکت می‌کند.

درسنامه درختی ۵۶ علت و انواع جهش

علت جهش

انواع عوامل جهش‌زا

فیزیکی
- مانند پرتو فرابنفش که باعث تشکیل پیوند بین دو باز آلی تیمین مجاور هم در دنا می‌شود که به آن دوپار (دیمر) تیمین می‌گویند ⟵ باعث آسیب در ساختار دنا می‌شود.
- دوپار تیمین در عملکرد آنزیم **دنابسپاراز** اختلال ایجاد می‌کند ⟵ همانندسازی دنا را دچار اختلال می‌کند.
- آفتاب‌سوختگی در اثر اشعهٔ فرابنفش خورشید می‌تواند باعث اشکال در ساختار دنا و بروز سرطان شود.



«تشکیل دوپار تیمین»

شیمیایی
- مانند **بنزوپیرن** که در دود سیگار وجود دارد و ممکن است به سرطان منجر شود.
- حملهٔ رادیکال‌های آزاد به مولکول‌های زیستی مثل آنزیم‌ها و دنا می‌تواند سبب آن شود.
- برخی ویروس‌ها، قرص‌های ضد بارداری و نوشیدنی‌های الکلی در ایجاد جهش و سرطان مؤثرند.

انواع جهش

ارثی
- از یک یا هر دو والد به فرزند می‌رسد.
- جهش‌های روی کروموزوم *Y* فقط از والد نر به فرزندان پسر می‌رسند.
- جهش در ژن‌های میتوکندری تخمک ⟵ فقط از مادران به هر فرزند پسر یا دختر می‌رسد.
- در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند ⟵ همهٔ یاخته‌های حاصل از تخم، دارای آن جهش هستند.
- فرد مبتلا به بیماری‌های مستقل از جنس نهفته و زنان هموفیل، ژن‌های جهش یافته را از هر دو والد به ارث برده‌اند.

اکتسابی
- از محیط کسب می‌شود مانند سیگار کشیدن که می‌تواند باعث ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس شود.

پیشگیری از سرطان

- سبک زندگی و تغذیهٔ سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارد.
- ورزش و وزن مناسب ← در حفظ سلامت مؤثر است.
- غذاهای گیاهی که پاداکسنده دارند (*کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها*) ← مانع اثر رادیکال آزاد بر مولکول‌های زیستی می‌شوند.
- **الیاف** گیاهی نیز در پیشگیری از سرطان مؤثرند.
- از آلکالوئیدهای گیاهی در تولید داروهای ضد سرطان استفاده می‌شود. این مواد برای درمان هستند (*نه پیشگیری*).
- شیوهٔ فراوری و پخت غذا
  - مصرف کم غذاهای نمک‌سود یا دودی شده
  - مصرف کم غذاهای کباب شده یا سرخ شده
  - مصرف کم غذاهایی مثل سوسیس و کالباس که ترکیبات نیتریت‌دار (*مانند سدیم نیتریت*) دارند.
    - سدیم نیتریت سبب ماندگاری بیشتر این مواد می‌شود.
    - این مواد تحت شرایطی سرطان‌زایی می‌کنند. ← سدیم نیتریت در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شود

B ۵۰۳ ۳ در یک کروموزوم، جهش واژگونی در همان محل ولی جهش جابه‌جایی در محل دیگری تغییر رخ می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): کروموزوم متافازی به صورت عادی، مضاعف بوده و دارای دو دنای یکسان و دو نسخه از هر ژن می‌باشد. / گزینهٔ (۲): ممکن است در جهش کوچک نیز تعداد کمی مثلاً دو نوکلئوتید حذف شود. / گزینهٔ (۳): در واژگونی جهت‌گیری قسمتی از فام‌تن که حاوی یک یا چند ژن است (*نه همهٔ ژن‌های فام‌تن*)، معکوس می‌شود. / گزینهٔ (۴): ممکن است جهش تغییر در تعداد کروموزوم رخ داده باشد!

درسنامه درختی ۵۷ اثر جهش بر یاخته‌های مختلف

جهش در یاخته‌های مختلف

در یاخته‌های پیکری

- در کروموزوم جنسی یا غیرجنسی احتمال دارد ← به نسل بعد جاندار منتقل نمی‌شود.
- اگر یاخته فاقد قدرت تقسیم باشد ← فعالیت همان یاخته آسیب می‌بیند.
- اگر یاخته قدرت تقسیم داشته باشد ← به یاخته‌های حاصل از آن در همان بافت منتقل می‌شود.
  - در بقای همان فرد مؤثر است.

در یاخته‌های جنسی

- در کروموزوم جنسی یا غیرجنسی آن می‌تواند رخ دهد ← اگر آن گامت در لقاح شرکت کند، جهش به نسل بعد منتقل می‌شود.
- جهش در میتوکندری اسپرم برخلاف میتوکندری تخمک به نسل بعد منتقل نمی‌شود.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۵۰۴ ۳ به‌جز مورد (د) سایر موارد عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

فرد ناقل هموفیلی، قطعاً یک **خانم** با ژنوتیپ X^HX^h است، چون مردان نمی‌توانند در این صفت ناقل باشند (*به‌دلیل داشتن یک کروموزوم X*). دقت کنید که سؤال در مورد یک یاختهٔ کبدی در یک زن است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در جهش مضاعف‌شدگی که یک قطعه از کروموزوم، به کروموزوم همتا انتقال می‌یابد، تعداد **نوکلئوتیدهای** یاخته **ثابت** است. در جهش جابه‌جایی نیز هیچ تعداد نوکلئوتیدی و توالی آن‌ها کم نمی‌شود بلکه از یک کروموزوم به کروموزوم غیرهمتا و یا به همان کروموزوم انتقال می‌یابد و در این جهش هم تعداد نوکلئوتیدهای یاخته ثابت می‌ماند. / ب) نادرست است. جابه‌جایی گاهی می‌تواند به شکل انتقال قطعه‌ای از یک کروموزوم به همان کروموزوم ولی در جایگاه دیگری باشد. در این صورت، **طول** کروموزوم ثابت خواهد ماند اما در جهش جانشینی طول کروموزوم تغییر نمی‌کند. از همهٔ این‌ها گذشته، دقت کنید که ژن تولید انسولین در لوزالمعده بیان می‌شود (*نه یاختهٔ کبدی مدنظر سؤال*). / ج) نادرست است. جهش حذف می‌تواند هم باعث حذف یک ژن یا قسمتی از آن شود و هم در توالی‌های بین‌ژنی رخ دهد و تعداد ژن‌ها کروموزوم را کم نکند. از طرفی، اگر جهش واژگونی از میانهٔ یک ژن آغاز شود، آن ژن را از بین خواهد برد و این‌گونه، جهش واژگونی هم توانسته است تعداد ژن‌های کروموزوم را کم کند. پس این اتفاق می‌تواند در جهش واژگونی هم رخ دهد. / د) درست است. اگر سانترومر در میان توالی جهش یافته در اثر واژگونی باشد و یا بخش واژگون شده کوچک باشد، ممکن است در کاریوتیپ مشخص نشود اما در جهش مضاعف‌شدگی با توجه به اینکه طول دو کروموزوم، تغییر کرده، دگرگونی، قابل دیده شدن در کاریوتیپ است. / ه) نادرست است. فرد مورد نظر یک خانم است و فاقد کروموزوم Y می‌باشد.

C ۵۰۵ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند. در این سؤال باید به قید «**به‌طور حتم**» در بررسی موارد خیلی دقت کنید!

تله‌های تستی الف) درست است. جهش مضاعف شدن، در اثر جابه‌جایی بین کروموزوم‌های همتا رخ می‌دهد و با توجه به اینکه کروموزوم‌های **جنسی** در مردان با یکدیگر همتا نیستند (X, Y)، این نوع جهش هرگز در کروموزوم‌های جنسی **مردان** (*برخلاف زنان*) مشاهده نخواهد شد و طی جهش مضاعف‌شدگی، مقدار کل ژن آن فام‌تن‌ها ثابت خواهد بود. / ب) نادرست است. می‌دانید که در برخی انواع جهش ساختاری جابه‌جایی، انتقال قطعهٔ دنا از یک کروموزوم به **همان** کروموزوم است.

A
B
C

در این حالت اگر بُرش‌های ایجاد شده، از وسط یک ژن نباشند (*یعنی ژن آسیب ندیده باشد*)، تعداد ژن‌های آن کروموزوم تغییر نخواهد کرد. (*فرض کن کروموزوم* A B C *در اثر جهش جابه‌جایی به صورت* C A B *شده باشد.*)

ج) درست است. در جهش حذف، قطعه‌ای از کروموزوم جدا شده و به کروموزوم دیگری هم منتقل نمی‌شود و بنابراین، ژنوم و مقدار دنای یاخته کاهش یافته است. بر طبق گفتهٔ کتاب درسی، ناهنجاری‌های ساختاری حذف، **غالباً** منجر به مرگ یاخته می‌شود. / د) نادرست است. **با هم ماندن کروموزوم‌ها**، باعث بروز ناهنجاری فام‌تنی از نوع **تغییر در تعدادی** می‌شود ولی در صورت سؤال، تنها ناهنجاری‌های **ساختاری** مورد بحث قرار گرفته‌اند. در ناهنجاری یا جهش‌های بزرگ ساختاری، تعداد کروموزوم تغییر نمی‌کند بلکه ساختار یک یا چند کروموزوم تغییر می‌کند.

۵۰۶ **۲** موارد (الف) و (ب)، عبارت داده شده را به اشتباه کامل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. جهش‌های کوچک از هر نوعی می‌توانند باعث ایجاد تغییر در توالی نوکلئوتیدی رنای پیک شوند و نباید لزوماً از نوع جانشینی باشند. این جهش می‌تواند از نوع حذف یا اضافه باشد. / ب) نادرست است. تغییر در چارچوب خواندن نوکلئوتیدها در جهش‌های کوچک حذف و اضافه رخ می‌دهد. البته برای تغییر در چارچوب، باید تعداد نوکلئوتیدهای حذف و یا اضافه شده، برابر با مضربی از عدد **سه** نباشد. پس اگر یک یا دو نوکلئوتید (نه یک یا دو رمز) اضافه و یا حذف بشوند، این نوع تغییر به وجود می‌آید اما توجه کنید که در صورت حذف یا اضافه یک یا دو رمز باز هم این تغییر مضرب سه بوده است چون رمزها سه‌حرفی می‌باشند و شما متأسفانه بی‌دقتی کرده‌اید. / ج) درست است. جهش‌های کوچک اگر بی‌معنا یا دگرمعنا باشند، می‌توانند بر روی ساختار یا عملکرد یک پروتئین دگرگونی ایجاد کنند. هر نوع جهشی که در ژن رخ دهد، بر روی **رنای پیک** تغییری ایجاد خواهد کرد چون به هر حال، پروتئین به‌طور مستقیم از روی رنای پیک ساخته می‌شود. / د) درست است. جهش‌های **کوچک** از جمله جهش‌های کوچک حذف و اضافه، قابلیت رهگیری در کاریوتیپ را ندارند. چون محدودهٔ تغییر کرده بسیار کوچک است و قابل دیدن نیست.

۵۰۷ **۱** فقط مورد (ب) عبارت داده شده در خصوص یاخته‌های سرتولی را به درستی تکمیل می‌کند. به یاد دارید که این یاخته‌ها در لولهٔ اسپرم‌ساز مردان وجود دارند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. وقوع جهش مضاعف‌شدگی در فرد دارای یاختهٔ سرتولی (یک مرد) بر روی فام‌تن‌های **جنسی** ممکن نیست زیرا این کروموزوم‌ها با یکدیگر همتا نیستند. زنبورهای نر فاقد توانایی بکرزایی هستند و تک‌لاد می‌باشند، پس کروموزوم همتایی نیز ندارند که بتوانند به جهش مضاعف‌شدگی دچار شوند. اما فراموش نکنید در دنیای زنبورها، بسیاری از ماده‌ها که کارگرند نیز توانایی فرزندآوری ندارند، پس بکرزایی نیز از آن‌ها ساخته نیست اما آن‌ها دولاد هستند و می‌توانند حاوی جهش مضاعف‌شدگی شوند. / ب) درست است. در جهش جابه‌جایی بر روی همان کروموزوم و واژگونی، موقعیت ژن‌های فام‌تن دچار دگرگونی می‌شود که در این جهش‌ها نه نوکلئوتیدی به کروموزوم اضافه می‌شود و نه نوکلئوتیدی از آن کم می‌شود. پس تعداد نوکلئوتیدهای یاخته نیز تغییر نخواهد کرد. / ج) نادرست است. جهش کوچک جانشینی و جهش‌های بزرگ جابه‌جایی (بر روی همان کروموزوم) و واژگونی، سبب تغییر در تعداد مونومرهای یک فام‌تن نمی‌شوند. دقت کنید اگر به فرض در یک کروموزوم مضاعف که دو کروماتید دارد، قطعه‌ای از یک کروماتید به کروماتید دیگر متصل شود، تعداد نوکلئوتیدهای کروموزوم تغییر نکرده است ولی یک کروماتید از دیگری که خواهری هستند طول بیشتری خواهد داشت. / د) نادرست است. در یاخته‌های انسان، برای صفت‌های تک‌ژنی، دو دگره وجود دارد که در زمان میوز، به هر یاختهٔ جنسی، یک دگره خواهد رسید اما در صورتی که جهش مضاعف‌شدگی رخ داده باشد، این دو الل با یکدیگر به یک اسپرم خواهند رفت. برای اینکه این جهش ایجاد شود، باید قسمتی از کروموزوم شکسته شود و به کروموزوم همتای خود مهاجرت کند و بر روی آن قرار بگیرد و پیوند اشتراکی تشکیل بدهد. اما توجه داشته باشید که در این تست، سؤال در مورد یاختهٔ سرتولی است که تولید اسپرم را انجام نمی‌دهد.

۵۰۸ **۳** تنها مورد (د) نادرست است و موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. دلیل ایجاد عمدهٔ جهش‌ها، عوامل فیزیکی و شیمیایی است اما برخی جهش‌ها نیز به دلایل زیستی ایجاد می‌شوند. مثلاً اگر نقص در آنزیم دنابسپاراز برای عمل ویرایش در حین همانندسازی وجود داشته باشد، نمی‌توانیم آن را در زیرمجموعهٔ فیزیکی یا شیمیایی قرار دهیم. / ب) درست است. در مردان که یک کروموزوم X دارند و کروموزوم Y خود را به فرزند پسر انتقال می‌دهند، اگر جهش بر روی فام‌تن X باشد، به فرزند پسر منتقل نخواهد شد و اگر بر روی فام‌تن Y باشد، به فرزند دختر منتقل نمی‌شود. / ج) درست است. اگر یک جهش ارثی نباشد، یعنی پس از تشکیل یاختهٔ تخم ایجاد شده است. پس اگر مدتی از تشکیل تخم گذشته باشد و یکی از یاخته‌ها دچار جهش شود، دیگر تمام یاخته‌های حاصل از تخم، آن جهش را نخواهند داشت. / د) نادرست است. جهش‌های ارثی موجود در فام‌تن X که بزرگ‌تر از فام‌تن Y است، فقط در اسپرماتیدهایی دیده می‌شود که حاوی کروموزوم X هستند و این یاخته‌ها، نیمی از اسپرماتیدها می‌باشند (پس مرتوان این عبارت را گفت!).

۵۰۹ **۳** فقط مورد (ج) صحیح است.

تله‌های تستی الف) جهش‌های خاموش تأثیری در فعالیت پروتئین ندارند. / ب و د) ممکن است جهش سبب تغییر میانه‌ها شود و تأثیری بر رنای بالغ نداشته باشد و یا حتی این جهش در یک یاختهٔ پوستی رخ دهد و هیچ‌وقت ژن‌های تولید میوگلوبین آن، بیان نشوند. / ج) عامل تعیین‌کنندهٔ توالی رنای پیک، توالی نوکلئوتیدی دناست که در پی هر نوع جهش، توالی دنا قطعاً تغییر می‌کند.

۵۱۰ **۴** کاهش طولی پلی‌پپتید به معنی ایجاد پیوند پپتیدی کمتر برای ساخت پلی‌پپتید است. در نتیجه به دلیل پیوند پپتیدی کمتر، آب کمتری هم بر اثر سنتز آبدهی تولید می‌شود و تعداد حرکت رناتن نیز روی رنای پیک کاهش می‌یابد.

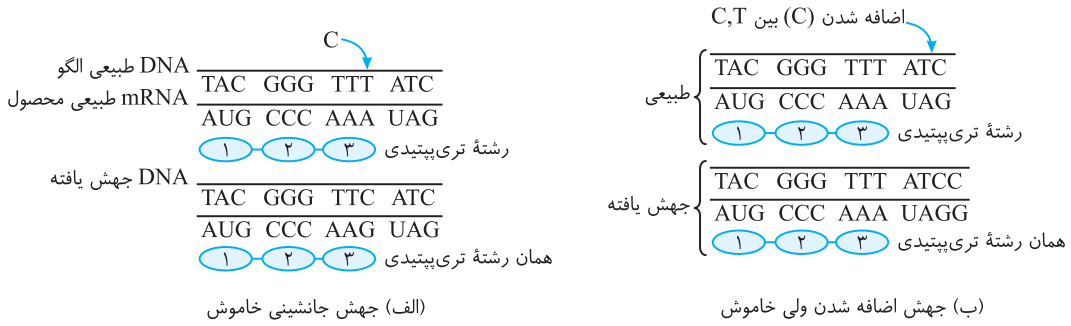
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): جهش تغییر در تعداد از نوع حذف و اضافه همانند جهش جانشینی از نوع کوچک، می‌تواند با ایجاد رمزه پایان زودرس همراه باشد. / گزینهٔ (۲): براساس شکل کتاب، جهش بی‌معنا که سبب کوتاه شدن طول پروتئین می‌شود، صرفاً برای جهش جانشینی در نظر گرفته شده است، اما جهش تغییر چارچوب هم می‌تواند سبب کاهش طول پلی‌پپتید شود. / گزینهٔ (۳): **رمزه** در $mRNA$ قرار دارد، نه در ژن.

۵۱۱ **۴** دقت کنید سؤال در مورد کم‌خونی داسی‌شکل است و افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل معمولاً در سنین پایین می‌میرند، در نتیجه نمی‌توان گفت که به‌طور قطع ژن‌های مربوط به این صفت را از طریق گامت به فرزندان منتقل می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): از ساختار اول تا چهارم هموگلوبین تغییر می‌کند. / گزینهٔ (۲): برخی یاخته‌های قلبی، دوهسته‌ای و چهار اللی می‌باشند. / گزینهٔ (۳): در یاخته میلوئیدی و گویچهٔ قرمز نابالغ این ژن جهش‌یافته وجود دارد.

۵۱۲ ـ **۴** ابتدا به کلمهٔ «جهش کوچک» در متن سؤال دقت کنید و به راحتی گزینهٔ (۱) را رد کنید چون تغییر در تعداد فام‌تن‌ها، نوعی جهش بزرگ به حساب می‌آید. حالا به بررسی سایر گزینه‌ها در مورد انواع جهش‌های کوچک می‌پردازیم.

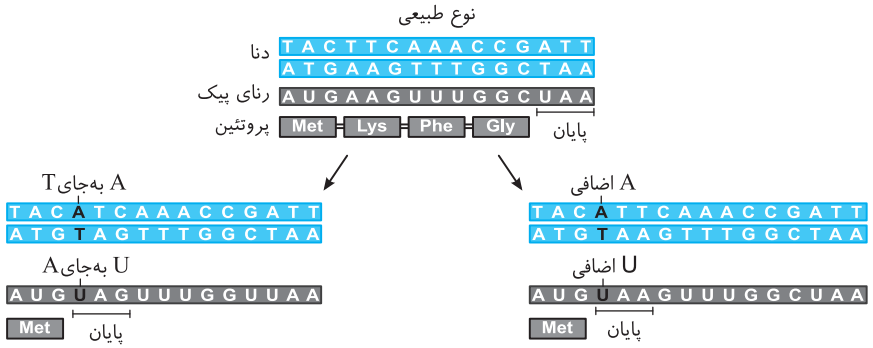
گزینهٔ (۲): نادرست است. تغییر در چارچوب خواندن رمزها، در اثر حذف یا اضافه شدن یک یا دو نوکلئوتید رخ می‌دهد. با توجه به این مورد ممکن است طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصله افزایش یا کاهش یابد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. جهش‌های خنثی، جهش‌هایی هستند که سبب تغییر در محصول پروتئینی ژن نمی‌شوند. این جهش‌ها می‌توانند به صورت انواع جهش‌های کوچک در توالی‌های بین ژنی (*میانه*) رخ دهند. حتی ممکن است از نوع جانشینی سبب ایجاد رمز جدیدی از همان آمینواسید شود که به آن جهش خاموش می‌گویند (*تکمیل الف*) یا مانند شکل (ب) در اثر اضافه شدن نوکلئوتید رخ دهد ولی نوع آمینواسیدهای محصول تغییری نکنند.



(ب) جهش اضافه شدن ولی خاموش

(الف) جهش جانشینی خاموش

گزینهٔ (۴): درست است. هم در اثر جهش جانشینی و هم در اثر تغییر در تعداد، اگر جهش سبب شود که بعد از رمزه *AUG* اول، یک رمزه پایان در *mRNA* قرار گیرد، پیوند پپتیدی تشکیل نمی‌شود و فقط رمزه اول ترجمه می‌شود.

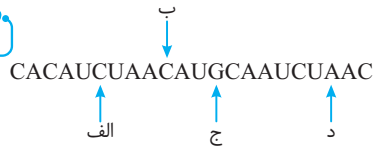


۵۱۳ ـ **۳** هر نوع جهش کوچک به علت ایجاد تغییر در دنا، سبب تغییر رنای حاصل نیز می‌شود ولی در نوع **جانشینی**، تغییری در طول دنا و رنا ایجاد نمی‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): میوگلوبین، پروتئینی تک‌رشته‌ای است و ساختار چهارم ندارد. / گزینهٔ (۲): در جهش بی‌معنی، طول رشتهٔ پلی‌پپتید کوتاه می‌شود، چون زودتر رمز پایان تشکیل می‌شود. / گزینهٔ (۴): جهش، در بخش پروتئینی گلوبین تغییر ایجاد می‌کند ولی اکسیژن به گروه هم که معدنی است متصل می‌شود. از طرفی ممکن است این جهش، جایگاه اتصال گروه هِم به هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی را تغییر ندهد.

۵۱۴ ـ **۱** بسیار سؤال زیبایی است!! به جملهٔ «**پس از شروع ترجمه**» دقت کنید.

نکته در *mRNA* مقابل اگر در قسمت الف *G* به جای *C* قرار گیرد، *AUG* ساخته می‌شود ولی بلافاصله بعد از آن رمز پایان *UAA* قرار می‌گیرد و ترجمه ادامه نمی‌یابد. **در نتیجه تغییر یاد شده مانع تشکیل پیوند بین آمینواسیدها می‌شود.** چون برای تشکیل پیوند پپتیدی حداقل دو رمزه معنی‌دار باید دنبال هم قرار بگیرد. دقت کنید که گزینهٔ (۳) اگر صورت گیرد، اصلاً آمینواسیدی دیگر در ترجمه شرکت نمی‌کند و ترجمه شروع نمی‌شود چون رمزه آغاز تغییر یافته است ولی در سؤال عنوان شده است، «پس از شروع ترجمه» پس این حالت غیرممکن است.



۵۱۵ ـ **۱** فقط مورد (ج) درست است.

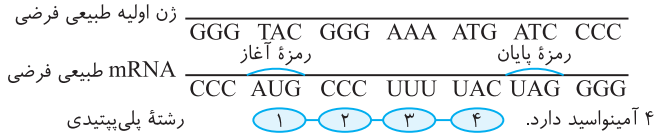
نکته **۱** جهش کوچک از نوع جانشینی، بدون تغییر در تعداد نوکلئوتیدها و رمزها می‌باشد که ممکن است توالی پروتئین را تغییر دهد ولی جهش کوچک دیگر از نوع تغییر در تعداد نوکلئوتیدها می‌باشد که در برخی موارد، باعث تغییر در چارچوب خواندن *mRNA* و تغییر در طول پروتئین حاصل از ترجمه می‌شود. در هر دو نوع جهش، چون درون ژن تغییر رخ داده است، قطعاً این جهش به *RNA* پیک منتقل می‌شود ولی ممکن است روی پروتئین اثر نکند. (*RNA پیک محصول عمل آنزیم رنابسپاراز ۲ هستند.*)

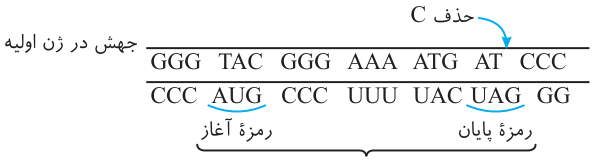
۲ هر جهش در قسمت درون ژن، سبب تغییر در *mRNA* برای ساخت پروتئین می‌شود. این تغییر می‌تواند سبب تغییر در نوع یا تعداد آمینواسیدها شود. قسمت (الف) فقط در اثر جهش‌های تغییر در تعداد رخ می‌دهد (*نه جانشینی!*).

۵۱۶ ـ **۲** در این سؤال دقت کنید که محصول حاصل از عمل رنابسپارازها، همان *RNA*هایی هستند که رونویسی شده‌اند و محصول عمل ترجمهٔ رناتن‌ها نیز رشته‌های پلی‌پپتیدی می‌باشند.

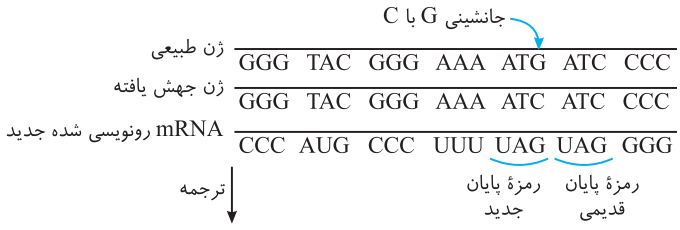
اگر پاسخ این سؤال را با دقت تحلیل کنید، بسیاری از نکات جهش کوچک را یاد می‌گیرید!!!

لطفاً ابتدا یک ژن فرضی با توالی روبه‌رو را در نظر بگیرید تا در مورد هر گزینه بتوانیم با سند بحث کنیم!!! این ژن توانایی رمز کردن و ساخت پروتئینی با ۴ آمینواسید دارد.





فاصلهٔ آن‌ها تغییر نکرده است و همچنان ۳ رمزه بین آن‌هاست.



رشتهٔ پلی‌پپتیدی با ۳ آمینواسید ساخته می‌شود.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. محصول رنابسپاراز ۲ در پارامسی (*یوکاریوت*) نوعی *mRNA* می‌باشد. اگر در *DNA* مقابل، نوکلئوتید (*C*) در الگوی ساخت رمزه پایان *ATC* در اثر جهش کوچک حذف شود، باز هم چون نوکلئوتید بعدی *C* می‌باشد محل رمزه پایان تغییر نمی‌کند. / گزینهٔ (۲): درست است. اگر طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی حاصل از ترجمه، کوتاه شود، معنی آن این است که تعداد رمزه قابل ترجمه کاهش یافته است و تعداد آمینواسید کمتری ترجمه شده است. این تغییر می‌تواند در اثر جهش جانشینی یا تغییر در تعداد رخ دهد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. محصول رنابسپاراز ۱، مولکول *rRNA* می‌باشد که فاقد رمزه است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. اگر در اثر جهش، رمزه پایان جدیدی، قبل از رمزه پایان واقعی ایجاد شود، طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی کوتاه می‌شود ولی این جهش همانند شکل روبه‌رو در الگوی رمزه پایان نبوده است.

۵۱۷ ۴ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

انواع جهش بزرگ چه از نوع ناهنجاری عددی که تعداد فام‌تن تغییر می‌کند و چه ناهنجاری ساختاری که تعداد فام‌تن را تغییر نمی‌دهد، توسط مشاهده کاریوتیپ (*ردیف کردن خام‌تن‌های متفاوتی*) می‌توان از وجود آن‌ها آگاه شد (*فقط برخی واژگونی‌ها در صورت عدم تغییر در محل سانترومر می‌توانند در کاریوتیپ مشخص نشوند*) (درستی الف).

تست‌های تستی ب) در ناهنجاری ساختاری از نوع **واژگونی**، جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن در **جای خود** معکوس می‌شود. پس در نوع واژگونی، طول فام‌تن تغییر نمی‌کند.

ج) جهش **جانشینی** از نوع جهش‌های کوچک می‌باشد. قسمت دوم این عبارت مربوط به جهش **جابه‌جایی** می‌باشد (*نه جانشینی!*)

توجه دقت کنید که احتمال استفاده از واژهٔ جهش‌های **جانشینی** با **جابه‌جایی** در تست‌ها توسط طراحان زیاد است تا روی بی‌دقتی شما مانور بدهند!

د) در جهش بزرگ از نوع **حذف** قسمتی از یک فام‌تن، غالباً سبب مرگ می‌شود که از نوع ناهنجاری ساختاری می‌باشد نه ناهنجاری عددی!!!

۵۱۸ ۱ موارد (الف) و (د) نادرست هستند.

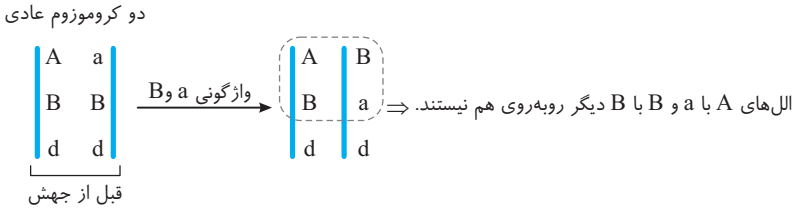
تست‌های تستی الف) نادرست است. جهش‌های کوچکِ حذف یا اضافه و جانشینی از جهش‌های **ژنی** هستند نه فام‌تنی!! / ب) درست است. چون اگر یاخته پیکری دچار جهش شود و قدرت تقسیم میتوز داشته باشد تغییرات آن‌ها قطعاً با میتوز به یاخته بعدی منتقل می‌شوند. / ج) درست است. چون جهش حذف یا اضافه در یک یا دو نوکلئوتید می‌تواند منجر به تغییر در چارچوب شود ولی اگر این تغییر مضرب ۳ باشد باعث تغییر چارچوب نمی‌شود. (*واژهٔ «می‌تواند» به‌دلیل این است که اگر سه نوکلئوتید اضافه یا کم شود، چارچوب خواندن رمزها تغییر نمی‌کند.*) / د) نادرست است. چون اگر جهش در قسمت توالی بین دو ژن یا بخش تنظیمی مثل راه‌انداز رخ دهد به *RNA* منتقل نمی‌شود.

۵۱۹ ۱ عبارت‌های (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

تست‌های تستی الف) درست است. در جهش مضاعف‌شدگی، ممکن است سبب شود مانند شکل زیر، دو دگره یک صفت با هم روی یک فام‌تن قرار گیرند و دیگر اصل جدا شدن دگره‌ها در آنافاز ۱ در مورد آن‌ها در یاخته زاینده برای میوز رعایت نشود.



ب) درست است. در صورتی که جهش واژگونی صورت بگیرد در قسمت واژگون شده دیگر دگره‌های یک صفت در جفت فام‌تن همتای آن‌ها روبه‌روی هم نیست.



ج) نادرست است. در جهش‌های تغییر در ساختار فام‌تن، تعداد فام‌تن یاخته تغییر نمی‌کند (*مثلاً در جهش حذف، فقط قسمتی از خام‌تن حذف می‌شود نه کل کروموزوم!*). / د) نادرست است. اسپرماتید، یاخته‌ای هاپلوئید است که کروموزوم همتا ندارد. پس جهش مضاعف شدن در آن رخ نمی‌دهد.

C ۵۲۰ ـ ۳ مردان XY هستند و ۴۴ فام‌تن غیرجنسی (۲۲ *جفت همتا*) دارند ولی زنان علاوه بر ۴۴ فام‌تن غیرجنسی (۲۲ *جفت همتا*)، یک جفت جنسی XX همتا نیز دارند. هر فام‌تن جنسی X یا Y مردان می‌تواند علاوه بر خودش با ۴۵ فام‌تن دیگر که غیرهمتا می‌باشد، جهش جابه‌جایی ایجاد کند ولی قادر به ایجاد جهش مضاعف‌شدگی نمی‌باشد (*چون جفت کروموزوم جنس مردان فاقد فام‌تن همتا می‌باشد*) (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینه‌های (۴) و (۱)). در زنان هر فام‌تن جنسی (X) می‌تواند با یک فام‌تن X دیگر جهش مضاعف‌شدگی ایجاد کند. از طرفی قادر است علاوه بر خودش با ۴۴ فام‌تن غیرهمتای خود جهش جابه‌جایی ایجاد کند یعنی می‌تواند با ۴۵ فام‌تن جهش جابه‌جایی انجام دهد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

نکته

هر فام‌تن جنسی مردان (X یا Y)
- با ۴۴ فام‌تن غیرجنسی دیگر می‌تواند جهش جابه‌جایی ایجاد کند (۲۳ *نوع فام‌تن*).
- با خودش می‌تواند جهش واژگونی یا جابه‌جایی ایجاد کند.
- قادر به ایجاد جهش مضاعف‌شدگی نمی‌باشد.

هر فام‌تن جنسی زنان (X)
- با ۴۴ فام‌تن غیرجنسی دیگر می‌تواند جهش جابه‌جایی ایجاد کند (۲۲ *نوع فام‌تن دیگر*).
- با خودش جهش جابه‌جایی و واژگونی می‌تواند ایجاد کند.
- قادر به ایجاد جهش مضاعف‌شدگی با فام‌تن X همتای خود می‌باشد.

B ۵۲۱ ـ ۲ جهش در توالی‌های بین‌ژنی که از روی آن‌ها رونویسی رخ نمی‌دهد، در توالی پلی‌پپتید اثری ندارد، زیرا رنایی از روی آن ساخته نمی‌شود (*عامل ملاریا نوعی یوکاریوت است*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): جایگاه اتصال فعال‌کننده در باکتری، محلی است که در آن پروتئین‌های فعال‌کننده به رنابسپاراز کمک می‌کنند تا به دنا متصل شود. جهش در این توالی می‌تواند موجب عدم اتصال فعال‌کننده به دنا شده و در این حال رنابسپاراز به راه‌انداز متصل نمی‌شود و رونویسی و ترجمه انجام نمی‌گیرد و آنزیمی نیز تولید نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): شقایق دریایی یوکاریوت است و توالی اپراتور ندارد (*پس این گزینه از اساس غلط است و به بررسی عوامل دیگر آن نمی‌پردازیم*). / گزینهٔ (۴): افزاینده، توالی است که با کمک عوامل رونویسی متصل به آن، در تقویت و افزایش سرعت رونویسی نقش دارد، پس تغییر آن موجب تغییر در سرعت رونویسی و مقدار تولید رنا می‌شود.

B ۵۲۲ ـ ۱ زنبور عسل نر جانداری با یاخته‌های هاپلوئید (*پدیدی و گامت*) می‌باشد. چون هر یاختهٔ بدن آن هاپلوئید است و محصول میتوز بوده و برای هر صفت یک دگره دارد (*نه دگره‌ها*). ژن‌ها نیز با **میتوز** به اسپرم‌ها منتقل می‌شوند (*از طرفی گامت فقط توسط برخی یاخته‌های دستگاه تولیدمثلی تولید می‌شود نه هر یاختهٔ بدن*)! (نادرستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): درست است. در صفات چندجایگاهی می‌تواند چند ژن غیرالل داشته باشد (*خاطرتان باشد که در مسائل تعداد ژن یا الل یک صفت همواره به صفات چندجایگاهی باید فکر کنید!*). / گزینهٔ (۳): درست است.

نکته

مضاعف شدن فام‌تن‌ها یعنی دو کروماتید شدن آن‌ها که در مرحلهٔ S چرخه یاخته‌ای میتوز هر یوکاریوتی رخ می‌دهد ولی جهش مضاعف‌شدگی ویژه یاخته‌های دارای فام‌تن همتا می‌باشد.

گزینهٔ (۴): درست است. زنبور عسل نر هاپلوئید و حاصل بکرزایی از تخمک‌های زنبور ملکه دیپلوئید می‌باشد.

B ۵۲۳ ـ ۳ فقط مورد (الف) صحیح است. در جهش واژگونی طول فام‌تن و تعداد نوکلئوتیدها تغییر نمی‌کند ولی (ب) در مورد نداشتن هیچ ژنی در یاخته، (ج) در مورد یاخته‌های چندلادی و (د) در مورد نوعی از جهش جابه‌جایی در همان فام‌تن رد می‌شوند.

B ۵۲۴ ـ ۲ در این پاسخ کروموزوم‌های غیرجنسی را با علامت (A) نشان می‌دهیم. این پروانه $14A$ یا کروموزوم غیرجنسی به همراه XX یا XY داشته است.

نکته

در حالت عادی هر یاخته حاصل از تخمک‌زایی این پروانه ۷ فام‌تن غیرجنسی به همراه یکی از ۲ فام‌تن جنسی X یا Y را دارد.

توجه شود چون در صورت سؤال گفته شده در هنگام تخمک‌زایی پس جنسیت پروانهٔ ماده یعنی (XY) می‌باشد!

$2n=16 \Rightarrow 14A+XY \Leftarrow$ تخمک عادی $=7A+(X$ یا $Y)=8$ کروموزوم

چون یک جفت فام‌تن اتوزوم با هم مانده‌اند پس ممکن است یک یاخته ۶ فام‌تن غیرجنسی به همراه یکی از ۲ فام‌تن جنسی X یا Y را داشته باشد و یاخته دیگر ۸ فام‌تن غیرجنسی به همراه یکی از ۲ فام‌تن جنسی X غیرجنسی یا Y را داشته باشد.

C ۵۲۵ ـ ۲ این سؤال که ترکیبی با زیست یازدهم می‌باشد، هدف جالبی را دنبال می‌کند. همان‌طور که می‌دانید جهش یک یاخته در اثر میتوز طبیعی به هر یاخته حاصل می‌رسد ولی در اثر میوز و به دلیل آرایش چهارتایه‌ها در وسط یاخته، تنوع ژنی در یاخته‌های حاصله ایجاد می‌شود.

دانه گرده در گیاهان معمولاً دارای دو هسته هاپلوئید به نام رویشی و زایشی می‌باشد که در اثر **میتوز** یاختهٔ زایشی، دو اسپرم یا گامت نر مشابه و یکسان ایجاد می‌کند. پس هر جهش آن به اسپرم‌ها نیز منتقل می‌شود (درستی گزینهٔ (۲)).

اووسیت اولیه، اووگونی، اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و پارانشیم خورش، یاخته‌هایی **دیپلوئید** هستند که در چرخهٔ زندگی، ادامه یاخته‌های حاصل از آن‌ها یا خود آن‌ها وارد **میوز** می‌شوند و ممکن است ژن جهش یافته را به یاختهٔ مورد نظر ندهند. مثلاً اگر اووسیت اولیه با ژن‌نمود Aa حاوی ژن کم‌خونی داسی‌شکل (a) باشد. اووسیت ثانویه می‌تواند ژن‌نمود A یا a داشته باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر اووسیت ثانویه، نصف کروموزوم‌های اووسیت اولیه را می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): در یک اسپرماتوگونی دارای جهش در اثر میتوز و میوز دنباله آن، برخی اسپرماتیدها می‌توانند ژن جهش‌یافته را بگیرند. / گزینهٔ (۴): از هر چهار یاختهٔ حاصل از میوز پارانشیم خورش، فقط یکی از آن‌ها سبب تولید کیسهٔ رویانی و تخم‌زا می‌شود.

نکته

در مورد انتقال جهش دقت کنید که **با** میتوز و یا میوز ۲، هر یاخته‌های حاصل، قطعاً از یاختهٔ مولد، ژن می‌گیرد.

C ۵۲۶ ۴ میوگلوبین پروتئینی با یک رشته پلی‌پپتید است. هر چهار مورد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) در مورد جهش جانشینی نیز صادق نیست. / ب) در صورتی که جهش جانشینی بی‌معنا روی دنا، در ارتباط با آخرین رمزه معنی‌دار صورت گیرد و رمزه پایان تولید شود، یک آمینواسید در نهایت حذف خواهد شد. به عنوان مثال بروز جهش در توالی *AAC* روی رشتهٔ الگو و تبدیل آن به *ATC*، در نهایت به رمزه پایان *UAG* ختم می‌شود. / ج) اگر در ژن‌ها نیز جهش جانشینی رخ دهد، تعداد نوکلئوتید *RNA* حاصله و طول آن تغییری نمی‌کند. / د) **تبدیل رمزه پایان** *(برخ معنی)* **به یک رمزه معنی‌دار سبب افزایش طول محصول ترجمه می‌شود و ربطی به طول *RNA* ندارد.**

C ۵۲۷ ۲ آندوسپرم نهاندانگان قسمتی مغذی با یاخته‌های اغلب تریپلوئید (*3n*) می‌باشند که در هر دسته فام‌تنی، سه فام‌تن همتا وجود دارد. این فام‌تن‌ها می‌توانند با همدیگر تبادل قطعه به صورت جهش مضاعف‌شدگی انجام دهند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دوپارتیمین که در اثر پرتو فرابنفش ایجاد می‌شود *(عامل جهش‌زایی)*، تغییری درون ژنی از نوع جهش کوچک می‌باشد. / گزینهٔ (۳): جهش‌های بزرگ اغلب باعث مرگ *(رانش)* و کاهش خزانهٔ ژنتیکی جمعیت می‌شوند. / گزینهٔ (۴): جهش مضاعف‌شدگی در هر جفت فام‌تن همتا مثل فام‌تن‌های غیرجنسی مردان، زنان و جفت *XX* زنان رخ می‌دهد. *(در جفت XY مردان جهش مضاعف‌شدگی رخ نمی‌دهد.)*

C ۵۲۸ ۴ فقط عبارت (د) نادرست است.

نکته

ترکیبات نیتریت‌دار مثل سدیم‌نیتریت که برای ماندگاری پروتئین‌ها به موادی مثل سوسیس و کالباس اضافه می‌شوند، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که **تحت شرایطی** *(نه شرایط مختلف)*! قابلیت سرطان‌زایی دارند.

تله‌های تستی الف) زنبور ماده دیپلوئید است. اگر ۲۰ فام‌تن داشته باشد باید ۱۰ نوع آن در هسته *(از هر دو تا یکی!!)* برای ژنگان هسته‌ای و یک *DNA* حلقوی میتوکندری برای ژنگان سیتوپلاسمی آن ردیابی شود. / ب) خط کتاب درسی است که می‌گوید «گرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی *DNA* وجود دارد اما با وجود این‌ها گاهی جهش‌هایی رخ می‌دهد و ویرایش صورت نمی‌گیرد.» / ج) جهش‌های ارثی برخلاف اکتسابی، توسط گامت‌ها منتقل شده‌اند و در تخم وجود داشته‌اند. پس هر یاختهٔ پیکری که حاصل میتوز تخم است، دارای این اختلالات می‌باشد.

پاسخ آزمونک ۱

B ۱ ۱ همهٔ عبارات جمله را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

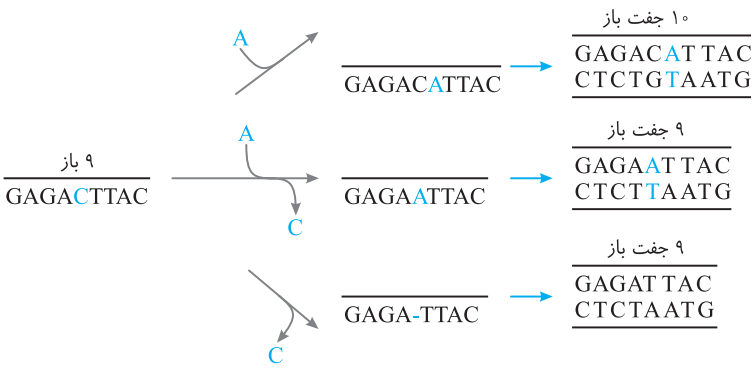
در ابتدا باز هم دقت کنید که تغییرات در مادهٔ وراثتی افراد به صورت **محدود** می‌باشد چون تغییرات گسترده یا نامحدود سبب مرگ افراد جامعه می‌شود (نادرستی ب و د). از طرفی هرچه تغییرات محدود در مادهٔ وراثتی **بیشتر** باشد، گوناگونی افراد جامعه **بیشتر** بوده و این تنوع شانس سازگاری افراد با محیط متغیر را افزایش می‌دهد و زمینه را به سمت گونه‌زایی فراهم می‌کند (نادرستی الف و ج).

نکته

تغییرات محدود ↑ ← گوناگونی افراد جامعه ↑ ← توان بقای جمعیت ↑ ← زمینهٔ گونه‌زایی ↑

A ۲ ۱ همان‌طور که گفتیم جهش‌های کوچک مخصوص تغییرات نوکلئوتیدی می‌باشند که برخلاف جهش‌های بزرگ سبب تغییر در ساختار یا تعداد فام‌تن‌ها نمی‌شوند. جهش‌های کوچک برخلاف انواع بزرگ توسط کاریوتیپ مشخص نمی‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۳)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): صحیح و جواب است و گزینهٔ (۲) نادرست است. در انواع جهش‌های کوچک در جانشینی یا تغییرات حذف و اضافه‌ای، **به دلیل رابطهٔ مکملی بین بازها**، تغییر در نوکلئوتید یک رشته، طی همانندسازی سبب تغییر در نوکلئوتید رشته مقابل آن نیز می‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. تغییر در اندازهٔ پروتئین، می‌تواند هم در اثر جهش جانشینی، با بر هم زدن توالی رمزه پایان ترجمه رخ دهد و هم در اثر تغییر در چارچوب یعنی تغییر در محل رمز پایان ترجمه رخ دهد.



C ۳ ۱ برای پاسخ‌گویی به این تست باید *mRNA* مورد نظر را در دو حالت قبل و بعد از تغییر بررسی کنیم:

همان‌طور که می‌بینید *mRNA* مورد نظر قبل از تغییر، دارای ۵ رمزه قابل ترجمه در بخش رمزگردان خود بوده است، اما بعد از تغییر دارای ۶ رمزه قابل ترجمه در بخش رمزگردان خود شده است، به علاوه محل‌های شروع و پایان ترجمه هم که تغییر کرده‌اند و در *mRNA* تغییر چارچوب خواندن نیز رخ داده است.

mRNA:CGAUGCCAAAUGCACCAUAGCUCGAAGUGAC ... قبل از تغییر
آغاز (۱) ۲ ۳ ۴ ۵ پایان

mRNA:CGACAAAUGCACCAUAGCUCGAAGUGAC ... بعد از تغییر
آغاز (۱) ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ پایان

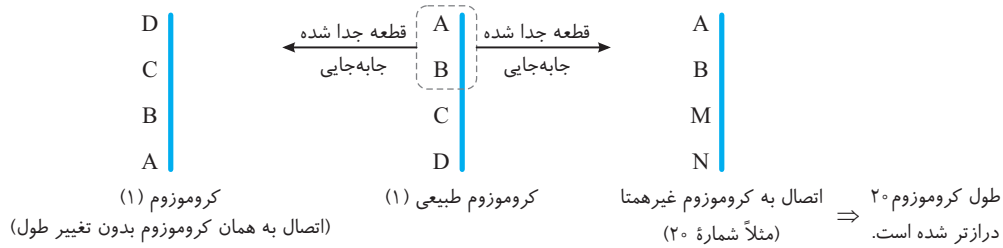
بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست است، چون نه تنها طول پروتئین حاصل از ترجمهٔ *mRNA* تغییر یافته کوتاه نمی‌شود، بلکه به اندازهٔ یک آمینواسید نیز بلندتر می‌شود.

توجه در کنکور جهش تغییر در چارچوب خواندن را برای جهش‌های جانشینی در نظر نمی‌گیریم ولی در این مدل سؤالات اگر توالی *mRNA* را داد، بسیار بسیار با دقت به آن پاسخ دهید!!

B ۴ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست تکمیل می‌کنند. اگر درون یک ژن، در **تعداد نوکلئوتیدها** تغییر صورت بگیرد، در اثر رونویسی، طول *RNA* نیز تغییر می‌کند ولی ممکن است این تغییر مثلاً روی توالی میانه بوده باشد و در پروتئین‌سازی اثری نداشته باشد. (درستی د).

توجه دقت کنید که وقتی واژهٔ «ژن» می‌آید یعنی بخشی از دنا که از آن رونویسی صورت می‌گیرد که به آن قسمت، توالی ساختاری نیز گفته می‌شود.

تله‌های تستی الف) در متن کتاب درسی برای جهش بزرگ از نوع جابه‌جایی عنوان شده است که می‌تواند قطعهٔ جدا شده به فام‌تن **غیرهمتا** و یا به **بخش دیگری از همان فام‌تن** متصل شود. اگر قطعه جدا شده به فام‌تن غیرهمتا متصل شود، طول آن فام‌تن طویل‌تر می‌شود ولی در صورت اتصال به بخش دیگری از همان فام‌تن تغییری در طول فام‌تن ایجاد نمی‌شود.



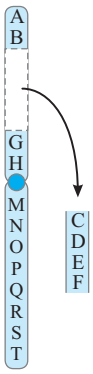
ب) جهش تغییر در چارچوب با افزایش یا کاهش **یک یا دو نوکلئوتید** در **یک ژن** رخ می‌دهد ولی تغییر **در یک یا دو رمز** چون هر رمز ۳ نوکلئوتید دارد، سبب تغییر در چارچوب نمی‌شود. / ج) در اینجا دقت کنید که مثلاً در فرد *Aa* که ناقل ژن فتیل‌کتونوری می‌باشد اگر در اثر جهش، دگره *a* وارد اسپرم یا اووسیت وی شود، این گامت قرار نیست قطعاً در لقاح شرکت کند و صفت را به نسل بعد بدهد. در بدن تعداد زیادی گامت تشکیل می‌شود که در صورت لقاح، ویژگی ژنی خود را به نسل بعد می‌دهند ولی واضح است که اغلب اسپرم‌ها یا تخمک‌ها در لقاح شرکت نمی‌کنند!!

C ۵ ۱ موارد (الف) و (ج) نادرست است.

انواع جهش‌های ناهنجاری ساختاری در فام‌تن‌ها

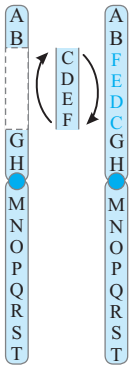
ایستگاه ۱۶

۱) جهش حذف (کاهش): یعنی قسمتی از یک فام‌تن حذف و جدا شود که در این صورت اگر جهش در یاخته **تخم** صورت گیرد در بسیاری از موارد باعث مرگ تخم می‌شود (*مثلاً اگر در یاخته پوست ما این جهش رخ دهد که ما نمی‌میریم!*) (نادرستی الف).

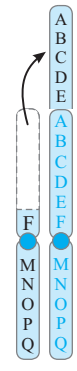


توجه در کتاب درسی عنوان شده است که جهش‌های حذفی غالباً باعث مرگ می‌شود ولی قطعاً منظور نویسنده، جهش در تخم بوده است ولی در کنکور باید این جمله را با بررسی دقیق و رد سایر گزینه‌ها پاسخ دهید.

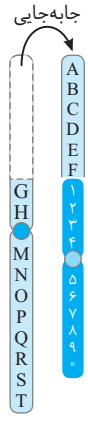
۲) جهش واژگونی: یعنی قسمتی از یک فام‌تن جدا شده و برعکس روی جایگاه خودش در همان فام‌تن قرار بگیرد، در این صورت **تعداد نوکلئوتیدهای** یک فام‌تن عوض نمی‌شود ولی ممکن است این جدا شدن از وسط یک ژن باشد، پس دیگر آن ژن در فام‌تن وجود کاربردی ندارد (نادرستی ج).



۳) جهش مضاعف‌شدگی: یعنی قسمتی از یک فام‌تن جدا شود و به فام‌تن **همتای** خود متصل شود که در این صورت فام‌تن گیرنده می‌تواند از برخی صفات هر دو ژن (*دگره*) را داشته باشد و دو دگره یک صفت روی یک فام‌تن واقع شود. چون افراد *XX* یک گونه در فام‌تن جنسی خود نیز جفت همتا دارند، پس در یک گونه، احتمال جهش مضاعف‌شدگی در *XX*ها از *XY*ها بیشتر است (درستی ب).



۴) جهش جابه‌جایی: یعنی حذف قسمتی از یک فام‌تن و اتصال به فام‌تن **غیرهمتا** یا اتصال به قسمت دیگری از همان فام‌تن. در این صورت این جهش در افراد *XY* بیشتر از *XX*های یک گونه صورت می‌گیرد. در جهش‌های جابه‌جایی می‌توان بین دو فام‌تن جابه‌جایی دوطرفه مشاهده کرد. این جهش در یاخته‌های *n* که فقط فام‌تن غیرهمتا دارد مثل قارچ‌ها و زنبور نر می‌تواند برخلاف جهش مضاعف‌شدگی صورت گیرد (درستی د).



C ۶ ۴ هر چهار مورد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. جهش‌هایی که درون **ژن** رخ می‌دهد از نوع جهش‌های **کوچک** هستند (*جهش‌های بزرگ، خانه‌تنی هستند و چندژن کم یا زیاد می‌شوند*). / ب) نادرست است. اگر جهش جانشینی سبب تغییر در توالی آمینواسیدها شود به‌طوری که نوع، ترتیب و تعداد را عوض کند، باعث تغییر در ساختار اول تا چهارم پروتئین‌ها می‌شود، ولی اگر مثلاً در آنزیم‌ها این تغییر در محلی **دورتر از جایگاه فعال** رخ دهد، می‌تواند تأثیری در فعالیت آنزیمی (*کاتالیزوری*) آن نداشته باشد. / ج) نادرست است. تغییر در **مقدار** محصول در اثر جهش‌هایی رخ می‌دهد که روی توالی‌های **تنظیمی** مثل راه‌انداز یا افزاینده رخ داده است. البته وقتی تغییر در پروتئین‌های تنظیمی رخ می‌دهد یعنی جهش در درون ژن رخ داده است ولی این محصول می‌تواند در کم یا زیاد شدن محصول سایر ژن‌ها تأثیر داشته باشد. / د) نادرست است. جهش در بخش تنظیمی روی **مقدار** ساخت پروتئین حاصله یا *RNA* حاصله اثر می‌گذارد ولی جهش در **درون ژن** یا در بخش رونویسی شونده آن سبب **تغییر در عملکرد** محصول پروتئینی می‌شود.

A ۷ ۲ در مضاعف‌شدگی چون قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن همتا خود متصل می‌شود، پس می‌تواند یک فام‌تن هر دو دگره برخی ژن‌ها را دارا شود. در این جهش، فام‌تن دهنده دچار حذف می‌شود ولی طول فام‌تن همتای آن طویل‌تر می‌شود.

نکته

۱ دقت کنید که متن سؤال در مورد صفت تک‌جایگاهی است وگرنه در صفات چندجایگاهی در حالت عادی، می‌توان تعدادی ژن یک صفت را در یک فام‌تن مشاهده کرد.

۲ نکات جهش: در جهش‌های ناهنجاری ساختار فام‌تن‌ها، تعداد فام‌تن‌ها تغییر نمی‌کند.

۱) حذف یا کاهش = قسمتی از فام‌تنی جدا می‌شود ولی به قسمتی دیگر متصل نمی‌شود. اغلب اگر در یاخته تخم صورت گیرد، باعث مرگ می‌شود.

۲) واژگونی = قسمتی از فام‌تن که جدا شده و به‌طور معکوس در جایگاه خود قرار می‌گیرد.

۳) مضاعف‌شدگی = یعنی قسمتی که از فام‌تنی جدا شده به فام‌تن همتای آن متصل می‌شود. در این صورت فام‌تن گیرنده در برخی صفات هر ۲ دگره را دارد. توجه شود این جهش در جانداران *n* فام‌تنی مثل زنبور نر تعریف نمی‌شود.

۴) جابه‌جایی = قسمت جدا شده به فام‌تن غیرهمتا یا به بخش دیگری از همان فام‌تن متصل می‌شود.

C ۸ ۲ فقط مورد (ب) نادرست است. ملخ نوعی جانور بوده و یوکاریوتی می‌باشد. پس همان‌طور که در فصل ۲ خواندیم، فاقد پروتئین‌های تنظیمی از نوع فعال‌کننده یا مهارکننده می‌باشد (نادرستی ب).

تله‌های تستی (الف) و (ج) درست هستند. اگر توالی تنظیمی، مثلاً راه‌انداز یا افزاینده دچار جهش شود، مقدار رونویسی تغییر می‌کند. مثلاً تغییر در راه‌انداز مربوط به ژن سازندهٔ رنابسپاراز ۲، ممکن است رونویسی و ساخت این آنزیم را زیاد یا کم یا متوقف کند. اگر این جهش مقدار ساخت رنابسپاراز ۲ را زیاد کند، این آنزیم می‌تواند ساخت *mRNA* را از سایر ژن‌ها افزایش دهد. / د) درست است. هر جهشی که درون ژن و در توالی‌های مربوط به ساخت پروتئین رخ دهد، می‌تواند سبب تغییر در ساختار پروتئین‌ها شود. اگر این پروتئین، یک آنزیم باشد و جهش مورد نظر در **جایگاه فعال** آن رخ داده باشد، احتمال **تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.**

C ۹ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) درست هستند.

ژنوم یا ژنگان، به کل محتوای مادهٔ وراثتی یک گونه گفته می‌شود که مجموع مواد وراثتی با *DNA* خطی در هسته و با *DNA* حلقوی در سیتوپلاسم (*در میتوکندری و کلروپلاست*) را شامل می‌شوند.

نکته

۱ در پیدا کردن ژنگان باید از هر **نوع فام‌تن**، یک نسخهٔ آن را بررسی کنیم. یعنی از دو فام‌تن همتا، فقط به بررسی عوامل روی یکی از آن‌ها می‌پردازیم.

۲ ژنگان، مشخص می‌کند که هر ژن، توالی بین ژنی و تنظیمی‌ها در چه جایگاهی از فام‌تن آن گونه قرار دارند.

تله‌های تستی الف) درست است. زنبور عسلی که اسپرم می‌سازد، زنبور نر می‌باشد که دارای یاخته‌های پیکری **هاپلوئید** می‌باشد. این جانور اسپرم‌های خود را با میتوز ایجاد می‌کند و فاقد فام‌تن‌های همتا در هستهٔ خود می‌باشد. پس برای بررسی ژنگان هستهٔ آن گونه نیز باید هر ۱۶ فام‌تن را در *DNA* خطی آن‌ها ردیابی کنیم (*زنبورهای ماده، همین ژن‌ها و توالی‌های نر را دارند ولی از هر ژن دو الل دارند.*) / ب) نادرست است. انسان جانداری $2n=46$ است که برای بررسی ژنگان هسته آن ۲۲ نوع فام‌تن غیرجنسی (*از هر دوتا هفتا یک خانه‌تن*) به همراه فام‌تن‌های جنسی *X* و *Y* را باید ردیابی کنیم. در این عبارت واژهٔ ژنگان انسان به کار رفته است، پس باید علاوه بر ژنگان هسته، ژنگان سیتوپلاسمی، را با *DNA* موجود در **میتوکندری** نیز بررسی کنیم. / ج) درست است. وقتی تخمک شامپانزه ۲۴ فام‌تن دارد، یعنی ۲۳ فام‌تن غیرجنسی و یک فام‌تن *X* داشته است و گونهٔ اصلی دارای یاخته‌های پیکری $2n=48$ بوده است. برای بررسی ژنگان هسته آن باید ۲۳ **نوع** فام‌تن غیرجنسی و ۲ فام‌تن جنسی *X* و *Y* را بررسی کنیم (۲۵ *مولکول DNA خطی*). لازم به ذکر است که برای بررسی ژنگان سیتوپلاسمی آن نیز باید یک *DNA* حلقوی سیتوپلاسمی در میتوکندری را بررسی کنیم. / د) درست است. جلبک سبز فتوسنتزکننده اسپیروژید از نوع آغازیان و یوکاریوتی می‌باشد که ژنگان سیتوپلاسمی آن در *DNA*های حلقوی میتوکندری و کلروپلاست قرار دارد ولی قارچ‌ها یوکاریوت‌هایی فاقد پلاست هستند.

C ۱۰ ۴ فقط مورد (الف) درست است.

تله‌های تستی الف) درست است. همانندسازی *DNA* معمولاً با سازوکار دقیقی صورت می‌گیرد. در این عمل، آنزیم دنابسپاراز با فعالیت بسپارازی خود ابتدا پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌کند و **سپس برمی‌گردد** و بازهای آلی مکمل را **بررسی** می‌کند تا اگر مکمل هم نباشند با فعالیت ویرایش نوکلئازی، نوکلئوتید نامناسب را برداشت و نوع مناسب را قرار دهد. در اثر اختلال در این عمل، جهش ایجاد می‌شود. / ب) نادرست است. دوپارتیمین در اثر پرتو فرابنفش نور خورشید ایجاد می‌شود که در **یک رشته** *DNA*، دو باز آلی تیمین (*مجاور*) را به هم وصل می‌کند. پرتو فرابنفش نوعی عامل جهش‌زای **فیزیکی** است ولی بنزوپیرین موجود در دود سیگار، سبب ایجاد سرطان دستگاه تنفس شده که یک عامل **شیمیایی** جهش‌زا می‌باشد. / ج) نادرست است. بیماری‌های بارز را می‌توان با گرفتن یک دگره بیماری (*A*) از نسل قبل به صورت ارثی به دست آورد ولی برای به ارث رسیدن بیماری‌های نهفته در حالت غیرجنسی (aa) یا وابسته به *X* نهفته در زنان (X^aX^a)، وجود دو دگره بیمار لازم است که باید از گامت‌های هر دو والد به ارث برسد ولی مردان در صفت نهفته وابسته به *X*، می‌توانند بیمار X^aY باشند و دگره بیمار (X^a) خود را فقط از مادر خود به ارث برده باشند.

B ۵۲۹ ـ ۱ طبق انتخاب طبیعی، **تفاوت‌های فردی** بین باکتری‌ها، سبب شد که به تدریج با تکثیر باکتری‌های مقاوم، فراوانی این باکتری‌ها زیاد شود و جمعیت جدید مقاوم تولید شود. در این روش، به ترتیب از ابتدا طبق مورد (د) تعداد کمی از باکتری‌ها دارای خاصیت و ژن مقاوم به آنتی‌بیوتیک بودند و سپس وقتی پادزیست‌ها اضافه شدند، تعداد زیادی از باکتری‌ها که مقاوم نبودند طبق مورد (الف) از بین رفتند. در آخر باکتری‌های باقی‌مانده طبق مورد (ج) با تکثیر خود جمعیتی ایجاد کردند که بیشتر آن‌ها و سپس کاملاً مقاوم شدند. (دقت کنید که قرار نیست طبق مورد (ب) ژن اولیه جاندار عوض شود.)

درسنامه درختی ۵۸ تغییر در جمعیت‌ها و انتخاب طبیعی

تغییر در جمعیت‌ها

نکات
- پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک‌ها) یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر **باکتری‌های** بیماری‌زا است.
- مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به داروها، یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد «موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند».
- همهٔ افراد یک گونه در جمعیت، علی‌رغم ویژگی‌های مشترک، تفاوت‌های فردی نیز دارند.
- **تعریف جمعیت**: به افرادی گفته می‌شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و مکان زندگی می‌کنند.

تغییر جمعیت در گذر زمان

در هر جمعیت ویژگی‌های افراد در اثر عوامل محیطی متفاوت است و با تغییر شرایط محیط
- افراد سازگارتر ← در طبیعت انتخاب می‌شوند و شانس بقا و زادآوری بیشتری دارند ← فراوانی آن‌ها در نسل بعد بیشتر می‌شود.
- افراد ناسازگار ← در طبیعت انتخاب نمی‌شوند و شانس بقا و زادآوری کمتری دارند ← فراوانی آن‌ها در نسل بعد کمتر می‌شود.
- در هر دو حالت به تدریج ویژگی‌های **جمعیت** در اثر انتخاب طبیعی تغییر می‌کند.

- شرایط محیط، تعیین‌کنندهٔ سازگاری یا ناسازگاری هر صفت در یک زمان می‌باشد.
- در جامعه‌ای که بین افراد **تفاوت فردی** وجود نداشته باشد، انتخاب طبیعی و تکامل رخ نمی‌دهد.
- در حقیقت باید دقت کرد که تفاوت‌های فردی جمعیت، در نهایت به کمک انتخاب طبیعی، سبب تغییر در جمعیت نسل بعد می‌شود ← یعنی انتخاب طبیعی در **خود فرد** تغییری ایجاد نمی‌کند.
- مهم‌ترین نکته‌ای که باید بدانید: انتخاب طبیعی ← چیزی را ایجاد نمی‌کند. / چیزهای مفید و سازگار را برمی‌گزیند.

A ۵۳۰ ـ ۴ **انتخاب طبیعی** فرایندی است که افراد سازگارتر با محیط، انتخاب می‌شوند و با افزایش شانس بقا و زادآوری خود، **فراوانی** افراد سازگار را در نسل بعد بیشتر می‌کند. دقت کنید که انتخاب طبیعی، فرد را انتخاب می‌کند ولی فرد را تغییر نمی‌دهد، بلکه چهرهٔ جمعیت را با افزایش فراوانی سازگارها تغییر می‌دهند تا به سمت تغییر گونه برسند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): جمعیت باکتری‌ها به تدریج نسبت به آنتی‌بیوتیک مقاوم می‌شود (نه هر باکتری چون مهم‌ترین نکته در ابتدای این گفتار این است که طی انتخاب طبیعی، قرار است جمعیت و ویژگی‌های آن عوض شود نه خود هر باکتری!). / گزینهٔ (۲): تفاوت فردی جمعیت لازمهٔ بقای آن است. / گزینهٔ (۳): محیط تعیین‌کنندهٔ سازگاری یا ناسازگاری یک صفت است.

B ۵۳۱ ـ ۲ خزانهٔ ژنی با ژنوم (ژنگان) متفاوت است. ژنگان انسان در هر جمعیتی یکسان و مشابه است و به محل هر ژن یا توالی روی دنا بستگی دارد. مثلاً ژنوم انسان‌های آمریکا با ایران یکسان است. ولی خزانه ژنی به بررسی الل‌ها و ژن‌های یک جمعیت محدود می‌پردازد. در حقیقت خزانه ژنی کاری به توالی بین ژنی و تنظیمی ندارد و به بررسی هر ژن در هر کروموزوم همتا و غیرهمتا در همه افراد جامعه می‌پردازد. مثلاً فراوانی الل رنگ چشم آبی را در آمریکا با ایران در دو جمعیت متفاوت بررسی می‌کند که قطعاً فراوانی متفاوتی دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قبل از کشف مفاهیم ژنتیک، تعریف جمعیت بر حسب ویژگی‌های **ظاهری** افراد یا رخ‌نمود آن‌ها بود. / گزینهٔ (۳): خزانهٔ ژنی به بررسی همهٔ دگره‌های همهٔ جایگاه‌های ژنی افراد می‌پردازد. / گزینهٔ (۴): انتخاب طبیعی همواره فراوانی سازگارها را زیاد کرده و ناسازگارها را کاهش می‌دهد.

درسنامه درختی ۵۹ خزانهٔ ژنی و ژنوم

خزانهٔ ژن

- قبل از کشف مفاهیم پایهٔ ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت را براساس صفات **ظاهری** توصیف می‌کردند.
- با شناخت ژن ← زیست‌شناسان، جمعیت را براساس ژن‌های آن توصیف کردند.

تعریف خزانهٔ ژن یک جمعیت
- مجموع **همهٔ دگره‌های** موجود در **همهٔ** جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانهٔ ژن آن جمعیت می‌نامند.
- دقت کنید که در تعریف خزانهٔ ژن، فقط توالی‌های **درون ژنی** مربوط به ساخت صفات بررسی می‌شود ← خزانهٔ ژنی به بررسی توالی‌های **تنظیمی** و **بین‌ژنی** نمی‌پردازد (برخلاف ژنوم).

- دقت کنید که دو جمعیت مختلف از یک گونه، خزانهٔ ژنی متفاوتی دارند ولی ژنوم آن‌ها یکسان است.

- ژنوم ← بررسی جایگاه ژن‌ها و توالی‌های بین‌ژنی در یکی از افراد یک گونه می‌باشد.
- خزانهٔ ژنی ← مجموعهٔ همهٔ ژن‌های همه افراد هر جمعیت می‌باشد که متغیر است.

C ۵۳۲ ـ ۲ مورد (ج) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف و ب) درست است. تعادل ژنی جامعه تا هنگامی برقرار است که فراوانی دگره‌ها یا نسبت ژن‌نمودها در جامعه به هم نخورد. پس در حالتی مثل آمیزش‌های غیرتصادفی که فراوانی نسبی دگره‌ها تغییر نمی‌کند ولی نسبت ژن‌نمودی خالص‌ها به ناخالص‌ها تغییر می‌کند، می‌توان تغییر را در جامعه مشاهده کرد. (*عواملی مثل جهش، رانش، شارش و انتخاب طبیعی، با تغییر در فراوانی دگره‌ها، تعادل ژنی جامعه را برهم می‌زنند.*) / ج) نادرست است. تا وقتی جامعه‌ای در حال تعادل ژنی است و عواملی مثل جهش، رانش، شارش، انتخاب طبیعی و آمیزش‌های غیرتصادفی در آن تغییری ایجاد نکند، تغییرات در آن مورد انتظار نیست **ولی انتخاب طبیعی همواره در صورتی که بین افراد جامعه تفاوت وجود داشته باشد، رخ می‌دهد.**

A ۵۳۳ ـ ۳ یادتون باشه که عوامل برهم زنندهٔ تعادل ژنی همان عوامل تغییردهندهٔ گونه‌ها می‌باشد.

عوامل برهم زنندهٔ تعادل ژنی در جمعیت

ایستگاه ۱۷

هرگاه در جمعیتی شرایط لازم برای تعادل ژنی برقرار باشد، آن جمعیت در حال دگرگونی و تغییر نیست. پس عواملی را که سبب به هم خوردن تعادل ژنی می‌شوند، می‌توان نیروهای تغییردهندهٔ گونه‌ها نامید. این عوامل عبارت‌اند از:

۱) جهش ← فراوانی الل‌ها را تغییر می‌دهد ← خزانه ژنی را غنی می‌کند.

۲) شارش ژن ← فراوانی الل‌ها را تغییر می‌دهد ← خزانه ژنی را غنی می‌کند.

۳) آمیزش‌های غیرتصادفی یعنی احتمال آمیزش برای هر ژن‌نمود یا رخ‌نمودی با سایر افراد یکسان باشد.
- فراوانی الل‌ها را تغییر نمی‌دهد.
- فراوانی ژن‌نمودها را تغییر می‌دهد.
- سبب تغییر در جامعه می‌شود.

۴) رانش ژن مخصوصاً در جمعیت کوچک ← فراوانی الل‌ها را تغییر می‌دهد ← تنوع را کم می‌کند.

۵) انتخاب طبیعی ← فراوانی الل‌ها را تغییر می‌دهد ← تنوع را کم و سازگاری را زیاد می‌کند.

C ۵۳۴ ـ ۴ فقط عبارت (ج) درست است.

منظور سؤال عاملی به نام **جهش** می‌باشد که همواره اگر در ژن‌ها رخ دهد، سبب **ایجاد دگره جدید** در جامعه می‌شود. (*دقت کنید که شارش نیز در صورت مهاجرت سبب افزایش خزانهٔ ژنی می‌شود ولی در متن سؤال افراد اولیه جامعه را خواسته است و منظور جهش است.*)

تله‌های تستی الف) نادرست است. جهش در هر گونه‌ای منشأ ایجاد تنوع می‌باشد و زمینه‌ساز عمل انتخاب طبیعی بوده است. (*جهش و انتخاب طبیعی در جانداران که تولیدمثل جنسی یا غیرجنسی دارند، رخ می‌دهد.*) / ب) نادرست است. جهش با ایجاد دگره جدید سبب غنی‌تر شدن خزانهٔ ژنی می‌شود ولی ژنگان گونه را تغییر نمی‌دهد (*چون فقط روی برخی افراد رخ می‌دهد ولی ژنگان مربوط به ژن‌ها و توالی‌های عادی و سالم همهٔ افراد آن گونه در همهٔ جمعیت‌هاست.*) / ج) درست است. **بسیاری** از جهش‌ها، تأثیر **فوری** روی رخ‌نمود یا شکل ظاهری افراد ندارند و دیر تشخیص داده می‌شوند. / د) نادرست است. **همواره تغییر شرایط محیط**، سبب می‌شود که **انتخاب طبیعی** افراد سازگارتر را انتخاب کند، ولی جهش فرایندی تصادفی است و روی سازگاری و ناسازگاری تأثیر مستقیم ندارد. (*جهش ممکن است با ایجاد یک الل جدید به مقدار بسیار اندک، در فراوانی الل‌های جامعه تغییر ایجاد کند ولی آن فرایندی که تغییر قابل ملاحظه می‌دهد، انتخاب طبیعی در جهت سازش است.*)

درسنامه درختی ۶۰ تعادل در جمعیت و اثر جهش بر از بین بردن آن

تعادل در جمعیت

نکات
- اگر در جمعیتی، فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آن‌گاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است.
- تا وقتی جمعیت در حال تعادل ژنی است
  - تغییر در جمعیت، مورد انتظار نیست.
  - تغییر در افراد در اثر جهش مورد انتظار است.
- اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش می‌گیرد.

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت

۱ جهش
- با افزودن دگره‌های جدید، **خزانهٔ ژن** جمعیت را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد.
- در صورت ایجاد جهش در توالی‌های بین‌ژنی (*تنظیمی*)، تأثیری در **خزانهٔ ژنی** ندارد.
- **بسیاری** از آن‌ها، تأثیر فوری بر رخ‌نمود ندارند.
- با تغییر شرایط محیط، ممکن است دگرهٔ جدید سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند.
- باعث تغییر در فراوانی نسبی دگره‌ها می‌شود ← جامعه را به سمت دگرگونی می‌برد.
- پدیده‌ای **تصادفی** است
  - خزانهٔ ژنی فرد و جامعه را غنی‌تر می‌کند.
  - معلوم نیست که روی سازگاری اثر مثبت یا منفی بگذارد.
- در پروکاریوت‌ها با تقسیم دوتایی به نسل بعد می‌رسد.
- در زنبور نر برخلاف سایر جانوران، تنها عامل ایجاد تنوع در اسپرم‌هاست.
- در صورت ایجاد در توالی ژنی
  - همواره روی ژنوتیپ تغییر ایجاد می‌کند.
  - ممکن است روی فنوتیپ اثر نکند.
- خزانهٔ ژنی فرد و جمعیت را تغییر می‌دهد.
- می‌تواند موجب افزایش یا کاهش سازگاری شود.
- تغییر محیط می‌تواند سرعت بروز آن را در فنوتیپ و جمعیت زیاد یا کم کند.
- فرایندی هدفمند یا به قصد سازش نمی‌باشد و کاملاً تصادفی است.
- اگر به‌طور مثال در جمعیت
  - ۱۰ الل A ← ۱۰ الل a شود
  - ۱۰ الل a ← ۱۰ الل A شود

  این جهش دوطرفی تغییری در خزانهٔ ژنی جمعیت ایجاد نکرده است.

C ۵۳۵ ۲ همهٔ موارد نادرست هستند.

◀ منظور متن سؤال، **رانش دگره‌ای** می‌باشد که در اثر رویدادهای تصادفی مثل سیل، زلزله، آتش‌سوزی و ... رخ می‌دهد و یک جمعیت کوچک‌تر بر جای می‌گذارد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رانش ژن سبب تغییر در فراوانی دگره‌ها می‌شود چون تعدادی به صورت **تصادفی** از بین می‌روند. / ب) نادرست است. رانش پدیده‌ای تصادفی است. پس **ممکن** است ژنی مفید ولی بدشانس، در اثر مرگ جاندار قبل از رسیدن به سن بلوغ از بین برود و به نسل بعد منتقل نشود. / ج) نادرست است. رانش همانند انتخاب طبیعی فراوانی دگره‌ها را تغییر می‌دهد ولی برخلاف آن به **سازش** نمی‌انجامد. / د) نادرست است. این عبارت در مورد **شارش ژن** صحیح است نه رانش!!!

درسنامه درختی ۶۱ رانش

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت ← ۲ **رانش دگره‌ای**

- فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگره‌ای بر اثر رویدادهای **تصادفی** می‌شود.
- **برخلاف** انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد.
- در صورت رانش بسیار بزرگ و حذف برخی دگره‌ها از جمعیت اولیه ← جمعیت آینده فقط بخشی از دگره‌های جمعیت بزرگ اولیه را دارد.
- تغییری که در فراوانی الل می‌دهد، **تصادفی** است و ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.
- هرچه اندازهٔ یک جمعیت **کوچک‌تر** باشد، رانش دگره‌ای اثر **بیشتری** دارد.
- برای اینکه جمعیتی در حال تعادل باشد، باید جمعیت اندازهٔ بزرگی داشته باشد (*تعداد افراد زیادی داشته باشد*).
- رانش، الل جدید ایجاد نمی‌کند و تنوع را در جمعیت کم می‌کند.
- رانش، سبب **کاهش** در
  - خزانهٔ ژنی جمعیت می‌شود.
  - اندازهٔ جمعیت اولیه می‌شود.
  - تنوع جمعیت می‌شود.
  - تفاوت افراد نسل بعد می‌شود ← چون تنوع الل‌ها در جمعیت اولیه کاهش یافته است.
- هرچه رانش شدیدتر باشد ← تعداد افراد باقی‌مانده کمتر می‌باشد
  - شباهت نسل بعد به هم بیشتر می‌شود.
  - تنوع ژنی نسل بعد کمتر می‌شود.



B ۵۳۶ ۱ در رانش ژن، اگر در اثر عامل مخرب وسیعی به صورت تصادفی، جمعیت باقی‌مانده، تعداد زیادی نداشته باشند (*مثلاً یک زلزلهٔ وحشتناک قوی*)، در این صورت خزانهٔ ژنی محدودتر شده و آمیزش بین دگره‌های محدودتری رخ می‌دهد و نسل بعد هم شبیه‌تر می‌شوند. در این صورت معمولاً سازش محیط در اثر کاهش تنوع افراد، کم می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): هرچه جمعیتی کوچک‌تر باشد، تغییرات **رانشی** در آن سریع‌تر است و نمود بیشتری خواهد یافت. (*شاید نتوانیم دقیقاً اثر شارش را بر جمعیت کوچک بررسی کنیم ولی قطعاً می‌دانیم که رانش، بر جمعیت‌های کوچک‌تر اثر بیشتری دارد.*) / گزینهٔ (۳): دو جمعیت نزدیک به هم می‌توانند از دو گونهٔ مختلف باشند و رانش و شارش آن‌ها ربطی به آمیزش باقی‌مانده‌ها و شبیه شدن خزانهٔ ژنی آن‌ها نداشته باشد. / گزینهٔ (۴): اگر جمعیتی تعداد افراد بسیار کمی داشته باشد (*مثلاً یک مزرعه گل* $۲RR+۴RW+۱۸WW$). اگر در اثر عامل تصادفی، مثلاً گوسفندی همهٔ گل‌های RR و RW را بخورد در این صورت فراوانی دگره قرمزی (R) در جامعه و نسل بعد آن‌ها صفر می‌شود.

درسنامه درختی ۶۲ شارش ژنی

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت ← ۳ **شارش ژن**

- وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند.
- اگر شارش دوطرفه (*دوسویه*) و به‌طور پیوسته ادامه یابد، سرانجام **خزانهٔ ژن** دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.
- سبب تغییر در فراوانی نسبی دگره‌های هر دو جمعیت می‌شود (*مگر اینکه به صورت دوطرفه یکسان رخ دهد*).
- همانند جهش، سبب غنی‌تر شدن تنوع الل‌ها و خزانهٔ ژنی یک جمعیت (*گیرنده*) شده و گوناگونی را زیاد می‌کند.
- تنوع را در جمعیت مبدأ، کاهش و در جمعیت مقصد افزایش می‌دهد.
- شارش ژنی برخلاف جهش، خزانهٔ ژنی فرد را تغییر نمی‌دهد ولی مانند جهش خزانهٔ ژنی جمعیت را تغییر می‌دهد.

B ۵۳۷ ۴ آمیزش‌های غیرتصادفی عامل بر هم زنندهٔ تعادل ژنی می‌باشند که برخلاف جهش، شارش، رانش و انتخاب طبیعی، فقط در تولیدمثل **جنسی** نقش مستقیم دارد. در آمیزش‌های غیرتصادفی، شانش آمیزش افراد برحسب رخ‌نمود یا ژن‌نمود آن‌ها انتخاب می‌شود و دقت کنید که این عامل فراوانی الل‌ها را در جامعه تغییر نمی‌دهد، بلکه با تغییر در نسبت ژن‌نمودها، تعادل را به هم می‌زند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انتخاب جفت برحسب ویژگی فیزیکی ظاهری یا ژن‌نمودی اثر **آمیزش غیرتصادفی** می‌باشد. / گزینهٔ (۲): جهش، دگره جدید ایجاد می‌کند ولی انتخاب طبیعی فراوانی سازگارها را زیاد می‌کند. / گزینهٔ (۳): آمیزش‌های غیرتصادفی، عاملی است که فراوانی دگره‌ها را بر هم نمی‌زند ولی همانند انتخاب طبیعی و سایر عوامل، جامعه را به سمت تغییر می‌برد.

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت

۴ آمیزش غیرتصادفی

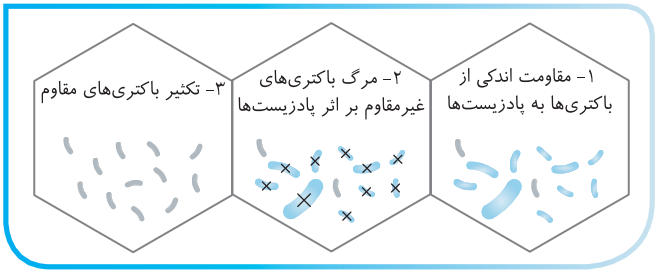
- آمیزش تصادفی، آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد.
- اگر آمیزش به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشد، آمیزش غیرتصادفی است.
- در این حالت نسبت ژن‌نمودها در جامعه را تغییر می‌دهد ولی فراوانی الل‌ها در جامعه تغییر نمی‌کند (*برخلاف سایر عوامل*).
- جانوران جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند ← در حقیقت در جمعیت‌ها، آمیزش‌ها اغلب غیرتصادفی رخ می‌دهد ← پس همواره جامعه در حال دگرگونی است.

۵ انتخاب طبیعی

- فراوانی دگره‌ها را در خزانهٔ ژنی به صورت هدفمند تغییر می‌دهد ← روی **فنوتیپ** اثر می‌گذارد و انتخاب می‌کند.
- افراد **سازگارتر** با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد. (*تنها فرایند هدفمند است.*)
- خزانهٔ ژنی نسل آینده به صورت **هدفمند** دستخوش تغییر می‌شود.
- **مثال:** در سرمای شدید ← آن‌هایی که سرما را تحمل می‌کنند زنده می‌مانند ← این افراد بیشتر از دیگران تولیدمثل می‌کنند ← انتقال صفت تحمل سرما به نسل بعد ← با ادامهٔ سرما ← این افراد شانس بیشتری برای تولیدمثل و انتقال صفت به نسل‌های بعد ← تعداد افرادی که سرما را تحمل می‌کنند در مقایسه با جمعیت اول بیشتر است. ← یعنی: تغییر در جمعیت ایجاد می‌شود نه فرد
- مثال بالا مثالی از تغییر جمعیت است که یکی از شرایط آن وجود تفاوت‌های فردی است.
- شرایط محیط، تعیین‌کنندهٔ صفات بهتر است که این بهتر بودن صفت، همیشگی نیست.
- زیست‌شناسان به جای صفت بهتر، از صفت **سازگارتر** با محیط استفاده می‌کنند.
- این محیط است که تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند.
- شکل زیر علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست را توضیح می‌دهد که **جمعیت** از غیرمقاوم به مقاوم تغییر می‌یابد.
- انتخاب طبیعی، **جمعیت** را تغییر می‌دهد ولی افراد سازگار را انتخاب می‌کند.
- تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی جمعیت را کاهش می‌دهد ← توان بقای جمعیت را **کاهش** می‌دهد.
- به اندازهٔ جمعیت ارتباطی ندارد ← معمولاً به دلیل تغییر محیط، به حذف کامل الل ناسازگار نمی‌انجامد.
- برخلاف رانش، همواره به سازگاری جامعه می‌پردازد.
- **همانند** رانش، سبب **کاهش** گوناگونی افراد در جامعه می‌شود.

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جامعه

- فقط فعالیت انتخاب طبیعی سازگارکننده است.
- خزانهٔ ژنی جمعیت را تغییر می‌دهند ← خزانهٔ ژنی محدود است.
- ژنوم جمعیت‌ها و گونه‌ها را تغییر نمی‌دهد ← ژنوم به بررسی جایگاه توالی‌ها می‌پردازد.
- فقط جهش سبب تغییر در خزانه ژنی هر فرد می‌شود.



B ۵۳۸ ۱ هرچه رانش و عوامل تصادفی ایجادکننده آن قوی‌تر باشد، جمعیت محدودتری باقی می‌ماند (*مثل یک زلزله قوی*). از آنجایی که این جمعیت باقی‌مانده، نسل بعد را ایجاد می‌کنند، پس خزانهٔ ژنی نسل بعد از همان جمعیت محدود باقی‌مانده ایجاد خواهد شد چون از ترکیب یا آمیزش بین الل‌های محدودتری ایجاد شده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): واژهٔ **صفت بهتر** را زیست‌شناسان علمی نمی‌دانند و معتقدند واژهٔ **صفت سازگارتر** مناسب است. / گزینهٔ (۳): جهش، دگره جدید ایجاد می‌کند ولی تغییر در فراوانی دگره جدید از اعمال انتخاب طبیعی است. / گزینهٔ (۴): شارش ژن از یک جمعیت (۱) به جمعیت (۲) سبب کاهش تنوع در جمعیت (۱) و افزایش تنوع در جمعیت پذیرنده (۲) می‌شود. (*در صورت دوسویه و پیوسته بودن خزانه‌ژنی دو جمعیت غنی‌تر و شبیه‌تر می‌شود.*)

B ۵۳۹ ۳ منظور متن سؤال، پدیدهٔ **رانش** می‌باشد که طی آن، حذف برخی دگره‌ها در جمعیت‌های **کوچک** احتمال بیشتری دارد. رانش فرایندی **تصادفی** است که فراوانی دگره‌ها را به هم می‌زند ولی ارتباطی با **سازگاری** افراد باقی‌مانده و **انتخاب طبیعی** ندارد.

نکته
در اثر رانش، افراد باقی‌مانده به هم شبیه نمی‌شوند ولی در اثر آمیزش بین خزانهٔ ژنی محدود باقی‌مانده، افراد نسل بعد به هم شبیه‌تر و با خزانهٔ ژنی محدودتری می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۱)). رانش در هر جمعیتی رخ می‌دهد ولی اثر آن در جمعیت‌های کوچک نمود بیشتری دارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

B ۵۴۰ ۱ فقط مورد (ج) درست است. این شکل نشان می‌دهد که هرچه **رانش** قوی‌تر باشد، بنیان‌گذاران نسل بعد، محدودتر شده و ممکن است فراوانی دگره‌ای در جامعه حذف شود ولی چون این خزانه محدود نسل بعد را می‌سازد، نسل بعد به هم شبیه‌تر می‌باشند. (*اگر به خوبی دقت کنید برخی رخ‌نمودها در نسل آخر وجود ندارند.*)

- اگر به شکل کتاب درسی دقت کنید، مشاهده می‌کنید که دانه‌های قرمز در نسل جدید وجود ندارند و الل ایجاد آن‌ها طی رانش از خزانهٔ ژنی حذف شده است.
- عبارات (الف) و (د) در مورد شارش است ولی شکل در مورد اثر رانش در یک محیط خالی از سکنه می‌باشد. در مورد عبارت (ب) نیز چیزی از این شکل در مورد رانش جدید در جمعیت اولیه برداشت نمی‌شود.

B ۵۴۱ ۳ خزانه ژنتیکی، مجموع همهٔ دگره‌ها یا الل‌های همه جایگاه‌های ژنی در همهٔ فام‌تن‌های همهٔ افراد یک جمعیت می‌باشد. در حقیقت خزانه ژنی بررسی می‌کند که در انسان‌ها که هرکدام ۴۶ کروموزوم هسته‌ای دارند، چند الل مثلاً برای *Rh* مثبت و چند الل *Rh* منفی وجود دارد. **در بررسی خزانه ژنی برخلاف ژنوم** (زنگان) **به مطالعه محل ژن‌ها و بررسی توالی‌های بین ژنی و تنظیمی نمی‌پردازیم.**

B ۵۴۲ ۲ اثر **رانش** دگره‌ای در جمعیت‌های کوچک‌تر شدیدتر است. دقت کنید که رانش دگره‌ای برخلاف انتخاب طبیعی سبب سازش نمی‌شود (رد گزینهٔ (۱)). در اثر رانش، دگره‌ها ممکن است از جمعیت حذف شوند (*به شکل کتاب درسی نگاه کنید. دگرهٔ قرمز پس از رانش دگره‌ای حذف شده است*) (رد گزینهٔ (۴)). رانش دگره‌ای چون پدیدهٔ تصادفی است، پس در جمعیت‌های مختلف آثار مختلفی ایجاد می‌کند (رد گزینهٔ (۳)).

C ۵۴۳ ۴ اگر آمیزش‌ها تصادفی باشد و به ژن‌نمود یا رخ‌نمود ارتباطی نداشته باشد، تعادل به هم نمی‌خورد ولی در صورت جهش یک‌طرفه و ایجاد انتخاب طبیعی، تعادل به هم می‌خورد و همچنین در برخی حالات تعادل به هم می‌خورد، ولی فراوانی دگره به هم نمی‌خورد (*مثل آمیزش‌های غیرتصادفی*).

عوامل ایجاد تعادل ژنی در جمعیت

ایستگاه ۱۸

برای برقرار ماندن تعادل ژنی در جمعیتی، باید در آن جمعیت:

۱) جهش رخ ندهد، یا اینکه تعداد جهش‌های رفت که دگره A را به a $(a \leftarrow A)$ تبدیل می‌کنند، با تعداد جهش‌های برگشت $(A \leftarrow a)$ برابر باشند.

۲) مهاجرت صورت نگیرد یا دوطرفه یکسان باشد.

۳) آمیزش‌ها تصادفی باشد، یعنی جفت‌گیری‌ها به ژن‌نمود و رخ‌نمود افراد وابسته نباشد. ← در این حالت فراوانی الل‌ها به هم نمی‌خورد (*و فقط نسبت ژن‌نمودها عوض می‌شود*) (علت رد گزینهٔ (۳)).

۴) جمعیت به قدری بزرگ باشد که اثر عوامل مختلف قبل رانش سبب نوسانات تصادفی در فراوانی دگره‌ها نشود.

۵) انتخاب طبیعی رخ ندهد؛ یعنی شانس بقا و تولیدمثل برای همهٔ افراد آن یکسان باشد.

A ۵۴۴ ۱ آمیزش‌های غیرتصادفی مثل ازدواج‌های فامیلی یا انتخاب جفت بر اساس شکل ظاهری، سبب برهم خوردن تعادل ژنی جامعه می‌شود. پس اگر این عوامل رخ ندهد، تعادل باقی می‌ماند. (*سایر عوامل تعادل را به هم می‌زنند.*)

B ۵۴۵ ۳ دقت کنید شارش ژنی باعث تغییر مادهٔ ژنتیکی افراد نمی‌شود، بلکه فقط باعث ورود یا خروج برخی افراد به جمعیت می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اثر هر عامل به نوع جمعیت بستگی دارد. / گزینهٔ (۲): در مورد شارش دوسویه صحیح است. / گزینهٔ (۴): آمیزش تصادفی فراوانی الل‌ها را به هم نمی‌زند.

A ۵۴۶ ۴ خداییش خیلی تابلوئه. چون همان‌طور که می‌دانیم شارش ژن در جهت شبیه کردن دو جمعیت عمل می‌کند، پس تفاوت بین جمعیت‌ها هم کم می‌شود. ولی مانند جهش اگر دوسویه و یکسان باشد، فراوانی دگره‌ها و تعادل را به هم نمی‌زند.

B ۵۴۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) به نادرستی تکمیل می‌کنند. رانش دگره‌ای و انتخاب طبیعی هر دو منجر به تغییر فراوانی دگره‌ای و کاهش تنوع می‌شوند، اما رانش دگره‌ای برخلاف انتخاب طبیعی، بدون توجه به سازگاری دگره‌ها با محیط، باعث تغییر فراوانی آن‌ها می‌شود. عبارات (الف) و (ج) نیز که به ترتیب در مورد جهش و شارش هستند.

C ۵۴۸ ۲ فقط مورد (ج) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. انتخاب طبیعی به تدریج فراوانی سازگارهای محیط را زیاد و ناسازگارها را کم می‌کند. در این صورت به تدریج تفاوت‌های فردی جامعه و گوناگونی در جامعه کاهش می‌یابد ولی عواملی مثل نوترکیبی، آرایش چهارتایه‌ها، چلیپایی شدن و برتری ناخالص‌ها سبب حفظ و افزایش تنوع می‌شود تا انتخاب طبیعی پایدار بماند. / ب) درست است. هرگونه تنوعی که در اثر آرایش چهارتایه‌ای، جهش، نوترکیبی و یا... رخ دهد، زمینه‌ساز ورود انتخاب طبیعی شده تا اگر ویژگی سازگاری بود، فراوانی آن را زیاد کند. / ج) نادرست است. چلیپایی شدن **نوعی جهش نمی‌باشد** و دگره جدیدی ایجاد نمی‌کند، بلکه می‌تواند **ترکیب جدیدی از دگره‌ها** را وارد یاخته‌های حاصل از میوز کند. (*چلیپایی شدن در صورتی که بین دو دگره متفاوت رخ دهد، سبب تنوع در گامت‌ها می‌شود.*) / د) درست است. بالا بودن شانس زندگی ناخالص‌ها سبب می‌شود همواره دو دگره A و a در افراد ناخالص Aa باقی بماند.

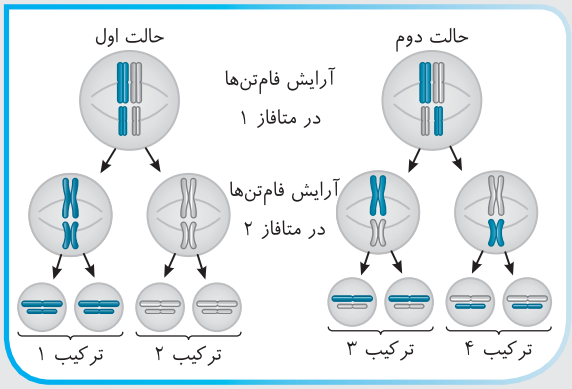
درسنامه درختی ۶۴ گوناگونی دگره‌ای؛ عوامل حفظ‌کنندهٔ تنوع در جمعیت

تداوم گوناگونی جمعیت‌ها

- گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد
  - جهش و شارش به داخل جمعیت، گوناگونی جمعیت را افزایش می‌دهند.
  - انتخاب طبیعی، رانش و آمیزش‌های غیرتصادفی، در جهت کاهش گوناگونی جمعیت قدم برمی‌دارند.
- سازوکارهایی لازم است که با وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی تداوم داشته باشد.

گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها

- ویژهٔ جانداران دارای **میوز** و تولیدمثل جنسی می‌باشد.
- آرایش‌های متفاوت چهارتایه (*تترا*) در متافاز میوز ۱ که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد.
- این عمل بدون نیاز به جهش، سبب تنوع در تولیدمثل **جنسی** می‌شود.
- اگر فردی در همهٔ صفات خالص باشد $(aaBB\ldots)$ ← گوناگونی دگره‌ای آن فقط در اثر جهش ایجاد می‌شود.
- هرچه تعداد صفات ناخالص در افراد بیشتر باشد ← تنوع دگره‌ای و گامتی بیشتری دارد.
- الل جدیدی در خزانهٔ ژنتیکی جمعیت ایجاد نمی‌کند.
- در ایجاد اسپرم از زنبور نر و در تولیدمثل رویشی گیاهان مؤثر نمی‌باشد.



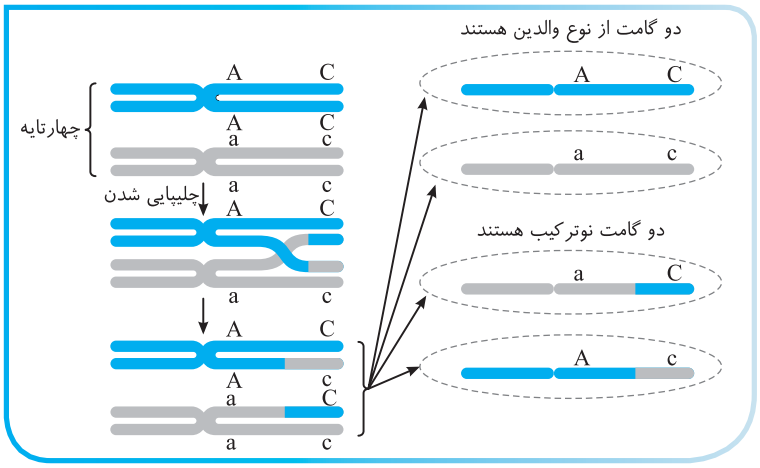
B ۵۴۹ ـ ۴ اگر گزینهٔ (۱) را زده‌اید بی‌دقتید! چون که صورت سؤال گفته **همهٔ جانداران**، گزینهٔ (۱) برای جاندارانی است که تولیدمثل جنسی دارند ولی **تولیدمثل و جهش** در همهٔ جانداران حتی باکتری‌ها هم وجود دارد. *(لقاح نیز فقط مربوط به تولیدمثل جنسی است ولی گوشه‌چشمی هم به زنبور نر و اینکه بدون میوز، گامت تولید می‌کند و لقاح می‌کند هم داشته باشید.)*

B ۵۵۰ ـ ۲ **چلیپایی شدن** یعنی جابه‌جایی قطعات بین **کروماتیدهای غیرخواهری** از فام‌تن‌های همتا که در **پروفاز ۱** رخ می‌دهد، یکی از عوامل نوترکیبی یا تنوع ژنتیکی است ولی **جدا شدن دگره‌ها یا ژن‌ها** در آنافاز ۱ رخ می‌دهد که در نهایت به ایجاد گامت‌ها می‌انجامد.
هر دو عامل در حفظ تنوع در جامعه نقش دارند، ولی تغییر تعادل ژنی در اثر جهش، رانش، شارش، انتخاب طبیعی و آمیزش‌های غیرتصادفی رخ می‌دهد.

درسنامه درختی ۶۵ نوترکیبی؛ عوامل حفظ کنندهٔ تنوع در جمعیت

نوترکیبی

- نوعی فرایند عادی در پروفاز میوز ۱ می‌باشد که جهش **نمی‌باشد**.
- در پروفاز میوز ۱ هنگام جفت شدن فام‌تن‌های **همتا**، فرایند چلیپایی شدن آغاز می‌شود.
- **چلیپایی شدن (کراسینگ‌اور)**: قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک‌های **غیرخواهری** در کروموزوم‌های **همتا** مبادله می‌شود.
- طی این فرایند در دو کروماتید **غیرخواهری** از تتراد، پیوندهای فسفودی‌استری، شکسته و تشکیل می‌شوند.
- **در فامینک‌های نوترکیب**، اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های **متفاوتی** باشند، ترکیب جدیدی از دگره‌های در این دو فامینک به وجود می‌آید.
- **گامت نوترکیب**: گامت‌هایی که فامینک‌های نوترکیب را دریافت می‌کنند، گامت‌های نوترکیب نامیده می‌شوند.
- این فرایند **برخلاف** جهش، سبب ایجاد الل جدید در فرد نمی‌شود.
- این فرایند **همانند** گوناگونی دگره‌ها ← تغییری در خزانهٔ ژنتیکی فرد و جمعیت نمی‌دهد.
- این فرایند، سبب ایجاد **ترکیب** جدیدی از الل‌ها در یک کروموزوم، طی **میوز** می‌شود.
- طی این فرایند، امکان دارد در یک میوز، چهار یاخته با ژنوتیپ متفاوت ایجاد شود *(مثلاً ۴ نوع اسپرم از یک اسپرماتوسیت اولیه ایجاد می‌شود)*.
- طی این فرایند، در بخش‌هایی، دو کروماتید **خواهری** می‌توانند ژن‌های متفاوتی داشته باشند.



A ۵۵۱ ـ ۱ وقتی صحبت از **هر جمعیتی** می‌شود باید به فکر آن‌هایی که **فقط** تولیدمثل غیرجنسی دارند *(مثل باکتری‌ها، آمیب، ...)* نیز باشید که در آن‌ها تولید گامت، میوز *(جدایی فام‌تن‌ها)* و چلیپایی شدن معنا ندارد **ولی جهش در هر گونه‌ای زمینه‌ساز تنوع می‌باشد**.

B ۵۵۲ ـ ۲ شارش عاملی است که اگر دوسویه بین جمعیت‌ها رخ دهد، خزانهٔ ژنی آن‌ها را به هم شبیه می‌کند ولی نوترکیبی و کراسینگ‌اور در حفظ تنوع مؤثرند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): **انتخاب طبیعی** اگر به تنهایی رخ دهد، با افزایش فراوانی سازگارها، تنوع و گوناگونی جامعه را کم می‌کند. / گزینهٔ (۳): **رانش** در جمعیت کوچک اثر بیشتری دارد و چون تصادفی است می‌تواند ژنی سازگار ولی بدشانس را در اثر عوامل محیطی نابود کند. / گزینهٔ (۴): جهش که خزانهٔ ژنی را غنی‌تر می‌کند و در بسیاری از مواد روی شکل ظاهری افراد اثر فوری ندارد و ممکن است سریع تشخیص داده نشود.

B ۵۵۳ ـ ۴ جهش مادهٔ خام و عامل اولیه تغییر گونه‌هاست ولی جهت آن توسط محیط و انتخاب طبیعی با انتخاب سازگارها تأمین می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انتخاب طبیعی همواره باعث کمتر شدن **دگره نامطلوب** می‌شود نه نهفته! *(مثلاً در مورد بیماری بارز، سالم‌ها (aa) نهفته‌اند و بیشتر در جامعه‌بافت می‌مانند)*. / گزینهٔ (۲): مهم‌ترین نقش جهش، ایجاد تنوع است. / گزینهٔ (۳): چلیپایی شدن و گوناگونی دگره‌ها در گامت‌ها، هر دو فرایندی هستند که سبب ایجاد ترکیبات جدیدی از دگره‌ها در کنار هم می‌شوند.

B ۵۵۴ ـ ۲ نوترکیبی یعنی ایجاد گامت‌های جدید با **ترکیب ژن‌های متفاوت** نسبت به گامت‌های قبلی!. دقت کنید که جهش، **انواع جدید دگره** ایجاد می‌کند (نادرستی گزینه‌های (۳) و (۴)) ولی نوترکیبی ترکیبی از انواع دگره‌ها ایجاد می‌کند. در حقیقت نوترکیبی سبب ایجاد دگره جدید نمی‌شود بلکه اگر قرار بود در فردی با ژن‌نمود $AaBb$، دگرهٔ A همواره با دگرهٔ B وارد یک گامت شود، طی نوترکیبی ممکن است A و b نیز وارد یک گامت بشوند.

B ۵۵۵ ـ ۳ نیازی به توضیح ندارد چون در پاسخ سؤال قبل توضیح دادم که در میوز به دلیل نوترکیبی، گامت و ترکیب جدید ایجاد می‌شود بدون اینکه جهشی رخ داده باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. توان سازگاری بیشتر ناخالص‌ها در **حفظ تنوع در جمعیت** مؤثر است نه افزایش تنوع. / گزینهٔ (۲): نادرست است. نوترکیبی برخلاف جهش سبب ایجاد دگره جدید نمی‌شود ولی ترکیب جدیدی از دگره‌ها را طی تقسیم میوز ایجاد می‌کند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. چلیپایی شدن همیشه سبب ایجاد ترکیبات جدید دگره‌ای **نمی‌شود** و تنها هنگامی این پدیده رخ می‌دهد که قطعات مبادله شده حامل دگره‌های متفاوت از یکدیگر باشند. مثلاً در فرد $\frac{A\ B}{a\ B}$ در صورت چلیپایی شدن یا عدم آن دو نوع گامت aB یا AB ایجاد می‌شود و نوترکیبی خاصی صورت نمی‌گیرد.

B ۵۵۶ ـ ۴ دقت کنید که طی چلیپایی شدن نیز، تعدادی پیوند فسفودی‌استر شکسته و دوباره تشکیل می‌شود ولی جهش به حساب نمی‌آید چون الل جدیدی در فرد ایجاد نمی‌شود.

نکته نوترکیبی به طرز قرارگیری **آرایش چهارتایه‌ای در متافاز ۱** بستگی دارد که سبب ایجاد **گامت‌های جدید** در **میوز** می‌شود. دقت کنید که اگر در فردی همهٔ صفات خالص باشد ... $AABB$ دیگر از دست نوترکیبی برای ایجاد تنوع کاری برنمی‌آید، چون همهٔ انواع گامت‌های آن AB می‌شوند مگر اینکه در اثر جهش، دگره‌ای جدید ایجاد شود $(A \rightarrow a)$ در این صورت نوترکیبی و گوناگونی دگره‌ها در میوز می‌توانند گامت جدید Ab هم ایجاد کنند (دلیل درست بودن گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳)) ولی حتماً متوجه شده‌اید که چلیپایی شدن نوعی جهش نمی‌باشد بلکه نوعی نوترکیبی به حساب می‌آید که در **پروفاز ۱ میوز** (در هنگام تشکیل چهارتایه) رخ می‌دهد.

B ۵۵۷ ـ ۴ نوترکیبی، چلیپایی شدن و برتری ناخالص‌ها بدون نیاز به پیدایش دگره‌های جدید بر تنوع ژنتیکی گامت‌ها می‌افزاید ولی فراوانی دگره‌ها را تغییر نمی‌دهد (برعکس جهش، شرش، رانش و انتخاب طبیعی).

نکته عواملی مثل ایجاد ترکیبات جدید دگره‌ای، نوترکیبی (چلیپایی شدن) و برتری (اهمیت) ناخالص‌ها، تعادل ژنی جامعه را بر هم نمی‌زنند و سبب حفظ گوناگونی در جامعه می‌شوند.

B ۵۵۸ ـ ۲

نکته ۱ هرچه در ژن‌نمودی، تعداد ژن‌های ناخالص بیشتر باشد، فراوانی و احتمال نوترکیبی (چلیپایی شدن) در ژن‌های قرار گرفته روی یک فام‌تن بیشتر می‌شود. مثلاً در گزینهٔ (۴) با چلیپایی شدن ۴ نوع گامت ایجاد می‌شود که دوتای آن جدید است چون دو جایگاه ژنی ناخالص دارد ولی در گزینهٔ (۲) با چلیپایی شدن ۸ نوع گامت می‌آید که ۶تای آن جدید است (چون سه جایگاه ژنی ناخالص دارد که هرکدام دو نوع الل به گامت‌ها می‌دهند).

۲ همواره در میوز، به ازای هر چلیپایی شدن، در صورت ایجاد ۴ نوع یاخته با ترکیب ژنتیکی متفاوت، دو ترکیب آن، بدون عمل چلیپایی شدن هم ایجاد می‌شوند و فقط دو گامت آن جدید می‌باشد.

◀ در این سؤال، گزینهٔ (۱)، یک جایگاه ناخالص، گزینهٔ (۲)، سه جایگاه ناخالص، گزینهٔ (۳)، همگی خالص هستند و گزینهٔ (۴)، دو جایگاه ناخالص دارد.

نکته دقت کنید که کراسینگ‌اور ویژهٔ میوز است که در جانور به تولید گامت می‌پردازد ولی در گیاهان گامت حاصل مستقیم میتوز است (نه میوز!).

A ۵۵۹ ـ ۳ باکتری دارای دنای اصلی متصل به غشا و تولیدمثل غیرجنسی می‌باشد. تنوع ژنی در آن **فقط از راه جهش** صورت می‌گیرد. چون میوز و نوترکیبی و چلیپایی شدن ندارد. (جهش همان تغییر پایدار در DNA می‌باشد.)

B ۵۶۰ ـ ۴ دقت کنید که گامت‌های والدین در ابتدا فقط AB و ab بوده است. در نسل اول که همه $AaBb$ هستند، باید افرادی را در نسل دوم حساب کنیم که گامت AB و ab نداشته باشند که فقط در گزینهٔ (۴) دیده می‌شود، چون افراد $AAbb$ فقط در اثر لقاح بین گامت‌های Ab ایجاد می‌شوند که ترکیب آن‌ها در گامت‌های والدین وجود نداشته‌اند و نوترکیب هستند. گامت‌های ab و AB که در والدین اولیه وجود داشته‌اند. گامت ab در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) وجود دارند که قدیمی هستند.

B ۵۶۱ ـ ۲ در این پرسش منظور این بوده است که چه شرایطی باعث حفظ تنوع در جامعه می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم اهمیت و برتری ناخالص‌ها باعث این موضوع می‌شود که هرگاه شانس بقا و لقاح ناخالص‌ها از هر دو خالص بیشتر باشد این برتری رخ می‌دهد و تنوع حفظ می‌شود (مانند مثال کم‌خونی داسی‌شکل در نواحی مالاریاخیز).

B ۵۶۲ ـ ۴ منظور سؤال بیماری کم‌خونی داسی‌شکل می‌باشد که افراد ناخالص آن‌ها در نواحی مالاریاخیز، اگر به این انگل مبتلا شوند، سالم می‌مانند، چون سریعاً گویچهٔ قرمز حاوی انگل مالاریا، به صورت داسی درمی‌آید و عامل مالاریا از بین می‌رود ولی در سایر افراد بیماری ایجاد می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این توضیح در مورد بیماری فنیل‌کتونوری می‌باشد نه کم‌خونی داسی‌شکل. در این بیماری فرد ناخالص نسبت به سالم خالص، برتری ندارد. / گزینهٔ (۲): جهش ژنی **جانشینی** کوچک در آن‌ها رخ داده است نه **جابه‌جایی!!** / گزینهٔ (۳): در شرایطی که اکسیژن محیط کاهش یابد، افراد ناخالص دچار مشکل می‌شوند و این مشکل از بیماری کم‌خونی داسی‌شکل آن‌هاست که ربطی به مالاریا و مقاوم بودن آن‌ها به این انگل ندارد.

برو درسنامه دخترانه ۶۶ بخون

A ۵۶۳ ـ ۴ گزینهٔ (۱) که بیمار دارای داسی‌شکل دارد کاملاً نادرست است، چون در هر شرایطی در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند. گزینهٔ (۲) و (۳) درست است ولی پاسخ پرسش نیست، زیرا از علت اصلی در افزایش فراوانی Hb^S در مناطق مالاریاخیز نیستند در حالی که گزینهٔ (۴) کاملاً درست می‌باشد چرا که مقاومت کم Hb^AHb^A در مقابل مالاریا، سبب افزایش مرگ و میر این افراد و در نتیجه از بین رفتن این افراد و کاهش فراوانی دگره Hb^A در جامعه می‌شود. این امر سبب کاهش فراوانی Hb^A و افزایش فراوانی Hb^S می‌شود.

دقت کنید که تفاوت شانس بقا در این صفت فقط مربوط به افراد **سالم خالص** یا Hb^AHb^A ها در دو نوع محیط است، چون افراد ناخالص در هر دو محیط شانس بقا و لقاح مساوی دارند.

B ۵۶۴ ـ ۲ چلیپایی شدن نوعی نوترکیبی است (نه جهش!) که بین دو کروماتید **غیرخواهری** از فام‌تن‌های همتا رخ می‌دهد و **ترکیب جدیدی از دگره‌ها** ایجاد می‌کند (نه دگره جدید!) و طی آن برای تبادل پیوند اشتراکی شکسته و تشکیل می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): کراسینگ‌اور، الل جدیدی ایجاد نمی‌کند و خزانه ژنی را غنی نمی‌کند چون جهش نمی‌باشد. این فرایند فقط ترکیب جدیدی بین الل‌ها ایجاد می‌کند. / گزینهٔ (۳): کراسینگ‌اور بین **قطعاتی** از دو کروماتید غیرخواهری رخ می‌دهد (نه کل آن!). / گزینهٔ (۴): این فرایند الل جدید نمی‌دهد.

B ۵۶۵ ـ ۴ شانس بقا و زادآوری افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل Hb^SHb^S ها در هر جامعه‌ای بسیار کم بوده و معمولاً قبل از رسیدن به سن بلوغ در اثر کم‌خونی داسی‌شکل می‌میرند. افراد ناخالص که سالم ناقل هستند (Hb^AHb^S) نیز در جامعهٔ عادی و مالاریاخیز شانس بقا و زادآوری بالایی دارند و حتی در صورت آلوده شدن به انگل، مالاریا، سالم می‌مانند. ولی افراد خالص بارز که سالم Hb^AHb^A هستند، در محیط عادی شانس زندگی ٪۱۰۰ دارند ولی در نواحی مالاریاخیز در صورت ابتلا به مالاریا از بین می‌روند.

درسنامه درختی ۶۶ اهمیت ناخالص‌ها: اثر ژن‌های بیماری داسی‌شکل در مقاومت به مالاریا

اهمیت ناخالص‌ها

- اگر شانس بقا و زادآوری **ناخالص‌ها** در صفتی از سایر افراد بیشتر باشد، سبب حفظ تنوع در آن صفت می‌شود.
- مثال آن بیماری کم‌خونی داسی‌شکل است
  - Hb^AHb^A : سالم خالص هستند که به مالاریا مقاوم نمی‌باشند.
  - Hb^AHb^S : فقط در هنگام کاهش اکسیژن، گویچه‌های آن‌ها داسی می‌شود.
  - Hb^SHb^S : در سنین پایین معمولاً می‌میرند.
- **مالاریا**: بیماری ناشی از نوعی انگل **تک**یاخته‌ای آغازی است که **بخشی** از چرخهٔ زندگی خود را در گویچه‌های **قرمز** می‌گذراند.
- فراوانی دگرهٔ Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است، بسیار بیشتر از سایر مناطق است.
- در مناطق مالاریاخیز
  - افراد خالص سالم (Hb^AHb^A): در معرض ابتلا یا حساس به بیماری مالاریا هستند ← این افراد، حساس به مالاریا هستند و در صورت ابتلا می‌میرند.
  - افراد ناخالص سالم (Hb^AHb^S)
    - در این افراد، عامل مالاریا نمی‌تواند بیماری ایجاد کند (*مقاوم هستند*).
    - اگر گویچه‌های قرمز آن‌ها **آلوده** شوند، داسی‌شکل می‌شوند و **انگل مالاریا** را درون خود از بین می‌برند ولی فرد به مالاریا مبتلا نمی‌شود.
  - افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل Hb^SHb^S
    - در اثر کم‌خونی داسی‌شکل، معمولاً می‌میرند.
    - اگر به مالاریا مبتلا شوند ← به مالاریا مقاوم هستند و در اثر مالاریا نمی‌میرند.
- دگرهٔ Hb^S در این مناطق باعث بقای جمعیت می‌شود.
- مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین‌کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۵۶۶ ـ ۲ موارد (الف) و (د) نادرست هستند. **انتخاب طبیعی**، یکی از عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل است که فراوانی سازگارها را زیاد می‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. انتخاب طبیعی نقشی در **ایجاد** دگره ندارد. ایجاد دگرهٔ جدید، توسط جهش انجام می‌شود و انتخاب یا برگزیده شدن آن توسط انتخاب طبیعی. / ب) درست است. رانش، به صورت **تصادفی** می‌تواند موجب کاهش تنوع و گوناگونی شود و انتخاب طبیعی، با حذف موارد ناسازگار، این عمل را انجام می‌دهد. / ج) درست است. آموختید که ژن کم‌خونی داسی‌شکل در بین مناطق مالاریاخیز شایع‌تر است. در جوامع عادی که به دور از مالاریا هستند، این دگره، یک الل ناسازگار محسوب می‌شود اما در آن مناطق با توجه به جلوگیری این الل از ابتلای فرد به مالاریا، دگرهٔ کم‌خونی داسی‌شکل فراوان‌تر است و فراوانی این الل به انتخاب طبیعی برمی‌گردد. / د) نادرست است. عامل ایجادکنندهٔ دگرهٔ جدید، جهش است که معمولاً تفاوت‌های فردی را در جمعیت افزایش می‌دهد ولی چون قید «همواره» در اینجا به کار رفته است و جهش نیز فرایندی تصادفی است، ممکن است جهش تفاوت‌های فردی را در اندکی از حالات کم کند.

B ۵۶۷ ـ ۴ هیچ‌یک از موارد داده شده، عبارت را نادرست تکمیل نمی‌کنند یعنی همگی به درستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) کراسینگ‌اور یا چلیپایی شدن نیز یک نوع تبادل قطعه بین کروموزوم‌هاست که جهش محسوب نمی‌شود. / ب) گاهی تغییر در تعادل جامعه، همراه با ثابت ماندن فراوانی الل‌ها و تغییر فنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌هاست. مثل اثر آمیزش‌های غیرتصادفی! / ج) غنی شدن خزانهٔ ژنی می‌تواند علاوه بر جهش و تغییر در خزانهٔ ژنی افراد، در اثر ورود افراد جدید به جمعیت رخ بدهد که به آن **شارش ژن** می‌گوییم. پس غنی شدن خزانه در اثر شارش، نیازی به تغییر ژنی در افراد نیست. / د) آرایش فام‌تن‌ها صرفاً در میوز ۱ باعث ایجاد دگرگونی می‌شود و در میوز ۲ با توجه به مشابه بودن کروموزوم‌ها، آرایش، نقشی در ایجاد تنوع ندارد. از طرفی اگر فردی در همهٔ صفات خالص باشد، آرایش تترادی متفاوتی را نمی‌توان برای آن حتی در متافاز ۱ در نظر گرفت.

C ۵۶۸ ـ ۲ دربارهٔ بیماری کم‌خونی داسی‌شکل که در اثر تغییر یک آمینواسید در هموگلوبین ایجاد می‌شود، موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. اگر در این ژن، فردی، یک دگرهٔ سالم و یک دگرهٔ بیماری داشته باشد، انگل مالاریا نمی‌تواند در گویچه‌های قرمز او فعالیت داشته باشد و این فرد به مالاریا مبتلا نخواهد شد. در حالی که اگر یک نفر از نظر این ژن، دو دگرهٔ سالم داشته باشد، به مالاریا مبتلا خواهد شد. دقت کنید که فرد ناخالص Hb^AHb^S می‌تواند آلوده به انگل مالاریا شود ولی مبتلا به مالاریا نمی‌شود، چون این انگل توسط گویچه‌های قرمز وی از بین می‌روند. / ب) درست است. هردوی این بیماری‌ها در اثر جهش‌های **کوچک** ایجاد شده‌اند پس در کاریوتیپ ظاهر نمی‌شوند و نمی‌توان برای تشخیص‌شان از بررسی کاریوتیپ استفاده کرد. / ج) نادرست است. گویچه‌های قرمز فاقد ژن هستند و نمی‌توان برای آن‌ها ژنوتیپ تعریف کرد. لطفاً دقت کنید و فقط به ظاهر عبارت توجه نکنید! / د) نادرست است. گویچه‌های قرمز این افراد آلوده خواهد شد اما انگل نمی‌تواند در این یاخته فعالیت کند و از بین خواهد رفت و قادر به بیماری‌زایی نخواهد بود.

C ۵۶۹ ـ ۴ چلیپایی شدن در پروفاز میوز ۱ و آرایش تترادی در متافاز ۱ رخ می‌دهد که جهش به شمار نمی‌آیند ولی باعث حفظ تنوع می‌شوند. زنبور عسل ماده اگر ملکه باشد، می‌تواند این تقسیم را انجام دهد و در مراحل پروفاز و متافاز برخلاف آنافاز، کوتاه شدن هیچ رشتهٔ دوک تقسیمی دیده نمی‌شود (درستی گزینهٔ ۴).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تقسیم ایجادکنندهٔ گامت در گیاهان (*از جملهٔ گل*)، میتوز است که در آن چلیپایی شدن و تنوع رخ نمی‌دهد. / گزینهٔ (۲): زنبور عسل نر هاپلوئید است و توانایی میوز ندارد. / گزینهٔ (۳): باید بدانید که هیچ‌گاه تمام رشته‌های دوک به فام‌تن‌ها متصل نمی‌شوند. از طرفی در مرحلهٔ پروفاز ۱ ابتدا که غشای هسته از بین نرفته است، هیچ کروموزومی در تماس با دوک نمی‌باشد.

B ۵۷۰ـ۴ همهٔ موارد دربارهٔ کم‌خونی داسی‌شکل نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در مناطقی که بیماری مالاریا شیوع بیشتری دارد، الل این بیماری نیز گستردگی بیشتری دارد. در واقع محیط، این صفت کم‌خونی داسی‌شکل را حفظ کرده است ولی ربطی به حفظ بیماری انگلی مالاریا ندارد. / ب) نادرست است. اینترفرون نوع ۱ در زمان آلوده شدن یک یاخته به **ویروس** ترشح می‌شود اما کم‌خونی داسی‌شکل هیچ ارتباطی به آلودگی ویروسی ندارد. همچنین گویچه‌های قرمز با توجه به اینکه فاقد دنا هستند، حتی در صورت آلوده شدن به ویروس نمی‌توانند ژن اینترفرون نوع ۱ را بیان کنند. / ج) نادرست است. در این نوع کم‌خونی، تخریب گویچه‌های قرمز نیز افزایش می‌یابد و برای پاکسازی آن‌ها، ماکروفاژها مورد نیازند. اما هستهٔ دوقسمتی دمبلی‌شکل بیانگر ائوزینوفیل است که در بیماری‌های انگلی مؤثر است. ائوزینوفیل برحسب کتاب درسی یازدهم، نوعی بیگانه‌خوار به حساب نمی‌آید. / د) نادرست است. توجه کنید که افراد دارای ژنوتیپ ناخالص در شرایط کاهش اکسیژن دچار تغییر آمینواسید نمی‌شوند بلکه این عامل مالاریا است که الل S را فعال می‌کند تا هموگلوبین را داسی کند. باز هم دقت کنید که گویچهٔ قرمز اصلاً ژن و الل ندارد.

C ۵۷۱ـ۲ عبارت‌های (ج) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. افراد ناخالص از نظر کم‌خونی داسی‌شکل، در صورتی بیماری خود را بروز می‌دهند که در محیط کم‌اکسیژن قرار بگیرند. همچنین بیماران مبتلا به فنیل‌کتونوری در صورت تغذیه از مواد حاوی فنیل‌آلانین، دچار آسیب می‌شوند. پس هر دو برای بروز بیماری، نیاز به عوامل محیطی دارند. / ب) درست است. اگر فردی یک یا دو ژن کم‌خونی داسی‌شکل را داشته باشد، در صورت ورود انگل عامل مالاریا به گویچه‌های قرمزش یا کاهش اکسیژن محیط، گویچه‌های قرمز وی داسی‌شکل خواهند شد و یا از اول در حالت $Hb^S Hb^S$ داسی بوده است. اما اگر فردی فاقد این ژن (Hb^S) باشد، در هیچ شرایطی گویچه‌های داسی‌شکل نخواهد داشت. / ج) نادرست است. یادت باشه که گویچه‌های **سفید** نیز جزء گویچه‌های خون محسوب می‌شوند، در حالی که داسی شدن فقط مربوط به گویچه‌های قرمز است. / د) نادرست است. ابتلا به هموفیلی و فنیل‌کتونوری هیچ ارتباطی به کم‌خونی داسی‌شکل ندارد. بنابراین این فرد اگر در صفت کم‌خونی داسی‌شکل، ژنوتیپ ناخالص باشد، در صورت کاهش اکسیژن محیط، دارای این نوع گویچه‌های قرمز می‌شود.

B ۵۷۲ـ۴ دقت کنید افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل معمولاً در سنین پایین می‌میرند، در نتیجه نمی‌توان گفت که به‌طور قطع ژن‌های مربوط به این صفت را از طریق گامت به فرزندان منتقل می‌کنند. گزینهٔ (۲) در مورد یاخته‌های گویچه سفید خونی صحیح است. در مورد گزینهٔ (۳) باید گفت که در هر دنا یک جفت نوکلئوتید تغییر می‌کند اما این شخص در هر هستهٔ خود، دو ژن معیوب دارد که مجموعاً می‌شود ۲ جفت نوکلئوتید متفاوت.

C ۵۷۳ـ۳ انتخاب طبیعی منظور گزینهٔ (۳) است که یکی از عوامل مؤثر بر جمعیت‌های در حال تعادل است که فراوانی دگره‌های مطلوب را افزایش و فراوانی دگره‌های نامطلوب را کاهش می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در اثر شارش که انتقال ژن بین دو جمعیت است، ممکن است الی وارد یک جامعه شود که مشابه آن مثلاً وجود داشته باشد و فقط فراوانی آن عوض شود (*نه تنوع*). / گزینهٔ (۲): جهش می‌تواند نوع الل را علاوه بر فرد، در جامعه نیز ساختار ژنی را عوض کند. / گزینهٔ (۴): توجه کنید که در رانش ژنی، تعداد افراد یک جمعیت کاهش می‌یابد، اما نمی‌توان گفت الزاماً تنوع ژنتیکی در جمعیت کاهش می‌یابد، زیرا ممکن است همچنان افراد با ژن‌نمودهای مشابه افراد حذف شده در جمعیت حضور داشته باشند.

C ۵۷۴ـ۴ اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر حفظ شود، آنگاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است، بنابراین هریک از عوامل خارج‌کنندهٔ جمعیت از حال تعادل، حداقل یکی از این موارد را (*فراوانی نسبی دگره‌ها و فراوانی نسبی ژن‌نمودها*) تغییر می‌دهد. گزینهٔ (۴) در مورد آمیزش‌های غیرتصادفی است که بدون تغییر در فراوانی الل‌ها، سبب تغییر در تعادل و نسبت‌های ژن‌نمودی می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): جهش و شارش از عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل هستند که خزانهٔ ژنی جمعیت را غنی‌تر می‌کنند ولی فقط دگره‌هایی که خزانهٔ ژنی فرد را عوض می‌کنند و در اثر جهش ایجاد می‌شوند، می‌توانند سازگار و یا ناسازگار با محیط باشند. / گزینهٔ (۲): **رانش** دگره‌ای و انتخاب طبیعی باعث کاهش گوناگونی افراد در جمعیت می‌شوند. در رانش، چون پدیده‌ای تصادفی است، الل سازگار و ناسازگار به صورت شانسی کم می‌شوند. / گزینهٔ (۳): آمیزش غیرتصادفی از عوامل خارج‌کنندهٔ جمعیت از حال تعادل است که فراوانی دگره‌ها را در خزانهٔ ژنی جمعیت تغییر نمی‌دهد ولی می‌تواند با کاهش تنوع موجب کاهش توانایی بقای جمعیت شود.

B ۵۷۵ـ۱ شارش ژنی، اگر بین دو جمعیت مبدأ و مقصد به صورت دوطرفه اتفاق بیفتد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود، اما رانش ژن فقط برای یک جمعیت مطرح است که فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): رانش ژن با حذف برخی از افراد جمعیت طی رخداد تصادفی می‌تواند در کاهش تعداد افراد یک جمعیت که سهمی نیز در خزانهٔ ژنی نسل بعد دارند، نقش داشته باشند (*به مَید «برخلاف» رحمت کنید!*). / گزینهٔ (۳): شارش و رانش ژن هر دو تصادفی هستند و هیچ‌یک به صورت انتخابی عمل نمی‌کنند. / گزینهٔ (۴): در رانش ژن تغییر فراوانی دگره‌ها تصادفی است و نمی‌تواند به سازش جمعیت‌ها با محیط منجر شود.

B ۵۷۶ـ۳ **انتخاب طبیعی** فرایندی است که فراوانی نسبی صفات را بر حسب سازش آن‌ها با محیط تغییر می‌دهد. مثلاً در مناطق سردسیر، درصد فراوانی افراد مقاوم به سرما را افزایش داده و در مناطق گرمسیر از درصد فراوانی آن‌ها می‌کاهد. این پدیده گوناگونی و تفاوت‌های فردی جامعه را کم می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انتخاب طبیعی تغییرات سازگار را حفظ می‌کند نه هر تغییری که فراوانی بیشتری در جامعه داشته باشد. (*مثلاً اگر ۹۰٪ یک جامعه به آب و هوای سرد، مقاوم باشند، در صورتی که این جمعیت به مناطق گرمسیر مهاجرت کنند، ۱۰٪ از جامعه که به گرما مقاوم‌ترند انتخاب می‌شوند.*) / گزینهٔ (۲): انتخاب طبیعی برخلاف جهش، سبب **پیدایش** دگره جدید نمی‌شود. / گزینهٔ (۴): آمیزش غیرتصادفی، از عواملی است که برخلاف انتخاب طبیعی جامعه را به سوی تغییر فراوانی الل‌ها سوق نمی‌دهد.

B ۵۷۷ـ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) به درستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. شارش برخلاف جهش، خزانهٔ ژنی هر فرد را تغییر نمی‌دهد. / ب) درست است. شارش با انتقال افراد بین دو جمعیت و الل‌های آن‌ها، فراوانی اللی در هر دو جمعیت را معمولاً به هم می‌زند و فراوانی نوعی الل را زیاد و نوعی را کم می‌کند. اگر شارش و جهش به‌طور تصادفی دوطرفه و یکسان رخ دهد، تعادل الل‌ها را در جوامع به هم نمی‌زنند. / ج) درست است. شارش ژن می‌تواند سبب افزایش تنوع درون جمعیت پذیرنده (*مقصد*) شود. از سوی دیگر اگر روند مهاجرت در دو جهت ادامه یابد، با گذشت زمان خزانهٔ ژنی دو جمعیت شبیه به هم می‌شود. به این ترتیب می‌توان گفت که شارش ژن به صورت دوسویه در جهت کاهش تفاوت بین جمعیت‌ها عمل می‌کند. / د) درست است. شارش و جهش در جهت سازش نیستند و شارش با کم کردن فراوانی افراد جمعیت اولیه و کوچک کردن آن سبب افزایش نقش رانش در آن می‌شود.

۵۷۸ (C) (۱) فقط مورد (ج) درست است. وقتی تعدادی از افراد به محیط جدید و خالی از سکنه مهاجرت می‌کنند، در این صورت نسل بعد دارای خزانهٔ ژنی مشابه با جمعیتی می‌شوند که مهاجرت کرده بودند. در این حالت شانس بقا و سازگاری جمعیت اولیه را کم می‌کنند چون در آن جمعیت رانش رخ داده است. در این حالت ممکن است برخی صفات که در جامعه اولیه وجود داشته‌اند، در نسل بعد دیده نشوند. *(دربارهٔ علت اشتباه مورد (د) دقت کنید که اثر جهش بیشتر به محیط بستگی دارد.)*

۵۷۹ (B) (۱) شکل صورت سؤال، رانش دگره‌ای را نشان می‌دهد که می‌تواند شانس انتقال ژن‌ها را به نسل بعد تغییر دهد ولی به سازش نمی‌انجامد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): شکل معرف رانش است که در این گزینه عمل سازش نادرست است. / گزینهٔ (۳): رانش بر جمعیت کوچک اثر بیشتر دارد. / گزینهٔ (۴): رانش فراوانی الل و ژن‌نمودها را تغییر می‌دهد.

۵۸۰ (C) (۳) عبارت‌های (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. وقتی جمعیتی در حال تعادل ژنی باشد، اگر هرکدام از ۵ عامل بر هم زنندهٔ تعادل رخ دهد، جامعه به سمت دگرگونی می‌رود. مثلاً در عبارت (الف) عدم لقاح افراد فنیل‌کتونور در حقیقت بیانگر ایجاد **آمیزش غیرتصادفی** می‌باشد که تعادل ژنی جامعه را در این صفت به هم می‌زند.

تله‌های تستی ب) نادرست است. شارش دوسویه یکسان، تعادل ژنی جامعه را به هم نمی‌زند. فرض کنید از جامعهٔ (۱)، ۱۰ نفر AA به جامعهٔ (۲) برود و همین حالت نیز از جامعهٔ (۲) به (۱) انجام شود. پس تعادلی عوض نمی‌شود. / ج) نادرست است. این گزینه بیانگر چلیپایی شدن است که فرایندی عادی است و سبب عدم تعادل نمی‌شود. / د) نادرست است. گوناگونی ترکیب دگره‌ها در گامت‌ها یا نوترکیبی نیز از عواملی است که سبب **حفظ** گوناگونی در جامعه می‌شود *(کلاً عواملی می‌تواند سبب تغییر در جامعه شود که فراوانی الل‌ها را به هم بزند یا نسبت ژن نمودی عوض کند).*

۵۸۱ (B) (۲) انتخاب طبیعی برخلاف حفظ ناخالص‌ها می‌تواند گوناگونی جمعیت‌ها را کاهش دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. نوترکیبی می‌تواند باعث حفظ گوناگونی گردد ولی جهش مقدار آن را زیاد می‌کند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. جهش و شارش باعث ایجاد گوناگونی در جمعیت‌ها می‌گردند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. گوناگونی دگره‌ای باعث حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها می‌گردد.

۵۸۲ (C) (۲) این سؤال ظاهری ساده دارد ولی بسیار پر نکته می‌باشد! در این پرسش لطفاً ابتدا دقت کنید که هیچ‌گاه در گامت طبیعی نباید هر دو دگره یک صفت یعنی هم A و هم a وجود داشته باشد، پس گزینه‌های (۱) و (۴) که Dd یا Aa دارد نادرست است و حاصل **جهش مضاعف‌شدگی** و **حذف** بوده‌اند. سپس دقت کنید که چلیپایی شدن در اثر تبادل قطعه در یک جفت فام‌تن همتا رخ داده و ژن‌های روی یک فام‌تن مثل AB و ab در آن نقش دارد که وقتی گامتی $AbDF$ به وجود آمده یعنی در b و B چلیپایی شدن رخ داده است ولی در گزینه‌های (۳) بدون چلیپایی شدن و با چلیپایی شدن هم این گامت‌ها به‌طور عادی و با ایجاد آرایش چهارتایه‌ای ایجاد می‌شود. **در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که هم جهش و هم چلیپایی شدن رخ داده است ولی در متن سؤال کلمهٔ (فقط) آورده شده است.**

۵۸۳ (C) (۳) برای پاسخ به این سؤال باید نکتهٔ زیر را بدانید: $C.O$ = چلیپایی شدن

گزینهٔ (۳) درست است چون ابتدا انواع گامت‌ها را با $C.O$ و یک‌بار بدون $C.O$ (چلیپایی شدن) حساب کنید. اگر تفاوتی بین انواع یاخته‌های حاصل نبود *(مثل گزینهٔ (۳))*، یعنی $C.O$ تنوع یاخته‌ای ایجاد نمی‌کند.

$$\frac{A}{a}\ \frac{B}{B}\ \frac{F}{F}\ \frac{M}{N}$$

در حالت عادی: نوع گامت می‌دهد $۲\times۱\times۲=۴$ $(ABFM-ABFN-aBFM-aBFN)$

در حالت $C.O$: تعداد صفات ناخالص $=n$ ← نوع گامت می‌دهد $۲^n=۲^۲=۴$

عدم $C.O$ $C.O$

$۲^۲-۲\times۱\times۲=۴-۴=۰$

نکته

دوستان عزیز هدف من از طرح این سؤال، محاسبات آن نبود. بلکه شما باید بدانید که طی کراسینگ‌اور بین ژن‌هایی که روی یک کروموزوم قرار دارند، حداقل باید دو صفت ناخالص وجود داشته باشد که سبب تنوع شود که این مطلب فقط در گزینهٔ (۳) وجود ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در کروموزوم دارای $AaBb$ آن تنوع ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): در کروموزوم دارای $EeFf$ آن تنوع ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): در بین الل‌های $AaMN$ آن تنوع ایجاد می‌شود.

۵۸۴ (C) (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. با توجه به مقاوم بودن افراد ناخالص بیماری کم‌خونی داسی‌شکل به مالاریا، محققین به این نتیجه رسیده‌اند که در مناطق مالاریاخیز، فراوانی دگره Hb^S که مربوط به بیماری مالاریا می‌باشد، بیشتر از سایر مناطق می‌باشد (نادرستی الف و درستی ب). اگر بیماری مالاریا در فرد ناقل کم‌خونی داسی‌شکل (Hb^AHb^S) رخ دهد، مقداری از گویچه‌های قرمز فرد که دارای انگل هستند، از حالت گرد به داسی تبدیل می‌شوند تا مانع ادامهٔ چرخهٔ زندگی این انگل تک‌یاخته‌ای شود و مالاریا فرد بهبود یابد ولی داسی شدن تعدادی از گویچه‌های قرمز افراد ناخالص، سبب بیماری داسی‌شکل و مرگ آن‌ها نمی‌شود (نادرستی ج و د).

نکته

بخشی از چرخهٔ زندگی انگل عامل مالاریا در بدن انسان و بخشی در بدن نوعی پشه مخصوص می‌باشد.

۵۸۵ (B) (۲) وقتی دو یاخته روی هم ۸ گامت تولید می‌کند یعنی از هرکدام ۴ تا گامت تولید شده است، پس هر دو زایندهٔ اسپرم و مربوط به مردان بوده است چون در زنان از هر یاخته اووسیت اولیه، یک تخمک و سه گویچهٔ قطبی حاصل می‌شود.

۵۸۶ (B) (۳) چون زنان دو فام‌تن X دارند، بنابراین شانس بیشتری دارند که مبتلا به بیماری وابسته به X بارز شوند. چون هرکدام از Xها دگره بارز را داشته باشند، فرد مبتلا خواهد شد ولی صفت وابسته به X نهفته در XYها شایع‌تر است و در بیماری‌های مستقل از جنس نیز شیوع بیماری به جنسیت ربطی ندارد.

نکته

بیماری وابسته به X بارز، در زنان و وابسته به X نهفته در مردان احتمال بروز بیشتری دارد.

۵۸۷ (B) (۳) دقت کنید در بدن پسری که **هنوز بالغ نشده است**، تقسیم میوز مشاهده نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): چلیپایی شدن بین دو دگره که روی یک جفت فام‌تن **همتا** قرار دارند، رخ می‌دهد، در حالی که دگره‌های گروه‌های خونی ABO و Rh روی یک جفت فام‌تن همتا قرار ندارند. *(تبادل قطعه بین دو فام‌تن غیرهمتا، همواره نوعی جهش جابه‌جایی است.)* / گزینهٔ (۲): اگر قطعات مبادله شده در چلیپایی شدن حاوی دگره‌های متفاوتی باشند *(نه به‌طور قطع)* کامه‌های نوترکیب ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): در زمان تشکیل چهارتایه‌ها ممکن است چلیپایی شدن صورت بگیرد.

پاسخ آزمونک ۲

A ۱ ۴ از زیست دهم به یاد دارید که **یک اجتماع زیستی** از چند جمعیت مختلف ایجاد شده است. تعریف خزانهٔ ژنی، ویژهٔ هر جمعیت می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱)). خزانه ژنی، مجموعهٔ همهٔ دگره‌های همهٔ جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت می‌باشد (*در حالی که گزینهٔ (۳) در مورد تعریف زنگان است*).

تعریف جمعیت: مجموعهٔ افراد یک گونه که در یک زمان و در یک مکان در حال زندگی هستند.

تعریف اجتماع زیستی: مجموعهٔ چند جمعیت که در یک محیط با هم ارتباط دارند.

◀ نکتهٔ بسیار مهم این است که دقت کنید، در خزانهٔ ژنی، توالی بین ژنی و تنظیمی بررسی نمی‌شوند ولی جایگاه هر ژن در هر کروموزوم افراد مختلف بررسی می‌شود.

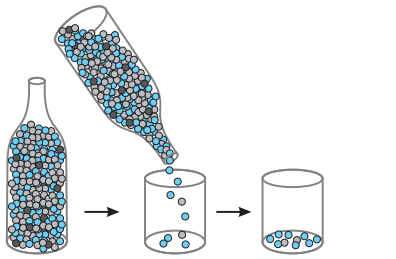
B ۲ ۱

نکته

انتخاب طبیعی باعث **تغییر چهرهٔ جمعیت** می‌شود و در انتها شرایط را برای گونه‌زایی فراهم می‌کند و فراوانی سازگار را زیاد و ناسازگار را کم می‌کند. دقت کنید که انتخاب طبیعی برخلاف جهش، دگره جدیدی در خزانه ایجاد نمی‌کند (*سایر گزینه‌ها از ویژگی‌های انتخاب طبیعی هستند و آن‌ها را به خاطر بسپارید!*).

C ۳ ۲ رانش پدیده‌ای است که در اثر عوامل تصادفی، تعدادی از افراد و دگره‌های جامعه از بین می‌رود. ولی این افراد اگر قبل از رانش به سن بلوغ رسیده باشند و آمیزش کرده باشند، ژن‌های خود را به خزانهٔ ژنی نسل بعد منتقل کرده‌اند. از طرفی ممکن است افراد دیگر جامعه آن ژن‌ها را به صورت نهفته در خود داشته باشند (نادرستی گزینهٔ (۲)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در اثر رانش گاه ممکن است افرادی که ژن‌های سازگارتری داشته‌اند نیز از بین بروند، پس بهتر است به دگره‌هایی که پس از رانش باقی مانده‌اند، دگره‌های خوش‌شانس‌تر بگوییم. / گزینهٔ (۳): رانش فراوانی دگره‌ها را به‌طور تصادفی تغییر می‌دهد که این موضوع به سازش یا ناسازگاری آن‌ها یا اثر انتخاب طبیعی ربطی ندارد. / گزینهٔ (۴): همواره جمعیتی که تحت تأثیر رانش از بین نمی‌روند را جمعیت **برجای مانده** گویند که نسل بعد بیشتر شبیه آن‌ها می‌شوند چون از خزانهٔ ژنتیکی آن‌ها ایجاد شده‌اند.



نکته

وقتی رانشی بزرگ در یک جمعیت رخ می‌دهد، جمعیت برجای مانده، پس از مدتی شروع به آمیزش و ایجاد نسل بعد می‌کنند. دقت کنید که خزانهٔ ژنی نسل بعد، بسیار شبیه به جمعیت برجای مانده می‌باشد.

B ۴ ۱ فقط عبارت (ج) صحیح است. **انتخاب طبیعی**، یکی از عوامل بر هم زنندهٔ تعادل ژنی جامعه می‌باشد **که با انتخاب کردن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و گوناگونی در جامعه را کاهش می‌دهد**. انتخاب طبیعی سبب تغییر در خزانهٔ ژنی نسل بعد می‌شود چون فراوانی افراد سازگار و دگره‌های آن‌ها را زیاد می‌کند. (*طبق متن کتاب درسی، با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و گوناگونی جامعه کاهش می‌یابد.*)

◀ (الف) در مورد جهش و شارش، (ب) در مورد هر عاملی به‌جز انتخاب طبیعی و (د) در مورد نوترکیبی و چلیپایی شدن صحیح می‌باشد.

B ۵ ۲

نکته

جهش، مادهٔ خام و منشأ تنوع در افراد جمعیت می‌باشد و تا جهش صورت نگیرد و تنوع ایجاد نشود، انتخاب طبیعی رخ نمی‌دهد. جهش فرایندی تصادفی و دائمی است و هدفمند رخ نمی‌دهد (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۳)). اگر جهش دوطرفه باشد، مثلاً تعداد جهش $A \rightarrow a$ با جهش $a \rightarrow A$ برابر باشد، فراوانی دگره‌ها را به هم نمی‌زند (نادرستی گزینهٔ (۱)). جهش به تنهایی اگر رخ دهد، در صورتی که سایر عوامل تغییردهنده جمعیت وجود نداشته باشد، مدت بسیار طولانی لازم است تا باعث تغییر در فراوانی دگره‌ها شود (نادرستی گزینهٔ (۴)).

C ۶ ۳

نکته

در این سؤال دقت کنید که در گزینهٔ (۱) دگره‌های این گامت همگی از اول روی یک فام‌تن بوده‌اند و در صورت عدم یا ایجاد فرایند چلیپایی شدن ایجاد می‌شوند. در گزینهٔ (۲) قسمت Aa که در یک گامت دگره می‌آید یعنی جهش حذف و مضاعف‌شدگی رخ داده است و قسمت DM آن از اول روی یک فام‌تن بوده است ولی در گزینهٔ (۳) و (۴) با اینکه دگره b با جهش می‌آید ولی قسمت DN در آن گامت **حتماً با چلیپایی شدن** ایجاد می‌شود.

B ۷ ۴ کم‌خونی داسی‌شکل نوعی بیماری اتوزومی نهفته می‌باشد که در اثر جهش جانشینی در یک جفت نوکلئوتید و تغییر در یک آمینواسید از یک نوع رشتهٔ پلی‌پپتید آن‌ها، به این بیماری ارثی مبتلا شده‌اند. برای بررسی نکات این بیماری در نواحی عادی و مالاریاخیز، جدول زیر را مطالعه کنید:

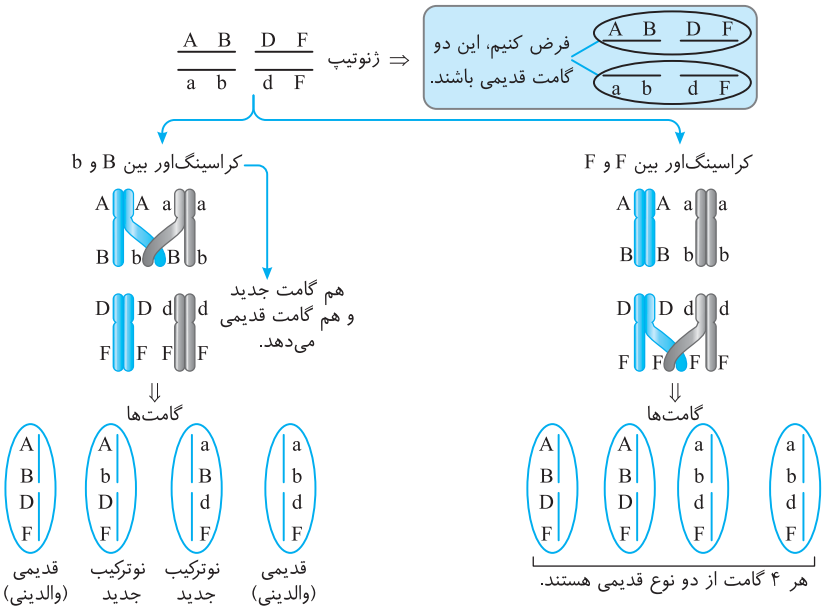
انواع ژن‌نمود بیماری کم‌خونی داسی‌شکل	رخ‌نمود	در محیط عادی	در محیط دارای اکسیژن کم	در محیط مالاریاخیز
Hb^AHb^A	سالم خالص	زنده هستند (*گویچهٔ قرمز کروی*)	زنده هستند (*گویچهٔ قرمز کروی*)	اگر مالاریا بگیرند، مقاومتی ندارند و معمولاً در **اثر مالاریا** می‌میرند.
Hb^AHb^S	سالم ناقل	زنده هستند (*گویچهٔ قرمز کروی دارند.*)	برخی گویچه‌های آن‌ها داسی شده و کمی مشکل دارند.	اگر آلوده به عامل مالاریا شوند، گویچهٔ دارای انگل آن‌ها داسی شده و در حقیقت بیماری مالاریا نمی‌گیرند. این افراد مقاوم به مالاریا هستند.
Hb^SHb^S	بیمار	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند.	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند.	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند ولی به مالاریا مقاوم هستند.

B ۸ ۳

نکته

در گیاهان و جانورانی مثل زنبور عسل نر، گامت آن‌ها محصول میتوز می‌باشد. در این جانداران گامت در اثر میتوز ایجاد می‌شود و ترکیب جدید در آن‌ها فقط در اثر جهش می‌تواند ایجاد شود (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)).

در جانوران (*به‌جز زنبور نر*) و سایر گروه‌هایی که گامت را در اثر تقسیم میوز ایجاد می‌کنند، در اثر نوترکیبی، چلیپایی شدن و نحوهٔ قرارگیری دگره‌ها در متافاز ۱، گامت‌هایی با ترکیب دگره‌ای و قدیمی و یا جدید ایجاد می‌شوند (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۲)).



B ۹ ۲ جهش با ایجاد دگره جدید، تنوع‌زایی می‌کند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)). از طرفی شانس بیشتر بقای ناخالص‌ها سبب حفظ تنوع دگره‌ها می‌شود. در حالی که نوترکیبی، چلیپایی شدن و آرایش‌های مختلف چهارتایه‌ای در استوای متافاز ۱ از عواملی هستند که بدون ایجاد دگره جدید، فقط با ایجاد ترکیب جدیدی از دگره‌ها، سبب ایجاد و افزایش گامت‌هایی با ترکیب دگره جدید می‌شوند.

B ۱۰ ۲ نوترکیبی در یک فرد یعنی ایجاد **ترکیب دگره‌ای** جدید یک گامت که قبلاً در فرد وجود نداشته است که به طرز قرارگیری چهارتایه‌ها در متافاز میوز ۱ یا عمل چلیپایی شدن بستگی دارد. در این حالت خزانهٔ ژنی غنی‌تر نشده است بلکه در بین صفات مختلف ترکیبات جدیدتری ایجاد شده است.

نکته

دقت کنید که فردی با ژن‌نمود خالص ($AAbbDD\cdots$)، نوترکیبی نمی‌دهد چون فقط یک نوع گامت می‌دهد. (*پس به‌عنوان دقت یادتون باشه چون زیاد ربطی به این سؤال نداشت!*)

A ۵۸۸ ۱ فقط مورد (ب) نادرست است (*به دلیل خیدان*). در سنگواره ماموت‌های منجمد شده یا حشرات موجود در ترشحات رزین‌های گیاهی، **همهٔ** قسمت‌های بدن جاندار را حفظ کرده‌اند.

تله‌های تستی الف) سنگواره بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداران است که در گذشتهٔ **دور** زندگی می‌کرده‌اند. / ج) از زیست یازدهم به یاد دارید که ترکیباتی که در اثر **زخم‌های گیاهی** ترشح می‌شود، گاهی **آنقدر از نظر مقدار، زیاد شده و حجم آن‌ها افزایش می‌یابد** که می‌تواند پس از سخت شدن، حشرهٔ درون خود را به صورت سنگواره کامل دربیاورد. (*یادتون باشه که در اثر زخم‌های گیاهی، ترشح هورمون اتیلن نیز از گیاه افزایش می‌یابد.*) / د) سنگواره معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران مثل استخوان یا اسکلت خارجی می‌باشد.

برو درسنامه درختی ۶۷ بخون

B ۵۸۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. کروکودیل برخلاف دایناسور در حال حاضر وجود دارد. / ب) نادرست است. گل لاله جانور نمی‌باشد. / ج) درست است و خط کتاب است. / د) نادرست است. گربه همانند گل لاله، از گونه‌هایی بوده است که امروزه نیز وجود دارند ولی برخلاف گل گیسو در زمان گذشتهٔ دور وجود نداشته است.

B ۵۹۰ ۲ مطالعهٔ سنگواره‌های مختلف نتایج متفاوتی ایجاد کرده است. با بررسی سنگواره‌ها، دیرینه‌شناسان توانستند عمر و زمان تقریبی پیدایش گونه‌ها را پیدا کنند. مثلاً متوجه شدند که **درخت گیسو** امروزی، شباهت زیادی با سنگواره ۱۷۰ میلیون سال قبل آن دارد ولی در مورد بررسی گربه و گل لاله فهمیدند که این دو گونه جدید می‌باشند و در گذشتهٔ دور زندگی نمی‌کردند (*یعنی علت رد گزینهٔ (۳) عدم قدمت زیاد آن‌هاست*).

◀ در مورد گزینهٔ (۱) فقط باید دقت می‌کردید که دایناسور، نمونهٔ امروزی ندارد.

B ۵۹۱ ۳ از تشریح مقایسه‌ای می‌توانیم هم به قسمت‌های هم‌ساختار به نام اندام **همتا** و هم ساختارهای همکار آنالوگ پی ببریم و شباهت‌ها و تفاوت‌های بین گونه‌ها را پیدا کنیم (رد گزینه‌های (۱) و (۲)). از طرفی می‌توانیم دریابیم که برخی گونه‌ها مثل مهره‌داران، دارای نیای مشترک بوده‌اند و با هم خویشاوند هستند (رد گزینهٔ (۴)). در بررسی تشریح مقایسه‌ای به این نتیجه می‌رسیم که جاندارانی که در گذشتهٔ **نزدیک‌تری** از یک نیای مشترک ایجاد شده‌اند (*مثل شیر کوهی و دهین که هر دو پستاندار هستند*) به هم شبیه‌ترند تا جانداران مثل دلفین و کوسه‌ماهی که نیای مشترک قدیمی‌تری دارند (*البته شیر کوهی و کوسه نیز با هم شباهت‌هایی دارند. در اینجا بحث ما مقایسه‌ای است*) (درستی گزینهٔ (۳)).

درسنامه درختی ۶۷ سنگواره‌ها: مستقیم‌ترین شاهد تغییر گونه

شواهد تغییر گونه‌ها

- **سنگواره‌ها**
  - تعریف: بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداری است که در گذشتهٔ دور زندگی می‌کرده است.
  - **انواع**
    - قسمت‌هایی از بدن: سنگواره **معمولاً** حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران است (*مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی*).
    - تمام بدن
      - ماموت منجمدشده‌ای که همهٔ قسمت‌های بدن آن‌ها، حتی پوست و مو حفظ شده‌اند.
      - حشراتی که در رزین‌های گیاهان به دام افتاده‌اند ← این رزین‌ها در پاسخ به زخم گیاهی و برای محافظت ترشح شده‌اند.
  - **دیرینه‌شناسان**
    - به مطالعهٔ سنگواره‌ها می‌پردازند و قادرند **عمر** یک سنگواره را تعیین کنند.
    - آن‌ها اکنون می‌دانند که در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته‌اند.
    - سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.
  - **انواع آن‌ها از نظر زمان وجود جانداران**
    - ۱) جاندارانی که در گذشته زندگی می‌کرده‌اند و امروز دیگر نیستند، مثل دایناسورها.
    - ۲) جاندارانی که در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند ولی امروز زندگی می‌کنند، مثل گل لاله یا گربه (*گونه‌های جدیدتری هستند*).
    - ۳) گونه‌هایی که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند، مثل درخت گیسو.
    - ۴) شواهد سنگواره‌ای درخت گیسو نشان می‌دهد که گونهٔ این درخت در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است.



«برگ درخت گیسو و سنگوارهٔ آن»

B ۵۹۲ ۳ ساختارهای همتا فارغ از عمل آن‌ها، اساس ساختاری یکسانی دارند (درستی گزینهٔ (۳)) ولی می‌توانند کار متفاوتی داشته باشند و در گونه‌های خویشاوند با نیای مشترک دیده می‌شوند (*مثل دست انسان و بال عقاب*) ولی ساختارهای آنالوگ، دارای **کار یکسان ولی ساختار متفاوت** می‌باشند. ساختارهای آنالوگ نشان دهندهٔ این است که جانداران برای پاسخ به **یک نیاز**، به روش‌های **مختلفی** سازش می‌کنند (نادرستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴)).

C ۵۹۳ ۲ موارد (ب)، (د) و (ه) نادرست می‌باشند.

نکات تشریح مقایسه‌ای جانداران

ایستگاه ۱۹

۱) در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران گونه‌های **مختلف** با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

۲) در مقایسهٔ تشریح، می‌توان متوجه شد که ساختار بدنی **بعضی گونه‌ها** (*مثل اندام حرکتی جلویی مهره‌داران*) از طرح ساختاری مشابهی برخوردار هستند (نادرستی ب).

۳) اندام‌های حرکتی **جلویی** مهره‌داران دارای طرح ساختاری یکسان با شکل و کار متفاوت می‌باشند که به آن‌ها ساختار **همتا** گفته می‌شود. البته برخی ساختارهای همتا می‌توانند پرکار یا کم‌کار باشند (درستی ج).

۴) علت وجود ساختارهای همتا، داشتن نیای مشترک می‌باشد که سایر جانداران از آن‌ها مشتق شده‌اند. به گونه‌های مشتق شده از نیای مشترک، گونه‌های خویشاوند می‌گویند (درستی الف).

۵) ساختارهایی که در بین جانداران، کار یکسانی دارند ولی طرح ساختاری متفاوتی دارند **آنالوگ** می‌گویند، مثل بال پروانه با بال پرنده.

۶) از اندام‌های **همتا** برای رده‌بندی جانداران و قرار دادن جانداران خویشاوند در یک گروه استفاده می‌کنند (نادرستی ه).

۷) ساختارهای آنالوگ نشان می‌دهد که جانداران برای **پاسخ به یک نیاز** (*پرواز*)، به **روش‌های مختلفی** سازش می‌کنند (*بال پروانه و کبوتر*).

۸) تشریح مقایسه‌ای، اندام‌هایی که طی تکامل، کارایی آن‌ها کم شده است یا فاقد کارایی شده است را وستیجیال (*ردپا*) می‌نامد (نادرستی د). مثلاً بقایای پا در لگن مار پیتون وستیجیال است که نشان‌دهندهٔ ردپایی از تکامل و تغییر گونهٔ آن بوده است.

A ۵۹۴ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. اندام‌های **وستیجیال** نشان دهندهٔ **ردپایی** از تغییرات جانداران در گذشته می‌باشند. این اندام‌ها یا کارایی **کمی** دارند و یا با ساختار ساده، ضعیف شده و کوچک خود فاقد کارایی شده‌اند. مثلاً **بقایای پای مار پیتون** نوعی اندام وستیجیال است که حاکی از رابطهٔ آن با سایر مهره‌داران می‌باشد ولی پای سوسمار کارایی زیادی دارد (درستی د).

برو درسنامه درختی ۶۸ بخون

تله‌های تستی در عبارات (الف)، (ب) و (ج) همهٔ اندام‌های به کار برده شده دارای کارایی هستند و کوچک یا ساده نشده‌اند که وستیجیال به حساب بیایند.

A ۵۹۵ ۳ ساختارهای وستیجیال نشان‌دهندهٔ **ردپایی از تغییرات گونه و ارتباط آن‌ها با هم** می‌باشد. این ساختارها مثل بقایای پای مار پیتون در لگن، به صورت ساده، کوچک یا ضعیف شده **با کارایی کم یا فاقد کارایی** می‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۴) و درستی گزینهٔ (۳)).

◄ گزینهٔ (۱) در مورد ساختار همتا و گزینهٔ (۲) معرف ساختار آنالوگ می‌باشد.

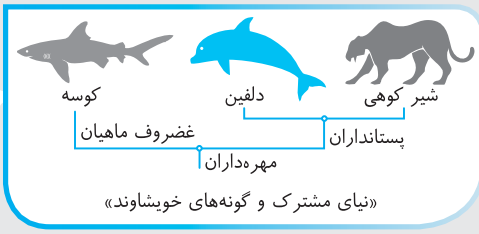
B ۵۹۶ ۱ فقط مورد (الف) نادرست است. برای رده‌بندی از اندام‌های **همتا** استفاده می‌شود.

تله‌های تستی این اندام‌ها ممکن است در یک گونه برای پرواز و در گونهٔ دیگر برای راه رفتن یا شنا کردن تکامل یافته باشند (نادرستی الف) ولی این اندام‌ها بیانگر یک نیای مشترک هستند (درستی ب). ساختار همتا، اساس ساختمانی یکسانی دارند (درستی ج) ولی می‌توانند کارایی داشته یا نداشته باشند که در این صورت یک اندام وستیجیال هستند (درستی د).

درسنامه درختی ۶۸ تشریح مقایسه‌ای: شاهد تغییر گونه

تشریح مقایسه‌ای

- در تشریح مقایسه‌ای، اجزای پیکر جانداران گونه‌های **مختلف** با یکدیگر مقایسه می‌شود.
- نشان می‌دهد که ساختار بدنی **بعضی** گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.
- مقایسهٔ اندام حرکتی **جلویی** در **مهره‌داران** مختلف، از طرح **ساختاری** یکسان حکایت دارد.



«نیای مشترک و گونه‌های خویشاوند»

اندام‌ها یا ساختارهای همتا

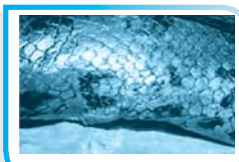
- اندام‌هایی را که **طرح ساختاری** آن‌ها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند.
- مثال‌هایی برای ساختار همتا: دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه
- **نیای** مشترکی دارند، یعنی در گذشته از گونهٔ مشترکی مشتق شده‌اند.
- گونه‌هایی را که نیای مشترکی دارند، گونه‌های **خویشاوند** می‌گویند.
- زیست‌شناسان برای **رده‌بندی** جانداران استفاده می‌کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می‌دهند.
- مثلاً شیر کوهی و دلفین ویژگی‌های شبیه‌تری به هم دارند ولی با کوسه‌ماهی نیز نیای مشترک دارند.

ساختارهای آنالوگ

- ساختارهایی را که **کار یکسان** اما طرح ساختاری **متفاوت** دارند و در رده‌بندی استفاده نمی‌شوند.
- مثال: بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ‌اند
  - هر دو برای **پرواز** کردن‌اند (*کار یکسان*).
  - ساختارهای متفاوتی دارند.
  - برای پاسخ به یک نیاز (*پرواز*) به روش‌های **مختلفی** سازش پیدا کرده‌اند.

ساختارهای وستیجیال (ردپا)

- ساختارهایی که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عدهٔ دیگر، **کوچک** یا **ساده** شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
- این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای وستیجیال می‌نامیم.
- مثال: مار پیتون
  - بقای پا در لگن به صورت وستیجیال موجود است.
  - این ساختار نشان از رابطه‌ای میان آن گونه و دیگر مهره‌داران است.
  - شواهد متعددی نشان می‌دهد که مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده‌اند.
  - با سوسمار خویشاوند است و نیای مشترک به همراه اندام‌های همتا دارند.
- **ردپای** تغییر گونه‌ها هستند.


«بقایای پا در مار پیتون»

B ۵۹۷ ۱ فقط مورد (ج) نادرست است. گاهی بین دو اندام همتا، می‌توان مشاهده کرد که یکی از آن‌ها در گونه‌ای بسیار کارآمد می‌باشد ولی دیگری و در گونهٔ دیگر به دلیل تکامل و سازگاری **کوچک، ساده یا ضعیف شده** است. به این اندام ضعیف شده **وستیجیال** گوییم (نادرستی ج). تا هنگامی که اندامی کارایی مناسبی دارد وستیجیال نیست. اندام وستیجیال نشان دهندهٔ رابطه گونه دارای آن با دیگر گونه‌های دارای نیای مشترک می‌باشد (درستی الف).

نکته

پای سوسمار با بقایای پای مار همتا می‌باشند ولی در سوسمار کارایی بالا دارد و وستیجیال به حساب نمی‌آید، در حالی که در مار یک اندام وستیجیال و فاقد کارایی می‌باشد (درستی د و ب).

A ۵۹۸ ۱ قسمت‌های موجود در اندام جلویی مهره‌داران با هم، همتا یا همولوگ‌اند چون اساس ساختمانی یکسانی دارند (*زند زیرین در این دو گونه وستیجیال نمی‌باشد*). دوستان عزیز این سؤال از بیشتر بدانید طرح نشده است و مفهوم آن مدنظر است!

B ۵۹۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. اندام‌های حرکتی جلویی **مهره‌داران** با هم به صورت همتا یا هم‌ساختار می‌باشند (رد الف و درستی ج) ولی این اندام‌های مخصوص پرواز، بین مهره‌دار و بی‌مهره پروازکننده با هم آنالوگ یا غیر هم‌ساختار هستند (رد ب). در بین بی‌مهرگانی مثل حشرات (*ملخ و پروانه*) اندام‌های پروازی همتا می‌باشند (رد د).

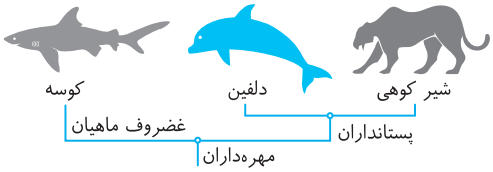
C ۶۰۰ ۳ فقط مورد (ب) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. مطالعات ژنگان‌شناسی مقایسه‌ای، ژن‌های مشترک بین گونه‌های مختلف و یا ژن‌های خاص هر گونه را بررسی می‌کند. / ب) نادرست است. توالی‌های حفظ شده، شامل بخش‌های **مشترک** بین گونه‌های **مختلف** است ولی ویژگی‌های **خاص** هر گونه در **ژن‌های** ویژهٔ آن گونه وجود دارد. / ج) درست است. با مقایسهٔ توالی *DNA* گونه‌های مختلف می‌توان به فاصلهٔ مشتق شدن آن‌ها از نیای مشترک پی برد.

درسنامه درختی ۶۹ مطالعات مولکولی: شاهد تغییر گونه

مطالعات مولکولی

- مقایسهٔ گونه‌ها در تراز **ژنگان** (*ژنوم*) است که ژنگان گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شوند.
- اطلاعات به دست آمده از ژنوم‌شناسی مقایسه‌ای
  - کدام ژن‌ها در بین گونه مشترک‌اند.
  - کدام ژن‌ها ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند.
  - از مقایسهٔ بین دنای جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آن‌ها استفاده می‌شود.
- هرچه دو جاندار شباهت بیشتری بین دنای آن‌ها وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند و می‌توان به تاریخچهٔ تغییر آن‌ها پی برد
  - ژن‌های شیر کوهی و دلفین به هم شبیه‌تر از کوسه‌ماهی می‌باشد.
- توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های **مختلف** دیده می‌شوند، توالی‌های **حفظ شده** می‌نامند.



B ۶۰۱ ـ ۳ مـوارد (ب)، (ج) و (د) نادرسـت می‌باشـند. بـا توجه به اینکه هرچـه دو گونه در گذشـتهٔ نزدیک‌تری نسـبت به هم مشتق شده باشـند، توالی ژن و پروتئین شبیه‌تری دارند، شیر کوهی و دلفین که هر دو پسـتاندار هسـتند، نسبت به کوسه‌ماهی، شـباهت بیشتری به هم دارند (درستی الف و نادرستی ب).

از طرفی سوسـمار و مار نیز هر دو خزنده هسـتند و سیسـتم تکاملی و نیای مشـترک از سوسـمار به سـمت مار دارند و شـباهت آن‌ها به هم بیشـتر از شباهت آن‌ها نسـبت به ماهیان غضروفی یا کوسه‌ماهی می‌باشد (نادرستی ج و د).

A ۶۰۲ ـ ۳ خوب اگر این تسـت را غلط زده‌اید یک‌بار دیگر تعریف سـاختار همتا را بخوانید. می‌دانیم که مثلاً اندام‌های جلویی **مهره‌داران** با هم همتا هسـتند که در گزینهٔ (۳) بال پرنده اسـت و هر دو برای پرواز اسـت، ولی همتا و با سـاختار یکسـان نمی‌باشد چون پروانه **بی‌مهره** است و فاقد ساختار استخوانی می‌باشد ولی به عنوان اندام‌های آنالوگ به حساب می‌آیند.

B ۶۰۳ ـ ۳ بررسی اندام‌های همتا یا آنالوگ، در تشریح مقایسه‌ای صورت می‌گیرد نه مقایسهٔ گونه‌ها در تراز ژنگان!

توجه سایر عبارات صحیح است و از نتایج و بررسی‌هایی است که روی ژنگان گونه‌های مختلف یک اجتماع انجام می‌دهیم.

A ۶۰۴ ـ ۳ جدایی تولیدمثلی اگر بین افراد **یک گونه** اتفاق بیفتد، آنگاه **خزانهٔ ژنی** آن‌ها به عنوان دو جمعیت مجزا، از هم جدا شـده و احتمال تشـکیل گونهٔ جدید فراهم می‌شود، ولی بین دو گونه از ابتدا خزانهٔ ژنی و ژنگان جدا و متفاوت بوده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تعریف ارنسـت مایر در مورد افراد زیسـتا و زایا و آمیزش‌هاسـت که فقط در گونه‌های دارای تولیدمثل **جنسی** کاربرد دارد. / گزینهٔ (۲): جدایی تولیدمثلی مانع از آمیزش برخی افراد **یک گونه** با بعضی دیگر از افراد **همان گونه** می‌شود. / گزینهٔ (۴): منظور از آمیزش موفقیت‌آمیز ایجاد فرزند زیستا و زایا می‌باشد.

درسنامه درختی ۷۰ گونه

گونه‌زایی

نکات

ارنست مایر
- تعریف آن از گونه برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل **جنسی** دارند.
- تعریف از گونه: به جانداراني گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های **زیستا** و **زایا** به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش **موفقیت‌آمیز** داشته باشند.

زیستا: به جانداری گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد.

آمیزش موفقیت‌آمیز: آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر می‌شود.

عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند ← سبب ایجاد دو جمعیت و دو خزانهٔ ژنی جدا از هم می‌شود ← احتمال ایجاد گونهٔ جدید را زیاد می‌کند.

منظور از جدایی تولیدمثلی ← عواملی هستند که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با برخی افراد دیگر همان گونه در جمعیت‌های مختلف می‌شود.

A ۶۰۵ ـ ۲ طبق خط کتاب درسی، اگر میان افراد یک گونه، **جدایی تولیدمثلی** رخ دهد، ابتدا خزانهٔ ژنی آن‌ها از یکدیگر جدا شده و احتمال تشکیل گونهٔ جدید فراهم می‌شود. دقت کنید که تا هنگامی که گونه‌زایی انجام نشود، دو جمعیت یک گونه، ژنوم (ژنگان) یکسانی دارند. (*جدایی تولیدمثلی در یک زیستگاه یا در دو زیستگاه می‌تواند رخ دهد.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت کنید که جدایی جغرافیایی، سبب ایجاد دو خزانهٔ ژنی جدید (*نه ژنوم جدید*) می‌شود. وقتی می‌گوییم ژنوم جدا شده است که دیگر افراد دو جمعیت قدرت یا تمایل آمیزش با هم نداشته باشند ولی خزانهٔ ژنی در اثر شارش دوباره می‌تواند یکی شود. / گزینهٔ (۳): جدایی جغرافیایی به‌طور ناگهانی خزانهٔ ژنی را تغییر می‌دهد ولی به‌طور تدریجی ژنوم و گونه‌زایی می‌کند. / گزینهٔ (۴): جدایی تولیدمثلی در یک زیستگاه نیز رخ می‌دهد.

C ۶۰۶ ـ ۱ موارد (الف) و (د) نادرست می‌باشند.

منظور سـؤال گونه‌زایی **دگرمیهنی** می‌باشـد که رخدادهای زمین‌شناختی و **سدهای جغرافیایی** سـبب جدایی آن‌ها و توقف **شارش** می‌شود ولی رانش همواره می‌تواند در اثر عوامل تصادفی رخ دهد (نادرستی الف).

برای این نوع گونه‌زایی، ابتدا یک جمعیت، به دو قسـمت تبدیل می‌شـود و دارای دو خزانهٔ ژنی متفاوت می‌شـود (درستی ب) و هر قسمت بر حسب عوامل محیطی خود، دارای جهش، انتخاب طبیعی، سـازش و نوترکیبی گامتی می‌شـود تا خزانهٔ ژنی دو قسـمت به تدریج تفاوت‌های بیشـتری پیدا کنند (درسـتی ج). در گونه‌زایی دگرمیهنی، پس از مدتی آنقدر دو جمعیت از نظر رفتار و شـکل ظاهری متفاوت شـده‌اند که در صورت از بین رفتن سـد جغرافیایی باز هم جدایی تولیدمثلی بین آن‌ها وجود دارد و **دو گونه** شده‌اند.

برو درسنامه درختی (۷۱) بخون

نکته
۰۱ اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا می‌شود، اندازهٔ **کوچکی** داشته باشد، اثر **رانش** نیز در آن جمعیت دارای اندازهٔ کوچک نمود پیدا می‌کند (نادرستی د).
۰۲ نوترکیبی باعث حفظ تنوع می‌شود ولی انتخاب طبیعی پس از آن سبب افزایش تفاوت دو جمعیت می‌شود.

B ۶۰۷ ـ ۴ همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

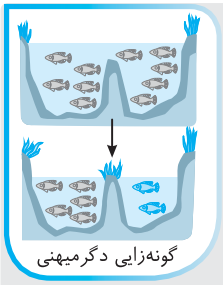
منظور گونه‌زایی **هم‌میهنی** می‌باشد که بدون سدها و جدایی‌های جغرافیایی ایجاد می‌شود (درستی الف).

معمـولاً ایـن گونه‌زایی در اثر اختلال در تقسـیم یاخته‌ای ایجاد شـده (درسـتی ب) کـه در گیاهان، زمینهٔ ایجـاد انواع چندلادی **زیسـتا و زایا** می‌کند که قـادر به آمیزش موفقیت‌آمیز با نیای خود نمی‌باشـد. به همین دلیل گونهٔ پلی‌پلوئید، گونهٔ جدیدی به حسـاب می‌آید (درسـتی ج). در این گونه‌زایی ناگهان گونهٔ جدیدی با خزانه و ژنوم جدید ایجاد می‌شود (درستی د).

برو درسنامه درختی (۷۲) بخون

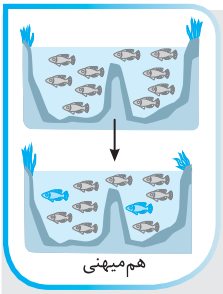
درسنامه درختی ۷۱ — گونه‌زایی دگرمیهنی

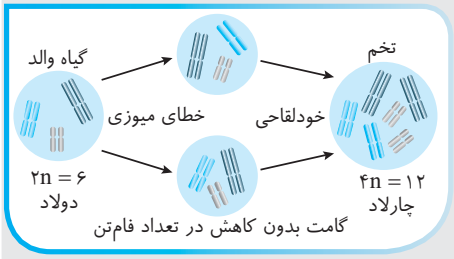
- با جدایی جغرافیایی شروع شده و با جدایی تولیدمثلی ختم می‌شود.
- **ابتدا جدایی جغرافیایی** رخ می‌دهد مانند کوه‌زایی، ایجاد کوه، دره و یا دریاچه ← سبب جدایی تولیدمثلی برخی افراد می‌شود.
- گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین‌شناختی و سدهای جغرافیایی، یک جمعیت به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود.
- ارتباط دو قسمت از جمعیت اولیه قطع می‌شود و **شارش** بین آن‌ها متوقف می‌گردد.
- به تدریج دو جمعیت متفاوت می‌شوند.
- پدیده‌هایی که وقوع آن‌ها در این حالت نیز ادامه دارد:
  - جهش ← ایجاد الل‌های جدید
  - نوترکیبی ← ایجاد ترکیب جدید الل‌ها در گامت‌ها
  - انتخاب طبیعی ← انتخاب افراد سازگارتر با تغییرات محیط
  - رانش ← در صورتی مؤثر است که جمعیت جدا شدهٔ اولیه از سایر افراد، تعداد کم یا اندازهٔ کوچک داشته باشد.
- تفاوت میان دو قسمت **به تدریج** زیاد می‌شود تا جایی که حتی اگر دو جمعیت کنار هم باشند، آمیزشی بین آن‌ها رخ نخواهد داد.
- اگر در حالتی که کنار هم قرار گرفتند به دلیل عواملی مثل تفاوت در زمان تولید، نتوانند با هم آمیزش کنند حالا به آن‌ها دو گونهٔ مختلف گفته می‌شود.
- در بین عوامل تغییر دهندهٔ ساختار ژنی جمعیت ← فقط شارش متوقف می‌شود.


گونه‌زایی دگرمیهنی

درسنامه درختی ۷۲ — گونه‌زایی هم‌میهنی

- در **یک زیستگاه** ابتدا جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه گونهٔ جدیدی حاصل می‌شود.
- جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.
- در این گونه‌زایی نیز جهش، رانش و انتخاب طبیعی نقش دارند.
- مثال: پیدایش گیاهان چندلادی (*پلی‌پلوئیدی*)
- چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که **زیستا** و **زایا** هستند ← ولی در آمیزش با افراد هم‌گونهٔ نیایی خود، زاده‌های زیستا و زایا پدید نمی‌آورند.
- گیاهان چندلادی بر اثر خطای **میوزی** ایجاد می‌شوند.
- مثلاً ایجاد گونهٔ $4n$ که زیستا و زایا باشد:
  - در اثر خطای **میوزی** در گونهٔ نیایی $2n$ ایجاد شده‌اند.
  - یک گونهٔ جدید است.
  - زیستا و زایا می‌باشد.
  - گامت‌های $2n$ و دارای کروموزوم همتا ایجاد می‌کنند.
  - اگر با گونهٔ $2n$ اولیه لقاح کنند ← زادهٔ $3n$ نازا می‌سازند.
  - ممکن است اصلاً با گونهٔ $2n$ اولیه لقاح نکند.
- اگر گامت طبیعی با گامت‌هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی لقاح کند، تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.


هم‌میهنی



C ۶۰۸ ۳ در گونه‌زایی هم‌میهنی، اگر یک گیاه تتراپلوئید بتواند خودلقاحی انجام دهد و یا با گیاه دیگری با همان تعداد فام‌تن دگرلقاحی انجام دهد، گیاه تتراپلوئید زایا به وجود می‌آید، پس اعضای زایای گونهٔ جدید می‌توانند در نتیجهٔ خودلقاحی یا دگرلقاحی ایجاد شده باشند.

برو درسنامه درختی ۷۳ بخون

B ۶۰۹ ۳ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

در اثر جدایی تولیدمثلی، عواملی **مانع آمیزش** بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد **همان گونه** می‌شود.

این امر به تدریج سبب ایجاد دو ژنگان مختلف شده تا گونهٔ جدیدی ایجاد شود. در بین عبارت‌ها (ب) و (د) بین دو گونهٔ مختلف می‌باشند که اصلاً خزانهٔ ژنی و از همه مهم‌تر ژنوم آن‌ها از قبل جدا شده‌اند. عبارت‌های (الف) و (ج) را می‌توان انتخاب کرد چون بین افراد یک گونه، جدایی‌های جغرافیایی یا زمان تولیدمثلی و انتخاب جفت، می‌تواند سبب عدم آمیزش شود تا زمینهٔ گونه‌زایی فراهم شود.

B ۶۱۰ ۳ طی گونه‌زایی دگرمیهنی، با جدایی جغرافیایی، ابتدا دو خزانهٔ ژنی جدید ایجاد شده، در نهایت با پیدایش گونه جدید، دو ژنگان جدید ایجاد می‌شود.

وقتی صحبت از جدایی جغرافیایی می‌شود، منظور گونه‌زایی دگرمیهنی است که فقط شارش از نیروهای تغییر دهندهٔ ساختار ژنی متوقف شده است (نادرستی گزینهٔ (۱)).

این گونه‌زایی به صورت **تدریجی** و در طی **نسل‌های متمادی** رخ می‌دهد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)).

B ۶۱۱ ۴ در هر دو گونه‌زایی، جدایی تولیدمثلی رخ می‌دهد با این تفاوت که در نوع دگرمیهنی به دلیل جدایی جغرافیایی ولی در نوع هم‌میهنی به دلیل ایجاد انواع پلی‌پلوئید ولی در یک زیستگاه صورت می‌گیرد.

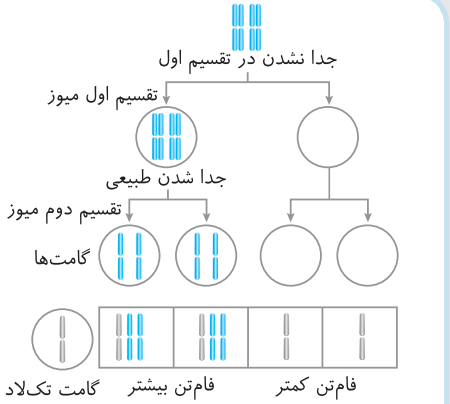
گزینهٔ (۱) و (۳) در مورد گونه‌زایی هم‌میهنی و گزینهٔ (۲) در مورد دگرمیهنی صحیح می‌باشند.

A ۶۱۲ ۳ در اثر بروز خطای میوزی در آنافاز ۱ در گیاهی $2n$، گامت‌های $2n$ حاصل شده‌اند که در اثر آمیزش دو گامت $2n$ یک گیاه تتراپلوئید ($4n$) و زایا حاصل می‌شود. (*این عمل به دلیل جدا نشدن فام‌تن‌ها در آنافاز ۱ بوده است.*)

درسنامه درختی ۷۳ گل مغربی‌ها

آزمایشات هوگو دووری

- با گیاهان گل مغربی $(2n=14)$ کار می‌کرد ← در **هر** مجموعهٔ خود ۷ کروموزوم **غیر**همتا دارند.
- در آمیزش عادی، گامت‌های $n=7$ ایجاد می‌کردند.
- دووری، ابتدا متوجه ایجاد **یک** گل مغربی با **ظاهری** متفاوت شد.
- گیاه جدید با ظاهر متفاوت، چارلاد (*تتراپلوئید*) $(4n)$ بود.
- گیاه جدید به جای ۱۴ فام‌تن، ۲۸ فام‌تن داشت.
- این گیاه در اثر خطای **میوزی** در آنافاز **۱** والدین ایجاد شده بود.
- گامت تولیدکنندهٔ آن‌ها، دو یاختهٔ $2n=14$ بوده است.
- گامت‌های گیاه $4n=28$، از نوع $2n=14$ و واجد کروموزوم‌های **همتا** می‌باشد.
- اگر گامت‌های این گیاه با گامت طبیعی که تک‌لادند (n) آمیزش کنند، تخم $(3n)$ حاصل می‌شود.
- تخم $3n$ نازاست و زادهٔ آن‌ها نمی‌تواند یک گونهٔ جدید به حساب بیاید.
- اگر گیاه چارلاد خودلقاحی کند یا با گیاه مانند خود دگرلقاحی کند، یاختهٔ $4n$ حاصل می‌شود.
- گیاه $4n$ زیستا و زایاست ولی با گیاه $2n$ نمی‌تواند آمیزش موفقیت‌آمیز کند، بنابراین به گونهٔ جدیدی تعلق دارد.



توضیح: اگر طی تولید گامت‌ها در یاختهٔ $2n$، همهٔ کروموزوم‌ها در آنافاز ۱ میوز جدا نشوند، در نهایت دو نوع گامت ایجاد می‌شود:

الف گامت‌هایی بدون کروموزوم هسته‌ای

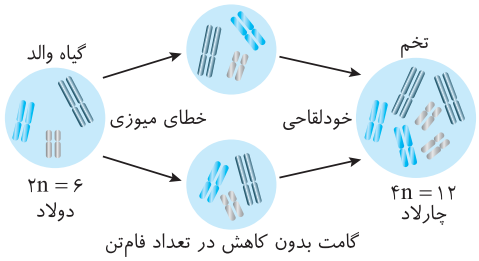
ب گامت‌هایی با تعداد کروموزوم برابر با یاختهٔ اولیهٔ $(2n)$

B ۶۱۳ ۱ در طرح این تست و پاسخ بودن گزینهٔ (۱) آن **تنها هدف من خواندن دقیق کتاب درسی توسط شما بود!!** در کتاب درسی عنوان شده است که هوگو دووری که با گیاهان گل مغربی $2n=14$ کار می‌کرد، متوجه شد که **یکی** (*نه گروهی!*) از گل‌های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه دارد (نادرستی گزینهٔ (۱)). (*بعد در اثر خودلقاحی یا دگرلقاحی بین $4n$ها ممکن است گروهی تتراپلوئید ایجاد شده باشد!*)

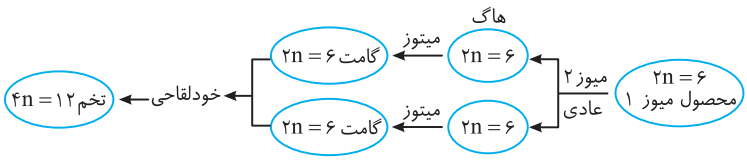
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): تولید اولین گل مغربی‌های $4n$ در اثر خطای میوزی بوده است ولی ازدیاد آن‌ها با خودلقاحی گامت‌های $2n$ آن‌ها یا با دگرلقاحی $4n$ با $4n$ دیگری رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): اگر میوز ۱ گیاه $2n$ دچار جدا نشدن فام‌تن شود ولی میوز ۲ عادی داشته باشد، حاصل نهایی میوز، دو نوع گامت بدون فام‌تن یا دیپلوئید می‌باشد که از خودلقاحی گامت‌های دیپلوئید، گیاه $4n$ ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): دورگهٔ حاصل از آمیزش گیاهان $4n$ با $2n$ از نوع $3n$ نازا می‌باشد که قدرت انجام میوز و ایجاد چهارتایه ندارد.

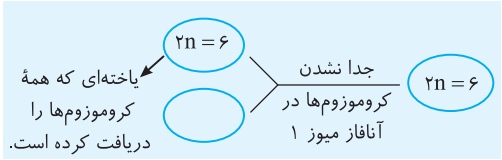
B ۶۱۴ ۲ در شکل روبه‌رو باید دقت کنید که در اثر **خودلقاحی** در یک تقسیم میوز، دو گامت $2n$ ایجاد شده است که لقاح کرده‌اند و نوع $4n$ ایجاد کرده‌اند.

فقط زمانی این حالت رخ می‌دهد که در میوز ۱ جدا نشدن فام‌تن‌ها رخ داده باشد ولی میوز ۲ عادی بوده باشد. ابتدا در میوز ۱، یکی از یاخته‌ها $2n=6$ و یک یاخته خالی از فام‌تن می‌شود.



◄ حالا میوز ۲ عادی که همواره مثل یک تقسیم میتوز است رخ داده و دو یاخته $2n=6$ تک‌کروماتیدی ایجاد شده است. دقت کنید که این یاخته‌های حاصله از میوز در گیاهان، ابتدا هاگ هستند که با میتوز سبب ایجاد گامت (*اسپرم و تخم‌زا*) به صورت $2n=6$ می‌شوند و از خودلقاحی آن‌ها تخم $4n=12$ زیستا و زایا ایجاد می‌شود.





پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۶۱۵ ۲ عبارت‌های (ج) و (د) صحیح نیستند. جانورانی که توانایی بکرزایی دارند، می‌توانند هم با یک والد و هم با دو والد تولیدمثل جنسی انجام دهند. زنبور و مار این قابلیت را دارند اما **زنبور**، چشم مرکب حساس به پرتوهای فرابنفش دارد. در حالی که مار زنگی گیرندهٔ حساس به فروسرخ در زیر هر چشم خود دارد.

تله‌های تستی الف) درست است. می‌توانیم خویشاوندی مار زنگی به سوسمار را بیشتر از خویشاوندی آن با کوسه‌ماهی بدانیم چون هر دو از خزندگان محسوب می‌شوند. / ب) درست است. زنبورهای نر، هاپلوئید (*تک‌لاد*) و زنبورهای ماده، دیپلوئید (*دولاد*) هستند. پس عدد کروموزومی آن‌ها متفاوت از یکدیگر است. / ج) نادرست است. زنبور و پروانه هر دو حشره هستند پس ساختار بال مشابهی دارند و این ساختار، یک ساختار همولوگ است که هم ساختار مشابه و هم کار مشابهی دارد. نمی‌توان انتظار داشت که مسیر تکامل بال در این دو حشره مستقل از یکدیگر باشد. همان‌طور که نمی‌توانیم انتظار داشته باشیم که دست انسان و دست خرس از مسیر تکاملی جداگانه‌ای تشکیل شده باشد. البته ساختار بال حشرات قطعاً با ساختار بال پرندگان متفاوت است اما هر دو برای پاسخ یک نیاز تکامل یافته‌اند.

د) نادرست است. ایجاد آرایش‌های تترادی متنوع در میوز رخ می‌دهد بنابراین مارهای نر و ماده که توانایی میوز دارند، این توانایی را نیز خواهند داشت. دقت کنید که این عبارت در مورد زنبور نر صادق نبود، چون در بدن زنبورهای نر هم که اصلاً میوزی رخ نمی‌دهد بنابراین فقط افرادی که توانایی تولید تخمک دارند (*ملکه‌ها*) می‌توانند آرایش‌های تترادی گوناگون ایجاد کنند.

۶۱۶ ۱ **مهره‌داران**، دارای ساختارهای کبد و کلیه می‌باشند. تنها مورد (الف) از ویژگی مشترک همهٔ ساختارهای وستیجیال در مهره‌داران به شمار می‌رود.

تله‌های تستی الف) درست است. ساختارهای وستیجیال در تشریح مقایسه‌ای در کنار ساختارهای آنالوگ و همولوگ بررسی می‌شوند که خود تشریح مقایسه‌ای در کنار مطالعات مولکولی و بررسی سنگواره‌ها، جزء شواهد تغییر گونه‌ها به شمار می‌رود. / ب) نادرست است. ساختارهای وستیجیال با ساختار همتا برخلاف ساختارهای آنالوگ، طرح ساختاری یکسانی دارند ولی کار آن‌ها می‌تواند مشابه یا متفاوت بوده باشد چون برخی اندام‌های وستیجیال کارایی کمی دارند. / ج) نادرست است. توجه داشته باشید که برخی ساختارهای وستیجیال، **فاقد عملکرد** خاصی هستند و برخی هم ساده یا کوچک شده‌اند. مثلاً بقایای پا در مار پیتون، عملکردی ندارد. (*به‌هرحال هیچ ساختار وستیجیالی، بی‌کارکرد نمی‌باشد.*) / د) نادرست است. ساختارهای وستیجیال لزوماً از اندام‌های حرکتی ایجاد نشده‌اند بلکه کتاب فقط یک مثال از بقایای پای مار آورده است.

۶۱۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د)، عبارت داده شده را به **نادرستی** تکمیل می‌کنند. نوعی گونه‌زایی که با توقف شارش ایجاد می‌شود، گونه‌زایی **دگرمیهنی** است. یعنی بین دو جمعیت تبادل ژنی صورت نمی‌گیرد و پس از گذشت نسل‌ها، تفاوت‌هایی میان دو جمعیت ایجاد می‌شود که این دو دیگر قادر به تولیدمثل جنسی با یکدیگر نیستند. گونه‌زایی‌ای که در گل مغربی رخ می‌دهد، **هم‌میهنی** است. یعنی در اثر اشتباه میوزی، گل‌های پلی‌پلوئید ایجاد می‌شوند.

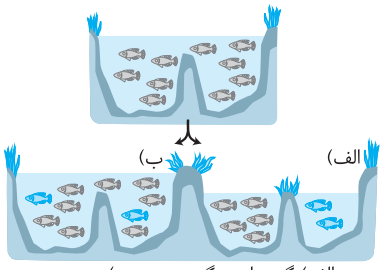
تله‌های تستی الف) نادرست است. در گونه‌زایی هم‌میهنی نیازی به جدایی تولیدمثلی در آغاز کار نیست. بلکه جدایی تولیدمثلی در اثر تغییر گونه و به صورت خودکار در انتها ایجاد می‌شود. / ب) نادرست است. جهش یک فرایند توقف‌ناپذیری است که در هر جمعیتی می‌تواند رخ دهد. / ج) درست است. در گونه‌زایی دگرمیهنی، با قطع شارش، دو جمعیت ایجاد می‌شود که معمولاً از نظر خزانهٔ ژنی مشابه نمی‌باشند. در گونه‌زایی هم‌میهنی هم مجموع تمام دگره‌های موجود در تمام جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت که از آن به نام خزانهٔ ژن یاد می‌شود، بین دو جمعیت، متفاوت خواهد بود چون جمعیت جدید، حجم بسیار اندکی در برابر جمعیت پیشین دارد. / د) نادرست است. گونه‌زایی هم‌میهنی برخلاف نوع دگرمیهنی، **ناگهانی** است.

۶۱۸ ۲ موارد (الف) و (د)، عبارت داده شده را به درستی تکمیل می‌کنند. **باهم ماندن**، در یک یا چند کروموزوم رخ می‌دهد که مثلاً می‌تواند موجب ایجاد نشانگان داون شود ولی جدا نشدن فام‌تن‌ها باعث پلی‌پلوئیدی شدن (*مثلاً در گونه‌زایی گل مغربی*) می‌شود و تعداد مجموعهٔ کروموزومی در یاختهٔ حاصله عوض می‌شود چون برخلاف باهم ماندن، در جدا نشدن فام‌تن‌ها، همهٔ کروموزوم‌ها از هم جدا نمی‌شوند و وارد یک یاخته می‌شوند.

تله‌های تستی الف) درست است. مورد اول برخلاف مورد دوم نمی‌تواند موجب گونه‌زایی شود چون برای گونه‌زایی مثلاً همانند ایجاد گل مغربی $4n$، باید تمام کروموزوم‌ها با هم بمانند. / ب) نادرست است. تعداد ژن‌های یاخته‌های حاصل در هر دو حالت، متفاوت از یاختهٔ اولیه خواهد بود زیرا تعداد کروموزوم‌ها فرق کرده است و ژن‌ها هم بر روی کروموزوم‌ها قرار دارند. / ج) نادرست است. اشتباهات تقسیم می‌توانند به شکلی باشند که اصلاً توانایی تولید یاختهٔ تخم را نداشته باشند و در ایجاد نسل بعد دخیل نباشند. از طرفی این اشکالات می‌تواند در تقسیم میتوز هم رخ دهد. / د) درست است. جهش تغییر در چارچوب یک جهش کوچک است که قابل رهگیری در کاریوتیپ نیست اما جهش‌های عددی کروموزوم‌ها به راحتی در کاریوتیپ آشکار می‌شوند. هردوی جهش‌های مدنظر صورت سؤال، از نوع جهش‌های عددی فام‌تنی هستند.

۶۱۹ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. با توجه به اینکه شرط تمایز دو گونه این است که قابلیت تولید فرزندی **زیستا و زایا** نداشته باشند، هنگامی که گونه‌زایی رخ داده باشد، نباید بتوانیم بین این دو جمعیت، تولیدمثل موفق و مداومی داشته باشیم. البته در مثال گل مغربی می‌بینیم که زاده‌ای زیستا در اثر تولیدمثل جنسی دو گونه ایجاد می‌شود اما شرط زایا بودن را ندارد. / ب) نادرست است. توجه کنید که شارش بین دو جمعیت، شباهت بین آن‌ها را زیاد می‌کند اما در هنگام گونه‌زایی، قطع شارش موجب ایجاد تغییر نمی‌شود بلکه تغییر بر عهدهٔ جهش است. / ج) درست است. ایجاد گونهٔ جدید با جهش رخ خواهد داد. در گونه‌زایی هم‌میهنی، یک جهش باعث تفاوت عدد کروموزومی یاخته‌ها می‌شود و گاهی همین، برای ایجاد گونهٔ جدید کافیست. اما در گونه‌زایی دگرمیهنی، تعدد جهش‌ها مورد نیاز است و اگر تبادل ژنی (*شرش*) میان دو جمعیت وجود نداشته باشد، احتمالاً پس از گذشت نسل‌ها، گونه‌ای جدید داشته باشیم. / د) نادرست است. ماهی‌ها مهره‌دارانی بالغ با قلب دوحفره‌ای هستند. در شکل کتاب درسی می‌بینید که برای ماهی‌های یک بوم‌سازگان، هر دو حالتِ گونه‌زایی، قابلیت وقوع داشته است.



«الف) گونه‌زایی دگرمیهنی و ب) هم‌میهنی»

۶۲۰ ۴ تمام موارد داده شده، عبارت را به اشتباه تکمیل می‌کنند. در اثر آمیزش گیاه گل مغربی دیپلوئید و تتراپلوئید، گل مغربی سه‌لاد تشکیل خواهد شد که زایا ولی نازیستا است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. برای تشکیل گیاه، نیاز به تکمیل مراحل رشد و نمو رویان است. چگونه بدون رشد رویان می‌توانیم گیاه داشته باشیم؟ در سال یازدهم خواندیم که در این صورت مثلاً در موزها، میوهٔ بی‌دانه حاصل می‌شود که $3n$ کروموزومی است ولی گیاه $3n$ با این روش ایجاد نمی‌شود. / ب) نادرست است. گامت گیاهان گل‌دار در انتهای تقسیم میوز ایجاد نمی‌شود بلکه تقسیم ایجادکنندهٔ گامت، میتوز است. / ج) نادرست است. اگر گیاه دهندهٔ اسپرم، گیاه $4n$ بوده باشد، اسپرم‌ها $2n$ هستند. در این صورت چون تخم‌زا گیاه $2n$ تأمین می‌شود، تخم‌زا هاپلوئید و یاختهٔ دوهسته‌ای دیپلوئید خواهد شد. پس از لقاح اسپرم $2n$ با یاختهٔ دوهسته‌ای $2n$، تخم ضمیمه و آندوسپرم $4n$ نیز ایجاد می‌شود که مشابه یک والد بوده است. / د) نادرست است. اگر گامت ماده دیپلوئید باشد (*والد ماده تتراپلوئید بوده باشد*)، یاختهٔ دوهسته‌ای، چهار مجموعهٔ کروموزومی خواهد داشت که با برخورد به یک مجموعه فام‌تن گامت نر، یک یاختهٔ تخم ضمیمه با پنج مجموعه کروموزومی تشکیل می‌شود.

۶۲۱ ۱ موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

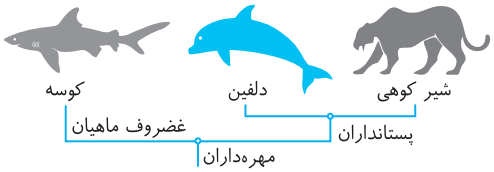
هرچه دو گونه در گذشتهٔ **نزدیک‌تری** از یک نیای مشترک مشتق شده باشند، ویژگی‌های **شبیه‌تری** دارند و اندام‌های همتا با ساختار مشابه‌تری دارند. این گونه‌ها توالی‌های حفظ شدهٔ مشترک بیشتری دارند و دارای رابطهٔ خویشاوندی نزدیک‌تری می‌باشند (درستی ب و نادرستی الف). در این گونه‌ها ممکن است مثل مار و سوسمار، در برخی اندام‌های همتا، اندامی وستیجیال مثل بقایای پای مار ایجاد شود (درستی د).

نکته

اندام‌های آنالوگ در مورد جاندارانی بسیار متفاوت مثل بال در پروانهٔ بی‌مهره با بال در کبوتر مهره‌دار دیده می‌شوند که رابطهٔ خویشاوندی ندارند یا آنقدر نیای دوری دارند که فاقد ساختار همتا می‌باشند (درستی ج).

۶۲۲ ۲ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. بالهٔ دلفین و بال کبوتر، اندام‌های همتا و هم‌ساختار می‌باشند. ولی سازش با ساختار متفاوت برای پاسخ **به یک نیاز** مربوط به تکامل اندام‌های **آنالوگ** می‌باشد. / ب) نادرست است. برای رده‌بندی جانداران از مقایسهٔ ساختارهای **همتا** استفاده می‌کنند ولی بال پروانه که جانور بی‌مهره است، نسبت به بال کلاغ که مهره‌دار است، اندامی **آنالوگ** به حساب می‌آید. / ج) نادرست است. تشریح مقایسه‌ای **علاوه بر** آشکار کردن خویشاوندی گونه‌ها، اطلاعات دیگری مثل اندام‌های وستیجیال در ردپای تغییر گونه‌ها نیز به محققین می‌دهد. / د) نادرست است. در سیستم تکاملی روبه‌رو مشاهده می‌کنید که کوسه‌ماهی و دلفین، یکی ماهی غضروفی و دیگری پستاندار است که هر دو مهره‌دار بوده و نیای مشترک دارند ولی نیای مشترک آن‌ها به گذشتهٔ دور و به اولین مهره‌داران برمی‌گردد. *(دلفین با سایر پستانداران نیای مشترک نزدیک دارد. نباید گول محل زندگی آن‌ها و شنا کردن آن‌ها در دریا را بخورید!!)*



۶۲۳ ۱ استخوان بازو که اتصال دهندهٔ اندام جلویی به تنه می‌باشد، استخوانی دراز است که تنهٔ آن در بالغین حاوی مغز **زرد** می‌شود (دلیل انتخاب گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): درست است. در استخوان‌های مختلف، تیغه‌های کلسیمی در مادهٔ زمینه‌ای این بافت پیوندی وجود دارد. / گزینهٔ (۳): درست است. اندام‌های جلویی مهره‌داران با هم همتا یا هم‌ساختار می‌باشند ولی آنالوگ نمی‌باشند چون در برخی گونه‌ها کار متفاوت دارند. / گزینهٔ (۴): درست است. این اندام‌ها در برخی گونه‌ها مثل بالهٔ دلفین، برای شنا کردن و در برخی مثل بال پرندگان برای پرواز به کار می‌روند.

۶۲۴ ۲ دلفین و شیر کوهی هر دو به علت داشتن نیای مشترک در یک گروه قرار می‌گیرند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بال کبوتر و بال پروانه **آنالوگ‌اند**، نه همتا. / گزینهٔ (۳): گل لاله جزء جانداران **جدید** است. درخت گیسو ۱۷۰ میلیون سال زندگی کرده است. / گزینهٔ (۴): **بقایای** پا در لگن مار پیتون به صورت **وستیجیال** موجود **است**.

۶۲۵ ۳ بال کلاغ و بال پروانهٔ مونارک مربوط به ساختارهای آنالوگ می‌باشند و اندام‌های جلویی دلفین و شیر کوهی مربوط به ساختارهای همتا می‌باشند. ساختارهای همتا و آنالوگ بخشی از تشریح مقایسه‌ای هستند. تشریح مقایسه‌ای خویشاوندی گونه‌ها را آشکار می‌کند *(حتماً به QR Code گوش دهید!)*.

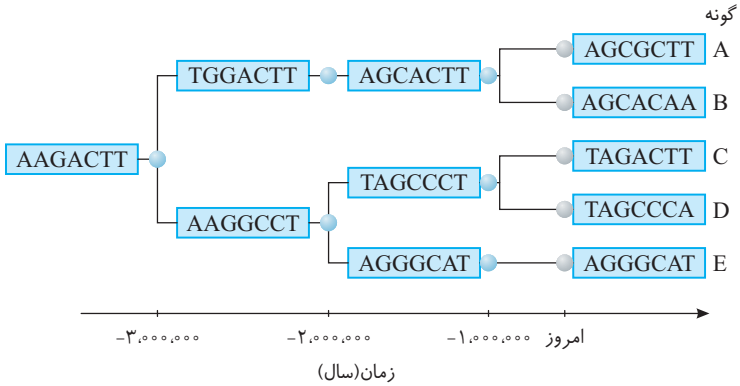
۶۲۶ ۱ فقط مورد (ج) نادرست است. در سیر تکاملی مهره‌داران، دلفین و شیر کوهی چون هر دو پستاندار هستند ژن‌های شبیه‌تری نسبت به کوسه‌ماهی دارند *(نباید گول شنا کردن دلفین و کوسه‌ماهی را بخورید!!)*.

تله‌های تستی الف) نیای مشترک همانند گونه‌هایی که از آن مشتق شده‌اند، دارای ساختارهای همتای متعددی می‌باشد. / ب) وجود نیای مشترک را هم با مقایسه تشریح و هم با مقایسه ژنگان‌شناسی چند گونه می‌توان ثابت کرد. / د) یک **اجتماع** زیستی از چند جمعیت با **گونه‌های مختلف** ایجاد شده است، پس می‌توان بین آن‌ها مقایسهٔ تشریح یا ژنی انجام داد ولی یک جمعیت حاوی افراد **یک گونه** می‌باشند که ژنوم و تشریح مشابهی دارند.

۶۲۷ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. این شکل، نشان می‌دهد که همهٔ گونه‌های A تا E دارای یک نیای مشترک بوده‌اند ولی شباهت گونه‌های A و B یا C و D به هم بیشتر از سایر گونه‌هاست چون در گذشتهٔ نزدیک‌تری از یک نیای مشترک مشتق شده‌اند (نادرستی الف).

از طرفی گونهٔ A از نظر نیای مشترک با سایر گونه‌ها به‌جز B از یک جای نمودار مشتق شده‌اند که قدیمی می‌باشد (نادرستی ب و درستی ج).

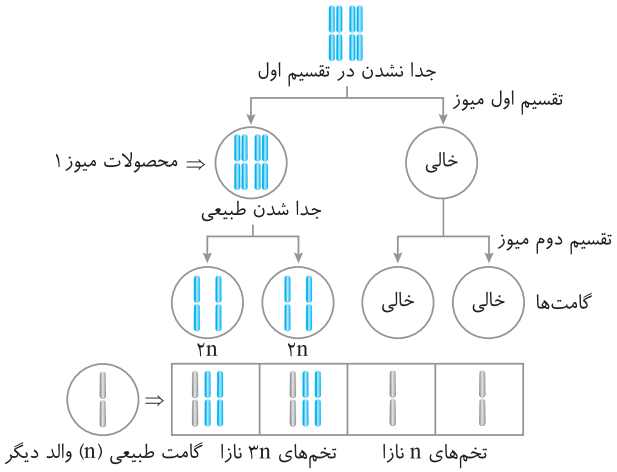
در آخر برای بررسی عبارت (د) می‌توانید به توالی‌های حفظ شدهٔ آن‌ها دقت کنید و گزینه را رد کنید. *(بین A و C، سه توالی مشترک ولی بین B و E چهار توالی مشترک وجود دارد.)*



۶۲۸ ۳ گل مغربی با خطای میوزی در آنافاز، پلی‌پلوئید شد، چون گامت‌های دیپلوئید ایجاد شده در اثر خودلقاحی، گیاه $4n$ را ایجاد کردند. به علت درستی بقیهٔ گزینه‌ها توجه کنید: برای صحت گزینهٔ (۱) می‌توان گیاهان گل مغربی را مثال زد که گیاهان تتراپلوئیدی بدون نیاز به هیچ‌گونه سد جغرافیایی ایجاد شدند و در مورد گزینهٔ (۲) گیاهان حاصل از آمیزش دو گونهٔ مختلف، به جای دو دست فام‌تن همتا، یک دست فام‌تن از هر گونه دارند که در هنگام میوز خوب با هم جفت نمی‌شوند و چهارتایه تشکیل نمی‌دهند و این گیاهان غالباً نازا می‌باشند و در مورد گزینهٔ (۴) هم دقت کنید که جدایی تولیدمثلی می‌تواند سبب عدم آمیزش بین گونه‌های مختلف شود.

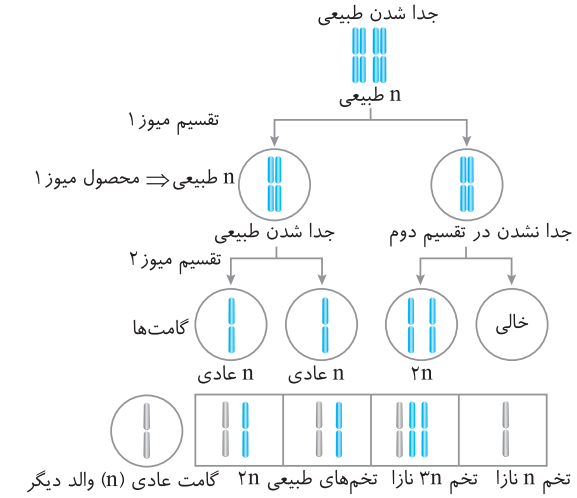
۶۲۹ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند. *(این سؤال آموزش بسیار بالایی مانند یک کلاس درس برای شما دارد.)*

تله‌های تستی الف) درست است. اگر در یک والد، گامت‌ها به صورت طبیعی هاپلوئید باشند ولی در والد دوم، جدا نشدن فام‌تن‌ها، فقط در میوز ۱ رخ دهد، والد دوم، دارای دو گامت خالی و دو گامت دیپلوئید خواهد شد. حال با آمیزش گامت‌های این دو والد همان‌طور که در شکل می‌بینید، افراد $3n$ (*تریپلوئید*) یا هاپلوئید ایجاد می‌شوند که قدرت ایجاد چهارتایه ندارند و میوز نمی‌دهند به همین دلیل نازا هستند.



ب) درست است. اگر یک والد گامت‌های هاپلوئید طبیعی ایجاد کند در حالی که والد دیگر، میوز ۱ عادی را انجام داده ولی یک یاخته در میوز ۲ آن دچار جدا نشدن فام‌تن‌ها شود، والد دوم در نهایت دو گامت عادی هاپلوئید، یک گامت خالی و یک گامت دیپلوئید خواهد داشت. حالا در صورت لقاح این سه نوع گامت با گامت طبیعی هاپلوئید والد اول، احتمال ایجاد دو تخم $2n$ طبیعی، یک تخم هاپلوئید نازا و یک تخم تریپلوئید نازا وجود دارد.

ج) درست است. گل مغربی‌های دیپلوئید در حالت عادی گامت هاپلوئید دارند. گل مغربی‌های تتراپلوئید نیز در حالت عادی، حاوی گامت‌های دیپلوئید می‌باشند. اگر لقاح بین گامت‌های عادی هاپلوئید و دیپلوئید این دو گونه رخ دهد، تخم‌های تریپلوئید نازای دورگه ایجاد می‌شوند.



نکته واژهٔ دورگه وقتی به جانداری اطلاق می‌شود که والدین آن از دو گونهٔ مختلف باشند. *(پس خود دورگه‌ها وقتی که زاده‌های زیستا و زایا ایجاد نکنند به عنوان گونهٔ جدیدی به حساب نمی‌آید.)*

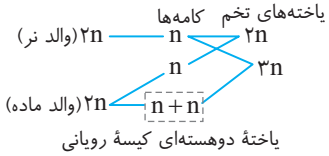
د) نادرست است. دقت کنید که دورگه‌ها، گونهٔ جدیدی نیستند. بلکه از دو گونهٔ مختلف ایجاد شده‌اند که گاهی در اثر خطای میوزی در آن‌ها، گونهٔ جدید با تعداد فام‌تن بیشتر ایجاد می‌شود.

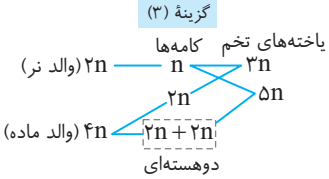
۶۳۰ ۱ گل مغربی تتراپلوئید، $4n=28$ است یعنی هر مجموعه آن عدد کروموزومی $n=7$ داشته است. این گیاه چهار مجموعهٔ فام‌تنی دارد. در مقابل گل مغربی تریپلوئید $3n=21$ بوده که هر مجموعهٔ آن $n=7$، با ۷ فام‌تن غیرهمتا می‌باشد یعنی در هر نوع گیاه گل مغربی، در هر مجموعه ۷ فام‌تن وجود دارد. گل مغربی تتراپلوئید، همانند تریپلوئید و دیپلوئید، زیستا می‌باشد ولی گونه متفاوتی با نوع دیپلوئید دارد.

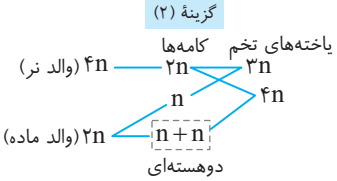
۶۳۱ ۴ هیچ‌یک از موارد، از ویژگی‌های مشترک عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل نیست. جهش، انتخاب طبیعی، رانش دگره‌ای، شارش ژنی و آمیزش غیرتصادفی موجب بر هم خوردن تعادل در جمعیت می‌شوند.

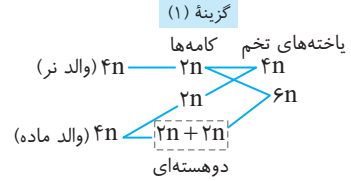
تله‌های تستی الف) در گونه‌زایی دگرمیهنی ابتدا یک سد جغرافیایی ایجاد می‌شود تا یک جمعیت را به دو جمعیت تبدیل نماید. در این حالت شارش ژن بین دو جمعیت قطع می‌شود و در نتیجه این عامل دیگر نمی‌تواند در ایجاد گونهٔ جدید دخالت داشته باشد. / ب) در بین عوامل تغییر دهندهٔ جمعیت از حالت تعادل، عاملی مثل آمیزش‌های غیرتصادفی می‌تواند فراوانی **ژن‌نمودها** را تغییر دهد. / ج) جهش و شارش ژن می‌توانند موجب افزایش **تنوع** دگره‌ها در خزانهٔ ژنی جمعیت شوند. / د) رانش دگره‌ای و جهش، پدیده‌های تصادفی هستند و وقوع آن‌ها ارتباطی به ژن‌نمود یا رخ‌نمود افراد ندارد.

۶۳۲ B گیاهان مورد مطالعه هوگو دووری، گیاهان گل مغربی تتراپلوئید و دیپلوئید هستند که لقاح مضاعف با ایجاد تخم اصلی و ضمیمه دارند. از آمیزش بین این گیاهان خواهیم داشت:









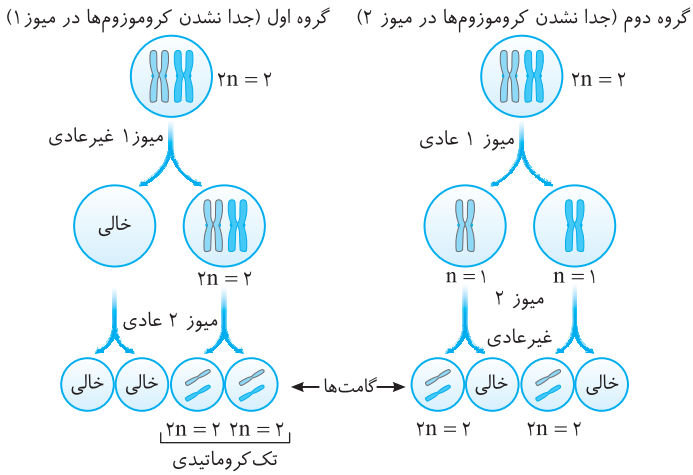
۶۳۳ ۴ فقط عبارت (ج) درست است. در همه نوع گونه‌زایی جلوی رانش و انتخاب طبیعی را نمی‌توان گرفت (درستی ج).

- عبارت (الف) نادرست است چون، در صورت شیوع مالاریا، شانس بقای ناخالص‌ها با منطقه عادی فردی نمی‌کند ولی **فراوانی** آن‌ها زیاد می‌شود.
- عبارت (ب) نادرست است چون، نوترکیبی برخلاف شارش در گونه‌زایی دگرمیهنی متوقف نمی‌شود.
- عبارت (د) نادرست است چون، چلیپایی شدن **ترکیب جدیدی** از دگره‌ها در گامت ایجاد می‌کند نه اینکه دگره جدید ایجاد کند *(دگره جدید محصول جهش است)*.

۶۳۴ ۳

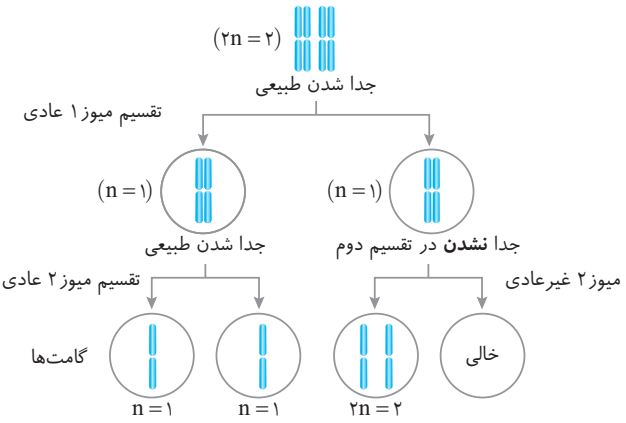
دقت کنید که در این جمعیت دو نوع افراد مد نظر هستند.
- گروه ۱ ← اشکال در میوز ۱ ← گامت‌های دیپلوئید و خالی دارند.
- گروه ۲ ← اشکال در میوز ۱ و ۲ ← ایجاد گامت‌های دیپلوئید و خالی دارند.

از آمیزش گامت‌ها چند حالت می‌تواند رخ دهد: الف) آمیزش گامت‌های خالی از فامتن ← ایجاد تخم‌های خالی از فامتن هسته‌ای که فقط در میتوکندری یا کلروپلاست خود DNA یا ژنگان حلقوی دارند (درستی گزینهٔ (۳)). / ب) آمیزش بین گامت‌های $2n$ با $2n$ ← ایجاد تخم‌های $4n$ زیستا و زایا (نادرستی گزینهٔ (۲)). / ج) آمیزش بین گامت‌های $2n$ با گامت‌های فاقد هسته (خالی) ← ایجاد تخم‌های $2n$ طبیعی زیستا و زایا (نادرستی گزینهٔ (۱)). / د) امکان ایجاد تخم تریپلوئید بین گامت‌های آن‌ها وجود ندارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).



۶۳۵ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

اگر در گیاهی که دیپلوئید است میوز ۱ عادی رخ دهد ولی یکی از یاخته‌های میوز ۱، در انجام میوز ۲ خود دچار جدا نشدن فامتن‌ها شود، یک گامت خالی، یک گامت دیپلوئید و دو گامت هاپلوئید می‌تواند مانند شکل زیر ایجاد کند.



حال در صورت **خودلقاحی** انواع حالات زیر در تخم رخ می‌دهد ⇐ دقت کنید که در این خودلقاحی، امکان ندارد تخم **تتراپلوئید** ایجاد شود چون فقط یک **گامت دیپلوئید** وجود دارد. (دقت کنید که در سؤال خودلقاحی را بین گامت‌های همین یک تقسیم در نظر گرفته است نه اینکه گامت $2n$ این تقسیم با گامت $2n$ تقسیم نادرست دیگری لقاح کند و جاندار $4n$ بزند.)

۱) لقاح دو گامت هاپلوئید عادی ← تخم دیپلوئید ایجاد می‌شود. (پس عبارت (الف) رد می‌شود.)

۲) لقاح گامت هاپلوئید با گامت خالی از فامتن ← تخم هاپلوئید ایجاد می‌شود. (پس عبارت (ج) صحیح می‌باشد.)

۳) لقاح گامت هاپلوئید با دیپلوئید ← تخم تری‌پلوئید ایجاد می‌شود. (پس عبارت (ب) رد می‌شود.)

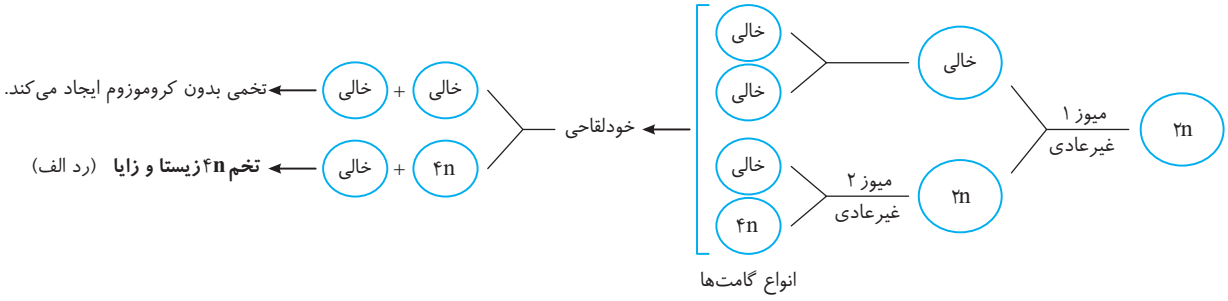
۴) لقاح گامت دیپلوئید با خالی ← تخم دیپلوئید ایجاد می‌شود. (پس عبارت (الف) باز هم رد می‌شود.)

۶۳۶ B ۱ انتخاب طبیعی باعث به هم خوردن تعادل می‌شود و در واقع باعث تغییر فراوانی دگره‌ها می‌شود ولی آمیزش‌های تصادفی تغییری در الل‌ها و ژن‌نمودها ایجاد نمی‌کند.

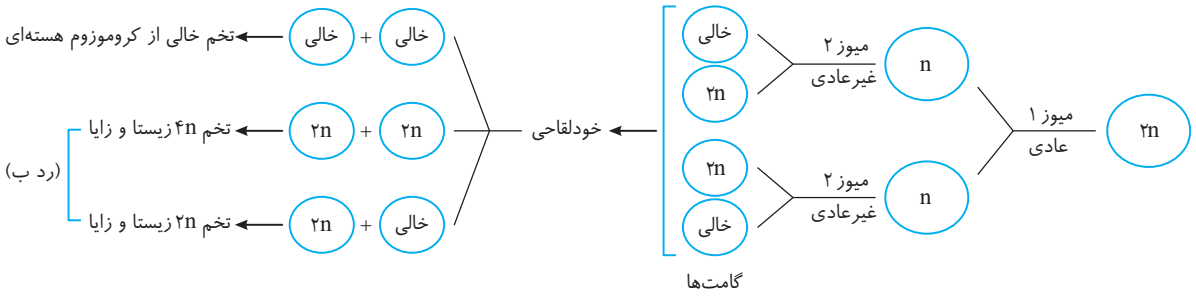
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): دقت کنید اگر جهش در ژنگان میتوکندری یاختهٔ اسپرم رخ دهد، به فرزندان منتقل نمی‌شود (از طرفی ممکن است این گامت در لقاح شرکت نکند). / گزینهٔ (۳): در خون انسان، یاختهٔ دوهسته‌ای وجود ندارد. اگر به ائوزینوفیل و بازوفیل فکر کردید! اشتباه کردید چون آن‌ها یک هستهٔ دوقسمتی دارند. / گزینهٔ (۴): دقت کنید جانداران دورگهٔ نازا می‌توانند تقسیم میتوز انجام دهند و اطلاعات ژنتیکی والدین خود را تکثیر کنند.

۶۳۷ ۳ فقط مورد (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

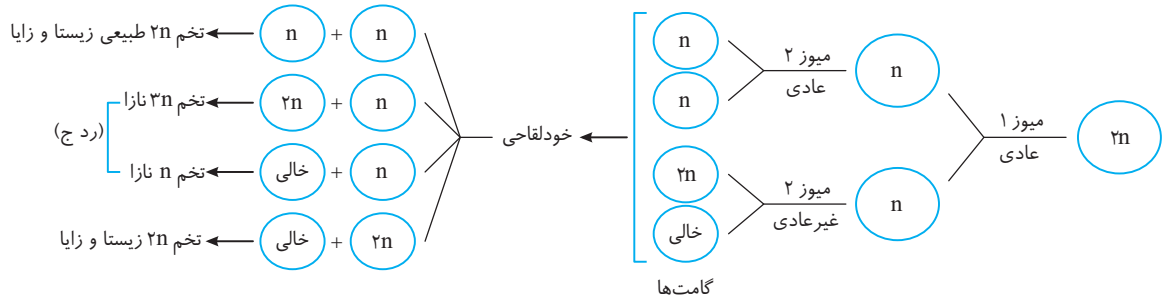
تله‌های تستی الف) امکان دارد. اگر میوز ۱ و هر دو یاخته شروع‌کنندهٔ میوز ۲ دچار جدا نشدن فامتن‌ها شود:



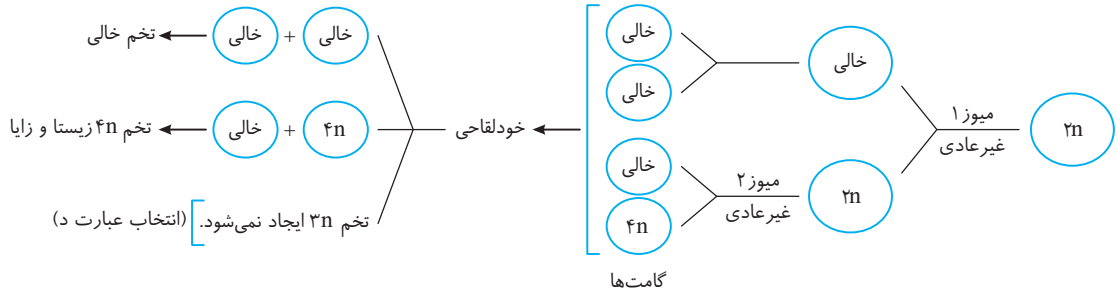
ب) امکان دارد. میوز ۱ عادی ولی هر دو یاخته شروع‌کننده میوز ۲ دچار جدا نشدن فام‌تن‌ها شود:



ج) امکان دارد. میوز ۱ عادی رخ دهد ولی یک یاخته شروع‌کننده میوز ۲ تقسیم غیرعادی داشته باشد:



د) امکان ندارد. میوز ۱ غیرعادی و یک یاخته شروع‌کننده میوز ۲ تقسیم غیرعادی داشته باشد.



نکته

دقت کنید که این یاخته‌ها و گامت‌هایی که درون آن‌ها کلمهٔ «خالی» نوشته‌ایم، منظورمان خالی از ژنگان هسته‌ای می‌باشد ولی ژنگان سیتوپلاسمی را در میتوکندری و یا شاید در کلروپلاست خود دارد.

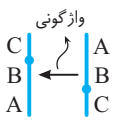
پاسخ آزمون جمع‌بندی

C ۱ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. هر رشته بتای هموگلوبین داسی‌شکل یک آمینواسید غیرعادی دارد. پس کل مولکول دو رشته بتا و دو آمینواسید غیرعادی دارد. / ب) درست است. هر رشته پلی‌پپتید در هموگلوبین، مارپیچی‌شکل بوده و یک گروه غیرپروتئینی هم به آن متصل است. / ج) نادرست است. افراد ناقل در جمعیت عادی و مالاریاخیز شانس زندگی برابری دارند (*البته شانس زندگی آن‌ها در نواحی مالاریاخیز، از افراد سالم خالص بیشتر می‌باشد*). / د) نادرست است. افراد ناخالص Hb^AHb^S ممکن است به عامل مالاریا آلوده شوند ولی دچار ابتلا به بیماری مالاریا و علائم آن نمی‌شوند.

B ۲ ۲ اسپرماتوسیت اولیه دو کروموزوم غیرهمتای X و Y دارد. پس اگر بین دو کروماتید غیرخواهری آن‌ها تبادل قطعه رخ دهد، قطعاً کراسینگ‌اور نبوده است بلکه نوعی جهش جابه‌جایی بوده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اگر واژگونی ژن‌ها در بین سه ژن در دو طرف سانترومر رخ دهد، محل سانترومر نیز عوض می‌شود.



/ گزینهٔ (۳): جهش دگرمعنی نوع آمینواسید را عوض می‌کند ولی طول رشتهٔ حاصل از ترجمه را تغییر نمی‌دهد. / گزینهٔ (۴): اگر جهش‌های تغییر در تعداد نوکلئوتیدها یک رمز سه‌نوکلئوتیدی را اضافه کند با اینکه چارچوب به هم نخورده است ولی نوع پروتئین عوض شده و جهش خنثی نمی‌باشد.

۳ (C) **۲** موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. خزانه ژنی برخلاف ژنوم به بررسی توالی‌های تنظیمی و بین ژنی نمی‌پردازد و فقط به بررسی الل‌ها و توالی‌های درون ژنی توجه دارد. / ب) درست است. منظور آنزیم دنابسپاراز است که با جدا کردن پیوند بین فسفات‌ها، نوکلئوتید سه‌فسفاته را به صورت یک‌فسفاته درمی‌آورد و در رشته قرار می‌دهد. سپس مقدار فسفات هسته را زیاد کرده ولی از مقدار نوکلئوتید آزاد آن می‌کاهد. / ج) درست است. سدیم نیتریت که برای نگهداری بیشتر به محصولات گوشتی می‌زنند در شرایطی پس از تبدیل شدن به ترکیباتی می‌توانند سرطان‌زایی کنند که در پی آن مقدار اینترفرون نوع ۲ و پرفورین در فرد بالا می‌رود. / د) نادرست است. توالی افزاینده در یوکاریوت‌ها ولی مهارکننده ویژهٔ پروکاریوت‌هاست.

۴ (B) **۳** رانش و انتخاب طبیعی تنوع افراد را در جامعه کم می‌کنند که رانش به سازگاری ربطی ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مورد شارش نادرست است. / گزینهٔ (۲): انتخاب طبیعی، سازگاری جمعیت را زیاد می‌کند ولی تنوع الل‌ها را تغییر نمی‌دهد و الل جدیدی ایجاد نمی‌کند. / گزینهٔ (۴): آمیزش‌های غیرتصادفی به تولیدمثل جنسی وابسته است و نسبت ژن‌نمودها در جامعه را بر هم می‌زند و از این طریق سبب تغییر در تعادل جامعه می‌شود ولی این عامل فراوانی الل‌ها را برهم نمی‌زند.

۵ (B) **۲** برتری ناخالص‌ها مثلاً در مورد بیماری کم‌خونی داسی‌شکل در محیط مالاریاخیز، سبب حفظ بیشتر الل و افراد ناخالص دارای بیماری می‌شود که به رابطهٔ صفت و محیط می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نوترکیبی سبب ایجاد **ترکیب جدیدی** از الل‌ها می‌شود ولی خزانهٔ ژنی همان جمعیت را تغییر نمی‌دهد (*تنها عوامل افزایش دهندهٔ تنوع در خزانهٔ ژنی، شارش و جهش می‌باشد*). / گزینهٔ (۳): کراسینگ‌اور منظور این عبارت است که سبب ایجاد الل جدید نمی‌شود بلکه ترکیب جدیدی از الل‌ها را ایجاد می‌کند. / گزینهٔ (۴): انتخاب طبیعی سبب سازگاری جامعه می‌شود که الل جدیدی ایجاد نمی‌کند.

۶ (C) **۳** موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. فسیل یا دیرینه‌شناسی منظور قسمت اول عبارت است که به آشکار کردن روابط خویشاوندی نمی‌پردازد. / ب) نادرست است. ساختارهای آنالوگ برخلاف همتا (*هومولوگ*) به بررسی روابط خویشاوندی نمی‌پردازند بلکه به بررسی سازش در اثر پاسخ به یک نیاز مشترک می‌پردازند. / ج) درست است. در مطالعات مولکولی و بررسی ژن‌ها، با توجه به توالی‌های حفظ شده می‌توان به بررسی خویشاوندی گونه‌ها پرداخت. / د) نادرست است. دو ساختار دارای طرح متفاوت و کار یکسان را ساختار آنالوگ می‌گویند نه همتا!

۷ (C) **۴** همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در گونه‌زایی دگرمیهنی با جدایی جغرافیایی ابتدا دو خزانهٔ ژنی متفاوت از یک گونه با ژنوم یکسان ایجاد می‌شود. / ب) نادرست است. در گونه‌زایی هم‌میهنی از ابتدا جدایی تولیدمثلی و گونه جدید با ژنوم و خزانهٔ جدید ایجاد می‌شود. / ج) نادرست است. گونهٔ جدید هوگو دووری، گل مغربی‌های $4n$ بودند که گامت‌های $2n$ و دارای کروموزوم همتا در هسته تلوفاز میتوز دارند. چون گامت گیاهان با میوز و تلوفاز ۲ ایجاد نمی‌شود. / د) نادرست است. در گونه‌زایی دگرمیهنی، رانش، فقط در صورتی مؤثر است که جمعیت جدید تعداد اندکی داشته باشد.

۸ (B) **۲** وقتی تعداد دفعات اتصال راه‌انداز به رنابسپاراز زیاد شده باشد، یعنی تعداد دفعات رونویسی عوض شده است و جهش در بخش تنظیمی رخ داده است. در این حالت تغییری در ژن و انواع آنزیم‌های یاخته رخ نمی‌دهد.

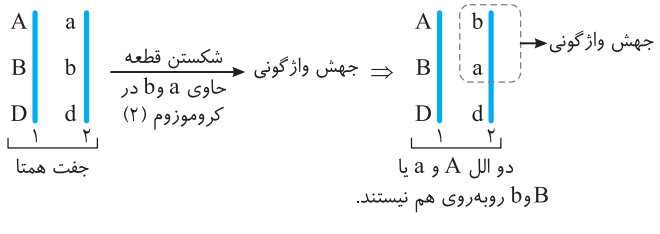
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): خزانه ژنی به ژن‌ها و تغییرات آن‌ها ربط دارد نه توالی تنظیمی و بین ژنی! / گزینهٔ (۳): این جهش علاوه بر عوامل محیطی ممکن است در اثر اشکال در همانندسازی رخ داده باشد. / گزینهٔ (۴): اگر یاخته را پروکاریوتی در نظر بگیریم فاقد توالی افزاینده می‌باشد.

۹ (B) **۲**

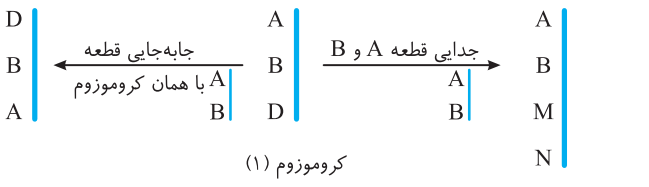
نکته

دقت کنید که در اثر جهش جانشینی تبدیل *ATT* به *ATG*، طول **رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید** تغییر نمی‌کند ولی چون در اثر این جهش رمزه پایان *UAA* به معنی‌دار *UAC* تبدیل می‌شود، پروتئین‌سازی ادامه یافته تا به رمزه پایان برسد و **طول رشته پلی‌پپتید بلندتر می‌شود**.

۱۰ (B) **۱** دو جهش ساختاری بزرگ به نام‌های **واژگونی و جابه‌جایی** می‌توانند قطعهٔ جدا شده از فام‌تن را به همان فام‌تن اولیه متصل کنند. در نوع واژگونی، قطعه جدا شده به همان بخش فام‌تن ولی به صورت معکوس متصل می‌شود. در این قسمت دیگر دگره‌ها با نوع همتای خود روبه‌روی هم واقع نمی‌شوند که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید (نادرستی گزینهٔ (۴)).



از طرفی در نوعی از جهش بزرگ، به نام جابه‌جایی، قطعه جدا شده می‌تواند به فام‌تن **غیرهمتا** یا به همان فام‌تن اولیه ولی در جایی غیر از مکان اولیه متصل شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).



جابه‌جایی با کروموزوم
غیرهمتا (۲۰)

نکته

در هر دو نوع جهش **جابه‌جایی و واژگونی** می‌توان عدم تغییر در طول فام‌تن را مشاهده کرد و در هر دو شکستن قطعه باید رخ دهد ولی در هیچ‌کدام قطعه جدا شده به فام‌تن همتا وصل نمی‌شود (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۲)).

B ۱۱ ۴ اگر در توالی بین ژنی، جهش در یکی از توالی‌های تنظیمی (*در پروکاریوت‌ها: راه‌انداز، محل اتصال فعال‌کننده - در یوکاریوت‌ها: راه‌انداز و افزاینده*) رخ دهد، بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت، بلکه بر مقدار و سرعت رونویسی اثر می‌گذارد. از طرفی جهش در توالی‌های دیگر بین‌ژنی، نه نوع محصول و نه مقدار محصول را تغییر نمی‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): جهش در محل ساخت جایگاه فعال رخ داده است که در این حالت احتمال تغییر عملکرد آنزیم **بسیار زیاد** است (*نه به‌طور قطع!*). / گزینهٔ (۲): اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، با توجه به شرطی که کتاب درسی گذاشته است، به‌طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است. / گزینهٔ (۳): فقط در مورد آنزیم‌های پروتئینی صادق است و مثلاً در مورد نقش آنزیمی رنا صادق نیست.

B ۱۲ ۲ فقط عبارت (ج) نادرست است. چون دگره‌های صفاتی که مطلوب‌اند. در جمعیت از فراوانی نسبی بیشتری برخوردار هستند. اگر دگره بارز، صفتی کشنده باشد، این دگره به دلیل نامطلوب بودن از فراوانی نسبی کمی در جمعیت برخوردار خواهد بود. درست بودن سایر عبارات را بارها بحث کرده‌ایم.

A ۱۳ ۱ جهش‌های ژنی (*نوکلئوتیدی*) و فام‌تنی (*مثل واژگونی*) منشأ گوناگونی در جامعه هستند. دقت کنید که چلیپایی شدن **جهش نمی‌باشد** و **نوعی نوترکیبی** به حساب می‌آید که به همراه تفکیک دگره‌ها، در گامت‌ها تنوع ایجاد می‌کنند. (*گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) نوعی جهش می‌باشند.*)

A ۱۴ ۴

نکته نوترکیبی مخصوص تقسیم **میوز** با جدا کردن دگره‌ها و تولیدمثل جنسی در جانداران دارای **تنوع دگره** است ولی جدا شدن کروماتیدهای خواهری یا همان ایجاد کروموزوم‌های دختری، در هر تقسیم میتوز و میوز ۲ وجود دارد. از طرفی اگر یاخته شروع‌کننده میوز، در همه صفات خود ژن‌نمود خالص داشته باشد، یعنی دگره‌های یکسانی داشته باشد (*AAbbdd*) در این صورت نوترکیبی در گامت‌های وی ایجاد نمی‌شود، چون همواره یک نوع گامت (*Abd...*) می‌دهد. در افراد دارای صفات ناخالص، می‌توان بدون نیاز به جهش، تنوع ژنتیکی در ترکیب دگره‌ها پیدا کرد.

B ۱۵ ۴ منظور سؤال یا افراد ناخالص Hb^AHb^S و یا خالص نهفته Hb^SHb^S (*بیمار*) از نظر صفت بیماری داسی‌شکل می‌باشد. هر دوی این افراد به دلیل اکسیژن‌رسانی ناقص به بافت‌ها در محیطی که فشار اکسیژن کم است دچار مشکل می‌شوند.

علت درستی گزینهٔ (۴): در معده انسان، در نواحی بالای پیلور فاکتور داخلی معده ترشح می‌شود که نقش مهمی در زایش طبیعی گویچه‌های قرمز دارد، پس در افراد دارای دگره کم‌خونی داسی‌شکل چه ناخالص و چه خالص بیمار، باعث کم‌خونی شدید می‌شود.

C ۱۶ ۲ فقط عبارت (ب) باعث نادرستی جملهٔ فوق می‌شود.

تله‌های تستی الف) درست است. اندام‌های آنالوگ، کارایی یکسانی دارند ولی طرح ساختاری متفاوتی دارند. / ب) نادرست است. اندام‌های همتا، قطعاً طرح ساختاری یکسان دارند ولی اندازه و کار متفاوتی می‌توانند داشته باشند. / ج و د) درست است. اندام‌های همتا، ممکن است هر دو وستیجیال باشند و فاقد کارایی باشند یا هر دو کارایی زیاد داشته باشند و یا یکی وستیجیال و یکی با کارایی بالا باشد.

A ۱۷ ۳ **شارش** عاملی است که در گونه‌زایی **دگرمیهنی** برخلاف هم‌میهنی متوقف می‌شود. شارش اگر بین دو جمعیت به صورت دوسویه و پیوسته رخ دهد، خزانهٔ ژنی آن‌ها را به هم شبیه می‌کند. شارش فراوانی دگره‌ها را نیز تغییر داده و تعادل ژنی جامعه را بر هم می‌زند.

◀ گزینهٔ (۱) در مورد رانش است و در گزینهٔ (۲) دقت کنید که شارش در نوع دگرمیهنی متوقف شده است.

A ۱۸ ۱ گل مغربی دیپلوئید $2n=14$ و تتراپلوئید $4n=28$ می‌باشد که در هر مجموعه فام‌تنی آن‌ها که با n برابر است ۷ فام‌تن غیرهمتا دارند (درستی گزینهٔ (۱)) ولی در دیپلوئیدها یاخته‌های محصول میوز و گامت‌ها به صورت هاپلوئید با یک مجموعهٔ فام‌تنی می‌باشند ولی در تتراپلوئیدها، محصول میوز یاخته‌های دیپلوئید می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): هر مجموعه کروموزوم همتا ندارد. / گزینهٔ (۳): گامت در گیاهان $4n$ به صورت دیپلوئید با دو مجموعه کروموزوم می‌باشد. / گزینهٔ (۴): از زیست یازدهم به یاد دارید که هر گامت نر و ماده گیاهان گل‌دار فقط در حلقهٔ داخلی یعنی در حلقهٔ ماده ایجاد می‌شود.

A ۱۹ ۳ رانش، جهش و انتخاب طبیعی، در هر دو نوع گونه‌زایی نقش دارد. اما برای جدایی بیشتر در گونه‌زایی هم‌میهنی، رانش و در گونه‌زایی دگرمیهنی رانش در جمعیت کوچک و انتخاب طبیعی نقش بیشتری دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قطع شارش ویژهٔ دگرمیهنی است. / گزینهٔ (۲): هم‌میهنی در یک زیستگاه رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): هم‌میهنی به‌صورت ناگهانی ولی دگرمیهنی تدریجی می‌باشد.

C ۲۰ ۲ اندام‌های آنالوگ، کار یکسان با طرح ساختاری غیر مشابه دارند (*بال پروانه با بال عقاب*).

این اندام‌های آنالوگ، برای چند گونه در اثر پاسخ به یک نیاز مشترک (*پرواز*) ایجاد شده‌اند ولی مهم این است که **طرح ساختاری متفاوت** دارند و وجود نیای مشترک را از آن‌ها نمی‌توان حدس زد (نادرستی گزینهٔ (۳) و درستی گزینهٔ (۲)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. قسمت اول آن در مورد اندام‌های **همتا** ولی قسمت دوم آن در مورد اندام‌های **وستیجیال** است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. قسمت اول آن مقایسهٔ دو ساختار **همتا** که یکی وستیجیال می‌باشد. قسمت دوم این عبارت در مورد **توالی‌های حفظ شده** می‌باشد، این توالی‌ها در ژن هر ساخت ساختارهای همتا که بین گونه‌های مختلف مشترک است دیده می‌شوند.

پاسخ آزمون برگزیدهٔ سؤالات سراسری

A ۱ ۳ گیاه گل مغربی تتراپلوئید $4n=28$ است و همیشه به تعداد $2n$ یعنی نصف عدد کروموزومی یا ۱۴ عدد چهارتایه به هنگام میوز تشکیل می‌دهد (درستی گزینهٔ (۳) و رد گزینهٔ (۱)). این گونه در اثر خطای میوزی ایجاد شده (رد گزینهٔ (۴)) و قادر به انجام میوز می‌باشد چون زیستا و زایا می‌باشد. این گونه در گامت خود که دیپلوئید می‌باشد، دو مجموعه کروموزوم دارد (رد گزینهٔ (۲)). (*البته در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که گیاه تتراپلوئید می‌تواند از گیاه $4n$ نیز ایجاد شود.*)

B ۲ ۴ اولاً در این سؤال به کلمهٔ جهش کوچک و قید (*همواره*) دقت کنید! ثانیاً به واژهٔ «درون ژن» دقت کنید!
می دانید که جهش کوچک دو نوع جانشینی (*بدون تغییر در تعداد نوکلئوتیدها*) و تغییر در تعداد نوکلئوتیدها دارد. پس:
◀ گزینهٔ (۱): نادرست است. چون فقط در صورت تغییر در تعداد نوکلئوتیدها در اثر اضافه یا کاهش یک یا دو نوکلئوتید، باعث تغییر در چارچوب خواندن و ترتیب آمینواسیدها می‌شود.
◀ گزینهٔ (۲): نادرست است. اگر جهش جانشینی کوچک رخ دهد، تعداد مونومرهای mRNA تغییر نمی‌کند.
◀ گزینهٔ (۳): نادرست است. اگر فقط رمزه معنی‌داری به رمزه پایان یا برعکس تبدیل شود طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی تغییر می‌کند (*جهش خاموش تغییری در تعداد و نوع ایجاد نمی‌کند*).
◀ گزینهٔ (۴): درست است. چون بالاخره هر نوع جهشی، تغییری در مولکول حاصل از رونویسی یعنی در RNA ایجاد می‌کند. (*مهم دقت به کلمه درون ژن است چون اگر در بخش تنظیمی یک ژن جهش کوچک صورت گیرد، این جهش نوع نوکلئوتیدهای RNA حاصل را تغییر نمی‌دهد و مقدار رونویسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.*)

C ۳ ۴ وقتی گامت طبیعی گیاهی $2n$ است، پس گیاه اصلی $4n$ بوده است.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): با جدا نشدن کروموزوم‌ها می‌تواند گامت $4n$ بسازد. / گزینهٔ (۲): تخم گیاهان اگر $2n$ باشد، طی میتوز گیاه $2n$ با گامت n می‌سازد. / گزینهٔ (۳): ممکن است والدین آن‌ها هم $2n$ بوده‌اند و با جدا نشدن فام‌تن‌ها فرزند $4n$ ایجاد کرده‌اند (*مانند گل مغربی تتراپلوئید از انواع دیپلوئید*). مهم این است که تخم سازنده این گیاه $4n$ بوده است و با میتوز جاندار $4n$ ایجاد کرده است.

C ۴ ۳ جهش و شارش عواملی برای ایجاد تنوع در افراد جامعه هستند که در خزانهٔ ژنی جمعیت نقش اساسی دارند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. منظور، **انتخاب طبیعی** می‌باشد که دگره جدید ایجاد نمی‌کند ولی فراوانی دگره‌های ناسازگار را کم می‌کند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. انتخاب طبیعی عاملی است که بر ساختار ژنی جمعیت و جهت تغییرات اثر می‌گذارد (*دقت کنید که هر عامل برهم زنندهٔ تعادل ساختار ژنی جمعیت را برهم می‌زند ولی جهش فقط سبب تغییر در ساختار ژنی فرد می‌شود*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. انتخاب طبیعی چهرهٔ جمعیت را تغییر می‌دهد ولی دگره‌های نامطلوب را کاهش می‌دهند نه اینکه حذف کنند.

B ۵ ۲ ملخ جانوری با تولیدمثل جنسی است که در اثر چلیپایی شدن اگر الل‌ها متفاوت باشند، **می‌تواند** در گامت‌زایی خود تنوع ایجاد کند ولی همیشگی نیست (درستی گزینهٔ (۲)) ولی فقط جهش در یاختهٔ جنسی آن به نسل بعد منتقل می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)). جهش‌های جانشینی، تغییر در تعداد نوکلئوتید ایجاد نمی‌کند (نادرستی گزینهٔ (۳)). در ملخ مانند هر گونهٔ دیگری، فقط یاخته‌های $2n$ زایشی آن میوز می‌کند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

B ۶ ۴ نیروهای تغییر دهنده جمعیت (*جهش، شارش، رانش، انتخاب طبیعی و آمیزش‌های غیرتصادفی*) در هر جمعیتی از جمله جمعیت کوچک وجود دارد (درستی گزینهٔ (۱)). در جمعیت‌های کوچک احتمال آمیزش‌های غیرتصادفی زیاد می‌شود و آمیزش بین افراد شبیه نیز اتفاق می‌افتد و رانش شدید یا مهاجرت زیاد می‌تواند فراوانی یک دگره را دچار تغییرات شدید کند و یا حتی دگره‌ای را از جمعیت حذف کند (درستی گزینه‌های (۲) و (۳)) ولی برخی تغییرات مثل جهش‌های ناسازگار می‌تواند اثر مضر روی شانس بقا و زادآوری افراد داشته باشد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

A ۷ ۳ شارش ژن در اثر مهاجرت است ولی ساختار ژنی فرد را برخلاف جهش تغییر نمی‌دهد (*ولی ساختار ژنی جامعه را عوض می‌کند*).
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رانش تصادفی است و اثر متفاوت دارد. / گزینهٔ (۲): شارش دوطرفه سبب شباهت دو جامعه می‌شود. / گزینهٔ (۴): آمیزش غیرتصادفی، فراوانی و نسبت ژن‌نمودی جامعه را عوض می‌کند.

B ۸ ۳ جهش سبب تغییر در ساختار ژنی فرد و خزانه ژنی جامعه می‌شود ولی شارش فقط خزانه ژنی جامعه را دستخوش تغییر می‌کند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو فراوانی الل‌ها را تغییر می‌دهند. / گزینهٔ (۲): اگر آمیزش بین افراد مشابه رخ دهد، در این صورت فراوانی خالص‌ها زیاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): رانش و انتخاب طبیعی تنوع جامعه را کم می‌کنند که رانش در جهت سازش نمی‌باشد ولی انتخاب طبیعی سبب سازش می‌شود.

A ۹ ۴ رانش دگره‌ای در اثر از بین رفتن برخی دگره‌های افراد صورت می‌گیرد. رانش برخلاف انتخاب طبیعی به **سازش** نمی‌انجامد ولی در اثر حوادث طبیعی مثل سیل، زلزله و... رخ داده و جامعه را از حالت تعادل دگره‌ای خارج می‌کند. این فرایند در جمعیت‌های کوچک‌تر که تعداد افراد کمتری دارند، تأثیر و نمود بیشتری دارد.

B ۱۰ ۲ انتخاب طبیعی در جهت سازگاری جمعیت‌ها گام برمی‌دارد و فراوانی دگره‌ها و افراد سازگار را بالا می‌برد ولی در زاده‌های فرد سازگار به دلیل میوز و تنوع گامتی و لقاح تصادفی می‌توان زادهٔ ناسازگار نیز مشاهده کرد که شانس بقای او در نسل بعد بالا نیست.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بسیاری از جهش‌ها سبب تغییر فوری در پروتئینی خاص و ایجاد تغییر رخ‌نمودی نمی‌شوند و اندکی از آن‌ها این ویژگی را دارند. / گزینهٔ (۳): شارش در جمعیت پذیرنده و جهش در هر جمعیتی سبب افزایش تنوع ژنی و دگره‌ای آن جمعیت می‌شود. / گزینهٔ (۴): رانش از عواملی است که در اثر فرایندهای تصادفی، سبب تغییر در فراوانی دگره‌ای جمعیت می‌شود.

A ۱۱ ۳ ناهنجاری‌های فام‌تنی وسیع از نوع مضاعف‌شدگی سبب تغییر در ساختار فام‌تن می‌شود ولی در تعداد آن‌ها تغییری ایجاد نمی‌کند. این جهش‌های بزرگ را می‌توان با بررسی کاریوتیپ مشاهده کرد (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۳)). اگر این جهش که در اثر جابه‌جایی قطعه‌ای از فام‌تن یا فام‌تن همتا رخ می‌دهد در یاختهٔ زایشی صورت گیرد، با انجام میوز می‌توان اختلال را در گامت‌های فرد نیز مشاهده کرد (درستی گزینهٔ (۴)). در آخر دقت کنید که جهش مضاعف‌شدگی در حقیقت نوعی جهش جابه‌جایی بین فام‌تن‌های همتا می‌باشد (درستی گزینهٔ (۲)).

B ۱۲ ۱ در مورد گونه‌هایی که تولیدمثل جنسی دارند، روند گونه‌زایی وقتی کامل می‌شود که گامت‌ها با هم لقاح کنند و نسل جدید زایا ایجاد نکنند. (*البته در مورد گونه‌هایی با تولیدمثل غیرجنسی این تست غلط است*).
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): انتخاب طبیعی سبب تغییر در جامعه می‌شود نه در افراد. / گزینهٔ (۳): در گونه‌زایی دگرمیهنی فقط در صورت اینکه جمعیت کوچکی ایجاد شود، رانش تأثیر مهمی دارد. / گزینهٔ (۴): فقط در گونه‌زایی دگرمیهنی، شارش متوقف می‌شود و مانع جغرافیایی وجود دارد.

A ۱۳ ۱ طبق تشریح مقایسه‌ای، اندام‌های همتا برخلاف آنالوگ برای بررسی خویشاوندی و وجود نیای مشترک به کار می‌رود.
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): ساختار آنالوگ فقط برای توجیه سازش اندام‌ها در جهت کار آن‌ها می‌باشد. / گزینهٔ (۳): توالی‌های حفظ شده در گونه‌های متعدد با نیای مشترک وجود دارند. / گزینهٔ (۴): اندام وستیجیال ممکن است کارایی نداشته باشد یا کوچک و ساده با کارایی کم باشد.

C ۱۴ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تحت تأثیر جهش، ممکن است هیچ تغییری در رنا و آنزیم ایجاد نشود و یا حتی اگر هم تغییر ایجاد کند ممکن است بر فعالیت آنزیم اثرگذار نباشد. / ب) درست است. در جهش مضاعف‌شدگی، می‌توان انتقال نوعی ژن و یا بخشی از کروموزوم را از یک کروموزوم به کروموزوم همتای خودش مشاهده کرد و در جهش جابه‌جایی نیز می‌توان بین دو کروموزوم غیرهمتا، جابه‌جایی یک‌طرفه یا دوطرفه قسمتی از کروموزوم را مشاهده کرد. / ج) درست است. خوب دقت کنید! رمزه یا کدون برای رنا و رمز برای دنا می‌باشد! ما جهش در رمز داریم نه رمزه! ولی احتمالاً منظور طراح با توجه به شکل کتاب درسی در فصل ۴ دوازدهم، جهش در الگوی ساخت آن بوده است که می‌تواند طول رنا را تغییر دهد و چارچوب را عوض کند. / د) نادرست است. دقت کنید در هر جهش کوچک همهٔ این اتفاقات با هم نمی‌افتند! علاوه بر این جهش‌های دیگری نیز وجود دارند که کوچک تلقی می‌شوند. در اینجا واژهٔ «و» اگر به «یا» تبدیل می‌شد، شاید می‌توانستیم درست بگیریم. البته تشکیل دوپارتیمین نیز نوعی جهش کوچک است که بدون تغییر در نوکلئوتیدهای ژن اتفاق می‌افتد.

B ۱۵ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. زیست‌شناسان اندام‌های همتا را در گونه‌های خویشاوند و با نیای مشترک در نظر می‌گیرند. / ب) نادرست است. اندام وستیجیال می‌تواند دارای نقش جزئی و یا فاقد نقش باشد. / ج) نادرست است. زیست‌شناسان ساختار آنالوگ را فقط در پی سازش گونه‌های مختلف برای یک نیاز می‌دانند و از آن در رده‌بندی و گونه‌زایی استفاده نمی‌کنند. / د) درست است. هر دو گونه‌ای که در گذشتهٔ نزدیک‌تری از یک نیای مشترک ایجاد شده باشند، ردیف ژن‌ها و آمینواسیدهای مشابه‌تری با هم دارند.

B ۱۶ ۱ در این سؤال دقت داشته باشید که پدر خانواده، چون به مالاریا مقاوم نمی‌باشد، ژنوتیپ Hb^AHb^A دارد ولی مادر خانواده چون به مالاریا مقاوم است پس یا ناقل و یا مبتلا به بیماری داسی‌شکل بوده است یعنی یا ناقل Hb^AHb^S و یا بیمار Hb^SHb^S می‌باشد. در این صورت امکان ندارد فرزندی با ژنوتیپ Hb^SHb^S به دنیا بیاید که در سنین پایین در اثر کم‌خونی داسی‌شکل بمیرد چون پدر خانواده همواره یک الل Hb^A به هر فرزند خود می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): اگر مادر Hb^AHb^S باشد در این صورت احتمال به دنیا آمدن فرزندی Hb^AHb^A وجود دارد که این فرزند در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارد./ گزینه‌های (۳) و (۴): اگر فرزند Hb^AHb^S به دنیا بیاید هم به کمبود اکسیژن محیط حساس است و هم مقاوم به انگل درون‌یاخته‌ای مالاریا می‌باشد. (*در حقیقت گزینه‌های (۳) و (۴) یک مفهوم دارند، پس هر دو نمی‌توانند جواب صحیح باشند.*)

C ۱۷ ۴ همواره دقت داشته باشید که جهش‌های **جانشینی** از هر نوع دگرمعنا، خاموش یا بی‌معنا در هر صورت نوع نوکلئوتیدها را تغییر می‌دهد ولی در **تعداد** نوکلئوتیدهای دنا و تغییر در چارچوب خواندن رمزهای سه‌تایی آن‌ها اثری ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو نوع جهش فوق می‌توانند سبب تغییر آمینواسیدهای پروتئین‌ها شوند. دگرمعنا نوع آمینواسید را عوض می‌کند ولی جهش حذف، چارچوب خواندن رنا (*رنه*) و تعداد آمینواسیدها را می‌تواند تغییر دهد. / گزینهٔ (۲): هر نوع جهش کوچک سبب تغییر در محصول رونویسی یا همان رنای حاصل می‌شود. / گزینهٔ (۳): هر جهش کوچکی سبب تغییر در رمزهای دنا و رنا می‌شود ولی در نوع خاموش با اینکه رمز و کدون (*رمزه*) عوض می‌شوند، نوع آمینواسید تغییر نمی‌کند.

B ۱۸ ۲ عواملی مثل جهش و شارش می‌توانند خزانهٔ ژنی را غنی‌تر کنند. در این بین برخی شارش‌های مفید و جهش‌های مفید می‌توانند توان بقای جامعه را زیاد کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): **انتخاب طبیعی** نقش گزینش‌گر برای صفات و افراد سازگار را دارد ولی هیچ‌گاه فرد، ژنوتیپ و الل جدیدی را ایجاد نمی‌کند. / گزینهٔ (۳): **شارش** می‌تواند در صورت دوطرفه و یکسان بودن، خزانهٔ ژنی دو جمعیت را به هم شبیه کند ولی در اغلب موارد سبب تغییر در تعادل هر دو جمعیت می‌شود (*مثلاً اگر بین دو جمعیت ۱۰ نفر AA مبادله شود، در این حالت، تغییری در تعادل جامعه ایجاد نمی‌شود*). / گزینهٔ (۴): برای رد این گزینه کافی است **رانش** را به یاد آورید که هم تصادفی است و هم در جمعیت‌های **کوچک** با تعداد افراد کم، تأثیر زیادی دارد.

B ۱۹ ۳ شارش ژنی اگر دوطرفه باشد، سبب شبیه شدن خزانهٔ ژنی دو جمعیت می‌شود. اما شارش ژنی منجر به تعادل ژنی در جمعیت نمی‌شود! بلکه با توجه به گوناگونی جمعیت‌ها اکثراً سبب تغییر تعادل ژنی جمعیت می‌شود.

نکته

هروقت حرف دو جمعیت میاد، بدون با شارش ژنی کار داره! ولی اگر افرادی که مبادله می‌شوند، کاملاً شبیه به هم باشند، خزانهٔ ژنی جمعیت تغییر نمی‌کند که امری بسیار بعید است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انتخاب طبیعی افراد سازگارتر را برمی‌گزیند. انتخاب طبیعی هیچ تأثیری بر فرد ندارد! بلکه جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نکته

جهش ژنوتیپ فرد را تغییر می‌دهد ولی هر عامل تغییر دهندهٔ تعادل در جامعه، ساختار ژنی جمعیت را تغییر می‌دهد.

گزینهٔ (۲): جهش و شارش خزانه ژنی جمعیت را غنی می‌سازند. در صورت غنی کردن جمعیت و اضافه کردن ژن‌های **سازگار** به جمعیت هدف، بقای آن جمعیت افزایش می‌یابد. / گزینهٔ (۴): رانش ژنی بر اثر رویدادهای تصادفی، سبب تغییر فراوانی اللی می‌شود. اما دقت کنید رانش ژنی می‌تواند (*نه‌به‌طور حتم*) بر جمعیت کوچک تأثیر بیشتری بگذارد (*اینجا هم طراح خیلی با دقت عبارت را طرح نکرده است*).

B ۲۰ ۳ در صورتی که جهش حذف در **ژن** رخ دهد، پلی‌پپتید ایجاد شده دچار تغییر می‌شود.

در صورتی که جهش بی‌معنا (*تبدیل یکی از کدون‌های آمینواسیدساز به کدون پایان*) رخ دهد نیز پلی‌پپتید ایجاد شده دچار تغییر می‌شود.

توجه بهتر بود در صورت سؤال می‌نوشت در یک ژن پروتئین‌ساز! (*چه می‌کشیم از دست طراحان کنکور!*).

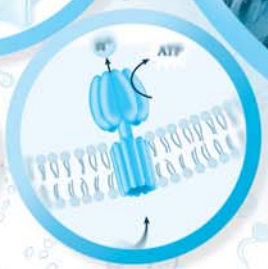
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در جهش بی‌معنا **همانند** دگرمعنا (*تبدیل یکی از کدون‌های آمینواسیدساز به نوعی دیگر از کدون آمینواسیدساز*)، پروتئین دچار تغییراتی می‌شود. / گزینهٔ (۲): دقت کنید در صورت جهش‌های جانشینی مثل بی‌معنا، دگرمعنا یا خاموش، مقدار نوکلئوتیدهای دنا دچار تغییر نمی‌شود! / گزینهٔ (۴): در صورت ایجاد جهش خاموش، کدون سازنده یک نوع آمینواسید به کدون دیگر سازنده **همان نوع آمینواسید** تبدیل می‌شود! پس در این نوع جهش نوع آمینواسید تغییر نمی‌کند.

فصل ۵

از ماده به انرژی











پاسخ‌های تشریحی

در سنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل پنجم از ماده به انرژی

پاسخ‌های تشریحی

B ۶۳۸ ۲ فقط مورد (الف) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) **نادرست** است. انسان و زرافه هر دو از **جانوران** هستند و توانایی تولید مواد آلی مورد نیاز خود را از مواد معدنی ندارند. جانوران قدرت تولید مواد آلی مورد نیاز خود را ندارند و همگی از سوزاندن مواد آلی، انرژی به دست می‌آورند. منبع غذایی زرافه **فقط** از برگ گیاهان می‌باشد در حالی که انسان جانوری همه‌چیزخوار است که از مواد جانوری و گیاهی، مواد مورد نیاز خود را جذب می‌کند. (منظور کتاب درسی از شیوهٔ یک‌سان غذای آن‌ها، استفاده از مواد آلی سایر جانداران بوده است.)
ب) درست است.

نکته ورزش و فعالیت‌های بدنی شدید، از یک طرف سبب **گرمازایی** در بدن می‌شوند و از طرفی در اثر عرق کردن سبب از دست دادن مقداری از آب بدن می‌شود. با بالا رفتن دمای بدن، بخشی از مغز به نام **هیپوتالاموس** فعال می‌شود که مرکز تنظیم عصبی دمای بدن می‌باشد. از طرفی هیپوتالاموس حاوی گیرنده‌های اسمزی می‌باشد که در اثر کاهش آب خوناب و افزایش فشار اسمزی تحریک می‌شوند. هیپوتالاموس مرکز تشنگی نیز می‌باشد و با تولید **هورمون ضد ادراری** و بازجذب آب از کلیه‌ها، سبب **کنترل فشار اسمزی خوناب** می‌شود.

ج) درست است. در هر نوع واکنش‌های تنفس یاخته‌ای، مواد آلی مغذی تجزیه می‌شوند و مقداری ATP به دست می‌آید. البته میزان تولید ATP در تنفس هوازی بسیار بیشتر از تنفس بی‌هوازی می‌باشد.

منبع انرژی جانداران

ایستگاه ۲۰

جانداران	منبع اولیه انرژی	توانایی تبدیل مواد معدنی به آلی	شیوه کسب انرژی
گیاهان	نور خورشید	**دارند**	فتوسنتزکننده
برخی باکتری‌ها	نور خورشید	**دارند**	فتوسنتزکننده
بیشتر باکتری‌ها	مواد آلی	ندارند	مصرف‌کننده
برخی باکتری‌ها	مواد معدنی	**دارند**	شیمیوسنتزکننده
قارچ‌ها	مواد آلی	ندارند	مصرف‌کننده
برخی آغازیان	مواد آلی	ندارند	مصرف‌کننده
برخی آغازیان	نور خورشید	**دارند**	فتوسنتزکننده - (جلبک‌ها و اوگلنا)
جانور گوشت‌خوار	مواد آلی جانوری	ندارند	مصرف‌کننده
جانور گیاه‌خوار (زرافه)	مواد آلی گیاهی	ندارند	مصرف‌کننده
جانور همه‌چیزخوار (انسان)	مواد آلی گیاهی و جانوری	ندارند	مصرف‌کننده

توجه این جدول فقط برای آمادگی ذهن شما در مورد انواع تنفس‌های یاخته‌ای رایج می‌باشد.

انواع تنفس یاخته‌ای

ایستگاه ۲۱

نوع تنفس	مادهٔ تجزیه شونده	تولید ATP	تولید CO_2	مصرف اکسیژن	قندکافت
تنفس هوازی	گلوکز	دارد	دارد	**دارد**	دارد
تخمیر بی‌هوازی الکلی	گلوکز	دارد	دارد	ندارد	دارد
تخمیر بی‌هوازی لاکتیکی	گلوکز	دارد	**ندارد**	ندارد	دارد

C ۶۳۹ ۳ با توجه به فرمول زیر در مورد **تنفس هوازی** به این نتیجه می‌رسیم که سه نوع ماده، CO_2، H_2O و ATP، محصول واکنش‌های آن می‌باشد.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP \text{ مقداری} + P(\text{فسفات}) \text{ مقداری} \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP \text{ مقداری}$$

دلیل انتخاب گزینهٔ (۳): هموگلوبین موجود در گویچهٔ قرمز انسان توانایی اتصال به مولکول‌های O_2، CO_2 و CO را دارد. O_2 و CO دارای یک جایگاه اتصال **مشترک** در هموگلوبین می‌باشند ولی همان‌طور که از متن کتاب هم می‌توان برداشت کرد، محل اتصال CO_2 متفاوت است.

ایستگاه ۲۲

هموگلوبین

مولکول	هموگلوبین
نوع	پروتئینی با ۴ زنجیره (*پلی‌پپتیدی*)
ساختار	چهارم پروتئینی
پیوندها	پپتیدی - هیدروژنی - آب‌گریز - یونی (*هر رشتهٔ آن مارپیچ است*)
مواد سازنده	۴ رشتهٔ پلی‌پپتیدی و ۴ گروه هم **آهن‌دار**
اتصال به مولکول O_2	هر گروه هم آن به‌طور برگشت**پذیر** متصل می‌شود.
اتصال به مولکول CO	هر گروه هم آن به‌طور محکم به CO در محل اتصال O_2 متصل می‌شود.
اتصال به CO_2	از محل اختصاصی به‌طور برگشت‌پذیر به گروه‌های هم وصل می‌شود.
انتقال O_2 در خون	٪ ۹۷ مقدار O_2 خون را منتقل می‌کند.
انتقال CO_2 در خون	٪۲۳ مقدار CO_2 را منتقل می‌کند.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): همواره مقدار سدیم همواره در خارج یاخته‌های بدن، یعنی در **محیط داخلی** یا آب سیتوپلاسمی از درون یاخته‌ها بیشتر است. به همین دلیل خروج Na^+ از یاخته‌های بدن با مکانیسم انتقال فعال و **مصرف** ATP صورت می‌گیرد. ATP یکی از محصولات همیشگی تنفس یاخته‌ای می‌باشد. / گزینهٔ (۲): برخی باکتری‌ها قدرت تولید مواد آلی از مواد معدنی دارند که به آن‌ها تولیدکننده گفته می‌شود. این باکتری‌ها برای این عمل از CO_2 استفاده می‌کنند تا مواد آلی بسازند. (*در فصل ۶ می‌خوانیم.*) / گزینهٔ (۴): آنزیم پپسین معده، نوعی **پروتئاز** می‌باشد که با **هیدرولیز پلی‌پپتیدها** سبب تولید پپتیدهای کوچک‌تر می‌شود. این آنزیم در حین فعالیت خود به تجزیه آب (*هیدرولیز*) و مصرف انرژی از ATP نیاز دارد.

B ۶۴۰ ۱ موارد (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

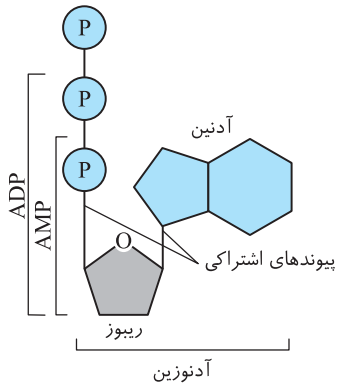
ATP یا آدنوزین تری‌فسفات، **شکل رایج و قابل استفاده انرژی** در یاخته‌ها می‌باشد. این مولکول، نوکلئوتیدی با قند **ریبوز** می‌باشد که حاوی باز آلی دوحلقه‌ای آدنین و سه گروه فسفات است.

تست‌های تستی الف) درست است.

نکته

طبق متن کتاب درسی، هیچ جانداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد کند و به فعالیت خود ادامه دهد. حفظ **هریک** از ویژگی‌های جانداران مثل رشد و نمو و تولیدمثل به در اختیار داشتن ATP وابسته است.

ب) درست است. در ساختار ATP، همان‌طور که مشاهده می‌کنید یک قند ریبوز پنج ضلعی وجود دارد که از یک طرف به باز آلی دوحلقه‌ای آدنین متصل است (*آدنین دو حلقهٔ ۵ و ۶ ضلعی دارد که از حلقهٔ ۵ ضلعی خود با پیوند اشتراکی به قند ریبوز متصل است و آدنوزین را تشکیل می‌دهد*). حلقهٔ قند ریبوز از سمت دیگر، با یک پیوند اشتراکی به گروه فسفات متصل می‌باشد. / ج) **نادرست** است. سؤال در مورد ATP می‌باشد ولی این عبارت **گلوکز** را معرفی می‌کند که در اثر تنفس یاخته‌ای سبب تولید ATP می‌شود. / د) **نادرست** است. در مولکول ATP، افزوده شدن سه گروه فسفات به **قند موجود در آدنوزین** در سه مرحله روی می‌دهد. در هر مرحله با صرف انرژی ابتدا AMP، سپس ADP و در آخر ATP تولید می‌شود. (*دقت کنید که فسفات‌های ATP، به باز آلی متصل نمی‌شوند.*)



نکته

۱ انرژی اتصال فسفات‌ها به آدنوزین، از مواد غذایی تجزیه شده به دست می‌آید.

۲ در نوکلئوتیدها دقت کنید که فسفات به باز آلی مثل آدنین متصل نمی‌شود ولی به آدنوزین که مجموعهٔ قند و باز آلی است، متصل می‌شود.

ایستگاه ۲۳

ساختار ATP

اجزاء	پیوندها	ترتیب افزوده شدن گروه‌های فسفات
قند ریبوز	بین قند و باز آلی ← اشتراکی	آدنوزین + فسفات + انرژی ← AMP
باز آلی آدنین	بین قند و فسفات ← اشتراکی	AMP + فسفات + انرژی زیاد ← ADP
سه گروه فسفات	بین فسفات‌ها ← اشتراکی پرانرژی	ADP + فسفات + انرژی زیاد ← ATP

ساخته شدن ATP از ADP و فسفات به انرژی نیاز دارد.
تبدیل ATP به ADP با آزاد شدن انرژی همراه است.
ATP + H_2O
انرژی حاصل از مواد مغذی
تأمین انرژی مورد نیاز یاخته
ADP + P

۶۴۱ (۱) در بدن جانداران، معمولاً ATP از ترکیب ADP و گروه فسفات به دست می‌آید که این واکنش **انرژی‌خواه** و همراه **سنتز آبدهی** می‌باشد. انرژی این واکنش به‌طور معمول از **مواد مغذی** حاصل می‌شود (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۳)). این واکنش سبب تولید انرژی نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)). تجزیه ATP به ADP با واکنش هیدرولیز و **مصرف** آب انجام می‌شود که سبب آزاد شدن انرژی پیوند پرانرژی بین **دو گروه فسفات** می‌شود. این انرژی در تأمین انرژی **مورد نیاز یاخته** نقش دارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

نکته
در سیستم‌های زیستی، تولید مادهٔ آلی، انرژی‌خواه و تجزیه آن انرژی‌زا می‌باشد.

درسنامه درختی ۷۴ ATP: رایج‌ترین انرژی یاخته‌ای

تأمین انرژی ATP
- هیچ جانداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند ← همهٔ جانوران، به شیوهٔ یکسانی، انرژی مورد نیاز را از غذایی که می‌خورند، به دست می‌آورند.
- شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌هاست.
- متشکل از باز آلی آدنین، قند پنج‌کربنی ریبوز و سه گروه فسفات است.
- به مجموعهٔ باز آلی آدنین و قند ریبوز آن، آدنوزین گفته می‌شود.
- افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله روی می‌دهد: آدنوزین $\xrightarrow{P_i}$ AMP $\xrightarrow{P_i}$ ADP $\xrightarrow{P_i}$ ATP
- به‌طور معمول از ADP تشکیل می‌شود.
- پیوندهای پرانرژی اشتراکی بین گروه‌های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوند، انرژی ذخیره شده در آن‌ها آزاد می‌شود.
- حفظ هریک از ویژگی‌های جانداران مثل رشد و نمو، تولیدمثل و ... به در اختیار داشتن **ATP** وابسته است.
- آدنین و فسفات، با پیوند اشتراکی به قند پنتوز آن متصلند.
- تبدیل ADP به ATP، واکنشی از نوع سنتز آبدهی بوده که انرژی‌خواه است و از مواد مغذی انرژی آن به دست می‌آید.
- هیدرولیز ATP به ADP، همراه با مصرف آب بوده و انرژی‌زا می‌باشد. انرژی حاصل از آن صرف فرایندهای یاخته‌ای می‌شود.

روش‌های ساخت ATP

(۱) **ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده**
- گروه فسفات از یک ترکیب فسفات‌دار (پیش‌ماده) و افزودن آن به ADP است.
- مثال:
  - تولید ATP در مرحلهٔ آخر گلیکولیز (قندکافت) هر نوع تنفس یاخته‌ای از پیش‌مادهٔ سه‌کربنی دوفسفاته
  - تولید ATP در چرخهٔ کربس ← مخصوص بخش هوازی تنفس یاخته‌ای می‌باشد.
  - تولید ATP در ماهیچه‌ها به کمک کراتین فسفات
    - طبق واکنش زیر، **به سرعت**، ATP تولید می‌کند.
    $CP + ADP \rightarrow$ کراتین $(C) + ATP$
    - در جایگاه فعال آنزیم مورد نیاز آن، فسفات‌ها در کنار هم قرار می‌گیرند.



(۲) **ساخته شدن اکسایشی ATP** ← از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها در راکیزه ساخته می‌شود ← مخصوص تنفس یاخته‌ای هوازی است.

(۳) **ساخته شدن نوری ATP** ← در سبزدیسه انجام می‌شود ← نیاز به زنجیرهٔ انتقال الکترون دارد ← در فتوسنتز تولید و مصرف می‌شود.

۶۴۲ (۲) ساخته شدن ATP در یاخته‌های مختلف جانداران، به دو صورت تولید ATP در سطح پیش‌ماده و تولید ATP به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون (*به صورت ATP اکسایشی یا ATP نوری*) می‌باشد. ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده را به کمک کراتین فسفات در ماهیچه‌ها و در سایر یاخته‌ها در مرحلهٔ قندکافت یا چرخهٔ کربس می‌توان مشاهده کرد. ساخته شدن ATP به کمک انرژی حاصل از **انتقال الکترون‌ها** را یا به صورت ATP اکسایشی در واکنش‌های غشای درونی راکیزه و یا به صورت ATP نوری در واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئیدها می‌توان بررسی کرد.

نکته
دقت کنید که در تنفس یاخته‌ای منظور از مرحلهٔ اکسایش گروه استیل، همان واکنش‌های چرخهٔ کربس می‌باشد که در آن ATP در سطح پیش‌ماده آلی تولید می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید ATP به کمک کراتین فسفات، ابتدا سبب تولید **کراتین** شده و سپس مادهٔ زائد نیتروژن‌دار **کراتینین** ایجاد می‌شود. این مدل تولید ATP همانند تولید ATP در قندکافت (*گلیکولیز*) که در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم هر یاخته‌ای رخ می‌دهد، از نوع تولید ATP در سطح پیش‌ماده فسفات‌دار می‌باشد. (*جمله برخلاف در این عبارت نادرست می‌باشد.*) / گزینهٔ (۳): هر دو مدل تولید ATP به صورت نوری در سبزدیسه (*اندامک DNA‌دار*) یا به صورت اکسایشی در راکیزه رناتن‌دار نیازمند مصرف انرژی از زنجیرهٔ انتقال الکترون‌ها می‌باشد. / گزینهٔ (۴): تولید ATP در قندکافت و در مسیر تبدیل کراتین فسفات به کراتین، هر دو به کمک **پیش‌ماده فسفات‌دار** صورت می‌گیرد و **بی‌نیاز از انرژی زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد.**

انواع تولید ATP

ایستگاه ۲۴

مدل تولید ATP	نوع تولید آن	نیاز به انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها	محل واکنش	تولید توسط کانال پروتونی	نوع واکنش
به کمک کرآتین فسفات	تولید در سطح پیش‌ماده	ندارد	درون یاختهٔ ماهیچه‌ای	ندارد	$CP + ADP \rightarrow ATP + C$ (کرآتین فسفات، کرآتین)
تولید در مرحلهٔ آخر قندکافت	تولید در سطح پیش‌ماده	ندارد	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	ندارد	$C_3 + 2ADP \rightarrow C_3$ (پیرووات) $+ 2ATP$ (دوفسفاته) (نیازی به وجود اکسیژن ندارد)
تولید در چرخهٔ کربس	تولید در سطح پیش‌ماده	ندارد	بسترهٔ راکیزه	ندارد	در واکنش اکسایش گروه استیل و در تنفس هوازی تولید می‌شود.
ATP اکسایشی	تولید به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه	دارد	بسترهٔ راکیزه	دارد	$ADP + P \rightarrow ATP$ (آزاد) (تولید آن به وجود O_2 وابسته است)
ATP نوری	تولید به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئید	دارد	بسترهٔ سبزدیسه‌ها	دارد	$ADP + P \rightarrow ATP$ (تولید آن به وجود نور وابسته است)



C ۶۴۳ ۴ فقط مورد (الف) صحیح است.

در یاخته‌های ماهیچه‌ای علاوه بر اینکه مانند سایر یاخته‌ها، تولید ATP در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای صورت می‌گیرد، تولید این مولکول توسط آنزیمی که در شکل مشاهده می‌کنید در تبدیل کرآتین فسفات به کرآتین نیز صورت می‌گیرد.

همان‌طور که می‌بینید، این آنزیم ۵ **بخش** برای اتصال پیش‌ماده‌های خود یعنی کرآتین فسفات و ADP دارد. از این ۵ قسمت، ۳ قسمت **میانی** برای اتصال **سه گروه فسفات** بوده (درستی الف) و ۲ قسمت نیز برای قرارگیری کرآتین پروتئینی و آدنوزین (*حاوی قند ریبوز*) می‌باشد (نادرستی ب). در اثر عمل این آنزیم علاوه بر تولید ATP در سطح پیش‌ماده (نادرستی د)، مولکول کرآتین تولید می‌شود ولی فسفات مصرف می‌شود. در دانشگاه می‌خوانید که این ماده توسط واکنش‌های دیگری به مادهٔ زائد نیتروژن‌داری به نام کرآتینین تبدیل شده تا توسط کلیه‌ها از بدن دفع شود (نادرستی ج).

B ۶۴۴ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) در مورد یاخته‌های ماهیچه اسکلتی نادرست می‌باشند.

این سؤال ترکیبی با زیست یازدهم می‌باشد. می‌دانید که یاخته‌های ماهیچه اسکلتی دارای **چند هسته** می‌باشند. این یاخته‌ها به‌طور معمول از **گلوکز و گلیکوژن** ذخیره‌ای به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند (نادرستی الف) ولی تجزیه گلوکز به صورت هوازی و در حضور اکسیژن فقط تا چند دقیقه می‌تواند انرژی لازم آن‌ها را تأمین کند (نادرستی ب) و سپس وارد تنفس بی‌هوازی گلوکز و تولید لاکتیک‌اسید می‌شوند. **زیادی لاکتیک‌اسید** و تجمع آن در ماهیچه سبب ایجاد درد می‌شود که با استراحت و تجزیهٔ این ماده، درد به تدریج کاهش می‌یابد (نادرستی د). این یاخته‌ها برای انقباضات طولانی‌تر از تجزیهٔ اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند (درستی ج).

نکته

یاخته‌های ماهیچه‌ای از کرآتین فسفات نیز به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند ولی متابولیسم آن برخلاف تخمیر لاکتیکی، سبب درد ماهیچه‌ای نمی‌شود.

منبع انرژی در یاخته‌های ماهیچه‌ای

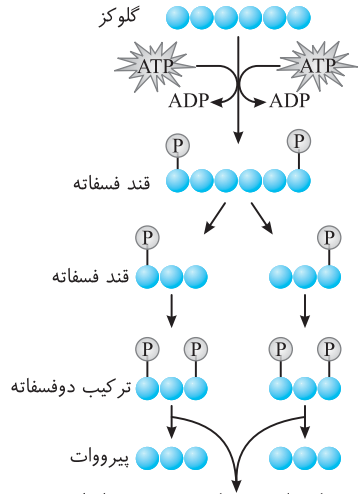
ایستگاه ۲۵

منبع انرژی ماهیچه	واکنش و نکات
سوختن هوازی گلوکز	۱) از تجزیه گلیکوژن ذخیره‌ای ماهیچه و گلوکز رگ خونی تأمین می‌شود. ۲) مقدار زیادی ATP به همراه CO_2 ایجاد می‌کند. ۳) در هنگام ورزش فقط تا چند دقیقه، ATP مورد نیاز خود را تأمین می‌کند.
سوختن گلوکز به صورت بی‌هوازی	۱) در فعالیت شدید ماهیچه‌ای رخ می‌دهد که مقدار کمی ATP بدون مصرف O_2 ایجاد می‌کند. ۲) لاکتیک‌اسید تولید می‌کند که باعث درد ماهیچه‌ای می‌شود ولی CO_2 تولید نمی‌کند. ۳) با استراحت و تجزیهٔ لاکتیک‌اسید، درد ماهیچه‌ای کم می‌شود.
اسیدهای چرب	در انقباضات طولانی‌تر ماهیچه‌ای کاربرد دارد.
کرآتین فسفات	۱) سبب تولید ATP در سطح پیش‌ماده و کرآتین می‌شود. ۲) کرآتین، سپس به کرآتینین تبدیل می‌شود که مادهٔ زائد نیتروژن‌دار از طریق کلیه‌ها می‌باشد.

C ۶۴۵ ۴ اولین مرحله هر نوع تنفس یاخته‌ای، واکنش‌های قندکافت یا گلیکولیز می‌باشد که در هر یاخته زنده‌ای رخ می‌دهد. این مرحله در **مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم** انجام می‌شود. در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم یاخته یوکاریوتی به‌جز در مرحلهٔ تقسیم یاخته، DNA یا مادهٔ وراثتی وجود ندارد چون DNA یا ژنوم یاخته درون مادهٔ زمینه‌ای هسته، راکیزه و سبزدیسه وجود دارد.

نکته سیتوپلاسم حاوی دو قسمت مادهٔ زمینه‌ای و اندامک‌ها (*البته به‌جز هسته*) می‌باشد که مادهٔ زمینه‌ای آن فاقد DNA می‌باشد ولی برخی اندامک‌ها مثل راکیزه و سبزدیسه آن دارای DNA می‌باشد. کلاً یاخته از سه قسمت غشا، سیتوپلاسم و هسته تشکیل شده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مراحل مختلف تنفس یاخته‌ای هوازی، تولید ATP در دو مرحلهٔ قندکافت و بخش هوازی تنفس انجام می‌شود. از بین این دو مرحله، قندکافت بدون نیاز به O_2 به تولید ATP می‌انجامد ولی واکنش‌های مربوط به تولید ATP در بخش هوازی نیازمند اکسیژن می‌باشد. / گزینهٔ (۲): واکنش‌های قندکافت، دارای چهار مرحله می‌باشد که در هر چهار مرحلهٔ آن مواد قندی یا قنددار تولید یا مصرفی دارد. / گزینهٔ (۳): طی قندکافت، مرحلهٔ اول، مصرف ATP و تولید ADP صورت می‌گیرد ولی مرحلهٔ آخر سبب تولید ATP پیش‌ماده‌ای و مصرف ADP می‌شود.



جدا شدن فسفات‌ها سبب تولید ATP پیش‌ماده‌ای می‌شود.

واکنش‌های تنفس یاخته‌ای

ایستگاه ۲۶

نوع تنفس در یوکاریوت‌ها	مرحلهٔ اول	محل مرحلهٔ اول	محصولات مرحلهٔ اول	مرحلهٔ دوم	محل مرحلهٔ دوم	محصولات مرحلهٔ دوم
تنفس هوازی	قندکافت	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	پیرووات - ATP - $NADH, H^+$	بخش هوازی	راکیزه	H_2O - ATP - CO_2 - NAD^+ + FAD
تنفس بی‌هوازی (*تخمیر*) (*در گفتار ۳ می‌خوانید*)	قندکافت	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	پیرووات - ATP - $NADH, H^+$	ادامه تخمیر بی‌هوازی	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	اتانول + CO_2 + NAD^+ یا لاکتات + NAD^+

واکنش‌های قندکافت (گلیکولیز)

ایستگاه ۲۷

مراحل قندکافت / نکات	پیش‌ماده	محصول	نوع واکنش
اول	گلوکز + ۲ATP	قند فروکتوز دوفسفاته + ۲ADP	$C_6 + 2ATP \rightleftarrows$ قند دوفسفاته C_6 + ۲ADP
دوم	قند فسفاته شده	دو تا قند سه‌کربنه یک‌فسفاته	C_6 دوفسفاته $\rightleftarrows$ یک‌فسفاته C_3 + یک‌فسفاته C_3
سوم	قند سه‌کربنی یک‌فسفاته + دو تا فسفات آزاد + ۲NAD^+	دو تا قند سه‌کربنی دوفسفاته + ۲$NADH, H^+$	۲C_3 یک‌فسفاته + ۲P + ۲NAD^+ $\rightleftarrows$ ۲$NADH, H^+$ + دوفسفاته ۲C_3
چهارم	دو تا ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته + ۴ADP	دو تا پیرووات + ۴ATP (*در سطح پیش‌ماده*)	۲C_3 دوفسفاته + ۴ADP $\rightleftarrows$ ۴ATP + پیرووات ۲C_3

B ۶۴۶ ۲ در طی واکنش‌های تنفس یاخته‌ای، NAD^+ و FAD به عنوان گیرنده‌های الکترونی و پروتونی می‌باشند که به ترتیب به $NADH, H^+$ و $FADH_2$ تبدیل می‌شوند. برای تبدیل NAD^+ به NADH، دو الکترون و یک پروتون مورد نیاز است ولی یک H^+ نیز همواره همراه NADH در واکنش‌ها وجود دارد که به آن‌ها $NADH, H^+$ می‌گویند. در مورد $FADH_2$ دقت کنید که دو الکترون و دو پروتون را حمل می‌کند و H^+ جداگانه‌ای به همراه آن منتقل نمی‌شود.

گیرنده‌های الکترونی در واکنش‌های سوخت‌وسازی

ایستگاه ۲۸

گیرنده الکترونی	مخصوص شرکت در واکنش‌های...	ساختار	نکات واکنش	محل مصرف	محل تولید
NAD^+	تنفس یاخته‌ای هوازی و بی‌هوازی	دی‌نوکلئوتیدی آلی	با یک الکترون به صورت خنثی شده NAD درمی‌آید، سپس یک اتم هیدروژن می‌گیرد تا $NADH$ شود و به همراه یک پروتون به صورت $NADH, H^+$ منتقل می‌شود.	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم + راکیزه	پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه
FAD	ویژه چرخهٔ کربس	دی‌نوکلئوتیدی آلی	دو الکترون و دو پروتون به صورت یک مولکول H_2 به آن متصل می‌شود و $FADH_2$ می‌شود.	فقط بستره راکیزه	زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه
O_2	انتهایی تنفس هوازی	مولکول معدنی	ابتدا مولکول اکسیژن به یون اکسید دوبار منفی تبدیل می‌شود و سپس با گرفتن دو تا پروتون، آب می‌سازد. $\frac{1}{2}O_2+2e^- \rightarrow O^{2-} \Rightarrow O^{2-}+2H^+ \rightarrow H_2O$	زیر پمپ سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون در بستره راکیزه	فتوسنتز
$NADP^+$	واکنش‌های نوری فتوسنتز (فصل ۶)	مادهٔ آلی دی‌نوکلئوتیدی	ابتدا دو تا الکترون گرفته و $NADP^-$ می‌شود و سپس با یک H^+ ترکیب و $NADPH$ می‌شود و در آخر همراه یک H^+ به صورت $NADPH, H^+$ منتقل می‌شود.	بستره سبزدیسه (مرحلهٔ نوری)	بستره سبزدیسه (مرحلهٔ مستقل از نور)

درسنامه درختی ۷۵ گیرنده‌های الکترونی در تنفس یاخته‌ای

گیرنده‌های الکترونی در تنفس یاخته‌ای

NAD^+

- در قندکافت و بخش هوازی تنفس برای اکسایش پیرووات و استیل، مصرف می‌شود (NAD^+ در واکنش، با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد).
- مادهٔ نیکوتین‌دار دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد که درون خون یک پیوند فسفودی‌استر دارد.
- در تخمیر و زنجیرهٔ انتقال الکترون دوباره‌سازی می‌شود ($NADH$، اکسایش می‌یابد)

$$NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$$

- ابتدا با گرفتن یک الکترون خنثی شده و سپس با یک هیدروژن ترکیب شده و به صورت حامل الکترونی $NADH$ درمی‌آید.
- به ازای هر $NADH$، یک پروتون یا H^+ نیز ایجاد شده است.

FAD

- گیرندهٔ الکترون مخصوص اکسایش استیل در بخش هوازی تنفس است.
- در بسترهٔ راکیزه در واکنش چرخهٔ کربس مصرف می‌شود (با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد).
- با گرفتن دو اتم هیدروژن به صورت ناقل الکترونی $FADH_2$ درمی‌آید. $FAD+2e^-+2H^+ \rightleftharpoons FADH_2$
- مادهٔ دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد.
- همراه با ایجاد $FADH_2$، پروتونی به صورت آزاد حمل نمی‌شود.
- در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه (بین پمپ اول و دوم) دوباره‌سازی می‌شود ($FADH_2$ اکسایش می‌یابد).

B ۶۴۷ ۳ این سؤال در مورد قسمتی از قندکافت می‌باشد که از قند سه‌کربنی یک‌فسفاته تا پیرووات را بررسی می‌کند. این مسیر به صورت زیر می‌باشد:

۱ قند سه‌کربنی یک‌فسفاته ←(یک فسفات) ۱ ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته ← ۱ مولکول پیرووات

۱ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته: ۱NAD^+ ۱$NADH, H^+$

۱مولکول پیرووات: ۲ADP ۲ATP

◀ به ازای مراحل تجزیه قند سه‌کربنی یک‌فسفاته تا رسیدن به پیرووات، کلاً دو مولکول ATP، یک مولکول $NADH$ و یک مولکول پیرووات ایجاد می‌شود.

درسنامه درختی ۷۶ قند کافت (گلیکولیز) = خوراک طراح‌های کنکور!

تنفس یاخته‌ای (سیتوپلاسمی)

اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای و به معنی تجزیهٔ گلوکز است.

در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و به صورت چندمرحله‌ای در هر یاختهٔ زنده‌ای انجام می‌شود.

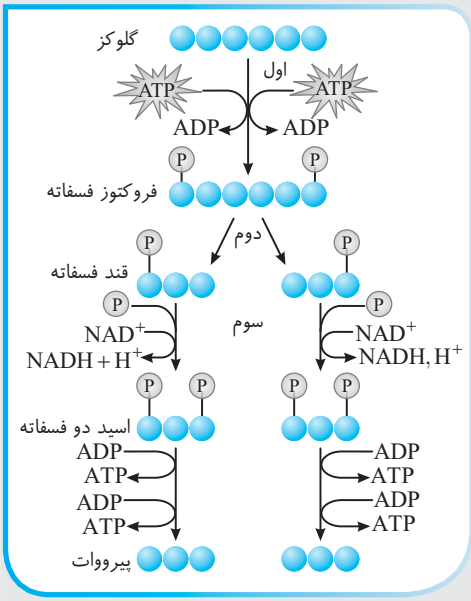
قندکافت متشکل از مراحلی است:

۱) گلوکز با گرفتن فسفات‌های ATP به فروکتوز فسفاته تبدیل می‌شود (این ATPها برای انرژی فعال‌سازی واکنش صرف می‌شوند).

۲) از تجزیهٔ گلوکز فسفاته، دو قند سه‌کربنی یک‌فسفاته حاصل می‌شود.

۳) هر قند سه‌کربنهٔ یک‌فسفاته با گرفتن یک فسفات آزاد دیگر به مادهٔ اسیدی دوفسفاته تبدیل می‌شود ← در این مرحله، به ازای تولید هر اسید، یک NADH و یک H^+ ایجاد می‌شود.

۴) هر اسید دوفسفاته بعد از طی مراحلی به مولکول سه‌کربنی به نام پیروات تبدیل می‌شود ← در این مرحله به ازای هر پیروات، دو مولکول ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود.



در قندکافت، O_2 و CO_2، تولید و مصرف نمی‌شود.

NADH

حامل الکترونی دی‌نوکلئوتیدی است و از اضافه شدن الکترون و پروتون به NAD حاصل می‌شود.

همواره به ازای یک NADH، یک پروتون H^+ نیز وجود دارد.

C ۶۴۸ ۴ در مرحلهٔ آخر قندکافت آنزیمی ۴ گروه فسفات را از دو ترکیب سه‌کربنه دوفسفاته جدا کرده و ۴ عدد ATP در سطح پیش‌ماده می‌سازد. همراه این واکنش‌ها مولکول‌های ADP مصرف شده و ۲ مولکول سه‌کربنه ایجاد می‌شود که به آن‌ها پیروات می‌گوییم. **یعنی در این مرحله از هر مولکول سه‌کربنه ۲ فسفات جدا می‌شود و یک پیروات به همراه دو تا ATP ساخته می‌شود.**

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. دقت کنید که محصول مرحلهٔ اول قندکافت، ترکیب قندی شش‌کربنه دوفسفاته است که چون انرژی دو ATP در آن ذخیره است، بازدهی بیشتری از مولکول گلوکز اولیه برای تولید انرژی دارد (در قندکافت، هر گلوکز، بازدهی دو ATP و در هر فروکتوز دوفسفاته، بازدهی چهار ATP دارد). / گزینهٔ (۲): درست است. در مرحلهٔ ۲ قندکافت، مولکول شش‌کربنه ناپایدار، تجزیه شده و دو تا قند سه‌کربنه یک‌فسفاته می‌سازد. / گزینهٔ (۳): درست است. در مرحلهٔ ۳، به هر مولکول سه کربنه، یک فسفات اضافه شده که در این مرحله همانند مرحلهٔ اول عمل فسفاته شدن رخ می‌دهد. به‌طور کلی در مراحل اول و سوم قندکافت، فسفاته شدن مادهٔ قندی رخ می‌دهد (با این تفاوت که محصول اولی قند اما محصول دومی اسید است).

A ۶۴۹ ۱

نکته

بازده قندکافت به ازای تجزیه گلوکز تا رسیدن به **دو** پیروات، دو نوع ترکیب فسفاته شده شش و سه‌کربنی به همراه **یک** نوع ناقل الکترونی NADH می‌باشد. در قندکافت، دو ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته و دو ترکیب سه‌کربنی یک‌فسفاته ایجاد می‌شود.

B ۶۵۰ ۱ در واکنش‌های قندکافت، دو مرحله برای فسفاته شدن ماده قندی اولیه وجود دارد. یکی مرحلهٔ اول که گلوکز (C_6) بدون فسفات به قند دوفسفاته تبدیل می‌شود که این مرحله نیاز به ATP دارد. مرحلهٔ دیگر در بخش سوم واکنش رخ می‌دهد که قند سه‌کربنی یک‌فسفاته با استفاده از فسفات‌های آزاد (نه ATP!) به قند سه‌کربنی دوفسفاته تبدیل می‌شود. پس در هر دو مرحله تعداد کربن مواد اولیه و محصول تغییر نمی‌کند. (گزینهٔ (۲) و (۳) فقط در مرحلهٔ اول قندکافت و گزینهٔ (۴) در مرحلهٔ سوم قندکافت رخ می‌دهد.)

A ۶۵۱ ۳

نکته

دقت کنید که هر مادهٔ شروع‌کننده در مرحلهٔ آخر قندکافت، ترکیب سه‌کربنه دوفسفاته می‌باشد، که هرکدام آن‌ها **با مصرف** ۲ADP به پیروات سه‌کربنه و دو مولکول ATP تبدیل می‌شود (به‌عدد هر مولکول دقت کنید!!).

B ۶۵۲ ۴ دقت کنید که **مرحلهٔ اول بخش هوازی تنفس**، تولید استیل CoA دوکربنه از پیروات در بستره راکیزه می‌باشد که چون درون این اندامک DNA حلقوی نیز وجود دارد پس با آنزیم‌های هلیکاز و دنابسپاراز همانندسازی می‌شود.

A ۶۵۳ ۱ واکنش $C_6 \leftarrow C_6$ فقط در مرحلهٔ اول قندکافت رخ می‌دهد. این واکنش در هر یاختهٔ فعال و زنده‌ای صورت می‌گیرد ولی یاخته‌های مرده مثل اسکرانشیم‌ها (گزینهٔ (۱))، همانند آوندهای چوبی قدرت انجام قندکافت ندارند. سایر گزینه‌ها در مورد یاخته‌های زندهٔ گیاهی بوده که واجد فرایند قندکافت می‌باشند (هدف این تست، شکل‌شناسی بود).

B ۶۵۴ ۳ همهٔ یاخته‌های زنده در واکنش قندکافت بدون نیاز به O_2 به تولید ATP یا انرژی زیستی می‌پردازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تجزیه سلولز توسط میکروب‌های موجود در **سیرابی و نگاری** و طی دو مرحله قبل و بعد نشخوار صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): سیرابی و نگاری، هر دو در مجاور غذای دوباره جویده شده قرار می‌گیرد. / گزینهٔ (۴): جذب غذا در رودهٔ باریک و پس از خروج غذا از شیردان آغاز می‌شود.

B ۶۵۵ ۲ در مرحلهٔ آخر قندکافت با تولد هر ماده کربن‌دار بدون فسفات (*پیروات*)، دو مولکول *ATP* در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود.

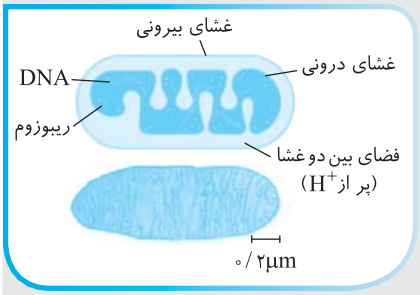
تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۳): در مورد عدم تولید *ATP* در مرحلهٔ سوم و عدم تولید *NADH* در مرحلهٔ اول رد می‌شوند چون در این دو مرحله، ماده کربن‌دار دوفسفاته تولید می‌شود. / گزینهٔ (۴): تولید ماده کربن‌دار یک‌فسفاته در مرحلهٔ دوم قندکافت صورت می‌گیرد که هیچ مادهٔ دیگری تولید و مصرف نمی‌شود و دقت کنید که مصرف *FAD* مربوط به تنفس هوازی می‌باشد.

B ۶۵۶ ۳ یاخته نگهبان روپوست گیاهان، هم دارای **راکیزه** و هم دارای **سبزدیسه‌های** فتوسنتزی می‌باشد. در این یاخته هم *ATP* اکسایشی (*در راکیزه*)، هم *ATP* نوری (*در سبزدیسه*) و هم تولید *ATP* در سطح پیش‌ماده (*سیتوپلاسم و راکیزه*) صورت می‌گیرد. منظور این سؤال **راکیزه** می‌باشد که هم *ATP* اکسایشی در واکنش‌های مرحلهٔ زنجیرهٔ انتقال الکترون و هم *ATP* در سطح پیش‌ماده برای واکنش‌های چرخهٔ کربس تولید می‌کند. راکیزه اندامکی است که به **مصرف اکسیژن** می‌پردازد و واکنش‌های مربوط به اکسایش پیروات، اکسایش استیل کوآنزیم *A* در چرخهٔ کربس و زنجیرهٔ انتقال الکترون را انجام می‌دهد. (*گزینهٔ (۱) در مورد سبزدیسه، گزینهٔ (۲) در مورد سیتوپلاسم و گزینهٔ (۴) در مورد هسته می‌باشد. دقت کنید که راکیزه محل تجزیهٔ مواد آلی و سبزدیسه محل تولید مواد آلی کربوهیدراتی می‌باشد.*)

درسنامه درختی ۷۷ راکیزه (میتوکندری)

ساختمان راکیزه

- دو غشای داخلی چین‌خورده و بیرونی صاف دارد. چین‌های غشای درونی به سمت داخل یا بستره می‌باشد.
- درون آن دو فضا دارد: بخش داخلی (*بستره*) و بخش بیرونی (*فضای بین دو غشا*)
- برای تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی که ژن‌های آن‌ها در هسته قرار دارد وابسته است. این پروتئین‌ها در ریبوزوم‌های مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.
- دارای دنا یا دناهای مستقل از هسته و رناتن **مخصوص** به خود هستند. در آن همانندسازی، رونویسی و پروتئین‌سازی انجام می‌شود.
- در دنای راکیزه، ژن‌های مورد نیاز ساخت انواعی از پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای وجود دارد.
- همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم می‌شود (*رونویسی و ترجمهٔ همزمان دارد*).
- دنای آن ژنوم سیتوپلاسمی انسان را شامل می‌شود.



B ۶۵۷ ۴ راکیزه برای انجام نقش خود در تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی وابسته است. ژن‌های مورد نیاز برای ساخت بعضی از آن‌ها در دنای هسته و بعضی دیگر در دنای راکیزه قرار دارند.

A ۶۵۸ ۱ فقط مورد (د) وجود ندارد. دقت کنید که بستره راکیزه، همانند سیتوپلاسم باکتری است، پس فرایندهای همانندسازی، رونویسی و ترجمه در آن رخ می‌دهد. ولی عامل رونویسی و توالی افزاینده که ویژهٔ سامانهٔ یوکاریوتی است در آن وجود ندارد. سایر موارد همانند پروکاریوت‌ها در بسترهٔ راکیزه و سبزدیسه انجام می‌شود.

B ۶۵۹ ۱ شکل، میتوکندری است. فقط عبارت (ج) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. در باکتری‌ها، میتوکندری و کلروپلاست، این سه فرایند صورت می‌گیرد. / ب) درست است. با توجه به شکل کتاب درسی، اندازهٔ آن بزرگ‌تر از ۰/۲ میکرومتر است و چند دنای حلقوی را می‌توان در آن مشاهده کرد. / ج) نادرست است. میتوکندری رناتن مخصوص به خود را دارد، پس ژن‌های مرتبط با تولید رناتن را دارد. / د) درست است. انواعی از پروتئین‌های مورد نیاز تنفس یاخته‌ای توسط رناتن‌های مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و انواعی نیز توسط رناتن‌های میتوکندری ساخته می‌شود.

B ۶۶۰ ۳ راکیزه دارای دو غشا می‌باشد. غشای خارجی آن سبب تبدیل دو فضا در یاخته به نام فضای خارج راکیزه‌ای (*سیتوپلاسم*) و فضای درون راکیزه‌ای می‌شود. این غشا صاف بوده و فاقد آنزیم‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای می‌باشد (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۱)). غشای درونی راکیزه، غشایی است که فقط به **سمت داخل** اندامک چین‌خوردگی‌هایی دارد و سبب تبدیل فضای درون راکیزه به دو بخش بیرونی (*فضای بین دو غشا*) و درونی یا بستره شده است (نادرستی گزینهٔ (۲)). این غشا با توجه به شکل کتاب دارای آنزیم‌های لازم برای تبدیل پیروات به استیل و اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد (*ولی دقت کنید که اکسایش پیروات در بستره رخ می‌دهد*) (نادرستی گزینهٔ (۴)).

B ۶۶۱ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند.

نکته

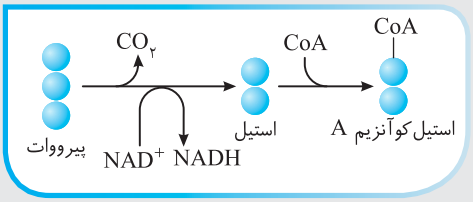
در مرحلهٔ تولید استیل کوآنزیم *A* از پیروات واکنش به صورت زیر انجام می‌شود که طی آن، CO_2 و *NADH* تولید شده و NAD^+ مصرف می‌شود. در این مرحله از تنفس، *ATP* و $FADH_2$ تولید نمی‌شود.

$$\text{پیروات } C_3 + NAD^+ + A \xrightarrow{\text{کوآنزیم}} C_2CoA + CO_2 + NADH$$

درسنامه درختی ۷۸ اکسایش پیروات

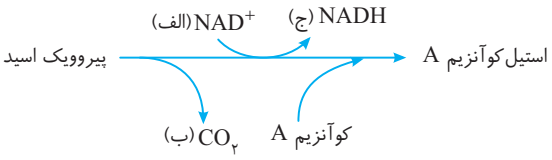
اکسایش پیروات

- در راکیزهٔ یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.
- پیروات از طریق انتقال **فعال** وارد راکیزه می‌شود و در آنجا اکسایش می‌شود.
- پیروات در راکیزه یک CO_2 از دست می‌دهد و به بنیان استیل تبدیل می‌شود
  - ضمن این عمل یک NAD^+ با کاهش یافتن به *NADH* به همراه یک پروتون تبدیل می‌شود.
- بنیان استیل با اتصال به مولکولی آلی به نام کوآنزیم *A*، استیل کوآنزیم *A* را تشکیل می‌دهد.
- در این واکنش ابتدا، CO_2 آزاد می‌شود و در آخر کوآنزیم *A* وارد واکنش می‌شود.
- در این مرحله، تولید *ATP* صورت نمی‌گیرد ولی اولین مرحلهٔ تولید CO_2 در تنفس یاخته‌ای می‌باشد.



A ۶۶۲ ۱ از اکسایش هر مولکول پیرووات در مرحلهٔ دوم تنفس یاخته‌ای یعنی در تنفس هوازی با آزاد کردن یک CO_2 و یک $NADH$ به یک گروه استیل تولید می‌شود.

A ۶۶۳ ۳ در تبدیل پیرووات به استیل CoA، CO_2 (ب) تولید می‌کند و با استفاده از NAD^+ (الف)، $NADH$ (ج) ایجاد می‌شود و سپس بنیان استیل به کوآنزیم A متصل می‌شود.



C ۶۶۴ ۳ فقط مورد (د) نادرست می‌باشد.

در این سؤال نیز بهتر است ابتدا یک ایستگاه برای دوره چرخهٔ کربس داشته باشیم و سپس به بررسی آن بپردازیم.

نکته

در این ایستگاه محل تولید ATP، $NADH$ و $FADH_2$ با علامت ⚠ نشان داده شده است که شما نیازی به حفظ مراحل تولید این مواد ندارید.

واکنش‌های چرخهٔ کربس

ایستگاه ۲۹

مراحل چرخهٔ کربس	مواد اولیه هر مرحله	محصولات هر مرحله	نوع واکنش در محل بسترهٔ راکیزه
اول	ماده چهارکربنی + استیل کوآنزیم A	مولکول شش‌کربنی	$C_4 + C_2CoA \longrightarrow C_6$
دوم	مولکول شش‌کربنی + NAD^+	مولکول پنج‌کربنی + $CO_2 + NADH, H^+$ ⚠	$C_6 + NAD^+ \rightarrow C_5 + CO_2 + NADH, H^+$
سوم	مولکول پنج‌کربنی + $NAD^+ + ADP$	مولکول چهارکربنی + $CO_2 + NADH, H^+ + ATP$ ⚠	$C_5 + ADP + NAD^+ \rightarrow C_4 + CO_2 + ATP + NADH, H^+$
چهارم	مولکول چهارکربنی + $FAD + NAD^+$	مولکول چهارکربنی اولیه + $NADH, H^+ + FADH_2$ ⚠ ⚠	$C_4 + NAD^+ + FAD \rightarrow C_4$ اولیه $+ NADH, H^+ + FADH_2$

نکته

واکنش‌های چرخهٔ کربس برای اکسایش گروه استیل می‌باشد که در **بستره راکیزه** صورت می‌گیرد. طی این واکنش‌ها، در مراحل مختلفی در هر چرخه دو مولکول CO_2، تعدادی ATP، $NADH, H^+$ و $FADH_2$ به دست می‌آید.

تله‌های تستی الف) درست است. دومین مرحله‌ای که در چرخهٔ کربس، CO_2 آزاد می‌کند، سبب تبدیل C_5 به C_4 می‌شود که همانند مرحلهٔ آخر به تولید ماده چهارکربنی می‌انجامد. / ب) درست است. دومین مرحله‌ای که مادهٔ چهارکربنی تولید می‌شود، همانند مرحلهٔ چهارم یا آخر واکنش است که مادهٔ چهارکربنی اولیه در اثر تغییر مادهٔ چهارکربنی دیگری به دست می‌آید ولی در مرحلهٔ اول واکنش، مادهٔ چهارکربنی با استیل ترکیب شده و شش‌کربنی می‌شود. / ج) درست است. در دومین بخش چرخهٔ کربس مادهٔ شش‌کربنی به پنج‌کربنی تبدیل شده و CO_2 آزاد می‌شود. همچنین در مرحلهٔ اکسایش پیرووات تا تبدیل شدن به گروه استیل نیز دو مرحله وجود دارد که مرحلهٔ اول آن CO_2، $NADH$ و بنیان استیل تولید می‌شوند و در مرحلهٔ دوم آن استیل کوآنزیم A ایجاد می‌شود. / د) نادرست است. در مراحل ۱، ۲ و ۳ چرخهٔ کربس، تغییر در تعداد کربن مواد شروع‌کننده و محصول رخ می‌دهد ولی تولید CO_2 مخصوص مرحلهٔ دوم و سوم چرخه می‌باشد. (*قید برخلاف در این عبارت سبب نادرستی آن شده است.*)

برو درسنامه درختی ۷۹ بخون

B ۶۶۵ ۱ با اینکه در کتاب دقیقاً عنوان نشده است، ولی از آنجا که NAD^+ گیرندهٔ الکترون است، برای تبدیل NAD^+ به $NADH$ ابتدا با گرفتن یک الکترون آغاز می‌شود که به صورت NAD درمی‌آید و سپس یک H^+ با گرفتن یک الکترون به یک اتم H تبدیل می‌شود. این H به NAD متصل شده و به صورت $NADH$ درمی‌آید. البته همواره همراه $NADH$، یک H^+ نیز منتقل می‌شود.

◀ برای تبدیل FAD به $FADH_2$، ابتدا دو تا پروتون به دو الکترون می‌پیوندد و سپس H_2 به FAD متصل شده تا $FADH_2$ ایجاد شود.

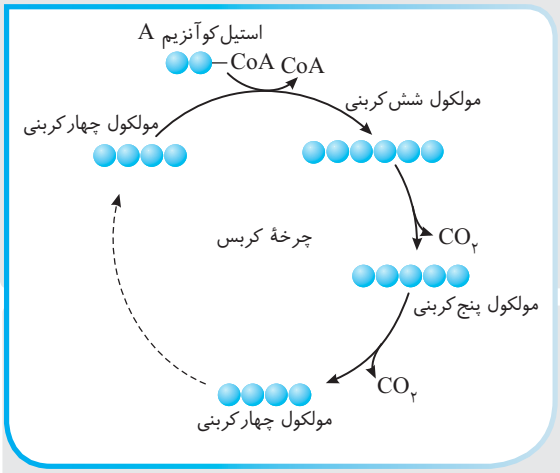
$$FAD + 2e^- + 2H^+ \rightarrow FADH_2$$

درسنامه درختی ۷۹ اکسایش استیل در چرخهٔ کربس

بخش هوازی یا وابسته به اکسیژن در یوکاریوت‌ها

چرخهٔ کربس

- واکنش‌های چرخه‌ای برای اکسایش گروه استیل در بسترهٔ راکیزه می‌باشد.
- چرخه با مادهٔ چهارکربنی شروع می‌شود و در آخر دوباره‌سازی می‌شود.
- مولکول گلوکز اولین در پایان این مرحله تا حد تشکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه شده است.
- واکنش‌های آن به صورت چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی صورت می‌گیرد.



مراحل

۱) ترکیب استیل کوآنزیم A با مولکول چهارکربنی سبب جدا شدن کوآنزیم A و تشکیل مولکول شش‌کربنی می‌شود.
۲) تبدیل مولکول شش‌کربنی به مولکول پنج‌کربنی با آزاد کردن CO_2
۳) تبدیل مولکول پنج‌کربنی به اولین مولکول چهارکربنی با آزاد کردن CO_2
۴) بازسازی مولکول چهارکربنی اولیه برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر ← تبدیل انواع مولکول‌های چهارکربنی به یکدیگر

- مولکول‌های $NADH$، $FADH_2$ و ATP در سطح پیش‌ماده در محل‌های متفاوتی از چرخه تشکیل می‌شوند.
- $FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار است و همانند $NADH$ در این مرحله تولید می‌شود.

$$FAD + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons FADH_2$$

- تا پایان مرحلهٔ چرخه‌های کربس، انرژی حاصل از تجزیهٔ گلوکز، صرف ساخته شدن ATP، $FADH_2$ و $NADH$ شده است.
- تا پایان مرحلهٔ چرخه‌های کربس، همهٔ $6CO_2$ حاصل از تجزیهٔ گلوکز، در بسترهٔ راکیزه آزاد شده‌اند.

A ۶۶۶ ۴ منظور سؤال قند شش‌کربنی دوفسفاته قندکافت می‌باشد که در مرحلهٔ دوم واکنش‌های قندکافت سیتوپلاسمی به دو ماده سه‌کربنی یک‌فسفاته تبدیل می‌شود. این ماده شش‌کربنی در مرحلهٔ اول قندکافت و با **مصرف دو مولکول** ATP به دست آمده است که تنها مرحلهٔ انرژی‌خواه یا ATPخواه تنفس یاخته‌ای می‌باشد.

$$NAD^+ + 2e^- + 2H^+ \rightarrow \boxed{NADH} + H^+$$

دو الکترون و یک پروتون دارد

نکته

ماده شش‌کربنی دیگری در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس نیز تولید می‌شود که این ماده با از دست دادن CO_2 به مولکول C_5 تبدیل می‌شود و از وسط نصف نمی‌شود. این ماده در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس همراه با آزادسازی CoA (کوآنزیم A) ایجاد شده است (نادرستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳)).

B ۶۶۷ ۴ تولید $FADH_2$ در واکنش‌های چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد که در این چرخه ماده سه‌کربنی وجود ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ دوم چرخهٔ کربس، ماده شش‌کربنی واکنش را شروع کرده و با آزاد کردن CO_2 به ماده C_5 تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۲): در ابتدای اکسایش پیرووات، این ماده سه‌کربنی با از دست دادن CO_2 به استیل تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۳): تولید $NADH$ در قسمت‌های مختلف چرخهٔ کربس که حاوی ماده چهارکربنی نیز می‌باشد، صورت می‌گیرد.

A ۶۶۸ ۳ پارامسی یک یوکاریوت آغازی هوازی مصرف‌کننده می‌باشد که گروه استیل را در چرخهٔ کربس موجود در بستره راکیزه خود اکسایش کرده. این عمل سبب کاهش یا الکترون‌گیری NAD^+ و FAD می‌شود.

B ۶۶۹ ۳ ابتدا طرح زیر را بررسی کنید تا به راحتی به درستی گزینهٔ (۳) پی ببرید.

گلوکز ← ۲ پیرووات ← ($2CO_2$) ۲CoA استیل ← ۲چرخهٔ کربس

- مرحلهٔ (۱): $C_2 + C_4 \rightarrow C_6$
- مرحلهٔ (۲): $C_6 \rightarrow C_5 + CO_2$
- مرحلهٔ (۳): $C_5 \rightarrow C_4 + CO_2$
- مرحلهٔ (۴): $C_4 \rightarrow C_4$

از تجزیهٔ گلوکز، دو مولکول پیرووات حاصل می‌شود که تا رسیدن به استیل CoA دوکربنی، $2CO_2$ آزاد شده و سپس هرکدام وارد یک چرخهٔ کربس می‌شوند. در هر چرخهٔ کربس تا تولید اولین ماده C_5، یک CO_2 آزاد می‌شود که چون دو تا چرخهٔ کربس انجام شده است $2CO_2$ در چرخه‌های کربس و $2CO_2$ تا تولید استیل CoA ایجاد شده است که کلاً $4CO_2$ می‌شود.

در این مرحله تا تولید اولین ماده C_4 در چرخهٔ کربس، همه $6CO_2$ تنفس هوازی تولید شده است.

B ۶۷۰ ۲ در تنفس یاخته‌ای طی تبدیل اولین C_6 به ترکیب پنج‌کربنه و همچنین طی تبدیل ترکیب پنج‌کربنه به ترکیب چهارکربنه در چرخهٔ کربس همانند تبدیل پیرووات به استیل، CO_2 آزاد می‌شود. (*همهٔ این فرایندها طی بخش هوازی تنفس در بستره یا فضای درونی راکیزه صورت می‌گیرند.*)

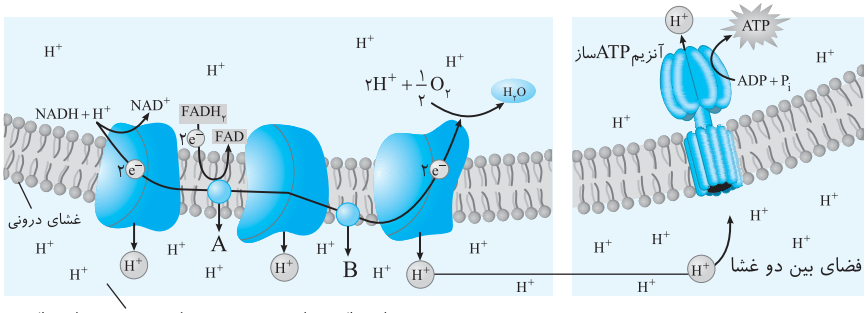
◀ در یاخته **هوازی** طی تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A هم CO_2 تولید می‌شود ولی تبدیل ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته به پیرووات در یاخته هوازی CO_2 ای را تولید نمی‌کند چون پیرووات نیز ماده‌ای سه‌کربنی می‌باشد.

نکته
گزینهٔ (۳) دام آموزشی دارد، چون فرایند تبدیل C_5 به C_4 در **بستره راکیزه** رخ می‌دهد **نه در غشای درونی آن!** اگر این سؤال از نوع شمارشی بود، خیلی از شما عزیزان در مورد گزینهٔ (۳) قطعاً بی‌دقتی می‌کردید!!

C ۶۷۱ ۴ در بررسی این تست کل اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون را برای شما تشریح کرده‌ایم!

نکته
۱ شیب غلظت یا همان تراکم H^+، در فرایند فتوسنتز درون فضای تیلاکوئید و در تنفس هوازی در فضای بین دو غشای راکیزه رخ می‌دهد. در راکیزه، ناقل پروتئینی که بین پمپ دوم و سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون قرار دارد، در تماس با بخش‌های آب‌دوست فسفولیپیدهای لایهٔ خارجی غشای راکیزه می‌باشد.
۲ در راکیزه‌ها، تراکم زیاد H^+ در فضای بین دو غشای اندامک و در تماس با سرهای فسفولیپیدی آن دو غشا وجود دارد ولی در سبزدیسه‌ها، تراکم زیاد H^+، درون تیلاکوئید رخ می‌دهد که فقط در تماس با سرهای آب‌دوست فسفولیپیدهای یک غشای تیلاکوئیدی قرار دارد.

◀ برای بررسی این تست باید شکل زیر را کاملاً خوب تحلیل کرده باشید. در این شکل مشاهده می‌کنید که قسمت ATPساز کانال H^+، به سمت بستره راکیزه می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱)). دوباره‌سازی NAD^+ و FAD در عوامل زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای راکیزه رخ می‌دهد که باز هم به سمت بستره می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)).



محل تراکم زیاد پروتون در فضای بین دو غشای راکیزه

نکته
۱ ناقل پروتئینی که در شکل بالا با حرف A نمایان کرده‌ایم، بین دو پمپ اول و دوم در وسط غشای درونی راکیزه قرار دارد که در مجاور دم‌های آب‌گریز فسفولیپیدها قرار دارد. این ناقل الکترونی، با فضای بین دو غشا در ارتباط نیست (نادرستی گزینهٔ (۳)).
۲ ناقل پروتئینی بین پمپ دوم و سوم در غشای درونی راکیزه به سمت فضای بین دو غشا که تراکم H^+ زیادی دارد قرار گرفته است (درستی گزینهٔ (۴)). (*این ناقل را در شکل بالا با حرف B نشان داده‌ایم.*)

زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و عوامل مرتبط با آن در غشای درونی راکیزه

ایستگاه ۳۰

مولکول	جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون	انتقال الکترون	انتقال پروتون	بازده عمل	نحوهٔ قرارگیری
پمپ غشایی اول	می‌باشد	دارد	انتقال فعال H^+ به سمت فضای بین دو غشا دارد	با اکسایش $NADH$ سبب دوباره‌سازی NAD^+ می‌شود.	کاملاً در عرض غشای درونی می‌باشد. قسمت آب‌دوست و آب‌گریز دارد.
ناقل پروتئینی بین پمپ اول و دوم	می‌باشد	دارد	ندارد	با اکسایش $FADH_2$، سبب دوباره‌سازی FAD می‌شود.	به صورت **آب‌گریز** در وسط غشای درونی راکیزه می‌باشد.
پمپ غشایی دوم	می‌باشد	دارد	انتقال فعال H^+ به سمت فضای بین دو غشا دارد	الکترون را بین دو پروتئین ناقل منتقل می‌کند.	کاملاً در عرض غشای درونی راکیزه است. قسمت آب‌دوست و آب‌گریز دارد.
ناقل پروتئینی بین پمپ دوم و سوم	می‌باشد	دارد	ندارد	عبور الکترون	به صورت **آب‌دوست** در سطح **خارجی** غشای درونی راکیزه در تماس با فضای بین دو غشا می‌باشد.
پمپ غشایی سوم	می‌باشد	دارد	انتقال فعال H^+ به سمت فضای بین دو غشا دارد	الکترون‌های کم‌انرژی را به اکسیژن می‌دهد	کاملاً در عرض غشای درونی راکیزه می‌باشد. قسمت آب‌دوست و آب‌گریز دارد.
کانال پروتونی	**نمی‌باشد**	**ندارد**	انتشار تسهیل‌شده H^+ را به سمت بستره انجام می‌دهد.	قدرت تولید ATP **اکسایشی** دارد	قسمت آنزیمی آن با صرف انرژی **درون‌بستره** ATP می‌سازد.

درسنامه درختی ۸۰ زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه

زنجیرهٔ انتقال الکترون (تشکیل ATP اکسایشی)

۱) متشکل از مولکول‌هایی است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند که می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست بدهند.

۲) اجزای آن حاوی سه پمپ پروتونی در عرض غشای درونی راکیزه و دو پروتئین مخصوص انتقال الکترون می‌باشد.

۳) اجزای زنجیره

- **پمپ‌ها**
  - همگی پروتون‌ها را برخلاف شیب غلظت از بسترهٔ راکیزه به فضای بین دو غشای آن می‌برند.
  - همگی انرژی زیستی مورد نیاز خود را از الکترون عبوری می‌گیرند (نه ATP!).
  - پمپ اول
    - مخصوص اکسایش $NADH$های قندکافت و بخش هوازی می‌باشد ← دوباره‌سازی NAD^+ می‌کند.
    - الکترون‌های $FADH_2$ را عبور نمی‌دهد.
  - پمپ دوم ← الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را از خود عبور می‌دهد.
  - پمپ سوم ← الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را دوباره به بسترهٔ راکیزه برمی‌گرداند تا به O_2 برساند ← یون اکسید ایجاد می‌کند.
- **پروتئین‌ها**
  - به انتقال H^+ نمی‌پردازند.
  - بین پمپ اول و دوم ← آب‌گریز در وسط غشای درونی راکیزه است
    - مسئول اکسایش $FADH_2$ و دوباره‌سازی FAD می‌باشد.
    - الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ را عبور می‌دهد.
  - بین پمپ دوم و سوم ← آب‌دوست در سطح خارجی غشای درونی راکیزه است ← الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ را به پمپ سوم می‌دهد.

۴) مولکول‌های $NADH$ و $FADH_2$ برای تولید ATP بیشتر مصرف می‌شوند.

۵) الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می‌رسند و اکسیژن مولکولی به یون اکسید (*اتم اکسیژن با دوبار منفی*) تبدیل می‌شود.

۶) یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌هایی که در بستره قرار دارند، مولکول آب را تشکیل می‌دهند.

$$\frac{1}{2}O_2+2e\rightarrow O^{2-} \quad , \quad O^{2-}+2H^+\rightarrow H_2O$$

۷) با ایجاد یون اکسید (O^{2-}) و ترکیب آن با پروتون‌ها، در بسترهٔ راکیزه، مقداری آب تولید می‌شود.

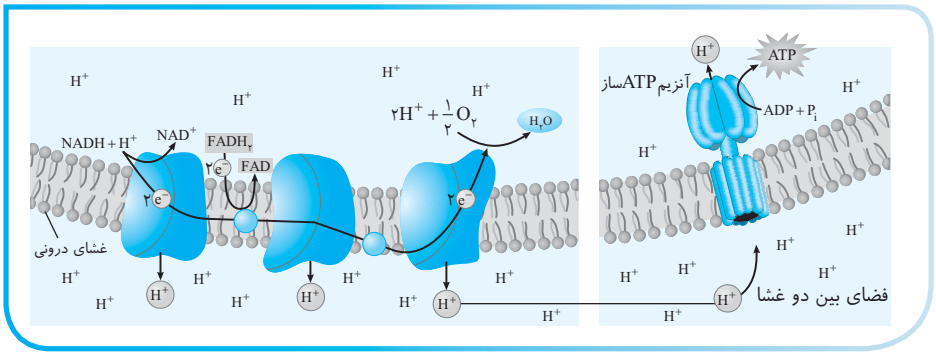
۸) انرژی لازم برای انتقال پروتون‌های آن از الکترون‌های پرانرژی $NADH$ و $FADH_2$ فراهم می‌شود.

۹) ضمن عمل پمپ‌های آن، تراکم پروتون‌ها در فضای بین دو غشا افزایش می‌یابد که براساس شیب غلظت، پروتون‌ها تمایل دارند به سمت بخش داخلی (*بستره*) برگردند.

۱۰) پروتون‌ها فقط از طریق مجموعه‌ای پروتئینی به نام آنزیم ATPساز به بخش داخلی راکیزه می‌روند (*این مجموعه از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد*).

۱۱) با عبور پروتون‌ها به روش انتشار تسهیل‌شده از کانالی که در این مجموعه در غشای درونی راکیزه قرار دارد، انرژی مورد نیاز برای تشکیل ATP اکسایشی از ADP و گروه فسفات فراهم می‌شود.

۱۲) اکسیژن گیرندهٔ نهایی الکترون و پروتون در تنفس هوازی می‌باشد.



A ۶۷۲ ۳ در واکنش‌های پس از چرخهٔ کربس، تولید آب، الکترون‌گیری O_2، ایجاد یون اکسید O^{2-} و تولید ATP در بستره راکیزه ولی نزدیک به غشای درونی این اندامک رخ می‌دهد. در حالی که انتقال الکترون و پروتون در پمپ‌ها، در غشای درونی راکیزه صورت می‌گیرد.

◄ گزینهٔ (۱): این واکنش در گلیکولیز رخ می‌دهد که اصلاً قبل از مرحلهٔ مورد نظر در سؤال می‌باشد و نباید آن را در نظر بگیرید.

◄ گزینهٔ (۲): تولید ATP اکسایشی از واکنش $ADP+P$ توسط بخش آنزیمی کانال H^+ در **بستره راکیزه** رخ می‌دهد.

◄ گزینهٔ (۴): الکترون‌های کم‌انرژی خارج شده از پمپ سوم به اکسیژن مولکولی **بستره** می‌پیوندند تا یون اکسید O^{2-} ایجاد کنند.

B ۶۷۳ ـ **۳** در تنفس یاخته‌ها منظور از مرحلهٔ اول تنفس، همان قندکافت یا گلیکولیز است که طی آن بدون حضور اکسیژن، فقط گیرنده الکترونی NAD^+، با الکترون‌گیری کاهش می‌یابد. مرحلهٔ دوم تنفس، یا به صورت تنفس هوازی و یا تخمیر بی‌هوازی می‌باشد. در نوتروفیل که تنفس **هوازی** دارد، در مرحلهٔ دوم (در حضور O_2 و در گذرگاه‌های (۱) و (۲))، دو نوع گیرنده NAD^+ و FAD ابتدا کاهش یافته و به $NADH$ و $FADH_2$ تبدیل می‌شوند و سپس در واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون اکسایش می‌شوند (درستی گزینهٔ (۳)).

نکته
۱ مرحلهٔ اول هر نوع تنفسی، بی‌هوازی می‌باشد که همان مرحلهٔ قندکافت است. در این مرحله بدون نیاز به O_2، مقداری ATP در سطح پیش‌ماده آلی تولید می‌شود.
۲ تولید ATP در سطح پیش‌ماده آلی را در سه واکنش به خاطر بسپارید:
۱) تولید ATP در مرحلهٔ آخر قندکافت همراه با تولید پیرووات‌ها
۲) تولید ATP در مرحله‌ای از چرخه‌های کربس برای اکسایش گروه استیل (رد گزینهٔ (۴)).
۳) تولید ATP به کمک کرآتین فسفات در ماهیچه‌ها

B ۶۷۴ ـ **۲** فقط مورد (د) صحیح می‌باشد.
منظور این سؤال **پمپ دوم در زنجیرهٔ انتقال الکترونی** راکیزه‌ها می‌باشد که بین دو عامل پروتئینی کوچک قرار دارد. این دو عامل پروتئینی فقط مخصوص انتقال الکترون می‌باشند ولی پروتون‌ها را عبور نمی‌دهند. پمپ دوم در زنجیرهٔ انتقال الکترون قادر به دوباره‌سازی FAD و NAD^+ و یا الکترون‌دهی به اکسیژن‌ها نمی‌باشد و فقط عاملی برای انتقال پروتون‌ها و الکترون‌های حاصل از اکسایش $NADH$ و $FADH_2$ می‌باشد.

A ۶۷۵ ـ **۴** زنجیرهٔ انتقال الکترون در باکتری هوازی در **غشای یاخته** ولی در یوکاریوت در **غشای داخلی راکیزه** می‌باشد، پس گزینهٔ (۴) درست است. در اسپیروژیر که جلبک سبز می‌باشد، دارای زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه است و کانال ATPساز نیز در این غشا وجود دارد. عامل مالاریا و قارچ مخمر نان از یوکاریوت‌ها هستند ولی عامل سینه‌پهلو نوعی پروکاریوت است که فاقد اندامک‌های غشادار مثل راکیزه و... هستند.

نکته
زنجیرهٔ انتقال الکترون و کانال ATPساز در غشای داخلی راکیزه همهٔ یوکاریوت‌های هوازی و غشای تیلاکوئید یوکاریوت‌های تولیدکننده وجود دارند.

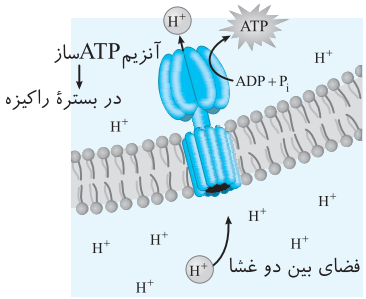
C ۶۷۶ ـ **۱** موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند. منظور این سؤال بررسی **کانال پروتئینی** H^+ می‌باشد که فعالیت خود را پس از عمل زنجیرهٔ انتقال الکترون به صورت جداگانه آغاز می‌کند ولی برای فعالیت وابسته به زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد.

ویژگی کانال عبور دهنده پروتون در غشای درونی راکیزه

ایستگاه ۳۱

بخش‌های کانال ATPساز	محل	عمل	جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون	انتقال الکترون	مصرف انرژی زیستی
قسمت عبور دهنده پروتون	در غشای درونی راکیزه متصل به بخش آب‌دوست و آب‌گریز اسیدهای چرب	انتشار تسهیل‌شده H^+ از فضای بین دو غشای راکیزه به بسترهٔ آن بدون صرف انرژی	نمی‌باشد	ندارد	ندارد
قسمت آنزیمی ATPساز	در بسترهٔ راکیزه	ترکیب ADP و گروه فسفات با **صرف** انرژی برای تولید ATP **اکسایشی**	نمی‌باشد	ندارد	**دارد**

تله‌های تستی الف) درست است. با توجه به شکل مقابل به راحتی ملاحظه می‌کنید که بخش آنزیمی کانال ATPساز که خود مجموعه‌ای از آنزیم‌ها می‌باشد در بخش درونی راکیزه یا بسترهٔ آن قرار دارد. / ب) درست است. بخش انتقال دهندهٔ پروتون این مجموعه، در عرض غشای درونی و در تماس با قسمت‌های آب‌دوست و آب‌گریز اسیدهای چرب وجود دارد. / ج) درست است.



نکته
۱ این مولکول در وظیفه انتقالی H^+ خود، انرژی زیستی مصرف نمی‌کند ولی برای تولید ATP نیاز به انرژی حاصل از شیب غلظت پروتون دارد تا همانند هر واکنش ترکیب دیگری ADP را با فسفات ترکیب کند.
۲ عبور مواد در اثر انتشار همراه با انرژی جنبشی ماده عبوری می‌باشد ولی یاخته برای آن انرژی مصرف نمی‌کند.

د) نادرست است. کانال H^+ وظیفهٔ انتقال الکترون ندارد چون جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.

B ۶۷۷ ـ **۴** در قندکافت سه نوع مادهٔ نوکلئوتیدی ATP (در مرحلهٔ اول)، NAD^+ (در مرحلهٔ سوم) و ADP (در مرحلهٔ چهارم) استفاده می‌شود و از طرفی در چرخهٔ کربس نیز سه نوع ماده نوکلئوتیدی ADP، NAD^+ و FAD استفاده می‌شود. ویژگی مشترک واکنش‌های قندکافت و چرخهٔ کربس، تولید ATP و $NADH, H^+$ می‌باشد (ATP شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌هاست. فسفاته شدن ترکیب سه‌کربنی ویژهٔ قندکافت می‌باشد ولی آزادسازی CO_2 در قندکافت رخ نمی‌دهد).

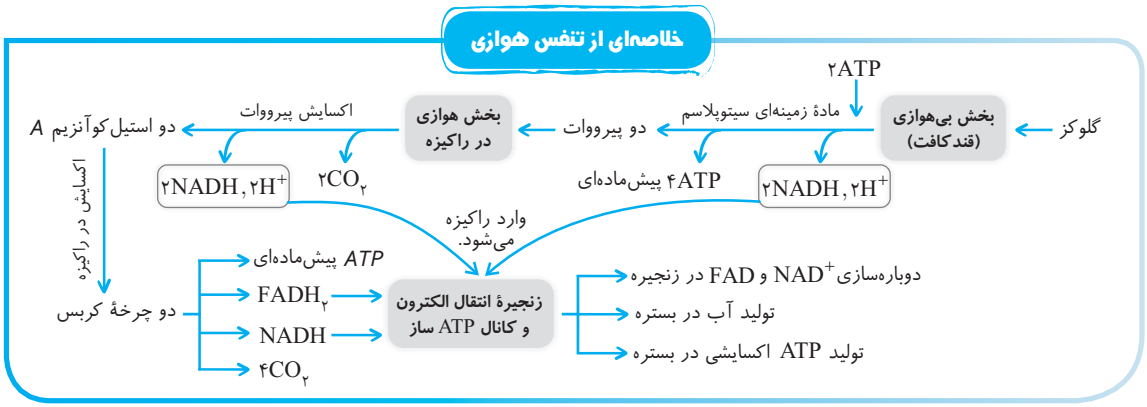
نکته
دقت کنید که در زنجیرهٔ انتقال الکترون دو مادهٔ نوکلئوتیدی $NADH$ و $FADH_2$ اکسایش می‌شوند ولی مصرف ADP یا تولید ATP در واکنش‌های مربوط به مجموعهٔ آنزیمی کانال ATPساز رخ می‌دهد.

B ۶۷۸ ـ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. منظور سؤال **چپ اول** در زنجیرهٔ انتقال الکترون است که الکترون $FADH_2$ را عبور نمی‌دهد. این پمپ در دوباره‌سازی گیرندهٔ الکترونی NAD^+ نقش دارد.

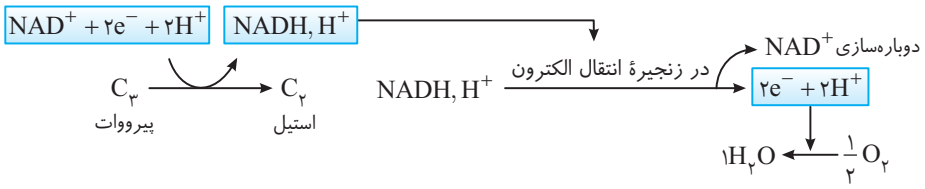
تله‌های تستی الف) نادرست است. در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ها، **چپ سوم** وظیفهٔ انتقال الکترون‌های کم‌انرژی شده به مولکول اکسیژن را دارد تا به تولید آب بیانجامد. / ب) نادرست است. پمپ اول در ایجاد شیب غلظت H^+ با انرژی‌گیری از عبور الکترون‌های $NADH$ و انتقال پروتون‌ها به فضای بین دو غشای راکیزه نقش دارد ولی دقت کنید که این فضا جزء بخش بیرونی **فضای درونی** راکیزه‌ها است نه جزء بخش بیرونی راکیزه!! (*بخش بیرونی راکیزه معنی فضایی در خارج این اندامک می‌دهد.*) / د) نادرست است. تولید ATP پس از انتقال H^+، وظیفهٔ کانال H^+ است، این کانال وظیفهٔ عبور الکترون ندارد و باید دقت کنید که جزء عوامل موجود در زنجیرهٔ انتقال الکترونی نمی‌باشد!!! (*در سؤال تأکید شده است که کدام عامل زنجیرهٔ انتقال الکترون...!*)

B ۶۷۹ ـ ۴ از شش مولکول CO_2 حاصل از تنفس یاخته‌ای، دو تا در واکنش‌های اکسایش دو پیروات تا تولید دو استیل‌کوآنزیم A و چهار تا نیز در واکنش‌های دو تا چرخهٔ کربس برای اکسایش دو گروه استیل ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ماده چهارکربنی در دو مرحلهٔ آخر چرخهٔ کربس ایجاد می‌شود. در مرحلهٔ ۳ این چرخه، با تبدیل C_5 به C_4، یک CO_2 تولید می‌شود ولی در مرحلهٔ آخر این چرخه تغییری در تعداد کربن رخ نداده چون فقط بازسازی مولکول C_4 اولیه از یک C_4 دیگر رخ داده است و تولید CO_2 صورت نمی‌گیرد. / گزینهٔ (۲): انتقال H^+ از بخش درونی به بیرونی فضاهای راکیزه یعنی از بستره به فضای بین دو غشا، با صرف انرژی و در خلاف شیب غلظت پروتون با انتقال فعال صورت می‌گیرد ولی دقت کنید که ورود پیرووات از سیتوپلاسم به راکیزه نیز با انتقال فعال صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): پروتئین کانالی H^+ دارای دو نقش می‌باشد یکی ترابری H^+ از بخش بیرونی به درونی فضای راکیزه که بدون صرف انرژی یاخته‌ای است ولی برای آن انرژی جنبشی یون H^+ نقش مؤثری دارد. نقش دیگر این کانال، نقش آنزیمی ATPساز می‌باشد که با صرف انرژی بوده و سبب ترکیب ADP و گروه فسفات می‌شود.



C ۶۸۰ ـ ۲ از تبدیل هر پیروات به استیل، علاوه بر CO_2، یک مولکول $NADH, H^+$ نیز تولید می‌شود. هر $NADH, H^+$ در خود دو الکترون و دو پروتون گنجانده است که در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون سبب کاهش $\frac{1}{2}$ مولکول اکسیژن و تولید یک مولکول آب می‌شود.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. هر $NADH, H^+$ یا $FADH_2$، در اثر اکسایش خود، $2H^+$ و $2e^-$ ایجاد می‌کند که برای تولید یک مولکول آب از $\frac{1}{2}$ مولکول O_2 نیاز می‌باشد.

$$\left\{\begin{matrix}NADH, H^+\\FADH_2\end{matrix}\right\} \xrightarrow{\text{اکسایش}} 2e^- + 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$$

گزینهٔ (۳): درست است. ناقلین الکترونی $NADH, H^+$ هم در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم یعنی در واکنش‌های **قندکافت** (*خارج راکیزه*) ایجاد می‌شود و هم به همراه $FADH_2$ در بستره راکیزه تولید می‌شود که همهٔ آن‌ها در واکنش‌های موجود در زنجیرهٔ انتقال الکترون سبب کاهش O_2 و تولید آب می‌شوند. / گزینهٔ (۴): درست است. در انتهای واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، ابتدا الکترون‌های کم‌انرژی خارج شده از پمپ سوم، درون بستره راکیزه به مولکول O_2 می‌پیوندد و یون اکسید (O^{2-}) را ایجاد می‌کند و سپس O^{2-} با اتصال به $2H^+$ سبب تولید H_2O می‌شود.

نکته مهم
همان‌طور که بارها گفتیم کانال H^+ که وظیفهٔ ATPسازی دارد، جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد. پس **انتهای** زنجیرهٔ انتقال الکترون در حقیقت قسمتی است که پس از ورود الکترون‌ها از پمپ سوم به بستره راکیزه بوده و سبب الکترون‌گیری یا کاهش اکسیژن و تولید آب می‌شود.

اکسایش‌ها در تنفس یاخته‌ای

ایستگاه ۳۲

نکات / اکسایشِ ...	محل	تعداد CO_2 حاصل	نوع واکنش‌ها
گلوکز (C_6)	قندکافت در سیتوپلاسم و ادامه واکنش در راکیزه	۶	قندکافت ← بی‌هوازی بعد از قندکافت ← هوازی
پیرووات (C_3)	درون راکیزه	۳	هوازی در بستره
گروه استیل (C_2)	درون راکیزه	۲	هوازی در بستره یعنی در چرخهٔ کربس
$NADH$	غشای درونی راکیزه	صفر	هوازی در زنجیرهٔ انتقال الکترون
$FADH_2$	غشای درونی راکیزه	صفر	هوازی در زنجیرهٔ انتقال الکترون

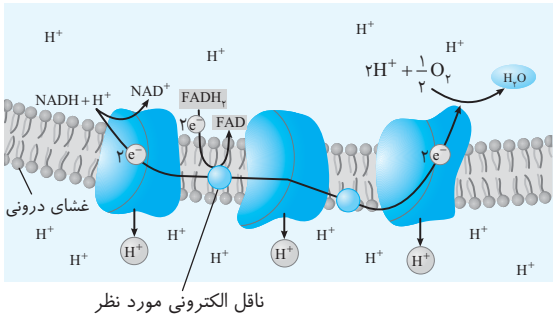
نکته

دانش‌آموزان عزیز دقت کنید که واکنش اکسایش پیرووات، منظور تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A می‌باشد ولی اگر در تستی گفت از اکسایش **کامل** پیرووات، در این حالت باید چرخهٔ کربس را نیز در نظر بگیرید.

۶۸۱ (B) (۱) هر جانداری برای تنفس یاخته‌ای خود، مجبور است مرحلهٔ قندکافت را داشته باشد که طی آن با تجزیهٔ گلوکز، مقداری ATP پیش‌ماده‌ای و $NADH$ در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود ولی راکیزه در هر جانداری وجود ندارد.

۶۸۲ (B) (۴) تولید $FADH_2$، اکسایش پیرووات‌ها و تولید استیل‌ها همراه با آزاد شدن CO_2 در بستره راکیزه ولی اکسایش آن در ناقل موجود در غشای درونی راکیزه رخ می‌دهد. همان‌طور که یک‌بار در تست‌های قبلی گفتیم، بستره راکیزه هم محل تولید ATP اکسایشی در کانال ATPساز و هم محل تولید ATP پیش‌ماده‌ای در چرخهٔ کربس می‌باشد.

۶۸۳ (B) (۱) فقط مورد (ب) مدنظر می‌باشد. اگر به شکل مقابل نگاه عمیقی بیندازید، متوجه می‌شوید که منظور سؤال مولکول پروتئینی ناقل الکترونی است که **بین چپ اول و دوم** واقع شده است. این مولکول در **وسط** غشای درونی راکیزه و در اتصال با **دم‌های آب‌گریز اسید چرب** می‌باشد. این مولکول مسئول اکسایش $FADH_2$ بوده تا FAD مورد نیاز چرخهٔ کربس را فراهم کند. همچنین الکترون‌های حاصل از اکسایش $FADH_2$ را به پمپ دوم می‌دهد و در انتقال الکترون‌های $NADH$ از پمپ اول به دوم نیز کارایی دارد.



نکته

در غشای درونی راکیزه، به‌جز پمپ‌ها و کانال H^+، سایر مولکول‌ها در انتقال پروتون نقشی ندارند (نادرستی ب).

۶۸۴ (A) (۲)

نکته

در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای و در مرحلهٔ زنجیرهٔ انتقال الکترون، یون‌های H^+ با انتقال فعال از بستره راکیزه به فضای بین دو غشا می‌روند و کانال ATPساز آن‌ها را در جهت شیب غلظت به بستره راکیزه برمی‌گرداند. (دقت کنید که فضای بیرون راکیزه یعنی فضای خارج از اندامک ولی بخش بیرونی فضای درون راکیزه، معنی فضای بین دو غشای راکیزه‌ای می‌دهد.)

۶۸۵ (B) (۴) هیچ‌کدام از عبارت‌ها صحیح نمی‌باشند.

در ابتدا دقت کنید که درون یک **ماهیچه**، علاوه بر یاخته‌های ماهیچه‌ای، یاخته‌های بافت پیوندی (در بین تارهای ماهیچه‌ای) و یاخته‌های عصبی و پوششی نیز در رگ‌ها و اعصاب آن وجود دارد. حالا به بررسی هر عبارت می‌پردازیم:

الف) نادرست است. در تست‌ها زود تا ترکیب سه‌کربنه دوفسفاته و قندکافت را دیدید، نتیجه نگیرید که حتماً ATP درست می‌شود. این عبارت به‌طور کلی نادرست است، چون در قندکافت برعکس این گفته انجام می‌شود. در مرحلهٔ سوم قندکافت، ترکیب قندی سه‌کربنه یک‌فسفاته با گرفتن فسفات، به ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته تبدیل می‌شود (نه‌برعکس!). / ب) نادرست است. تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A که در بستره راکیزه‌ها و در واکنش‌های تنفس هوازی برای اکسایش پیرووات صورت می‌گیرد به تولید ATP نمی‌انجامد. در این واکنش فقط $NADH$ و CO_2 ایجاد می‌شود.

$$C_3\text{ (پیرووات)} + NAD^+ + CoA \longrightarrow C_2CoA + NADH, H^+ + CO_2$$

ج) نادرست است. تولید کرآتین از کرآتین فسفات به تولید ATP در سطح پیش‌ماده منجر می‌شود ولی این عمل فقط در یاخته‌های ماهیچه‌ای صورت می‌گیرد نه در هر یاخته موجود در ماهیچه!! (به‌طور مثال یاخته‌های پیوندی بین تارهای ماهیچه‌ای قدرت تولید ATP از کرآتین فسفات ندارند.) / د) نادرست است. ساخته شدن اکسایشی ATP در راکیزه‌ها و ساخته شدن نوری این مولکول در سبزدیسه‌ها، نمونه‌ای از تولید ATP در سطح پیش‌ماده نمی‌باشد.

۶۸۶ (A) (۱) چون انتقال H^+ از فضای بین دو غشا به بستره راکیزه در جهت شیب غلظت است، نوعی انتشار تسهیل‌شده بوده و انرژی زیستی نمی‌خواهد، پس توسط پروتئین کانالی انجام می‌شود؛ دقت کنید که انتقال H^+ توسط کانال، بدون صرف انرژی است ولی عمل ATP سازی آن (نقش کانال‌های یونی)، با صرف انرژی صورت می‌گیرد (تولید مادهٔ آلی انرژی‌خواه است. در مورد گزینه‌های (۲) و (۴) دقت کنید که پروتئین‌ها هم پیوند اشتراکی و هم پیوند هیدروژنی دارند).

۶۸۷ (۱) وقتی یون‌های H^+ از طریق کانال پروتئینی به بستره راکیزه وارد می‌شوند، توسط قسمت آنزیمی کانال، ATP تولید می‌شود که به این ATP، تولید ATP در سطح پیش‌ماده آلی نمی‌گوییم (*درونی‌ترین فضای راکیزه همان بستره می‌باشد*).

◀ کانال‌ها و پمپ‌های غشایی، نوعی پروتئین در عرض غشای درونی راکیزه هستند که کانال‌ها فقط پروتون عبور می‌دهند و نقش آنزیمی در تولید ATP دارند.

۶۸۸ (۱) بایـد یـادآوری کنم که در تنفس هوازی، پیرووات اکسـایش و در تنفس بی‌هوازی لاکتیکی، پیرووات کاهـش می‌یابد. تخمیر **فقط در یاخته‌های ماهیچه‌ای انسـان** صورت می‌گیرد پس یاخته‌های اسـتوانه‌ای چشـم انسان فقط تنفس هوازی و اکسـایش پیرووات دارند و در زنجیرهٔ انتقال الکترون، NAD^+ را بازسازی می‌کنند (نادرسـتی گزینـهٔ (۲)). در کانـال ATPسـاز، انرژی‌های $NADH$ و $FADH_2$ها صـرف تولید مقداری ATP می‌شـوند (نادرسـتی گزینهٔ (۳)). در مرحلـهٔ قندکافت، مولکول‌های $NADH$ همواره در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۶۸۹ (۳) اگر سؤال را به دقت بخوانید، متوجه می‌شوید که منظور سؤال قسمتی از کانال H^+ می‌باشد که در غشای درونی راکیزه قرار دارد و **نقش انتقال پروتون‌ها را بر عهده دارد**. در غشای درونی راکیزه‌ها دوباره‌سازی NAD^+ و FAD صورت می‌گیرد و زنجیرهٔ انتقال الکترون این بخش، انرژی مورد نیاز برای ساخت ATP را فراهم می‌کند (*این انرژی از انتقال پروتون در کانال تأمین می‌شود. $FADH_2$ و $NADH$ در بستره تولید می‌شوند*).

۶۹۰ (۲) اولیـن مرحلـه قبل از چرخهٔ کربس **تبدیل پیرووات به اسـتیل‌کوآنزیم A** اسـت. در این واکنش $NADH$ و CO_2 تولید می‌شـوند. پس موارد (ب) و (ج) درست می‌باشند. در واقع طی این واکنش، پیرووات اکسایش می‌یابد (*الکترون از دست داده*) (رد د)، به استیل‌کوآنزیم A تبدیل می‌شود و $NADH$ نیز ایجاد شده است (رد الف). در این مرحله کوآنزیم A که یک مادهٔ آلی کمک‌کننده به عمل آنزیم‌هاست وارد واکنش می‌شود.

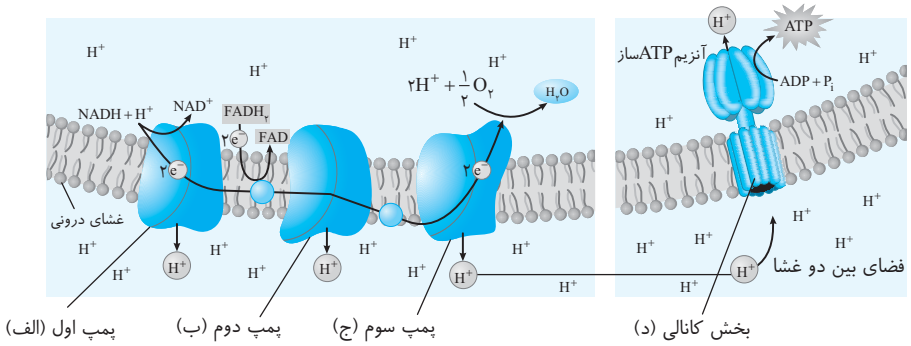
۶۹۱ (۴) در قسمت انتهایی تنفس یاخته‌ای، کانال H^+ فعال می‌شود که ابتدا عمل کانالی آن با انتشار تسهیل‌شده برای عبور H^+ صورت می‌گیرد و سپس تولید ATP در بخش آنزیمی آن با سنتز آبدهی و ترکیب $ADP+P$ صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مصرف ATP فقط در مرحلهٔ اول قندکافت رخ می‌دهد که بلافاصله پس از آن فسـفاته شـدن گلوکز و تشـکیل قند شش‌کربنی (*فروکتوز*) دوفسفاته صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): شروع تولید CO_2 در تبدیل پیرووات به استیل صورت می‌گیرد. (*تولید دومین CO_2 همراه با تولید ماده پنج‌کربنی چرخهٔ کربس می‌باشد.*) / گزینهٔ (۳): دوباره‌سـازی کوآنزیم A در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد که پس از آن مادهٔ شـش‌کربنی با از دست دادن CO_2 به ماده پنج‌کربنی تبدیل می‌شود. (*نصف شدن مادهٔ شش‌کربنی، ویژهٔ قندکافت و چرخهٔ کالوین در فتوسنتز می‌باشد.*)

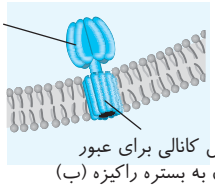
۶۹۲ (۳)

نکته دقت کنید که نیکوتین آمید آدنین دی‌نوکلئوتید فسـفات نام دیگر $NADP^+$ اسـت که در فتوسـنتز (*فصل ۶ می‌خوانیم*) کارایی دارد نه تنفس یاخته‌ای!! (نادرسـتی گزینه‌های (۱) و (۲)) ولی $FADH_2$ (*نوکلئوتید آمید آدنین دی‌نوکلئوتید*) باعث فعال‌سـازی پمپ ۲ و ۳ در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه شـده تا H^+ را با اسـتفاده از انرژی الکترون‌های خود، از فضای بخش داخلی راکیزه به بخش خارجی یعنی فضای بین دو غشا منتقل کند.

۶۹۳ (۳) مولکول (د) پروتئینی کانالی اسـت که یون‌های هیدروژن را از فضای بین دو غشـا به درون بسـتره راکیزه **انتشـار** می‌دهد و درون بستره راکیزه سبب تولید مولکول‌های ATP می‌شود (*دوباره‌سازی NAD^+ در (الف) و FAD در ناقل الکترونی بین (الف) و (ب) رخ می‌دهد*). مولکول (ج) پمپ سومی است که الکترون‌های کم‌انرژی را به بخش خارجی فضای درون راکیزه وارد می‌کند ولی به بخش خارج راکیزه یا مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وارد نمی‌کند.



۶۹۴ (۳) شـکل بیانگر مجموعهٔ پروتئینی کانال ATPسـاز می‌باشـد که بخش (الف) با استفاده از انرژی زیستی از اختلاف شیب غلظت پروتون، ATP تولید می‌کند (رد گزینهٔ (۲)) و بخش (ب) قسمت کانالی آن می‌باشـد که پروتون‌ها با انتشـار تسهیل‌شده و به کمک انرژی جنبشی از آن عبور می‌کنند (رد گزینهٔ (۱)). فعالیت هر دو بخش به زنجیرهٔ انتقال الکترون وابسته می‌باشد (رد گزینهٔ (۴)).



۶۹۵ (۱) در تنفس یاخته‌ای، سه نوع گیرنده الکترونی NAD^+، FAD و O_2 وجود دارد. NAD^+ و FAD الکترون‌های **پرانرژی** حاصل از شکستن پیوندهای کربن هیدروژن گلوکز، پیرووات یا اسـتیل را جذب می‌کنند تا پس از ایجاد $NADH$ و $FADH_2$ به سـمت تولید ATP اکسایشـی در زنجیرهٔ انتقال الکترون بروند (رد گزینهٔ (۴)). دقت کنید که $NADH$های تولید شده در قندکافت باید برای ATPسازی بیشتر وارد راکیزه شوند (رد گزینهٔ (۳)). ولی O_2 گیرنده الکترون‌های کم‌انرژی خارج شده از پمپ سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد که ابتدا با الکترون‌ها ترکیب شده و یون اکسید O^{2-} می‌سازد و سپس با پروتون ترکیب شده و آب تولید می‌کند (رد گزینهٔ (۲)).

B ۶۹۶ ـ ۳ ـ موارد (الف) و (ه) از اشتراک‌های آن‌ها می‌باشد. **منظور این سؤال آنزیم‌های لازم برای زنجیرهٔ انتقال الکترون و اکسایش پیرووات به استیل‌کوآنزیم A می‌باشند.** این دو مجموعه آنزیمی قادر به ایجاد $FADH_2$ نمی‌باشند ولی برخی از واکنش‌های هر دو نوع آنزیم‌ها در بستره راکیزه صورت می‌گیرد.

◀ دوباره‌سازی NAD^+ و مصرف ADP در اجزاء یا مراحل مرتبط زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد ولی آنزیم‌های مورد نیاز اکسایش پیرووات به تولید یا مصرف ATP نمی‌پردازند (البته تولید CO_2 و $NADH$ در اَک‌یش پیرووات رخ می‌دهد).

B ۶۹۷ ـ ۲ ـ وقوع هم‌زمان ترجمه و رونویسی در سیتوپلاسم از ویژگی پروکاریوت‌ها می‌باشد و از طرفی نداشتن قدرت تولید $FADH_2$ دلیلی بر عدم توانایی تنفس هوازی می‌باشد. پس سؤال در مورد **پروکاریوت بی‌هوازی** می‌باشد که فاقد زنجیرهٔ انتقال الکترون است و فقط یک نوع رناباسپاراز برای رونویسی دارد. حتماً از قبل به یاد دارید که پروکاریوت‌ها معمولاً یک نقطهٔ آغاز همانندسازی دارند و فاقد چرخهٔ یاخته‌ای و نقاط وارسی می‌باشند.

B ۶۹۸ ـ ۳ ـ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست و (ب) درست است. در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، اکسیژن گیرنده نهایی الکترون و سپس پروتون می‌باشد. این مولکول، الکترون‌های دو نوع ناقل $NADH$ (نه $NADPH$) و $FADH_2$ که در اثر اکسایش از آن‌ها خارج شده را می‌گیرد و به یون اکسید تبدیل می‌شود. مورد (ج) نادرست است، چون یون اکسید دیگر الکترون نمی‌گیرد بلکه با یونی فاقد الکترون یا همان پروتون ترکیب می‌شود. مورد (د) نیز نادرست است چون FAD از اکسایش استیل در **چرخهٔ کربس** الکترون می‌گیرد تا به $FADH_2$ تبدیل شود.

B ۶۹۹ ـ ۲ ـ موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. از تجزیهٔ گلوکز یا تولید استیل‌کوآنزیم A، فقط گیرندهٔ الکترونی NAD^+ در واکنش‌ها شرکت دارد ولی برای اکسایش گروه استیل در چرخهٔ کربس، علاوه بر NAD^+، مولکول FAD نیز به عنوان گیرندهٔ الکترون فعالیت می‌کند. / ب) نادرست است. دقت کنید که در **بهترین** حالت، مقدار **کل ATP تولیدی** از تجزیهٔ گلوکز به اندازه ۳۰ مولکول ATP می‌شود. این ATPها، هم از نوع پیش‌ماده‌ای و هم از نوع اکسایشی (نه فقط زنجیرهٔ انتقال الکترون) تولید می‌شوند. / ج و د) درست است.

نکته
مقدار تولید ATP در تنفس یاخته‌ای، بستگی به بافت‌های مختلف و شرایط محیطی و نیاز بدن دارد.

B ۷۰۰ ـ ۲

نکته
اندازه‌گیری‌های **واقعی** (نه تجربی!!) در شرایط **بهینه** (نه متفاوت) آزمایشگاهی نشان می‌دهد که مقدار ATP تولید شده در ازای تجزیهٔ کامل گلوکز در **بهترین شرایط** (نه در هر شرایطی!) یاخته‌ای در **یوکاریوت‌ها** (نه در هر یاخته‌ای!)، حداکثر ۳۰ مولکول ATP می‌باشد.

◀ پس ۴ غلط علمی (واقعی - بهینه - بهترین شرایط - یوکاریوت‌ها) در این عبارت موجود است.

توجه ببینید این تست نشان می‌دهد که چقدر توجه به متن کتاب درسی مهم می‌باشد! و البته بدانید که بارها از این تست‌ها در کنکور تکرار شده است.

A ۷۰۱ ـ ۳

نکات بازده انرژی‌زایی و تنظیم اقتصادی تنفس یاخته‌ای

ایستگاه ۳۳

۱) با اندازه‌گیری **واقعی** در شرایط **بهینه** آزمایشگاهی، مقدار ATP تولید شده به ازای تجزیه **کامل** یک گلوکز در **بهترین** شرایط یاخته **یوکاریوتی** ۳۰ مولکول ATP می‌باشد.
۲) مقدار تولید ATP در یاخته‌های **متفاوت** و **متناسب با نیاز بدن** فرق می‌کند.
۳) میزان تولید ATP در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای تحت کنترل **میزان ATP و ADP** یاخته می‌باشد (درستی گزینهٔ (۱)).
۴) در صورت **زیادی ATP** در یاخته، آنزیم‌های مورد نیاز برای فرایندهای **قندکافت و چرخهٔ کربس** مهار می‌شوند تا انرژی یاخته صرف تولید ATP نشود (درستی گزینه‌های (۲) و (۴)).
۵) در صورت **کمبود ATP** و **زیادی ADP**، آنزیم‌های قندکافت و چرخهٔ کربس برای تولید ATP فعال می‌شوند تا انرژی مورد نیاز واحد زیستی فراهم شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).
۶) یاخته‌های بدن به‌طور معمول ابتدا از گلوکز آزاد خون و سپس به کمک هورمون گلوکاگون و با تجزیهٔ گلیکوژن کبد به گلوکز از این ماده در تأمین انرژی استفاده می‌کنند.
۷) در صورت کمبود گلوکز، یاخته‌ها برای تأمین انرژی به ترتیب به **تجزیه چربی‌ها و پروتئین‌ها** می‌پردازند.
۸) افرادی که رژیم غذایی نامناسب دارند یا غذای کافی در اختیار ندارند، در طولانی‌مدت به دلیل تجزیهٔ چربی‌ها و پروتئین‌ها دچار تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه‌ها و ضعف سیستم ایمنی در اثر سوء تغذیه می‌شوند.

B ۷۰۲ ـ ۲ ـ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. منبع انرژی یاخته‌های بدن، به‌طور معمول از تجزیهٔ گلوکز در تنفس یاخته‌ای ایجاد می‌شود که ذخیرهٔ آن به صورت گلیکوژن در کبد و ماهیچه می‌باشد. / ب) نادرست است. کراتین فسفات نوعی منبع انرژی برای یاخته‌های ماهیچه‌ای می‌باشد. / ج) درست است. انرژی‌زایی زیاد از چربی و پروتئین‌ها می‌تواند سبب اختلال در سیستم ایمنی شود. / د) نادرست است. یاخته‌های بخش بیرونی اپیدرم مرده‌اند و متابولیسم ندارند.

C ۷۰۳ ۱ محصولات نهایی تنفس یاخته‌ای، CO_2، ATP و H_2O می‌باشد ولی منظور سؤال H_2O و ATP بوده که در اثر عمل زنجیره‌های انتقال الکترونی راکیزه‌ها ایجاد می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید تولید پروتئین در رناتن‌ها با واکنش‌های **سنتز آبدهی** و **مصرف انرژی** صورت می‌گیرد تا بین آمینواسیدها پیوند پپتیدی برقرار شود. پس تولید آب و مصرف ATP در این عمل صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در عمل ویرایش آب مورد نیاز نمی‌باشد. / گزینهٔ (۳): انتقال H^+ در بین دو فضای درون راکیزه به مولکول ATP نیازی ندارد. / گزینهٔ (۴): تولید گلوکز از قند گلیکوژن ذخیره‌ای کبد در اثر هیدرولیز و مصرف آب ایجاد می‌شود که انرژی‌زا بوده ولی این انرژی به صورت گرما آزاد می‌شود نه ATP (*ATP در اثر تجزیه مونومرها در واکنش‌های انرژی‌زا مثل تنفس یاخته‌ای ایجاد می‌شود*).

A ۷۰۴ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند که در کادر زیر توضیح داده‌ام.

نکته

یاخته‌های بافت‌های بدنی انسان به‌طور معمول ابتدا از گلوکز و ذخایر قندی گلیکوژن کبدی خود برای انرژی‌زایی استفاده می‌کنند. در صورتی که این منابع کافی نباشند، این یاخته‌ها برای تأمین انرژی به سراغ تجزیه چربی‌ها و سپس پروتئین‌ها می‌روند. با تجزیه پروتئین‌ها، تحلیل و ضعف ماهیچه‌ای و ضعف سیستم ایمنی (*در اثر تجزیه پروتئین‌های دفاعی*) ایجاد می‌شود که همهٔ این عوامل از عوارض سوء تغذیه و فقر شدید غذایی شدید و طولانی‌مدت می‌باشد.

◀ پر واضح است که وقتی فردی دچار کمبود تأمین انرژی می‌شود، مواد غذایی مناسبی به بدن وی نرسیده است.

A ۷۰۵ ۴ با سوء تغذیه یا فقر غذایی طولانی مدت، ضعف سیستم ایمنی ایجاد می‌شود که این ضعف به دلیل تجزیه پروتئین‌های دفاعی برای تأمین انرژی بوده است. (*گزینهٔ (۱) در مورد بیماری‌های خودایمنی مثل دیابت نوع ۱ و MS می‌باشد و به سوء تغذیه ربطی ندارد.*)

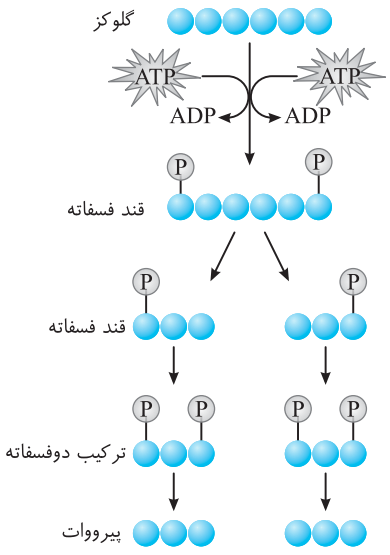
نکته

در اثر تجزیه شدید چربی‌ها به منظور تأمین انرژی نیز ضعف ماهیچه اسکلتی شروع می‌شود که این عمل در صورت عدم کافی بودن گلیکوژن ذخیره‌ای صورت می‌گیرد نه فقدان آن!! (*مثانه در گزینهٔ (۲)، یک ماهیچهٔ صاف است نه اسکلتی!*).

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۷۰۶ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند. همان‌طور که در ایستگاه قندکافت مشاهده کردید و در شکل زیر هم ملاحظه می‌کنید، مواد قندی فسفاته شده یکی قند فروکتوز شش‌کربنی دوفسفاته محصول مرحلهٔ اول می‌باشد و یکی هم قند سه‌کربنی دوفسفاته محصول مرحلهٔ سوم می‌باشد. برای تولید هر قند شش‌کربنی (*غیر سکربنی*) دوفسفاته، دو مولکول ATP در مرحلهٔ اول مصرف می‌شود و دو تا ADP تولید می‌شود (درستی ج).

تله‌های تستی الف) در قندکافت، هر مولکول قند شش‌کربنی دوفسفاته در نهایت به **دو** تا ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته تبدیل می‌شود که در مرحلهٔ آخر چهار مولکول ATP (*از هر سکربنی دوفسفاته، دو ATP*) ایجاد می‌شود. / ب) پیرووات مولکولی سه‌کربنی می‌باشد که هرکدام آن از تبدیل یک ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته و آزاد شدن دو تا ATP به دست می‌آید. / د) در مرحلهٔ قندکافت، استیل کوآنزیم A ایجاد نمی‌شود. (*دقت کنید که دو تا پیرووات حاصل از قندکافت در مرحلهٔ هوازی تنفس به دو تا استیل کوآنزیم A تبدیل می‌شود ولی در این سؤال مراحل قندکافت مورد بحث قرار گرفته است.*)



محصولات هر ماده در قندکافت

ایستگاه ۳۴

ماده قندکافت / محصول در قندکافت	بازده محصولات نهایی هر ماده طی قندکافت
گلوکز	دو تا پیرووات + $2ATP$ + $2NADH, H^+$
قند شش‌کربنی فسفاته شده	دو تا پیرووات + $4ATP$ + $2NADH, H^+$
ترکیب سه‌کربنی	یک پیرووات + $2ATP$ + $NADH, H^+$

C ۷۰۷ ۱ فقط مورد (الف) مورد نظر است.

نکته

یک راه تولید ATP در یاخته در سطح پیش‌ماده است. به این مفهوم که از انتقال یک گروه فسفات از مولکولی فسفات‌دار به ADP، مولکول ATP ساخته می‌شود. در مرحلهٔ آخر قندکافت هر مولکول سه‌کربنی که دارای دو گروه فسفات است، هنگام تبدیل شدن به پیرووات، ۲ گروه فسفات خود را به ۲ مولکول ADP انتقال می‌دهد و باعث ایجاد $2ATP$ می‌شود. (*تولید ATP در سطح پیش‌ماده، هم در چرخهٔ کربس و هم در مرحلهٔ آخر قندکافت رخ می‌دهد.*)

ساخت ATP در زنجیره‌های انتقال الکترون، به صورت تولید ATP در سطح پیش‌ماده نمی‌باشد، زیرا در سطح پیش‌ماده یک فسفر معدنی با ADP ترکیب و ATP تولید می‌شود ولی در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه به ازای عبور مولکول‌های $NADH$ و $FADH_2$ از پمپ‌های غشایی، توسط کانال انتقال دهنده پروتون، ATP تولید می‌شود. در سبزدیسه نیز همراه با انتقال الکترون، انرژی آن صرف تولید ATP نوری در کانال انتقال دهندهٔ پروتون می‌شود.

تله‌های تستی ب) باکتری‌ها از جمله عامل سینه‌پهلو، فاقد راکیزه می‌باشند. / ج) تولید ATP در مراحل قندکافت و چرخه‌های کربس از نوع ATPسازی در سطح پیش‌ماده می‌باشد. / د) در فصل ۶ می‌خوانیم که تولید ATP نوری سبزدیسه‌ها، همانند تولید ATP اکسایشی در راکیزه‌ها، نیازمند واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد و از نوع ATP پیش‌ماده‌ای نیستند.

C ۷۰۸ ۳ مـوارد (الـف)، (ب) و (ج) منظور هسـتند. قندکافت فرایندی اسـت که فقط در **یاخته‌های مرده** متوقف می‌شـود. بنابراین در آونـد چوبی، چوب‌پنبه‌ها و اسکلرانشیم گیاهان که بافت مرده‌اند، قندکافت دیده نمی‌شود. ساخته شدن نوری ATP در بافت‌های فعال سبزدیسه‌دار رخ می‌دهد (نادرستی الف). انتقال مواد معدنی را در آوند چوبی می‌توان دید (نادرستی ب). هر دو بافت مرده اسکلرانشیم و آوند چوبی، نقش استحکامی دارند و چون مرده‌اند به مواد آلی نیاز ندارند (*انتقال مواد آلی در گیاه مخصوص بافت زنده آبکش می‌باشد.*) (نادرستی ج و درستی د).

B ۷۰۹ ۱ در مرحلهٔ اول قندکافت، انرژی فعال‌سـازی مورد نیاز اسـت. در این مرحله تجزیه دو مولکول ATP صورت گرفته و واکنش‌هایی انرژی‌زا می‌باشـد که طی آن قند شش‌کربنی (*گلوکز*) به قند شش‌کربنه (*فروکتوز*) دوفسفاته دیگری تبدیل می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): ADP در مرحلهٔ آخر وارد واکنش‌های قندکافت می‌شـود که در آن ترکیب **سه**‌کربنی دوفسـفاته بدون تغییر در تعداد کربن، به بنیان پیرووات **سه**‌کربنی تبدیل می‌شـود. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ سـوم قندکافت (*گلیکولیز*) بدون اینکه ATP تجزیه شـود، هر یاخته‌ای از فسـفات‌های آزاد استفاده کرده و قند سه‌کربنی یک‌فسفاته را به اسید سه‌کربنی دوفسفاته تبدیل می‌کند. / گزینهٔ (۴): ترکیب دوفسفاته در مرحلهٔ دوم و چهارم وارد واکنش‌های قندکافت می‌شود که در مرحلهٔ دوم سبب نصف شدن تعداد کربن قند شش‌کربنه به دو مولکول قندی سه‌کربنی می‌شود ولی در مرحلهٔ چهارم ترکیب سه‌کربنی به پیرووات سه‌کربنی تبدیل می‌شود.

B ۷۱۰ ۱ برای پاسخ دادن راحت به این‌گونه سؤالات ابتدا ایستگاه زیر را مطالعه کنید تا بعد به راحتی در مورد آن بحث کنیم و راه زدن این مدل تست‌ها را پیدا کنید.

ایستگاه ۳۵

محصولات هر مرحلهٔ انواع تنفس یاخته‌ای در یک نگاه

مرحلهٔ تنفسی	قندکافت	اکسایش پیرووات تا استیل‌کوآنزیم A	اکسایش استیل در چرخهٔ کربس	زنجیرهٔ انتقال الکترون	واکنش‌های تخمیر لاکتیکی بعد از قندکافت	واکنش‌های تخمیر الکلی بعد از قندکافت
تولید ATP در سطح پیش‌ماده	**دارد**	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد	ندارد
تولید ATP اکسایشی	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد
تولید حامل الکترونی $NADH$ (دی‌نوکلئوتیدی)	**دارد**	**دارد**	**دارد**	ندارد	ندارد	ندارد
تولید حامل الکترونی $FADH_2$ (دی‌نوکلئوتیدی)	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد	ندارد
تولید H_2O نهایی	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد
دوباره‌سازی NAD^+ (گیرنده الکترونی)	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	**دارد**	**دارد**
دوباره‌سازی FAD (گیرنده الکترونی)	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد
تولید CO_2	ندارد	**دارد**	**دارد**	ندارد	ندارد	**دارد**

حالا برگردیم به حل تست: با توجه به این ایستگاه متوجه می‌شویم که دو مرحلهٔ قندکافت و چرخهٔ کربس، مراحلی هستند که هم تولید ATP دارند و هم حامل الکترونی دی‌نوکلئوتیدی ($NADH$، $FADH_2$ یا هر دو) را تولید می‌کنند. در هر دو این واکنش‌ها در مرحلهٔ اول آن‌ها فرآورده شـش‌کربنی ایجاد می‌شـود. (*دقت کنید که در مرحلهٔ تبدیل پیرووات به استیل‌کوآنزیم A ، فقط $NADH$ و CO_2 تولید می‌شود ولی ATP ایجاد نمی‌شود.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): واکنش‌های چرخهٔ کربس از نوع هوازی هستند و برخلاف قندکافت و تخمیر به O_2 محتاج هستند. / گزینهٔ (۳): وجود پروتئین‌های کانالی یا پمپ‌های انتقال دهنده پروتون، مخصوص واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشـد که طی آن ناقل الکترونی اکسـایش می‌شـود تا دوباره‌سـازی گیرنده‌های الکترونی انجام شود. / گزینهٔ (۴): در واکنش‌های چرخهٔ کربس مولکول آلی سه‌کربنی وجود ندارد.

B ۷۱۱ ۲ هـدف واکنش‌هـای تنفس یاخته‌ای، آزاد کردن انرژی موجود در پیوندهای کربن - هیدروژن مولکول گلوکز می‌باشـد. ایـن مولکول (*گلوکز*) ابتدا با گرفتن انـرژی از دو مولکـول ATP، بـه صـورت پرانرژی‌ترین ماده واکنش یعنی قند فروکتوز دوفسـفاته درمی‌آید و سـپس در مرحلهٔ بعدی قندکافت نصف شـده تا به دو تا قند سه‌کربنی یک‌فسفاته تبدیل شود. هرچه در تنفس جلوتر می‌رویم با آزاد شدن ATP، $NADH$ و $FADH_2$ مقدار انرژی مولکول‌ها نیز کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۱) در مورد ماده شش‌کربنی چرخهٔ کربس، گزینهٔ (۳) در مورد گلوکز اولیه و گزینهٔ (۴) در مورد پیرووات می‌باشد.

ترتیب مواد پرانرژی در واکنش‌های تنفس هوازی:

قند فروکتوز شش‌کربنی دوفسفاته > گلوکز > ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته > پیرووات > استیل > $NADH$ > $FADH_2$ > ATP

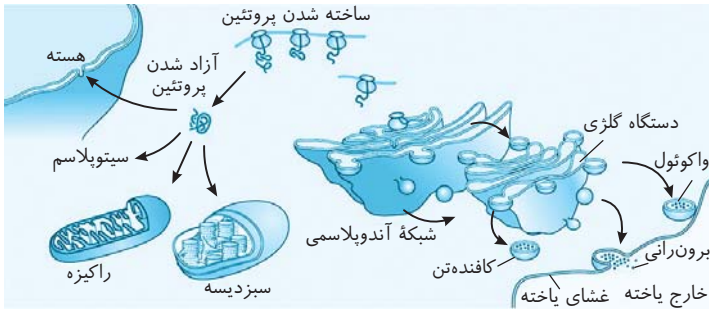
◀ از آنجا که $NADH$، هر سه پمپ زنجیرهٔ انتقال الکترون را فراهم می‌کند ولی $FADH_2$، دو پمپ را فعال می‌کند، ان‌شاءالله در دانشگاه می‌خوانید که انرژی بیشتری از اکسایش $NADH$ ایجاد می‌شود.

C ۷۱۲ ۱ منظور از کانال پلاسمودسمی، سیتوپلاسم موجود در بین دو یاختهٔ گیاهی است که مرحلهٔ قندکافت در آن انجام می‌شود. لطفاً گول تنفس هوازی را نخورید چون این تنفس، دو بخش غیرهوازی (*قندکافت*) و هوازی (*از اکسایش پیرووات*) دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در مرحلهٔ آخر قندکافت که اسید سه‌کربنی دوفسفاته به پیرووات تبدیل می‌شود، همراه با تولید هر ATP یک مولکول آب نیز تولید می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. کوآنزیم A در بخش هوازی و درون راکیزه استفاده می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. شکستن فروکتوز دوفسفاته مدنظر است که به دو قند سه‌کربنی یک‌فسفاته تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. مواد نوکلئوتیدی می‌توانند ADP، ATP و NAD^+ باشند که فقط همراه با مصرف NAD^+، یک پروتون (H^+) به همراه $NADH$، ایجاد می‌شود.

C ۷۱۳ ۱ موارد (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. راکیزه‌ها برای انجام واکنش‌های تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی وابسته می‌باشند که برخی توسط DNA خطی هسته و برخی توسط دنا (DNA) حلقوی راکیزه رمزگردانی می‌شود. محل تولید این پروتئین‌ها نیز برخی در رناتن سیتوپلاسمی و برخی در رناتن راکیزه‌ای می‌باشد. / ب) نادرست است. رناتن‌های موجود در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم یوکاریوت‌ها، همواره عمل ترجمه را پس از رونویسی و خروج $mRNA$ از منافذ هسته انجام می‌دهند ولی در پروکاریوت‌ها، راکیزه و سبزدیسه‌ها، رناتن‌هایی وجود دارند که هم‌زمان با ساخت RNA و عمل رنابسپاراز، فعالیت ترجمه را آغاز می‌کنند. / ج) نادرست است. همان‌طور که در فصل ۲ دوازدهم یاد گرفتید، پروتئین‌هایی پس از ساخت، از شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی عبور می‌کنند که هدف خروج از یاخته دارند و یا در درون واکوئول‌ها و لیزوزوم (*کافنده‌تن*)ها قرار می‌گیرند.



نکته

در شکل کتاب مشاهده می‌کنید که پروتئین‌های وارد شده از سیتوپلاسم به هسته، راکیزه و سبزدیسه، از دستگاه گلژی و شبکهٔ آندوپلاسمی عبور نمی‌کنند.

د) درست است. ATP اکسایشی و ATP نوری به ترتیب در **راکیزه‌ها و سبزدیسه‌ها** به کمک نقش زنجیرهٔ انتقال الکترون تولید می‌شوند. پروتئین‌های ساخت این فرایندها یا در رناتن سیتوپلاسم و بدون نیاز به عبور از گلژی و شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شود و یا در رناتن مخصوص خود اندامک ایجاد می‌شود.

C ۷۱۴ ۳ فقط مورد (الف) نادرست تکمیل می‌کند. منظور از مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای، «قندکافت» است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در یاخته‌های مردهٔ گیاهی مانند اسکلرانشیم و آوند چوب، تنفس یاخته‌ای و واکنش‌های سوخت‌وسازی دیده نمی‌شود. / ب) درست است. در قندکافت، پس از شکستن گلوکز دوفسفاته در مرحلهٔ دوم، همهٔ پیش‌ماده‌ها و محصولات اصلی دارای سه کربن می‌باشند. / ج) درست است. ADP تولیدی در مرحلهٔ ۱ و ATP تولیدی در مرحلهٔ ۴، هر دو نوکلئوتید هستند ولی تعداد فسفات آن‌ها متفاوت می‌باشد. این دو نوکلئوتید در واکنش‌های قندکافت به هم تبدیل می‌شوند. / د) درست است. در قندکافت، در مرحلهٔ پس از استفاده از ATP، قند شش‌کربنه دوفسفاته حاصله از وسط نصف می‌شود.

B ۷۱۵ ۳ اولین مرحلهٔ فسفاته شدن در ابتدای قندکافت است که یک قند دوفسفاته و دو ADP ایجاد می‌شود و سپس در مرحلهٔ سوم و طی فسفاته شدن دیگری، دو ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در مرحلهٔ آخر قندکافت، همراه با تولید پیرووات‌ها، تعدادی ATP تولید شده ولی در مرحلهٔ اول ATP مصرف می‌شود که تنها مرحله انرژی‌خواه واکنش‌های تنفس یاخته‌ای می‌باشد. / گزینهٔ (۲): درست است. فسفات مورد استفاده در مرحلهٔ اول قندکافت از ATP تأمین می‌شود و ترکیب شش‌کربنه حاصل می‌شود ولی فسفات مورد استفاده در مرحلهٔ بعدی فسفاته شدن از فسفات آزاد یاخته به دست می‌آید. / گزینهٔ (۴): درست است. در مرحلهٔ سوم قندکافت، قند سه‌کربنی یک‌فسفاته واکنش را آغاز می‌کند که همانند AMP یک گروه فسفات دارد.

B ۷۱۶ ۲ در گلیکولیز، مولکول‌های دوفسفاته عبارتند از: ADP، قند شش‌کربنی دوفسفاته و ترکیب اسیدی سه‌کربنی دوفسفاته، در مورد گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) به تبدیل ATP و ADP به هم نیز دقت کنید. در این تست، تنها گزینهٔ (۲) برای هر سه مورد صحیح است چون واکنش‌ها آنزیمی هستند و تولید این سه ماده همراه با اتصال گروه فسفات به یک ترکیب آلی می‌باشد. از طرفی دقت کنید که گلوکز، فروکتوز دوفسفاته و قندهای سه‌کربنی یک‌فسفاته ماهیت هیدرات کربنی دارند، ولی ATP و ADP دارای هیدرات کربن با ماهیت نوکلئوتیدی می‌باشند.

B ۷۱۷ ۱ فقط مورد (د) صحیح است. تولید $NADH$ در تنفس یاخته‌ای در مراحل قندکافت، تبدیل پیرووات به استیل و اکسایش استیل در چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد ولی فقط در مرحلهٔ قندکافت، تولید $NADH$ همراه با تولید CO_2 نمی‌باشد. **فضای خارج راکیزه** همان مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است که واکنش‌های قندکافتی در آن صورت می‌گیرد (درستی د).

تله‌های تستی الف) می‌توانند مربوط به واکنش پروتئین‌سازی در رناتن راکیزه باشند که رمزه و پادرمزه به هم متصل می‌شوند. / ب) مربوط به دوباره‌سازی NAD^+ و FAD می‌باشد که در غشای درونی راکیزه رخ می‌دهد. / ج) شیب غلظت H^+ یا همان تراکم پروتون در فضای بین دو غشای راکیزه ایجاد می‌شود که به آن بخش خارجی فضای درونی راکیزه می‌گویند.

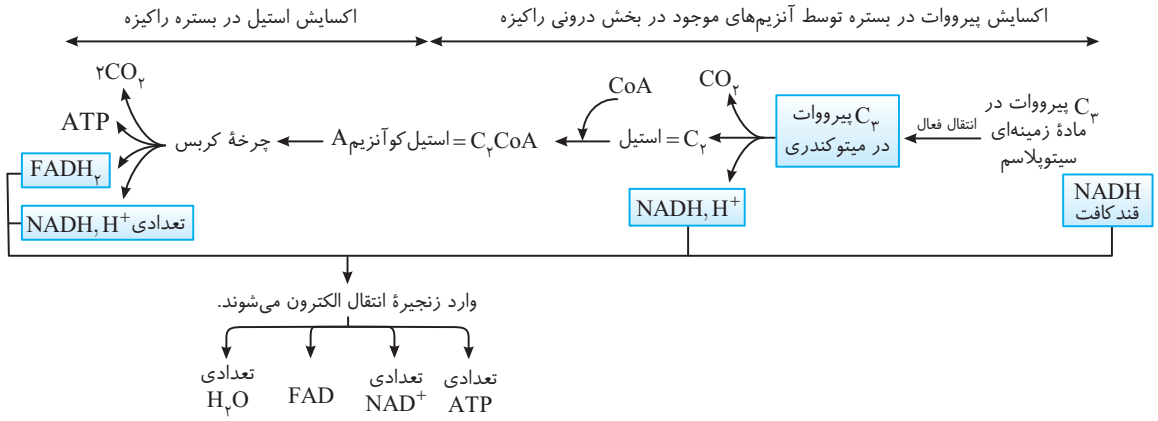
B ۷۱۸ ۲ در این سؤال ابتدا به کلمهٔ **«فضای»** درون راکیزه دقت کنید و آن را با بخش‌هایی از راکیزه اشتباه نگیرید. در راکیزه دو غشا و دو فضا وجود دارد. این دو فضای درون راکیزه، در بخش بیرونی که بین دو غشای اندامک قرار دارد محل تجمع یون‌های H^+ در عمل زنجیرهٔ انتقال الکترون است و بخش درونی حاوی مایع بستره است که DNA حلقوی، رناتن مخصوص، عمل همانندسازی، رونویسی و ترجمه دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رناتن مخصوص و دنای راکیزه هر دو در بخش درونی فضای راکیزه‌ای وجود دارند. / گزینهٔ (۳): پروتئین‌های درون راکیزه هم در رناتن راکیزه و هم در رناتن‌های سیتوپلاسمی تولید می‌شوند. در بستره، آنزیم کاهش دهندهٔ الکترونی FAD برای تبدیل به $FADH_2$ نیز وجود دارد. / گزینهٔ (۴): مجموعه آنزیمی اکسایش قند سه‌کربنی در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم واقع می‌باشد نه در فضاهای اندامک! در غشای درونی میتوکندری، پمپ‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، هم مسئول انتقال الکترون و هم پروتون می‌باشند. (*متن سؤال در مورد عوامل موجود در فضای راکیزه می‌باشد، نه غشای راکیزه!*)

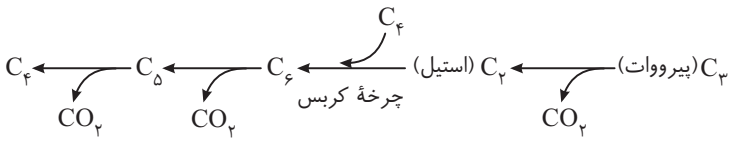
C ۷۱۹ ۳ لطفاً قبل از دیدن پاسخ این سؤال ایستگاه زیر را بررسی کنید تا مسیر اکسایش یک مولکول پیرووات را در تنفس هوازی تا پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون دوره کنید.

ایستگاه ۳۶

اکسایش پیرووات



تنه‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. با توجه به مسیر تولید استیل‌کوآنزیم A از پیرووات ملاحظه می‌کنید که ابتدا NADH و CO_2 تولید می‌شوند و سپس کوآنزیم A به بنیان استیل متصل می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. به ازای اکسایش هر پیرووات در تنفس هوازی تا رسیدن به ماده پنج‌کربنی چرخهٔ کربس، دو مولکول CO_2 **تولید می‌شود** (نه مصرف!). یک CO_2 در تبدیل پیرووات تا استیل و یک CO_2 در مرحله تبدیل ماده شش‌کربنی چرخهٔ کربس به پنج‌کربنی!! / گزینهٔ (۳): درست است. در اکسایش یک مولکول پیرووات، ابتدا تا رسیدن به استیل، یک مولکول CO_2 آزاد می‌شود و دو مولکول دیگر تا رسیدن به اولین مولکول چهارکربنی چرخهٔ کربس می‌باشد که مجموعاً سه تا CO_2 آزاد می‌شود.



گزینهٔ (۴): نادرست است. مواد کمک‌کننده آنزیمی همان **کوآنزیم‌ها** می‌باشند. در تنفس یاختهٔ کوآنزیم A در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس و در هنگام ترکیب C_4 با گروه استیل آزاد می‌شود تا مولکول C_6 تولید شود.

B ۷۲۰ ۳ در تنفس یاخته‌ای، تولید $FADH_2$ در واکنش‌های چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد که برای اکسایش گروه استیل در چرخهٔ کربسِ بستره راکیزه انجام می‌شوند.

تنه‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید مادهٔ شش‌کربنی هم در مرحلهٔ اول قندکافت با مصرف ATP همراه می‌باشد و هم در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۲): در برخی واکنش‌های چرخهٔ کربس و در مراحل ۱، ۳ و ۴ قندکافت تعداد کربن پیش‌ماده‌ها و محصولات یکسان می‌باشد. / گزینهٔ (۴): تولید CO_2 برای تبدیل پیرووات به استیل با عمل مجموعه آنزیمی موجود **در غشای درونی راکیزه** رخ می‌دهد (البته این موضوع در شکل کتاب مشخص است ولی جایگاه فعال واکنش اکسایش پیرووات در بستره راکیزه می‌باشد). ولی CO_2هایی که در چرخهٔ کربس تولید می‌شوند توسط آنزیم‌های موجود در بستره راکیزه ایجاد شده‌اند.

B ۷۲۱ ۴

نکته

مولکول گلوکز در تنفس هوازی باید تا حد تشکیل **مولکول‌های** CO_2 تجزیه شود. بخشی از این تجزیه در قندکافت و بخشی در مراحل اکسایش پیرووات و چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد. CO_2 در انتقال مواد از پمپ سدیم پتاسیم نقشی ندارد ولی این پمپ برای فعالیت به ATP یا انرژی زیستی نیاز دارد.

ایستگاه ۳۷

هرچه باید برای کنکور در مورد CO_2 بدانید

۱) به عنوان ماده اولیه در فتوسنتزکننده‌ها و سایر جانداران تولیدکننده برای ساخت مواد آلی به کار می‌رود.
۲) در اثر استفاده از سوخت‌های **فسیلی** و همچنین با استفاده از سوخت‌های **زیستی** ایجاد می‌شود.
۳) طی تنفس یاخته‌ای هوازی، تخمیر الکلی و تنفس نوری گیاهان ایجاد می‌شود ولی در **تخمیر لاکتیکی** تولید نمی‌شود.
۴) بیشترین مقدار آن (٪۷۰) **در خون** به صورت **یون بی‌کربنات** و به کمک عمل کربنیک‌انیدراز گویچهٔ قرمز منتقل می‌شود ولی مقداری از آن (حدود ٪۲۳) با اتصال به هموگلوبین و فقط مقدار کمی از آن (حدود ٪۷) نیز به صورت محلول در پلاسما منتقل می‌شود.
۵) در مجاورت مویرگ بافتی به صورت برگشت‌پذیر به هموگلوبین متصل شده و در نزدیکی شش از آن جدا می‌شود.
۶) محل اتصال CO_2 به هموگلوبین با محل اتصال O_2 و CO متفاوت می‌باشد.
۷) در بصل‌النخاع گیرنده‌های **شیمیایی** حساس به CO_2 وجود دارد که با تحریک آن‌ها آهنگ تنفسی **زیاد** می‌شود.
۸) **سرخرگ ششی** بیشترین نسبت CO_2 را در مقایسه با سایر رگ‌های بدن دارد.
۹) CO_2 همانند سایر گازهای تنفسی به صورت محلول در خون وجود دارد و با انتشار هم از راه منافذ و هم از دیوارهٔ مویرگ عبور می‌کند.

۱۰) CO_2 با تأثیر بر ماهیچه‌های **صاف** دیوارهٔ رگ‌ها، **سرخرگ‌های کوچک را گشاد کرده** و بنداره مویرگی انتهای آن‌ها را با به استراحت درآوردن ماهیچه‌ها **باز** می‌کند تا میزان جریان خون موضعی بافت را افزایش دهد (رد گزینهٔ (۳)).

۱۱) افزایش CO_2 در خون با تحریک گیرنده‌های **شیمیایی** سرخرگ‌های **بزرگ**، به کمک سیستم **عصبی** سبب سازوکار **انعکاسی** برای **حفظ فشار خون سرخرگی** می‌شود (رد گزینهٔ (۲)).

۱۲) CO_2 در مرحلهٔ اکسایش پیروات تا تولید استیل CoA توسط آنزیم‌های موجود در غشای درونی راکیزه تولید می‌شود. در چرخهٔ کربس نیز توسط آنزیم‌های موجود در بستره راکیزه در دو مرحله تولید CO_2 صورت می‌گیرد (رد گزینهٔ (۱)).

B ۷۲۲ ـ **۴** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

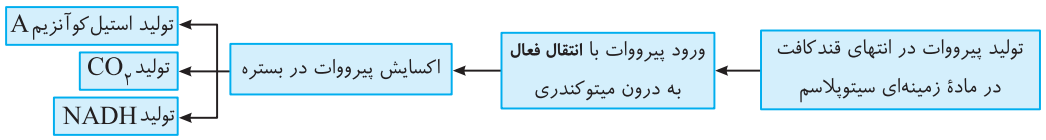
تله‌های تستی الف) نادرست است. در واکنش‌های چرخهٔ کربس **تولید** CO_2 در دو مرحله تولید و تجزیه ماده پنج‌کربنی صورت می‌گیرد (*مصرف CO_2 ویژهٔ فتوسنتزی‌هاست*). / ب) درست است. در مرحلهٔ سوم چرخهٔ کربس با تبدیل ماده پنج‌کربنی به چهارکربنی، یک مولکول CO_2 تولید می‌شود. / ج) نادرست است. در چرخهٔ کربس ATP و CO_2 تولید می‌شوند (*نه مصرف!!*) ولی FAD و NAD^+ همانند ADP به مصرف می‌رسند. / د) نادرست است. آزاد شدن کوآنزیم A در چرخهٔ کربس، محصول واکنش مرحلهٔ اول می‌باشد که در اثر ترکیب C_4 با گروه استیل، مادهٔ شش‌کربنی تولید می‌شود و در حین این عمل کوآنزیم A از مولکول دوکربنی جدا می‌شود.

B ۷۲۳ ـ **۳** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. در تنفس یاخته‌ای تولید ماده‌های پنج‌کربنی و چهارکربنی **فقط در چرخهٔ کربس** صورت می‌گیرد که در این چرخه تولید CO_2، ATP، $NADH$ و $FADH_2$ صورت می‌گیرد ولی تولید ADP و ماده سه‌کربنی صورت نمی‌گیرد (درستی ب و نادرستی الف و د).

نکته
در تنفس یاخته‌ای، مولکول شش‌کربنی در مراحل قندکافت و چرخهٔ کربس وجود دارد که تولید کوآنزیم A مخصوص چرخهٔ کربس است ولی $NADH$ در هر دو واکنش تولید می‌شود (نادرستی ج).

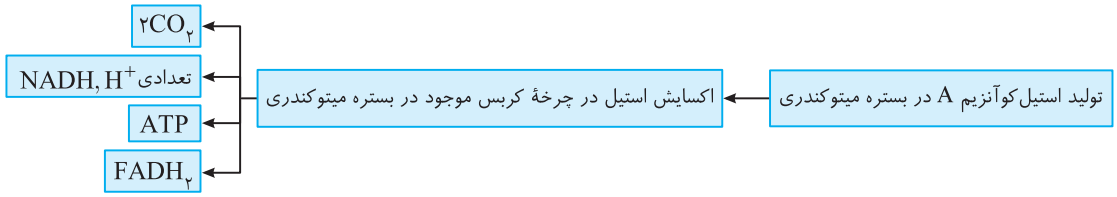
C ۷۲۴ ـ **۲** فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

نکته



عبارت (الف) و (ج) نادرست می‌باشند، چون پیروات با صرف انرژی وارد راکیزه شده (نادرستی ج) و سپس اکسایش می‌شود یعنی الکترون از دست می‌دهد (نادرستی الف).

نکته



نکتهٔ بالا دلیل درستی عبارت (ب) را نیز نشان می‌دهد. در مورد نادرستی عبارت (د) دقت کنید که اتصال استیل با ماده چهارکربنی سبب تولید ماده شش‌کربنی می‌شود و در این واکنش CO_2 تولید نمی‌شود.

C ۷۲۵ ـ **۳** موارد (الف) و (د) متفاوت می‌باشند. انتقال پیروات محصول قندکافت از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم به درون راکیزه با **انتقال فعال** (*با صرف انرژی*) و به کمک پروتئین‌های انتقال دهنده در غشاهای راکیزه صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی الف) متفاوت است. خروج پروتئین مثل آمیلاز از یاخته چون درشت مولکول می‌باشد به صورت برون‌رانی یا **اگزوسیتوز** رخ می‌دهد که نوعی انتقال فعال نمی‌باشد. / ب) یکسان است. انتقال پروتون در فضاهای درون راکیزه از بخش درونی (*بستره*) به بخش بیرونی (*فضای بین دو غشا*) با انتقال فعال و توسط پمپ‌ها صورت می‌گیرد. / ج) یکسان است. انتقال یون‌ها در مکانیسم فشار ریشه‌ای به صورت انتقال فعال است. / د) متفاوت است. انتقال کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی به تارچه به صورت انتشار می‌باشد.

C ۷۲۶ ـ **۱** در قندکافت که بخش بی‌هوازی تنفس یاخته‌ای می‌باشد، **چهار نوع ماده** دوفسفاته وجود دارد، یکی ADP که در مرحلهٔ اول در واکنش تجزیه ATP و تبدیل C_6 به C_6 ایجاد می‌شود. دیگری قند شش‌کربنی دوفسفاته است که همانند ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته این واکنش‌ها در اثر فسفاته شدن ایجاد شده است (*ADP در اثر واکنش فسفاته شدن ایجاد نشده است*). دو تای دیگر $NADH$ و اسید سه‌کربنی دو فسفاته هستند که همگی بدون کاهش تعداد کربن ایجاد شده‌اند.

C ۷۲۷ ـ **۴** موارد (الف)، (ب) و (د)، فاقد این ویژگی غشای درونی راکیزه می‌باشند. درون راکیزه دو فضا وجود دارد که در دو طرف غشای درونی چین‌خورده این اندامک می‌باشد. در حقیقت وجود **غشای درونی** راکیزه سبب ایجاد بخش بیرونی یا فضای بین دو غشا و بخش درونی به نام بستره می‌شود. این غشا فقط به سمت داخل یعنی به سمت بستره چین‌خوردگی دارد (رد ب) و حاوی پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون و کانال H^+ می‌باشد که سبب اکسایش $NADH$ و $FADH_2$ می‌شود (درستی ج).

نکته
DNA حلقوی و مکانیسم تولید آب در بستره راکیزه‌ها وجود دارد (رد الف و د).

C ۷۲۸ ـ ۳ فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد. با توجه به ایستگاه ۳۰ حتماً می‌توانید به این سؤال سخت پاسخ دهید. به‌جز کانال H^+ که نقش ATP سازی دارد، سایر پمپ‌ها و پروتئین‌ها، در انتقال الکترون‌های حاملین الکترون نقش دارند ولی همگی از انرژی انتقال الکترون استفاده می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. پمپ‌های H^+ حاوی بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز در کل عرض غشای داخلی راکیزه می‌باشند ولی به‌طور مثال پروتئین ناقلی که بین دو پمپ اول زنجیره قرار دارد فقط ویژگی آب‌گریز دارد و با دم اسیدهای چرب در تماس می‌باشد. / ب) نادرست است. انتقال پروتون را فقط پمپ‌ها و کانال H^+ انجام می‌دهند ولی ناقلین پروتئینی ارتباط دهندهٔ پمپ‌ها **فقط** در عبور **الکترون‌ها** نقش دارند. / ج) درست است. همهٔ عوامل موجود در زنجیرهٔ انتقال الکترون، با انتقال الکترون، سبب انرژی‌گیری از الکترون‌ها شده و به فعال شدن پمپ‌ها برای عبور H^+ برخلاف شیب غلظت از بستره به فضای بین دو غشا کمک می‌کنند. / د) نادرست است. در زنجیرهٔ انتقال الکترون، فقط پمپ سوم، الکترون‌های کم‌انرژی $NADH$ و $FADH_2$ را به بستره برمی‌گردانند تا به مولکول اکسیژن برسانند. سپس در بستره یون اکسید (O^{2-}) ایجاد می‌شود (دقت کنید که یون اکسید رادیکال آزاد نمی‌باشد).

B ۷۲۹ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند.

نکته
FAD^+، فقط در بستره راکیزه در مرحله‌ای از چرخهٔ کربس مورد استفاده قرار می‌گیرد تا $FADH_2$ تولید شود. در بستره راکیزه، DNA حلقوی و همانندسازی توسط دنابسپاراز به همراه ویرایش وجود دارد (نادرستی الف).

سیستم‌های بیان ژن در راکیزه و سبزدیسه همانند پروکاریوت‌ها می‌باشند، پس عمل رونویسی را هم‌زمان با ترجمه انجام می‌دهد (نادرستی ب). تولید ATP در سطح پیش‌ماده در بستره راکیزه یعنی در چرخهٔ کربس رخ می‌دهد (نادرستی د). دوباره‌سازی NAD^+ در پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون موجود در **غشای درونی** راکیزه صورت می‌گیرد (درستی ج).

B ۷۳۰ ـ ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) در بخش بیرونی فضای درون راکیزه یعنی در فضای بین دو غشای راکیزه رخ نمی‌دهد. چون عبارت (الف) که دستگاه گلژی را بررسی می‌کند در بیرون راکیزه وجود دارد، عبارت (ب) در بستره یا بخش درونی راکیزه یعنی در رناتن‌های مخصوص راکیزه رخ می‌دهد و در انتها مورد (د) نیز نادرست است چون انتقال پروتون به فضای بین دو غشای راکیزه همراه با انتقال الکترون به این فضا صورت نمی‌گیرد.

نکته
انتقال H^+ از بستره به سمت فضای بین دو غشای راکیزه با انتقال **فعال** ولی به کمک **انرژی الکترون‌های عبوری** صورت می‌گیرد و ATP برای آن مصرف نمی‌شود. از طرفی انتقال H^+ از فضای بین دو غشای راکیزه به بستره نیز توسط کانال پروتئینی و با انتشار تسهیل‌شده انجام می‌شود که بی‌نیاز از مصرف ATP می‌باشد (درستی ج).

C ۷۳۱ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند. $NADH$ ماده‌ای است که به‌طور مشترک هم در قندکافت و هم در تولید استیل از پیرووات ایجاد می‌شود. همهٔ $NADH$ها و $FADH_2$های مراحل مختلف تنفس یاخته‌ای در نهایت در زنجیرهٔ انتقال الکترون تنفس هوازی اکسایش می‌یابند.
مورد (الف) نادرست است چون $NADH$ در چرخهٔ کربس که مخصوص اکسایش گروه استیل می‌باشد نیز ایجاد می‌شود ولی موارد (ب) و (د) به ترتیب مربوط به ATP و CO_2 می‌باشد.

C ۷۳۲ ـ ۳ فقط در مورد (د) مصرف ATP صورت نمی‌گیرد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در تنفس یاخته‌ای، مرحلهٔ اول قندکافت نیاز به تجزیه ۲ATP دارد تا انرژی فعال‌سازی برای تجزیهٔ گلوکز در واکنش تهیه شود. / ب) نادرست است. پیرووات‌های حاصل از قندکافت از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم با **انتقال فعال** وارد بستره راکیزه می‌شوند. این عمل با صرف انرژی از ATP صورت می‌گیرد. **همان‌طور که می‌دانید بستره راکیزه، بستره سبزدیسه و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم حاوی رناتن‌هایی برای ترجمه می‌باشند.** / ج) نادرست است. در راکیزه با اینکه دنا و رناتن وجود دارد و برخی پروتئین‌های مورد نیاز تنفس یاخته‌ای ساخته می‌شود ولی برخی دیگر از پروتئین‌ها توسط دنای خطی هسته و رناتن سیتوپلاسم تولید می‌شود. این پروتئین‌ها برای ورود به راکیزه از شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی عبور نمی‌کنند ولی برای عبور از غشای راکیزه با مکانیسم آندوسیتوز (درون‌بری) و صرف انرژی وارد می‌شوند. / د) **درست** است.

نکته
انتقال پروتئین بین فضاهای درون راکیزه به دو روش زیر صورت می‌گیرد:
۱) انتقال H^+ از بخش درونی به بیرونی ← توسط پمپ‌های غشای درونی و با استفاده از انرژی عبوری الکترون‌ها انجام می‌شود.
۲) انتقال H^+ از بخش بیرونی به درونی ← توسط کانال H^+ صورت می‌گیرد. این عمل با انتشار تسهیل‌شده و بدون صرف انرژی زیستی می‌باشد.

C ۷۳۳ ـ ۲ همهٔ موارد نادرست می‌باشند. طی تنفس یاخته‌ای ابتدا در واکنش‌های قندکافت، پیرووات، $NADH$ و ATP تولید می‌شود. ATP به مصرف انرژی‌خواهی یاخته می‌رسد ولی پیرووات و $NADH$ در تنفس هوازی، از سیتوپلاسم وارد راکیزه می‌شوند. پیرووات‌ها به سمت اکسایش و تولید استیل‌کوآنزیم A و چرخهٔ کربس می‌روند ولی $NADH$ها باید به زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درون راکیزه وارد نشوند (پس منظور این سؤال $NADH$ و پیرووات می‌باشد).

تله‌های تستی الف) نادرست است. انتقال پیرووات از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم به راکیزه با انتقال فعال و توسط پمپ‌های غشایی صورت می‌گیرد (نه کانال‌ها). / ب) نادرست است. $NADH$ دارای دو نوکلئوتید و باز آلی آدنین می‌باشد. / ج) نادرست است. $NADH$ برخلاف پیرووات وارد واکنش‌های چرخهٔ کربس نمی‌شود. / د) نادرست است. $NADH$ برخلاف پیرووات، طی واکنش‌های اکسایشی خود به گروه استیل تبدیل نمی‌شود.

C ۷۳۴ ـ ۱ یاخته‌های دیوارهٔ رودهٔ پرنده همانند یاخته‌های دیوارهٔ رودهٔ باریک گوسفند که گیاه‌خوار است مواد حاصل از تجزیهٔ سلولز یا گلوکز را جذب می‌نمایند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): جانوران آنزیم سلولاز نمی‌سازند. / گزینهٔ (۳): پرنده فاقد معده کیسه‌ای‌شکل است. / گزینهٔ (۴): در مرحلهٔ دوم یا هوازی تنفس، ADP تولید نمی‌شود.

C ۷۳۵ ـ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند. در تجزیهٔ گلوکز، انرژی تجزیه پیوندهای این ماده صرف تولید ATP، $NADH$ و $FADH_2$ می‌شود که همگی نوکلئوتیدی می‌باشند. ATP نوکلئوتیدی با سه گروه فسفات بوده و دو ماده دیگر نیز دارای دو نوکلئوتید می‌باشند و قطعاً می‌دانید که در هر نوکلئوتید، حلقهٔ آلی پنتوز هیدرات کربنی وجود دارد.

تله‌های تستی الف) $FADH_2$ در واکنش‌های قندکافتی یا قندکافت تولید نمی‌شود. / ج) اکسایش استیل در چرخهٔ کربس رخ می‌دهد که محصولات مختلف آن طبق متن کتاب درسی در مراحل و واکنش‌های مختلف این چرخه تولید می‌شوند. / د) در زنجیرهٔ انتقال الکترون فقط $NADH$ و $FADH_2$ اکسایش می‌شوند. (ATP در زنجیرهٔ انتقال الکترون، اکسایش نمی‌شود.)

B ۷۳۶ ۴ در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ها، از اکسایش $NADH$ و $FADH_2$ به ترتیب NAD^+ و FAD حاصل می‌شوند که این مولکول‌ها برای انجام تنفس‌های بعدی و ادامهٔ روند تولید ATP الزامی می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انتقال یون‌های H^+ به بخش خارجی راکیزه (فضای بین دو غشا) به کمک پمپ و با **صرف انرژی زیستی** حاصل از الکترون‌ها می‌باشد. / گزینهٔ (۲): در بین دو پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، $FADH_2$ توسط پروتئین زنجیره، اکسید شده (الکترون از دست می‌دهد و عدد اکسایش آن بالا می‌رود) و FAD بازسازی می‌گردد. / گزینهٔ (۳): در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون در **بستره** راکیزه، O_2 الکترون می‌گیرد و سپس با H^+ ترکیب می‌شود تا آب بسازد (محل تجمع پروتون، بخش بیرونی از فضاهای درون راکیزه است نه بیرون راکیزه!).

C ۷۳۷ ۱ موارد (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

در حل این تست ابتدا باید به دو نکته توجه کنید:

بخش هوازی تنفس یاخته‌ای به معنای اکسایش پیرووات است که نیازمند حضور اکسیژن است.

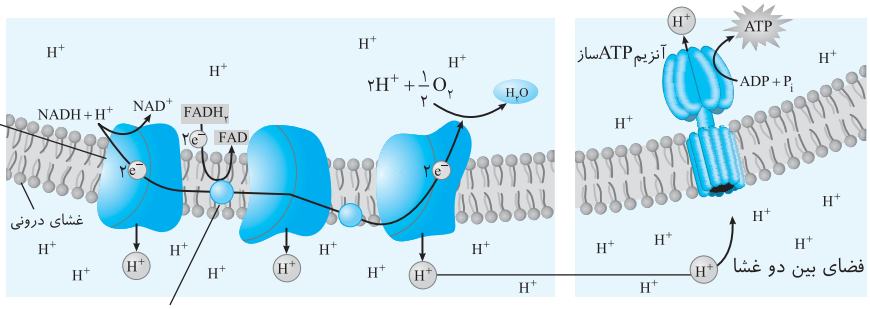
همچنین یاخته‌های دیواره مویرگ‌های ماهیچه اسکلتی، بافت پوششی هستند و تنها تنفس هوازی دارند و از کرآتین فسفات هم استفاده نمی‌کنند (رد ج).

تله‌های تستی الف) درست است. CO_2های حاصل از تنفس یاخته‌ای، دو عدد هم‌زمان با تولید دو مولکول استیل CoA و دو عدد در هر چرخهٔ کربس ایجاد می‌شود که کلاً $6CO_2$ می‌شود. (همهٔ CO_2ها طی واکنش اکسایش پیرووات‌ها تا انتهای چرخهٔ کربس ایجاد می‌شوند.) / ب) درست است. به‌جز ATPهای تولیدی در قندکافت و ATPهای محصول چرخه‌های کربس، سایر ATPهای تنفس یاخته‌ای، در زنجیرهٔ انتقال الکترون از فسفاتِ آزاد، تولید می‌شوند که به آن‌ها ATP اکسایشی گفته می‌شود. / ج) نادرست است. تولید پیرووات مخصوص قندکافت و بخش بی‌هوازی تنفس است. / د) نادرست است. در مرحلهٔ تبدیل پیرووات به استیل، CO_2 به همراه $NADH$ تولید می‌شود و در این مرحله $FADH_2$ تولید نمی‌شود.

C ۷۳۸ ۲ سؤال بسیار جالبی است!!

ابتدا باید سؤال را به دقت بخوانید تا در بررسی گزینهٔ (۳) دچار توهم توطئه نشوید!!

در سؤال عنوان کرده است که «در بین مولکول‌های **انتقال دهنده الکترون**...»، همان‌طور که می‌دانید کانال H^+، وظیفهٔ انتقال الکترون ندارد و جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون به حساب نمی‌آید. گزینهٔ (۲) جواب تست است چون همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، دوباره‌سازی FAD در پروتئین ناقل الکترونی که بین دو پمپ اول و دوم قرار گرفته است صورت می‌گیرد که این پروتئین در انتقال پروتون نقشی ندارد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در شکل مشخص کرده‌ایم که پمپ اول از زنجیرهٔ انتقال الکترون، هم وظیفهٔ دوباره‌سازی NAD^+ دارد و هم در انتقال پروتون‌ها در خلاف شیب غلظت از بستره راکیزه به فضای بین دو غشای اندامک نقش دارد. / گزینهٔ (۳): ATP سازی وظیفهٔ کانال H^+ می‌باشد که انتقال الکترون انجام نمی‌دهد. دقت کنید که این کانال، پروتون‌ها را طی انتشار تسهیل‌شده وارد بستره راکیزه می‌کند و به ATP سازی می‌پردازد ولی در متن سؤال که مولکول انتقال دهنده الکترون را عنوان کرده است، جای نمی‌گیرد. / گزینهٔ (۴): پمپ سوم از زنجیرهٔ انتقال الکترون، سبب انتقال الکترون‌های کم‌انرژی به بستره راکیزه می‌شود. این پمپ همانند دو پمپ دیگر با انتقال فعال H^+، در ایجاد شیب غلظت پروتونی در فضای بین دو غشای راکیزه نقش دارد.

B ۷۳۹ ۴ موارد (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

منظور این سؤال **پمپ سوم** از زنجیرهٔ انتقال الکترون است که الکترون‌های کم‌انرژی حاصل از اکسایش $NADH$ها و $FADH_2$ها را در بستره راکیزه به مولکول اکسیژن می‌رساند (درستی الف). این پمپ نیز همانند سایر پمپ‌ها در **انتقال فعال** پروتون به فضای بین دو غشای راکیزه (بخش بیرونی فضای درون اندامک) نقش دارد (درستی ب و نادرستی ج). واکنش سنتز آبدهی در تولید ATP و در بخش آنزیمی کانال ATPساز صورت می‌گیرد (به‌تولید آب در آخر واکنش تنفس یاخته‌ای سلنز آبدهی نمی‌گویند چون سلنز مادهٔ آلی رخ نداده است که همراه آن آب آزاد شود) (نادرستی د).

B ۷۴۰ ۲ هیچ موردی صحیح نمی‌باشد.

تله‌های تستی الف) **تراوش** اوره، ATP نمی‌خواهد و بر اساس ریزی یا درشتی مواد و برحسب فشار تراوشی خون از غشای گلومرول کلافکی عبور می‌کند. / ب) پیرووات با انتقال فعال و مصرف ATP وارد راکیزه می‌شود. / ج) انرژی لازم برای ورود H^+ از بستره راکیزه به فضای بین دو غشا، توسط زنجیرهٔ انتقال الکترون تأمین می‌شود. / د) در مکانیسم خروج ناقل عصبی از آکسون، ریزکیسه برون‌رانی نمی‌شود بلکه فقط ناقل درون آن با صرف انرژی خارج می‌شود.

۷۴۱ ۲ منظور قندکافت یا گلیکولیز است که در آن برای تولید اسید سه‌کربنی دوفسفاته، NAD^+ مصرف و $NADH$ تشکیل می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): منظور مرحله‌ای از چرخهٔ کربس است که در بخش داخلی **میتوکندری** رخ می‌دهد (*نه مادهٔ زمینهای سیتوپلاسم*). / گزینهٔ (۳): در مسیر تبدیل فروکتوز دوفسفاته به پیرووات، در مرحله آخر ADP مصرف و ATP ساخته می‌شود (*تولید ADP به‌عنوان نوکلئوتیدی دوفسفاته، در ابتدای قندکافت و برای تولید فروکتوز دوفسفاته‌رخ داده است*). راستی دقت کنید که $NADH$، یک دی‌نوکلئوتید دوفسفاته است و نوکلئوتیدی دوفسفاته به حساب نمی‌آید. / گزینهٔ (۴): در آنزیم ATPساز، هم‌زمان با ورود پروتون به بخش داخلی میتوکندری، ATP ساخته می‌شود. آنزیم ATPساز جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست، ولی دقت کنید که تولید ATP اکسایشی نیازی به جدا شدن فسفات از یک ترکیب آلی ندارد.

۷۴۲ ۴ پمپ‌ها و ناقلین بین آن‌ها، اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشند که پمپ‌ها در انتقال فعال پروتون نیز نقش دارند ولی واکنش‌های تولید CO_2 و ATP را انجام نمی‌دهند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پمپ سوم پروتونی سبب الکترون‌رسانی به مولکول‌های اکسیژن و ایجاد یون اکسید می‌شود. / گزینهٔ (۲): ناقل الکترونی بین دو پمپ اول، در دوباره‌سازی FAD مؤثر است. / گزینهٔ (۳): در زنجیرهٔ انتقال الکترون، پمپ‌ها وظیفهٔ انتقال فعال پروتون را بر عهده دارند (*کانال پروتونی نیز از اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد!*).

۷۴۳ ۳ همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) در یک یاخته با تنفس کاملاً هوازی، همهٔ NAD^+ و FADها در واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ای ایجاد می‌شوند. از بین آن‌ها، برخی از NAD^+ها باید در قندکافت استفاده شوند و به سیتوپلاسم برگردند، پس باید از دو غشای راکیزه عبور کنند تا خارج شوند. / ب) FAD درون راکیزه تولید شده و در چرخهٔ کربس راکیزه نیز مصرف می‌شود ولی NAD^+ درون راکیزه بازسازی می‌شود ولی در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم **قندکافت** و درون راکیزه مصرف می‌شود. / ج) در کنار پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون که فقط مسئول انتقال الکترون‌های $NADH$ می‌باشد، پمپ‌های دوم و سوم در انتقال الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ نقش دارند. / د) چرخهٔ کربس که مخصوص اکسایش گروه استیل می‌باشد، هم مصرف FAD و NAD^+ دارد و هم ATP پیش‌ماده‌ای و CO_2 تولید می‌کند.

۷۴۴ ۴ ATP دارای قند ریبوز است که با پیوند اشتراکی به باز آلی آدنین و زنجیره‌ای از گروه‌های فسفات متصل است. این مولکول در چرخهٔ کربس برای اکسایش استیل **برخلاف** واکنش اکسایش پیرووات تولید می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در پی اکسایش مولکول پیرووات، CO_2 نیز تولید می‌شود. اکسایش استیل کوآنزیم A در چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی، به نام چرخهٔ کربس در بخش داخلی راکیزه انجام می‌گیرد که طی آن نیز CO_2 ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): $FADH_2$ نوعی مولکول نوکلئوتیددار و حامل الکترون است. این مولکول در پی گرفتن دو الکترون و دو پروتون توسط مولکول FAD، تولید می‌شود.

نکته
در انسان $NADH$، حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و از NAD^+ به اضافهٔ الکترون و پروتون تشکیل می‌شود. این مولکول در روند اکسایش پیرووات در درون میتوکندری تولید می‌شود، ولی دقت کنید که NAD^+ سبب گرفتن الکترون‌های پیرووات می‌شود (درستی گزینهٔ (۳)).

۷۴۵ ۲ وقتی تولید لاکتیک‌اسید در ماهیچه زیاد شود یعنی تنفس لاکتیکی انجام شده و CO_2 طی این تنفس تولید نشده است، در نتیجه در اثر کاهش عمل کربنیک‌انیدراز، میزان بی‌کربنات خون نیز کم می‌شود. مصرف زیاد O_2 به منزلهٔ تنفس هوازی و تولید زیاد CO_2 و ATP می‌باشد که در این صورت کربنیک اسید خون زیاد می‌شود.

۷۴۶ ۱ موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند. در غشای درونی راکیزه دو نوع مولکول یعنی **پمپ‌ها و کانال ATPساز**، به انتقال پروتون مشغول هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. کانال H^+ در عبور الکترون‌های ناقلین $NADH$ و $FADH_2$ نقشی ندارد. / ب) نادرست است. پمپ‌ها با ورود H^+ به فضای بین دو غشای راکیزه در ایجاد شیب غلظت H^+ نقش دارند ولی کانال با انتشار تسهیل‌شده و خروج H^+ از این فضا سبب کاهش تراکم H^+ در این قسمت می‌شود. / ج) **درست** است. دقت کنید که تولید ATP اکسایشی توسط بخش آنزیمی کانال H^+ رخ می‌دهد ولی زنجیرهٔ انتقال الکترون نیز با ایجاد شیب غلظت در فضای بین دو غشای راکیزه در فعال‌سازی کانال و ATPسازی **نقش** دارد (*به کلمهٔ «نقش دارد» در تست‌ها نگاه ویژه کنید!!*). / د) **درست** است. پمپ و کانال‌های غشای درونی راکیزه به اندازه‌ای بزرگ هستند که کل عرض غشا را اشغال می‌کنند و با بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز اسیدهای چرب در تماس می‌باشند.

۷۴۷ ۱ زنجیرهٔ انتقال الکترون از پروتئین‌ها و پمپ‌هایی تشکیل شده است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند و همگی می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست دهند. هیچ‌یک از این مولکول‌ها از انرژی ذخیره شده در مولکول ATP (*رایج‌ترین انرژی زیستی یاخته*) استفاده نمی‌کنند. (*دقت کنید که انرژی لازم برای انتقال پروتون‌ها از الکترون‌های پرانرژی $NADH$ و $FADH_2$ فراهم می‌شود.*)

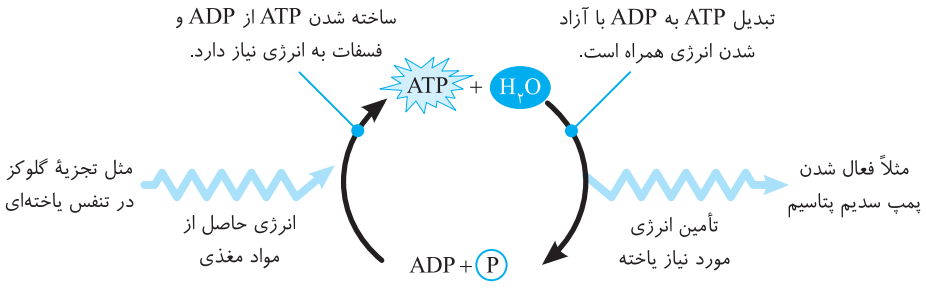
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): پروتئین‌های موجود در بین پمپ‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، پروتون‌ها را به فضای بین دو غشای راکیزه پمپ نمی‌کنند و فقط مخصوص انتقال الکترون هستند. / گزینهٔ (۳): تنها آخرین مولکول زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌تواند با انتقال الکترون به اکسیژن مولکولی، آن را به یون اکسید تبدیل کند تا آماده ترکیب با پروتون و تشکیل آب شود. / گزینهٔ (۴): پروتئین ناقل الکترونی که در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین پمپ دوم و سوم قرار دارد، تنها در تماس با یکی از لایه‌های فسفولیپیدی غشای درونی راکیزه می‌باشد (*نکات کتاب درسی*).

۷۴۸ ۴ همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) یاخته‌ها برای تنفس بهتر نیاز به O_2 بیشتری دارند. با گشاد شدن عروق توسط هیستامین اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها نیز بیشتر می‌شود. / ب) گلوکاگون باعث افزایش تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز و افزایش انرژی در دسترس یاخته‌ها می‌شود. / ج) هورمون‌های یددار تیروئیدی با افزایش متابولیسم و تنفس هوازی باعث افزایش تولید CO_2 و HCO_3^- در خون و گویچهٔ قرمز Rbc آن می‌شوند. / د) انسولین نفوذپذیری یاخته‌ها را به قند زیاد می‌کند که در برخی اندام‌ها مثل کبد و ماهیچه باعث تولید گلیکوژن ولی در هر یاخته‌ای باعث تولید ATP در اثر واکنش‌های تنفس یاخته‌ای نیز می‌شود.

پاسخ آزمون گفتار ۱ و ۲

۱ B ۳ تولید ATP درون یاخته‌ها **به‌طور معمول** در اثر اضافه شدن **یک گروه فسفات به ADP** صورت می‌گیرد ولی می‌توان این مولکول را از ترکیب **سه گروه فسفات** به آدنوزین در سه مرحله نیز ایجاد کرد (نادرستی گزینهٔ (۲)). واکنش‌های **تولید ATP** از ADP یا AMP همگی همراه با **مصرف انرژی** از مواد مغذی و **تولید آب** می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱) و (۴)).



دقت کنید که انرژی مورد نیاز این واکنش‌ها از تجزیهٔ مواد مغذی بزرگ‌تر مثل تبدیل بسپارها (*پلیمرها*) به مولکول‌های کوچک‌تر یا تجزیهٔ مولکول‌های کوچک مثل گلوکز ایجاد می‌شود.

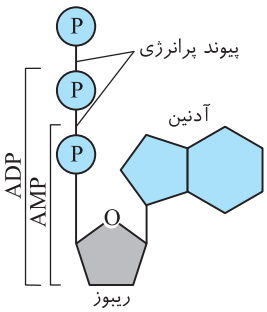
انواع تولید یا تجزیه ATP درون یاخته

ایستگاه ۳۸

واکنش / مواد	مواد اولیه	انرژی	آب	نکته
تولید ATP از ADP	ADP + P (*فسفات*)	می‌خواهد	تولید می‌شود	به‌طور معمول این واکنش در سیستم‌های زیستی انجام می‌شود.
تولید ATP از AMP	دو گروه فسفات + AMP	می‌خواهد	تولید می‌شود	به ندرت رخ می‌دهد و طی دو مرحله می‌باشد.
تولید ATP از آدنوزین	سه گروه فسفات + آدنوزین	می‌خواهد	تولید می‌شود	به ندرت و طی سه مرحله رخ می‌دهد.
تجزیه ATP به ADP	$ATP + H_2O$	آزاد می‌کند	مصرف می‌شود	به‌طور معمول در واکنش‌های انرژی‌خواه یاخته‌ای صورت می‌گیرد.

۲ B ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند. در جانداران حفظ هر ویژگی **مثل رشد و نمو یا تولیدمثل** به در اختیار داشتن انرژی زیستی یا ATP وابسته می‌باشد. **منظور این سؤال بررسی مولکول ATP می‌باشد.**

در مولکول ATP، سه گروه فسفات معدنی به قند **ریبوز** متصل می‌باشد که دو پیوند پرانرژی بین فسفات‌ها وجود دارد ولی پیوند بین فسفات و قند از نوع کم‌انرژی می‌باشد.



تله‌های تستی الف) این عبارت در مورد مولکول DNA صادق است نه ATP! / ج) آدنوزین از قند ریبوز و باز آلی آدنین تشکیل شده است که فسفات‌ها فقط به قند **ریبوز** آن متصل‌اند. / د) ساختار سه‌بعدی در قند یا باز آلی و فسفات وجود ندارد (*ساختار سه‌بعدی در دنا، رنا و پلی‌پپتید وجود دارد*).

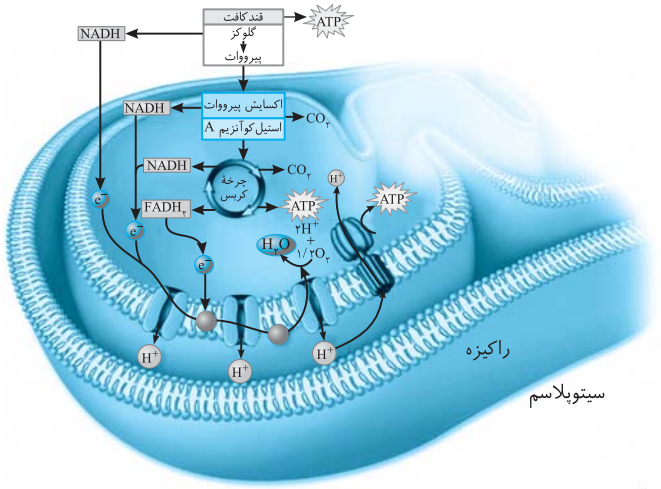
۳ B ۴ در قندکافت همان‌طور که بارها گفتیم، بیشتر مراحل با یک مولکول قندی آغاز می‌کند. قندهای شش‌کربنی مراحل ۱ و ۲ قندکافت را آغاز می‌کنند که در مرحلهٔ اول به یک قند شش‌کربنه دوفسفاته و در مرحلهٔ دوم به دو قند سه‌کربنی یک‌فسفاته تبدیل می‌شود (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۲)). ترکیبات سه‌کربنی مراحل ۳ و ۴ قندکافت را آغاز می‌کنند که هرکدام آن‌ها **در نهایت دو مولکول ATP** به همراه یک مولکول پیرووات ایجاد می‌کنند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)).

۴ A ۱ در مورد قندکافت که اولین و مرحلهٔ هر نوع تنفس است. فقط مورد (د) صحیح می‌باشد. در قندکافت فقط در مرحلهٔ **دوم** که قند شش‌کربنی دوفسفاته از وسط نصف می‌شود، تعداد کربن محصول از ماده اولیه کمتر می‌باشد. در این مرحله فروکتوز دوفسفاته به دو تا قند سه‌کربنی یک‌فسفاته تبدیل می‌شود ولی تولید CO_2، مصرف ATP و فسفاته شدن رخ به همراه آن منتقل نمی‌شود.

۵ C ۳ فقط مورد (ب) صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اکسایش پیرووات بعد از قندکافت و با ورود این ماده به راکیزه رخ می‌دهد تا به استیل‌کوآنزیم A تبدیل شود. آنزیم‌های مورد نیاز اکسایش پیرووات در بخش درونی راکیزه قرار دارند (*در ایستگاه بعد مرخوانیم*.) / ب) درست است. اکسایش گروه استیل، طی تنفس هوازی در چرخهٔ کربس یعنی در بستره راکیزه صورت می‌گیرد که این فضا حاوی دنای حلقوی می‌باشد. / ج) نادرست است. ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته در مرحلهٔ قندکافت یعنی در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد ولی ماده پنج‌کربنی در چرخهٔ کربس یعنی در بستره راکیزه ایجاد می‌شود. / د) نادرست است. قند شش‌کربنی دوفسفاته در مرحلهٔ اول قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ایجاد می‌شود. دقت کنید که بخش بیرونی فضای درونی راکیزه، همان فضای بین دو غشای راکیزه است.

در شکل
- تجزیه یا اکسایش گلوکز ← در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
- اکسایش پیروووات به استیل
  - توسط آنزیم‌های واقع در راکیزه رخ می‌دهد.
  - درون بسترهٔ راکیزه رخ می‌دهد.
- اکسایش استیل ← طی چرخهٔ کربس در بسترهٔ راکیزه رخ می‌دهد.
- اکسایش $NADH$ و $FADH_2$ ← طی زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه رخ می‌دهد.



نکته مهم

۱ مجموعه آنزیم‌های مورد نیاز برای اکسایش پیروووات تا تبدیل به استیل‌کوآنزیم A در درون راکیزه قرار دارند و واکنش‌های آن یا جایگاه فعال آن‌ها در بستره راکیزه واقع است و واکنش‌ها را در این فضا کاتالیز می‌کنند.

۲ فضای بیرونی راکیزه را با بخش بیرونی فضای درون راکیزه اشتباه نگیرید. فضای بیرونی راکیزه همان مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم یاخته می‌باشد که واکنش‌های قندکافتی تنفس یاخته‌ای و تخمیر در آن صورت می‌گیرد ولی فضای درون راکیزه حاوی دو بخش بیرونی (*درون دوغشای راکیزه*) و بخش درونی یا همان بستره راکیزه می‌باشد.

ساختار میتوکندری (راکیزه) و واکنش‌های درون آن

ایستگاه ۳۹

ساختارهای راکیزه	نوع و محل	واکنش‌ها
غشای خارجی	صاف	در واکنش تنفسی نقشی ندارد (*البته در عبور پیروووات مؤثرند*).
غشای درونی	چین‌خورده به سمت داخل اندامک	۱) زنجیرهٔ انتقال الکترون (*پمپ‌ها و عوامل انتقال*) به همراه کانال H^+ در آن قرار دارد. ۲) دوباره‌سازی NAD^+ و FAD می‌کند.
بخش بیرونی فضای درون راکیزه	بین دو غشای راکیزه قرار دارد.	محل تجمع H^+ در واکنش‌های تنفس هوازی در زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد.
بخش درونی فضای درون راکیزه	بستره محصور شده توسط غشای چین‌خورده راکیزه می‌باشد.	۱) DNA حلقوی مستقل از هسته و رناتن مخصوص به خود دارد. ۲) همراه با یاخته یا مستقل از آن تقسیم می‌شود. ۳) رونویسی و ترجمه (*پروتئین‌سازی*) برای ساخت برخی پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای دارد. ۴) برخی پروتئین‌های تنفس یاخته‌ای آن توسط ژن‌های هسته و رناتن سیتوپلاسم تولید می‌شود. ۵) محل واکنش‌های تنفس هوازی، تبدیل پیروووات به استیل، چرخهٔ کربس و تولید آب و ATP اکسایشی می‌باشند.

C ۶ ـ ۱ موارد (الف) و (ج) در فضاهای درون راکیزه که شامل فضای بین دو غشا و فضای درون بستره می‌باشد، وجود ندارند.

تله‌های تستی الف) آنزیم‌های تجزیه‌کننده قند شش‌کربنی در سیتوپلاسم یا مادهٔ زمینه‌ای خارج از اندامک هستند. / ب) آنزیم‌های مورد نیاز برای اکسایش گروه استیل، در بستره یا فضای درونی راکیزه هستند که واکنش‌های چرخهٔ کربس را انجام می‌دهند. / ج) عوامل زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه واقع هستند نه در فضاها! / د) بخش آنزیمی کانال H^+ که مسئول ساخت ATP می‌باشد در بخش درونی فضای راکیزه یا همان بستره قرار دارد.

B ۷ ـ ۱ منظور این سؤال **مرحله چرخهٔ کربس** می‌باشد که دو نوع گیرنده NAD^+ و FAD مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرکدام از این دو ماده از دو نوکلئوتید تشکیل شده‌اند و با گرفتن الکترون و پروتون کاهش یافته و به $NADH, H^+$ و $FADH_2$ تبدیل می‌شوند. در چرخهٔ کربس، تولید ATP در سطح پیش‌ماده صورت می‌گیرد و تولید ATP اکسایشی که به کمک انرژی انتقال الکترون‌ها می‌باشد در این مرحله وجود ندارد.

تست‌های تستی گزینهٔ (۲): در چرخهٔ کربس به ازای اکسایش هر گروه استیل، دو مولکول CO_2 تولید می‌شود که این دو مولکول یکی در مرحلهٔ تبدیل C_6 به C_5 و دیگری در مرحلهٔ تبدیل C_5 به C_4 رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): اکسایش گروه استیل در بخش درونی راکیزه در چرخهٔ کربس رخ می‌دهد که واکنش‌های این مرحله به صورت چرخه‌ای انجام می‌شود نه زنجیره‌ای! / گزینهٔ (۴): در چرخهٔ کربس، واکنش‌ها با یک مولکول C_4 آغاز می‌شود که با اتصال به گروه استیل (C_2) به مادهٔ C_6 تبدیل می‌شود.

B ۸ ۱ در تنفس یاخته‌ای تا آخر واکنش‌های چرخهٔ کربس همهٔ CO_2ها، $NADH$ها و $FADH_2$ها به همراه تعدادی ATP در سطح پیش‌ماده ایجاد می‌شوند. پس از چرخهٔ کربس در زنجیرهٔ انتقال الکترون و واکنش‌های وابسته به آن، تعدادی ATP **اکسایشی و آب** به همراه دوباره‌سازی NAD^+ و **FAD** ایجاد می‌شوند.

تنفس در یک نگاه برای چندمین بار!

ایستگاه ۴۰

$$C_6 \xrightarrow[\text{گلوکز}]{\text{بی‌هوازی(قند کافت)}} \underset{\text{پیرووات}}{2C_3} \xrightarrow{\text{هوازی}} \underset{\text{استیل کوآنزیم A}}{2C_2CoA} \xrightarrow{\text{هوازی}} \text{چرخهٔ کربس} \longrightarrow 2CO_2 + ATP + NADH + FADH_2$$

$$2NADH, 2H^+ \quad 2ATP \qquad 2CO_2 \quad 2NADH, 2H^+ \qquad \xrightarrow{\text{هوازی}} \text{چرخهٔ کربس} \longrightarrow 2CO_2 + ATP + NADH + FADH_2$$

$$\text{تعدادی } H_2O + \text{تعدادی } ATP + \text{FADها} + \text{NAD}^+\text{ها} \xrightarrow{\text{غشای درونی راکیزه}} \text{تعدادی } O_2 + \text{FADH}_2\text{ها} + \text{NADH, H}^+\text{ها}$$

تست‌های تستی گزینهٔ (۲): تولید آب در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای، بعد از واکنش‌های چرخهٔ کربس یعنی در زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): درون راکیزه تولید ATP، تعدادی به صورت ATP پیش‌ماده‌ای در واکنش‌های چرخهٔ کربس و تعدادی به صورت ATP اکسایشی بعد از چرخهٔ کربس، در زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۴): دوباره‌سازی FAD برخلاف تولید $FADH_2$ در زنجیرهٔ انتقال الکترون رخ می‌دهد. *(در بستره، FAD طی مرحله‌ای از چرخهٔ کربس، الکترون گیری کرده و به $FADH_2$ تبدیل می‌شود.)*

A ۹ ۲ آخرین پذیرندهٔ الکترون در تنفس **هوازی**، اکسیژن است که طی الکترون‌گیری و سپس در **بستره** طی ترکیب با یون هیدروژن، آب تولید می‌کند. *(برای تولید آب، مولکول‌های اکسیژن توسط زنجیرهٔ انتقال الکترون، کاهش یافته و سپس یون اکسید O^{2-} با پروتون‌ها واکنش می‌دهد.)*

A ۱۰ ۲

نکته
در غشای درونی چین‌خورده راکیزه‌ها و در واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، H^+ از طریق پروتئین کانالی بدون صرف انرژی از فضای بین دو غشا به بخش داخلی راکیزه (بستره) می‌رسد ولی بعد با صرف انرژی حاصل از انتقال پروتون‌ها، مولکول ATP در بخش آنزیمی آن در بستره ساخته می‌شود.

B ۱۱ ۲ سؤال همان‌طور که قطعاً می‌دانید در مورد مرحلهٔ **قندکافت** هر یاختهٔ زنده می‌باشد.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در قندکافت NAD^+ مصرف می‌شود *(نه تولید)*. / گزینهٔ (۲): درست است. در مرحلهٔ تولید قند سه‌کربنی یک‌فسفاته، فقط تجزیهٔ فروکتوز دوفسفاته صورت می‌گیرد و فسفات به ماده‌ای اضافه نمی‌شود *(ولی در مرحلهٔ اول، فسفات به گلوکز اضافه می‌شود و در دو مرحلهٔ بعد از آن نیز، فسفات‌ها به قند سه‌کربنی و ADP وصل می‌شوند)*. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در مرحلهٔ تجزیهٔ فروکتوز دوفسفاته به قندهای یک‌فسفاته، مادهٔ نوکلئوتیدی مثل ADP، ATP و $NADH$ تولید یا مصرف نمی‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. مصرف ADP و تولید ATP، پس از مصرف NAD^+ و در مرحلهٔ آخر برای تولید پیرووات‌ها ایجاد می‌شوند.

C ۱۲ ۲ محصول نهایی قندکافت، پیرووات‌ها هستند ولی ماده وارد شونده به چرخهٔ کربس، گروه استیل می‌باشد.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در واکنش اکسایش پیرووات تا تولید استیل کوآنزیم A، هیچ ATPای تولید نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): درست است. در واکنش اکسایش پیرووات، کوآنزیم A به عنوان نوعی مادهٔ آلی به کار آنزیم‌ها کمک می‌کند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در اکسایش پیرووات، فقط ناقل $NADH$ تولید می‌شود ولی در اکسایش استیل، هم $NADH$ و هم $FADH_2$ تولید می‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در هر دو واکنش، CO_2 تولید می‌شود که سبب افزایش فعالیت آنزیم کربنیک‌انیدراز در گویچهٔ قرمز می‌شود.

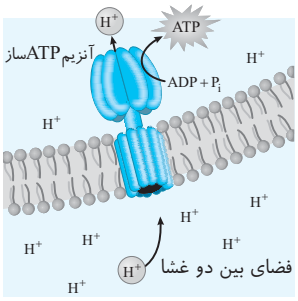
C ۱۳ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

تست‌های تستی الف) نادرست است. پروتئین انتقال دهندهٔ الکترون که بین پمپ اول و دوم قرار دارد، فقط با بخش‌های آب‌گریز دو لایه فسفولیپیدی در تماس است. / ب) درست است. بخش ATPساز، کانال آنزیمی است که الکترون عبور نمی‌دهد *(دقت کنید که سؤال دربارهٔ موارد مرتبط با زنجیره نیز هست!)*. / ج) درست است. تولید NAD^+ و FAD در بخش بسترهٔ‌ای این زنجیره انجام می‌شود. / د) نادرست است. پروتئین‌های بین پمپ‌ها، فقط به انتقال الکترون می‌پردازند.

B ۱۴ ۳ پروتئین کانالی H^+ که در غشای راکیزه قرار دارد، حاوی دو بخش زیر با دو فعالیت متفاوت می‌باشد:

الف) بخش انتقال دهنده H^+: این بخش کاملاً در غشای درونی راکیزه جای دارد و وظیفه انتشار تسهیل‌شده پروتون‌ها را از فضای بین دو غشای راکیزه به بستره دارد. این عمل بدون صرف انرژی زیستی انجام می‌شود ولی انرژی مورد نیاز قسمت دیگر را فراهم می‌کند.

ب) بخش آنزیمی: این بخش از کانال در بستره راکیزه قرار دارد که طی آن از انرژی حاصل از عبور پروتون‌ها استفاده کرده و به تولید ATP اکسایشی می‌پردازد. تولید ATP اکسایشی با ترکیب کردن $ADP+P$، صرف انرژی و تولید آب صورت می‌گیرد. این بخش از کانال در انتقال H^+ و تغییر pH فضاهای درون راکیزه نقش مستقیمی ندارد.



نکته
کانال H^+، جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست و در عبور الکترون نقشی ندارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

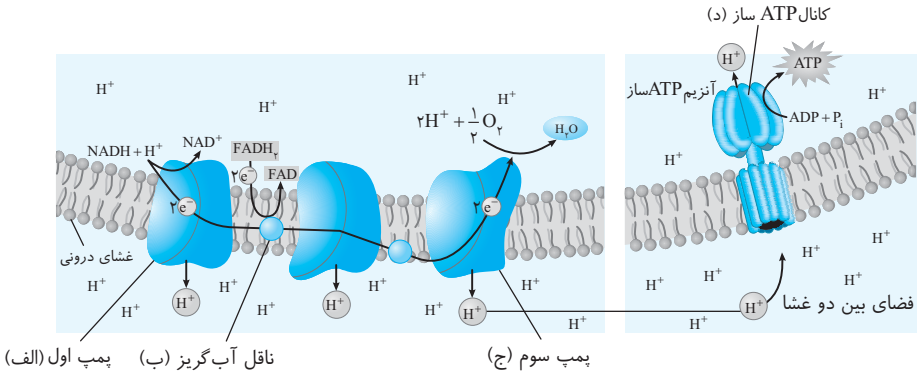
A ۱۵ ـ ۱ فضای بین دو غشای راکیزه فاقد *DNA* می‌باشد ولی این فضا اشباع از یون‌های H^+ می‌باشد.

نکته
ژن‌های **هسته** و **بستره** راکیزه در تولید پروتئین‌های تنفس یاخته‌ای نقش دارند. گزینهٔ (۲) در مورد ژن‌های موجود در هسته ولی گزینه‌های (۳) و (۴) در مورد ژن‌های درون راکیزه رد می‌شوند.

A ۱۶ ـ ۴ ایجاد پیروات‌ها در فرایند قندکافت همانند فرایند ترجمه برای ساخت پادتن، در خارج اندامک‌ها و در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد ولی سایر موارد مثل تولید $FADH_2$، استیل *CoA* در راکیزه و تولید *rRNA* در هسته و راکیزه صورت می‌گیرد (*دقت کنید که تولید NADH، هم در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم برای قندکافت و هم در اکسایش پیروات و استیل در راکیزه ایجاد می‌شود*).

B ۱۷ ـ ۲ *ATP* پیش‌ماده‌ای تنفس، در قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و در چرخهٔ کربس در بستره راکیزه تولید می‌شود. گزینه‌های (۱) و (۴) در مورد فرایند ترجمه یا پروتئین‌سازی می‌باشند که در دو محل فوق صورت می‌گیرد و تولید دی‌نوکلئوتید *NADH* یا $FADH_2$ نیز در همین مناطق یاخته‌ای رخ می‌دهد ولی انتقال الکترون بین پمپ‌ها در غشای درونی راکیزه و ایجاد شیب غلظت در فضای بین دو غشای راکیزه رخ می‌دهد.

B ۱۸ ـ ۳ در این شکل (الف) بیانگر پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد که توانایی اکسایش *NADH* و تولید NAD^+ را دارد، (ب) پروتئینی بین دو پمپ اول و دوم برای دوباره‌سازی *FAD* می‌باشد. (ج) پمپ سومی است که الکترون‌های کم‌انرژی را در بستره راکیزه به اکسیژن می‌رساند. (د) کانال *ATP*ساز می‌باشد که در سمت بستره راکیزه فعالیت آنزیمی برای تولید *ATP* دارد.



B ۱۹ ـ ۴ در یک تنفس هوازی، برای تولید یک مولکول استیل کوآنزیم *A*، لازم است تا پس از واکنش‌های قندکافت، پیروات‌های حاصل با انتقال فعال و صرف انرژی زیستی از سیتوپلاسم وارد راکیزه شوند که برای این عمل باید از دو غشای این اندامک عبور کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱) و (۳): مربوط به پس از تولید استیل *CoA* می‌باشد و محصولات حاصل به سمت اکسایش و انرژی‌زایی می‌روند. / گزینهٔ (۲): اکسایش پیروات، پس از ورود پیروات به راکیزه و الکترون‌دهی آن رخ می‌دهد.

A ۲۰ ـ ۲

نکته
دومین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای در لنفوسیت‌ها، مرحلهٔ **هوازی تنفس** است که در حضور O_2، از اکسایش یک مولکول پیروات، تعدادی *NADH* و $FADH_2$ و *ATP* پیش‌ماده‌ای تا آخر چرخهٔ کربس تولید می‌شود ولی بازده آن برای CO_2 معادل **سه مولکول** به اندازه تعداد کربن هر مولکول پیروات است، ولی از هر پیروات، یک مولکول استیل کوآنزیم *A* ایجاد می‌شود. (*دقت کنید که لنفوسیت‌ها برخلاف یاخته‌ماهیچهٔ اسکلتی، قدرت تخمیر ندارند.*)

B ۷۴۹ ـ ۳ فقط مورد (ج) نادرست می‌باشد.

تخمیر

مرحله	مرحلهٔ اول	مرحلهٔ دوم	هدف کلی
تخمیر	قندکافت (*گلیکولیز*) بی‌هوازی	ادامه تنفس بی‌هوازی	کل واکنش در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد. **راکیزه، زنجیرهٔ انتقال الکترون و اکسیژن** در آن نقشی ندارند. روشی برای تأمین انرژی **بدون** حضور O_2 کافی می‌باشد.
مرحلهٔ اول تخمیر	–	–	همان قندکافت (*گلیکولیز*) بی‌هوازی در سیتوپلاسم است. چهار مرحله دارد که در نهایت *2ATP*، $2(NADH, H^+)$ و ۲ پیروات می‌سازد.
مرحلهٔ دوم تخمیر	–	–	انواع مختلفی مثل الکلی یا لاکتیکی دارد. به صورت بی‌هوازی در سیتوپلاسم می‌باشد. این دو نوع تخمیر، دوباره‌سازی NAD^+ را به کمک **یک** گیرندهٔ الکترونی آلی انجام می‌دهند.

ایستگاه ۴۱

تله‌های تستی الف) درست است. تخمیر از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا فقدان اکسیژن می‌باشد که در انواعی از جانداران رخ می‌دهد. / ب) درست است. در فرایندهای تخمیری، هیچ‌گاه واکنش‌ها به حضور اکسیژن وابسته نمی‌باشند و هیچ مرحله‌ای از واکنش‌ها در راکیزه رخ نمی‌دهد. یعنی تخمیر مستقل از اکسیژن، زنجیرهٔ انتقال الکترون و راکیزه می‌باشد. / ج) **نادرست** است. مرحلهٔ اول هر نوع تنفس یاخته‌ای، چه تخمیری (*تنفس بی‌هوازی*) باشد چه تنفس هوازی باشد، واکنش‌هایی از نوع **قندکافت** بی‌هوازی صورت می‌گیرد که سبب **مصرف** NAD^+ و تولید $NADH$ می‌شود. / د) درست است. مرحلهٔ دوم تخمیر که همانند مرحلهٔ اول در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد، مسئول دوباره‌سازی NAD^+ می‌باشد تا این مولکول سبب انجام دوبارهٔ واکنش‌های قندکافت شود. با این همکاری، تولید ATP قندکافت در شرایط کمبود یا فقدان اکسیژن ادامه می‌یابد.

C ۷۵۰ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است. کاهش یا الکترون‌گیری پیرووات در تخمیر لاکتیکی صورت می‌گیرد، که محل انجام مراحل آن در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است.

رناتن سیتوپلاسم، محل تولید رشتهٔ پلی‌پپتیدی می‌باشد ولی استیل‌کوآنزیم A در بستره راکیزه تولید می‌شود (نادرستی ج). فعالیت دنابسپاراز، رنابسپاراز و راه‌انداز در هسته و راکیزه است (نادرستی د). دقت کنید که تولید $NADH$ در قندکافت (*سیتوپلاسم*) و راکیزه صورت می‌گیرد ولی تولید $FADH_2$ **فقط** در بستره راکیزه صورت می‌گیرد (نادرستی ب و درستی الف).

A ۷۵۱ ۱ منظور سؤال یاخته ماهیچه اسکلتی است که قدرت انرژی‌گیری از **کرآتین فسفات** را دارد. کاهش یا الکترون‌گیری پیرووات در تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد، که در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم صورت گرفته و لاکتیک‌اسید به همراه NAD^+ تولید می‌شود (*گزینهٔ (۲) در مورد اکسایش پیرووات در تنفس هوازی می‌باشد*). گزینهٔ (۴) نادرست است چون تولید کرآتین، هیچ ارتباطی به فرایند تخمیر لاکتیکی و تولید پیرووات ندارد.

A ۷۵۲ ۴ تخمیر، در حقیقت همان واکنش‌های تنفس بی‌هوازی می‌باشد که مرحلهٔ اول آن قندکافت (*گلیکولیز*) می‌باشد که $2ATP$، $2NADH$ و دو پیرووات می‌دهد ولی مرحلهٔ دوم تخمیر برحسب نوع محصول، دو نوع مهم لاکتیکی و الکلی دارد.

برو درسنامه درختی (۸۱) بخون

نکته

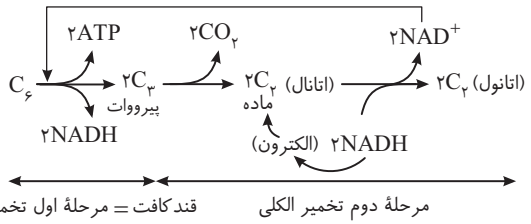
۱ مرحلهٔ دوم تخمیر از هر نوعی که باشد واکنش‌هایی کاهشی (*الکترون‌گیری*) برای پیرووات یا اتانال می‌باشد که طی آن **دو** مولکول NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود. این NAD^+ ها، دوباره در مرحلهٔ قندکافت مصرف می‌شوند. پس دقت کنید که مرحلهٔ دوم تخمیر ATP تولید نمی‌کند یعنی بازده تنفس بی‌هوازی، فقط **دو** مولکول ATP در مرحلهٔ قندکافت است.

۲ بعد از خواندن درسنامه‌ها و نکات زیر متوجه می‌شوید که تخمیر لاکتیکی قدرت تولید CO_2 ندارد.

انواع مرحلهٔ دوم تخمیر (شعار: تخمیر NAD^+ می‌ده، تا قندکافت تنفس بعدی ATP بده)

ایستگاه ۴۲

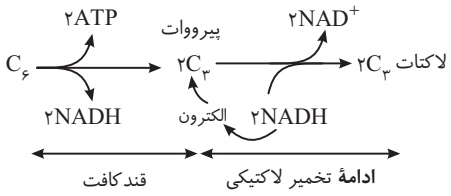
الف) مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی: در سیتوپلاسم قارچ مخمر (*نوعی یوکاریوت*) نان رخ می‌دهد که دومرحله‌ای می‌باشد. در این تخمیر مادهٔ دوکربنه به نام اتانال کاهش می‌یابد و از $NADH$ الکترون می‌گیرد، در این فرایند، CO_2 حاصل از مرحلهٔ اول آن باعث ورآمدن خمیر نان می‌شود.



بازده مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی	$2NAD^+ + 2CO_2 +$ ۲اتانول
بازده کلی تنفس بی‌هوازی الکلی یا تخمیر الکلی	$2ATP + 2CO_2 +$ ۲اتانول

◄ وقتی می‌گوییم تخمیر الکلی یا تنفس بی‌هوازی الکلی یعنی مجموع قندکافت و مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی!!

ب) مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی: در سیتوپلاسم باکتری‌هایی مانند باکتری‌های فاسدکننده شیر (*ترش‌کننده*) و سازنده خیارشور رخ می‌دهد که مهم‌ترین کار آن مانند تخمیر الکلی، **دوباره‌سازی** NAD^+ است. در این تخمیر، خود پیرووات با الکترون‌گیری از $NADH$، کاهش می‌یابد و به لاکتات تبدیل می‌شود. این عمل در ماهیچه هنگام ورزش شدید با تجمع لاکتیک‌اسید ایجاد درد می‌کند. لاکتات اضافی با جریان خون از یاخته‌های ماهیچه‌ای دور می‌شود که اگر این عمل صورت نگیرد، مقدار آن در ماهیچه افزایش می‌یابد و باعث ایجاد درد در ماهیچه می‌شود.



بازده مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی	$2NAD^+ +$ ۲ لاکتات
بازده کلی تنفس لاکتیکی یا تخمیر لاکتیکی	$2ATP +$ ۲ لاکتات

نکتهٔ آخر تخمیر: هر اتانول و هر لاکتات مقدار زیادی انرژی یا ATP به صورت ذخیره دارند (*اگه گفتی چرا؟ واسه همینه که چراغ الکلی نور تولید می‌کنه!*).

A ۷۵۳ ۴ در مورد قسمت اول سؤال که به راحتی باید گزینهٔ (۱) و (۳) را کنار بگذارید چون **مرحلهٔ اول** هر نوع تخمیری، همان قندکافت می‌باشد که دو مولکول $NADH$ تولید می‌کند.

دقت کنید که **بیشترین** ATP، ضمن تجزیهٔ گلوکز در بخش هوازی تنفس و در واکنش‌های مرتبط با زنجیرهٔ انتقال الکترون به صورت اکسایشی به دست می‌آید، پس در تخمیر که زنجیرهٔ انتقال الکترون ندارد، بیشتر انرژی گلوکز در محصولات نهایی مثل اتانول یا لاکتیک‌اسید جمع می‌شود.

درسنامه درختی ۸۱ تخمیر (تنفس بی‌هوازی)

تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

نکات
- از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است.
- در انواعی از جانداران یوکاریوتی و پروکاریوتی رخ می‌دهد.
- در فرایند تخمیر، راکیزه و در نتیجه زنجیرهٔ انتقال الکترون نقشی ندارند.
- از دو مرحله تشکیل شده، یکی مرحلهٔ قندکافت و یکی مرحلهٔ تداوم تولید NAD^+ ← به مجموع هر دو مرحلهٔ آن، تخمیر یا تنفس بی‌هوازی گفته می‌شود.
- برای تداوم قندکافت، وجود NAD^+ ضروری است و اگر نباشد قندکافت متوقف می‌شود.
- دو نوع تخمیر مهم الکلی و لاکتیکی وجود دارد که گیرندهٔ نهایی الکترونی آن‌ها نوعی مادهٔ آلی می‌باشد.

دو نوع تخمیر

مرحلهٔ اول هر نوع تخمیر ← قندکافت است
- در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
- هر ATP تنفس بی‌هوازی در این مرحله ایجاد می‌شود.
- محصول آن، پیرووات، ATP در سطح پیش‌ماده و $NADH$ می‌باشد.

مرحلهٔ دوم

۱ در تخمیر الکلی
- در برخی باکتری‌ها، در قارچ مخمر نان و برخی یاخته‌های گیاهان انجام می‌شود.
- واکنشی دومرحله‌ای است.
- در مرحلهٔ اول، پیرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن CO_2 به اتانال تبدیل می‌شود.
- در مرحلهٔ دوم، ضمن واکنش‌های کاهشی، اتانال با گرفتن الکترون‌های $NADH$، اتانول ایجاد می‌کند و NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود.
- ورآمدن خمیر نان به علت انجام این نوع تخمیر است و با تولید CO_2 ایجاد می‌شود.
- تخمیر الکلی در نهایت سبب تولید اتانول، CO_2 و ATP می‌شود.
- مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی سبب تولید اتانول، CO_2 و NAD^+ می‌شود.
- مادهٔ نهایی الکترون گیرندهٔ آن اتانال آلی می‌باشد.

۲ در تخمیر لاکتیکی
- واکنشی یک‌مرحله‌ای است که طی آن پیرووات، کاهش می‌یابد.
- ضمن الکترون‌گیری پیرووات، دوباره‌سازی NAD^+ رخ می‌دهد.
- در این نوع تنفس یاخته‌ای، CO_2 تولید نمی‌شود.
- پیرووات حاصل از قندکافت وارد راکیزه‌ها نمی‌شود، بلکه با گرفتن الکترون‌های $NADH$ به لاکتات تبدیل می‌شود.
- اگر اکسیژن کافی برای تجزیهٔ گلوکز در ماهیچه‌های اسکلتی وجود نداشته باشد، پیرووات به لاکتات تبدیل شده و تجمع لاکتات سبب درد ماهیچه‌ای می‌شود.
- انواعی از باکتری‌ها این تخمیر را انجام می‌دهند.
- در ترش شدن شیر، تولید فرآورده‌های غذایی مانند خیارشور و فرآورده‌های شیری نقش دارند.

B ۷۵۴ ۴ همهٔ موارد به نادرستی تکمیل می‌کنند.

نکته
در صورتی که مقدار O_2 جو کم باشد یا اکسیژن به بدن کم برسد (*مثل صعود به ارتفاعات یا ورزش شدید*) در بعضی در یاخته‌ها، تخمیر بی‌هوازی رخ می‌دهد که در تخمیر الکلی، ابتدا CO_2 **تولید** می‌شود، سپس ماده دو کربنه، الکترون می‌گیرد و به اتانول تبدیل می‌شود، ولی در تخمیر لاکتیکی، خود پیرووات سه‌کربنی (رد ب) الکترون **می‌گیرد** و لاکتات تولید می‌شود (*در مورد (د) دقت کنید که تولید استیل در صورت وجود O_2 کافی در تنفس هوازی می‌باشد*).

B ۷۵۵ ۳ آخرین پذیرندهٔ الکترون در تنفس هوازی، **اکسیژن** است. حالا سؤال از ما می‌پرسد اگر اکسیژن نباشد، کدام فرایند انجام نمی‌شه یعنی کدام فرایند است که تنها به صورت **هوازی** رخ می‌دهد و محصولش با قندکافت بی‌هوازی مشترک نیست. جواب $FADH_2$ و استیل CoA است که فقط در چرخهٔ کربس و بستره راکیزه تولید می‌شوند.

نکته
تولید ATP یا مصرف ADP هم در تنفس هوازی و هم در تنفس بی‌هوازی اتفاق می‌افتد ولی در بخش بی‌هوازی تنفس، ATP کمتری تولید می‌شود.

$NADH$ هم در هر دو بخش هوازی و بی‌هوازی تنفس تولید می‌شود.

B ۷۵۶ ۱ فقط مورد (الف) نادرست است. در اثر تخمیر الکلی یا لاکتیکی در گیاهان، تجمع **اتانول** (*الکل*) یا **لاکتیک‌اسید** در یاخته‌های گیاهی سبب مرگ آن‌ها می‌شود.

تله‌های تستی ب) گیاهان نیز مانند سایر جانداران می‌توانند تخمیرهای مختلفی مثل تخمیر الکلی یا لاکتیکی داشته باشند که در آن‌ها به ترتیب اتانال یا پیرووات کاهش می‌یابند. / ج) گیاهانی که در شرایط غرقابی رشد می‌کنند سازوکارهای تأمین اکسیژن مورد نیاز خود را با تشکیل بافت پارانشیمی هوادار (*در گیاهان آبزی*) که فضای بین‌یاخته‌ای زیادی دارد و شش ریشه‌ها (*در درختان حرا دیده می‌شود*) فراهم می‌کنند. / د) در صورت کمبود یا عدم وجود اکسیژن، گیاهان نیز مجبور به تخمیر می‌شوند (*پس تخمیر لزوماً در نبود اکسیژن نیست*).

درسنامه درختی ۸۲ تخمیر در گیاهان

تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

تخمیر در گیاهان

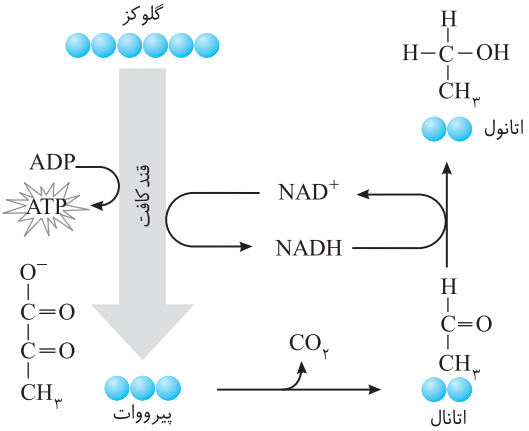
- هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد.
- **تجمع** الکل یا لاکتیک اسید در یاختهٔ گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.
- گیاهانی که به‌طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند:
  - یا به کمک شش ریشه‌ها، از هوا O_2 می‌گیرند.
  - یا پارانشیم پرهوا دارند.
- تشکیل بافت پارانشیم هوادار در گیاهان آبزی (*آبزوکا*، *تویرصواش*) و شش ریشه در درخت حَرّا مثالی از این سازوکارها هستند.

B ۷۵۷ ۱ فقط عبارت (د) نادرست است. **در مرحلهٔ دوم تخمیر، ATP تولید نمی‌شود** ولی مولکول‌هایی تولید می‌شود که توانایی تولید ATP را دارند. مثل اتانول و لاکتیک‌اسید که هرکدام مقداری ATP ذخیره دارند. دقت کنید که تخمیر لاکتیکی، تنها تنفس یاخته‌ای در کتاب ما می‌باشد که قدرت تولید CO_2 ندارد **ولی سایر عبارات دربارهٔ تخمیر لاکتیکی یه روزی یا یه جایی، به دردت می‌خوره!**

A ۷۵۸ ۳ در تخمیر لاکتیکی خود پیرووات کاهش می‌یابد و لاکتات تولید می‌شود و NAD^+ را دوباره‌سازی می‌کند که این عمل در ورزش شدید و شرایط کمبود اکسیژن در ماهیچه‌های اسکلتی رخ می‌دهد (*راستی، هنگام کاهش O_2 محیط و بدن، ترشح اریتروپویتین از کبد و کلیه‌ها بیشتر می‌شود*).

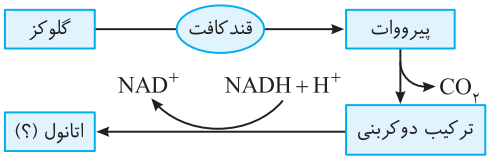
B ۷۵۹ ۲ ماهیچه‌های اسکلتی در هنگام فعالیت شدید، **تخمیر لاکتیکی** دارند که در آن **پیرووات آلی سه‌کربنه** با الکترون‌گیری کاهش می‌یابد (*احیا می‌شود و عدد اکسایش آن کاهش می‌یابد*) و لاکتات تولید می‌شود (*توجه کنید که خود لاکتات کاهش نمی‌یابد*). در اثر تخمیر لاکتیکی، CO_2 تولید نمی‌شود و فعالیت کربنیک‌انیدراز گویچه‌های قرمز کم شده و مقدار بی‌کربنات خون نیز کم می‌شود چون کار کربنیک‌انیدراز ترکیب CO_2 با آب و تولید کربنیک اسید می‌باشد.

B ۷۶۰ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) در تخمیر الکلی رخ می‌دهد. در قارچ مخمر نان (*ساکارومایسس سرویزیه*)، **تخمیر الکلی** رخ می‌دهد. در مرحلهٔ اول این تخمیر یا تنفس بی‌هوازی، واکنش‌های قندکافت رخ می‌دهد که به ازای تولید دو تا پیرووات از گلوکز، دو ATP و دو مولکول $NADH$ نیز بازدهی دارد (*پس در قندکافت برای ایجاد هر پیرووات، یک ATP و یک $NADH, H$ تولید می‌شود*) (درستی الف). در مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی، ابتدا از هر پیرووات، یک CO_2 جدا شده و یک اتانال تولید می‌شود که این CO_2 سبب ورآمدن خمیر نان می‌شود (*چون از تجزیهٔ یک مولکول گلوکز، دو تا پیرووات در مرحلهٔ اول ایجاد شده است، پس دو تا اتانال و دو تا CO_2 ایجاد می‌شود*) (نادرستی ب). در آخرین قسمت مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی، **اتانال** با الکترون‌گیری از $NADH, H^+$، کاهش یافته و به اتانول تبدیل می‌شود که ضمن این عمل دوباره‌سازی، NAD^+ ایجاد می‌شود (*با تبدیل هر اتانال به اتانول، یک $NADH$ اکسایش و یک NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود*) (درستی ج و د).



B ۷۶۱ ۴ بازسازی NAD^+ در شرایط بی‌هوازی در تار ماهیچه‌ای با الکترون‌گیری یا کاهش پیرووات انجام می‌شود (*تخمیر لاکتیکی*). بازسازی NAD^+ سبب تسهیل فرایند قندکافت می‌گردد که همهٔ این واکنش‌ها در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهند.

A ۷۶۲ ۱ شکل، فرایند تخمیر الکلی را نشان می‌دهد چون CO_2 آزاد شده و یک ترکیب دوکربنی به نام اتانال کاهش یافته است. دقت کنید که حاصل تخمیر الکلی، CO_2 است که سبب ورآمدن خمیر نان در قارچ مخمر نان می‌شود ولی ترش شدن شیر، ایجاد محصولات لبنی و یا خیارشور در تخمیر لاکتیکی کاربرد دارد (*نه برعکس*).



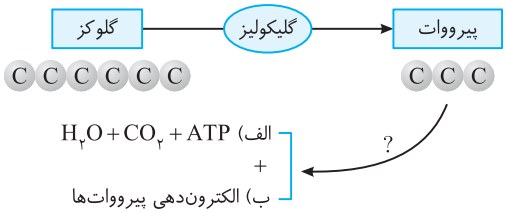
B ۷۶۳ ۲ قارچ مخمر نان در شرایط کمبود اکسیژن محیط، **تخمیر الکلی** انجام می‌دهد. مرحلهٔ اول این تنفس، قندکافت می‌باشد که چهار مرحله دارد ولی مرحلهٔ دوم آن دارای دو بخش می‌باشد.

بخش‌های مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی
- بخش ۱: پیرووات با از دست دادن یک مولکول CO_2 به **اتانال** تبدیل می‌شود (درستی گزینهٔ (۱)).
- بخش ۲: اتانال با گرفتن الکترون‌های $NADH$، کاهش می‌یابد و به اتانول تبدیل می‌شود. ضمن تولید اتانول یک NAD^+ نیز بازسازی می‌شود (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۲)).

نکته

در تخمیر الکلی، بیشتر انرژی گلوکز در الکل اتیلیک باقی می‌ماند. زیادی الکل سبب افزایش سرعت تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود (درستی گزینهٔ (۳)).

A ۷۶۴ ۱ تنفس **هوازی** به‌طور معمول **فقط تا چند دقیقه** می‌تواند نیاز به ATP ماهیچه‌ها را در تحرک یا ورزش تأمین کند که این ATP در پروتئین کانالی وابسته به عمل زنجیرهٔ انتقال الکترون ایجاد می‌شود ولی در ورزش طولانی مدت، ماهیچه به سمت تنفس بی‌هوازی (*تخمیر لاکتیکی*) (گزینهٔ (۴))، تجزیه اسید چرب و کرآتین فسفات می‌رود (گزینه‌های (۲) و (۳)).



۷۶۵ ۲ **A** ایجاد درد، محصول عمل تخمیر لاکتیکی در ماهیچه است که **لاکتیک اسید** و NAD^+ تولید می‌کند ولی اگر پس از مدتی تنفس به سمت استفاده از اکسیژن و تنفس هوازی برود و ATP، CO_2 و آب بسازند، درد ماهیچه کم می‌شود. در این حالت پیرووات **اکسایش** می‌یابد.

۷۶۶ ۲ **B** صورت سؤال را لطفاً دقیق یک‌بار دیگر بخوانید!

نکته
فرایند مرحلهٔ دوم تخمیر بدین دلیل انجام می‌شود که NAD^+ دوباره‌سازی شود تا دوباره به مرحلهٔ قندکافت برود و ساخت ماده سه‌کربنه دوفسفاته به عنوان پیش‌ماده ساخت ATP صورت گیرد. سپس تولید پیرووات و ATP در مرحلهٔ آخر آن صورت گیرد.

۷۶۷ ۳ **B** در تخمیر لاکتیکی، ماده سه‌کربنه پیرووات در اثر الکترون‌گیری از $NADH$ به ماده سه‌کربنه لاکتات تبدیل می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)) و ضمن این عمل NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)). چون در تخمیر لاکتیکی CO_2 تولید نمی‌شود، پس فعالیت آنزیم کربنیک‌انیدراز موجود در گویچهٔ قرمز و تولید H_2CO_3 در خون انسان کم می‌شود و بی‌کربنات خون انسان پایین می‌آید (نادرستی گزینهٔ (۲) و درستی گزینهٔ (۳)).

۷۶۸ ۳ **B** موارد (الف) و (د) نادرست هستند و عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. **اکسایش** پیرووات در تنفس هوازی با **مصرف** NAD^+ و تولید $NADH$ همراه می‌باشد. / ب) درست است. در یاخته‌های زردپی چون بافت پیوندی است، تخمیر وجود ندارد. (*تخمیر در انسان مخصوص یاخته‌های ماهیچه‌ای و گویچه‌های قرمز بالغ و از نوع لاکتیکی می‌باشد.*) / ج) درست است. دقت کنید مرحلهٔ دوم هر نوع تخمیری، همانند قندکافت، فرایندی بی‌هوازی است ولی تولید ATP، فقط در مرحلهٔ قندکافت (*مرحلهٔ اول تخمیر*) رخ می‌دهد. / د) نادرست است. نمی‌توان گفت طی هر تخمیری گاز CO_2 آزاد می‌شود، مثلاً در تخمیر لاکتیکی، تولید CO_2 صورت نمی‌گیرد.

۷۶۹ ۴ **A**

نکته
تولید NAD^+ فقط در تخمیر و زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد (رد گزینه‌های (۱) و (۲)) که در تخمیر، به ازای هر گلوکز، دو مولکول NAD^+ و در زنجیرهٔ انتقال الکترون، مقدار بیشتری NAD^+ تولید می‌شود چون مقدار تولید $NADH$ در تنفس هوازی بیشتر از تنفس بی‌هوازی می‌باشد. (*البته تعدادی مولکول FAD هم دوباره سازی می‌شود.*)

۷۷۰ ۳ **B** سؤال در مورد واکنش‌های **قندکافت** توضیح می‌دهد که مصرف NAD^+ همانند فسفاته شدن گلوکز و قند سه‌کربنی صورت می‌گیرد. این واکنش‌ها در خارج راکیزه یعنی در **مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم** رخ می‌دهند. در این محل، دوباره‌سازی NAD^+ در تخمیر لاکتیکی ماهیچه‌ها، جدا شدن فسفات‌ها از اسید سه‌کربنی برای تولید ATP در مرحلهٔ آخر قندکافت و تولید پروتئین‌ها مثل رنابسپاراز ۲ در رناتن صورت می‌گیرد ولی **تولید هم‌زمان** CO_2 و $NADH$ **مربوط به واکنش‌های تنفس هوازی می‌باشد.**

۷۷۱ ۴ **B** در مرحلهٔ آخر قندکافت پیرووات به همراه ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. پیرووات شروع‌کننده مرحلهٔ دوم تنفس چه به صورت هوازی و چه به صورت بی‌هوازی (*تخمیری*) می‌باشد که در نوع هوازی قطعاً برای تولید استیل کوآنزیم A، مولکول CO_2 آزاد می‌کند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ATP در تأمین انرژی لازم برای فرایندهای انتقال فعال غشای یاخته، مثل پمپ سدیم پتاسیم مؤثر است. / گزینهٔ (۳): نادرست است. پیرووات در یاختهٔ **ماهیچه‌ای** انسان با تنفس هوازی اکسایش یافته و در تخمیر لاکتیکی کاهش می‌یابد. / گزینهٔ (۴): **درست** است. غشای صاف راکیزه محل واکنش‌های تنفس یاخته‌ای نمی‌باشد (*از طرفی ورود پیرووات به راکیزه از طریق پمپ غشایی و با انتقال فعال صورت می‌گیرد ولی کلمهٔ جایگاه فعال مخصوص عمل آنزیم است.*).

۷۷۲ ۳ **A** موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. تخمیر به بازسازی NAD^+ در حضور پذیرندهٔ هیدروژن گفته می‌شود. در تخمیر لاکتیکی که در فاسد کردن شیر و تولید فرآورده شیری و خیارشور نقش دارد پذیرندهٔ آلی الکترون، پیرووات است و در تخمیر الکلی (*عامل ایجاد نکروز کبدی*) پذیرندهٔ آلی الکترون، ترکیب دوکربنه اتانال (*نه اتانول*) است.

۷۷۳ ۱ **B**

نکته
واکنش تولید $FADH_2$ و اکسایش گروه استیل فقط در چرخهٔ کربس یعنی در بستره راکیزه رخ می‌دهد. پس FAD فقط در آنجا مصرف می‌شود. NAD^+ در قندکافت، مراحل تولید استیل کوآنزیم A و چرخهٔ کربس مصرف می‌شود. (*ATP و ADP هم که نخود هر آش یاخته‌اند و در همه‌جا مصرف ATP داریم ولی تولید ATP قندکافت در سیتوپلاسم و تولید ATP نوری در سبزدیسه یاخته‌گیاهی نیز صورت می‌گیرد.*)

۷۷۴ ۲ **A** پیرووات و $NADH$ از محصولات قندکافتند که برای اکسایش و تولید ATP بیشتر وارد راکیزه می‌شوند. استیل کوآنزیم A خودش در راکیزه تولید می‌شود و لاکتیک‌اسید فقط در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارد.

۷۷۵ ۱ **A** (*برز هم قندکافت*)
◀ باباجون دیگه این نکته طرح تست طراحان عزیز نخ‌نما شده! هر یاخته زنده‌ای توانایی انجام واکنش‌های قندکافت دارد پس پیرووات و $NADH$ می‌سازد و سپس از آن در فرایند هوازی یا بی‌هوازی آن‌ها را مصرف می‌کند ولی $FADH_2$ و استیل کوآنزیم A مخصوص تنفس هوازی می‌باشد.

۷۷۶ ۴ **B** مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای، قندکافت است که محصول نهایی بدون فسفات آن **پیرووات** است. پیرووات‌ها در یاخته راکیزه‌دار، می‌توانند وارد تنفس هوازی یا بی‌هوازی (*مثل ماهیچه*) شوند (نادرستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳)) ولی در یاخته فتوسنتزکننده با تولید O_2 مناسب، فقط تنفس هوازی کرده و باید واکنش تبدیل پیرووات به استیل را انجام دهد.

۷۷۷ (B) ۳ فقط مورد (ج) نادرست می‌باشد. در تخمیر لاکتیکی، خود پیرووات کاهش می‌یابد و به لاکتیک‌اسید تبدیل می‌شود، یعنی مادهٔ الکترون گیرنده، خود مولکول **پیرووات** می‌باشد (نادرستی ج).

تله‌های تستی الف) در زنجیرهٔ انتقال الکترون، O_2 گیرنده نهایی الکترون و پروتون‌های کم‌انرژی شدهٔ حاصل از اکسایش $NADH$ و $FADH_2$ می‌باشد. / ب) در تخمیر الکلی، ماده آلی دوکربنه اتانال الکترون از $NADH$ می‌گیرد. / د) در صورت نبود O_2 کافی، تخمیر صورت گرفته و الکترون‌های $NADH$ در تخمیر لاکتیکی به ترکیب آلی پیرووات منتقل می‌شوند که پیرووات یکی از محصولات قندکافت می‌باشد.

۷۷۸ (A) ۳ در یاختهٔ چندهسته‌ای موجود در ماهیچه‌های اسکلتی انسان، در نبود O_2 کافی، واکنش‌های تنفسی، پس از قندکافت به سمت تخمیر لاکتیکی می‌روند که یک ماده آلی به نام پیرووات مسئول پذیرش الکترون و واکنش‌های کاهشی می‌شود. (*ماده معدنی O_2 در تنفس هوازی گیرنده الکترون می‌باشد.*)

نکته

در کمبود O_2، واکنش‌های هوازی مثل تولید استیل CoA و $FADH_2$ صورت نمی‌گیرد ولی دوباره‌سازی NAD^+، طی تخمیر انجام می‌شود.

۷۷۹ (B) ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند. سؤال در مورد یک باکتری بی‌هوازی است. پس توانایی استفاده از O_2 ندارد. در ابتدا توجه کنید که برای یک باکتری یا هر موجود زنده‌ای، واکنشی که در بود و نبود O_2 رخ می‌دهد، قندکافت می‌باشد. در قندکافت مقدار کمی ATPسازی در مسیر تولید پیرووات از گلوکز شش‌کربنی ایجاد می‌شود (درستی د).

تله‌های تستی الف) نادرست است. چون بخشی از یک واکنش تنفس هوازی است. / ب) نادرست است. نمی‌توان گفت که این باکتری‌ها قطعاً تخمیر لاکتیکی دارند. / ج) درست است. چون دوباره‌سازی NAD^+، در تخمیر، در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.

۷۸۰ (B) ۱ همان‌طور که بارها گفتیم تخمیر دو مرحله دارد. مرحلهٔ اول آن قندکافت یا گلیکولیز است که طی تجزیه بی‌هوازی گلوکز به ساخت $2ATP$ و $2NADH$ به همراه دو مولکول پیرووات می‌پردازد. مرحلهٔ دوم تخمیر واکنش‌هایی برای دوباره‌سازی NAD^+ می‌باشد که این مراحل قدرت تولید ATP ندارند. در حقیقت مرحلهٔ دوم تخمیر با تولید گیرندهٔ دی‌نوکلئوتیدی NAD^+ سبب می‌شود که قندکافت تنفس بعدی انجام شود و دوباره با ATPسازی، انرژی در اختیار یاخته قرار گیرد.

نکته

در تخمیر الکلی، پس از قندکافت، ابتدا پیرووات‌ها با از دست دادن CO_2 به اتانال دوکربنی تبدیل می‌شوند و سپس اتانال با گرفتن الکترون‌های $NADH$ و دوباره‌سازی NAD^+ به اتانول یا الکل اتیلیک تبدیل می‌شود.

۷۸۱ (A) ۴ در تخمیر الکلی، پذیرنده نهایی الکترون، ماده آلی دوکربنی اتانال می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۴)) ولی در واکنش‌های هوازی و تخمیر لاکتیکی، به ترتیب O_2 (*محصول فتوسنتز*) و پیرووات (*محصول نهایی قندکافت*) آخرین پذیرنده الکترون می‌باشند. در واکنش تبدیل پیرووات به استیل، NAD^+ (*نوعی گیرندهٔ الکترونی دی‌نوکلئوتیدی*)، با الکترون‌گیری به $NADH, H^+$ تبدیل می‌شود.

۷۸۲ (A) ۴ درون یاختهٔ ماهیچه‌ای، زمانی که اکسایش پیرووات در تنفس هوازی صورت نگیرد، پیرووات‌های حاصل از قندکافت با الکترون‌گیری از $NADH$، به سمت تخمیر لاکتیکی می‌روند. در این حالت دیگر تنفس هوازی انجام نمی‌شود و میزان CO_2 کاهش یافته ولی مقداری لاکتیک‌اسید در ماهیچه جمع می‌شود.

نکته

در یاختهٔ ماهیچه‌ای، در صورت تنفس هوازی یا بی‌هوازی بالاخره $NADH$ها و پیرووات‌های حاصل از قندکافت، به مصرف یاخته می‌رسند و تغییری در مقدار آن‌ها به نسبت قبل در یاخته ایجاد **نمی‌شود**.

۷۸۳ (C) ۲ در فعالیت ماهیچهٔ اسکلتی (*دویدن*)، اگر تنفس هوازی صورت بگیرد، تولید CO_2، $FADH_2$ و مصرف اکسیژن بالا می‌رود و سپس مقدار CO_2، بی‌کربنات، H^+ و فعالیت کربنیک‌انیدراز در خون بالا می‌رود ولی در اثر تنفس بی‌هوازی، مقدار لاکتیک‌اسید زیاد شده و CO_2 خون و فعالیت کربنیک‌انیدراز کم می‌شود. (*در مورد رد گزینهٔ (۴) دقت کنید که با افزایش مصرف O_2، واکنش چرخهٔ کربس سریع‌تر می‌شود.*)

نکته مهم

دقت کنید که در این تست، تنظیم تنفس مد نظر نبوده است که مثلاً زیادی CO_2 در تنفس هوازی، یاخته را به سمت مهار واکنش‌های هوازی ببرد. بلکه منظور این سؤال، اثر افزایش عبارت اول در کاهش عبارت بعدی بوده است.

۷۸۴ (B) ۲ چون در صورت سؤال از **اکسایش پیرووات** حرف زده پس نوع تنفس، **هوازی** است که اکسایش پیرووات در راکیزه رخ می‌دهد و محصولات آن هم مشخص است که استیل CoA، CO_2 و $NADH$ می‌باشند. (*در تنفس بی‌هوازی که ماهیچه‌های اسکلتی در ورزش شدید انجام می‌دهند، پیرووات کاهش می‌یابد.*)

۷۸۵ (A) ۴ تولید $FADH_2$ فقط مخصوص واکنش‌های محتاج O_2 یا هوازی بوده ولی NAD^+ در تنفس هوازی و بی‌هوازی ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید یا دوباره‌سازی کوآنزیم A طی چرخهٔ کربس یا تنفس هوازی (*محتاج O_2*) صورت می‌گیرد ولی مادهٔ دوکربنی در تنفس یاخته‌ای مخصوص تخمیر الکلی است که بی‌نیاز از O_2 می‌باشد (*البته در تنفس هوازی نیز مادهٔ دوکربنی استیل ایجاد می‌شود*). / گزینهٔ (۲): ATP اکسایشی فقط در تنفس هوازی ولی ATP پیش‌ماده‌ای در قندکافت بی‌هوازی و چرخهٔ کربس هوازی نیز رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): اکسایش پیرووات فقط در تنفس هوازی و وابسته به O_2 انجام می‌شود ولی تولید $NADH$ در بخش قندکافت و هوازی رخ می‌دهد.

۷۸۶ (A) ۱ هدف از انجام مرحلهٔ دوم فرایند تخمیر، بازسازی NAD^+ (نه $NADH$) برای شروع واکنش‌های قندکافت بعدی و تولید ATP می‌باشد. اگر NAD^+ بازسازی نشود، قندکافت (*نه زنجیرهٔ انتقال الکترون*) و تولید ATP نیز متوقف می‌شوند (*باید بدانید که اکثر تولید شده در این فرایند ارتباطی با تأمین انرژی یاخته ندارد*).

۷۸۷ (B) ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند. در هر دو نوع تنفس هوازی و بی‌هوازی ATP تولید می‌شود (*فقط در تنفس نوری ATP تولید نمی‌شود* (فصل ۶)). هر یاخته‌ای که تنفس یاخته‌ای دارد، لزوماً راکیزه ندارد (*مثل باکتری‌ها و ...*) و اکسیژن هم مصرف نمی‌کند (*مثل یاخته‌های بی‌هوازی*) مورد (د) نیز فقط در جانداران تولیدکننده‌ای مثل گیاهان، جلبک‌ها و برخی باکتری‌ها دیده می‌شود (*البته برخی یاخته‌های انسان مثل کبدی‌ها نیز می‌توانند به تولید اوره از مواد معدنی بپردازند*).

B ۷۸۸ ـ **۲** موارد (ب) و (د) نادرست هستند. دقت کنید که تارهای ماهیچهٔ دلتایی می‌توانند تنفس هوازی یا بی‌هوازی (در O_2 کم) داشته باشند ولی سؤال در مورد غلاف پیوندی دور آن است که فقط تنفس هوازی دارد. در این صورت مورد (الف) صحیح است چون محل تولید NAD^+ یاختهٔ پیوندی فقط در تنفس هوازی و راکیزه می‌باشد که در این **محل** $FADH_2$ نیز تولید می‌شود. موارد (ب) و (د) نادرست هستند، **چون در یاختهٔ پیوندی عمل** تخمیر صورت نمی‌گیرد و لاکتیک اسید یا الکترون‌گیری پیرووات‌ها انجام نمی‌شود. تولید CO_2 در یاخته پیوندی فقط طی تنفس هوازی و درون راکیزه رخ می‌دهد که در این محل استیل CoA نیز تولید می‌شود (درستی ج).

B ۷۸۹ ـ **۳** مادهٔ مشترک حاصل از هر نوع تخمیر، NAD^+ می‌باشد که دوباره در قندکافت، الکترون‌گیری می‌کند ولی گزینهٔ (۱) فقط در مورد **مصرف** NAD^+ در چرخهٔ کربس صحیح می‌باشد. گزینهٔ (۲) در مورد الکل یا لاکتات حاصل از تنفس بی‌هوازی یاخته‌های گیاهی می‌باشد که سبب مرگ آن‌ها می‌شود. گزینهٔ (۴) در مورد ایجاد لاکتیک‌اسید برای فاسد کردن شیر است.

B ۷۹۰ ـ **۲** در تمام باکتری‌ها (به‌عنوان کوچک‌ترین جانداران) و نیز یاخته‌های ماهیچهٔ مخطط، واکنش‌های قندکافت، به عنوان اولین مرحلهٔ تجزیهٔ گلوکز روی می‌دهند که طی آن، دو مولکول ATP به‌طور خالص و دو مولکول $NADH$ ایجاد می‌شوند. (مصرف NAD^+ و ADP رخ می‌دهد.)

تخمیر **الکلی** در یاخته ماهیچه‌ای وجود **ندارد**(نادرستی گزینهٔ (۱))، در فتوسنتز گلوکز یا ماده آلی **تولید** می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۳))، یاخته ماهیچه‌ای در تخمیر لاکتیکی خود، قدرت تولید CO_2 را ندارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

A ۷۹۱ ـ **۴** بازوفیل‌ها دارای تنفس هوازی می‌باشند که در مرحلهٔ اول آن (قندکافت)، با تولید ATP بدون نیاز به O_2، $NADH$ و دو نوع مادهٔ سه‌کربنی یک و دوفسفاته ایجاد می‌شود. در مرحلهٔ دوم که تنفس هوازی می‌باشد، دوباره‌سازی و تولید $NADH$، NAD^+، FAD و $FADH_2$ رخ می‌دهد، در این مرحله هم ATP اکسایشی و هم ATP پیش‌ماده‌ای ایجاد می‌شود.

A ۷۹۲ ـ **۱** یاخته‌های راکیزه‌دار یوکاریوتی، معمولاً تنفس هوازی انجام می‌دهند، ولی برخی مانند مخمرها یا یاخته ماهیچه اسکلتی انسان، قادرند در صورت کمبود O_2 محیط به تخمیر بی‌هوازی بپردازند. در هر دو نوع تنفس هوازی و بی‌هوازی تولید ATP و دوباره‌سازی NAD^+ رخ می‌دهد.

A ۷۹۳ ـ **۴** تخمیر و تنفس هوازی، هر دو، واکنش‌هایی برای مصرف پیرووات می‌باشند. در تنفس هوازی، پیرووات‌ها اکسایش می‌یابند ولی در نوع بی‌هوازی (تخمیر) لاکتیکی، پیرووات‌ها الکترون می‌گیرند و کاهیده می‌شوند و یا در نوع تخمیر الکلی تجزیه می‌شود و از آن CO_2 و اتانال ایجاد می‌شود (درستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی رد گزینهٔ (۱): هر دو فرایند تخمیر و زنجیرهٔ انتقال الکترون تنفس هوازی، NAD^+ را دوباره‌سازی می‌کنند. / رد گزینهٔ (۲): تخمیر لاکتیکی، CO_2 تولید نمی‌کند ولی تخمیر الکلی و تنفس هوازی قدرت تولید CO_2 دارند که ۲۳٪ این مولکول در خون با اتصال به هموگلوبین منتقل می‌شود. / رد گزینهٔ (۳): در تخمیر، معمولاً ماده آلی و در تنفس هوازی، O_2 معدنی، گیرندهٔ نهایی الکترون و پروتون می‌باشد.

B ۷۹۴ ـ **۳** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. تبدیل پیرووات به لاکتات طی تخمیر لاکتیکی، در سیتوپلاسم یاخته ماهیچه‌ای انسان و همچنین در برخی باکتری‌ها مثل تولیدکننده‌های خیارشور یا مواد لبنی مثل تولید ماست انجام می‌شود که این یاخته‌ها در قندکافت همراه با $NADH$، تولید H^+ (پروتون) نیز می‌کنند (درستی ب).

◀ موارد (الف) و (د) دربارهٔ یاخته ماهیچه‌ای که حاوی راکیزه است و باکتری‌ها که فاقد پروتئین انقباضی اکتین و میوزین می‌باشند، رد می‌شوند و مورد (ج) نیز دربارهٔ مرحلهٔ قندکافت و تولید ATP در غیاب اکسیژن، در مورد هر یاخته زنده‌ای رد می‌شود.

C ۷۹۵ ـ **۱** همهٔ موارد دربارهٔ **بافت ماهیچه‌ای انسان** که تخمیر بی‌هوازی نیز دارد صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) در تخمیر لاکتیکی ماهیچه‌های اسکلتی، تولید $2ATP$ بدون تولید CO_2 از تجزیهٔ گلوکز حاصل می‌شود. / ب) تولید و مصرف NAD^+ در مرحلهٔ تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد. / ج) ماهیچه‌ها با تولید کراتین از کراتین فسفات به تأمین انرژی می‌پردازند و سپس کراتین را به مادهٔ زائد نیتروژن‌دار کراتینین تبدیل می‌کنند. / د) ماهیچه‌ها در ورزش شدید و نیاز زیاد خود به ATP به اکسایش و تجزیه اسیدهای چرب نیز می‌پردازند که اسیدهای چرب در ساختار فسفولیپیدهای غشا قرار گرفته‌اند. (فسفولیپیدها بیشتر مولکول‌های غشایی هستند.)

B ۷۹۶ ـ **۱** فقط مورد (ب) مدنظر است. پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون، مسئول اکسایش $NADH$ و دوباره‌سازی NAD^+ می‌باشد. NAD^+ در سه نوع واکنش زیر می‌تواند دوباره‌سازی شود:

۱) تولید لاکتات از پیرووات در تخمیر لاکتیکی (الکترون‌گیری پیرووات در تار ماهیچه اسکلتی) (رد الف و د).

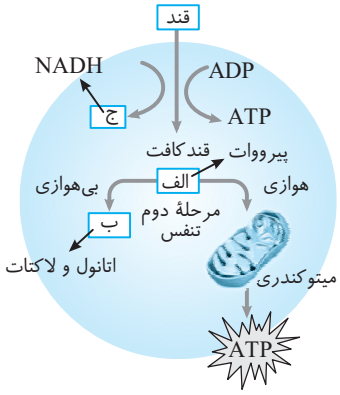
۲) تولید اتانول از اتانال در تخمیر الکلی (رد ج).

۳) واکنش اکسایش $NADH$ در پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون.

نکته

در چرخهٔ کربس NAD^+ به $NADH, H^+$ تبدیل می‌شود (نه برعکس).

A ۷۹۷ ـ **۳** در یاخته ماهیچه‌ای، پس از انجام قندکافت و تولید پیرووات (الف) اگر O_2 کافی باشد، تنفس هوازی در مسیر اکسایش پیرووات در سمت راست صورت می‌گیرد و در صورت کمبود O_2، پیرووات به سمت کاهیده شدن در مسیر سمت چپ به علت اینکه ماهیچه اسکلتی است، برای تخمیر لاکتیکی و تولید لاکتات (ب) می‌رود. (ج) نیز $NADH$ حاصل از مرحلهٔ قندکافت می‌باشد.



B ۷۹۸ ـ **۳** منظور سؤال تخمیر الکلی و لاکتیکی می‌باشد که در هر دو مورد، هم‌زمان با دوباره‌سازی NAD^+، در نهایت واکنش به تولید محصول نهایی اتانول یا لاکتیک اسید می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تخمیر لاکتیکی CO_2 تولید نمی‌کند. / گزینهٔ (۲): مصرف ATP، در اولین قسمت گلیکولیز هم‌زمان با تولید فروکتوز دوفسفاته می‌باشد. / گزینهٔ (۴): در تخمیر الکلی، **مصرف** $NADH$ همراه با تولید اتانول دوکربنی است.

B ۷۹۹ ۲ زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای داخلی راکیزه صورت می‌گیرد که از $NADH$ ها و $FADH_2$ های مراحل قبلی، تعدادی ATP ایجاد می‌کند. این زنجیره دوباره‌سازی NAD^+ ها را در پمپ اول و FADها را در پروتئین بین پمپ اول و دوم انجام می‌دهد، ولی تخمیر فقط دوباره‌سازی NAD^+ می‌کند (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۴)). این زنجیره ATP در سطح پیش‌ماده ایجاد نمی‌کند و به تولید ATP **اکسایشی** می‌پردازد (نادرستی گزینهٔ (۱)).

نکته

الکترون‌گیری پیرووات‌ها مخصوص عمل تخمیر لاکتیکی می‌باشد و در تنفس هوازی رخ نمی‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

B ۸۰۰ ۴ در نتیجهٔ عمل زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای چین‌خورده راکیزه با افزوده شدن گروه فسفات به ADP ، ATP تولید می‌شود. ATP مولکول آلی پرانرژی است که انرژی را به‌طور موقت در خود ذخیره می‌کند. البته تولید ATP در خود زنجیره صورت نمی‌گیرد بلکه در کانال ATPساز و در واکنش‌های مربوط با زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): یون‌های هیدروژن برخلاف شیب غلظت از گروهی از پروتئین‌های غشایی زنجیرهٔ انتقال الکترون به نام پمپ‌ها، به سمت **فضای بین دو غشای راکیزه** می‌روند. / گزینهٔ (۲): این گزینه مربوط به تخمیر الکلی مخمر نان می‌باشد نه زنجیرهٔ انتقال الکترون که معرف تنفس هوازی می‌باشد. / گزینهٔ (۳): الکترون‌های کم‌انرژی عبور کرده از پمپ‌ها، ابتدا به مولکول O_2 می‌رسند و سپس یون O^{2-} با $2H^+$ ترکیب شده و آب می‌سازد.

B ۸۰۱ ۱ فقط مورد (د) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. یون اکسید، رادیکال آزاد نیست، چون الکترون جفت نشده ندارد. / ب) نادرست است. کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها، مانع اثر رادیکال‌های آزاد روی مولکول‌های زیستی می‌شوند. / ج) نادرست است. نکروز کبدی در اثر الکل نوعی بافت‌مردگی با مرگ تصادفی است (*نه برنامه‌ریزی شده*). / د) درست است. سیانید و کربن مونواکسید از انتقال الکترون به O_2 ممانعت می‌کنند، در این صورت احتمال ایجاد رادیکال آزاد از اکسیژن‌ها زیاد می‌شود.

درسنامه درختی ۸۳ پاداکسنده‌ها

سلامت بدن (پاداکسنده‌ها)

رادیکال‌های آزاد

نکات

- رادیکال‌های آزاد به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند.
- می‌توانند در واکنش با مولکول‌های تشکیل دهندهٔ بافت‌های بدن، به آن‌ها آسیب برسانند.
- در فرایند تنفس هوازی امکان تولید رادیکال آزاد از اکسیژن وجود دارد.
- اتم اکسیژن برخلاف مولکول اکسیژن به عنوان یک رادیکال آزاد بوده و می‌تواند به مولکول‌های زیستی آسیب برساند.
- در گاهی موارد، درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند و به صورت رادیکال آزاد درمی‌آیند.
- راکیزه‌ها برای مقابله با اثر سمی رادیکال آزاد به ترکیبات پاداکسنده وابسته‌اند.
- میوه‌ها و سبزیجات دارای پاداکسنده‌هایی مانند کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها هستند.
- کاروتنوئیدهای درون پلاست‌ها می‌توانند در راکیزه وارد شوند و مانع عمل رادیکال‌های آزاد شوند.
- پاداکسنده‌ها در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آن‌ها بر مولکول‌های زیستی و در نتیجه مانع تخریب بافت‌های بدن می‌شوند.
- واکنش تشکیل آب دو مرحله دارد
  - مرحلهٔ اول ← ترکیب O_2 با الکترون‌ها و ایجاد یون اکسید منفی (O^{2-}) ← یون اکسید رادیکال آزاد نمی‌باشد.
  - مرحلهٔ دوم ← ترکیب یون O^{2-} (*اکسید*) با پروتون و تشکیل آب

B ۸۰۲ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است.

تله‌های تستی الف) به دلیل وجود قید «**همواره**» نادرست است.

نکته

در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، یون‌های اکسید (O^{2-}) با یون‌های هیدروژن ترکیب می‌شوند و آب تولید می‌کنند **اما گاه پیش می‌آید** که **درصدی از اکسیژن‌ها** وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند و به صورت رادیکال‌های آزاد درمی‌آیند که از عوامل ایجاد سرطان هستند.

ب) **درست** است. راکیزه‌ها برای مقابله با اثر **سمی** رادیکال‌های آزاد به ترکیبات پاداکسنده وابسته‌اند. / ج) نادرست است. وجود الکل مانع از عمل راکیزه‌ها در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد می‌شود. همچنین الکل سرعت تولید رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد و در نهایت سبب نکروز (*بافت‌مردگی*) بافتی در کبد می‌شود (*ترکیب شدن با رادیکال‌های آزاد، از ویژگی‌های الکل نمی‌باشد*). / د) نادرست است. نقص‌های ژنی با تولید پروتئین‌های معیوب در زنجیرهٔ انتقال الکترون، سبب عملکرد نامناسب راکیزه در مبارزه با رادیکال‌های آزاد می‌شوند و یا قدرت ایجاد یون اکسید را کاهش می‌دهند (*لازم به یادآوری است که یون اکسید، رادیکال آزاد نمی‌باشد*).

برو درسنامه درختی ۸۴ بخون

C ۸۰۳ ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از **اکسیژن** را بالا می‌برد نه هر نوع رادیکال آزاد!! / ب) الکل سبب می‌شود که **راکیزه** نتواند رادیکال‌های آزاد اکسیژن را خنثی کند (*نه واکوئول!!*). / ج) در اثر الکل، رادیکال‌های آزاد به DNA راکیزه حمله می‌کنند (*نه رناتن آن!*). / د) نکروز یک آسیب بافتی یا همان بافت‌مردگی است که در اثر مرگ یاخته‌ای ایجاد می‌شود (*نه برعکس*).

درسنامه درختی ۸۴ رادیکال‌های آزاد

رادیکال‌های آزاد

- وقتی به وجود می‌آید که سرعت تشکیل رادیکال آزاد از سرعت مبارزه با آن‌ها بیشتر باشد
  - یا در اثر کمبود مواد پاداکسنده بوده است.
  - یا عواملی از رسیدن الکترون‌ها به اکسیژن جلوگیری کرده‌اند (*مثلاً سیانید*).
- ابتدا سبب تخریب راکیزه و سپس تخریب یاخته می‌شود.

تجمع رادیکال‌های آزاد

ژن‌ها

۱ اثر الکل

- سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد.
- مانع عملکرد راکیزه در جهت کاهش رادیکال آزاد می‌شود.
- تجمع رادیکال آزاد ← حمله به DNA حلقوی راکیزه ← تخریب راکیزه ← مرگ یاخته‌های کبدی ← بافت‌مردگی (*نکروز*) (*مرگ تصادفی*) ← اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن
- اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.

۲ نقص ژنی

- گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می‌انجامد ← مانع انتقال الکترون کافی به O_2 می‌شود.
- راکیزه با این پروتئین‌های معیوب در مبارزه با رادیکال‌های آزاد عملکرد مناسبی ندارد ← احتمال تخریب دنای راکیزه بالا می‌رود.
- این نقص ژنی می‌تواند مربوط به ژن‌های درون هسته یا خود راکیزه باشد.

توقف انتقال الکترون

- مواد سمی فراوانی وجود دارند که یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی را مهار می‌کنند ← سبب توقف تنفس یاخته‌ای ← مرگ

سیانید

- سبب توقف واکنش **نهایی** مربوط به انتقال الکترون به O_2 می‌شود
  - احتمال تولید یون اکسید (O^{2-}) را در راکیزه کم می‌کند ← تولید آب نیز کم می‌شود.
  - احتمال ایجاد رادیکال آزاد از اکسیژن زیاد می‌شود.
  - چون مراحل انتهایی زنجیره را دچار اختلال می‌کند، روی تولید NAD^+ و FAD اثر مستقیم ندارد.

کربن مونواکسید

- اتصال پایدار به هموگلوبین در محل اتصال اکسیژن دارد ← مانع اتصال اکسیژن به هموگلوبین می‌شود ← اختلال در تنفس یاخته‌ای ← مقدار تنفس هوازی و تولید ATP در یاخته کم می‌شود.
- همانند سیانید سبب توقف واکنش‌های مربوط به انتقال الکترون به اکسیژن می‌شود
  - احتمال ایجاد یون اکسید و آب را کم کرده
  - احتمال تولید رادیکال آزاد اکسیژن را زیاد می‌کند.

- دود خارج شده از خودروها و سیگار از منابع دیگر تولید کربن مونواکسید هستند.

C ۸۰۴ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. نقص ژنی در یاخته‌ها که سبب تولید پروتئین‌های معیوب در زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شود، سبب می‌شود که راکیزه نتواند در مبارزه با رادیکال‌های آزاد، عملکرد مناسبی داشته باشد. (*ژنوم هسته و راکیزه در ساخت عوامل مورد نیاز تنفس یاخته‌ای مؤثرند.*) / ب) نادرست است. مواد سمی فراوان با مهار یک یا تعدادی واکنش‌های تنفس **هوازی**، سبب توقف تنفس و مرگ یاخته‌ای می‌شود. / ج) نادرست است. سیانیدها، واکنش **نهایی** مربوط به انتقال الکترون‌ها از پمپ سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون به اکسیژن را مهار می‌کنند و با مهار تولید O^{--}، سبب توقف واکنش‌های ATPسازی و تولید آب می‌شوند یعنی مانع تولید O^{2-} می‌شوند (*از طرفی شُش تولید رادیکال آزاد اکسیژن را زیاد می‌کند.*) / د) نادرست است. کربن مونواکسید با اتصال به جایگاه اکسیژن در مولکول هم (*متن از هموگلوبین*)، سبب کاهش اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها شده و احتمال ایجاد O^{--} را کم می‌کند. از طرفی این ماده سبب مهار فعالیت پمپ سوم در الکترون‌رسانی صحیح به O_2 شده و تولید O^{--} را کاهش می‌دهد.

B ۸۰۵ سیانیدها و مونواکسید کربن می‌توانند مانع انتقال الکترون به مولکول O_2 در زنجیرهٔ انتقال الکترون شوند و **تولید** یون اکسید O^{2-} و تولید H_2O را در این واکنش‌ها متوقف کنند. (*باز هم دقت کنید که در سؤال گفته در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون چه واکنشی متوقف می‌شود. تولید ATP در کانال پروتونی جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.*)

B ۸۰۶ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند (*میوگلوبین برخلاف هموگلوبین قدرت اتصال به CO_2 و کربن مونواکسید ندارد*) (نادرستی ب)).

اثر کربن مونواکسید بر تنفس هوازی

- **اثر بر هموگلوبین**
  - در جایگاه اتصال اکسیژن در گروه‌های هم اتصال پایداری ایجاد می‌کند (درستی الف).
  - ظرفیت حمل O_2 را در خون کاهش می‌دهد.
  - میزان تنفس هوازی و تولید CO_2 را کاهش می‌دهد (نادرستی د).
  - فعالیت کربنیک‌انیدراز را با کاهش تولید CO_2، کم می‌کند.
  - سبب اختلال در تنفس یاخته‌ای می‌شود و حتی سبب مرگ می‌شود (*آگاهی گرهنگی*).
- **اثر بر زنجیرهٔ انتقال الکترون**
  - سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون کم‌انرژی به اکسیژن می‌شود.
  - مانع کامل شدن زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شود (درستی ج).

B ۸۰۷ ۳ منظور سؤال موادی مثل الکل و عواملی مثل نقص ژنی می‌باشد که همگی احتمال ایجاد رادیکال آزاد و تخریب مولکول‌های زیستی را زیاد می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): فقط نقص ژنی سبب ایجاد پروتئین معیوب می‌شود. / گزینهٔ (۲): الکل سرعت تشکیل رادیکال آزاد را فقط از اکسیژن (*نه انواعی*) زیاد می‌کند. / گزینهٔ (۴): این عوامل اشکال در تولید پیرووات ایجاد نمی‌کنند.

C ۸۰۸ ۱ موارد (الف) و (هـ) صحیح می‌باشند.

در بدن انسان یاخته‌های بافت **ماهیچه‌ای و کبدی** قدرت ذخیرهٔ گلیکوژن دارند که این پلی‌ساکارید را از سنتز آبدهی گلوکز تولید و ذخیره می‌کنند.

تله‌های تستی الف) درست است. یاخته‌های ماهیچه‌ای و کبدی، در تنفس هوازی، گلوکز را به CO_2 و آب و مقدار زیادی ATP تبدیل می‌کنند (*توجه داشته باشید که هیچ یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی نیست که قادر به انجام تنفس هوازی نباشد*). / ب) نادرست است. افزایش لاکتات و تخمیر لاکتیکی در کبد برخلاف ماهیچه اسکلتی رخ نمی‌دهد. / ج) نادرست است. نکروز یا بافت‌مردگی در اثر مصرف شدید الکل، در کبد رخ می‌دهد. / د) نادرست است. فقط کبد علاوه بر تولید پروتئین و گلیکوژن، به ذخیرهٔ آهن و برخی ویتامین‌ها می‌پردازد (*ریست دهم فصل ۲*) (*دقت کنید که آهن در میوگلوبین وجود دارد ولی برای فعالیت‌های دیگر بدن، آزاد نمی‌شود*). / هـ) درست است. همهٔ بافت‌های بدن برای هورمون‌های تیروئیدی در سوخت‌وساز بدن و هورمون انسولین برای نفوذپذیری به گلوکز، گیرنده ویژه دارند (*ریست پانزدهم فصل ۴ هورمون‌ها*).

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۸۰۹ ۳ این سؤال با فصل چهارم از کتاب زیست دهم ترکیب شده است که منظور CO_2 است که سبب گشاد شدن سرخرگ کوچک می‌شود.

در بین گزینه‌های این سؤال، گزینهٔ (۳) نقشی مستقیم در تولید CO_2 ندارد چون در مرحلهٔ اول و آخر چرخهٔ کربس CO_2 تولید نمی‌شود.

در مرحلهٔ اول، از استیل کوآنزیم A و ترکیب چهار کربنه، یک ترکیب شش‌کربنه به دست می‌آید و در مرحلهٔ آخر، ترکیب چهارکربنه آغازکنندهٔ چرخه، از یک ترکیب چهارکربنه دیگر بازسازی می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در اکسایش پیرووات توسط آنزیم‌های راکیزه‌ای، با آزاد شدن CO_2، بنیان استیل ایجاد می‌شود و سپس با اتصال به کوآنزیم A، استیل کوآنزیم A ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ دوم و سوم چرخهٔ کربس، CO_2 تولید می‌شود. / گزینهٔ (۴): در اولین واکنش مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی در تبدیل پیرووات به اتانال، CO_2 تولید می‌شود.

انواع تخمیر و مراحل آن‌ها

ایستگاه ۴۳

نوع تخمیر	تخمیر الکلی	تخمیر لاکتیکی
مرحلهٔ اول	قندکافت	قندکافت
محل مرحلهٔ اول	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
محصولات مرحلهٔ اول	۲ پیرووات - $2ATP$ - $2NADH, H^+$	۲ پیرووات - $2ATP$ - $2NADH, H^+$
مرحلهٔ دوم	بی‌هوازی الکلی	بی‌هوازی لاکتیکی
محل مرحلهٔ دوم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
ماده الکترون گیرنده	اتانال (C_2)	پیرووات
محصولات و واکنش‌های مرحلهٔ دوم	پیرووات (C_3) ← اتانال (C_2) + CO_2؛ اتانال (C_2) ← اتانول (C_2) با $NADH, H^+$ و NAD^+	پیرووات (C_3) ← لاکتات (C_3) با $NADH, H^+$ و NAD^+
مورد استفاده	ورآمدن خمیر نان در عمل قارچ مخمر نان	۱) باکتری فاسدکننده شیر ۲) تولید خیارشور و محصولات لبنی ۳) فعالیت شدید در ماهیچه‌های اسکلتی ۴) تنفس گویچهٔ قرمز خونی بالغ

C ۸۱۰ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

- از اکسایش پیرووات تا ایجاد استیل کوآنزیم A موادی مثل CO_2 و $NADH$ به دست می‌آیند. $NADH$ علاوه بر راکیزه در واکنش‌های قندکافت سیتوپلاسم نیز همراه پیرووات ایجاد می‌شود (نادرستی الف).
- در مرحلهٔ اول تخمیر الکلی یا همان قندکافت، $NADH$ تولید می‌شود ولی در مرحلهٔ دوم آن برای تولید اتانال از پیرووات، مولکول CO_2 تولید می‌شود (CO_2 در *اک‌یژن پیرووات نیز تولید می‌شود*) (نادرستی ب).
- در مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی، فقط پیرووات کاهش می‌یابد تا به لاکتات یا همان بنیان لاکتیک‌اسید تبدیل شود. طی این تبدیل $NADH$ اکسایش یافته و به NAD^+ تبدیل می‌شود (درستی ج).
- CO_2 یک پیش‌ماده برای آنزیم کربنیک‌انیدراز گویچه‌های قرمز می‌باشد. حتماً به یاد دارید که هماتوکریت درصد حجمی یاخته‌های خونی می‌باشد (نادرستی د).

B ۸۱۱ ـ ۲ تنفس مشترک بین تار ماهیچه‌ای و عصبی، همان تنفس **هوازی** است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. الکترون‌گیری پیروووات مربوط به تخمیر لاکتیکی است که ویژهٔ ماهیچهٔ اسکلتی و گویچهٔ قرمز است. / گزینهٔ (۲): درست است. در قندکافت، برای ایجاد اولین $NADH$، قند سه‌کربنی یک‌فسفاته اکسایش شده و به اسید سه‌کربنی دوفسفاته تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. مصرف FAD در چرخهٔ کربس، در بسترهٔ راکیزه رخ می‌دهد ولی بازسازی آن توسط زنجیرهٔ انتقال الکترون رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. اولین تولید ATP، در مرحلهٔ آخر قندکافت است که طی آن **اسید** سه‌کربنی دوفسفاته به پیروووات تبدیل می‌شود.

B ۸۱۲ ـ ۲ موارد (ج) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند. مرحلهٔ اول تخمیر، قندکافت است ولی مرحلهٔ دوم برحسب نوع تخمیر الکلی یا لاکتیکی متفاوت است.

تله‌های تستی الف) درست است. در تخمیر الکلی، گیرندهٔ الکترون مرحلهٔ دوم، اتانال دوکربنی می‌باشد. / ب) درست است. طی مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی، مادهٔ معدنی CO_2 یا مادهٔ آلی اتانول و یک گیرندهٔ آلی NAD^+ ایجاد می‌شود. / ج) نادرست است. در تخمیر الکلی، لاکتات تولید نمی‌شود. / د) نادرست است. مخمر نان تخمیر الکلی دارد که در مرحلهٔ دوم آن، CO_2 ایجاد می‌شود.

C ۸۱۳ ـ ۳ هر تار ماهیچه‌ای فقط برای به انقباض درآمدن به پیام عصبی نیاز دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. قسمت اول در مورد تارهای تند (*سفید*) و قسمت دوم در مورد تارهای قرمز (*کند*) است ولی میتوکندری کم فقط در تارهای تند وجود دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هر دو قسمت در مورد تارهای تند (*سفید*) می‌باشد و قید «برخلاف» در مورد آن‌ها بی‌معنی است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. حرکات استقامتی برای فعالیت تارهای کند است ولی در این عبارت برای تارهای تند در نظر گرفته است.

C ۸۱۴ ـ ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. فقط در تخمیر الکلی CO_2 تولید می‌شود که CO_2 نیز قادر به اتصال به هموگلوبین می‌باشد. / ب) نادرست است. فقط در تخمیر لاکتیکی پیروووات ماده الکترون گیرنده از $NADH$ می‌باشد. / ج) درست است. هر نوع تخمیری، بی‌نیاز از راکیزه، زنجیرهٔ انتقال الکترون و اکسایش پیروووات می‌باشد. / د) درست است. در هر نوع تخمیر، از تجزیهٔ هر گلوکز، فقط دو تا ATP در مرحلهٔ قندکافت، بازدهی می‌شود که نسبت به واکنش تبدیل پیروووات به استیل که ATP تولید نمی‌شود، بازده انرژی بیشتری دارند.

B ۸۱۵ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. مخمر نان **قارچی** است که علاوه بر تخمیر الکلی بی‌هوازی، تنفس **هوازی** نیز دارد. دقت کنید که سؤال در مورد تنفس هوازی است، که در تنفس هوازی، O_2 گیرندهٔ نهایی الکترون و پروتون است (*پس سؤال در مورد O_2 می‌باشد*).

تله‌های تستی الف) نادرست است. الکل و رادیکال آزاد سبب نکروز بافتی می‌شوند. / ب) نادرست است. زیاد بودن O_2، سبب تنفس هوازی می‌شود نه تخمیر لاکتیکی. / ج) نادرست است. زیادی CO_2 از کمبود O_2 خطرناک‌تر است. / د) درست است. کرم خاکی تنفس پوستی و مویرگ دارد.

B ۸۱۶ ـ ۴ فرایند تولید خیارشور، ترش شدن شیر، ورزش شدید در ماهیچه و تولید محصولات لبنی نیازمند تخمیر لاکتیکی بوده ولی فرایند مورد نیاز برای ورآمدن خمیر نان در تخمیر الکلی رخ می‌دهد.

◀ در تخمیر لاکتیکی برخلاف نوع الکلی آن CO_2 تولید نمی‌شود (درستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تبدیل ترکیب C_3 به C_2 در تخمیر الکلی در هنگام تبدیل پیروووات به اتانال صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): هر دو فرایند تولید خیارشور و ترش شدن شیر در تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهند و قید **برخلاف** نادرست است. / گزینهٔ (۳): در **ابتدای** ورزش، تنفس **هوازی** برای تجزیه کامل گلوکز وجود دارد و دقت کنید که در هر نوع تنفس یاخته‌ای دوباره‌سازی گیرنده‌های الکترونی صورت می‌گیرد.

B ۸۱۷ ـ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. در ماهیچه‌ها، به هر یاخته آن‌ها تار ماهیچه‌ای می‌گویند و به واحدهای درون هر تار نیز تارچه گفته می‌شود. تارچه محل قرارگیری پروتئین‌های انقباضی اکتین و میوزین می‌باشد ولی در خارج آن در سیتوپلاسم، راکیزه و سایر اندامک‌ها وجود دارند. به‌طور کلی واکنش‌های تنفسی در تارچه ماهیچه‌ای صورت نمی‌گیرد ولی بخش درونی تار ماهیچه‌ای حاوی مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و اندامک‌هاست که در راکیزه، چرخهٔ کربس برای اکسایش استیل صورت می‌گیرد (درستی ج).

تله‌های تستی الف) اکسایش پیروووات معنی تنفس هوازی می‌دهد که در راکیزه رخ می‌دهد تا استیل‌کوآنزیم A ساخته شود، ولی تولید لاکتات در تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد. / ب) واکنش‌های تنفسی در تارها رخ می‌دهد نه تارچه‌ها! / د) در تبدیل پیروووات به استیل‌کوآنزیم A، **اکسایش پیروووات** و تولید $NADH$ رخ می‌دهد.

نکته

پیروووات
- اکسایش یابد
  - NAD^+ را به $NADH$ تبدیل می‌کند.
  - محصول آن، استیل‌کوآنزیم A و CO_2 می‌باشد.
  - مربوط به تنفس هوازی است.
- کاهش یابد
  - $NADH$ را به NAD^+ تبدیل می‌کند.
  - محصول آن لاکتات یا لاکتیک‌اسید است.
  - مربوط به تخمیر (*تنفس بی‌هوازی*) است.

C ۸۱۸ ـ ۴ قسمت اول سؤال در مورد تخمیر الکلی و قسمت دوم در مورد تخمیر لاکتیکی است. مادهٔ نهایی تخمیر الکلی، اتانول دوکربنی و در تخمیر لاکتیکی، لاکتیک اسید سه‌کربنی است. در گزینهٔ (۴) مادهٔ اسیدی دوفسفاته قندکافت، سه‌کربنی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): NAD^+ با گرفتن الکترون، کاهش و $NADH$ با از دست دادن الکترون، اکسایش می‌یابد. این مطلب در مورد سایر مولکول‌ها نیز صدق می‌کند که با گرفتن الکترون کاهش و با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابند. در تخمیر الکلی، $NADH$ صرف کاهش اتانال (*دوکربنی*) ولی در تخمیر لاکتیکی صرف کاهش پیروووات (*سه‌کربنی*) می‌شود. / گزینهٔ (۲): در هر دو تخمیر، فرایند قندکافت انجام می‌شود. در قندکافت، تشکیل اسید دوفسفاته از قند دوفسفاته همراه با ایجاد $NADH$ از NAD^+ است، بنابراین برای تداوم قندکافت، وجود NAD^+ ضروری است و اگر نباشد، قندکافت متوقف می‌شود و در نتیجه تخمیر انجام نمی‌شود. پس تشکیل اسید دوفسفاته از قند فسفاته، وابسته به وجود NAD^+ است (*نه $NADH$*). / گزینهٔ (۳): در تخمیر لاکتیکی، CO_2 تولید نمی‌شود. هر چند که در تخمیر الکلی، اکسایش حامل الکترونی $NADH$ هم‌زمان با تولید اتانول از اتانال است، اما تولید CO_2 هم‌زمان با تولید اتانال از پیروووات است (*درواقع این عبارت برای تخمیرها نادرست است*).

۸۱۹ (C) ۱ در دو نوع تنفس یاخته‌ای می‌توان واکنش تبدیل مواد سه‌کربنی به دوکربنی مشاهده کرد. یکی در تنفس **هوازی** و در مرحلهٔ **اکسایش** پیرووات به استیل می‌باشد و دیگری در **تخمیر الکلی** است که پیرووات به اتانال تبدیل می‌شود. دقت کنید که در هیچ‌کدام از این دو نوع تنفس، پیرووات‌ها الکترون‌گیری نمی‌کنند (*کاهش نمی‌یابند*) ولی هر دو نوع تنفس (*برخلاف تخمیر لاکتیکی*) قدرت تولید CO_2 را دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): تولید CO_2 در تنفس هوازی و تخمیر الکلی رخ می‌دهد که در نوع هوازی، پیرووات‌ها و استیل‌ها اکسایش می‌یابند. / گزینهٔ (۳): قسمت اول سؤال در مورد تنفس هوازی می‌باشد که در باکتری‌های هوازی **بدون راکیزه** نیز رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): تولید CO_2 در مرحلهٔ آخر تنفسی، مربوط به تخمیر الکلی یا تنفس هوازی صورت می‌گیرد. در **مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی**، تولید CO_2 رخ نمی‌دهد ولی در مرحلهٔ قبل از آن که **قندکافت** می‌باشد، ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود.

۸۲۰ (B) ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. یادی کرده باشیم از جناب آقای گیاهی! منظور سؤال بافت پارانشیم هوادار می‌باشد که در هنگام زخم‌های بافتی قدرت تقسیم و ترمیم بافت را دارد. این بافت دیواره نخستین نازک غیرچوبی (نادرستی الف) دارد ولی برخلاف مریستم، قدرت تقسیم دائمی ندارد.

◀ دیوارهٔ نخستین ضخیم مخصوص کلانشیم می‌باشد و چوبی شدن دیوارهٔ پسین نیز مخصوص اسکلرانشیم و آوند چوبی می‌باشد (نادرستی ب و د).

۸۲۱ (B) ۴ آنزیم کربنیک‌انیدراز مسئول ترکیب CO_2 با آب می‌باشد. در تنفس هوازی، CO_2 زیادی تولید می‌شود و واکنش‌های کربنیک‌انیدراز را فعال‌تر می‌کند. همان‌طور که می‌دانید در تنفس هوازی، ATP اکسایشی در زنجیرهٔ انتقال الکترون ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): کاهش انجام واکنش کربنیک‌انیدراز، در پی کاهش تنفس هوازی و کاهش تولید CO_2 در واکنش‌های اکسایش پیرووات و استیل بوده است. / گزینهٔ (۲): کاهش فعالیت آنزیم کربنیک‌انیدراز، می‌تواند نشان دهندهٔ کمبود O_2 رسانی به بافت‌ها باشد. / گزینهٔ (۳): الکترون‌گیری پیرووات‌ها در تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد که در این تنفس، CO_2 تولید نمی‌شود و فعالیت آنزیم کربنیک‌انیدراز کاهش می‌یابد.

۸۲۲ (C) ۳ تبدیل پیرووات به ماده دوکربنی، یکی در تنفس هوازی همراه با تولید $NADH$ (*مصرف* NAD^+) بوده که استیل‌کوآنزیم A ایجاد می‌شود. ادامه این روند در تنفس هوازی به تولید مقدار زیادی ATP می‌انجامد. این ATP می‌تواند با فعال کردن پمپ سدیم پتاسیم سبب ورود پتاسیم و خروج سدیم از یاخته شود.

◀ دیگری تبدیل پیرووات به ماده دوکربنی در تخمیر **الکلی** نیز رخ می‌دهد که در ادامه این واکنش، NAD^+ تولید می‌شود ولی ATPای تولید نمی‌شود تا پمپ سدیم پتاسیم را فعال کند. از طرفی دقت کنید که تخمیر الکلی در تار ماهیچه‌ای صورت نمی‌گیرد.

نکته

همواره در یاخته‌های بدن و در هر حالتی، مقدار سدیم در بیرون یاخته و مقدار پتاسیم در داخل یاخته‌ها بیشتر می‌باشد.

۸۲۳ (C) ۲ یاخته نگهبان روزنه هوایی گیاهان، یک یاخته فتوسنتزکننده می‌باشد که در تست‌ها خیلی کاربرد دارد چون هم تنفس یاخته‌ای و هم فتوسنتز آن را می‌شود مورد سؤال قرار داد. در این سؤال منظور **مولکول** ATP می‌باشد که در مرحلهٔ اول قندکافت تجزیه شده و در مرحلهٔ آخر تولید می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): امکان دارد. در فصل ۶ به‌طور مفصل می‌خوانیم که ATP به همراه یک ناقل الکترونی $NADPH$، انرژی لازم برای ساخت قند را در فتوسنتز تأمین می‌کند. / گزینهٔ (۲): امکان ندارد. ATP توسط آنزیم‌های موجود در غشای **داخلی راکیزه** در کانال ATPساز تولید می‌شود نه در غشای خود یاخته!! / گزینهٔ (۳) و (۴): امکان دارد. تولید ATP در واکنش‌های قندکافت مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم که محل کاهش پیرووات در تخمیر است یا در راکیزه که محل اکسایش پیرووات است، صورت می‌گیرد.

۸۲۴ (C) ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. سؤال در مورد ویژگی **تخمیر** می‌باشد. چون در تنفس بی‌هوازی، راکیزه، FAD و واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون نقشی ندارند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. انتقال پیرووات با صرف انرژی از غشاهای راکیزه مربوط به تنفس هوازی می‌باشد. / ب) نادرست است. تولید ATP اکسایشی ویژه واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه می‌باشد. در تنفس بی‌هوازی، تولید ATP فقط به صورت پیش‌ماده‌ای و در قندکافت رخ می‌دهد. / ج) **درست** است. در مرحلهٔ اول هر تخمیری، واکنش‌های قندکافت رخ می‌دهد که بازده آن دو پیرووات و دو مولکول ATP به همراه ۲$NADH$ می‌باشد. / د) نادرست است. تولید CO_2 و سپس الکترون‌گیری ماده آلی اتانال از $NADH$، مخصوص تخمیر الکلی است و در هر تخمیری رخ نمی‌دهد.

۸۲۵ (C) ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست تکمیل می‌کنند.

نکته

اگر پیرووات **الکترون‌دهی** کند، یعنی وارد تنفس هوازی شده و می‌تواند CO_2، $FADH_2$، استیل CoA و چرخهٔ کربس را طی مسیر ایجاد کند (رد الف) ولی در اثر الکترون‌گیری، تخمیر لاکتیکی در یاخته، صورت گرفته و NAD^+ و لاکتیک‌اسید تولید شده است (رد ب و درستی د). طی تجزیه پیرووات در تخمیر الکلی، CO_2 و ماده آلی دوکربنه الکترون گیرنده ایجاد می‌شوند (رد ج) (*همواره تجزیهٔ پیرووات به معنی تنفس هوازی نیست و می‌تواند الکلی هم باشد*).

۸۲۶ (C) ۴ مرحلهٔ دوم تنفس یاخته‌ای می‌تواند نوع هوازی با اکسایش پیرووات یا نوع بی‌هوازی (*تخمیر*) باشد که در تخمیر الکلی، پیرووات، ابتدا CO_2 از دست می‌دهد ولی در نوع لاکتیکی، پیرووات‌ها، کاهش می‌یابند (*الکترون می‌گیرند*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. مصرف ATP در تنفس یاخته‌ای فقط در ابتدای گلیکولیز است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در تخمیر لاکتیکی که پیرووات کاهش می‌یابد، CO_2 تولید نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. جدا شدن CO_2 از پیرووات در تنفس هوازی و تخمیر الکلی رخ می‌دهد ولی اتانال در تنفس هوازی ایجاد نمی‌شود. / گزینهٔ (۴): درست است. پیرووات‌ها در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم طی قندکافت تولید می‌شوند. اگر در همین محل CO_2 تولید کنند، یعنی تخمیر الکلی انجام داده‌اند که قطعاً در مرحلهٔ آخر با بازسازی NAD^+ به تولید الکل اتانول می‌پردازند.

۸۲۷ (B) ۲ در واکنش تولید هر پیرووات از اسید سه‌کربنی دوفسفاته، دو مولکول ATP در سطح پیش‌ماده ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در هر تخمیری از نوع الکلی یا لاکتیکی، دوباره‌سازی NAD^+، طی الکترون‌گیری مواد دو یا سه‌کربنی آلی صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): زیادی ATP، سبب مهار آنزیم‌های ATPساز در قندکافت، چرخهٔ کربس و ... در راکیزه می‌شود. / گزینهٔ (۴): ماهیچه‌ها علاوه بر گلوکز، از کرآتین فسفات نیز انرژی می‌گیرند.

۸۲۸ (B) ۱ فقط مورد (د) مورد نظر است. دوباره‌سازی FAD در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ها رخ می‌دهد ولی مراحل تولید پروتئین در رناتن (موارد (الف) و (ب)) و تخمیر الکلی مخمرها (مورد (ج)) در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم که حاوی رناتن نیز می‌باشد، رخ می‌دهند.

B ۸۲۹ ۱ فقط مورد (د) جواب است. در فرایند تبدیل پیروووات به استیل‌کوآنزیم A، مولکول $NADH$ تولید می‌شود و NAD^+ مصرف می‌شود. سایر عبارات روش‌های بازسازی NAD^+ است که در تخمیر (عبارات ب و ج) و زنجیرهٔ انتقال الکترون هوازی، دوباره‌سازی NAD^+ داریم.

C ۸۳۰ ۱ کمبود فعالیت کربنیک‌انیدراز، نشان‌دهندهٔ CO_2 کم حاصل از تنفس هوازی بوده است. پس در این حالت مقدار ATP جاندار نیز کم است و برای جبران باید پیرووات‌ها با انتقال فعال و صرف انرژی وارد راکیزه شوند تا با تنفس هوازی، تولید ATP زیاد شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نادرست است. زیادی ATP، مقدار اکسایش پیرووات و کربس را کم می‌کند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. زیادی ADP نشانهٔ کمبود ATP است که در این صورت پیرووات‌ها باید به سمت اکسایش در راکیزه بروند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. زیادی کربنیک اسید، به‌جز در زیادی CO_2 و تنفس هوازی زیاد و وجود ATP زیاد است که در این صورت واکنش‌های اکسایش پیرووات کاهش می‌یابد.

B ۸۳۱ ۴ واکنش $(C_3 \rightarrow CO_2 + C_2)$ در دو نوع تنفس هوازی و تخمیر الکلی (*در مخمرها*) صورت می‌گیرد. در بخش هوازی تنفس این واکنش در بستره راکیزه در تبدیل پیرووات به استیل‌کوآنزیم A رخ می‌دهد ولی آنزیم‌های مسئول این عمل در راکیزه که اندامکی برای تبدیل ماده به انرژی است قرار دارند (رد گزینهٔ (۱)).
این واکنش در تنفس هوازی به مقدار O_2 کافی بستگی دارد (رد گزینهٔ (۲)).
واکنش فوق، در تخمیر الکلی نیز رخ می‌دهد که طی آن $NADH$ ساخته نمی‌شود (رد گزینهٔ (۳)).

طی این واکنش هیچ‌گاه دوباره‌سازی NAD^+ رخ نمی‌دهد بلکه در تخمیر الکلی، پس از این واکنش و ضمن تبدیل اتانال به اتانول، مولکول NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود.

B ۸۳۲ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند. یاخته‌ای که توانایی تخمیر لاکتیکی دارد، قادر به تخمیر الکلی نمی‌باشد (*و برعکس*) (تأیید ج) ولی ممکن است در شرایطی خاص به تنفس هوازی بپردازند (*مثل مخمرنان یا یاخته ماهیچه‌ای انسان*).

- الف) در مورد یاخته‌های فتوسنتزکننده گیاهان که هم در تنفس $FADH_2$ می‌سازند و هم در فتوسنتز O_2 می‌سازند، رد می‌شود.
- تولید اتانال و ترکیب سه‌کربنی فسفاته شده، هر دو در تخمیر الکلی ولی به ترتیب در مرحلهٔ دوم و اول (*متفاوت*) آن رخ می‌دهد (رد ب).
- یاخته ماهیچه اسکلتی انسان، قدرت تولید CO_2 و ATP زیاد در تنفس هوازی و لاکتات در تنفس بی‌هوازی را دارد (رد د).

C ۸۳۳ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند. گیرنده نهایی الکترون، در تخمیر یوکاریوت‌ها (*الکل یا لاکتیک*) یک ماده آلی ولی در تنفس هوازی، O_2 معدنی است. همان‌طور که بارها گفتیم، تخمیر نیازی به راکیزه و زنجیرهٔ انتقال الکترون ندارد (درستی ج).

تله‌های تستی الف) O_2 و CO_2 به هموگلوبین متصل می‌شوند ولی سؤال در مورد گیرندهٔ نهایی الکترون است که در تخمیر الکلی، اتانال می‌باشد و توانایی اتصال به هموگلوبین ندارد. / ب) O_2 که گیرندهٔ الکترونی نهایی در تنفس هوازی است، ماده‌ای معدنی است. / د) در تخمیر واکنشی وارد راکیزه نمی‌شود.

C ۸۳۴ ۳ در تنفس هوازی، CO_2 تولید می‌شود و ترکیب آن با آب موجود در خون سبب تشکیل کربنیک‌اسید می‌شود. در نتیجه pH خون کاهش می‌یابد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این اختلال می‌تواند منجر به اشکال در واکنش اکسایش استیل‌کوآنزیم A در چرخهٔ کربس و توقف تنفس هوازی شود. / گزینهٔ (۲): هرچه چرخهٔ کربس بیشتر انجام شود، گلوکزهای بیشتری تجزیه می‌شود و به دنبال آن ذخایر گلیکوژن کاهش می‌یابد که پس از مدتی، مقدار این تنفس، تنظیم می‌شود. / گزینهٔ (۴): در لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک، بازجذب بیکربنات صورت می‌گیرد که بازجذب این یون به حفظ تعادل pH خون و جلوگیری از اسیدی شدن آن کمک می‌کند. با افزایش شدید فعالیت بدن و زیاد شدن شدت تنفس بی‌هوازی، مقدار CO_2 کم می‌شود چون در تخمیر لاکتیکی، CO_2 ایجاد نمی‌شود و در پی آن تولید بی‌کربنات خون هم کاهش یافته تا بازجذب آن در کلیه بالاتر برود.

C ۸۳۵ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) مدنظر هستند. در تخمیر **لاکتیکی**، پیرووات‌ها به‌طور مستقیم الکترون می‌گیرند و به یک ترکیب سه‌کربنه به نام لاکتات تبدیل می‌شوند. هدف این فرایند بازسازی NAD^+ برای انجام فرایند قندکافت و تولید ATP در غیاب اکسیژن می‌باشد ولی استیل تولید نمی‌شود (نادرستی ب) و الکلی برای ایجاد رادیکال آزاد تولید نمی‌شود (نادرستی ج). تخمیر لاکتیکی در باکتری‌ها می‌تواند سبب تولید مواد شیری یا فاسد شدن شیر شود (درستی الف) ولی استیل تولید نمی‌شود (نادرستی ب) در یوکاریوت‌های دارای دنابسپاراز و سه نوع رنابسپاراز نیز این نوع تخمیر انجام‌پذیر است (نادرستی د).

C ۸۳۶ ۳ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. تولید ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم یاخته‌ها که جایگاه واکنش‌های قندکافت می‌باشد، رخ می‌دهند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در یاختهٔ یوکاریوتی، اکسایش پیرووات در بستره راکیزه رخ می‌دهد تا به استیل CoA تبدیل شود. / ب) درست است. الکترون‌گیری و کاهش اتانال، مخصوص واکنش‌های تخمیر الکلی در سیتوپلاسم می‌باشد. / ج) درست است. هر زیرواحد پلی‌پپتیدی در رناتن ساخته می‌شود که در میوگلوبین که فقط یک رشتهٔ پلی‌پپتید دارد نیز در سیتوپلاسم ایجاد می‌شود. / د) نادرست است. فعالیت رنابسپارازهای یوکاریوتی در هسته صورت می‌گیرد. / ه) نادرست است. اپراتور در یاخته یوکاریوتی وجود ندارد.

C ۸۳۷ ۴ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. از بین کل $NADH$های تولید شده در تنفس هوازی جانوران، به‌جز دو مولکول که طی قندکافت تولید می‌شوند، بقیه $NADH$ها و کل $FADH_2$ها در بستره راکیزه و در حین اکسایش پیرووات و استیل ایجاد می‌شوند. / ب) درست است. O_2 گیرنده نهایی الکترون در تنفس هوازی می‌باشد که خود، محصول فتوسنتز در سبزدیسه یا اندامک دوغشایی دیگری می‌باشد. برای انجام فتوسنتز به انرژی نور خورشید، نیاز می‌باشد. / ج) درست است. کانال H^+ در غشای درونی چین‌خورده راکیزه علاوه بر نقش انتقالی H^+ از فضای بین دو غشا به بستره، وظیفه تولید ATP را در بخش آنزیمی خود دارد که این بخش در بستره راکیزه قرار گرفته است. / د) نادرست است. در تنفس بی‌هوازی (*تخمیر*) به جای اکسایش پیرووات، واکنش‌های **تجزیه** پیرووات در تخمیر الکلی یا **الکترون‌گیری** (*کاهش*) پیرووات در تخمیر لاکتیکی صورت می‌گیرد.

C ۸۳۸ ۲ فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. بستره راکیزه محل تولید $NADH$، اکسایش پیرووات و گروه استیل می‌باشد ولی تجزیه $NADH, H^+$ و $FADH_2$ در واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون در **غشای درونی** راکیزه رخ می‌دهد. / ب) نادرست است. آزاد شدن CoA، در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس و هم‌زمان با ترکیب استیل با ماده چهارکربنی صورت می‌گیرد. / ج) درست است. در چرخهٔ کربس با آزادسازی الکترون‌ها و پروتون‌های بنیان استیل، این عوامل به NAD^+ و FAD متصل شده تا به $NADH, H^+$ و $FADH_2$ تبدیل شوند. / د) نادرست است. پروکاریوت‌های دارای تنفس هوازی، فاقد راکیزه می‌باشند.

۸۳۹ ۱ منشأ یاخته‌های خونی گویچهٔ قرمز، سفید و پلاکت‌ها از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان می‌باشد. در بین این یاخته‌ها، گویچه‌های سفید، یک یاخته طبیعی با همه اندامک‌ها می‌باشند که حاوی **تنفس هوازی** می‌باشند. گویچه‌های قرمز فاقد هسته و راکیزه می‌باشند و فقط تخمیر لاکتیکی دارند و پلاکت‌ها نیز فقط حاوی بخشی از سیتوپلاسم هستند که حاوی راکیزه و تنفس هوازی می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. گویچه‌های سفید خون دیاپدز (*خروج از خون*) دارند و قدرت تنفس هوازی همراه تولید $FADH_2$ را دارند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. گویچه‌های سفید و پلاکت‌ها حاوی تنفس هوازی و زنجیرهٔ انتقال الکترون هستند که پلاکت‌ها فاقد هسته و DNA خطی می‌باشند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. گویچه‌های قرمز حاوی هموگلوبین برای انتقال مقداری (۲۳٪) CO_2 و بیشترین مقدار O_2 می‌باشند که این یاخته‌ها، تنفس بی‌هوازی دارند که قدرت اکسایش پیرووات ندارند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. نوکلئوزوم در ژنوم هسته وجود دارد که پلاکت‌ها و گویچه‌های قرمز فاقد آن می‌باشند. در بین این یاخته‌ها، پلاکت‌ها برخلاف گویچهٔ قرمز قادر به تنفس هوازی و دوباره‌سازی کوآنزیم A می‌باشند.

۸۴۰ ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نورون‌ها تخمیر انجام نمی‌دهند (*الکترون گیری پیرووات در تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد*). / ب) تار عصبی حرکتی ماهیچه‌های اسکلتی از نوع اعصاب **پیکری** هستند نه خودمختار!! (*پس فاقد عصب گیری از بخش‌های سمپاتیک و پاراسمپاتیک می‌باشند*).

نکته
اعصاب پیکری با ماهیچه‌های اسکلتی و اعصاب خودمختار با ماهیچه‌های صاف و قلبی در سیناپس هستند.

ج) $NADH$، الکترون‌های خود را به **پمپ‌های** پروتئین غشای داخلی راکیزه می‌دهد **نه کانال** پروتئینی!! (*مواظب تفاوت پمپ و کانال باشید*). / د) کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی به درون سیتوپلاسم یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی رها می‌شود ولی به درون فضای سیناپسی رها نمی‌شود.

۸۴۱ ۴ موارد (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

در واکنش‌های تخمیری، مرحلهٔ اول به تولید ATP می‌پردازد و مرحلهٔ دوم آن با دوباره‌سازی NAD^+ سبب می‌شود تا در تنفس‌های بعدی نیز واکنش‌های قندکافت و تولید ATP یاخته ادامه یابد.

منظور سؤال مولکول NAD^+ می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. مصرف NAD^+ در واکنش‌های قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و در بستره راکیزه برای تولید و اکسایش استیل کوآنزیم A صورت می‌گیرد. / ب) نادرست است. NAD^+، گیرنده الکترونی دی‌نوکلئوتیدی است که دو قند پنتوز به همراه **دو** باز آلی و دو فسفات دارد. / ج) نادرست است. NAD^+ طی ترکیب با دو الکترون و یک پروتون به صورت $NADH$ درمی‌آید و به همراه H^+ به صورت $NADH, H^+$ وارد زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شود. / د) درست است. NAD^+ دارای یک‌بار مثبت می‌باشد و با گرفتن یک الکترون خنثی می‌شود. / ه) درست است. تولید NAD^+ از $NADH$ به همراه یک H^+ صورت می‌گیرد. چون همواره مولکول $NADH$، به صورت $NADH, H^+$ در یاخته منتقل می‌شود.

۸۴۲ ۱ واکنش مورد نظر هیدرولیز ATP را نشان می‌دهد که در مرحلهٔ اول قندکافت رخ می‌دهد نه در دو مرحلهٔ آخر آن!

در ماهیان ساکن آب شیرین به دلیل زیاد بودن غلظت نمک درون بدن جانور، جذب نمک و یون‌ها با انتقال فعال و صرف ATP صورت می‌گیرد (رد گزینهٔ (۲)).

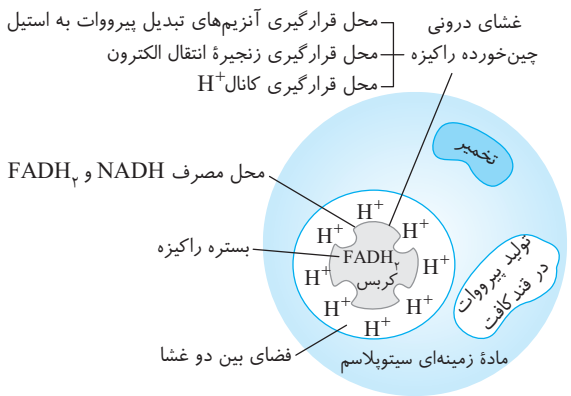
ورود یون‌های پتاسیم و کلر به لولهٔ مالپیگی حشرات با انتقال فعال بوده و ورود پیرووات حاصل از قندکافت از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم به بستره راکیزه نیز نمونه‌ای از انتقال فعال همراه مصرف ATP می‌باشد (رد گزینه‌های (۳) و (۴)).

۸۴۳ ۱ یاخته‌های **کبدی و ماهیچه‌ای** قدرت هیدرولیز گلیکوژن و ایجاد گلوکز را دارند، این یاخته‌ها طی تنفس هوازی، مقدار زیادی ATP از گلوکز به دست می‌آورند.

آنزیم‌های خارج شده از یاخته پوششی پرز روده باریک نیز قدرت هیدرولیز مالتوز و ایجاد گلوکز را دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): **همهٔ** یاخته‌های زنده بدن قدرت تنفس **هوازی** و ایجاد مقدار زیادی ATP از گلوکز را دارند ولی هیدرولیز پیوند بین دو گلوکز برای ایجاد گلوکز ویژه یاخته‌های کبدی و ماهیچه‌ای و آنزیم‌های مالتاز خارج شده از یاختهٔ رودهٔ باریک می‌باشد. / گزینهٔ (۳): تجزیهٔ گلوکز همراه تولید مقدار کمی ATP در تخمیر رخ می‌دهد. این واکنش فقط در یاخته‌های ماهیچه اسکلتی رخ می‌دهد ولی هیدرولیز نشاسته در انسان توسط آنزیم‌های غدد بزاقی در دهان و سپس در روده باریک توسط آمیلاز لوزالمعده رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): یاخته‌های ماهیچه‌ای قدرت تخمیر لاکتیکی و تولید ATP مختصری از تجزیهٔ گلوکز دارند ولی این یاخته‌ها آنزیم‌های لازم برای هیدرولیز گلیکوژن ذخیره‌ای را دارند نه نشاسته!

۸۴۴ ۱ تولید پیرووات در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد ولی تجمع H^+ در فضای بین دو غشای راکیزه قرار دارد که بین آن‌ها غشای خارجی صاف راکیزه وجود دارد. این غشا برخلاف غشای چین‌خورده داخلی، فاقد آنزیم‌های لازم برای اکسایش پیرووات (*بافت استیل*) و زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد (*با توجه به شکل کتاب آنزیم‌های اکسایش دهندهٔ پیرووات در غشای درونی راکیزه قرار دارند ولی جایگاه فعالیت آن‌ها در بستره اندامک است*).



تله‌های تستی گزینهٔ (۲): ساخت $FADH_2$ توسط آنزیم‌های موجود در **بستره راکیزه** در چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد که **توسط غشای درونی راکیزه** با محل تجمع شیب غلظت H^+ در فضای بین دو غشای راکیزه فاصله دارد. / گزینهٔ (۳): واکنش‌های تخمیری در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد ولی مصرف FAD در بستره راکیزه (*چرخهٔ کربس*) انجام می‌شود که بین آن‌ها دو غشای راکیزه یکی صاف خارجی و دیگری چین‌خورده داخلی وجود دارد. / گزینهٔ (۴): مصرف O_2 برای تولید آب در بستره راکیزه رخ می‌دهد ولی تجمع H^+ در فضای بین دو غشای راکیزه است که بین آن‌ها غشای درونی راکیزه واقع شده و با مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم برخوردی ندارد.

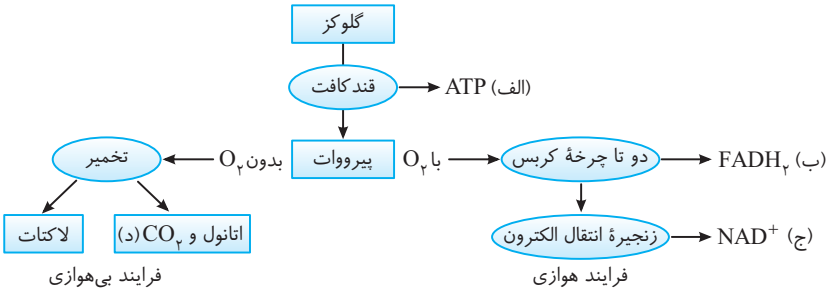
B ۸۴۵ ـ ۱ ◀ در این شکل (الف) محصولات فرعی حاصل از قندکافت یعنی $NADH$ یا ATP می‌تواند باشد که تا اینجا هر چهار گزینه صحیح می‌باشند.

◀ سپس در سؤال قسمت (ج) را خواسته است که محصول واکنش‌های وابسته به زنجیرهٔ انتقال الکترون است که می‌توانند NAD^+ ، FAD ، ATP یا آب باشند (گزینهٔ ۲) رد می‌شود).

◀ سپس قسمت (ب) را سؤال کرده است که همان محصولات چرخهٔ کربس می‌باشند. این مواد می‌توانند CO_2 ، $FADH_2$ ، H^+ ، $NADH$ یا ATP باشند که هر سه گزینهٔ باقی‌مانده می‌تواند صحیح باشد.

◀ در قدم آخر قسمت (د) را سؤال کرده است که محصول **مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی** است. در این تخمیر به همراه اتانول، CO_2 و NAD^+ به دست می‌آید که فقط گزینهٔ (۱) پاسخ است.

◀ دقت کنید که تولید ATP و $NADH$ در مرحلهٔ اول تخمیر رخ می‌دهد ولی در قسمت (د) مرحلهٔ دوم تخمیر را خواسته است.

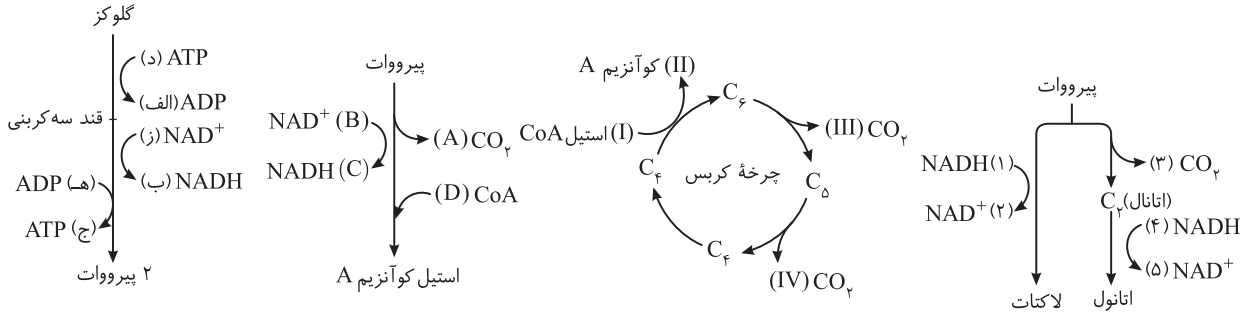


B ۸۴۶ ـ ۱ موارد دوم و چهارم صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی عبارت اول: نادرست است. (الف) و (هـ) مولکول ADP می‌باشند ولی I بیانگر استیل‌کوآنزیم A می‌باشد. / عبارت دوم: درست است. همگی معرف گیرندهٔ الکترونی NAD^+ می‌باشند. / عبارت سوم: نادرست است. D معرف کوآنزیم A بوده ولی A همانند سایر موارد این عبارت بیانگر CO_2 می‌باشد که ۲۳٪ آن در خون توسط هموگلوبین منتقل می‌شود. / عبارت چهارم: درست است. D و II کوآنزیم A می‌باشند که برای کمک به فعالیت آنزیم‌ها نقش دارند.

C ۸۴۷ ـ ۱ موارد اول، دوم و سوم نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی عبارت اول: نادرست است. (ب)، C ، (۱) و (۴) همگی $NADH$ هستند که در واکنش‌های هوازی، (ب) و C در زنجیرهٔ انتقال الکترون تنفس هوازی ولی (۱) و (۴) در تخمیر اکسایش می‌شوند. / عبارت دوم: نادرست است. A و (۳) مولکول‌های CO_2 هستند ولی (۳) محصول تخمیر الکلی است که در انسان صورت نمی‌گیرد. / عبارت سوم: نادرست است. B ، (ز)، (۵) و (۲) همگی NAD^+ می‌باشند که **گیرنده** الکترونی هستند نه ناقل الکترونی. / عبارت چهارم: درست است. (ب) معرف $NADH$ و (۳) معرف CO_2 می‌باشد که هر دو در خارج راکیزه و در مرحلهٔ اول و دوم تخمیر الکلی تولید می‌شوند که به O_2 نیازی ندارند ولی III و A مولکول‌های CO_2 حاصل از اکسایش مواد در تنفس هوازی بوده که محتاج O_2 می‌باشند.



A ۸۴۸ ـ ۲ مواد پادااکسنده‌ای مثل کاروتنوئیدها می‌توانند از دو غشای سبزدیسه خارج شوند و با عبور از دو غشای راکیزه وارد بستره شده و سبب خنثی‌سازی رادیکال آزاد حاصل از اکسیژن در راکیزه شوند (نادرستی گزینهٔ (۲)).

◀ دلیل درستی گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) را به‌طور کامل می‌توانید در توضیح سؤالات قبل بررسی کنید.

C ۸۴۹ ـ ۲ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند. *(این سؤال عبارات ترکیبی از کل زیست‌شناسی دارد.)*

تله‌های تستی الف) نادرست است. در فصل آخر زیست یازدهم، خواندید که گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر سیانیدها بر تنفس یاخته‌ای خود دارند. گیاهان، ترکیبات سیانیدداری بر علیه جانوران گیاه‌خوار می‌سازند که برای خود گیاه سمی نیست، ولی این مواد پس از ورود به لولهٔ گوارش جانوران گیاه‌خوار و تجزیه شدن، سیانیدی ایجاد می‌کنند که سمی است و با اثر بر تنفس یاخته‌ای جانور، سبب مرگ جانور مزاحم می‌شود. / ب) درست است.

نکته

دقت کنید که سیانید در هر جانداری سبب توقف تنفس می‌شود ولی ترکیبات سیانیددار به دلیل عدم تجزیه در گیاهان و عدم ایجاد سیانید خالص، ترکیبات مضری به حساب نمی‌آیند بلکه ترکیبات دفاعی در برابر جانوران گیاه‌خوار می‌باشند.

ج) نادرست است. سیانیدها و آرسنیک‌ها از مواد سمی هستند که با قرار گرفتن در **جایگاه فعال آنزیم**، مانع فعالیت این ماده و مهار برخورد با پیش‌ماده خود می‌شوند که برخی سبب مرگ می‌شوند. *(روی آنزیم‌ها اثر می‌کنند نه کوآنزیم‌ها!)* / د) نادرست است. **آلکالوئیدها** برخلاف سیانیدها در **شیرابه** برخی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. این مواد هم نقش **دفاعی** در برابر گیاه‌خواران دارند و هم در تولید داروهای مسکن، آرام‌بخش و ضد سرطان کاربرد دارند ولی برخی اعتیادآورند.

C ۸۵۰ ـ ۴ رادیکال آزاد سمی، سبب ایجاد سرطان می‌شوند *(سرطان نیز در اثر اختلال در تنظیم تقسیم یاخته می‌باشد)*.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. اندامک مورد نظر راکیزه است که در آن پادااکسنده‌ها مانع اثر رادیکال آزاد روی مولکول‌های زیستی می‌شوند *(نه اینکه مانع تولید رادیکال آزاد شود)*. / گزینهٔ (۲): نادرست است. یون اکسید رادیکال آزاد و سمی نیست. / گزینهٔ (۳): نادرست است. کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها، فقط دو نوع از پادااکسنده‌ها هستند.

۸۵۱ ۲ عبارت‌های (الف) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. منظور ژنوم راکیزه در اثر برخورد با رادیکال آزاد است که از نوع حلقوی بوده و سر آزاد فسفات و هیدروکسیل ندارد. / ب) نادرست است. این عبارت در مورد بیماری سلیاک و اثر بر رودهٔ باریک است (*نه کبد*). / ج) درست است. این مولکول‌های سمی، رادیکال‌های آزاد از اکسیژن هستند که الکترون‌های جفت نشده دارند. / د) نادرست است. این حمله رادیکال آزاد به کبد، سبب نکروز و مرگ تصادفی یاخته‌های کبدی می‌شود ولی کبد چرب در اثر زیادی کلسترول و لیپیدها است.

۸۵۲ ۱ عبارات (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. نکروز کبدی **همان** بافت‌مردگی کبدی است که پس از تخریب دنا یاخته کبدی در اثر عواملی مثل الکل ایجاد می‌شود. / ب) نادرست است. رادیکال‌های آزاد اکسیژن به **دنای راکیزه** حمله می‌کنند **نه دنای هسته!** / ج) **درست** است. نکروز کبدی سبب اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن در اثر نوشیدن زیاد مشروبات الکلی می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید کبد در تولید لیپوپروتئین‌های خون نقش مستقیم دارد و در تولید گویچهٔ قرمز نیز با تولید هورمون اریتروپویتین مؤثر است. / د) نادرست است. نکروز کبدی در اثر حمله رادیکال‌های آزاد اکسیژن به دنای راکیزه رخ می‌دهد. نرسیدن الکترون‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون به اکسیژن در راکیزه در اثر عواملی سمی مثل سیانید یا مونواکسید کربن رخ می‌دهد که در آن صورت مقدار تولید رادیکال آزاد از اکسیژن زیاد می‌شود (*البته در ادامه این رادیکال‌ها می‌توانند یاخه را تخریب کنند اما وقتی مشخصاً در مورد نکروز کبد صحبت می‌کنیم، باید بدانیم که عامل آن، نوشیدن الکل است*).

۸۵۳ ۴ همهٔ موارد نادرست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. نقص ژنی در پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون اثر می‌گذارند (*نه کانال ATP ساز*). / ب) نادرست است. خود سیانید مانع رسیدن الکترون به اکسیژن می‌شود نه ترکیبات سیانیددار. / ج) نادرست است. مواد سمی مورد نظر این عبارت فقط روی واکنش‌های تنفس هوازی (*متن کتاب*) اثر می‌گذارند. / د) نادرست است. کربن مونواکسید، با دو مکانیسم متفاوت اثرگذاری می‌کند که یکی با اتصال به هموگلوبین و دیگری با ممانعت از رسیدن الکترون به اکسیژن عمل می‌کند (*این دو به هم ربطی ندارند*).

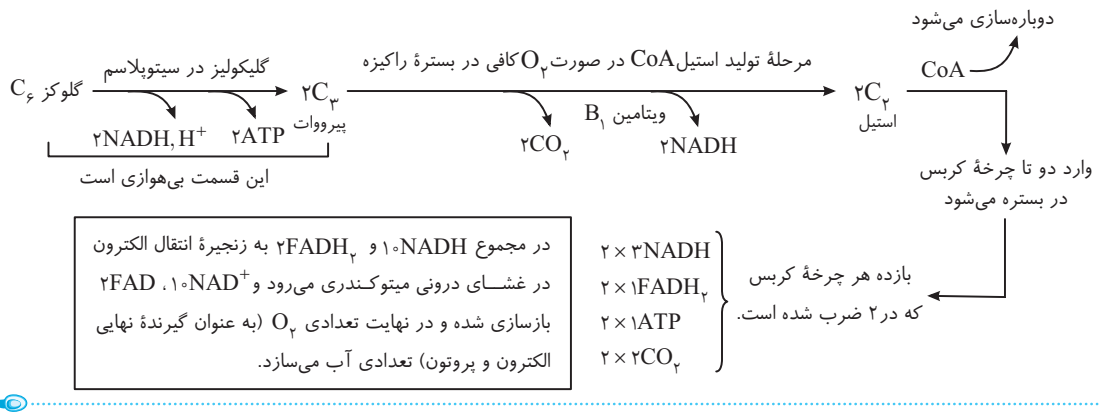
۸۵۴ ۱ اینم به سؤال با عبور از خط قرمز! (*طرح سؤال عددی در کنکور ممنوع است!*) خب دلم تنگ شده بود یدونه طرح کردم! که به مطلب، عمقی‌تر فکر کنید!

از هر پیرووات یک $NADH$ تا تولید استیل کوآنزیم A و با توجه به فرض سؤال، سه تا $NADH$ و یک $FADH_2$ در یک چرخهٔ کربس ایجاد می‌شود. پس هر پیرووات توانایی ایجاد $4NADH$ و $1FADH_2$ در طی اکسایش کامل خود دارد.

هر استیل فقط در یک چرخهٔ کربس اکسایش می‌یابد که قدرت تولید $3NADH$ و $1FADH_2$ را دارد.

گلوکز تا مرحلهٔ تبدیل به دو تا پیرووات توانایی ایجاد $2NADH$ دارد. با توجه به محصولات اکسایش هر پیرووات که بالاتر ذکر کردیم، پس از تجزیهٔ کامل هر گلوکز، طی تنفس هوازی $10NADH$ و $2FADH_2$ به دست می‌آید.

خلاصهٔ تنفس هوازی با فرض اینکه هر چرخهٔ کربس قدرت تولید $3NADH$ و $1FADH_2$ دارد



نکته

۱ در زنجیرهٔ انتقال الکترون یاد گرفتید که الکترون‌های هر $NADH$، سبب فعال شدن **سه پمپ پروتونی** می‌شوند ولی اکسایش هر $FADH_2$ سبب فعال‌سازی **دو پمپ پروتونی** آن‌ها می‌شود.

۲ همان‌طور که در ابتدای این پاسخ گفتیم، از **اکسایش** هر پیرووات (*این عبارت یعنی تنفس هوازی*!) یعنی بعد از مرحلهٔ قندکافت، چهار $NADH$ به ازای هر پیرووات ساخته می‌شود، که یکی در مرحلهٔ استیل CoA و ۳ تا در هر چرخهٔ کربس تولید می‌شود. جدول زیر موارد تولید شده از اکسایش هر مولکول پیرووات و استیل کوآنزیم A را نشان می‌دهد و دقت کنید که از هر $NADH$ به مقدار فعال‌سازی سه پمپ و تولید یک آب و از هر $FADH_2$ به مقدار فعال‌سازی دو پمپ و تولید یک آب، در زنجیرهٔ انتقال الکترون محصول به دست می‌آید.

ماده	CO_2	NADH	$FADH_2$	آب حاصل از آن‌ها	تعداد پمپ‌های فعال شده
گلوکز	۶	۱۰	۲	۱۲	۳۴
پیرووات	۳	۴	۱	۵	۱۴
استیل کوآنزیم	۲	۳	۱	۴	۱۱

نتیجه‌گیری نهایی: برای پیدا کردن تعداد پمپ‌های فعال شده، باید در اکسایش ماده، تعداد $NADH$های تولید شده را در سه ضرب کنیم و تعداد $FADH_2$ها را در دو ضرب کنیم ولی به ازای هر $NADH$ یا هر $FADH_2$، یک مولکول آب در زنجیرهٔ انتقال الکترون تولید می‌شود و $\frac{1}{2}$ مولکول اکسیژن (*اتم اکسیژن*) مصرف می‌شود.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

B ۱ ـ ۱ بخش اول هر تخمیری، همان گلیکولیز یا قندکافت است که در هر مرحله از واکنش‌های آن حداقل یک ترکیب فسفات‌دار اصلی یا ATP و یا ADP ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در هیچ واکنش قندکافتی، CO_2 تولید نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): مولکول‌های ADP در واکنش‌های مرحلهٔ اول قندکافت با تولید H^+ ایجاد نشده‌اند. / گزینهٔ (۴): دوباره‌سازی NAD^+ در مرحلهٔ دوم تخمیرها می‌باشد.

C ۲ ـ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند. ماهیچه‌های اسکلتی، توانایی تأمین انرژی از سوختن گلوکز طی تنفس هوازی و بی‌هوازی و همچنین از کراتین فسفات و اسیدهای چرب دارد.

تله‌های تستی الف) درست است. در مورد تولید لاکتیک اسید در تخمیر لاکتیکی و تحریک گیرندهٔ درد صحیح است (*درد نوعی حس با سازوکار محافظتی است*). / ب) نادرست است. منظور کراتین فسفات است که ضمن تولید ATP از آن کراتین به دست می‌آید که به خودی خود مادهٔ زائد نمی‌باشد. / ج) درست است. آخرین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون در تنفس هوازی، پمپ پروتونی است که الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را به O_2 منتقل می‌کند. / د) نادرست است. واکنش‌های اکسایش پیروووات و استیل به تولید $NADH$ می‌پردازد (*نه اکسایش آن*).

C ۳ ـ ۳ فقط مورد (د) جمله را به درستی تکمیل می‌کند ولی (الف)، (ب) و (ج) به نادرستی تکمیل می‌کنند (*این تست ترکیب شده با فصل ۳ یازدهم می‌باشد*).

تله‌های تستی الف) نادرست است. ماهیچهٔ مثانه، نوعی ماهیچهٔ **صاف** است و یاخته‌های ماهیچه‌ای آن، فقط طی تنفس هوازی و با اکسایش پیروووات انرژی به دست می‌آورند و تحت کنترل اعصاب خودمختار می‌باشند. دقت کنید که منظور از الکترون‌گیری پیروووات، همان تخمیر لاکتیکی است که ویژهٔ ماهیچهٔ **اسکلتی** است. / ب) نادرست است. ماهیچهٔ توأم، نوعی ماهیچهٔ **اسکلتی** است و تارهای **کند** آن، اغلب طی اکسایش پیروووات، تنفس **هوازی** دارند. این تارها، میوگلوبین (*شبیه هموگلوبین*) **زیادی** دارند. / ج) نادرست است. ماهیچهٔ دیافراگم **اسکلتی** است و تاری که در آن بیشتر پیروووات‌ها الکترون‌**دهی** می‌کنند، یعنی بیشتر در تنفس **هوازی** شرکت دارد. این تارها، از نوع کند (*قرمز*) هستند که انرژی خود را سریع از دست نمی‌دهند. / د) درست است. ماهیچهٔ شکمی، از نوع اسکلتی بوده و دو نوع تار دارد. تارهایی که اغلب پیروووات آن‌ها وارد واکنش **کاهشی** می‌شوند، تارهای **سفید** (*تند*) هستند که بیشتر تنفس **بی‌هوازی** انجام می‌دهند و مسئول انجام **انقباضات سریع** هستند.

B ۴ ـ ۴ نوکلئوتید سه‌فسفاته، همان ATP می‌باشد که در مرحلهٔ اول تنفس یا قندکافت مصرف می‌شود ولی تولید استیل کوآنزیم A مخصوص واکنش‌های مرحلهٔ دوم تنفسی یا تنفس هوازی می‌باشد (*تنفس همواره دو مرحله دارد، مرحلهٔ اول هر نوع آن، قندکافت بی‌هوازی است ولی مرحلهٔ دوم می‌تواند هوازی یا بی‌هوازی (ادامهٔ تخمیر) باشد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مصرف $FADH_2$ در بخش هوازی تنفس یعنی در زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد. در بخش هوازی تنفس، هم تولید ATP اکسایشی در زنجیره و هم ATP پیش‌ماده‌ای در چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): مرحلهٔ اول تنفس همان قندکافت می‌باشد که مصرف ATP و تولید $NADH$ به عنوان ناقل الکترونی دی‌نوکلئوتیدی در آن صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): در چرخهٔ کربس، تولید CO_2 به همراه مصرف دو نوع گیرنده الکترونی دی‌نوکلئوتیدی، یعنی NAD^+ و FAD صورت می‌گیرد.

C ۵ ـ ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس، مادهٔ چهارکربنی شروع‌کننده چرخه با استیل کوآنزیم A ترکیب می‌شود. طی این واکنش، مادهٔ شش‌کربنی تولید شده و کوآنزیم A از چرخه خارج می‌شود تا به گروه استیل جدیدی متصل شود. این عمل در بسترهٔ راکیزه که دنادار است رخ می‌دهد ولی قند شش‌کربنی دوفسفاته ایجاد نمی‌شود (*این قند محصول مرحلهٔ اول قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است*). / ب) نادرست است. در فضای بین دو غشای راکیزه، گروه کوآنزیم A نه مصرف و نه آزاد می‌شود. / ج) نادرست است. بازسازی کوآنزیم A در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس و همراه با ترکیب (C_2+C_4) صورت می‌گیرد ولی آزاد شدن CO_2 همراه با تولید استیل کوآنزیم A (*نه با مصرف کوآنزیم A*) و مراحل ۲ و ۳ چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد (*بخش محصور شده توسط غشای چین‌خوردهٔ راکیزه، همان بستره می‌باشد*). / د) نادرست است. در بسترهٔ راکیزه، هم‌زمان با اکسایش پیروووات‌ها، ابتدا تولید CO_2 و ایجاد $NADH$ و پروتون (H^+) انجام شده و **سپس** کوآنزیم A مصرف می‌شود.

B ۶ ـ ۲ وقتی صحبت از بخش هوازی تنفس می‌شود، منظور سؤال از اکسایش پیروووات به بعد در راکیزه یوکاریوت‌ها می‌باشد. در اکسایش پیروووات به ترتیب تولید CO_2، کاهش NAD^+ و تولید $NADH, H^+$، مصرف CoA و سپس در چرخهٔ کربس، تولید $NADH$، CO_2، ATP و $FADH_2$ صورت می‌گیرد. در انتها نیز طی مرحلهٔ زنجیرهٔ انتقال الکترون، تولید آب و ATP اکسایشی انجام می‌شود.

نکته

در این سؤال دقت کنید که ATP اکسایشی در بخش هوازی **تولید** می‌شود (*نه هیدرولیز*) پس به ترتیب (ب ← الف ← د) صورت می‌گیرد.

ترتیب واکنش‌ها در تنفس یاخته‌ای هوازی

مرحله	ترتیب واکنش‌ها
قندکافت (*بی‌هوازی*)	هیدرولیز ATP ← فسفاته شدن گلوکز ← نصف شدن قند C_6 ← فسفاته شدن C_3 ← تولید ATP؛ تولید پیروووات‌ها؛ تولید NADH
اکسایش پیروووات تا استیل CoA (*هوازی*)	اکسایش پیروووات ← آزاد شدن CO_2 ← تولید NADH ← تولید بنیان استیل ← مصرف CoA ← تولید استیل کوآنزیم A

ایستگاه ۴۵

مرحله	ترتیب واکنش‌ها
اکسایش استیل در چرخهٔ کربس	کتاب در مورد مرحله تولید ATP، $NADH$ و $FADH_2$ بحثی نکرده است و شما نیز نیازی به دانستن محل هر مرحلهٔ آن‌ها ندارید **ولی مراحل ۲ و ۳ برای تولید CO_2 و مرحلهٔ اول واکنش‌ها برای آزاد شدن CoA مهم است.**
زنجیرهٔ انتقال الکترون	اکسایش $NADH, H^+$ در پمپ اول ← فعال شدن پمپ ۱؛ اکسایش $FADH_2$ در ناقل بین پمپ اول و دوم ← فعال شدن پمپ ۲؛ ورود الکترون از پمپ ۳ به بستره ← تولید ATP اکسایشی ← انتشار تسهیل شده H^+ ← فعال شدن کانال H ← تولید آب **نکته:** در تولید آب، ابتدا اکسیژن‌ها الکترون می‌گیرند و سپس یون اکسید O^{2-} با پروتون‌ها ترکیب می‌شوند. **نکته:** تولید آب **آخرین واکنش** اعضای موجود در زنجیرهٔ انتقال الکترون است. **نکته:** تولید ATP اکسایشی در کانال H^+ رخ می‌دهد که این کانال از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون **نمی‌باشد.**

B ۷ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی منظور سؤال به‌طور واضح مولکول $NADH, H^+$ می‌باشد. این مولکول در تخمیر الکلی یا لاکتیکی پس از واکنش‌های قندکافت با اکسایش خود نقش الکترون‌دهی به یک ترکیب آلی دارد و به صورت NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود (نادرستی الف و ج). در مورد (ج) دقت کنید که از هیدرولیز گلیکوژن، گلوکز حاصل می‌شود. / ب) نادرست است. $NADH$، ماده دی‌نوکلئوتید با باز آلی **آدنین** دوحلقه‌ای می‌باشد. / د) درست است. $NADH$ در تخمیر و تنفس هوازی، اکسایش می‌یابد با این تفاوت که الکترون‌های آن در تخمیر الکلی و لاکتیکی صرف کاهش یک مادهٔ آلی مثل پیرووات یا اتانال می‌شود ولی در بخش هوازی تنفس یعنی در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون، سبب کاهش مادهٔ معدنی اکسیژن برای تشکیل یون اکسید و تولید آب می‌شود.

C ۸ ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند. منظور سؤال رادیکال‌های آزاد می‌باشند.

تله‌های تستی الف) هر نوع ماده دارای بار الکتریکی، رادیکال آزاد نیست بلکه انواع دارای کمبود الکترون یا **الکترون اضافی** با قدرت واکنش‌دهی بالا، رادیکال آزاد هستند. از طرفی واکنش مواد رنگی مثل کاروتنوئید و آنتوسیانین با رادیکال‌های آزاد مانع تخریب مولکول‌های زیستی می‌شوند. / ب) رادیکال‌های آزاد از **عوامل سرطان‌زا** هستند که در اثر واکنش با بافت‌های بدن سبب تخریب آن‌ها نیز می‌شوند. / ج) آب در واکنش‌های تنفس هوازی از ترکیب یون اکسید O^{2-} با دو تا پروتون $2H^+$ ایجاد می‌شود که هیچ‌کدام رادیکال آزاد نیستند ولی اتم اکسیژن قدرت تبدیل شدن به رادیکال آزاد دارد. / د) مولکول O_2 یا اکسیژن سرطان‌زا نمی‌باشد بلکه درصدی از آن‌ها در راکیزه ممکن است ضمن جدا شدن اتم‌های آن از هم به رادیکال آزاد و ماده سرطان‌زا تبدیل شوند.

نکات رادیکال‌های آزاد

ایستگاه ۴۶

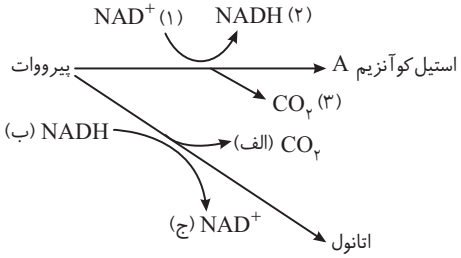
تعریف رادیکال آزاد	عواملی هستند که به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند.
آسیب کلی در بدن	رادیکال‌های آزاد می‌توانند با مولکول‌های تشکیل دهندهٔ **بافت‌های بدن** واکنش دهند و به آن‌ها آسیب برسانند. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان هستند.
عوامل مقابله کننده با رادیکال‌های آزاد	ترکیبات **پاداکسنده** مثل ترکیبات رنگی موجود در واکوئول‌ها (*آنتوسیانین*) و رنگ‌دیسه‌ها (*کاروتنوئیدها*) موجود در میوه‌ها و سبزیجات با رادیکال آزاد واکنش می‌دهند و مانع اثر تخریبی آن‌ها می‌شوند (*آنکالوئیدها پادکسنده نیستند*).
تجمع رادیکال‌های آزاد	اگر سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آن‌ها بیشتر باشد، این رادیکال‌ها مثلاً در راکیزه‌ها جمع می‌شوند و سبب تخریب اندامک و یاخته می‌شوند.
علل تجمع رادیکال آزاد در راکیزه	الکل - نقص ژنی
اثر الکل در تجمع رادیکال آزاد راکیزه	◀ الکل از یک طرف **سرعت** تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن را در راکیزه افزایش می‌دهد و از طرف دیگر مانع عمل راکیزه در خنثی کردن آن‌ها می‌شود. ◀ رادیکال‌های آزاد به **دنای راکیزه** حمله کرده ← راکیزه و سپس یاخته را تخریب می‌کند ← بافت‌مردگی (*نکروز کبدی*) می‌دهد. ◀ به همین دلیل نوشیدن زیاد مشروبات الکلی سبب اختلال در کار کبد می‌شود.
اثر نقص ژنی در رادیکال آزاد راکیزه	نقص در ژن سازنده پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون و **ایجاد پروتئین معیوب** سبب کاهش قدرت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد حاصل از حاصل از اکسیژن توسط راکیزه می‌شود.

عوامل توقف دهنده زنجیرهٔ انتقال الکترون

۱) مواد سمی
- مواد سمی زیادی هستند که یک یا چند واکنش تنفس هوازی را متوقف کرده و سبب مرگ می‌شوند.
- سیانید:
  - واکنش **نهایی** مربوط به انتقال الکترون از پمپ سوم به O_2 را مهار می‌کند و مانع تولید یون‌های اکسید O^{2-} می‌شود.
  - سبب توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون و تولید آب و ATP اکسایشی می‌شود.
  - برخی ترکیبات سیانیدداری که گیاه می‌سازد، پس از تجزیه شدن و ایجاد سیانید، برای جانور گیاه‌خوار سمی می‌باشد.

۲) گاز مونواکسید کربن (CO)
- الف) اثر بر هموگلوبین:
  - با اتصال به جایگاه اکسیژن در مولکول هموگلوبین، ترکیب **پایداری** با این ماده می‌دهد.
  - ظرفیت حمل O_2 را در خون کاهش می‌دهد.
  - سبب اختلال در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای هوازی می‌شود.
- ب) گاز مونواکسید کربن علاوه بر اثر بر هموگلوبین، می‌تواند سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن شود و مانع ایجاد O^{2-} برای تشکیل آب شود.
- دود سیگار و دود خارج شده از خودروها از منابع تولید مونواکسید کربن هستند.

۹ **۱** (C) موارد سوم و چهارم صحیح می‌باشند. دقت کنید که واکنش پیرووات به استیل CoA، مربوط به تنفس **هوازی** است و ماده (۳) همان CO_2 آزاد شده و تبدیل (۱) به (۲) به ترتیب همان NAD^+ به $NADH$ آزاد شده در این مرحله است ولی واکنش تبدیل پیرووات به اتانول، مربوط به تخمیر الکلی است که (الف) CO_2 آزاد شده در مرحلهٔ اول پس از قندکافت است و (ب) و (ج) به ترتیب تبدیل $NADH$ به NAD^+ می‌باشد (NAD^+ اصلاً اکسایش نمی‌یابد).



نکته
دقت کنید که در تنفس هوازی پیرووات اکسایش یافته و به NAD^+ (۱) الکترون‌دهی می‌کند ولی در تنفس بی‌هوازی، پیرووات از $NADH$ (ب) الکترون می‌گیرد (درستی عبارت آخر).

تله‌های تستی عبارت اول: نادرست است. تار ماهیچه‌ای قدرت تخمیر الکلی ندارد. / عبارت دوم: نادرست است. واکنش‌های تخمیری، فاقد زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشند. / عبارت سوم: درست است. همراه با تولید $NADH$، همواره یک پروتون نیز آزاد می‌شود.

۱۰ **۴** (A) CO_2 تنفس یاخته‌ای در قسمت‌های زیر تولید می‌شود ولی در یاخته ماهیچه‌ای که سارکومر دارد، تخمیر الکلی رخ نمی‌دهد.
الف) مرحلهٔ ۲ تخمیر الکلی ← در ماهیچه‌ها انجام نمی‌شود.
ب) مرحلهٔ ۲ و ۳ چرخهٔ کربس ← در تنفس هوازی
ج) مرحلهٔ تولید پیرووات به استیل کوآنزیم A ← در تنفس هوازی
د) مرحلهٔ آخر تنفس نوری (*در راکیزه*) ← در فصل ۶ می‌خوانیم.

۱۱ **۲** (B) سیانیدها همانند مونواکسید کربن مانع رسیدن الکترون‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه به **مولکول** اکسیژن می‌شوند که این عمل در اثر اختلال در فعالیت پمپ سوم زنجیره برای انتقال الکترون کم‌انرژی به اکسیژن صورت می‌گیرد. در این صورت احتمال ایجاد رادیکال آزاد از اکسیژن که یون‌هایی با الکترون‌های اضافی جفت نشده می‌باشند زیاد می‌شود.

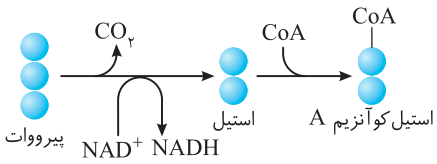
◀ تولید $NADH$ از NAD^+ یا برعکس که به ترتیب در گزینهٔ (۱) و (۳) رخ می‌دهد در ایجاد یونی با الکترون اضافی نقشی ندارد و رادیکال آزاد ایجاد نمی‌کند.

◀ در مورد نادرستی گزینهٔ (۴) دقت کنید که این دو ماده مانع رسیدن الکترون‌ها **به اکسیژن** می‌شوند و خودبه‌خود واکنش بعدی یعنی بین یون اکسید و پروتون‌ها نیز برای تولید آب برقرار نمی‌شود.

۱۲ **۲** (B) دود سیگار و خودروها منبع تولید **مونواکسید کربن** می‌باشد. این ماده قدرت اتصال به گروه هم در جایگاه اتصال O_2 دارد و مقدار O_2 موجود در اتصال با گویچهٔ قرمز را کاهش می‌دهد ولی در مقدار ۳٪ اکسیژن محلول در پلاسما بی‌تأثیر است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): سیانیدها **همانند** مونواکسید کربن می‌توانند واکنش انتقال الکترون به O_2 را در تنفس هوازی متوقف کنند و از ایجاد O^{2-} جلوگیری می‌کنند در این صورت تولید آب نیز دچار اختلال می‌شود. / گزینهٔ (۳): وقتی CO (*مونواکسید کربن*) در خون زیاد شود، مانع اتصال O_2 کافی به هموگلوبین می‌شود. این موضوع سبب کاهش ظرفیت O_2 خون شده و با کاهش مقدار تنفس هوازی، تولید ATP و CO_2 نیز کاهش می‌یابد. / گزینهٔ (۴): مونواکسید کربن و O_2، محل اتصال **یکسان و مشترکی** در گروه‌های هم موجود در هموگلوبین دارند با این تفاوت که مونواکسید کربن اتصال پایدار ولی O_2 اتصال برگشت‌پذیر دارد. (*هموگلوبین در ساختار دوم خود حاوی رشته‌های مارپیچی می‌شود.*)

۱۳ **۴** (B) تولید CO_2 به همراه **تولید** $NADH$ مخصوص مرحلهٔ تبدیل پیرووات به استیل در تنفس هوازی می‌باشد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۳)). برای تبدیل پیرووات به استیل دو واکنش صورت می‌گیرد اولی آزاد شدن CO_2 به همراه تولید $NADH$ و بنیان استیل. در واکنش بعد، ترکیب بنیان استیل با کوآنزیم A صورت گرفته و استیل کوآنزیم A ساخته می‌شود. پس از تولید استیل کوآنزیم A، گروه استیل برای اکسایش به واکنش‌های چرخهٔ کربس وارد می‌شوند.



A ۱۴ ۲ منظور سؤال عواملی هستند که سبب ایجاد شیب غلظت H^+، بین فضای بین دو غشای راکیزه با بسترهٔ این اندامک می‌شوند. می‌دانید که این شیب غلظت و فعالیت پمپ‌های پروتونی در اثر انرژی‌گیری از $NADH$ و $FADH_2$ به دست می‌آید. این دو ماده هم در واکنش‌های قندکافت (*با تولید $NADH$*)، هم در اکسایش پیروووات و تبدیل به استیل کوآنزیم A (*با تولید $NADH$*) و هم در چرخهٔ کربس با اکسایش استیل (*برای تولید $NADH$ و $FADH_2$*) رخ می‌دهد. ولی گزینهٔ (۲) دربارهٔ دوباره‌سازی NAD^+ در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است که مربوط به تخمیر می‌باشد و ربطی به زنجیرهٔ انتقال الکترون ندارد.

B ۱۵ ۳ اکسایش $FADH_2$ در زنجیرهٔ انتقال الکترون، توسط پروتئینی در مرحلهٔ دوم تنفس هوازی صورت می‌گیرد که در بین دو پمپ پروتونی اول و دوم قرار دارد. این واکنش قسمت انتهایی بخش هوازی تنفس می‌باشد. لازم به یادآوری است که هر نوع تنفس یاخته‌ای، دو مرحله دارد. مرحلهٔ اول قندکافت بوده ولی مرحلهٔ دوم تخمیر یا بخش هوازی تنفس می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت کنید که تشکیل استیل کوآنزیم A طی اکسایش پیروووات درون **راکیزه** انجام می‌شود ولی گویچهٔ قرمز انسانی فاقد راکیزه، هسته و تنفس هوازی می‌باشد. / گزینهٔ (۲): اکسایش $NADH$ و تولید NAD^+ در مرحلهٔ دوم تخمیر و مرحلهٔ دوم تنفس هوازی دیده می‌شود. مرحلهٔ اول تخمیر که همان واکنش‌های قندکافت است، با تولید $NADH$ می‌باشد. / گزینهٔ (۴): دقت کنید که یاختهٔ ماهیچه‌ای اسکلتی توانایی انجام دو نوع تنفس بی‌هوازی (*تخمیر لاکتیکی*) و هوازی دارد که در تخمیر لاکتیکی کاهش پیروووات دیده می‌شود ولی اکسایش پیروووات در تنفس هوازی آن رخ می‌دهد.

B ۱۶ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) به نادرستی تکمیل می‌کنند. ماهیچه توأم نوعی ماهیچه **اسکلتی** است که یاخته‌های چندهسته‌ای رشته‌ای شکل دارد. این ماهیچه با انقباض خود در برگرداندن خون سیاهرگ‌ها به دهلیز **راست** نقش دارد (نادرستی ب). ماهیچه‌های اسکلتی در هنگام ورزش فقط **تا چند دقیقه** قدرت تجزیه **هوازی** گلوکز و تولید $FADH_2$ دارند (نادرستی ج). این ماهیچه‌ها در شرایط کمبود O_2 به تخمیر لاکتیکی می‌پردازند که تجمع لاکتات سه‌کربنی سبب درد در ماهیچه می‌شود. این ماده شکل کاهش یافته پیروووات می‌باشد، پس عدد اکسایش کربن آن کمتر از پیروووات است (درستی د) ولی پس از ورزش با تجزیه **تدریجی** لاکتیک‌اسید، درد کاهش می‌یابد (*فصل ۳ یازدهم*) (نادرستی الف).

B ۱۷ ۳ بالا بودن میزان بی‌کربنات خون، نشان دهنده فعالیت زیاد کربنیک‌انیدراز گویچه‌های قرمز در ترکیب CO_2 با آب بوده است. این حالت در هنگامی که مقدار CO_2 خون بالاست و در اثر تنفس هوازی رخ می‌دهد. در این حالت مقدار تولید ATP اکسایشی در زنجیرهٔ انتقال الکترون، تولید استیل کوآنزیم A، $FADH_2$ و یون H^+ (*در اثر تجزیه اسید کربنیک*) بالا رفته است. در این حالت واکنش‌ها به سمت تخمیر لاکتیکی که پیروووات به ماده سه‌کربنی دیگری تبدیل می‌شود، نرفته‌اند **چون در تخمیر لاکتیکی تولید CO_2 و ازدیاد بی‌کربنات خون وجود ندارد.** (*در ضمن مقدار تولید CO_2 در تنفس هوازی سه برابر تخمیر الکلی می‌باشد.*)

C ۱۸ ۳ CO_2 و ATP محصولات مشترک تنفس هوازی و تخمیر الکلی می‌باشند که ATP در انتقال فعال مواد و CO_2 در ساخت مواد آلی فتوسنتزی نقش دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ATP محصول مشترک هر نوع تنفس یاخته‌ای می‌باشد که **اغلب** واکنش‌های انرژی‌خواه یاخته به مصرف آن متکی می‌باشد ولی برخی واکنش‌ها مثل انتقال فعال پروتون از پمپ‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و سبزدیسه بدون صرف ATP، انرژی می‌گیرد (*در حقیقت ATP، رایج‌ترین منبع انرژی یاخته است نه تنها منبع!*). / گزینهٔ (۲): ATP محصول مشترک تنفس هوازی و تخمیر لاکتیکی می‌باشد که به عمل کربنیک‌انیدراز و اشباع هموگلوبین ربطی ندارد. / گزینهٔ (۴): محصول مشترک این دو تخمیر، ATP است ولی فرآورده‌های شیری و خیارشور فقط در اثر واکنش‌های تخمیری لاکتیکی ایجاد می‌شوند!

C ۱۹ ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند.

هر یاخته ماهیچه اسکلتی، هم می‌تواند تنفس هوازی و هم می‌تواند تخمیر لاکتیکی داشته باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. هر یاخته ماهیچه اسکلتی، چندهسته‌ای می‌باشد که هر هسته آن دیپلوئید بوده و دو ژن برای ساخت یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی خاص دارد. پس در یک یاخته برحسب تعداد هسته، تعداد زیادی ژن وجود دارد. / ب) نادرست است. پمپ‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون فقط در تنفس هوازی وجود دارد ولی در تخمیر لاکتیکی آن‌ها انجام نمی‌شود. / ج) درست است. مرحلهٔ بی‌هوازی تنفس، همان قندکافت می‌باشد که در مرحلهٔ اول هر نوع تنفس یاخته‌ای ایجاد می‌شود و بازده آن دو ATP در سطح پیش‌ماده است. / د) درست است. دوباره‌سازی NAD^+ در تخمیر لاکتیکی و تنفس هوازی به ترتیب در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و غشای درونی راکیزه انجام می‌شود.

B ۲۰ ۴ لاکتیک‌اسید حاصل از تخمیر لاکتیکی، سبب ترش شدن شیر شده که در تولید خیارشور هم کاربرد دارد. از طرفی عاملی که سبب ورآمدن خمیر نان می‌شود، CO_2 حاصل از تبدیل پیروووات به اتانال در تخمیر الکلی مخمر نان می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. CO_2 در تخمیر لاکتیکی یاخته ماهیچه‌ای ایجاد نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هم لاکتات به لاکتیک‌اسید می‌تواند تبدیل شود و هم CO_2 در اثر ترکیب با آب، توسط آنزیم کربنیک‌انیدراز می‌تواند به اسید کربنیک تبدیل شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. CO_2 و تخمیر الکلی در تولید خیارشور نقشی ندارد. / گزینهٔ (۴): درست است. تولید لاکتات از پیروووات هم‌زمان با دوباره‌سازی NAD^+ بوده است ولی تولید CO_2 که در اثر تبدیل پیروووات به اتانال ایجاد می‌شود با تولید NAD^+ همراه نیست و پیش از واکنش تولید این ماده رخ می‌دهد.

پاسخ آزمون برگزیدهٔ سؤالات سراسری

B ۱ ۲ در فعالیت ماهیچهٔ دوسر ران اگر تولید لاکتیک‌اسید کم شود، یعنی O_2 کافی به بدن رسیده است و در ماهیچه به جای تخمیر لاکتیکی، واکنش‌های تنفس هوازی زیاد شده است و بی‌کربنات خون با تولید CO_2 بالا، زیاد می‌شود. (*دقت کنید که تنفس هوازی برخلاف بی‌هوازی فعالیت کربنیک انیدراز و بی‌کربنات خون را بالا می‌برد.*)

C ۲ ۱ فقط مورد (ب) نادرست است.

- مولکول‌های گلوکز در انسان می‌توانند در یاخته‌های **کبدی و ماهیچه‌ای** (*مثل ریضرآلم*) به صورت بسپاره گلیکوژن درآیند و ذخیره شوند (درستی الف).
- تخمیر لاکتیکی فقط در یاخته‌های ماهیچه اسکلتی به صورت تنفس بی‌هوازی صورت می‌گیرد، نه در یاخته‌های غضروفی (نادرستی ب).
- در همهٔ یاخته‌های بدن از جمله یاخته پوششی روده انسان، تنفس هوازی به همراه تولید CO_2 و H_2O و مقدار زیادی ATP وجود دارد (درستی ج).
- در همهٔ یاخته‌های بدن، قندکافت و تولید ترکیب شش‌کربنه دوفسفاته در مرحلهٔ اول واکنش صورت می‌گیرد (درستی د).

A ۳ ۴ انتقال H^+ از فضای بین دو غشای راکیزه به بخش درونی آن، در اثر عمل کانال پروتونی ATPساز رخ می‌دهد. در صورت ممانعت از عمل این کانال، انرژی لازم برای ساخت ATP اکسایشی فراهم نمی‌شود.

C ۴ ۱ فقط مورد (د) درست است.

دور تا دور تارچه‌های ماهیچه‌ها را شبکهٔ آندوپلاسمی پرکلسیم فرا گرفته است که مقداری Ca^{2+} در خود ذخیره دارد. طی هر نوع انقباض در ماهیچه، با تحریک عصبی مقداری Ca^{2+} را به داخل تارچه‌ها وارد می‌کند (درستی د).

تله‌های تستی الف) انقباضی از ماهیچه‌های اسکلتی که سبب تغییر در قطر ماهیچه شود، در عبور خون سیاهرگی مؤثر می‌باشند. / ب) دقت کنید که اولاً راکیزه‌های ماهیچه، درون سیتوپلاسم یاخته ماهیچه‌ای قرار دارد نه داخل تارچه‌ها که جایگاه قرارگیری پروتئین‌های انقباضی می‌باشند و ثانیاً در برخی موارد ضمن کمبود O_2، یاخته‌های ماهیچه‌ای تنفس بی‌هوازی به صورت تخمیر لاکتیکی انجام می‌دهند. در تخمیر، تشکیل $FADH_2$ که طی چرخهٔ کربس دیده می‌شود، صورت نمی‌گیرد. / ج) الکترون‌گیری پیرووات‌ها توسط مولکول $NADH$، طی تنفس بی‌هوازی لاکتیکی انجام می‌گیرد. دقت کنید یاخته‌های ماهیچه‌ای انسان، فقط در ورزش شدید و یا در شرایط کاهش اکسیژن به سمت واکنش‌های بی‌هوازی می‌روند.

B ۵ ۴ باکتری‌هایی که تنفس هوازی یا تخمیر الکلی دارند توانایی آزاد کردن CO_2 دارند که همهٔ آن‌ها در واکنش‌های مرحلهٔ اول قندکافت، با مصرف دو مولکول ATP، مولکول قندی دوفسفاته به همراه ADP ایجاد می‌کنند.

گزینهٔ (۱) فقط در مورد تخمیر الکلی، گزینهٔ (۲) و (۳) فقط در مورد تنفس هوازی صادق می‌باشد.

B ۶ ۳ **باز هم قندکافت!!! عشق طراحان کنکور!!!**

سؤال در مورد تخمیر لاکتیکی می‌باشد که پیرووات سه‌کربنه توسط $NADH$ پرانرژی الکترون می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

در واکنش‌های تخمیر لاکتیکی CO_2 **آزاد نمی‌شود** (نادرستی گزینهٔ (۱)) ولی تولید ATP به عنوان مولکول پرانرژی سه‌فسفاته در مرحلهٔ آخر قندکافت صورت می‌گیرد.

گزینهٔ (۴) نیز صحبت از چرخهٔ کربس یا تنفس هوازی کرده است که در مورد سؤال که تخمیر لاکتیکی است نادرست است.

C ۷ ۱ تست در مورد یاختهٔ زنده‌ای صحبت می‌کند که در غشای خود رنگیزه جذب نور ندارد. این سؤال را اگر دقت کنید طیف وسیعی از هر یاختهٔ زندهٔ مصرف‌کنندهٔ طبیعت اعم از باکتری تا انسان را می‌تواند دربر بگیرد. پس باید دنبال گزینهٔ بسیار کلی در مورد جانداران بگردید.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن ویژه گلیکولیز و تنفس بی‌هوازی است که در هر سلول زنده‌ای توانایی آن وجود ندارد. درگلیکولیز ترکیبات سه‌کربنه یک‌فسفاته و دوفسفاته ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. تولید ATP می‌تواند علاوه بر تنفس هوازی در زنجیرهٔ انتقال الکترون، در سطح پیش‌ماده نیز مثلاً در گلیکولیز صورت بگیرد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. این واکنش مربوط به فتوسنتزکننده‌ها است ولی در انسان به‌طور مثال رخ نمی‌دهد.

توجه طبق معمول هر سال باید دقت کنید که وقتی سؤالی به این وسعت جانداران طبیعت می‌دهند باید یاد گلیکولیز و تنفس یاخته‌ای بیفتید که در هر یاختهٔ زنده‌ای رخ می‌دهد.

گزینهٔ (۴) مراحل بعد از گلیکولیز را معرفی می‌کند که یاخته را به سمت تخمیر الکلی یا لاکتیکی می‌برد ولی ممکن است یاخته وارد تنفس هوازی و اکسایش پیرووات نیز برود که در گزینه ذکر نشده است.

C ۸ ۲ عبارت اول و آخر صحیح است.

تله‌های تستی عبارت اول: درست است. برخی مواد در اثر انتشار و **انرژی جنبشی** خود (*نه‌زیستی یاخته‌ا*) مولکول از فسفولیپید غشا می‌گذرند. / عبارت دوم: نادرست است. عبور مواد در خلاف جهت شیب غلظت انتقال فعال و با **صرف انرژی زیستی** می‌باشد. / عبارت سوم: نادرست است. در انتشار و جهت شیب غلظت **انرژی زیستی** برخلاف انرژی جنبشی مصرف نمی‌شود. / عبارت چهارم: درست است. در خلاف جهت شیب غلظت انرژی زیستی مصرف می‌شود ولی پمپ برخلاف کانال وجود دارد.

C ۹ ۱ فقط عبارت (ج) صحیح است.

توانایی هیدرولیز گلیکوژن در یاخته‌های **کبدی و ماهیچه‌ای** رخ می‌دهد، این سؤال ویژگی مشترک این دو نوع یاخته را می‌خواهد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. سیاهرگ باب که رگی پر از غذا می‌باشد و از راه روده، مواد پر گلوکز و غذا را منتقل می‌کند، می‌تواند گلوکز به کبد برساند ولی این رگ حاوی خون **تیره** می‌باشد. / ب) نادرست است. بافت هدف **گلوکاگون**، فقط **کبد** می‌باشد تا سبب تسریع در هیدرولیز گلیکوژن و بالا بردن قند خون شود تا انرژی در دسترس یاخته‌ها زیاد شود. / ج) **درست** است. نخستین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای، قندکافت است که در هر یاخته‌ای رخ می‌دهد. در مرحلهٔ آخر قندکافت ATP پیش‌ماده‌ای تولید می‌شود. / د) نادرست است. انتقال الکترون‌های $NADH$ به یک پذیرنده آلی، مخصوص تخمیر می‌باشد که در کبد برخلاف ماهیچه اسکلتی رخ نمی‌دهد.

C ۱۰ ۴ **لوله‌های اسپرم‌ساز و اپیدیدیم** حاوی مجاری **پرپیچ و خمی** در دستگاه تناسلی مردان می‌باشد. این یاخته‌ها مانند هر یاخته فعال دیگری، در مرحلهٔ دوم تنفس یا بخش هوازی آن قدرت تولید ATP اکسایشی با اتصال فسفات به ADP دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تقسیم میوز و تولید یاخته هاپلوئید فقط ویژه یاخته‌های میوز دهنده یا اسپرماتوسیت‌های اولیه در لوله‌های اسپرم‌ساز می‌باشد. (*در اپیدیدیم، فقط اسپرم‌ها متحرک می‌شوند.*) / گزینهٔ (۲): اپیدیدیم در خارج بیضه‌ها قرار دارند و در مجاور یاخته‌های بینابین لوله‌های اسپرم‌ساز که مسئول تولید هورمون جنسی هستند، قرار ندارند. / گزینهٔ (۳): مرحلهٔ اول تنفسی، قندکافت یا گلیکولیز می‌باشد که فقط از یک نوع گیرنده الکترونی NAD^+ استفاده می‌کند.

C ۱۱ ۴ هر دو یاختهٔ مورد نظر سؤال، فقط توانایی تنفس هوازی دارند که در مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای که قندکافت می‌باشد، همواره برای تولید بنیان پیرووات (*بنیان اسید پیرویک*)، از گیرنده الکترونی NAD^+ استفاده می‌شود تا در نهایت پیرواتی تولید شود که فاقد فسفات نیز می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مرحلهٔ دوم تنفس این یاخته‌ها، بخش هوازی می‌باشد. در هر یاختهٔ دارای تنفس هوازی، در مرحلهٔ تبدیل پیرووات به استیل، یک مولکول NAD^+ مصرف و $NADH$ تولید می‌شود. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای که همان قندکافت می‌باشد، CO_2 تولید نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): در چرخهٔ کربس برای اکسایش استیل در هر یاخته‌ای که تنفس هوازی دارد، ATP ، $NADH$ ، $FADH_2$ و CO_2 تولید می‌شود.

B ۱۲ ۳ در سؤال دقت کنید که از عوامل درون زنجیرهٔ انتقال الکترون صحبت کرده است که همگی در انتقال الکترون‌های $NADH$ یا $FADH_2$ مشترک هستند (*البته پمپ اول فقط الکترون $NADH$ را عبور می‌دهد*). این عوامل با انرژی‌گیری از الکترون‌ها، زمینه را برای انتقال فعال H^+ از بستره راکیزه به فضای بین دو غشای راکیزه فراهم می‌کنند.

◀ گزینهٔ (۱) فقط در کانال H^+ رخ می‌دهد که این کانال عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.

◀ گزینه‌های (۲) و (۴) در مورد پروتئین‌های قرار گرفته بین پمپ‌های پروتونی نادرست می‌باشند (*این پروتئین‌ها فقط الکترون عبور می‌دهند که اولی آب‌دوست و دومی آب‌گریز است*).

C ۱۳ ۱ فقط عبارت (الف) صحیح است. منظور سؤال یاخته‌های **کبدی و ماهیچه‌ای** است که گلیکوژن ذخیره‌ای دارند ولی در موقع نیاز آن را تجزیه می‌کنند. البته دقت کنید که در محیط روده نیز گلیکوژن غذا تجزیه می‌شود ولی سؤال در مورد، **درون یاخته** است.

تله‌های تستی الف) درست است. تجزیهٔ گلوکز با فرایند گلیکولیز آغاز می‌شود که محل انجام آن در هر یاخته‌ای مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است. / ب) نادرست است. یاخته‌های ماهیچه‌های اسکلتی تقسیم نمی‌شوند و در G_0 هستند، پس تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای در آن‌ها در نقاط وارسی اصلی صورت نمی‌گیرد. / ج) نادرست است. کبد قدرت تولید هورمون اریتروپویتین و تجزیه و ذخیرهٔ گلیکوژن دارد. / د) نادرست است. کبد، خون را از مویرگ‌های منشعب شده سیاهرگ باب هم دریافت می‌کند.

B ۱۴ ۴ در زنجیرهٔ انتقال الکترون و کانال پروتونی مرتبط با آن، علاوه بر پمپ‌ها و کانال عبوری H^+ ، تعدادی پروتئین آب‌دوست و آب‌گریز وجود دارند که وظیفهٔ آن‌ها فقط عبور الکترون می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بدیهی است که پمپ‌ها به جای ATP از الکترون عبوری انرژی می‌گیرند. / گزینهٔ (۲): برای تشکیل آب، دو مرحله مورد نیاز است، یکی رسیدن الکترون‌ها به اکسیژن و تولید یون اکسید و در ادامه ترکیب یون اکسید با پروتون‌ها و ایجاد آب در بسترهٔ راکیزه. / گزینهٔ (۳): پروتون‌ها طی مرحلهٔ زنجیرهٔ انتقال الکترون و کانال، فقط از مجموعهٔ آنزیمی با نقش کانالی عبور می‌کنند که این مجموعه در غشای درونی راکیزه وجود دارد و پروتون‌ها را وارد بسترهٔ راکیزه می‌کند.

B ۱۵ ۲ سؤال در مورد مقصد پیرووات‌ها می‌باشد. از آنجایی که یاختهٔ پوششی مری، فقط توانایی تنفس هوازی دارد، پس این پیرووات‌ها پس از ورود فعال به راکیزه، ابتدا طی اکسایش، CO_2 از دست می‌دهند و $NADH$ تولید می‌کنند و سپس، مادهٔ دوکربنی استیل، با کوآنزیم A واکنش می‌دهد و استیل‌کوآنزیم A می‌سازد.

C ۱۶ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است.

سیانیدها، واکنش‌های مرحلهٔ آخر زنجیرهٔ انتقال الکترون در پمپ سوم را مختل کرده و مانع انتقال الکترون به اکسیژن می‌شود که در پی آن آب در راکیزه تولید نمی‌شود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تجزیهٔ $NADH$ در پمپ اول رخ می‌دهد ولی سیانید بر انتهای زنجیره اثر می‌گذارد. / ج) نادرست است. آنزیم ATPساز همان کانال پروتونی در غشای درونی راکیزه است (*نه خارجی*). / د) نادرست است. اولاً که پمپ شدن پروتون‌ها از فضای درونی یا بسترهٔ به فضای بین دو غشای راکیزه رخ می‌دهد و ثانیاً سیانید روی این واکنش‌ها اثری ندارد.

B ۱۷ ۱ دقت کنید که منظور سؤال مرحلهٔ قندکافت تا رسیدن به فقط **هر**مادهٔ اسیدی سه‌کربنی دوفسفاته می‌باشد (*یکی از آن‌ها*) چون این ماده، ماهیت غیرقندی داشته و سه‌کربنی دوفسفاته می‌باشد. طی مراحل تولید این ماده هنوز تولید ATP و مصرف ADP صورت نگرفته است (*ATP در مرحلهٔ آخر قندکافت تولید می‌شود*).

◀ گزینهٔ (۱) صحیح است چون از شروع واکنش، با تجزیهٔ گلوکز، ابتدا دو مولکول ATP مصرف و دو تا ADP تولید می‌شود. در ادامه به ازای تولید هر اسید سه‌کربنی دوفسفاته، یک NAD^+ مصرف و یک $NADH$ و H^+ نیز تولید می‌شود.

C ۱۸ ۲ در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، انتقال الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ تا رسیدن به O_2 ، از پمپ دوم و سوم و دو پروتئین ناقل به‌طور مشترک عبور می‌کنند (*ولی پمپ اول فقط در انتقال الکترون‌های $NADH$ شرکت می‌کند*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در زنجیرهٔ انتقال الکترون، علاوه بر الکترون‌های حاملین الکترونی یعنی $FADH_2$ و $NADH$، در انتها از مولکول‌های O_2 نیز برای تولید آب استفاده می‌کند. / گزینهٔ (۳): تشکیل آب و ترکیب یون‌های اکسید و پروتون‌ها در فضای **درون** راکیزه رخ می‌دهد (*نه بین دو غشا*). / گزینهٔ (۴): اولاً که پمپ کردن مخصوص انتقال پروتون‌ها است (*نه الکترون‌ها*) و از طرفی پروتون‌ها از بخش درونی به فضای بین دو غشا پمپ زده می‌شوند.

B ۱۹ ۲ سؤالی بسیار زیبا! در گیاهان اگر تخمیر الکلی یا لاکتیکی رخ دهد، محصولات نهایی در اثر **تجمع** می‌توانند باعث مرگ یاخته‌ها شوند. در هر دو نوع تخمیر فوق، هم‌زمان با تولید محصولات نهایی یعنی **اتانول** و یا **لاکتیک اسید**، مولکول $NADH$ طی اکسایش مصرف می‌شود و بازسازی NAD^+ صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در تخمیر لاکتیکی برخلاف نوع الکلی، CO_2 تولید نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): در تخمیر الکلی، تولید NAD^+ همراه با تولید و مصرف مواد دوکربنی اتانول و اتانال می‌باشد. / گزینهٔ (۴): در قندکافت با تولید مادهٔ سه‌کربنی پیرووات، دو مولکول ADP مصرف می‌شود ولی برای تولید قند سه‌کربنی، فقط ماده شش‌کربنی ناپایدار از وسط می‌شکند. (*به ماهیت شیمیایی مواد به کار رفته در قندکافت در تست‌ها بسیار دقت کنید!*)

C ۲۰ ۲ موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. مولکول‌های حامل الکترون یعنی $NADH$ و $FADH_2$ در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم (*قندکافت*) و راکیزه تولید می‌شوند ولی در انتها این زنجیره از مولکول‌های اکسیژن هم برای تولید آب استفاده می‌کند، پس قید **فقط** در مورد آن غلط است. / ب) درست است. به‌جز اولین جزء زنجیره، باقی اجزای زنجیره الکترون‌های هر دو نوع حامل را جابه‌جا می‌کنند. / ج) نادرست است. دقت کنید یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌های بخش داخلی (*نه خارجی*) راکیزه تشکیل می‌شوند. / د) درست است. انرژی لازم برای انتقال فعال یون‌های هیدروژن به فضای بین دو غشای راکیزه، توسط حامل‌های الکترون تأمین می‌شود.

فصل ۶

از انرژی به ماده



پاسخ‌های تشریحی

درسنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل ششم از انرژی به ماده

پاسخ‌های تشریحی

A ۸۵۵ ـ ۱ **فتوسنتز** فرایندی است که میزان آن در گیاهان و سایر جاندارانی که از آب به عنوان منبع الکترون واکنش استفاده می‌کنند از روی مقدار CO_2 مصرفی یا O_2 تولید شده اندازه‌گیری می‌شود. **در فتوسنتز همواره از انرژی نور خورشید استفاده می‌شود** که توسط مولکول‌های رنگیزه جذب می‌شود و با تثبیت کربن موجود در CO_2 به تولید مواد آلی می‌پردازد.

تذکر: البته در مورد مصرف H_2S به عنوان منبع الکترون در گفتار ۳ صحبت مفصل می‌کنیم ولی چون در متن سؤال از اکسیژن تولید صحبت کرده است، پس قطعاً باید منبع الکترون، H_2O باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): وجود اندامکی مثل سبزدیسه که سامانهٔ تبدیل انرژی یا فتوسیستم در آن جای دارد مخصوص یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده مثل گیاهان و جلبک‌ها می‌باشد در حالی که پروکاریوت‌های فتوسنتزکننده فاقد این ویژگی هستند. / گزینهٔ (۳): در فتوسنتز برخلاف تنفس یاخته‌ای، مواد آلی تولید می‌شوند و انرژی نور خورشید در پیوندهای آن ذخیره می‌شود. تجزیهٔ انرژی ذخیره شده در مولکول‌های آلی هیدرات کربنی، ویژهٔ تنفس یاخته‌ای می‌باشد. / گزینهٔ (۴): وقتی در واکنش فتوسنتزی صحبت از اکسیژن تولید شده می‌شود، دقت کنید که منبع الکترون واکنش مولکول H_2O بوده است.

انواع سوخت‌وساز در جانداران

ایستگاه ۴۷

جاندار تولیدکننده	منبع انرژی	منبع الکترون	مثال	رنگیزه برای تولید مادهٔ آلی	اندامک	تولید O_2	نوع تنفس
فتوسنتزکننده یوکاریوتی	نور خورشید	آب	گیاهان + جلبک‌ها + برخی اوگلناها	دارند (سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها)	دارند	دارند	هوازی
پروکاریوت‌های فتوسنتزکننده: سیانوباکتری‌ها	نور خورشید	آب	سیانوباکتری‌ها	دارند (سبزینهٔ a دارند)	ندارند	دارند	هوازی + بی‌هوازی
پروکاریوت‌های فتوسنتزکننده: باکتری گوگردی	نور خورشید	H_2S	گوگردی سبز و ارغوانی	دارند (باکتریوکلروفیل)	ندارند	ندارند	بی‌هوازی
شیمیوسنتزکننده‌ها	مواد معدنی	مواد معدنی H_2S NH_3	برخی در چرخهٔ نیتروژن خاک فعال هستند (باکتری‌های نیترات‌ساز)	ندارند	ندارند	ندارند	اغلب هوازی

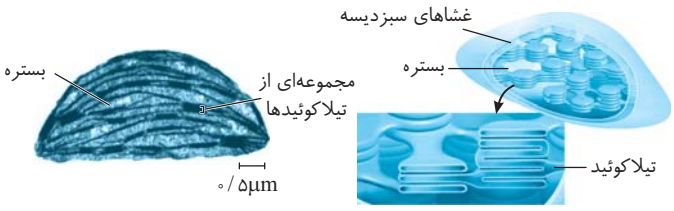
C ۸۵۶ ـ ۱ موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

وقتی از جانداران تولیدکنندهٔ مواد آلی از مواد معدنی صحبت می‌شود، منظور، هم فتوسنتزکننده‌ها و هم شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. باکتری‌های شیمیوسنتزکننده در اعماق اقیانوس‌ها یا اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب زندگی می‌کنند که در آن مناطق، نور وجود ندارد. در بین تولیدکننده‌ها، فقط فتوسنتزکننده‌ها از انرژی نور خورشید استفاده می‌کنند. / ب) درست است. هر جاندار تولیدکننده‌ای نیاز به مجموعه آنزیم یا سیستمی برای ذخیرهٔ انرژی دارد. / ج) نادرست است. در باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، منبع انرژی و الکترون می‌تواند نوعی مادهٔ معدنی یکسان مثلاً H_2S یا NH_3 باشد. / د) درست است. جانداران تولیدکننده، همواره برای تولید مواد آلی باید کربن موجود در مولکول CO_2 را تثبیت کرده و آن را در ساختار مولکول آلی قرار دهند.

C ۸۵۷ ـ ۲ سبزدیسه اندامکی در گیاهان و برخی آغازیان (جلبک‌ها و برخی اوگلناها) می‌باشد که وظیفهٔ فتوسنتز و ساخت مادهٔ آلی از مادهٔ معدنی را دارد.

◀ قبل از بررسی گزینه‌ها بهتر است ابتدا در ایستگاه زیر ساختار و ویژگی‌های سبزدیسه را دوره کنید!



ساختار سبزدیسه (کلروپلاست)

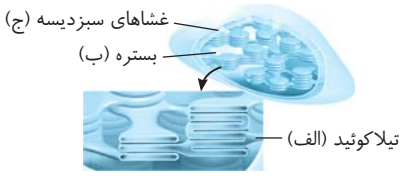
ایستگاه ۴۸

ساختار سبزدیسه	محل	وظیفه
غشای خارجی صاف	بین مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و فضای بین دو غشای اندامک است.	غشایی **صاف** از **دو لایهٔ** فسفولیپیدی برای عبور مواد می‌باشد.
غشای داخلی صاف	بین فضای بین دو غشای اندامک و بستره می‌باشد.	غشایی صاف از دو لایهٔ فسفولیپیدی برای عبور مواد می‌باشد.

ساختار سبزدیسه	محل	وظیفه
تیلاکوئیدها	به صورت کیسه‌های غشادار درون بسترهٔ سبزدیسه قرار دارد.	ساختارهایی تک‌غشایی از دو لایهٔ فسفولیپید بوده که کیسه‌مانند هستند و به هم متصلند. غشای آن محل قرارگیری فتوسیستم‌های (رمانند جذب انرژی) حاوی رنگیزه‌ها و زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد. فضای درون آن محل تجزیهٔ آب، تولید O_2 و تراکم زیاد H^+ می‌باشد. ◀ تیلاکوئید محل انجام واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتزی می‌باشد.
بستره	فاصلهٔ بین غشای داخلی سبزدیسه و غشای تیلاکوئید می‌باشد.	حاوی *DNA* ، *RNA* ، رناتن، عمل همانندسازی مستقل از هسته یاخته، رونویسی و ترجمه می‌باشد که برخی پروتئین‌های مورد نیاز خود را می‌سازد. ◀ بستره محل واکنش‌های قندسازی یا تثبیت کربن می‌باشد که مستقل از نور می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. مادهٔ ژنتیکی یا دنای سبزدیسه در بستره آن یعنی در فضای بین غشای تیلاکوئید و غشای داخلی سبزدیسه وجود دارد. / گزینهٔ (۲): درست است. تیلاکوئیدها در سبزدیسه به صورت مجموعه‌ای در اتصال به هم قرار دارند. در بین این مجموعه‌ها، بستره اندامک قرار دارد که حاوی رناتن برای پروتئین‌سازی می‌باشد ولی در فضای درون کیسه‌های تیلاکوئیدی، دنا، رنا، رناتن و پروتئین‌سازی وجود ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. فضای بین تیلاکوئید تا غشای درونی، همان فضای بستره است که حاوی *DNA* ، *RNA* و رناتن می‌باشد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. رونویسی، همانندسازی و ترجمه در بسترهٔ اندامک‌های سیتوپلاسمی راکیزه و سبزدیسه رخ می‌دهد ولی فضای بین دو غشای آن‌ها و فضای درون تیلاکوئیدها، فاقد رناتن، *RNA* و *DNA* می‌باشد. از طرفی دقت کنید که غشای داخلی سبزدیسه‌ها برخلاف راکیزه، چین‌خوردگی ندارد.

B ۸۵۸ ۴ بسترهٔ سبزدیسه و راکیزه حاوی *DNA* حلقوی، رناتن مخصوص، دنابسپاراز، رنابسپاراز و هلیکاز می‌باشد. قسمت (الف) بیانگر تیلاکوئیدها بوده که در غشای خود رنگیزه‌های مخصوص برای جذب نور خورشید دارند. (ب) معرف بسترهٔ سبزدیسه می‌باشد و (ج) دو غشای صاف سبزدیسه می‌باشند. یک ماده (مثلاً *CO*) برای انتقال از بستره به مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم که محل واکنش‌های قندکافت می‌باشد باید از دو غشای صاف سبزدیسه عبور کند. هر غشا نیز دو لایهٔ فسفولیپیدی دارد که مجموعاً ۴ لایهٔ فسفولیپیدی می‌شود.



درسنامه درختی ۸۵ ساختار سبزدیسه

همانند راکیزه، هسته و سایر پلاست‌ها اندامکی دوغشایی می‌باشد.
در پروکاریوت‌ها وجود ندارد ← ویژهٔ گیاهان و برخی آغازیان می‌باشد.

ساختار
- غشای بیرونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
- غشای درونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
- بستره ← محل دنای حلقوی، رنا، رناتن، واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز و تنفس نوری می‌باشد.
- تیلاکوئید
  - محل واکنش‌های وابسته به نور می‌باشد. (طول آن از ۰/۵ میکرومتر بیشتر است.)
  - ساختارهای غشایی و کیسه‌مانند و به هم متصل می‌باشند.
- دنا، رنا، رناتن دارد ← مانند راکیزه **بعضی** پروتئین‌های مورد نیاز خود را می‌سازد.

۳ فضا دارد
- فضای بین غشای بیرونی و درونی ← در فتوسنتز نقشی ندارد.
- بستره ← بین تیلاکوئید و غشای درونی است ← محل واکنش‌های
  - مستقل از نور است.
  - شروع تنفس نوری است.
- فضای درون تیلاکوئید ← محل تجمع پروتون‌ها و تجزیهٔ نوری آب می‌باشد ← فاقد دنا، رنا و رناتن می‌باشد.

تقسیم
- هم مستقل از تقسیم یاخته به صورت تقسیم دو نیم شدن است.
- هم همراه با یاخته به صورت تقسیم دو نیم شدن است.



B ۸۵۹ ـ ۱ رایج‌ترین بافت زمینه‌ای در یک گیاه نهان‌دانه، بافت **پارانشیم** می‌باشد. این یاخته‌ها توانایی تقسیم را دارند.

نکته
اتیلن می‌تواند تقسیم گروهی از یاخته‌های پارانشیمی را در هنگام زخم بافتی افزایش دهد.

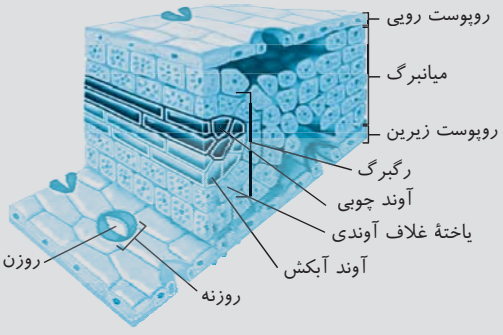
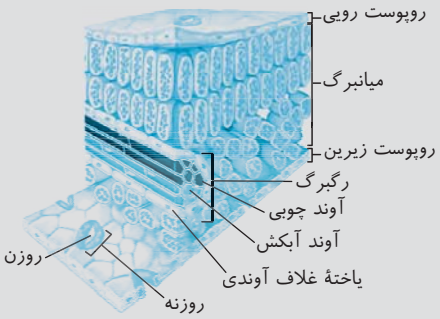
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): اصلی‌ترین یاخته‌های بافت آوندی، یاخته‌های آوند چوبی و آبکش هستند. تنها آوندهای آبکش می‌توانند شیره گیاهی را در همه جهات جابه‌جا کنند چون آوند چوبی، شیرهٔ خام را فقط به سوی بالا می‌برد. / گزینهٔ (۳): مستحکم‌ترین یاخته‌های بافت زمینه‌ای، یاخته‌های **اسکلرانشیمی** هستند. دقت داشته باشید دیواره‌ای با رسوبات لیگنین در اشکال متفاوت مربوط به یاخته‌های آوند چوبی است! / گزینهٔ (۴): فراوان‌ترین یاخته‌های بافت پوششی یاخته‌های **تمایز نیافته** روپوستی هستند. دقت کنید این یاخته‌ها فاقد سبزدیسه و توانایی فتوسنتز می‌باشند!

B ۸۶۰ ـ ۳ **برگ** مناسب‌ترین ساختار فتوسنتزی در اکثر گیاهان می‌باشد که تعداد فراوانی سبزدیسه برای فتوسنتز دارد (*البته برگ، ریشه، ساقه و آوند در برخی گیاهان ابتدایی مثل خزه‌گیان وجود ندارد*).

نکته
کامبیوم، ساختاری از بافت مریستمی است که در **ریشهٔ ساقهٔ دولپه‌ای‌ها** دیده می‌شود **ولی در برگ‌ها بین روپوست و دستجات آوندی را میانبرگ پر کرده است.**

ساختار برگ نهاندانگان

ایستگاه ۴۹

نوع گیاه / ساختار	برگ تک‌لپه‌ای‌ها	برگ دولپه‌ای‌ها
سامانهٔ بافتی	پوششی (*روپوستی*)، زمینه‌ای و آوندی دارد.	پوششی (*روپوستی*)، زمینه‌ای و آوندی دارند.
سامانهٔ روپوستی	روپوست فوقانی و تحتانی دارد. روپوست تحتانی روزنه و یاختهٔ نگهبان سبزدیسه‌دار بیشتری از روپوست فوقانی دارد.	روپوست فوقانی فاقد روزنه و تحتانی روزنه‌دار با یاختهٔ نگهبان دارد. روزنه‌های هوایی و یاخته‌های نگهبان در روپوست تحتانی در مجاور میانبرگ اسفنجی قرار دارد.
سامانهٔ زمینه‌ای (*میانبرگ*)	◀ فقط یاخته‌های میانبرگ پارانشیمی اسفنجی سبزدیسه‌دار دارد. ◀ فاقد میانبرگ نرده‌ای می‌باشد.	یاخته‌های میانبرگ پارانشیمی فتوسنتزکننده آن‌ها، مجاور روپوست فوقانی به صورت چند لایه نرده‌ای به هم فشرده قرار دارد ولی در مجاورت روپوست تحتانی به صورت چند لایه اسفنجی با فاصله و با ضخامت کمتر می‌باشد.
سامانهٔ آوندی (*رگبرگ*)	آوندهای چوبی به سمت روپوست فوقانی و آوندهای آبکش به سمت روپوست تحتانی می‌باشد. ◀ دور آوندها غلاف آوندی سبزدیسه‌دار وجود دارد.	آوندهای چوبی به سمت روپوست فوقانی و آوندهای آبکش به سمت روپوست تحتانی می‌باشند. ◀ دور آوندهای آن‌ها، معمولاً غلاف آوندی **فاقد** سبزدیسه وجود دارد.
شکل		
ویژگی	فاقد پهنک و دمبرگ می‌باشد.	دارای پهنک و دمبرگ می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برگ حاوی یاخته‌های پارانشیمی و مقداری کلانشیمی دارای سبزدیسه می‌باشد که درون سبزدیسه‌ها، کیسه‌های غشایی به نام تیلاکوئید وجود دارد. / گزینهٔ (۲): برگ نهاندانگان دولپه‌ای‌ها برخلاف تک‌لپه‌ای‌ها واجد پهنک و دمبرگ می‌باشد و از طرفی از کتاب یازدهم به یاد دارید که دانهٔ رسیده دولپه‌ای‌ها (*حبوبات*) فاقد آندوسپرم‌های ذخیره‌ای بوده و بیشتر حجم دانه آن‌ها را لپه‌ها پر کرده است. / گزینهٔ (۴): در اطراف آوندهای چوبی و آبکش برگ نهاندانگان، یک لایه فشرده غلاف آوندی وجود دارد که در تک‌لپه‌ای‌ها پر از سبزدیسه بوده ولی در دولپه‌ای‌ها معمولاً غلاف آوندی آن‌ها سبزدیسه ندارد و قدرت فتوسنتز نیز در این یاخته‌ها دیده نمی‌شود.

A ۸۶۱ ـ ۱ فقط مورد (الف) مشترک نیست. *DNA* خطی که دارای سرهای آزاد فسفات‌دار و *OH*دار می‌باشد در هستهٔ یوکاریوت‌ها دیده می‌شود ولی *DNA* حلقوی که سر آزاد ندارد در سیتوپلاسم پروکاریوت‌ها، بسترهٔ راکیزه و سبزدیسه وجود دارد.

◀ آنزیم‌های مورد نیاز برای همانندسازی و رونویسی و انواع مختلف *RNA* در هسته، راکیزه و سبزدیسه که اندامک‌های دوغشایی می‌باشند وجود دارد.

B ۸۶۲ ۱ با توجه به شکل کتاب درسی، غلاف آوندی که دور آوندهای برگ قرار گرفته است، در دولپه‌ای‌ها برخلاف تک‌لپه‌ای‌ها فاقد سبزدیسه و قدرت فتوسنتز می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): یاخته‌های آوند چوبی برگ در بین دو روپوست رویی و زیرین قرار دارند و مرده‌اند. این یاخته‌ها فاقد فعالیت زیستی می‌باشند و فقط وظیفهٔ هدایت آب و مواد معدنی (*شیره خام*) را بر عهده دارد. / گزینهٔ (۳): یاخته‌های تراکئیدی و عناصر آوندی که ویژه آوندهای چوبی می‌باشند در برگ دولپه‌ای‌ها و تک‌لپه‌ای‌ها به سمت روپوست بالایی می‌باشد. در دولپه‌ای‌ها در مجاورت روپوست بالایی، یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای ولی در تک‌لپه‌ای‌ها پارانشیم اسفنجی وجود دارد. / گزینهٔ (۴): تعداد روزنه در روپوست زیرین تک‌لپه‌ای‌ها از روپوست بالایی بیشتر است و تعرق بیشتری انجام می‌دهد.

درسنامه درختی ۸۶ فرمول فتوسنتز و ساختار برگ

کلیات

- تبدیل انرژی نوری به انرژی شیمیایی است ← منبع انرژی واکنش آن، **نور** می‌باشد.
- طی فرایند فتوسنتز در **گیاهان**، CO_2 با استفاده از انرژی نور خورشید به مادهٔ آلی تبدیل شده و **اکسیژن** نیز تولید می‌شود.
- براساس تعیین میزان کربن دی‌اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، میزان فتوسنتز در گیاهان را اندازه می‌گیرند.
- فرمول فتوسنتز در گیاهان ← $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- انواعی از جانداران وجود دارند که فتوسنتز می‌کنند:
  - در گیاهان به‌جز **انگل‌هایی** مثل سس و گل جالیز فتوسنتز صورت می‌گیرد.
  - **جلبک‌ها** و برخی دیگر آغازیان مثل **اوگلنا** فتوسنتز می‌کنند.
  - **برخی** باکتری‌ها فتوسنتز می‌کنند ← سیانوباکتری‌ها و باکتری‌های گوگردی از آن‌ها هستند.
  - **هر** یاختهٔ فتوسنتزکننده باید رنگیزهٔ جذب نور و دنای **حلقوی** داشته باشد.
  - **هر** یاختهٔ فتوسنتزکننده باید سامانه‌ای برای تبدیل انرژی نوری به شیمیایی داشته باشد.

سبزینه

- **فاقد** کامبیوم و رشد قطری می‌باشد ← واجد سه سامانهٔ پوششی، زمینه‌ای و آوندی می‌باشد.
- مناسب‌ترین (*تخصص یافته*) ساختار برای فتوسنتز در **اکثر** گیاهان است.
- تعداد فراوانی سبزدیسه دارد که فتوسنتز در آن‌ها انجام می‌شود.

برگ

بافت‌های برگ دولپه‌ای

روپوست
- رویی ← یاختهٔ نگهبان و روزنهٔ هوایی کم، کرک، پوستک و یاختهٔ ترشحی دارد.
- زیرین ← یاختهٔ نگهبان و روزنهٔ هوایی زیاد، کرک، پوستک و یاختهٔ ترشحی دارد.

پهنک

میانبرگ
- از نوع اسفنجی ← چند لایهٔ فتوسنتزکننده با فضای بین‌یاخته‌ای زیاد در مجاور روپوست زیرین می‌باشند.
- انواع نرده‌ای ← چند لایهٔ فتوسنتزکننده با فضای بین‌یاخته‌ای کم و فشرده در مجاور روپوست رویی می‌باشند.
- از بافت نرم‌آکنه‌ای سبزدیسه‌دار می‌باشند.

رگبرگ
- یک لایه غلاف آوندی بدون کلروپلاست دارد.
- دسته‌های آوندی
  - آوند چوبی به سمت بالا دارد.
  - آوند آبکش به سمت پایین دارد.
- به روپوست زیرین نزدیک‌تر از روپوست رویی می‌باشد.

دمبرگ
- توسط هورمون اتیلن از شاخه در محل گره جدا می‌شود.

بافت‌های برگ تک‌لپه‌ای

- فاقد دمبرگ می‌باشند.

سه سامانهٔ بافتی دارد

پوششی

روپوست رویی
- تعدادی کرک و یاختهٔ ترشحی به همراه پوستک دارد.
- تعداد کمی یاختهٔ نگهبان فتوسنتزکننده و روزنهٔ هوایی دارد.
- به میانبرگ اسفنجی متصل است.

روپوست زیرین
- تعداد یاختهٔ نگهبان و روزنهٔ هوایی بیشتری دارد.
- تعدادی کرک، یاختهٔ ترشحی و پوستک دارد.
- به میانبرگ اسفنجی متصل است.

زمینه‌ای
- فقط یاخته‌های اسفنجی با فضای بین‌یاخته‌ای فراوان دارند.

آوندی

رگبرگ دارند
- غلاف آوندی سبزدیسه‌دار فتوسنتزکننده دارند.
- آوند چوبی به سمت بالا دارند.
- آوند آبکش به سمت پایین دارند.

B ۸۶۳ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. در بین دو روپوست برگ گیاهان دولپه‌ای لوبیا، یاخته‌های پارانشیم نرده‌ای، اسفنجی، غلاف آوندی و بافت‌های آوندی چوبی و آبکش وجود دارد. در بین این یاخته‌ها، بافت آوند چوبی و اسکلرانشیم‌ها دارای یاخته‌های مرده بدون هسته می‌باشند که همگی همانند فیبرها در رگبرگ قرار دارند.

تله‌های تستی الف) در بین یاخته‌های سبزدیسه‌دار برگ دولپه‌ای‌ها، پارانشیم نرده‌ای برخلاف اسفنجی‌ها، به هم فشرده می‌باشند. / ب) یاخته‌های به هم فشرده می‌توانند غلاف آوندی یا پارانشیم‌های نرده‌ای و یا آوندهای رگبرگ باشند که غلاف آوندی دولپه‌ای‌ها و آوندهای همهٔ گیاهان به‌طور معمول سبزدیسه ندارند. / د) رگبرگ حاوی آوندها و غلاف آوندی می‌باشد. یاخته‌های بالغ آوند چوبی و آبکش رگبرگ، هسته ندارند ولی تفاوت آن‌ها در این است که آوند چوبی بالغ، یاخته‌های مرده هستند ولی یاخته‌های آبکشی بالغ، زنده فاقد هسته می‌باشند. این یاخته‌های آبکش بالغ، با اینکه فاقد هسته می‌باشند ولی فعالیت زیستی دارند و مواد مورد نیاز خود را از یاختهٔ همراه می‌گیرند.

B ۸۶۴ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست تکمیل می‌کنند. چوب‌پنبه‌ای شدن یا کوتینی شدن ممکن است در دیوارهٔ یاخته‌ها رخ دهد ولی یاخته‌های روپوستی گیاه جوان، زنده می‌باشند و چوب‌پنبه‌ای نمی‌شوند (درستی د). فتوسنتز در یاخته‌های نگهبان اپیدرمی (رد الف) صورت می‌گیرد و در رد مورد (ب) باید گفت کرک و برخی نگهبان‌ها، برآمده‌اند و همچنین کرک‌های برگ‌ها و ساقه همانند تارهای کشنده روپوست ریشه دارای یاخته‌های رشته‌ای با نسبت سطح به حجم بالا می‌باشد (رد ج).

B ۸۶۵ ۲ در گیاه، **یاخته‌های آوند آبکش بالغ**، هسته و اندامک‌های خود را از دست می‌دهند تا وظیفهٔ انتقال شیرهٔ پرورده را بر عهده بگیرند. این یاخته‌ها قدرت انجام واکنش‌های قندکافت را دارند و بدون نیاز به O_2 به تولید ATP پیش‌ماده‌ای می‌پردازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تبدیل پیرووات به استیل‌کوآنزیم A در راکیزه یاخته رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): انتقال شیرهٔ خام، وظیفهٔ یاخته‌های آوند چوبی می‌باشد که مرده و فاقد فعالیت زیستی می‌باشند. / گزینهٔ (۴): ساخت آمینواسید در یاخته‌های آبکش صورت نمی‌گیرد. آوند آبکش وظیفهٔ هدایت شیرهٔ پرورده (*پر از قند و آمینواسید*) از برگ به همه جای گیاه دارد.

B ۸۶۶ ۲ منظور این سؤال روپوست بالایی در نهاندانگان تک‌لپه یا دولپه می‌باشد که روزنه و یاختهٔ نگهبان کمی دارد. این روپوست، در گیاهان دولپه‌ای که دمبرگ دارند، در مجاور چند لایه یاختهٔ پارانشیمی نرده‌ای به هم فشرده قرار دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. محل‌های مجاور از فضای اشباع از بخار آب باید در مجاور روزنه‌های هوایی باشند ولی در این روپوست، تعداد روزنه‌ها کم است. / گزینهٔ (۳): نادرست است. هر روپوست اندام‌های هوایی جوان گیاه، قطعاً حاوی پوستک کوتینی از مواد لیپیدی می‌باشد (*دقت کنید که پوستک، فاقد یاخته می‌باشد*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. در برگ، همواره آوند چوبی به سمت روپوست رویی و آوند آبکش به سمت روپوست زیرین می‌باشد.

B ۸۶۷ ۲ راکیزه و سبزدیسه دو اندامک دناداری در برخی یاخته‌های یوکاریوتی می‌باشند که می‌توانند مستقل از هسته به تکثیر و تقسیم دوتا شدن و همانندسازی بپردازند. راکیزه انرژی شیمیایی پیوندهای گلوکز را در مولکول ATP ذخیره می‌کند و سبزدیسه نیز انرژی نور خورشید را در پیوندهای ماده آلی مثل گلوکز ذخیره نگه می‌دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): سامانه غشایی مستقل در بستره، همان تیلاکوئید است که مخصوص سبزدیسه می‌باشد ولی در راکیزه وجود ندارد. / گزینهٔ (۳): شیب غلظت یا تراکم H^+ در فضای بین دو غشای راکیزه و در فضای درون تیلاکوئیدهای سبزدیسه دیده می‌شود اما در سبزدیسه این شیب بین دو غشای سبزدیسه نیست و در بین فضای داخل تیلاکوئید و بستره دیده می‌شود (*دقت کنید وقتی از غشاهای سبزدیسه صحبت می‌کنیم، منظور همان دو غشا است و غشاهای تیلاکوئید را در نظر نمی‌گیریم*). / گزینهٔ (۴): وجود مرکز واکنشی حاوی رنگیزه در بستره پروتئینی از ویژگی‌های فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئید سبزدیسه‌ها می‌باشد.

B ۸۶۸ ۲

نکته

در گیاهان، پلی‌ساکارید ذخیره‌کنندهٔ انرژی، **نشاسته** می‌باشد. پلی‌ساکارید سلولز در گیاهان، برخلاف نشاسته نقش **ساختاری و استحکامی** دارد. نشاسته، در ساقه و ریشهٔ گیاهان ذخیره می‌شود. دقت کنید، پارانشیم‌ها بافت و یاختهٔ ذخیرهٔ پلی‌ساکاریدی گیاهی می‌باشند که در سامانهٔ زمینه‌ای این اندام‌ها قرار گرفته‌اند. توجه به این نکته نیز ضروری است که یاخته‌های غلاف آوندی فقط درون برگ گیاهان دیده می‌شود لذا ذخیرهٔ نشاسته نمی‌کند بلکه در تک‌لپه‌ای‌ها در اثر فتوسنتز به تولید قند می‌پردازد. گیاه در موقع نیاز به کمک آمیلازهای **درون‌یاخته‌ای** نشاسته‌های ذخیره‌ای را هیدرولیز می‌کند.

B ۸۶۹ ۲ موارد (ب) و (ج) نادرست هستند. مورد (ب) نادرست است چون بستره در فاصله غشای درونی و غشای تیلاکوئید قرار دارد. مورد (ج) نیز نادرست است چون سبزدیسه و راکیزه حاوی دنای حلقوی می‌باشند که هرکدام برخی پروتئین‌های مورد نیاز خود را توسط ژنوم خطی هسته و ترجمه در رناتن‌های سیتوپلاسمی به دست می‌آورند ولی به‌طور مستقل نیز می‌توانند با بیان ژن‌های خود برخی پروتئین‌های مورد نیاز خود را بسازند. **البته راکیزه به تولید پروتئین‌های مورد نیاز تنفس یاخته‌ای و سبزدیسه به ساخت پروتئین‌های مورد نیاز فتوسنتز می‌پردازد.**

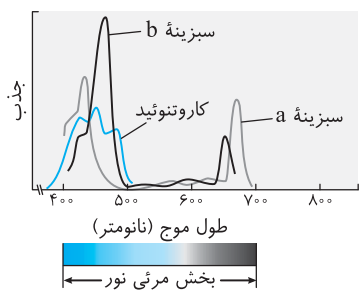
تله‌های تستی الف) غشاهای سبزدیسه، همگی صاف می‌باشند که دو غشای اطراف این اندامک حاوی فضایی برای تبادل مواد با سیتوپلاسم می‌باشد. / د) ریزوبیوم‌ها نوعی پروکاریوت هستند که به دلیل نداشتن هسته، عمل رونویسی و ترجمه را هم‌زمان توسط رنابسپاراز و رناتن‌ها انجام می‌دهند. این ویژگی در راکیزه‌ها و سبزدیسه‌ها نیز دیده می‌شود.

B ۸۷۰ ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تبدیل ماده به انرژی ویژه تنفس یاخته‌ای در راکیزه است. / ب) نادرست است. تبدیل انرژی نوری ویژه تیلاکوئید است. / ج) درست است. در هر غشایی، کانال پروتئینی وجود دارد. / د) درست است. هر دو حاوی مقدار زیادی فسفولیپید هستند که در صفرا نیز وجود دارد.

C ۸۷۱ ۲ موارد (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

در سبزدیسه گیاه که کیسه‌های تیلاکوئیدی دارند، مقدار زیادی رنگیزه سبزینه‌ای و **کمی** نیز رنگیزه **کاروتنوئیدی** وجود دارد.



تله‌های تستی الف) درست است. کاروتنوئیدها و مواد رنگی درون واکوئول‌ها خاصیت پاداکسنده دارند که از اثر رادیکال‌های آزاد در بدن ممانعت به عمل می‌آورند. از طرفی می‌دانیم که مصرف زیاد الکل سبب تسریع در تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن شده و در ادامه، نکروز با بافت‌مردگی کبدی می‌شود، پس استفاده از کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها، زمان ایجاد نکروز کبدی را افزایش می‌دهد. / ب) نادرست است. کاروتنوئیدها تنها در یک محدوده طول موج ۴۵۰ تا ۵۵۰ نانومتر که مخصوص جذب نورهای **سبز و آبی** می‌باشد بیشترین جذب را دارند ولی سبزینه یا سبزینه، رنگیزه‌ای است که در **دو محدودهٔ** ۴۰۰ تا ۵۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بیشترین قدرت جذب نور خورشید را دارند. / ج) نادرست است. نام دیگر **فتوسیستم‌ها** که در غشای تیلاکوئید قرار دارند، **سامانهٔ تبدیل انرژی** می‌باشد که از آن در طرح تست استفاده می‌شود. **در فتوسیستم‌ها دو قسمت آنتن‌ها و مرکز واکنش وجود دارند که کاروتنوئیدها برخلاف سبزینه‌ها فقط در بخش آنتن‌ها قرار دارند.**

نکته

پروتئین و سبزینه در هر دو بخش آنتن‌ها و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها وجود دارند.

د) درست است. در زیست دهم خواندیم که در سبزدیسه‌ها، کاروتنوئیدها توسط رنگیزه سبزینه‌ها پوشیده می‌شوند و به دلیل انعکاس رنگ سبز توسط سبزینه‌ها، برگ‌ها معمولاً به رنگ سبز دیده می‌شوند.

رنگیزه‌های فتوسنتزی یوکاریوت‌ها

ایستگاه ۵۰

نوع رنگیزه	محل	ماکزیمم طول موج‌های جذب نور خورشید	بیشترین رنگ‌های جذب‌کننده	کمترین رنگ‌های جذب‌کننده
سبزینه a	آنتن و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها	۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (بیشترین) ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر	بنفش و آبی نارنجی و قرمز	سبز و زرد
سبزینه b	آنتن‌های فتوسیستم‌ها	۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر	آبی و بنفش	سبز و زرد
کاروتنوئید	آنتن‌های فتوسیستم‌ها	۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر	آبی و سبز	زرد، نارنجی و قرمز

سبزینهٔ a در آنتن‌ها و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها وجود دارد ولی P_{700} یا P_{680}، نوعی سبزینهٔ a می‌باشد که فقط در مرکز واکنش وجود دارد.

درسنامه درختی ۸۷ رنگیزه‌های فتوسنتزی

- در غشای تیلاکوئیدها درون سامانه‌های تبدیل انرژی به نام فتوسیستم قرار دارند.
- رنگیزه‌های فتوسنتزی
  - سبزینه
    - سبزینهٔ a و b
      - بیشترین جذب: در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر ← آبی، بنفش و در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر ← قرمز، نارنجی
      - حداکثر جذب: در ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است که مقدار جذب سبزینهٔ b از a بیشتر است.
      - در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، کمترین جذب را در نور سبز و زرد دارند.
    - بیشترین رنگیزه در سبزدیسه‌هاست ← در اطراف کاروتنوئیدها قرار دارد.
    - نوع a آن در غشای سیانوباکتری‌ها نیز وجود دارد.
  - کاروتنوئیدها
    - رنگیزه‌هایی در سبزدیسه‌ها و رنگ‌دیسه‌ها می‌باشند.
    - در سبزدیسه‌ها در لایه‌لای سبزینه‌ها قرار گرفته‌اند.
    - خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود را در راکیزه انجام می‌دهند ← مانع اثر رادیکال‌های آزاد بر مولکول‌های زیستی می‌شوند.
    - در میوه‌ها، گلبرگ‌ها و برگ‌های پاییزی زیاد هستند.
    - به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دیده می‌شود ← در ریشهٔ هویج و میوهٔ گوجه‌فرنگی زیاد است.
    - بیشترین جذب آن‌ها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.
    - در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر به حداکثر جذب خود می‌رسند.
    - از طول موج ۵۲۰ نانومتر به بالا، قدرت جذب نور ندارند.
- با وجود رنگیزه‌های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج‌های متفاوت نور افزایش می‌دهد.
- کمترین فتوسنتز گیاهان را در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر انجام می‌دهند.

B ۸۷۲ ۱ فقط مورد (الف) در سبزینه دیده نمی‌شود. در برگ گوجه‌فرنگی، بیشترین رنگیزه‌ای که وجود دارد، **سبزینه** می‌باشد که در آنتن‌های فتوسیستمی هر دو نوع a و b آن وجود دارد ولی در مرکز واکنش فتوسیستمی، فقط سبزینهٔ a در بستری از پروتئین وجود دارد.

تله‌های تستی ب) سبزینه‌ها به همراه کاروتنوئیدها در آنتن‌های گیرندهٔ نوری فتوسیستمی وجود دارند. / ج) سبزینه‌ها در نور سبز و زرد کمترین جذب و در نورهای قرمز، آبی، نارنجی و بنفش بیشترین قدرت جذب را دارند. / د) سبزینه a برخلاف سبزینه b در مرکز واکنش فتوسیستمی قرار دارد که در بستری از پروتئین واقع شده است.

ساختار فتوسیستم‌ها

ایستگاه ۵۱

اجزای فتوسیستم	رنگیزه‌های موجود در آن‌ها	پروتئین	محل	وظیفه
آنتن‌های گیرندهٔ نور	انواع سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها	انواع پروتئین دارد	غشای تیلاکوئیدها	انرژی نوری را توسط مجموعه رنگیزه‌ها گرفته تا در نهایت به سبزینه a مرکز واکنش تحویل دهد.
مرکز واکنش	سبزینه a	در بستری پروتئینی قرار دارد.	غشای تیلاکوئیدها	◀ مسئول خارج کردن الکترون از فتوسیستم می‌باشد. ◀ سبزینه a از نوع P_{680} در فتوسیستم ۲ دارد. ◀ سبزینه a از نوع P_{700} در فتوسیستم ۱ دارد.

نکته

در غشای تیلاکوئیدها، بین فتوسیستم‌ها، مولکول‌هایی به نام ناقل الکترون وجود دارد که فتوسیستم‌ها را با انتقال الکترون به هم وصل می‌کنند. این مولکول‌ها با گرفتن الکترون، کاهش می‌یابند و با از دست دادن الکترون، اکسایش می‌یابند.

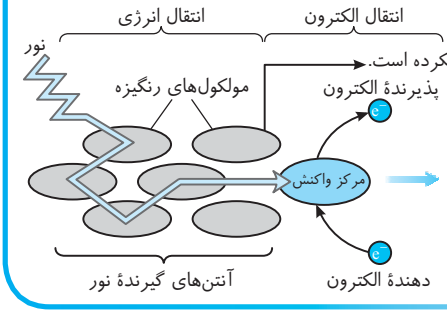
B ۸۷۳ ۲ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

سامانه‌های تبدیل انرژی همان فتوسیستم‌های ۱ و ۲ هستند که در غشای تیلاکوئیدها مسئول تبدیل انرژی نوری به انرژی شیمیایی موجود در ATP و $NADPH$ می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در فتوسیستم‌ها، قسمت آنتن‌ها حاوی **انواعی** از پروتئین‌ها و رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌باشد. / ب) نادرست است. بخش مرکز واکنش در فتوسیستم‌ها، حاوی یک نوع سبزینه a از نوع P_{680} یا P_{700} می‌باشد. / ج) نادرست است. P_{680} نام دیگر سبزینه a می‌باشد که به همراه بستری پروتئینی سبب ایجاد فتوسیستم ۲ شده‌اند (*در حقیقت P_{680} یا P_{700} نام دیگر سبزینهٔ a موجود در فتوسیستم می‌باشد نه نام فتوسیستم ۲ و ۱*). / د) درست است. دو نوع فتوسیستم ۱ و ۲ در غشای تیلاکوئید وجود دارد که توسط ناقلین الکترونی به هم متصلند.

درسنامه درختی ۸۸ فتوسیستم: سامانهٔ تبدیل انرژی

- فتوسیستم
  - سامانه‌های تبدیل انرژی هستند که در هر جاندار فتوسنتزکننده وجود دارند.
  - حاوی رنگیزه‌های فتوسنتزی متنوع به همراه انواع پروتئین‌ها هستند.
  - ساختار
    - آنتن‌های گیرندهٔ نور
      - رنگیزه‌های متفاوت (*سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها*) دارند.
      - حداکثر جذب نور در رنگیزه‌های این بخش طی طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر صورت می‌گیرد.
      - انواعی پروتئین دارند.
      - وظیفهٔ انتقال انرژی به همدیگر و به مرکز واکنش دارند.
    - یک مرکز واکنش شامل
      - مولکول‌های سبزینهٔ a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.
      - حاوی الکترون‌هایی است که با آزاد کردن آن‌ها، واکنش‌های نوری فتوسنتز آغاز می‌شود.
      - سبزینهٔ a درون مرکز واکنش فتوسیستمی را با علامت P نشان می‌دهند.
  - انواع
    - فتوسیستم ۱
      - حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۷۰۰ نانومتر است.
      - به سبزینهٔ a در آن P_{700} می‌گویند.
      - کمبود الکترونی خود را از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ جبران می‌کند.
    - فتوسیستم ۲
      - حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.
      - به سبزینهٔ a در آن P_{680} می‌گویند.
      - کمبود الکترونی خود را با تجزیهٔ آب درون تیلاکوئید جبران می‌کند.
  - آنتن‌ها، انرژی نور را می‌گیرند و به مرکز واکنش منتقل می‌کنند.
  - در غشای تیلاکوئید قرار دارند و از طریق مولکول‌های ناقل‌های الکترون به هم مرتبط می‌شوند.



آنتنی که در انتقال انرژی شرکت نکرده است.

این شکل نشان دهندهٔ همکاری اغلب آنتن‌های یک فتوسیستم برای انرژی‌رسانی به مرکز واکنش یک فتوسیستم می‌باشد تا از سبزینهٔ a موجود در مرکز واکنش، الکترون برانگیخته خارج شود.

B ۸۷۴ ۲ در فتوسیستم‌ها، مرکز واکنش حاوی مولکول‌های سبزینه a (P_{680} یا P_{700}) می‌باشد که در بستری پروتئینی قرار گرفته‌اند. در بخش آنتن‌های فتوسیستمی، انواع مختلف کاروتنوئیدها و سبزینه‌ها به همراه انواع پروتئین‌ها وجود دارند که انرژی نور را جذب می‌کنند (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۱)).

◀ سبزینه a قدرت زیادی در جذب نور قرمز، آبی، نارنجی و بنفش دارد و کاروتنوئیدها در نور سبز و آبی حداکثر جذب را دارا می‌باشند که هر دو با هم در آنتن‌ها به همراه انواع مختلف پروتئین‌ها قرار دارند (نادرستی گزینهٔ (۳)).

◀ مرکز واکنش فتوسیستمی که فقط یک نوع سبزینه a از نوع P_{680} یا P_{700} دارد، باید برای خروج الکترون خود از همهٔ رنگیزه‌های آنتن‌های خود انرژی بگیرد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

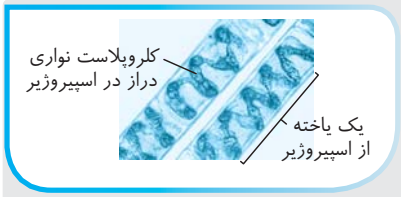
C ۸۷۵ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

جلبک سبز اسپیروژیر نوعی آغازی **پریاخته‌ای** فتوسنتزکننده می‌باشد که رنگیزه‌هایی همانند گیاهان دارد. این جاندار جلبک سبز رشته‌ای می‌باشد که سبزدیسه‌های **نواری درازی** در سیتوپلاسم خود دارد (*نه اینکه خودش نواری باشد!*) (نادرستی الف) و از آب به عنوان منبع الکترون فتوسنتز استفاده می‌کند و O_2 تولید می‌کند (درستی د).

◀ این یوکاریوت قادر است در هسته و سیتوپلاسم (*راکیزه و سبزدیسه*) عمل همانندسازی را انجام دهد ولی ترجمه در رناتن‌های هسته صورت نمی‌گیرد (نادرستی ب).
◀ غشای تیلاکوئیدی سبب تقسیم سبزدیسه (*نه یاخته*) به دو بخش درون تیلاکوئیدی و بستره می‌شود (نادرستی ج).

درسنامه درختی ۸۹ اسپیروژیر

اسپیروژیر
- نوعی جلبک سبز پریاخته‌ای می‌باشد.
- واکنش‌های فتوسنتزی و سبزدیسه همانند گیاهان دارند.
- سبزدیسه‌های نواری و دراز دارند.
- قادر به انجام فتوسنتز و تولید O_2 می‌باشند.
- بیشترین فتوسنتز را در طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر انجام می‌دهند.
- هستهٔ آن دارای زوائد متعددی است که از زیر و روی سبزدیسه رد می‌شوند تا به غشا برسند.
- تراکم باکتری هوازی در کنار آن هنگامی بیشتر است که طول موج‌های دو طرف طیف مرئی را جذب می‌کند و O_2 بیشتری متصاعد می‌کند.



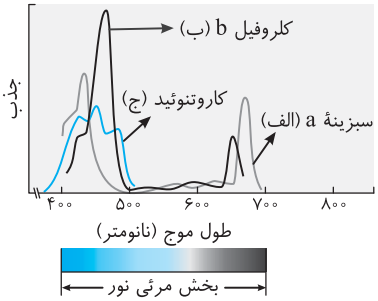
A ۸۷۶ ۳

نکته
چون سبزینه گیاهان، بیشتر نور سبز و زرد را به جای جذب کردن و استفاده در فتوسنتز، اغلب منعکس می‌کنند پس در این صورت جذب نور در این گیاه خاص به خوبی صورت نمی‌گیرد و خروج الکترون از فتوسیستم و شروع فتوسنتز به مخاطره می‌افتد.

B ۸۷۷ ۱ فقط عبارت (د) نادرست است. هر فتوسیستم حاوی **تعدادی آنتن** گیرنده نور و **یک مرکز واکنش** می‌باشد. سایر عبارات صحیح و خط کتاب می‌باشند.

B ۸۷۸ ۱ منظور سؤال **سبزینهٔ a و b** می‌باشد که در طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بیشترین جذب را دارند. این دو نوع رنگیزه در نور سبز و زرد قدرت جذب مناسبی ندارند و بیشتر این دو رنگ را منعکس می‌کنند که این موضوع به دلیل مقدار زیاد سبزینه در گیاه، سبب دیده شدن گیاهان و مخصوصاً برگ آن‌ها به رنگ سبز می‌شوند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): سبزینه a هم در آنتن‌ها و هم در مرکز واکنش فتوسیستمی قرار دارد ولی سبزینه b فقط در آنتن‌ها قرار دارند. / گزینهٔ (۳): ناقلین الکترونی بین دو فتوسیستم، فاقد رنگیزه می‌باشند و وظیفهٔ انتقال الکترون در آن‌ها مشترک می‌باشد. / گزینهٔ (۴): حداکثر جذب نوری سبزینه b در نور سبز و آبی و در سبزینه a در قرمز، آبی، نارنجی و بنفش می‌باشد (*با توجه به نمودار مقابل در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، حلهٔ جذب نور از حلهٔ بین طول موج‌های ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بالاتر است*).

B ۸۷۹ ۳ در شکل موردنظر، (الف) بیانگر سبزینه a می‌باشد که در آنتن‌ها و مراکز واکنش وجود دارند. (ب) همان سبزینه b می‌باشد که فقط در آنتن‌های فتوسیستم وجود دارد که انواع پروتئین و رنگیزه‌ها را دارد ولی برخلاف مرکز واکنش فتوسیستمی، فاقد بستری پروتئینی می‌باشد. (ج) نیز کاروتنوئیدها می‌باشد که در آنتن‌ها برخلاف مرکز واکنش فتوسیستمی وجود دارند.



عبارات کلیدی هر فتوسیستم
- آنتن**های** گیرندهٔ نور ← چند عدد
- یک مرکز واکنش حاوی سبزینهٔ a
- بستر پروتئینی در مرکز واکنش
- کاروتنوئید و انواع پروتئین در آنتن‌ها

B ۸۸۰ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. منظور از P_{680} و P_{700} همان سبزینه a موجود در فتوسیستم ۲ و ۱ می‌باشد که به همراه رنگیزه‌های دیگر و انواع پروتئین، فتوسیستم را می‌سازند. این نوع رنگیزه، در نور قرمز و بنفش بیشترین جذب نور و در سبز و زرد کمترین جذب را دارد.
◀ در مورد علت نادرستی عبارت (ج) دقت کنید که P_{700} یا P_{680}، **حداکثر** توانایی جذب آن‌ها در طول موج ۷۰۰ یا ۶۸۰ نانومتر است! (*نه فقط در آن طول موج*).

نکته
سبزینه a، علاوه بر یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده در سیانوباکتری‌ها نیز وجود دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت، «هر جانداری که طی فتوسنتز O_2 تولید می‌کند، سبزینه a دارد.»

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۸۸۱ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. یاخته‌های روزنهٔ هوایی بخش‌های هوایی از جمله برگ‌ها به عنوان بخش سبز و فتوسنتزکنندهٔ نهاندانگان محسوب می‌شود که یاختهٔ آن همانند سایر یاخته‌های گیاه دانه‌دار دیگری فاقد سانتریول می‌باشد (درستی ب).
تله‌های تستی الف) تولید ATP نوری در سبزدیسه و ATP اکسایشی در راکیزه ولی مقداری نیز ATP در سطح پیش‌ماده در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ایجاد می‌شود. / ج) درون سبزدیسهٔ این یاخته‌ها، ساختارهای غشایی و کیسه‌مانندی به نام تیلاکوئید در اتصال با هم وجود دارد. / د) پلاسمودسم منافذی حاوی مایع سیتوپلاسمی در دیوارهٔ بین دو یاختهٔ زنده می‌باشد (*در هر صورت پلاسمودسم، بدون مایع سیتوپلاسمی مفهومی ندارد*).

C ۸۸۲ ۲ فقط مورد (د) صحیح می‌باشد. CO_2 مولکولی معدنی است که در تولید مادهٔ آلی هر فتوسنتزکننده‌ای استفاده می‌شود در حالی که برخی فتوسنتزکنندگان مثل باکتری‌های گوگردی از آب به عنوان منبع الکترون استفاده نمی‌کنند.
تله‌های تستی الف) نادرست است. CO_2 در تنفس یاخته‌ای از نوع تخمیر لاکتیکی، تولید نمی‌شود. / ب) نادرست است. تولید هر پلیمری، معمولاً با واکنش‌های سنتز آبدهی و تولید آب انجام می‌شود. / ج) نادرست است. بیشترین مقدار CO_2 موجود در خون به صورت یون بیکربنات و در اثر عمل کربنیک‌انیدراز صورت می‌گیرد. / د) درست است. بصل‌النخاع دارای گیرندهٔ شیمیایی حساس به افزایش CO_2 و کاهش O_2 می‌باشد که سبب افزایش آهنگ تنفسی می‌شود.

C ۸۸۳ ۲ همهٔ موارد عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

دو اندامک راکیزه و سبزدیسه به ترتیب در غشای درونی چین‌خورده و غشای تیلاکوئید خود دارای آنزیم‌هایی برای ساخت ATP می‌باشد. به تولید این نوع ATP در راکیزه، ATP اکسایشی و در سبزدیسه به آن ATP نوری گفته می‌شود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. راکیزه و سبزدیسه، اندامک‌هایی دارای دو غشا در اطراف خود می‌باشند که این دو غشا مجموعاً ۴ لایهٔ فسفولیپیدی دارند ولی درون سبزدیسه‌ها، **هر کیسهٔ تیلاکوئیدی نیز یک لایه غشایی با دو لایه فسفولیپیدی دارند.**

نکته

به‌طور کلی می‌توان گفت، سبزدیسه بیشترین اندامکی در یاخته می‌باشد که حاوی غشا و لایهٔ فسفولیپیدی می‌باشد.

ب) نادرست است. سبزدیسه در فرایند فتوسنتز، تولیدکننده O_2 می‌باشد ولی راکیزه‌ها در تنفس هوازی، مصرف‌کننده O_2 می‌باشد. / ج) نادرست است. تولید پروتئین، در رناتن‌های موجود در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و بستره راکیزه و سبزدیسه صورت می‌گیرد. اندامک **هیدرولیزکننده** مواد آلی همان لیزوزوم یا کافنده‌تن‌ها می‌باشند که فاقد رناتن می‌باشد. (*راکیزه مواد آلی را طی تنفس یاخته‌ای تجزیه می‌کند ولی هیدرولیز نمی‌کند.*) / د) نادرست است. ژن‌های درون هسته همانند ژن‌های درون راکیزه یا سبزدیسه می‌توانند پروتئین‌های لازم برای عمل اندامک را بسازد ولی حاوی ژن‌های مشابهی نمی‌باشند. در حقیقت برخی ژن‌های درون هسته همراه با ژن‌های سیتوپلاسمی در یک فعالیت زیستی، مثل فتوسنتز یا تنفس یاخته‌ای همکاری می‌کنند.

C ۸۸۴ ۱ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند. گیاه دارای پهنک و دمبرگ، **دولپه‌ای‌ها** می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. یاخته‌های میانبرگ آن‌ها به سمت روپوست رویی، پارانشیم نرده‌ای به هم فشرده فتوسنتزکننده و به سمت روپوست زیرین، پارانشیم اسفنجی یا کروی سبزینه‌دار با فضای بین‌یاخته‌ای بیشتر دارد. / ب) نادرست است. در شکل کتاب درسی به وضوح نشان داده شده است که غلاف آوندی را باید جزء رگبرگ یا دسته‌های آوندی در نظر بگیریم که دور دستجات آوندی قرار دارند (*یعنی غلاف آوندی را نباید از اجزای میانبرگ به حساب بیاوریم*).

نکته

یاخته‌های غلاف آوندی در گیاهان دولپه‌ای برخلاف تک‌لپه‌ای‌ها، معمولاً فاقد سبزدیسه می‌باشد.

ج) درست است. طبق شکل کتاب، برگ دولپه‌ای‌ها حاوی روزنه‌های هوایی با تعداد زیاد در روپوست زیرین و با تعداد کمتر در روپوست رویی خود می‌باشد. پارانشیم‌های اسفنجی که برخلاف نرده‌ای‌ها، غیرفشرده می‌باشند، در مجاور این روپوست قرار دارند و می‌توانند گازهای تنفسی را به راحتی بین خود و محیط مبادله کنند. / د) نادرست است. یاخته‌های پارانشیمی برای ترمیم بافتی قادر به تقسیم و عبور از نقاط وارسی چرخهٔ یاخته‌ای خود می‌باشند.

C ۸۸۵ ۳

نکته

در نهاندانگان تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای، لقاح مضاعف وجود دارد. یعنی طی لقاح آن‌ها، هر دو اسپرم تولید شده در لوله گرده در کیسهٔ رویانی به تولید تخم می‌پردازند. پس از لقاح، لپه(ها) از تخم $2n$ و آندوسپرم از تخم $3n$ ایجاد می‌شود. در دانه بالغ دولپه‌ای (*حبوبات = لوبیا، نخود، عدس*) لپه‌ها، همهٔ اندوخته آندوسپرم را به مصرف خود می‌رسانند و حاوی دو لپه حجیم می‌شوند که به آن‌ها دانهٔ بدون آندوسپرم گفته می‌شود ولی در تک‌لپه‌ای‌ها مثل غلات، لپهٔ نازک باقی مانده و اندوخته دانه رسیده در همان آندوسپرم باقی می‌ماند. به دانه‌های غلات، آندوسپرم‌دار گفته می‌شود.

تله‌های تستی روپوست فوقانی (*رویی*) برگ دولپه‌ای‌ها تعداد روزنه و یاختهٔ نگهبان کمتری نسبت به روپوست زیرین دارد (نادرستی گزینهٔ (۱)). رگبرگ نهاندانگان حاوی دستجات آوندی چوبی و آبکش می‌باشد که توسط لایه یاخته‌ای **غلاف آوندی** محافظت می‌شود. این لایه در برگ دولپه‌ای‌ها برخلاف تک‌لپه‌ای‌ها فاقد سبزدیسه و قدرت فتوسنتز می‌باشد و فتوسیستم به همراه رنگیزه فتوسنتزی ندارد. در دولپه‌ای‌ها جیبرلین در رویش دانه مؤثر و لایه گلوتن‌دار مؤثر نمی‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)).
◀ در روپوست زیرین آن‌ها، روزنهٔ **هوایی** (*نه آبی!*) در مجاورت دو یاختهٔ نگهبان فتوسنتزکننده می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

C ۸۸۶ ۳ منظور سؤال **روپوست و روزنهٔ هوایی** گیاهان می‌باشد که وظیفهٔ وارد کردن CO_2 برای فتوسنتز و خارج کردن O_2 فتوسنتزی و بخار آب حاصل از تعرق را دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در دو طرف روزنه‌های هوایی، دو یاخته لوبیایی شکل فتوسنتزکننده به نام یاخته‌های نگهبان وجود دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در مجاور روزنه‌های هوایی، یاخته‌های نگهبان فتوسنتزکننده وجود دارد که فتوسیستم‌های آن‌ها، آنتن‌ها و مراکز واکنش دارند. در باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی، قطر یاختهٔ نگهبان به دلیل وجود رشته‌های سلولزی شعاعی ثابت می‌باشد. / گزینهٔ (۳): درست است. در روپوست پهنک برگ گیاهان یاخته‌های اسفنجی و نرده‌ای وجود ندارد. این یاخته‌ها (*اسفنجی و نرده‌ای*) مربوط به بخش میانبرگ می‌باشد (*نه روپوست که مدنظر سؤال می‌باشد*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. در برگ گیاهان همواره بیشترین تعداد روزنه‌های هوایی در روپوست زیرین وجود دارد.

B ۸۸۷ ۳ اولاً چون در صورت سؤال عنوان کرده جانداری که حاوی یاخته‌هایی می‌باشد، پس این جاندار پریاخته‌ای می‌باشد. در پریاخته‌ای‌ها، عمل هم‌زمان رونویسی و ترجمه در راکیزه‌ها و سبزدیسه‌ها صورت می‌گیرد. در این یاخته‌ها به دلیل وجود راکیزه، قدرت تولید ATP اکسایشی و ایجاد CO_2 در تنفس هوازی دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید مواد آلی از مواد معدنی ویژه جانداران پریاخته‌ای فتوسنتزکننده‌ای مثل گیاهان و برخی آغازیان می‌باشد. / گزینهٔ (۲): فقط در یاخته‌های فتوسنتزکننده از جانداران یوکاریوتی می‌توان در هسته، راکیزه و سبزدیسه، آنزیم‌های هلیکاز، دنابسپاراز و رنابسپاراز مشاهده کرد (*بیش از دو نوع اندامک*). / گزینهٔ (۴): یوکاریوت‌ها دارای توالی افزاینده و سه نوع رنابسپاراز می‌باشند.

C ۸۸۸ ۴ درون فضای **تیلاکوئید**، گاز حاصل از تجزیهٔ آب، اکسیژن (O_2) می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. O_2 می‌خواهد از فضای تیلاکوئید به خارج از سبزدیسه برود پس از یک غشای تیلاکوئید و دو غشای سبزدیسه باید عبور کند (۳ غشا و ۶ لایهٔ فسفولیپیدی). / گزینهٔ (۲): درست است. O_2 از یک غشای تیلاکوئید، دو غشای سبزدیسه، غشای یاختهٔ خودی، غشای یاختهٔ مجاور و دو غشای راکیزه باید عبور کند که کلاً از ۷ غشا و ۱۴ لایهٔ فسفولیپیدی عبور می‌کند. / گزینهٔ (۳): درست است. O_2 از یک غشای تیلاکوئید، دو غشای سبزدیسه و یک غشای واکوئول، کلاً از ۴ غشا یا ۸ لایهٔ فسفولیپیدی عبور می‌کند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در این مسیر، O_2 از غشای تیلاکوئید، دو غشای سبزدیسه، یک غشای یاخته خودی و یک غشای یاختهٔ مجاور باید کلاً از ۵ غشا و ۱۰ لایهٔ فسفولیپیدی عبور کند.

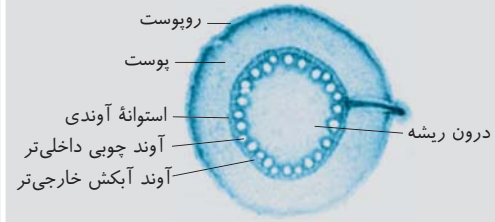
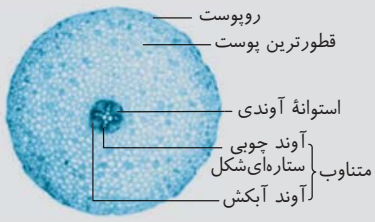
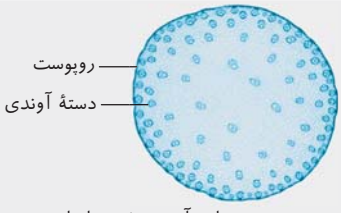
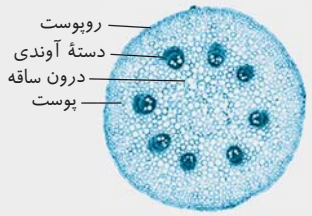
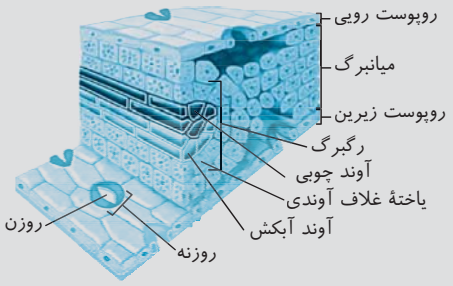
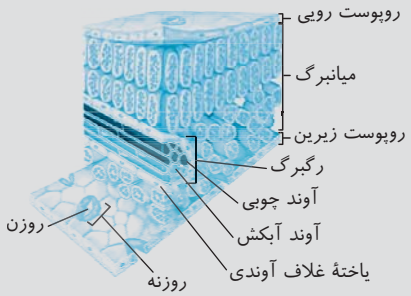
B ۸۸۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند. گیاهان دولپه‌ای پهنک و دمبرگ دارند که مانند هر گیاه زنده‌ای، یاخته‌هایی دارای پروتوپلاست، واجد ریزلوله‌های دوک برای تقسیم یاخته‌ای و سایر موارد در اسکلت پروتئینی داربست درون یاخته‌ای می‌باشد که قادر به ترجمه در رناتن و انجام فرایند تنفس یاخته‌ای نیز می‌باشد.

تله‌های تستی | واکوئول در اغلب یاخته‌های گیاهی بالغ و ژن ساخت مواد در هر یاخته هسته‌دار یک گیاه وجود دارد ولی ممکن است آن ژن فعال نباشد از طرفی دقت کنید که گیاهان دانه‌دار فاقد سانتریول می‌باشند (نادرستی الف و ب). داشتن دیواره دوم (پیدین) دلیل غیرزنده بودن یاخته نیست (*مثل آوند آبکش و برخی پرانشیم‌ها*) ولی اگر دیوارهٔ دوم آن‌ها چوبی شود، آن موقع آن یاخته در معرض مرگ قرار می‌گیرد (نادرستی د).

B ۸۹۰ ۲ هیچ دو شکلی در یک قسمت مربوط به یک نوع گیاه نمی‌تواند باشد.

مقایسه‌ای زیبا از شکل اندام‌های رویشی برگ، ریشه و ساقه در گیاهان دولپه‌ای و تک‌لپه‌ای

ایستگاه ۵۲

گیاه نهاندانه	تک‌لپه‌ای‌ها (غلات) گندم - جو - ذرت	دولپه‌ای‌ها (حبوبات) لوبیا - نخود - عدس
ریشه		
ساقه	 پوست نامشخص - دستجات آوندی غیرهم‌اندازه که هرچه مرکزی‌ترند، قطورترند.	 دستجات آوندی هم‌اندازه روی یک دایرهٔ فرضی
برگ		

C ۸۹۱ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

در روپوست برگ درختان، **فقط** یاخته‌های **نگهبان** روزنه هم‌زمان حاوی **سبزدیسه و راکیزه** با دو نوع دنای حلقوی می‌باشند و سایر یاخته‌ها مثل کرک یا یاختهٔ معمولی روپوستی فقط در راکیزهٔ خود دنای حلقوی دارند.

تله‌های تستی | الف) درست است. یاخته‌های نگهبان روزنه رشته‌های سلولزی شعاعی در یاخته دارند که سبب ثابت ماندن قطر هر یاخته در باز و بسته شدن روزنهٔ هوایی می‌شوند. / ب) درست است. در سبزدیسه هر یاخته‌ای، فتوسیستم‌ها دارای آنتن‌هایی با انواع رنگیزه‌های فتوسنتز و پروتئین‌های مختلف می‌باشند. / ج) درست است. *ATP* اکسایشی یاخته‌های نگهبان توسط کانال *ATP*ساز قرار گرفته در غشای داخلی چین‌خورده راکیزه صورت می‌گیرد. / د) نادرست است. پروتئین‌های مهارکننده و فعال‌کننده ویژه سیستم‌های تنظیم بیان ژنی در پروکاریوت‌ها می‌باشند (*نه یاختهٔ یوکاریوتی مدنظر تست ما*).

A ۸۹۲ ۳ دقت کنید که همهٔ جانداران تولیدکننده، مواد معدنی را با صرف انرژی به مواد آلی تبدیل می‌کنند.

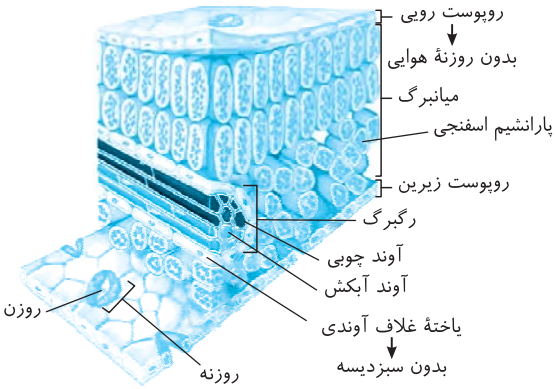
تله‌های تستی | گزینهٔ (۱): شیمیوسنتزکننده‌ها انرژی خود را از مواد شیمیایی (*معدنی*) به دست می‌آورند، پس همهٔ تولیدکنندگان از نور خورشید انرژی نمی‌گیرند. / گزینهٔ (۲): در فصل (۲)، خواندید که در پروکاریوت‌ها، یک *mRNA* می‌تواند پیام رمز چند رشتهٔ پلی‌پپتید را منتقل کند. / گزینهٔ (۴): فقط گیاهان، آغازیان فتوسنتزکننده و سیانوباکتری‌ها، از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند.

C ۸۹۳ ۱ موارد (الف)، (ب)، (د) و (ه) صحیح می‌باشند.

برحسب متن کتاب، پهنک برگ شامل سه قسمت روپوست (*رویی و زیرین*)، میانبرگ (*پرانشیم نرده‌ای و اسفنجی*) و دسته‌های آوندی یا رگبرگ می‌باشد. وقتی به شکل کتاب توجه کنید، مشاهده می‌کنید که غلاف آوندی (*یاخته‌های دور دسته‌های آوندی*) به همراه آوندهای چوبی و آبکش را در کتاب به عنوان رگبرگ معرفی کرده است.

رگبرگ = غلاف آوندی + بافت‌های آوندی

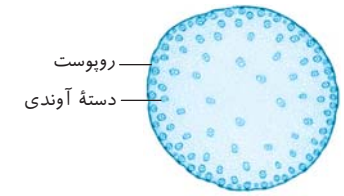
بلوط نهاندانه‌ای دولپه‌ای می‌باشد که به بررسی عبارات می‌پردازیم. (*اغلب عبارات حاوی نکته‌هایی ترکیبی با زیست دهم می‌باشد.*)



تله‌های تستی الف) درست است. یاخته‌های تراکئیدی در آوند چوبی گیاهان به صورت دوکی دراز بوده که بدون فعالیت زیستی می‌باشند چون دیوارهٔ چوبی شده دارند و در حالت بلوغ مرده‌اند. / ب) درست است. بلوط نوعی نهاندانه است که در آوندهای چوبی آن، **عناصر آوندی** به صورت لوله‌ای پیوسته و بدون دیواره عرضی از یاخته‌های کوتاه وجود دارد. / ج) نادرست است. چون در متن سؤال گفته پهنک دارد، پس بلوط دولپه‌ای است که حاوی پارانشیم نرده‌ای و اسفنجی در **میانبرگ** خود می‌باشد (نه رگبرگ). / د) درست است. غلاف آوندی در رگبرگ دولپه‌ای‌ها فاقد سبزدیسه می‌باشد. / هـ) درست است. در بین بافت آوند آبکش گیاهان، یاخته‌های پارانشیمی و فیبر اسکلرانشیمی وجود دارد. / و) نادرست است. یاخته‌های بالغ آوند چوبی و آبکش هستهٔ خود را از دست داده‌اند. دقت کنید که یاخته‌های همراه آوندی نیستند ولی جزء بافت آوندی بوده و هسته دارند.

B ۸۹۴ ـ ۴

نکته
عناصر آوندی مخصوص آوند چوبی نهاندانگان (گیاهان گل‌دار) می‌باشد که دو نوع تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای دارد. گیاهان **تک‌لپه‌ای** در برگ خود، فاقد، دمبرگ و پارانشیم نرده‌ای می‌باشند (منظور سؤال گیاهان تک‌لپه من باشم).



ساقهٔ تک‌لپه ← پوست در برش عرضی آن نامشخص است.

◀ بیشترین نسبت پوست به استوانه آوندی، در ریشهٔ دولپه‌ای‌ها دیده می‌شود (درستی گزینهٔ ۴).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تک‌لپه‌ای‌ها دارای دانه‌ای با یک لپهٔ نازک و آندوسپرم زیاد با ذخیرهٔ مواد غذایی می‌باشند. / گزینهٔ (۲): ساقهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید حاوی دستجات متعدد آوندی در دوایر متعدد می‌باشد که دستجات محیطی‌تر، تعداد بیشتر با اندازهٔ کوچک‌تر دارند. / گزینهٔ (۳): ساقهٔ تک‌لپه‌ای‌ها در برش عرضی خود پوست نامشخص و بسیار نازکی دارد.

B ۸۹۵ ـ ۱ فقط مورد (د) صحیح است. فرمول کلی فتوسنتز گیاهان به صورت $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$ می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. مواد آلی در فتوسنتز تولید می‌شوند (نه مصرف). / ب) نادرست است. گلوکز طی قندکافت در سیتوپلاسم تجزیه می‌شود. / ج) نادرست است. CO_2 در تنفس بی‌هوازی از نوع تخمیر لاکتیکی تولید نمی‌شود. / د) درست است. گلوکز حاصل از فتوسنتز، طی مرحلهٔ اول قندکافت با فسفات‌های دو مولکول ATP، ترکیب می‌شود.

C ۸۹۶ ـ ۳ میانبرگ تک‌لپه‌ای‌ها، فقط پارانشیم اسفنجی دارد (نرده‌ای ندارد) که این گیاهان دانهٔ تک‌لپه‌ای دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دولپه‌ای‌ها در میانبرگ خود یاخته‌های پارانشیمی اسفنجی و نرده‌ای دارند و دانه آن‌ها نیز اغلب به دلیل رشد زیاد ساقهٔ رویانی، دارای رویش روزمینی بوده و لپه‌های آن‌ها در خارج از خاک باز می‌شوند. / گزینهٔ (۲): دانه رسیدهٔ آندوسپرم‌دار ویژه تک‌لپه‌ای‌ها (غلات) می‌باشد که همانند هر نوع نهاندانه‌ای دارای یاخته همراه در اطراف آوند آبکش خود می‌باشد. / گزینهٔ (۴): دستجات آوندی در یک دایره، ویژهٔ ساقهٔ دولپه‌ای‌هاست که این گیاهان می‌توانند در نوع درختی خود دارای کامبیوم برای رشد پسین (چوبی) باشند.

C ۸۹۷ ـ ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.
رنگیزه‌های گیاهان در واکوئل و پلاستیدها (ریبه‌ها) وجود دارند ولی در بین آن‌ها، انواع موجود در فتوسیستم‌های سبزدیسه‌ها در فتوسنتز کارایی دارند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رنگیزه‌های فتوسنتزی در فتوسیستم‌های قرار گرفته در **غشای** تیلاکوئیدها وجود دارند. / ب) نادرست است. P۶۸۰ نام دیگر **سبزینه a** موجود در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌باشد. این فتوسیستم دارای یک مرکز واکنش و تعدادی آنتن‌های گیرنده‌ای می‌باشد. / ج) درست است. کاروتنوئیدها همانند رنگیزه‌های درون واکوئلی (آنتوسیانین‌ها) خاصیت پادکسنده‌ای برای مقابله با رادیکال‌های آزاد دارند. همان‌طور که می‌دانید کاروتنوئیدها به همراه سبزینه‌ها و انواعی از پروتئین‌ها در آنتن‌های فتوسیستمی وجود دارند. / د) نادرست است. رنگیزه‌های **فتوسنتزی** در سبزدیسه‌ها وجود دارند. سایر پلاستیدها (ریبه‌ها) برای ذخیرهٔ مواد کارایی دارند (به علاوه در واکوئول هم کاروتنوئید وجود ندارد).

B ۸۹۸ ـ ۳ فقط مورد (ب) صحیح است. وقتی جسمی به رنگ خاصی دیده می‌شود، یعنی رنگیزه‌های موجود در آن سبب بازتاب آن رنگ شده است. پس در گیاهان به دلیل سبزینه زیاد و انعکاس یا بازتاب نور سبز و زرد است که اغلب گیاهان و مخصوصاً برگ‌های آن‌ها به رنگ سبز دیده می‌شوند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. سبزینه در واکوئول که محل ذخیرهٔ آنتوسیانین است، وجود ندارد. / ب) درست است. سامانهٔ تبدیل انرژی، فتوسیستم است که سبزینه هم در مرکز واکنش و هم در آنتن‌های آن وجود دارد. / ج) نادرست است. هر فتوسیستم، یک مرکز واکنش دارد (نه مراکز). / د) نادرست است. این نکته در مورد کاروتنوئیدهاست.

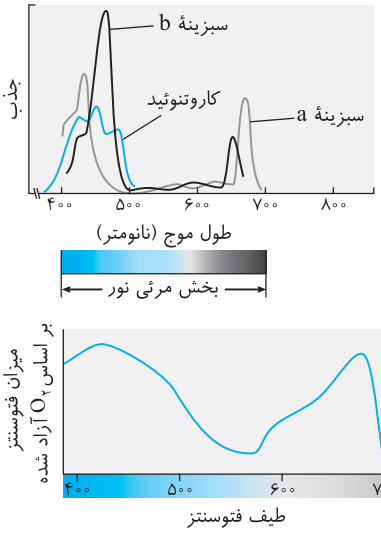
C ۸۹۹ ـ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.
◀ منظور سؤال یاخته **نگهبان روزنه** می‌باشد که به دلیل وجود رشته‌های سلولزی شعاعی همواره در اعمال مختلف آن قطر یاخته تغییری نمی‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. یاخته نگهبان جزء یاخته‌های روپوستی می‌باشد. / ب) درست است. هسته، راکیزه و سبزدیسه‌های درون یاخته نگهبان روزنه، قدرت تولید RNA و DNA دارند. / ج) نادرست است. مرکز واکنش فتوسیستم‌ها، فقط حاوی سبزینه a می‌باشد. / د) نادرست است. یاختهٔ نگهبان و روزنهٔ هوایی در روپوست رویی و زیرین برگ تک‌لپه‌ای‌ها (زرت) وجود دارد ولی ذرت تک‌لپه است و فاقد یاخته‌های نرده‌ای به هم فشرده می‌باشد.

C ۹۰۰ ـ ۳ فقط مورد (د) صحیح است (موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند). در یاختهٔ نگهبان روزنه، راکیزه اندامکی مسئول تبدیل ماده به انرژی در تنفس یاخته‌ای است و سبزدیسه‌ها اندامک‌هایی مسئول تبدیل انرژی به ماده در فرایند فتوسنتز می‌باشند.

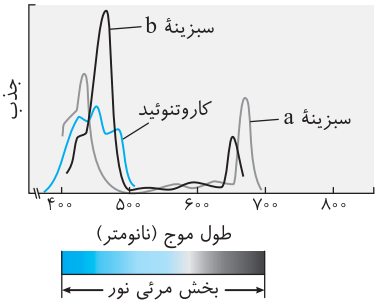
تله‌های تستی الف) نادرست است. میتوکندری، در بین دو غشای خود، دنا، رنا و رناتن ندارد و همان‌طور که در فصل قبل یاد گرفتید، مولکول‌های انتقال الکترون در غشای درونی آن قرار دارد. / ب) نادرست است. در کلروپلاست، درون داخلی‌ترین غشا، فضای تیلاکوئید قرار دارد که فاقد دنا، رنا، ترجمه و رناتن می‌باشد. / ج) نادرست است. در میتوکندری، درونی‌ترین غشا، همان غشای چین‌خورده داخل است و غشای درونی‌تری وجود ندارد. / د) درست است. فضای بین دو غشای بیرونی صاف سبزدیسه‌ها، فاقد دنا، رنا و رناتن و رنگیزه می‌باشد.

۹۰۱ **۳** طول موج‌های نور مرئی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌باشد که در یک سر طیف نور بنفش و در سمت دیگر نور قرمز با طول موج بالا (۷۰۰) و انرژی کمتر وجود دارد. بیشترین قدرت جذب هر نوع رنگیزه سبزینه a، b و کاروتنوئیدها در سمت طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر صورت می‌گیرد و تولید O_2 در این میانه بیشتر از سایر طول موج‌ها می‌باشد و کمترین مقدار فتوسنتز و O_2 تولیدی نیز در بین طول موج‌های ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر می‌باشد. (*در شکل روبه‌رو می‌توانید میزان فتوسنتز را در دو محدودهٔ طول ۴۰۰ تا ۵۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر مشاهده کنید.*)



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): با توجه به شکل، در طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، شدت فتوسنتز و تولید O_2 بیشتر می‌باشد. / گزینهٔ (۲): با توجه به شکل، در طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، هر سه نوع رنگیزه در حداکثر جذب خود در ناحیه مرئی قرار دارند. / گزینهٔ (۴): کاروتنوئیدها حاوی قدرت پاداکسندگی می‌باشند که در طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، حداکثر جذب را دارند ولی از طول موج ۶۰۰ نانومتر به بالا، قدرت جذب آن‌ها بسیار کم می‌شود.

۹۰۲ **۳** با توجه به شکل مقابل، سبزینه b در طول موج مناسب خود (*حدود ۵۰۰ نانومتر*) بیشترین جذب را در نور آبی دارد و نمودار جذب آن در اندازهٔ بالاتری وجود دارد. این رنگیزه‌ها در مرکز واکنش فتوسیستم وجود ندارند ولی در آنتن‌ها وجود دارند.



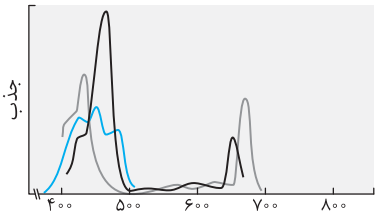
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت کنید که در شکل مقابل کاملاً واضح است که حداکثر جذب سبزینه a در طول موج حدود ۴۰۰ نانومتر در نور بنفش می‌باشد که این رنگیزه‌ها در **آنتن‌های** فتوسیستم وجود دارند ولی سبزینه a موجود در **مرکز واکنش** فتوسیستم ۱ و ۲ به ترتیب در طول موج‌های ۷۰۰ و ۶۸۰ نانومتر جذب نور دارند. (*مقدار جذب P_{680} یا P_{700} به‌اندازه سبزینه a اول نمودار نمی‌باشد.*) / گزینهٔ (۲): کانال‌های پروتونی ATPساز و فسفولیپیدها نیز در غشای تیلاکوئید، فاقد رنگیزه می‌باشد ولی در انتقال الکترون نیز نقشی ندارد. / گزینهٔ (۴): از زیست دهم به یاد دارید که با شروع پاییز و کاهش طول روز، تغییر رنگ برگ‌ها از سبز به زرد یا نارنجی تبدیل می‌شود که این تغییر رنگ در اثر تجزیهٔ سبزینه‌ها و تولید کاروتنوئید بیشتر رخ می‌دهد.

نکته
در تغییر رنگ برگ‌ها، سبزینه نمی‌تواند به کاروتنوئید تبدیل شود ولی سبزدیسه به رنگ‌دیسه تبدیل می‌شود (*فصل ۶ دهم*).

۹۰۳ **۲** کاروتنوئیدها (*رنگیزهٔ برگ‌های پاییزی*) همانند رنگیزه‌های واکوئل‌ها (*آنتوسیانین‌ها*) قدرت پاداکسنده دارند و می‌توانند رادیکال آزاد اکسید حاصل از نوشیدن زیاد مشروبات الکلی را خنثی کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آنتوسیانین‌ها که سبب ایجاد رنگ ریشهٔ چغندر قرمز، کلم بنفش و میوه‌هایی مانند پرتقال توسرخ می‌شوند در فتوسنتز گیاه نقشی ندارند. / گزینهٔ (۳): ریشهٔ گیاه هویج **کاروتن** نارنجی دارد و حتماً می‌دانید که هویج قرمز نیست! / گزینهٔ (۴): رنگ چغندر قند به دلیل ریشهٔ گیاه می‌باشد که اندامی زیرزمینی است و قرمزی آن نیز به دلیل آنتوسیانین واکوئل‌های یاخته‌های آن می‌باشد.

۹۰۴ **۳** موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.



تله‌های تستی الف) درست است. کلروفیل a اولین رنگیزه‌ای است که در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر به حداکثر جذب می‌رسد. کلروفیل a تا طول موج ۷۰۰ نانومتر به جذب نور می‌پردازد. / ب) نادرست است. منظور کلروفیل b می‌باشد که فقط در بخش آنتن‌ها وجود دارد ولی در مرکز واکنش فتوسیستم وجود ندارد. / ج) درست است. منظور کاروتنوئیدها می‌باشند که بعد از ۵۱۰ نانومتر جذب نور ندارد. این رنگیزه‌ها در آبی و سبز به حداکثر جذب خود می‌پردازند. / د) درست است. منظور کلروفیل b می‌باشد که در بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر زودتر از کلروفیل a به حداکثر خود می‌رسد.

پاسخ آزمونک ۱

۱ **۳** منظور سؤال **برگ** گیاهان می‌باشد. در دولپه‌ای‌ها که برگ دارای پهنک و دمبرگ می‌باشد، یاخته‌های پارانشیمی نرده‌ای آن‌ها در سطح بالایی میانبرگ و در مجاور روپوست رویی به صورت فشرده چندلایه‌ای قرار گرفته‌اند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در روپوست گیاهان، به‌جز یاخته‌های نگهبان روزنه، سایر یاخته‌ها مثل کرک، فاقد سبزدیسه می‌باشند. / گزینهٔ (۲): با توجه به شکل کتاب درسی، غلاف آوندی جزء رگبرگ می‌باشد که به صورت خارجی‌ترین لایه رگبرگ در اطراف بافت‌های آوندی گیاه قرار دارد. / گزینهٔ (۴): یاختهٔ نگهبان روزنه نیز در همهٔ نهاندانگان و غلاف آوندی تک‌لپه‌ای‌ها دارای سبزدیسه بوده و فتوسنتزکننده می‌باشد.

B ۱ ۲ ساقهٔ گیاهان **دولپه‌ای** در بخش زمینه‌ای خود حاوی مغز می‌باشد که از پارانشیم‌ها تشکیل شده‌اند. در دولپه‌ای‌ها خارجی‌ترین قسمت رگبرگ، لایه **غلاف آوندی** می‌باشد که **یاخته‌های به هم فشرده ولی غیرسبزدیسه‌دار می‌باشند** (نادرستی گزینهٔ (۳) و درستی گزینهٔ (۱)).

◀ در دولپه‌ای‌ها خارجی‌ترین لایه میانبرگ به سمت روپوست رویی، یاخته‌های پارانشیمی فتوسنتزکننده نرده‌ای به هم فشرده بوده (نادرستی گزینهٔ (۴)) ولی در خارجی‌ترین لایه به سمت روپوست زیرین، یاخته‌های پارانشیمی اسفنجی با فضای بین‌یاخته‌ای اشباع از بخار آب دارد (*دقت کنید که خارجی‌ترین قسمت میانبرگ، را روپوست در نظر نگیرید!*) (نادرستی گزینهٔ (۲)).

C ۳ ۳ تفاوت فتوسیستم ۱ و ۲ در غشای تیلاکوئیدها، **در نوع سبزینه a موجود در مرکز واکنش** آن‌ها می‌باشد که در فتوسیستم ۱ دارای P_{700} ولی در فتوسیستم ۲ دارای P_{680} می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در هر آنتن فتوسیستمی، انواعی از بسپارهای پروتئینی و رنگیزه‌ها وجود دارد. / گزینهٔ (۲): عوامل زنجیرهٔ انتقال الکترون در بین دو فتوسیستم، شامل پروتئین‌های ناقل الکترون می‌باشند ولی رنگیزه ندارند. / گزینهٔ (۴): مرکز واکنش فتوسیستمی فقط دارای سبزینه a در بستری پروتئینی می‌باشد.

A ۴ ۴ P_{700} و P_{680} دو نوع سبزینه a هستند که مخصوص مراکز واکنش فتوسیستمی می‌باشند ولی در آنتن‌های فتوسیستم‌ها، انواعی از رنگیزه‌های کاروتنوئیدی و سبزینه‌ای به همراه انواع پروتئین‌ها وجود دارند.

B ۳ ۵ فقط عبارت (ب) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. بستره در راکیزه کاملاً در فضای محاصره شده توسط غشای درونی قرار دارد ولی در سبزدیسه بین غشای درونی و غشای تیلاکوئید قرار دارند. غشای درونی این دو اندامک با فضای بین دو غشا و بستره در تماس می‌باشد. / ب) **نادرست** است. سبزدیسه، دارای دو غشای بیرونی صاف می‌باشد ولی در راکیزه، غشای بیرونی صاف به همراه غشای درونی چین‌خورده وجود دارد که چین‌خوردگی‌های غشای درونی آن فقط به سمت بستره یا فضای درون راکیزه می‌باشد. / ج) درست است. بستره راکیزه و سبزدیسه، توانایی همانندسازی *DNA* حلقوی، رونویسی و ترجمه در رناتن دارد. / د) درست است. فقط برخی پروتئین‌های مورد نیاز راکیزه و سبزدیسه توسط ژن‌ها و رناتن‌های خود اندامک ساخته می‌شود و برخی دیگر توسط هسته در ژنوم خطی یاخته، رمزگردانی می‌شود.

A ۴ ۶ بهترین جذب سبزینه a در نور قرمز و بنفش و کمترین جذب در سبز و زرد، سبزینه b بیشترین جذب را در آبی و کمترین جذب را در سبز و زرد و در کاروتنوئیدها بیشترین جذب در آبی و سبز و کمترین در زرد و نارنجی است. (*با توجه به شکل و نمودار کتاب می‌توان به آن پی برد.*)

B ۲ ۷ منظور از سامانه‌های تبدیل انرژی، همان فتوسیستم‌ها می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. این سامانه‌ها ویژهٔ جذب نور هستند و به چرخهٔ کالوین و مصرف CO_2 ربطی ندارند. / گزینهٔ (۲): درست است. حداکثر جذب سبزینهٔ a همواره در آنتن فتوسیستم‌ها و در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است ولی در مرکز واکنش، حداکثر جذب آن‌ها در طول موج ۶۸۰ یا ۷۰۰ نانومتر می‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. بارها در این گفتار گفتم که P_{700} تا P_{680} فقط نام سبزینه a درون مرکز واکنش است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. واژهٔ بستر پروتئینی مربوط به مرکز واکنش فتوسیستمی است (*البته آنتن‌ها نیز پروتئین مختلف دارند*).

C ۳ ۸ با توجه به نمودار کتاب، در حداکثر طول موج جذب رنگیزه‌ها در ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، حداکثر شدت فتوسنتز و تولید O_2 مشاهده می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. حداکثر قدرت جذب سبزینه‌ها در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر در آنتن‌ها است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. آنتن بستر پروتئینی ندارد (*در سؤال قبل هم گفتیم*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. دقت کنید که منظور از رنگیزه‌هایی که در آنتن‌ها بعد از طول موج ۵۰۰ نانومتر قدرت جذب ندارند، **کاروتنوئیدهاست.** همان‌طور که می‌دانید در آنتن‌ها، هم سبزینه و هم کاروتنوئید وجود دارد ولی امیدوارم از سال دهم (*فصل ۶*) به یاد داشته باشید که در سبزدیسه‌ها، رنگیزه‌های سبزینه‌ای در اطراف کاروتنوئیدها قرار دارند.

A ۱ ۹ آنتوسیانین‌های واکوئولی و کاروتنوئیدها خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند که در اندامک‌های آن‌ها پروتئین نیز به صورت ذخیره یا فعال وجود دارد.

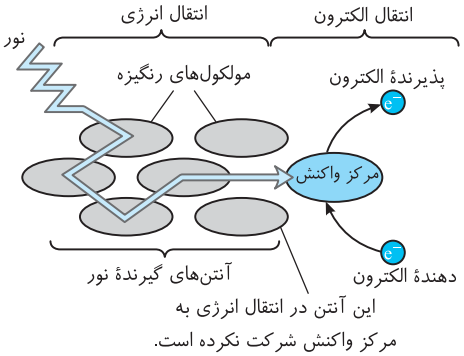
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نادرست است. در کوتاه شدن طول روز در پاییز، سبزدیسه به رنگ‌دیسه تبدیل می‌شود که طی این عمل، سبزینه‌ها تجزیه شده و مقدار کاروتنوئیدها زیاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در مورد آنتوسیانین‌ها رد می‌شود (*چون آن‌ها نیز همانند کاروتنوئیدها خاصیت پادآکسندگی دارند*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. در مورد سبزینه‌ها نادرست است.

B ۴ ۱۰ با توجه به فرمول فتوسنتز در گیاهان درمی‌یابیم که گاز CO_2 از محیط دریافت شده و کربن آن در مواد آلی تثبیت می‌شود و در ازای آن **گاز** O_2 به جو برگردانده می‌شود (*منظور سؤال O_2 تولید شده می‌باشد*). فرمول فتوسنتز در گیاهان: $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

گاز O_2 در واکنش‌های تنفس هوازی سایر جانداران نقش آخرین پذیرندهٔ الکترون و پروتون را دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): CO_2 در فتوسنتز این یاخته‌ها تثبیت و مصرف می‌شود ولی در سیتوپلاسم آن‌ها تولید نمی‌شود مگر اینکه تخمیر الکلی داشته باشد. / گزینهٔ (۲): گاز O_2 در فتوسنتز آن‌ها تولید می‌شود ولی در تولید پیرووات از گلوکز در قندکافت، O_2 به کار نمی‌رود چون قندکافت واکنش‌هایی از نوع بی‌هوازی می‌باشند. / گزینهٔ (۳): منشأ اکسیژن‌های آزاد شده در فرایند فتوسنتز گیاهان از تجزیهٔ نوری مولکول آب می‌باشد نه CO_2.

B ۴ ۹۰۵ در شکل مقابل می‌توانید مشاهده کنید که مرکز واکنش، انرژی خود را از **بیشتر** آنتن‌های خود می‌گیرد چون علاوه بر انرژی که خودش جذب کرده، تا حدی به انرژی نیاز دارد که بتواند الکترون خود را برانگیخته کرده و از مدار و فتوسیستم خود خارج کند. در شکل مقابل، دو آنتن وجود دارد که در انتقال انرژی به مرکز واکنش شرکت نکرده‌اند.



تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۲): الکترون‌های برانگیخته در مرکز واکنش از P_{680} یا P_{700} خارج می‌شوند و فتوسیستم را به سمت زنجیرهٔ انتقال الکترون ترک می‌کنند ولی الکترون‌های برانگیخته **آنتن‌های** هر فتوسیستم به مولکول‌های دیگر همان آنتن منتقل می‌شوند. / گزینهٔ (۳): الکترونی که در یک آنتن برانگیخته می‌شود یا انرژی خود را به سایر رنگیزه‌ها داده و خودش به همان رنگیزه برمی‌گردد یا از رنگیزه خود که خارج شد، به رنگیزه یا مولکول پروتئینی دیگری در همان آنتن منتقل می‌شود.

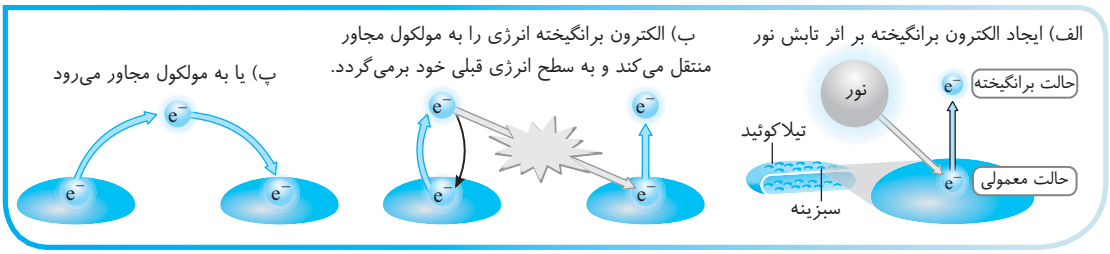
نکته

آنتن‌ها به هم و به مرکز واکنش انرژی پاس می‌دهند تا مرکز واکنش، الکترون آزاد کند.

درسنامه درختی ۹۰ الکترون‌ها در فتوسیستم

الکترون برانگیخته

- الکترون‌های رنگیزه‌ها از نور انرژی می‌گیرند که ممکن است از مدار خود خارج شوند. در این حالت به آن الکترون برانگیخته گفته می‌شود (شکل الف).
- ممکن است با انتقال **انرژی** به مولکول رنگیزهٔ بعدی به مدار خود برگردد (شکل ب).
- ممکن است از رنگیزه خارج و به وسیلهٔ رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود (شکل پ).
- انرژی آن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزهٔ دیگر و بین آنتن‌ها منتقل شده و در نهایت به سبزینهٔ a در مرکز واکنش می‌رود.
- الکترون‌های سبزینهٔ a در مرکز واکنش برانگیخته شده و از آن خارج می‌شوند.
- هم در آنتن‌ها و هم در مرکز واکنش ایجاد می‌شوند ولی فقط در مرکز واکنش، از فتوسیستم خارج می‌شوند.
- از آنتن به مرکز واکنش منتقل نمی‌شوند، بلکه می‌توانند بین آنتن‌ها منتقل شوند.


الف) ایجاد الکترون برانگیخته بر اثر تابش نور

ب) الکترون برانگیخته انرژی را به مولکول مجاور منتقل می‌کند و به سطح انرژی قبلی خود برمی‌گردد.
پ) یا به مولکول مجاور می‌رود

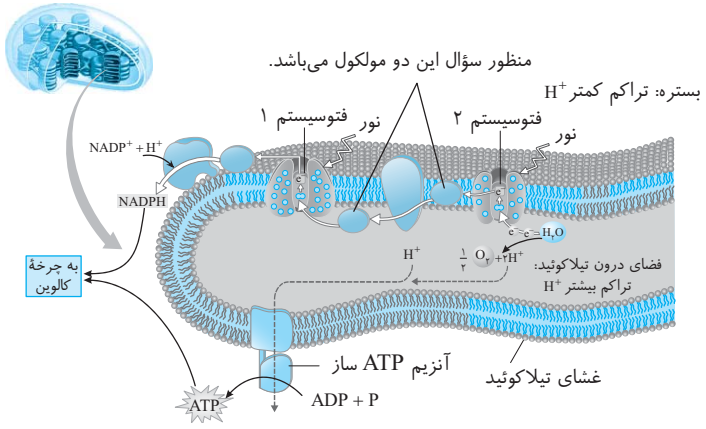
A ۹۰۶ ۳ مراکز واکنش فتوسیستمی، الکترون‌های جایگزین خود را در فتوسیستم ۲ از آب و در فتوسیستم ۱ از $P680$ می‌گیرند ولی انرژی‌گیری مراکز واکنش فتوسیستم‌ها، فقط از آنتن‌ها صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): الکترون خارج شده از هر رنگیزه می‌تواند با از دست دادن انرژی خود به سایر رنگیزه‌ها، به مدار خود در همان رنگیزه برگردد. / گزینه‌های (۲) و (۴): الکترون برانگیخته از آنتن‌ها می‌تواند به یک رنگیزه یا مولکول پروتئینی دیگری در آنتن‌ها منتقل شود.

C ۹۰۷ ۱ موارد (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در مرحلهٔ نوری، O_2، ATP و $NADPH$ تولید می‌شود که تولید ATP در راکیزه‌ها نیز که دنا دارند، رخ می‌دهد. / ب) نادرست است. در بین فتوسنتزکنندگان غیرگیاهی، جلبک‌ها نیز یوکاریوت تولیدکننده هستند که همانند گیاهان حاوی سبزدیسه برای فتوسنتز می‌باشند (*به سبزدیسه و سبزینه داشتن جلبک‌ها در فعالیت کتاب در اسپیروژیر اشاره شده است*). / ج) درست است. سلولز گیاه و نشاسته ذخیره‌ای گیاهان حاصل تغییر و ترکیب در محصولات حاصل از چرخهٔ کالوین فتوسنتز می‌باشند. / د) نادرست است. ریشهٔ گیاهان نیز، پارانشیم‌های ذخیرهٔ مواد قندی دارد ولی معمولاً در ریشه‌ها فتوسنتزی رخ نمی‌دهد.

C ۹۰۸ ۱ فقط عبارت (د) صحیح است. با توجه به شکل روبه‌رو و متن سؤال متوجه می‌شوید که منظور سؤال، دو عامل پروتئینی ناقل الکترون بوده است که بین دو فتوسیستم و در دو طرف پمپ پروتون قرار دارند. در بین این عوامل برخلاف پروتئین‌های ناقل الکترونی بعد از فتوسیستم ۱، هیچ‌کدام به سطح خارجی تیلاکوئید متصل نیستند.



عوامل مرتبط با زنجیرهٔ انتقال الکترون

ایستگاه ۵۳

مرتبط با زنجیره	محل	ویژگی	انتقال مواد	مسیر عبور الکترون آن	نکته
فتوسیستم ۲ (*جزء زنجیره نیست*)	غشای تیلاکوئید	در کل عرض غشا وجود دارد	فقط الکترون	الکترون‌های آب را از فضای تیلاکوئید می‌گیرد و در غشای تیلاکوئید به ناقل بعدی می‌دهد.	رنگیزه گیرنده انرژی نوری دارد. شروع‌کنندهٔ زنجیره اول الکترونی است.
ناقل پروتئینی اول (*شروع زنجیره*)	وسط غشای تیلاکوئید	در اتصال با بخش آب‌گریز اسیدهای چرب می‌باشد.	فقط الکترون	الکترون $P680$ را در عرض غشا گرفته و به پمپ H^+ منتقل می‌کند.	بین فتوسیستم ۲ و پمپ H^+ می‌باشد.

مرتبط با زنجیره	محل	ویژگی	انتقال مواد	مسیر عبور الکترون آن	نکته
پمپ پروتونی	در کل عرض غشای تیلاکوئید	با سرهای آب‌دوست و دم آب‌گریز اسیدهای چرب در تماس است.	۱) پروتون‌ها را برخلاف شیب غلظت از بستره به فضای تیلاکوئید انتقال می‌دهد. ۲) الکترون را نیز بین دو ناقل عبور می‌دهد.	الکترون‌های ناقل قبلی را از وسط غشای تیلاکوئید گرفته و از راه درون تیلاکوئیدی به ناقل بعدی می‌دهد.	به همراه تجزیهٔ آب سبب ایجاد تراکم زیاد H^+ درون تیلاکوئید می‌شود.
ناقل پروتئینی بعد از پمپ H^+	چسبیده به سطح داخلی غشای تیلاکوئید	آب‌دوست و در تماس با فضای تیلاکوئید و سر آب‌دوست اسیدهای چرب	فقط عبور الکترون کم‌انرژی از پمپ H^+ به $P_{۷۰۰}$	از فضای تیلاکوئید الکترون گرفته و از همین راه به $P_{۷۰۰}$ در مرکز فتوسیستم ۱ می‌رساند.	بین پمپ H^+ و فتوسیستم ۱، الکترون کم‌انرژی را عبور می‌دهد.
فتوسیستم ۱ (جزء زنجیره نیست)	غشای تیلاکوئید	در کل عرض غشای تیلاکوئید قرار دارد.	فقط الکترون	الکترون‌ها را به صورت کم‌انرژی از ناقل قبلی گرفته و به صورت پرانرژی به سطح خارجی غشای تیلاکوئید می‌رساند.	رنگیزه گیرنده نوری دارد و با آزاد کردن الکترون، زنجیرهٔ الکترونی دوم را آغاز می‌کند.
ناقلین الکترونی بعد از فتوسیستم ۱ (شروع زنجیرهٔ ۲)	سطح خارجی غشای تیلاکوئید	به سرهای آب‌دوست اسیدهای چرب در غشای تیلاکوئید به سمت بستره متصلند.	دو عدد هستند که فقط الکترون عبور می‌دهند	الکترون‌ها را از $P_{۷۰۰}$ به $NADP^+$ می‌دهد.	بعد از فتوسیستم ۱ قرار دارند که آخرین قسمت زنجیرهٔ انتقال الکترون هستند.

◀ فتوسیستم‌ها، $NADP^+$ و مجموعهٔ آنزیمی ATPساز جزء زنجیرهٔ انتقال الکترونی نمی‌باشند.

۹۰۹ **۳** **C** هر دو فتوسیستم انرژی خود را صرف تولید دو مادهٔ فسفات‌دار نوکلئوتیدی به نام ATP و $NADPH$ می‌کنند.

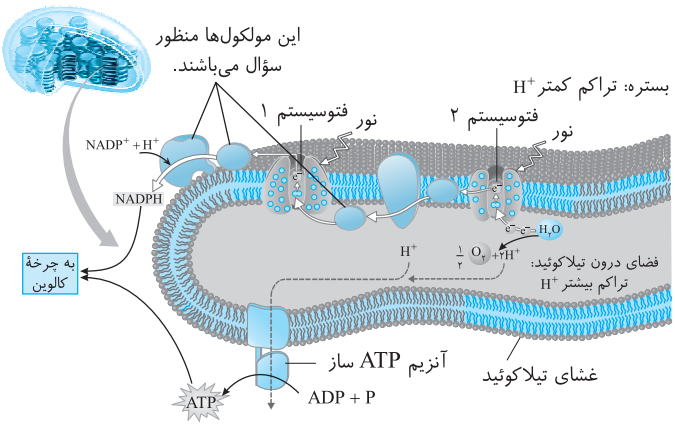
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ناقلی که از $P_{۷۰۰}$ در فتوسیستم ۱ الکترون می‌گیرد، در عرض غشا قرار ندارد، بلکه به سطح خارجی غشای تیلاکوئید متصل است. / گزینهٔ (۲): هر دو فتوسیستم سبب کاهش H^+ در بستره می‌شوند (نوع ۱ با تولید $NADPH$ و نوع ۲ با فعالیت پمپ). / گزینهٔ (۴): فقط الکترون‌های فتوسیستم ۲ به پمپ پروتونی می‌رسند.

۹۱۰ **۱** **C** فقط مورد (ب) نادرست است. ماده اصلی دهندهٔ الکترون و پروتون در فتوسنتز گیاهان، **آب** می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. الکترون‌های آب در بسترهٔ سبزدیسه در نهایت به $CO_۲$ می‌رسند تا قند تولید شود. / ب) نادرست است. آب، الکترون‌های خود را مستقیماً به $P_{۶۸۰}$ در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌دهد. / ج و د) درست است. تجزیهٔ آب در فضای تیلاکوئید و توسط فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.

$$(H_۲O \xrightarrow{\text{نور و آنزیم}} ۲H^+ + \frac{۱}{۲}O_۲ + ۲e^-)$$

۹۱۱ **۱** **B** واکنش‌های تیلاکوئیدی یا نوری فتوسنتز، غیروابسته به $CO_۲$ می‌باشند. در غشای تیلاکوئید ناقل‌های الکترونی که دقیقاً در دو طرف فتوسیستم ۱ قرار گرفته‌اند، فقط به یک سمت غشای تیلاکوئید متصلند (ناقل قبل از فتوسیستم ۱ به سطح درونی غشای تیلاکوئید و ناقلین پس از آن به سطح خارجی غشای آن وصل می‌باشند). از این ناقلین الکترونی، یکی سبب الکترون‌دهی به $P_{۷۰۰}$ شده و عدد اکسایش آن را کاهش می‌دهد و دیگری که پس از فتوسیستم ۱ می‌باشد با الکترون‌گیری از آن سبب اکسایش $P_{۷۰۰}$ می‌شود (درستی گزینهٔ (۱)).



◀ علت نادرستی سایر گزینه‌ها را با توجه به شکل روبه‌رو به راحتی می‌توانید پیدا کنید. چون ناقلین الکترون آب‌دوست که فقط به یک سمت غشای تیلاکوئید متصلند، هم در زنجیرهٔ اول در دو سمت پمپ و هم در زنجیرهٔ دوم در سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارند.

۹۱۲ **۲** **B** فقط مورد (ج) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند (سؤالی پر از نکته‌های زیبا!).

◀ از تجزیهٔ نوری آب در فضای تیلاکوئید، همان‌طور که در واکنش زیر مشاهده می‌کنید، دو پروتون، دو الکترون و $\frac{۱}{۲}$ مولکول اکسیژن تولید می‌شود که این عمل توسط فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.

$$H_۲O \rightarrow ۲H^+ + \frac{۱}{۲}O_۲ + ۲e^-$$

تله‌های تستی الف) درست است. در بین محصولات تجزیهٔ نوری آب، O_2 از یاخته و اندامک خارج می‌شود، الکترون‌ها به P_{680} در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ غشای تیلاکوئید می‌رسند و فقط **پروتون‌ها** در فضای تیلاکوئید جمع می‌شوند. این پروتون‌ها به همراه پروتون‌های وارد شده توسط پمپ پروتونی، سبب ایجاد شیب غلظت پروتونی شده تا کانال پروتونی ATPساز را فعال کنند. / ب) درست است. O_2 ماده‌ای است که می‌تواند در بین محصولات تجزیهٔ نوری آب، از سبزدیسه خارج شود و در راکیزه همان یاخته یا جاندار دیگر سبب تنفس هوازی و تجزیه یا اکسایش کامل گلوکز شود. / ج) نادرست است. الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ نوری آب به P_{680} در غشای تیلاکوئید منتقل می‌شوند و **هیچ‌گاه** مستقیماً وارد P_{700} در فتوسیستم ۱ نمی‌شوند. / د) درست است.

نکته
O_2 و الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ نوری آب، از فضای تیلاکوئید خارج می‌شوند. الکترون‌های آن در زنجیرهٔ انتقال الکترون همان تیلاکوئید نقش دارند و اکسیژن نیز در هر جانداری می‌تواند به عنوان گیرندهٔ نهایی الکترون و پروتون در زنجیرهٔ انتقال الکترونی راکیزه‌ها نقش ایفا کند. *(نبود O_2 باعث عدم انجام زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه می‌شود.)*

C ۹۱۳ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

منظور این سؤال **چپ پروتونی** می‌باشد که هم در زنجیرهٔ الکترونی اول، الکترون‌های P_{680} را به سمت P_{700} منتقل می‌کند و هم با استفاده از انرژی این الکترون‌های عبوری، سبب انتقال فعال پروتون‌ها از بستره به درون تیلاکوئید می‌شود.

تله‌های تستی الف) درست است. با توجه دقیق به شکل کتاب پی می‌برید که بخشی از پمپ پروتونی که بین دو فتوسیستم قرار دارد، به درون فضای تیلاکوئید نیز وارد شده است. / ب) درست است. باز هم با توجه به همان شکل کتاب به درستی این عبارت نیز پی می‌برید. / ج) نادرست است. پمپ H^+ فاقد قدرت ATPسازی می‌باشد. *(ATPسازی وظیفهٔ کانال پروتونی می‌باشد که جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.)* / د) درست است. پمپ H^+ در زنجیرهٔ اول الکترونی تیلاکوئید در بین دو فتوسیستم ۲ و ۱ قرار دارد.

A ۹۱۴ ۴ منظور این تست، کانال پروتونی ATPساز بوده که هم بدون صرف انرژی و با مکانیسم انتشار تسهیل‌شده، H^+ را از فضای تیلاکوئید به بستره سبزدیسه *(خارج تیلاکوئید)* وارد می‌کند و هم با صرف انرژی، تولید ATP را انجام می‌دهد. *(همواره تولید مادهٔ آلی با صرف انرژی است که تولید ATP هم صرف انرژی دارد و از نوع سنتز آبدهی می‌باشد.)*

نکته
کانال ATPساز، از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد و فقط در انتقال پروتون و تولید ATP نقش دارد.

درسنامه درختی ۹۱ پروتئین کانالی ATPساز

مجموعهٔ پروتئینی ATPساز
- پروتئینی کانالی در غشای تیلاکوئید برای انتشار تسهیل‌شدهٔ پروتون می‌باشد.
- از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد و الکترون عبور نمی‌دهد.
- پروتون را از هر دو قسمت خود عبور می‌دهد.

دو نقش دارد

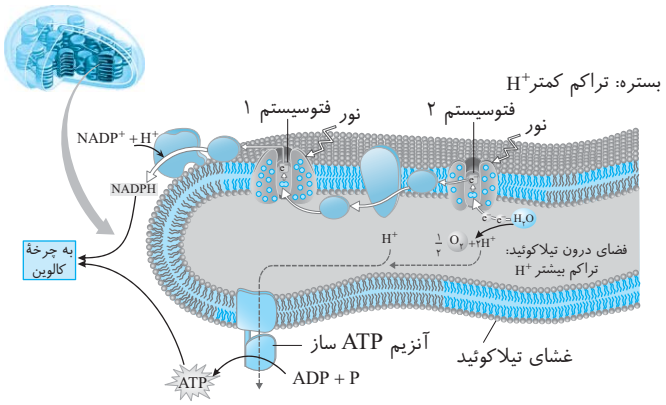
نقش انتقالی
- پروتون‌ها را در جهت شیب غلظت از درون تیلاکوئید به بستره وارد می‌کند.
- برای این عمل، انرژی زیستی صرف نمی‌کند.
- اندازهٔ بزرگ‌تری دارد و در غشای تیلاکوئید قرار دارد.

نقش آنزیمی
- با استفاده از انرژی شیب غلظت
  - در بستره به تولید ATP می‌پردازد.
  - ضمن واکنش آن انرژی مصرف و آب تولید می‌شود.
- با قسمتی کوچک‌تر انجام می‌شود که در بستره قرار دارد.

B ۹۱۵ ۴ $NADPH$ در بستره الکترون‌گیری کرده است و سپس در همان‌جا باعث الکترون‌رسانی و **کاهیدن اسید سه‌کربنه** می‌شود یعنی به اسید سه‌کربنه چرخهٔ کالوین الکترونی می‌دهد تا به قند تبدیل شود ولی الکترون‌های پر انرژی خود را در مراحل نوری، در اصل از P_{700} در فتوسیستم ۱ گرفته تا در مرحلهٔ مستقل از نور در تولید پیوند کربن - هیدروژن نقش ایفا کند. *(انرژی الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۱ توسط رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها و مرکز واکنش جذب شده است.)*

C ۹۱۶ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. این هم آخر سؤال ریز از شکل زیر!!

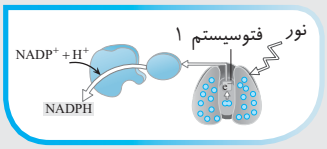
تله‌های تستی الف) درست است. پروتئین ناقل الکترونی که درست بعد از فتوسیستم ۲ قرار دارد، فقط در وسط غشای تیلاکوئید و در تماس با بخش آب‌گریز اسیدهای چرب واقع می‌باشد. این پروتئین بین فتوسیستم ۲ و پمپ پروتونی قرار دارد. / ب) نادرست است. با دقت زیاد در شکل می‌بینید که پمپ H^+ مسئول گرفتن الکترون از وسط غشای تیلاکوئید است و آن‌ها را پس از انرژی‌گیری از راه درون تیلاکوئیدی به ناقل متصل به سطح درونی غشای تیلاکوئید می‌رسانند. / ج) نادرست است. ناقلی پروتئینی که درست قبل از فتوسیستم ۱ قرار گرفته است *(بین پمپ H^+ و فتوسیستم ۱)*، الکترون‌ها را در فضای تیلاکوئید و در نزدیکی سطح درونی از پمپ H^+ گرفته و به P_{700} در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ می‌رسانند. / د) نادرست است. دو ناقل الکترونی بعد از فتوسیستم ۱ سبب عبور الکترون‌های خارج شده از P_{700} در جهت سطح خارجی غشای تیلاکوئید می‌شوند تا در نهایت آن‌ها را به $NADP^+$ برسانند. *(این دو ناقل با توجه به تخلل در سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارند.)*



درسنامه درختی ۹۲ واکنش‌های نوری فتوسنتز

زنجیرهٔ انتقال الکترون ۲

- بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ (به‌عنوان گیرندهٔ الکترون نهایی واکنش نوری) است.
- **اجزا** — **دو نوع پروتئین دارند**
  - هر دو آب‌دوست با اندازهٔ متفاوت می‌باشند.
  - هر دو به سطح خارجی غشای تیلاکوئید متصلند.
  - نوع بزرگ‌تر به $NADP^+$ الکترون‌رسانی می‌کند.
  - نوع کوچک‌تر از $P_{۷۰۰}$ الکترون می‌گیرد.
  - به انتقال پروتون نمی‌پردازند.



- **ترتیب واکنش‌های آن**
  - با گرفتن نور توسط فتوسیستم ۱، الکترون‌های برانگیخته از $P_{۷۰۰}$ خارج می‌شوند.
  - الکترون‌ها ابتدا به ناقل الکترونی کوچک‌تر و سپس بزرگ‌تر آب‌دوست می‌رسند.
  - الکترون‌ها در نهایت به گیرندهٔ $NADP^+$ رسیده و آن را طی کاهش به ناقل $NADPH$ تبدیل می‌کنند.
- $NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی $(NADP^-)$ پیدا می‌کند و با ایجاد پیوند با یک پروتون به مولکول $NADPH$ تبدیل می‌شود.
- **فرمول:** $NADP^+ + ۲e + ۲H^+ \rightarrow NADPH + H^+$
- $NADP^+$ یا $NADPH$ از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.
- انرژی این زنجیره صرف تولید $NADPH$ می‌شود.

B ۹۱۷ ۱ یون‌های H^+ از طریق پمپ پروتونی وارد کیسهٔ غشایی به نام تیلاکوئید می‌شوند، که این پمپ، انرژی خود را از الکترون عبوری می‌گیرد نه از ATP (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نادرست است. آب ماده‌ای الکترون دهنده می‌باشد که پس از تجزیه شدن درون تیلاکوئید، سبب رساندن الکترون به فتوسیستم ۲ می‌شود. (حتماً می‌دانید که آب، مولکول محدنی است و بنزآلی ندارد.) / گزینهٔ (۳): نادرست است. $NADP^+$ آخرین ماده‌ای است که در واکنش‌های نوری، H^+ می‌گیرد و چون دی‌نوکلئوتید است دو عدد قند پنتوز (پنج‌کربنی) دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در فتوسیستم ۱، کمبود الکترونی رنگیزه $P_{۷۰۰}$ از الکترون‌های فتوسیستم ۲ یا از $P_{۶۸۰}$ دریافت می‌شود و چون سبزینه a، گیرندهٔ الکترون است، قدرت جذب نور را نیز مانند هر رنگیزه‌ای دارد.

برو درسنامه درختی ۹۳ بخون

A ۹۱۸ ۲ زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید، خود حاوی دو زنجیرهٔ می‌باشد. در زنجیرهٔ اول که بین فتوسیستم ۲ تا ۱ می‌باشد، انرژی نوری صرف تولید ATP می‌شود که نوعی نوکلئوتید سه‌فسفاته می‌باشد و در زنجیرهٔ دوم که از فتوسیستم ۱ به بعد می‌باشد، انرژی نوری به دام افتاده، صرف تولید $NADPH$ می‌شود که $NADPH$ نوعی مادهٔ دی‌نوکلئوتیدی پرانرژی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زنجیرهٔ دوم، فاقد پمپ می‌باشد. / گزینهٔ (۳): ورود پروتون مخصوص زنجیرهٔ اول بین دو فتوسیستم است. / گزینهٔ (۴): در زنجیرهٔ الکترونی اول، اولین ناقل الکترونی آب‌گریز است ولی در زنجیرهٔ دوم، هر دو ناقل آب‌دوست می‌باشند.

بررسی فتوسنتز

واکنش کلی فتوسنتز (به‌غیر از باکتری‌های گوگردی): $۶CO_۲ + ۶H_۲O \xrightarrow[\text{رنگیزه}]{\text{نور}} C_۶H_{۱۲}O_۶ + ۶O_۲$

ایستگاه ۵۴

نکته: فتوسنتز فرایندی **انرژی‌خواه** است که در یوکاریوت‌ها درون سبزدیسه و در باکتری‌های فتوسنتزکننده در غشا و سیتوپلاسم یاخته انجام می‌گیرد.

فتوسنتز را می‌توان به دو مرحلهٔ وابسته به نور (تیلاکوئیدی) و مستقل از نور (تثبیت کربن) تقسیم‌بندی کرد:

مرحلهٔ نوری
- **بخش اول:** انرژی نور خورشید توسط رنگیزه‌های درون فتوسیستم ۲ به دام افتاده، مولکول آب تجزیه و $O_۲$ متصاعد می‌شود که این مرحله در غشا و فضای تیلاکوئید رخ می‌دهد.
- **بخش دوم:** انرژی نور خورشید در مولکول‌های موقت پرانرژی ATP و $NADPH$ ذخیره شده تا در مرحلهٔ مستقل از نور از آن‌ها استفاده شود. این مرحله از زنجیره‌های انتقال الکترون ایجاد شده که در غشای تیلاکوئید قرار دارند.

نکته: مرحلهٔ نوری **فقط در حضور نور** از طلوع خورشید تا غروب رخ می‌دهد و **مستقل از** $CO_۲$ می‌باشد یعنی هم در حضور و هم در نبود $CO_۲$ رخ می‌دهد که واکنش‌های آن به صورت زیر است:

واکنش بخش اول: $H_۲O \xrightarrow[\text{نور(فتوسیستم ۲)}]{\text{فضای تیلاکوئید}} ۲e^- + ۲H^+ + \frac{۱}{۲}O_۲ \uparrow$

واکنش بخش دوم: $ADP + P + NADP^+ + ۲e^- + ۲H^+ \rightarrow ATP + NADPH, H^+$

خلاصهٔ واکنش نوری: $H_۲O + ADP + P + NADP^+ \rightarrow ATP + NADPH, H^+ + \frac{۱}{۲}O_۲ \uparrow$

نکته: در باکتری‌های فتوسنتزکننده گوگردی، به جای آب از مواد گوگردی مثل $H_۲S$ استفاده می‌کنند. این باکتری‌ها اکسیژن‌زا نیستند و گوگرد آزاد می‌کنند.

مرحلهٔ مستقل از نور: این مرحله در بستره سبزدیسه رخ می‌دهد که برای **تثبیت و کاهش** کربن‌های موجود در $CO_۲$ و ایجاد یک مادهٔ آلی می‌باشد. طی این مرحله در واکنش‌هایی به نام چرخهٔ کالوین که رایج‌ترین حالت تثبیت کربن در **جانداران سبزینه‌دار** است به کمک انرژی ATP و الکترون و پروتون‌های $NADPH, H^+$، مادهٔ هیدرات کربنی ساخته می‌شود. این مرحله مستقل از نور است ولی چون انرژی خود را از مرحلهٔ نوری تأمین می‌کند، پس فقط در حضور نور ادامه‌پذیر می‌باشد.

نکتهٔ مهم: برای ساخت قند n کربنه باید، n مولکول کربن تثبیت شده و $۳n$ مولکول ATP و $۲n$ مولکول $NADPH$ و $۴n$ الکترون پروتون مصرف شود.

واکنش مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز: $nCO_۲ + ۳nATP + ۲nNADPH \xrightarrow{\text{بستره}} C_nH_{۲n}O_n + ۳nADP + ۲nNADP^+$

(پروتون‌های واکنش وارد مولکول قند می‌شوند.)

درسنامه درختی ۹۳ واکنش‌های وابسته به نور (تیلاکوئیدی) فتوسنتز در زنجیرهٔ اول الکترونی

واکنش‌های فتوسنتزی

واکنش‌های وابسته به نور (واکنش‌های تیلاکوئیدی)

زنجیرهٔ انتقال الکترونی ۱

- بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ است که فتوسیستم ۱ از ۲ کمی حجیم‌تر است.
- الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ را گرفته و به مرکز واکنش فتوسیستم ۱ منتقل می‌کند.
- کمبود الکترون خود را از تجزیهٔ آب جبران می‌کند.
- فتوسیستم‌ها را برحسب متن کتاب درسی نباید جزئی از زنجیره به حساب بیاوریم.

اجزا

از جنس پروتئین هستند

پمپ پروتونی

- بین فتوسیستم ۲ و پمپ پروتونی است و کاملاً آب‌گریز است.
- الکترون‌ها را از P_{680} گرفته و به پمپ پروتونی می‌دهد.

هم‌غشایی

- مسئول انتقال الکترون و پروتون است.
- با صرف انرژی از الکترون عبوری، پروتون‌ها را با انتقال فعال از بستره به درون تیلاکوئید می‌آورد.
- در عرض غشای تیلاکوئید قرار دارد و قسمتی از آن که باریک‌تر است به درون تیلاکوئید نفوذ کرده است.

پلاستوسیانین

- بین پمپ پروتونی و فتوسیستم ۱ قرار دارد.
- به سطح داخلی غشای تیلاکوئید متصل است.
- به‌طور مستقیم به P_{700} الکترون می‌رساند.
- الکترون‌ها را از درون تیلاکوئید می‌گیرد و از آنجا به فتوسیستم ۱ می‌دهد.

- انرژی این زنجیره، صرف تولید ATP نوری در کانال ATPساز می‌شود.

ترتیب واکنش‌های آن

- جذب نور توسط فتوسیستم ۲ و آزاد شدن الکترون از P_{680}
- تجزیهٔ نوری آب توسط فتوسیستم ۲ در درون تیلاکوئید و تولید O_2
- انتقال الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب به P_{680} فتوسیستم ۲
- انتقال الکترون خارج شده از P_{680} به پروتئین آب‌گریز
- عبور الکترون از پمپ پروتونی و انتقال فعال H^+ از بستره به درون تیلاکوئید.
- ایجاد تراکم زیاد پروتون درون تیلاکوئید به دلیل تجزیهٔ آب و عملکرد پمپ پروتونی
- انتقال الکترون به پروتئین آبدوست بعد از پمپ
- رسیدن الکترون به P_{700} در مرکز واکنش فتوسیستم ۱

تجزیهٔ نوری آب

- $H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$ (محصول: الکترون، پروتون، اکسیژن)
- توسط عوامل فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.
- الکترون‌های آن وارد فتوسیستم ۲ می‌شود.
- به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط است، بنابراین به آن تجزیهٔ نوری آب می‌گویند.
- در سطح داخلی تیلاکوئید رخ می‌دهد.
- سبب تجمع پروتون‌ها در فضای درون تیلاکوئید می‌شود.

ساخته شدن ATP نوری

- علاوه بر پروتون حاصل از تجزیهٔ آب، پمپ غشایی هم H^+ را از بستره به تیلاکوئید وارد می‌کند.
- به تدریج بر تراکم پروتون‌ها در فضای تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می‌شود.
- براساس شیب غلظت پروتون‌ها، فقط از کانال مجموعهٔ آنزیمی ATPساز عبور می‌کنند.
- همراه با عبور پروتون‌ها از کانال آنزیمی ATP ساخته می‌شود که به آن ساخته شدن نوری ATP می‌گویند.

B ۹۱۹ ۲ نور خورشید بر هر رنگیزه‌ای اثر متفاوتی دارد و در حقیقت هر نوع رنگیزه‌ای، در یک طول موج خاص، جذب متفاوتی دارد (درستی گزینهٔ (۲)).

◀ مصرف $NADPH$ در واکنش‌های مستقل از نور رخ می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۱)) ولی نور خورشید در واکنش‌های نوری، سبب تولید ATP و $NADPH$ می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)).

نکته

در صورت وجود نور زیاد که همراه با دمای شدید می‌باشد اگر محیط خشک در اطراف گیاه وجود داشته باشد، ترشح آبسیزیک‌اسید در گیاه بالا می‌رود تا با بستن روزنه‌های هوایی، تعرق گیاه کم شده و آب گیاه حفظ شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

B ۹۲۰ ـ ۱ سبزینهٔ a در آنتن‌ها و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها وجود دارند ولی اصطلاح $P_{۶۸۰}$ و $P_{۷۰۰}$ مخصوص سبزینهٔ a موجود در مرکز واکنش در فتوسیستم‌های ۲ و ۱ می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): بین دو فتوسیستم پروتئین‌های انتقال دهنده الکترونی وجود دارد. / گزینهٔ (۳): در فتوسیستم‌ها، الکترون‌های برانگیخته در آنتن‌ها و مرکز واکنش ایجاد می‌شوند ولی فقط الکترونی فتوسیستم را ترک می‌کند که از $P_{۷۰۰}$ یا $P_{۶۸۰}$ در **مرکز واکنش** خارج شده باشد و این الکترون‌ها هستند که در زنجیرهٔ دوم انتقال الکترون، ابتدا به مولکول‌های ناقل در سطح خارجی غشای تیلاکوئید می‌رسند. / گزینهٔ (۴): $NADP^+$ ابتدا با گرفتن دو الکترون به $NADP^-$ تبدیل شده که این الکترون‌ها را از فتوسیستم ۱ می‌گیرد.

B ۹۲۱ ـ ۳ موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

زنجیرهٔ انتقال الکترون
- راکیزه‌ای ← به تولید ATP اکسایشی کمک می‌کند ← در ابتدا سبب اکسایش $NADH$ و $FADH_۲$ می‌شود.
- سبزدیسه‌ای ← به تولید ATP نوری کمک می‌کند ← در نهایت سبب تولید ناقل الکترونی $NADPH$ می‌شود.

A ۹۲۲ ـ ۳ $P_{۷۰۰}$ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ ، کمبود الکترون خود را از $P_{۶۸۰}$ در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ جبران می‌کند (نه برعکس) ولی $P_{۶۸۰}$ کمبود الکترون‌های خارج شدهٔ خود را با الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب (مادهٔ معدنی) جبران می‌کند. در مورد گزینهٔ (۴) نیز حتماً می‌دانید که $NADP^+$ ابتدا توسط الکترون‌های $P_{۷۰۰}$ کاهش می‌یابد (الکترون می‌گیرد یا احیا می‌شود).

A ۹۲۳ ـ ۲ الکترون‌های برانگیخته از $P_{۶۸۰}$ به سمت $P_{۷۰۰}$ در غشای تیلاکوئید حرکت کرده و هنگام عبور از **پمپ غشایی** مقدار **زیادی** از انرژی خود را از دست می‌دهند. این پمپ پروتونی، بین دو پروتئین ناقل الکترونی قرار دارد که یکی آب‌دوست و دیگری آب‌گریز می‌باشد. (قبل از پمپ پروتونی، یک ناقل آب‌گریز قرار دارد ولی بعد از این پمپ، یک ناقل الکترونی آب‌دوست وجود دارد.)

B ۹۲۴ ـ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) مدنظر می‌باشند. در مرحلهٔ اول فتوسنتز که درون تیلاکوئید رخ می‌دهد، آب تجزیه می‌شود و اکسیژن، الکترون و H^+ به دست می‌آید و سپس ATP و $NADPH$ تولید شده و در مرحلهٔ آخر که مستقل از نور می‌باشد، در چرخهٔ کالوین، تولید قند به همراه دوباره‌سازی ADP و $NADP^+$ صورت می‌گیرد.

A ۹۲۵ ـ ۴ چرخهٔ کالوین در بسترهٔ سبزدیسه‌ها و تجزیهٔ آب در درون تیلاکوئید صورت می‌گیرد ولی سایر موارد یا به سطح داخلی یا خارجی یا در عرض غشای تیلاکوئید متصلند که بارها مورد بحث قرار گرفته‌اند.

A ۹۲۶ ـ ۱ در فتوسنتز فقط منشأ اکسیژن یا $O_۲$ متصاعد شده، از تجزیهٔ آب می‌باشد و سایر اکسیژن‌های محصولات از اکسیژن نشان‌دار شده $CO_۲$ حاصل می‌شوند.

نکته
در واکنش‌های فتوسنتزی یوکاریوت‌ها و سیانوباکتری‌ها برای تولید یک مولکول گلوکز، ۱۲ مولکول آب تجزیه می‌شود و ۶ مولکول آب دوباره‌سازی می‌شود که بازده آن در حقیقت ۶ مولکول آب مصرف شده می‌باشد. (کتاب درسی به ۶ مولکول آب تولیدی در عمل باکتری‌های گوگردی اشاره کرده است.)

درسنامه درختی ۹۴ محصولات فتوسنتز در گیاهان

محصولات واکنش‌های تیلاکوئیدی (وابسته به نور فتوسنتز)

- $O_۲$
  - محصول عمل قسمتی در فتوسیستم ۲ می‌باشد.
  - درون تیلاکوئید از تجزیهٔ آب ایجاد می‌شود.
  - با عبور از غشاهای سبزدیسه به مصرف می‌رسد و یا آزاد می‌شود.
- ATP نوری
  - توسط کانال ATPساز تولید می‌شود.
  - انرژی آن در اصل از زنجیرهٔ اول و فتوسیستم ۲ تأمین شده است.
  - همانند تولید ATP اکسایشی، واکنشی وابسته به زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد.
- $NADPH, H^+$
  - در واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز در بستره مصرف می‌شوند.
  - محصول زنجیرهٔ دوم فتوسنتزی می‌باشند.
  - در بستره و پس از عمل فتوسیستم ۱ ایجاد می‌شود.

B ۹۲۷ ـ ۴ در مرحلهٔ نوری فتوسنتز گیاهان دو زنجیرهٔ انتقال الکترون وجود دارد که اولی بین فتوسیستم ۲ و ۱ انرژی لازم را به‌طور موقت برای ATPسازی فراهم کرده و دومی که پس از فتوسیستم ۱ می‌باشد، انرژی لازم برای تولید $NADPH$سازی را فراهم می‌کند که در این زنجیره، الکترون‌ها به $NADP^+$ و بعد H^+ به آن‌ها می‌پیوندد. (گزینهٔ (۱) در زنجیرهٔ اول وجود دارد و گزینهٔ (۲) مخصوص واکنش‌های مرحلهٔ مستقل از نور می‌باشد.)

B ۹۲۸ ـ ۴ منظور سؤال سبزینه a یا $P_{۶۸۰}$ و $P_{۷۰۰}$ در فتوسیستم ۲ و ۱ می‌باشد که مسئول خروج الکترون‌های برانگیخته از فتوسیستم هستند. این رنگیزه‌ها انرژی خود برای خروج الکترون برانگیخته از مدار فتوسیستمی را هم خود جذب می‌کنند و هم از انرژی رنگیزه‌های آنتن‌های خود می‌گیرند.

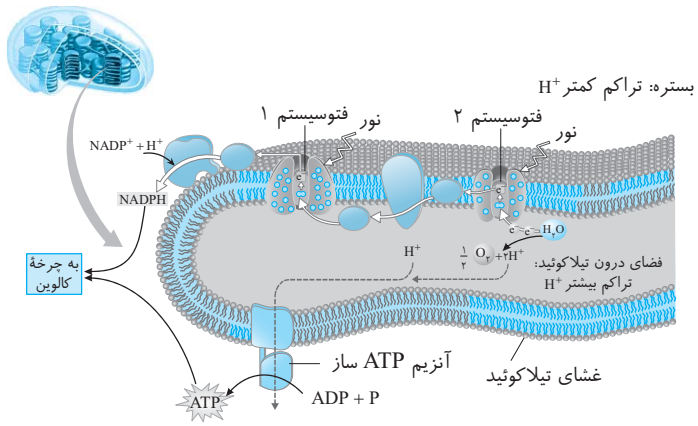
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): $P_{۶۸۰}$ می‌تواند به $P_{۷۰۰}$ الکترون بدهد ولی عکس این عمل صورت نمی‌گیرد. / گزینهٔ (۲): سبزینه‌ها در نور سبز قدرت جذب بالایی ندارند. / گزینهٔ (۳): فقط $P_{۶۸۰}$ به‌طور مستقیم، الکترون‌های آب را جذب می‌کند.

B ۹۲۹ ـ ۳ دقت کنید که کانال پروتئینی، جزء عوامل موجود در زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد و اصلاً الکترون از کانال پروتونی عبور نمی‌کند، در حقیقت فعالیت این کانال پروتئینی به عمل زنجیره وابسته بوده و در تکمیل فعالیت‌های آن صورت می‌گیرد تا ATP تولید شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

نکته

۱ با توجه به شکل روبه‌رو، الکترون‌های آب از فضای درون تیلاکوئید به فتوسیستم ۲ رسیده و سپس در عرض غشای تیلاکوئید، مولکول‌های ناقل و پمپ H^+ را طی می‌کنند و سپس دوباره وارد فضای تیلاکوئید شده تا از طریق پروتئین ناقل به فتوسیستم ۱ در مرکز واکنش برسند. سپس عرض غشای تیلاکوئید را در فتوسیستم ۱ طی می‌کنند تا در سطح خارجی غشای تیلاکوئید به پروتئین‌های ناقل الکترونی و $NADP^+$ برسند (درستی گزینه‌های (۱) و (۲)).

۲ برای تولید ATP، مقدار H^+ درون تیلاکوئید کم شده و تفاوت شیب غلظت H^+ در دو طرف غشای تیلاکوئید کم می‌شود ولی با تولید $NADPH$، مقدار H^+ در بستره کم شده و شیب غلظت این یون در دو طرف غشای تیلاکوئید بیشتر می‌شود (درستی گزینهٔ (۴)).



A ۹۳۰ **۲** در غشای تیلاکوئید، حرکت الکترون‌ها در عرض غشا با عبور از ناقل پس از فتوسیستم ۲، ابتدا این پمپ فعال شده و انرژی می‌گیرد (گزینهٔ (۲)) تا به کمک تجزیهٔ آب، شیب غلظت را درون تیلاکوئید طی ورود H^+ ایجاد کند (گزینهٔ (۳)) سپس انرژی لازم برای ساخت ATP در کانال ایجاد می‌شود (گزینهٔ (۴)) در انتهای مرحلهٔ نوری نیز $NADPH$ (گزینهٔ (۱)) ساخته می‌شود.

C ۹۳۱ **۱** فقط مورد (ب) صحیح است. در واکنش‌های نوری فتوسنتز:

الف) نادرست است. عامل تراکم دهنده H^+ در فضای درون تیلاکوئید، هم **تجزیهٔ آب** و هم فعالیت پمپ پروتونی است. / ب) **درست** است. الکترون‌های P_{680} پس از عبور از زنجیرهٔ انتقال الکترون کم شدن انرژی آن‌ها به P_{700} می‌رسد. / ج) نادرست است. پمپ H^+ توسط الکترون‌های P_{680} در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین دو فتوسیستم ۲ و ۱ فعال می‌شود. / د) نادرست است. یک زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۲ و ۱ برای ساخت ATP و زنجیرهٔ دیگر (*از فتوسیستم ۱ به بعد*) برای ساخت $NADPH$ انرژی را تأمین می‌کنند.

B ۹۳۲ **۱** در غشای تیلاکوئید با فعالیت پمپ، H^+ از بستره سبزدیسه کم شده و در تیلاکوئید تجمع می‌یابند (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): حرکت الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۱، به سمت سطح خارجی تیلاکوئید بوده تا به ناقل الکترونی و $NADP^+$ برسند. / گزینهٔ (۳): پروتئین کانالی، از مقدار H^+ در فضای تیلاکوئید کم می‌کند و به مقدار آن در بستره می‌افزاید. / گزینهٔ (۴): NAD^+ مربوط به تنفس یاخته‌ای است در حالی که $NADP^+$ در واکنش‌های نوری فتوسنتز شرکت می‌کند.

B ۹۳۳ **۴** کانال‌های پروتونی در غشای تیلاکوئید و غشای داخلی راکیزه ابتدا پروتون‌ها را به بستره اندامک وارد می‌کنند و سپس سبب تولید ATP در بستره می‌شوند که این نقش با فعالیت بخش آنزیمی کانال ATPساز صورت می‌گیرد.

- بالا بردن pH بستره در راکیزه و سبزدیسه‌ها به دلیل کاهش H^+ در آن‌ها می‌باشد که این عمل را **پمپ‌های پروتونی** انجام می‌دهند. این پمپ‌ها از الکترون‌های عبوری انرژی می‌گیرند تا عمل انتقال فعال انجام دهند ولی ساخت ATP توسط کانال‌ها انجام می‌شود که این کانال‌ها با ورود H^+ به بستره، سبب کاهش pH این فضا می‌شوند.
- تبدیل پیروات به استیل با تولید $NADH$ و CO_2 همراه می‌باشد نه تولید ATP! (نادرستی گزینهٔ (۲)).
- تولید ترکیبات دوفسفاته شش‌کربنی یا سه‌کربنی در قندکافت با تولید ATP همراه نمی‌باشد. تولید ATP در قندکافت در مرحلهٔ تولید پیروات در انتهای واکنش رخ می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

B ۹۳۴ **۴** اکسایشی ATP محصول عمل زنجیرهٔ انتقال الکترون ولی در کانال پروتونی می‌باشد که در بستره راکیزه رخ می‌دهد ولی تجزیهٔ نوری آب درون فضای تیلاکوئید صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید ATP نوری و $NADP^+$ به ترتیب محصول کانال H^+ و چرخهٔ کالوین در بستره سبزدیسه صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): اکسایش گروه استیل در چرخهٔ کربس همانند تولید ATP اکسایشی در بستره راکیزه رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): تولید ATP در سطح پیش‌ماده در واکنش‌های قندکافت (*در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم*) و چرخهٔ کربس در بستره راکیزه رخ می‌دهد و همان‌طور که می‌دانید، عامل رونویسی، پروتئینی ویژه رونویسی در یوکاریوت‌هاست که طی ترجمه در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.

C ۹۳۵ **۲** یاختهٔ غیرزندهٔ گیاهی چون دیوارهٔ چوبی دارد در استحکام نقش دارد. (*یاخته‌های استحکامی در بافت اسکلرانشیم و هادی چوبی به دلیل داشتن دیوارهٔ چوبی، نقش استحکامی دارد.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. یاخته‌های اسکلرانشیمی و هادی چوبی نیز مرده و فاقد هسته می‌باشند ولی انتقال شیرهٔ پرورده را انجام نمی‌دهند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. یاخته‌های دارای دیوارهٔ دوم چوبی هم دیوارهٔ نخستین و تیغهٔ میانی را دارند ولی دیگر رشد طولی و تقسیم یاخته ندارند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. یاختهٔ نگهبان روزنه در سطح خارجی خود کوتین چوب‌پنبه‌ای دارد ولی توانایی تولید $NADH$ (*نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید*) را نیز دارد.

B ۹۳۶ **۲** منظور سؤال **راکیزه و سبزدیسه** می‌باشد که حاوی دنای مخصوص و رنا و رناتن مخصوص برای ساخت برخی پروتئین‌های مورد نیاز خود می‌باشند. در این دو اندامک خروج H^+ از بستره با صرف انرژی ولی بدون مصرف ATP صورت می‌گیرد و ورود پروتون به بستره آن‌ها نیز با انتشار تسهیل‌شده و بدون صرف انرژی صورت می‌گیرد (رد گزینهٔ (۱) و (۳)).

- تولید ATP توسط عوامل موجود در غشای درونی اندامک ویژه راکیزه می‌باشد که آنزیم ATPساز را در غشای داخلی چین‌خورده خود دارد ولی در سبزدیسه‌ها، تولید ATP توسط آنزیم‌های غشای تیلاکوئید صورت می‌گیرد نه غشای اندامک! (دلیل انتخاب گزینهٔ (۲)).
- در پروکاریوت‌ها، راکیزه‌ها و سبزدیسه‌ها می‌توان فعالیت هم‌زمان رونویسی و ترجمه را از یک رنای در حال ساخت مشاهده کرد.

C ۹۳۷ ۲ دقت کنید که یاخته‌های هدایت‌کنندهٔ شیرهٔ خام یا همان آوند چوبی با یاخته‌های مرده تشکیل می‌دهند که این یاخته‌های مرده، فاقد توانایی تقسیم شدن و رونویسی و پروتئین‌سازی می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): یاخته‌های برگ، همگی لزوماً دارای سبزدیسه نیستند بلکه برخی مثل یاخته‌های نگهبان فتوسنتزکننده‌اند و به $NADP^+$ نیاز دارند و برخی مانند سایر یاخته‌های روپوستی، فاقد سبزدیسه‌اند و توانایی تولید $NADPH$ و فتوسنتز ندارند. / گزینهٔ (۳): بخش خارجی پوست ساقه‌های جوان را بافتی به نام کلانشیم یا پارانشیم می‌پوشاند که یاخته‌های آن، طی قندکافت هم ATP را تولید و هم مصرف می‌کنند. / گزینهٔ (۴): دقت کنید که یاخته‌های همراه نیز جزئی از بافت آبکش هستند، به سبب داشتن راکیزه و تأمین انرژی برای حرکت مواد قندی داخل آوند آبکش نظیر ساکارز، تنفس یاخته‌ای دارند. در چرخهٔ کربس این یاخته‌ها و طی اکسایش استیل، هم $NADH$ و هم $FADH_2$ ایجاد می‌شود.

C ۹۳۸ ۳ ناقل الکترونی $NADPH$ در مرحله‌ای مصرف می‌شود که اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی تبدیل می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ اول، تولید مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار به همراه عمل آنزیم روبیسکو و کاهش انرژی فعال‌سازی صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ آخر، ضمن تولید ADP و قند ریبولوزبیس فسفات، نوکلئوتید ATP، طی هیدرولیز به ADP تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۴): در مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین، قند ریبولوزبیس فسفات و ADP ایجاد می‌شود که همگی دوفسفاته هستند. در این مرحله قند ریبولوز یک‌فسفاته مصرف می‌شود.

برو درسنامه درختی (۹۵) بخون

B ۹۳۹ ۲ موارد (الف)، (ب) و (ج) درست می‌باشند.

واکنش‌های مرحلهٔ مستقل از نور، برای انجام، به نور نیازی ندارند ولی فقط در حضور نور صورت می‌گیرند چون ATP و $NADPH$ مورد نیاز واکنش آن‌ها از مراحل نوری فتوسنتز تأمین می‌شود (نادرستی د). در این مرحله با استفاده از ATP و $NADPH$ مرحلهٔ نوری که هر دو نوکلئوتیدی هستند، انرژی نورانی به شکل شیمیایی در ترکیبات آلی ذخیره می‌شود و بدین ترتیب کربن موجود در مولکول CO_2 در ترکیبات آلی تثبیت می‌شود (درستی الف، ب و ج).

B ۹۴۰ ۲

نکته تثبیت ۶ مولکول CO_2 در چرخهٔ کالوین وقتی صورت می‌گیرد که شش مولکول ماده ناپایدار C_6 که در اثر روبیسکو حاصل شده است از وسط نصف شوند و ۱۲ مولکول اسید سه‌کربنه ایجاد شود. در مرحلهٔ بعد با مصرف ۱۲ مولکول ATP و ۱۲ مولکول $NADPH$، ۱۲ مولکول قند C_3 ایجاد می‌شود که دو تای آن از چرخه خارج شده تا گلوکز بسازد و ۱۰ قند دیگر در چرخه مصرف می‌شود.

B ۹۴۱ ۱ در چرخهٔ کالوین CO_2، ATP و $NADPH$ مصرف می‌شوند و قند C_3 تولید شده که طی آن ADP و $NADP^+$ دوباره‌سازی می‌شوند (*به‌طور کلی در فتوسنتز، آزادسازی CO_2 وجود ندارد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی، مصرف ATP و $NADPH$ صورت می‌گیرد و ADP و $NADP^+$ دوباره‌سازی می‌شوند. / گزینهٔ (۳): در واکنش‌های مرحلهٔ انتهایی چرخهٔ کالوین، قند پنج‌کربنه یک‌فسفاته، با مصرف ATP (*رایج‌ترین انرژی زیستی*) به قند پنج‌کربنه دوفسفاته تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۴): تولید مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار در اثر ترکیب CO_2 با قند C_5 دوفسفاته صورت می‌گیرد که CO_2، یکی از محصولات تنفس یاخته‌ای می‌باشد.

B ۹۴۲ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است. تجزیهٔ نوری آب در **سطح درونی تیلاکوئید** صورت می‌گیرد که درون این سطح فقط پروتئین ناقلی از الکترون قرار دارد که بین پمپ H^+ و فتوسیستم ۱ می‌باشد که به سطح درونی غشای تیلاکوئید متصل می‌باشد.

◄ بیشتر مولکول پمپ پروتونی H^+ در غشای تیلاکوئید می‌باشد، بخش ATPساز کانال پروتونی در سمت بستره سبزدیسه وجود دارد و ناقل الکترونی پس از فتوسیستم ۱ در سطح خارجی غشای تیلاکوئیدی قرار دارد (نادرستی ب، ج و د).

A ۹۴۳ ۴ در مرحلهٔ نوری فتوسنتز، انرژی خورشید به‌طور موقت در مولکول‌های ATP و $NADPH$ ذخیره می‌شود تا در مرحلهٔ مستقل از نور از این انرژی برای ساخت ترکیبات آلی که می‌توانند انرژی شیمیایی را در خود ذخیره کنند، استفاده شود. این مواد ابتدا سبب تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی در چرخهٔ کالوین می‌شوند.

B ۹۴۴ ۳ روبیسکو در چرخهٔ کالوین باعث تولید قند سه‌کربنه می‌شود. در چرخهٔ کالوین ATP و $NADPH$ مصرف می‌شوند، در نتیجه ADP و $NADP^+$ تولید می‌شود تا این دو ماده دوباره در واکنش‌های وابسته به نور استفاده شوند.

B ۹۴۵ ۴ دوباره‌سازی قند C_5 در مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین و همراه با مصرف ATP که نوکلئوتید سه‌فسفاته است، صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در دو مرحله از چرخهٔ کالوین، ADP تولید یا ATP مصرف می‌شود ولی مادهٔ شش‌کربنه ساخته شده توسط روبیسکو، چون **ناپایدار** است، تجزیه می‌شود که طی تجزیه یا تولید آن ATP به کار نمی‌رود. / گزینهٔ (۲): تولید مادهٔ شش‌کربنه ناپایدار در مرحلهٔ اول و طی عمل کربوکسیلاز روبیسکو رخ می‌دهد که به ATP نیاز ندارد. / گزینهٔ (۳): در مرحله‌ای از کالوین که قند C_3 تولید می‌شود ماده $NADPH$ حاصل از مرحلهٔ نوری فتوسنتز اکسایش یافته و $NADP^+$ ایجاد می‌شود.

B ۹۴۶ ۴

نکته ۰۱ $NADP^+$ آخرین گیرندهٔ الکترون و پروتون در واکنش‌های وابسته به نور یا تیلاکوئیدی است (*مقدار O_2 در تنفس یاخته‌ای هوازی که در فصل قبل خواندیم که O_2 نیز گیرندهٔ الکترون و پروتون است*)، این ماده یعنی $NADP^+$ در چرخهٔ کالوین دوباره‌سازی می‌شود. دقت کنید که $NADP^+$ گیرندهٔ الکترون و پروتون ولی $NADPH$ ناقل الکترون و پروتون است که در چرخهٔ کالوین و در مرحلهٔ تبدیل اسید سه‌کربنی تثبیت‌کننده CO_2 به قند سه‌کربنی استفاده می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۰۲ $NADP^+$ عضوی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد و فاقد ساختار پروتئینی یا رنگیزه‌ای می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱) و (۲)).

B ۹۴۷ ۲ الکترون‌های خارج شده از زنجیرهٔ انتقال الکترون، مستقیماً باعث کاهش یا الکترون‌گیری P_{700} در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ و یا $NADP^+$ می‌شوند. بقیهٔ گزینه‌ها کاملاً صحیح است، چون آب به P_{680}، P_{700} به $NADP^+$ و $NADPH$ به اسید سه‌کربنه الکترون می‌دهد. (*راستی سبزینه b و کاروتنوئیدها در گرفتن الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم‌ها نقش ندارند چون در آنتن‌ها قرار دارند.*)

واکنش‌های مستقل از نور (واکنش‌های تثبیت کربن)

در این مرحله، ATP و $NADPH$ ساخته شده در مرحلهٔ نوری مصرف می‌شوند.
این مرحله همانند واکنش‌های تیلاکوئید، فقط در حضور نور انجام می‌شود ولی مستقیماً به نور محتاج نمی‌باشد.
در این مرحله، به تدریج مولکول‌های CO_2 با صرف انرژی ATP و الکترون‌های $NADPH$ به قند تبدیل می‌شوند.
عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن در CO_2، کاهش یافته است.
در این مرحله، کربن مولکول CO_2 در یک اسید سه‌کربنی تثبیت می‌شود.
چرخهٔ کالوین ← ساخته شدن قند در چرخه‌ای از واکنش‌ها به نام چرخهٔ کالوین صورت می‌گیرد.
این واکنش‌ها در بسترهٔ سبزدیسه انجام می‌شوند.
این مرحله همانند چرخهٔ کربس، به صورت چرخه‌ای انجام می‌شود ولی واکنش با قندی پنج‌کربنی دوفسفاته به نام ریبولوزبیس فسفات آغاز می‌شود.

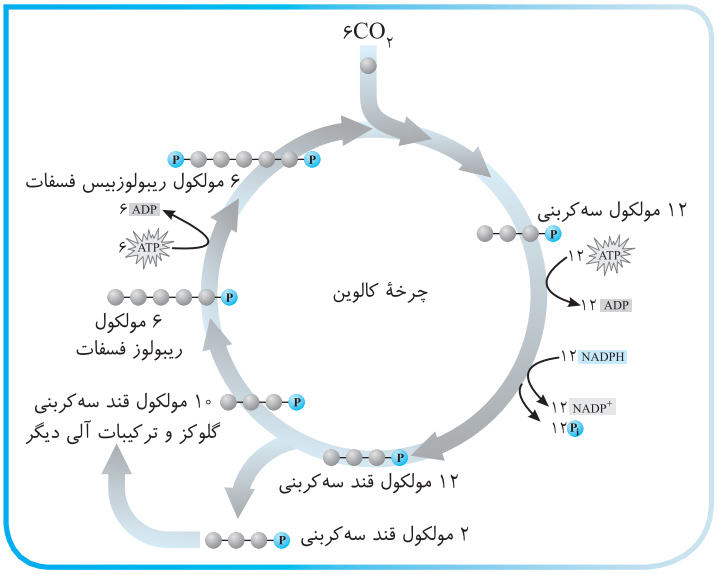
مراحل چرخهٔ کالوین

۱) آنزیم روبیسکو سبب ترکیب CO_2 با قند ریبولوزبیس فسفات شده و مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار ایجاد می‌شود.
۲) هر مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار، بلافاصله تجزیه شده و به دو مولکول اسید سه‌کربنی یک‌فسفاتهٔ پایدار تبدیل می‌شود.
۳) هر اسید سه‌کربنی با مصرف انرژی از ATP و الکترون از $NADPH$، به قند سه‌کربنی فسفات‌دار تبدیل می‌شود.
۴) تعدادی از قند سه‌کربنی از چرخه خارج شده تا به ساخت قند گلوکز و سایر ترکیبات آلی مورد نیاز بپردازند.
۵) تعداد بیشتری از قندهای سه‌کربنی در همان چرخه ابتدا به قندهای پنج‌کربنی یک‌فسفاته تبدیل می‌شوند.
۶) در آخر قندهای پنج‌کربنی یک‌فسفاته با مصرف ATP به قند پنج‌کربنی دوفسفاته اولیه تبدیل می‌شوند.

آنزیم روبیسکو ← همان ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز است
- در صورت CO_2 بالا ← فعالیت کربوکسیلازی در شروع چرخهٔ کالوین دارند.
- در صورت O_2 زیاد ← فعالیت اکسیژنازی در شروع تنفس نوری دارند.

این واکنش‌ها وابسته به ATP و $NADPH$ مرحلهٔ نوری هستند.
به فرایند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب‌های آلی تثبیت کربن می‌گویند.
گیاهان C_3: گیاهانی که اولین مادهٔ آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی اسیدی سه‌کربنی است و **فقط** تثبیت کربن آن‌ها با چرخهٔ کالوین انجام می‌شود.
اکثر گیاهان از نوع C_3 هستند که در شرایط گرم و خشک رشد مناسبی ندارند.

در این چرخه
- مصرف ATP با تولید قند سه‌کربنی یا پنج‌کربنی همراه است.
- مصرف $NADPH$ پس از مصرف ATP صورت می‌گیرد.
- هر مولکول اصلی دارای حداقل یک فسفات می‌باشد.
- فسفات‌ها در تولید قند سه‌کربنی و پنج‌کربنی آزاد می‌شوند.
- محصول نهایی قند سه‌کربنی می‌باشد.
- CO_2، ATP و $NADPH$ مصرف می‌شوند.
- قند سه‌کربنی، ADP و $NADP^+$ تولید می‌شوند.



A ۹۴۸ ۲ در مرحلهٔ نوری فتوسنتز گیاهان، تولید O_2، ATP و $NADPH$ و در مرحلهٔ مستقل از نور، اسید و قند سه کربنه، ADP و $NADP^+$ صورت می‌گیرد. ایجاد شیب غلظت هم مربوط به مرحلهٔ نوری در فضای درون تیلاکوئید می‌باشد.

B ۹۴۹ ۴ $NADP^+$ ، H^+ و الکترون آب را گرفته و در چرخهٔ کالوین در تثبیت کربن، دوباره‌سازی می‌شود.

تله‌های تستی دلیل رد گزینهٔ (۱): $NADP^+$ جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست، بلکه گیرندهٔ الکترون است که $NADPH$ آن به چرخهٔ کالوین الکترون می‌دهد. / دلیل رد گزینهٔ (۲): $NADP^+$ ، دارای دی‌نوکلئوتید و مقدار زیادی پیوند کووالانسی در بین اتم‌های مولکول خود می‌باشد. / دلیل رد گزینهٔ (۳): در چرخهٔ کالوین، $NADPH$ برای تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه استفاده می‌شود و $NADP^+$ تولید می‌شود (نه مصرف).

A ۹۵۰ ۲ فعالیت کانال یونی H^+ باعث ساخته شدن نوری ATP می‌شود که عبور H^+ را بدون صرف انرژی زیستی انجام داده ولی پس از آن با انرژی زیستی حاصل از شیب غلظت H^+ ، با نقش آنزیمی، ATP می‌سازد. بخش آنزیمی این کانال در بستره سبزدیسه قرار دارد و این کانال در فعال‌سازی روبیسکو نقش مستقیمی ندارد.

B ۹۵۱ ۴ دو عامل موردنظر سؤال، **فتوسیستم ۲** و **پمپ پروتونی** تقریباً به‌طور کامل در غشای تیلاکوئیدی می‌باشند. این دو عامل در کل عرض غشای تیلاکوئید قرار دارند و در تماس با بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز اسیدهای چرب موجود در فسفولیپیدهای غشا می‌باشند (درستی گزینهٔ ۴)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پمپ‌های پروتونی قدرت انتقال الکترون و پروتون دارند ولی فتوسیستم ۲ فقط قدرت عبور الکترون دارد. / گزینهٔ (۲): رنگیزه‌های مخصوص جذب نور خورشید در پمپ‌ها برخلاف فتوسیستم‌ها وجود ندارد. / گزینهٔ (۳): تولید ATP نوری توسط کانال پروتونی رخ می‌دهد نه فتوسیستم‌ها یا پمپ‌های پروتونی!!

C ۹۵۲ ۱

نکته

در سبزدیسه‌ها، پمپ غشایی H^+ یکی از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون است پس توانایی انتقال الکترون را دارد و از آنجا H^+ را در بستره به داخل تیلاکوئید می‌آورد پس توانایی انتقال پروتون هم دارد، در حالی که کانال غشایی فقط توانایی عبور H^+ را دارد و جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): براساس شکل کتاب درسی، قسمت آنزیمی کانال پروتونی که وظیفهٔ ساخت ATP را دارد در قسمت بستره واقع شده است ولی هیچ قسمتی از پمپ پروتونی در بستره قرار ندارد. / گزینهٔ (۳): کانال غشایی انتشار تسهیل‌شده پروتون را انجام می‌دهد و به یاد دارید که در مورد انتشار هدف این است که طی آن، غلظت ماده عبوری در تمام دو طرف غشا برابر شود ولی در انتقال فعال مواد از جای پرتراکم به کم‌تراکم می‌روند. / گزینهٔ (۴): کانال غشایی با وارد کردن H^+ به بستره باعث کاهش pH بستره و اسیدی شدن آن می‌شود؛ پمپ غشایی با وارد کردن H^+ از بستره به داخل تیلاکوئید از H^+ بستره کم کرده در نتیجه pH بستره را کمی بالا می‌برد.

C ۹۵۳ ۲

نکته

ATP و $NADPH$ هر دو دارای **باز آلی آدنین** می‌باشند که جزء پورین‌ها با دو حلقهٔ آلی نیتروژن‌دار می‌باشند (درستی گزینهٔ (۱)) و هر دو در مرحلهٔ وابسته به نور تولید و در مرحلهٔ مستقل از نور مصرف می‌شوند. البته ATP در دو مرحله چرخهٔ کالوین ولی $NADPH$ فقط در یک مرحله مصرف می‌شود (درستی گزینه‌های (۳) و (۴)). **ATP ناقل الکترون نمی‌باشد ولی همانند $NADPH$ ناقل انرژی می‌باشد چون $NADPH$ ، حامل الکترون‌های پرانرژی می‌باشد** (علت نادرستی گزینهٔ (۲)).

A ۹۵۴ ۱ در یاخته‌های فتوسنتزکننده، مثل نگهبان‌های روزنه، تراکم پروتون‌ها (یون‌های H^+) در دو قسمت یاخته می‌تواند زیاد باشد، یکی در **فضای بین دو غشای راکیزه‌ها** و دیگری در **فضای درون تیلاکوئید**!! در هر دو این فضاها این تراکم زیاد H^+ سبب ایجاد یک شیب غلظت شده تا کانال H^+ را فعال کند. این کانال علاوه بر نقش انتقالی خود، خاصیت آنزیمی (کاتالیزوری در ساخت ATP) دارد.

◀ تولید ATP اکسایشی در بستره راکیزه، تجزیهٔ نوری آب در فضای درون تیلاکوئید و دوباره‌سازی یک نوع گیرندهٔ الکترونی در بستره سبزدیسه برای تولید $NADP^+$ رخ می‌دهد.

B ۹۵۵ ۴ یکی از اهداف زنجیرهٔ انتقال الکترونی راکیزه‌ها، دوباره‌سازی گیرنده‌های الکترونی NAD^+ و FAD می‌باشد ولی هدف نهایی زنجیرهٔ انتقال الکترون سبزدیسه‌ای، تولید ناقل الکترونی $NADPH$ می‌باشد.

نکته مهم

زنجیرهٔ انتقال الکترونی
- در راکیزه‌ها
  - $NADH$ ، $FADH_2$ و O_2 را وارد واکنش می‌کند.
  - NAD^+ ، FAD و آب می‌سازد.
  - به دوباره‌سازی **دو نوع** گیرندهٔ الکترونی و اکسایش دو نوع ناقل الکترونی می‌پردازد.
- در تیلاکوئید
  - H_2O و $NADP^+$ (گیرندهٔ الکترونی) را وارد واکنش می‌کند.
  - O_2 و $NADPH$ (ناقل الکترونی) می‌سازد.

B ۹۵۶ ۲ منظور سؤال **پروتئین کانالی** است که جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست ولی در انتقال H^+ (برخلاف الکترون) نقش دارد که H^+ را در جهت شیب غلظت و بدون صرف انرژی به بستره سبزدیسه برمی‌گرداند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)). این مجموعهٔ پروتئینی، H^+ حاصل از تجزیهٔ آب را عبور داده و پس از آن با صرف انرژی، ADP را با فسفات طی سنتز آبدهی و صرف انرژی ترکیب کرده و ATP نوری می‌سازد. (در مورد علت رد گزینهٔ (۳) دقت کنید که پروتئین کانالی H^+ ، این یون را در جهت شیب غلظت عبور می‌دهد و از اختلاف و شیب در دو طرف غشای تیلاکوئید می‌کاهد.)

B ۹۵۷ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) درست می‌باشند.

توجه وقتی صحبت از فتوسنتز می‌کنیم، توجه داشته باشید که فقط دارای دو مرحلهٔ وابسته به نور و مستقل از نور می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. تولید ATP در مرحلهٔ نوری فتوسنتز می‌باشد که در این مرحله $NADP^+$ نیز مصرف شده و $NADPH$ می‌سازد. / ب) نادرست است. تولید قند سه‌کربنه در مرحلهٔ مستقل از نور ولی مصرف $NADP^+$ در مرحلهٔ نوری صورت می‌گیرد. / ج) درست است. تولید ADP و مصرف $NADPH$ در مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز در چرخهٔ کالوین صورت می‌گیرد. / د) درست است. تولید قند C_3 و مصرف ATP در مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز صورت می‌گیرد.

A ۹۵۸ ۴ نور، دما و CO_2 در حد معین از عوامل مؤثر و مفید در فتوسنتز است ولی افزایش O_2 محیط روی فرایند فتوسنتز، همواره اثر منفی دارد.

درسنامه درختی ۹۶ عوامل مؤثر در فتوسنتز

عوامل مؤثر در فتوسنتز

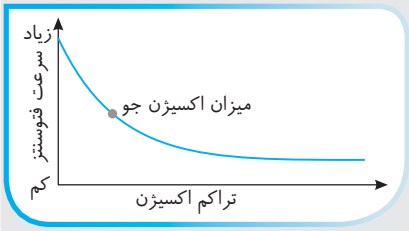
اثر محیط بر فتوسنتز

- دما ← فتوسنتز فرایند آنزیمی است و بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در گسترهٔ دمایی خاصی انجام می‌شود ← بالا رفتن زیاد دما سبب تغییر ساختار آنزیم‌ها می‌شود.
- میزان اکسیژن ← بر میزان فتوسنتز تأثیر می‌گذارد و افزایش تراکم O_2، سبب کاهش سرعت فتوسنتز می‌شود.
- نور
  - طول موج
  - شدت
  - مدت زمان تابش نور

  ← از عوامل مؤثر بر فتوسنتز هستند ← تا هنگامی که رنگیزه‌ها برای گرفتن نور اشباع شوند، روی فتوسنتز اثر مثبت دارد.
- میزان CO_2 ← تا هنگامی که آنزیم‌های مرحلهٔ مستقل از نور اشباع شوند ← افزایش CO_2 بر فتوسنتز اثر مثبت دارد.

عوامل درونی گیاه

- مقدار رنگیزه‌ها ← در میزان فتوسنتز اثر مثبت دارند.
- وسعت برگ‌ها ← هرچه بیشتر باشند، مقدار فتوسنتز بیشتر است.
- موقعیت روزنه‌ها ← هرچه روزنه‌های هوایی در روپوست فرورفته‌تر باشند (*غرقاب خزرهره*) ← مقدار فتوسنتز کمتر است.
- تعداد روزنه‌ها ← هرچه بیشتر باشد، ورود CO_2 و مقدار فتوسنتز بیشتر می‌باشد.



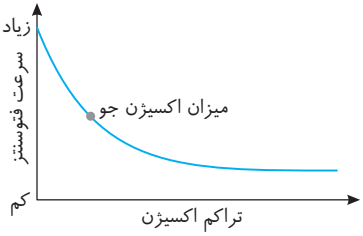
B ۹۵۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) مدنظر می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ورود H^+ به درون تیلاکوئید، با انتقال فعال و صرف انرژی الکترون‌ها است و انرژی‌زا نمی‌باشد. / ب) نادرست است. ورود H^+ به فضای بین دو غشای راکیزه نیز انرژی‌خواه است که از الکترون‌های عبوری، انرژی می‌گیرند. / ج) درست است. در چرخهٔ کالوین با دوباره‌سازی C_5، مولکول ATP مصرف می‌شود که انرژی‌خواه می‌باشد. / د) نادرست است. پس از قندکافت، پیرووات‌ها با مکانیسم انتقال فعال (*انرژی‌خواه*) وارد بستره راکیزه می‌شوند.

B ۹۶۰ ۱ فرایند عبارت (د) یعنی فعالیت آنزیم روبیسکو در بستره سبزدیسه در چرخهٔ کالوین رخ می‌دهد ولی سایر عبارات صحیح می‌باشند.

B ۹۶۱ ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. مقدار CO_2، طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز مؤثر است و اثر مثبت دارند. / ب) نادرست است. فتوسنتز واکنشی آنزیمی است و در یک گسترهٔ دمایی **خاص** (*نه متفاوت*) انجام می‌شود. / ج) درست است. مقدار اکسیژن محیط روی فتوسنتز، اثر عکس دارد.



B ۹۶۲ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) مدنظر می‌باشند. طی تنفس هوازی در بستره راکیزه در مراحل چرخهٔ کربس و زنجیرهٔ انتقال الکترون ATP تولید می‌شود و در قندکافت که در سیتوپلاسم رخ می‌دهد هم ATP تولید می‌شود. از طرفی در مجاور بخش خارجی غشای تیلاکوئید در کانال H^+، ATP نوری ساخته می‌شود.

A ۹۶۳ ۳ ملخ نوعی جانور مصرف‌کننده است، پس واکنش‌های فتوسنتزی، تولید $NADPH$ و تثبیت کربن ندارد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)) و بسته‌بندی پروتئین هم که در شبکهٔ گلژی صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۱)) ولی اکسایش پیرووات در راکیزه آن رخ می‌دهد.

B ۹۶۴ ۲

نکته محل تولید $NADP^+$، فضای **بستره** سبزدیسه در چرخهٔ کالوین می‌باشد که خروج H^+ از آن و ورود به فضای تیلاکوئید توسط پمپ غشایی و در خلاف جهت شیب غلظت و با صرف انرژی می‌باشد. همچنین فضای $FADH_2$ ساز، **بستره** راکیزه است که خروج H^+ آن و ورود به فضای بین دو غشای راکیزه، باز هم برخلاف شیب غلظت و با صرف انرژی است. این دو عمل، از ATP (*نوکلئوتید*) انرژی نمی‌گیرند ولی الکترون‌هایی از آن‌ها از پمپ سراسری در عرض غشا عبور می‌کنند.

B ۹۶۵ ۴ در مرحلهٔ اول چرخه‌های کربس و کالوین مادهٔ شش‌کربنه تولید می‌شود که محصول اول چرخهٔ کربس از وسط نصف نمی‌شود، بلکه با آزاد کردن CO_2 به یک مادهٔ پنج‌کربنی تبدیل می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در هر دو چرخهٔ کربس و کالوین از NAD^+ یا $NADPH$ استفاده می‌شود که هر دو «نیکوتین آمید آدنین دی‌نوکلئوتید» را دارند پس دی‌نوکلئوتید را به صورت $NADH$ یا $NADP^+$ تولید می‌کنند. / گزینهٔ (۲): درست است. در چرخه‌های کربس و کالوین مولکول‌های C_6 و C_5 مشترک می‌باشند ولی در کالوین مادهٔ C_3 هم وجود دارد در صورتی که چرخهٔ کربس حاوی C_4 می‌باشد. / گزینهٔ (۳): درست است. در مرحله‌ای از چرخهٔ کربس ADP که نوکلئوتید دوفسفاته است، ATPسازی در سطح پیش‌ماده رخ می‌دهد ولی در چرخهٔ کالوین ATP مصرف می‌شود.

A ۹۶۶ ۴ تولید استیل CoA از پیرووات با آزادسازی CO_2 و NADH است که در این واکنش، مولکول ATP تولید یا مصرف نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مرحلهٔ اول قندکافت با صرف ۲ATP صورت می‌گیرد تا گلوکز دوفسفاته ایجاد شود و انرژی فعال‌سازی واکنش تأمین شود. / گزینهٔ (۲): در چرخهٔ کالوین برای تبدیل اسید سه کربنه، به قند سه کربنه، ATP و NADPH مصرف می‌شود. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین، ATP مصرف می‌شود.

A ۹۶۷ ۱ این هم یک سؤال ساده در مورد مرحلهٔ نوری فتوسنتز است. زنجیرهٔ انتقال الکترون در سبزدیسه انرژی نوری را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کند ولی زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه انرژی شیمیایی را از نوعی به نوع دیگر تبدیل می‌کند (گلوکز به ATP).

B ۹۶۸ ۴ دقت شود که NADPH مولکولی مهم در جریان فتوسنتز است و از آن در راکیزه استفاده‌ای نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بر اساس فعالیت و متن کتاب درسی، میزان اکسیژن جو می‌تواند بر سطح بهینهٔ فتوسنتز تأثیرگذار باشد که با فتوسنتز رابطهٔ عکس دارد. / گزینهٔ (۲): بر اساس متن کتاب درسی صحیح است ولی لازم به ذکر است که لزوماً تنفس یاخته‌ای آزاد کردن انرژی از قند نیست. در بخش بیشتر بدانید کتاب برای تجزیهٔ اسید چرب و... به آن اشاره شده است. / گزینهٔ (۳): برای تولید ATP در زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای راکیزه و مرحله‌ای از قندکافت که برای تولید ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته انجام می‌شود، یاخته از فسفات معدنی بهره می‌گیرد.

◀ در مرحله‌ای از قندکافت، برای تبدیل قند سه‌کربنی یک‌فسفاته به ترکیب دوفسفاته، فسفات‌های معدنی آزاد نیاز می‌باشد.

B ۹۶۹ ۲ دقت کنید که در چرخهٔ کالوین گیاهان، ATP فقط مصرف می‌شود ولی در قندکافت ATP هم تولید و هم مصرف می‌شود. در قندکافت، چرخهٔ کربس و چرخهٔ کالوین ماده شش‌کربنی وجود دارد (قندکافت برخلاف چرخه‌های کالوین و کربس، مادهٔ پنج‌کربنی ندارد).

B ۹۷۰ ۴ در چرخهٔ کربس، مولکول چهارکربنه و در چرخهٔ کالوین قند پنج‌کربنه دوفسفاته واکنش‌ها را آغاز کرده و در نهایت دوباره‌سازی می‌شوند. هر دو ماده در مرحلهٔ اول به ماده شش‌کربنه تبدیل می‌شوند که البته در چرخهٔ کربس مادهٔ پایدار ولی در چرخهٔ کالوین ناپایدار است و از وسط نصف می‌شود. از بین این دو ماده دوباره‌سازی شده، فقط در چرخهٔ کالوین قند پنج‌کربنه دوفسفاته اولیه، با مصرف ATP تولید می‌شود.

A ۹۷۱ ۳ تولید قند سه‌کربنه از اسید سه‌کربنی، همراه با تولید ADP و $NADP^+$ می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در چرخهٔ کالوین اصلاً ATP تولید نمی‌شود بلکه در دو مرحلهٔ آن برای تولید قند سه‌کربنی و پنج‌کربنی دوفسفاته، ATP مصرف می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. تولید ترکیب شش‌کربنهٔ ناپایدار در مرحلهٔ اول کالوین می‌باشد که ATP ای در آن مصرف نمی‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. مصرف NADPH در مرحله‌ای از کالوین و به دنبال مصرف ATP می‌باشد (نه تولید ATP).

C ۹۷۲ ۳ بافت آبکش از یاخته‌های آبکشی بدون راکیزه، یاخته همراه با اندامک و پارانشیم محافظ آبکشی دارای اندامک تشکیل شده است که در هیچ‌کدام، فتوسنتز و استفاده از NADPH صورت نمی‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۲)). ولی چون همگی یاخته‌های زنده قادر به انجام قندکافت بی‌هوازی می‌باشند، پس قادرند مادهٔ شش‌کربنی دوفسفاته را به پیرووات تبدیل کنند که در این بین به تولید NADH و ATP نیز می‌پردازند (درستی گزینهٔ (۳)).

نکته
۱ راه‌اندازی چرخهٔ کربس با ترکیب استیل و مادهٔ C_4 صورت می‌گیرد. چرخهٔ کربس تولیدکنندهٔ ATP می‌باشد نه مصرف‌کنندهٔ آن (نادرستی گزینهٔ (۱)).
۲ انتقال H^+ از بستره راکیزه به فضای بین دو غشا همواره با صرف انرژی و انتقال فعال است (نادرستی گزینهٔ (۴)).

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۹۷۳ ۳ دقت کنید که سبزدیسه خودش دو غشا دارد ولی درون آن تعداد زیادی تیلاکوئید یک غشایی وجود دارد. پس سبزدیسه حاوی تعداد زیادی لایهٔ فسفولیپیدی می‌باشد، در صورتی که هسته و راکیزه دو غشا و چهار لایهٔ فسفولیپیدی دارد. در چرخهٔ کالوین، تولید NADPH، ATP نوری و O_2 قسمت مهمی از واکنش‌های فتوسنتز است ولی در فصل قبل خواندیم که چرخهٔ کربس و تولید استیل‌کوآنزیم A مربوط به تنفس هوازی در بستره راکیزه است.

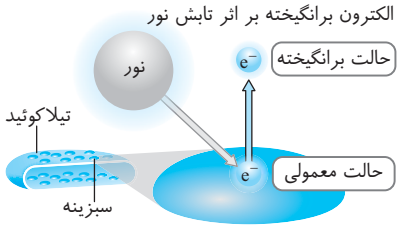
نکته
پیرایش mRNA و فعالیت انواع مختلف رنابسپاراز در هسته که اندامک دوغشایی است، صورت می‌گیرد.

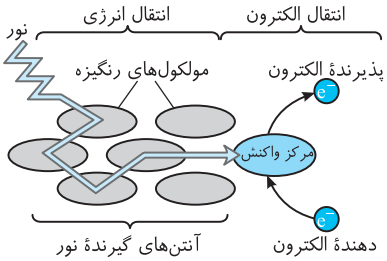
C ۹۷۴ ۳ فقط مورد (الف) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در سیانوباکتری‌ها و سایر باکتری‌های فتوسنتزکننده (گوگردی‌ها)، سبزدیسه و تیلاکوئید وجود ندارد به همین دلیل واکنش‌های تیلاکوئید یا زنجیره‌های انتقال الکترون در غشای یاخته انجام می‌شود که این غشا همانند غشای تیلاکوئید در تولید ATP نوری نقش دارد. / ب) درست است. تولید ATP در سطح پیش‌ماده آلی مخصوص واکنش‌های **قندکافتی و چرخهٔ کربس** می‌باشد که به ترتیب در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و بستره راکیزه انجام می‌شوند. **در غشای داخلی چین‌خورده راکیزه واکنش‌هایی در ارتباط با تولید ATP اکسایشی ایجاد می‌شود.** / ج) درست است. در یوکاریوت‌ها، غشای یاخته در تولید ATP نقشی ندارد ولی می‌تواند در برخی پمپ‌های غشایی به مصرف ATP بپردازد. / د) درست است. تولید ATP اکسایشی فقط در واکنش‌های تنفس هوازی و درون راکیزه به واسطه عمل زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد. **ATP اکسایشی راکیزه‌ها همانند ATP نوری سبزدیسه‌ها نتیجهٔ فعالیت کانال پروتونی ATPساز می‌باشد که در ادامه عمل زنجیره‌های انتقال الکترون انجام می‌شود.**

C ۹۷۵ ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اسپیروژیر جلبکی سبز پریاخته‌ای رشته‌ای می‌باشد که **سبزدیسه** یا کلروپلاست آن نواری دراز می‌باشد **نه سبزینه آن!** «امان از بی‌دقتی!» / ب) نادرست است. هر الکترون موجود در رنگیزه‌های فتوسنتزی، اگر به **اندازهٔ کافی** انرژی کسب کنند، به صورت برانگیخته درمی‌آیند و از مدار خود خارج می‌شوند (دقت داشته باشید که هر طول موج نمی‌تواند سبب خروج الکترون شود، مثلاً طول موج بالای ۷۰۰ نانومتر این توانایی را ندارد).





ج) درست است. به‌طور معمول و با توجه به شکل‌های کتاب، همهٔ رنگیزه‌های فتوسنتزی، الکترون آزاد دارند که الکترون آن‌ها در اثر برانگیخته شدن می‌تواند به رنگیزه یا مولکول دیگری (*پروتئین*) منتقل شود یا با صرف انرژی دوباره در همان رنگیزه قرار گیرد. / د) نادرست است. با توجه به شکل روبه‌رو متوجه می‌شوید که مرکز واکنش یک فتوسیستم انرژی خود را از آنتن‌های گیرندهٔ نوری همان فتوسیستم می‌گیرد.

◀ در هر فتوسیستم، یک مرکز واکنش از چند آنتن مختلف همان فتوسیستم، انرژی می‌گیرد.

C ۹۷۶ ۴

نکته
۰۱ مرکز واکنش فتوسیستم ۱، الکترون‌های از دست دادهٔ خود را از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌گیرد و مرکز واکنش در فتوسیستم ۲ نیز الکترون‌های خود را از آب می‌گیرد.
۰۲ هیچ‌گاه یک مرکز واکنش از آنتن‌ها، الکترون‌گیری نمی‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، سبزینهٔ a موجود در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ یعنی $P_{۷۰۰}$ از طریق سه ناقل الکترونی، از $P_{۶۸۰}$ در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ الکترون می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): مرکز واکنش هر فتوسیستم، **انرژی** مورد نیاز خود را هم از رنگیزهٔ خود و هم از آنتن‌های همان فتوسیستم می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): مرکز واکنش در فتوسیستم ۲، الکترون خارج کرده از $P_{۶۸۰}$ را از تجزیه **آب** (*ماده محدود*) جایگزین می‌کند و کاهش می‌یابد. لازم به توجه است که آب جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.

C ۹۷۷ ۳ ورود پروتون (H^+) به درون تیلاکوئیدها با انتقال فعال و خروج آن به صورت انتشار تسهیل‌شده می‌باشد. از طرفی در فشار ریشه‌ای ورود یون‌ها به آوند چوبی به صورت انتقال فعال بوده ولی در نورون‌ها، خروج K^+ از غشای نورون‌ها به صورت انتشار تسهیل‌شده از کانال‌های فاقد دریچه یا دریچه‌دار صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بیشتر بازجذب و ترشح مواد در کلیه‌ها با انتقال فعال صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): ورود پیرووات به درون بستره راکیزه و انتقال H^+ به فضای بین دو غشای راکیزه، هر دو با انتقال فعال صورت می‌گیرند. / گزینهٔ (۴): خروج سدیم از یاختهٔ عصبی به صورت انتقال فعال صورت می‌گیرد.

C ۹۷۸ ۳ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

◀ برای تولید ATP نوری و اکسایشی در سبزدیسه و راکیزه، H^+ از طریق کانال ATPساز، به روش انتشار تسهیل‌شده (*در جهت شیب غلظت*) و بدون صرف انرژی منتقل می‌شود (نادرستی ب و د). در راکیزه و برای تولید ATP اکسایشی، پروتون‌ها از فضای بین دو غشا به بستره می‌آیند که درونی‌ترین فضای اندامک می‌باشد ولی در تولید ATP نوری، پروتون‌ها از فضای درون تیلاکوئید که درونی‌ترین فضای اندامک می‌باشد به بستره وارد می‌شوند (نادرستی الف و ج).

نکته
بستره، درونی‌ترین فضای درون راکیزه می‌باشد ولی در سبزدیسه‌ها، فضای درون تیلاکوئید را به عنوان درونی‌ترین فضای اندامک می‌شناسیم.

B ۹۷۹ ۳ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. پروکاریوت‌های فتوسنتزکننده، کلروپلاست (*سبزدیسه*) ندارند. / ب) نادرست است. تمام رنگیزه‌ها به همراه یک‌سری پروتئین در آنتن‌های سیستم‌های نوری یا فتوسیستم درون غشای تیلاکوئید قرار دارند. / ج) نادرست است. در واکنش‌های نوری فتوسنتز، با تحریک فتوسیستم ۲ و آزاد شدن الکترون از آن و سپس تجزیهٔ آب، $O_۲$ متصاعد می‌شود. / د) نادرست است. حداکثر جذب نوری سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ یا $P_{۷۰۰}$ در تابش ۷۰۰ نانومتر و در فتوسیستم ۲ در ۶۸۰ نانومتر است ولی در آنتن‌های فتوسیستم‌ها، انواع سبزینه‌های a وجود دارند که در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر بیشترین جذب را دارند.

C ۹۸۰ ۲ منظور این سؤال فتوسیستم ۲ در تجزیهٔ آب و پمپ پروتونی در ورود H^+ به فضای تیلاکوئید می‌باشند که با کمک همدیگر سبب ایجاد تراکم زیاد H^+ درون تیلاکوئید می‌شوند. این دو عامل یعنی فتوسیستم ۲ و پمپ H^+، هر دو الکترون خود را در زنجیرهٔ انتقال الکترون به نوعی پروتئین بدون رنگیزه منتقل می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پمپ H^+ برخلاف فتوسیستم‌ها، فاقد رنگیزه فتوسنتزی می‌باشد. / گزینهٔ (۳): فقط پمپ H^+، می‌تواند پروتون‌ها را از بستره به داخل تیلاکوئید منتقل کند. / گزینهٔ (۴): فتوسیستم ۲ برخلاف فتوسیستم ۱ و پمپ پروتونی، فقط از یک طرف به ناقل پروتئینی زنجیره مرتبط می‌باشد.

C ۹۸۱ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. فرایند انتقال پروتون به درون تیلاکوئید، با **انتقال فعال** و **صرف انرژی**، از الکترون عبوری و توسط **پمپ** پروتونی صورت می‌گیرد که مانند برگشت کلسیم به شبکهٔ آندوپلاسمی، پس از پایان انقباض ماهیچه می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. مکانیسم ورود سدیم به یاخته، همواره غیرفعال و از طریق کانال‌ها می‌باشد. / ب) نادرست است. ترشح و بازجذب کلیوی، اغلب به صورت فعال و از طریق **پمپ‌های** غشایی صورت می‌گیرد (*نه کانال*). / ج) نادرست است. مکانیسم خروج ناقل عصبی با **برون‌رانی** و به کمک ریزکیسه‌ها می‌باشد.

B ۹۸۲ ۱ فقط مورد (الف) مدنظر می‌باشد. تولید آب مربوط به واکنش‌های تنفس هوازی بوده و تجزیه ATP نیز در مرحلهٔ واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز صورت می‌گیرد (درستی الف). تولید ATP و مصرف $NADP^+$ برای تولید $NADPH$، ورود و خروج H^+ به تیلاکوئید بدون مصرف ATP مربوط به واکنش‌های مرتبط با زنجیرهٔ انتقال الکترون فتوسنتز می‌باشد (نادرستی ب و ج) (*در زنجیرهٔ انتقال الکترون مصرف ATP و NADPH صورت نمی‌گیرد*).

نکته
با توجه به شکل کتاب درسی، الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب، در مسیر خود از عرض غشای تیلاکوئید و سطح داخلی غشا عبور می‌کنند و پس از فتوسیستم ۱ در سطح بیرونی غشا به $NADP^+$ می‌رسند (نادرستی د).

C ۹۸۳ ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند. (*به عبارت‌ها لطفاً به دقت توجه کنید!*)

تله‌های تستی الف) نادرست است. تولید $O_۲$ در واکنش‌های نوری فتوسنتزی صورت می‌گیرد نه تنفس یاخته‌ای هوازی یا بی‌هوازی!! / ب) نادرست است. چرخهٔ کالوین واکنش مستقل از نور فتوسنتز برای تولید مواد آلی می‌باشد که همانند تنفس یاخته‌ای، در آن $O_۲$ تولید نمی‌شود ($O_۲$ *فقط در واکنش‌های وابسته به نور، در فتوسنتزکنندگان اکسیژن‌زا تولید می‌شود*). / ج) نادرست است. تخمیر واکنش بی‌هوازی می‌باشد که به $O_۲$ وابسته نیست. / د) نادرست است. برای ایجاد چرخهٔ کربس که بخشی از مرحلهٔ هوازی می‌باشد، وجود $O_۲$ مورد نیاز است ولی مصرف $O_۲$ در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه صورت می‌گیرد.

C ۹۸۴ ۱ موارد (ب)، (ج) و (هـ) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ATP در مرحلهٔ وابسته به نور، توسط کانال پروتونی در بستره سبزدیسه تولید می‌شود ولی $NADP^+$ در مرحلهٔ مستقل از نور، در بستره سبزدیسه تولید می‌شود، **پس محل تولید آن‌ها برخلاف مرحلهٔ تولید آن‌ها یکسان است.** / ب) درست است. صدبار گفتیم که انتقال H^+ به درون و بیرون تیلاکوئید به مصرف ATP نیاز ندارد بلکه انرژی ورود به تیلاکوئید را از الکترون عبوری می‌گیرد. / ج) درست است. رنگیزه در واکوئول و پلاست‌های (ریشه‌ها) یاخته گیاهی موجود می‌باشند ولی فقط رنگیزه‌های سبزدیسه‌ای در فتوسنتز مؤثرند. / د) نادرست است. همهٔ رنگیزه‌های موجود در فتوسیستم ۲، انرژی خود را به $P_{۶۸۰}$ داده تا سبزینه a، الکترون خود را خارج کند ولی رنگیزه‌های درون فتوسیستم ۱ در برانگیخته کردن الکترون $P_{۶۸۰}$ اثری ندارند. / هـ) درست است. در زنجیرهٔ انتقال الکترون، کمترین انرژی در الکترونی است که به $P_{۷۰۰}$ می‌رسد چون در حین عبور از پمپ H^+ مقدار زیادی انرژی از دست داده است و بیشترین هنگامی است که از $P_{۷۰۰}$ خارج می‌شود.

B ۹۸۵ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

نکته یادتون باشه که کانال پروتئینی جزء پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست. گول عبارت (الف) رو نخوری، این پمپ H^+ است که جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون است و H^+ را برخلاف جهت شیب غلظت وارد تیلاکوئید می‌کند که این فضا محل تجزیهٔ آب و تولید O_2 می‌باشد. دقت کنید که پمپ H^+، فقط H^+ را به داخل تیلاکوئید می‌آورد و مبادله نمی‌کند (نادرستی د).

C ۹۸۶ ۲ همهٔ موارد به‌جز مورد (الف)، عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) درست است. در واکنش‌های نوری، الکترون برانگیخته، هر دو سبزینه a از نوع $P_{۷۰۰}$ و $P_{۶۸۰}$ را در فتوسیستم ۱ و ۲ ترک می‌کند. / ب) نادرست است. شیب غلظت در طرفین غشای تیلاکوئید ایجاد می‌شود نه غشای سبزدیسه که این شیب از سمت داخل تیلاکوئید به بستره می‌باشد. / ج) نادرست است. تجزیهٔ آب در **سطح درونی غشای تیلاکوئید** و توسط فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد. / د) نادرست است. انتقال پروتون در واکنش‌های فتوسنتزی بدون مصرف ATP و توسط پمپ H^+ صورت می‌گیرد که این پمپ یکی از پروتئین‌های ناقل الکترون در زنجیرهٔ اول الکترونی بین فتوسیستم ۲ و ۱ می‌باشد که انرژی خود را از الکترون‌های عبوری تأمین می‌کنند (دقت کنید که زنجیرهٔ دوم الکترونی، پروتون‌ها را عبور نمی‌دهد).

C ۹۸۷ ۱ در زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئیدها، پروتئین ناقلی که به سطح داخلی غشای تیلاکوئید متصل است، الکترون‌های عبور کرده از پمپ H^+ را با کمترین انرژی به $P_{۷۰۰}$ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ می‌رساند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): فتوسیستم ۱ سبب انتقال الکترون به پروتئین‌های ناقل الکترونی در سطح خارجی غشای تیلاکوئید می‌شود. همان‌طور که می‌دانید فتوسیستم‌ها در انتقال H^+ بین دو سمت غشای تیلاکوئید نقشی ندارند. / گزینهٔ (۳): خروج O_2 به عنوان یک ماده محلول در لیپید، به راحتی و با انتشار از فسفولیپیدهای غشا صورت می‌گیرد ولی فتوسیستم ۲ فقط در تجزیهٔ آب، تولید O_2 و انتقال الکترون به ناقل آب‌گریز غشای تیلاکوئید نقش دارد. / گزینهٔ (۴): انتقال الکترون به $NADP^+$ در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون و به کمک پروتئین‌های ناقلی در سطح **خارجی** غشای تیلاکوئید صورت می‌گیرند که پس از فتوسیستم ۱ واقع شده‌اند (این ناقلین، تنها به سرهای آب‌دوست اسیدهای چرب متصلند).

C ۹۸۸ ۴ فقط مورد (الف) نادرست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تولید ATP نوری از ADP، در اثر واکنش‌های تیلاکوئیدی و همراه سنتز آبدهی صورت می‌گیرد. / ب) درست است. در واکنش‌های تیلاکوئید یا وابسته به نور فتوسنتز، دو زنجیرهٔ انتقال الکترون وجود دارد که زنجیرهٔ اول سبب تولید ATP نوری می‌شود و زنجیرهٔ دوم به تولید $NADPH$ می‌پردازد و سپس هر دوی این مواد در واکنش‌های چرخهٔ کالوین مورد استفاده قرار می‌گیرند. / ج) درست است. تولید ATP در اثر عمل زنجیرهٔ اول تیلاکوئیدی و تولید $NADPH$ با کاهش $NADP^+$ در زنجیرهٔ دوم صورت می‌گیرد. / د) درست است. کانال H^+، ناقل الکترون نمی‌باشد و ATP نوری تولید می‌کند نه ATP اکسایشی!!

B ۹۸۹ ۲ چند بار گفتم! کانال H^+، الکترون‌ها را برخلاف پروتون، عبور نمی‌دهد ولی پمپ هر دو را عبور می‌دهد (آخه اصلاً کانال جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست!) (نادرستی گزینهٔ (۲)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. پمپ H^+، با ورود این یون به درون تیلاکوئید، غلظت H^+ را در بستره سبزدیسه کم کرده و pH آن را نیز زیاد می‌کند. / گزینهٔ (۳): درست است. پمپ پروتونی، انرژی خود را از الکترون خارج شده از فتوسیستم ۲ که تجزیه‌کنندهٔ آب است به دست می‌آورد. / گزینهٔ (۴): درست است. پروتئین کانالی ATP ساز، انرژی خود را از شیب غلظت می‌گیرد که حاصل فعالیت الکترون‌های خارج شده از پمپ و $P_{۶۸۰}$ است.

C ۹۹۰ ۳ عبارات (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. در سؤال، هرگاه صحبت از CO_2 در فتوسنتز کرد، منظور مرحلهٔ **مستقل از نور** آن است که در بستره سبزدیسه صورت می‌گیرد. بستره دارای DNA، همانندسازی، رونویسی، ترجمه بوده و محل تولید ATP، $NADPH$ و $NADP^+$ می‌باشد ولی تولید ATP در مرحلهٔ نوری و دوباره‌سازی $NADP^+$ در مرحلهٔ مستقل از نور است که همراه هم صورت نمی‌گیرند.

C ۹۹۱ ۲

نکته
۱ هر CO_2 که وارد چرخهٔ کالوین می‌شود، ابتدا یک قند ریبولوزبیس فسفات مصرف شده و یک مولکول مادهٔ شش‌کربنه ناپایدار تولید می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)) و در مرحلهٔ بعد، هر اسید سه‌کربنی برای تبدیل شدن به قند سه‌کربنی، به دو مولکول $NADPH$ و دو مولکول ATP نیازمند است (نادرستی گزینهٔ (۱)) (دقت کنید که چرخهٔ کتاب موارد به‌کار رفته را برای $۶CO_2$ نوشته است ولی این سؤال متفاوت است).

۲ در مرحلهٔ سوم چرخهٔ کالوین بعد از تولید قندهای سه‌کربنی در اثر ورود دو مولکول CO_2، ترکیبی از چرخه خارج نمی‌شود بلکه حداقل تثبیت کربن در سه مولکول CO_2 نیاز دارد تا ضمن تولید ۶ قند سه‌کربنی، یکی از چرخه خارج شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۳ در واکنش‌های مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین، در هر دور که معادل مصرف و تثبیت کربن یک CO_2 می‌باشد، همراه با تبدیل ریبولوز مونوفسفات به ریبولوزبیس فسفات، یک ATP مصرف و یک ADP تولید می‌شود.

۹۹۲ ۱ C

نکته

آب در واکنش نوری یا تیلاکوئیدی، درون فضای تیلاکوئیدی و $NADPH$ در بسترهٔ سبزدیسه، در مرحلهٔ مستقل از نور الکترون از دست می‌دهد و اکسید می‌شوند **ولی الکترون‌دهی $NADH$، مربوط به تنفس یاخته‌ای است.** *(در مورد گزینهٔ (۳) دقت کنید که $NADP^+$، گیرندهٔ الکترون است.)*

۹۹۳ ۳ B فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. در گیاهان، پروتئین انتقال دهندهٔ H^+ و رنگیزه‌های فتوسنتزی، در غشای تیلاکوئید وجود دارند. در بستره سبزدیسه، DNA حلقوی، رونویسی و همانندسازی *(تشکیل پیوند فسفودی‌استری)*، ترجمهٔ $mRNA$ *(تشکیل پیوند پپتیدی)* و آنزیم روبیسکو وجود دارد ولی تولید اکسیژن و نوکلئوزوم در آن وجود ندارد *(نوکلئوزوم ساختار DNA یوکاریوتی (خطی) است و در پروکاریوت‌ها و راکیزه و سبزدیسه، دیده نمی‌شود)*.

۹۹۴ ۴ C انواع مختلف تولید ATP به سه نوع ATP پیش‌ماده‌ای *(در کراتین فسفات، تندکافت و چرخهٔ کربس)*، ATP اکسایشی *(در راکیزه)* و ATP نوری *(در سبزدیسه)* تقسیم‌بندی می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. کرک فاقد توانایی فتوسنتز و تولید ATP نوری می‌باشد. در نتیجه ATPهای پیش‌ماده‌ای آن در اثر انتقال الکترون در زنجیره حاصل نشده است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. تولید ATP نوری و اکسایشی، توسط کانال‌های پروتونی راکیزه و سبزدیسه صورت می‌گیرد ولی در چرخهٔ کربس، تولید ATP به زنجیرهٔ الکترونی و پروتونی نیاز ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. هر یاخته جانوری دارای توانایی تقسیم سیتوپلاسم، حلقهٔ انقباضی حاوی اکتین و میوزین دارد ولی کراتین فسفات فقط در یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی به تولید ATP پیش‌ماده‌ای می‌پردازد. / گزینهٔ (۴): درست است. تولید ATP در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ویژهٔ مرحلهٔ آخر قندکافت است که به عبور پروتون نیازی ندارد.

۹۹۵ ۱ C فقط مورد (ج) صحیح است. این سؤال ترکیبی بسیار جالبی است.

◀ غلاف آوندی، در تک‌لپه‌ای‌ها، یاخته‌ای سبزدیسه‌دار می‌باشد *(غلاف تک‌لپه‌ای‌ها هستند)*.

با توجه به شکل‌های کتاب، مشاهده می‌کنید که **پمپ دوم** زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و همچنین **پمپ** H^+ موجود در **غشای تیلاکوئید** در دو طرف خود دو پروتئین ناقل الکترونی دارند که قبل از آن‌ها ناقل آب‌گریز در وسط غشا و بعد از این پمپ‌ها، پروتئین ناقل آب‌دوست واقع شده است.

تله‌های تستی الف و د) نادرست است. پمپ پروتونی دوم در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه همانند پمپ پروتونی تیلاکوئیدی، از یک ناقل الکترونی آب‌گریز الکترون می‌گیرد و کاهش می‌یابند و به یک پروتئین آب‌دوست الکترون‌دهی می‌کنند که خود پمپ‌ها اکسایش می‌یابند. / ب) نادرست است. پمپ‌های پروتونی راکیزه و سبزدیسه، سبب انتقال H^+ از بستره به فضای بین دو غشای راکیزه یا فضای تیلاکوئید می‌شوند که باعث کاهش H^+ در بستره و افزایش pH این فضا می‌شود. / ج) درست است. دوباره‌سازی گیرندهٔ الکترونی فتوسنتز یعنی $NADP^+$ در واکنش‌های مستقل از نور صورت می‌گیرد ولی در راکیزه دوباره‌سازی NAD^+ در پمپ اول و FAD در ناقل الکترونی بین دو پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد.

۹۹۶ ۱ C موارد (د) و (ه) درست می‌باشند *(سؤال در مورد چرخهٔ کالوین است)*.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در چرخهٔ کالوین و در مراحل تولید قندهای سه‌کربنی و ریبولوزبیس فسفات، ATP مصرف می‌شود ولی اصلاً در مراحل چرخهٔ کالوین تولید ATP نداریم. *(تولید ATP و مصرف $NADP^+$ در مراحل نوری فتوسنتز صورت می‌گیرد.)* / ب) نادرست است. در مراحل تولید قند C_3 و قند C_5 دوفسفاته، هم ADP تولید می‌شود ولی مصرف $NADPH$ فقط در مرحلهٔ تولید قند سه‌کربنی چرخهٔ کالوین می‌باشد. / ج) نادرست است. تولید قند پنج‌کربنه در مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین است ولی مصرف CO_2 در مرحلهٔ اول و به کمک عمل کربوکسیلازی روبیسکو صورت می‌گیرد. / د) درست است. تولید قند C_3 و مصرف $NADPH$ در یک مرحله از چرخهٔ کالوین صورت می‌گیرد که به ازای هر ۶ قند C_3، یکی از چرخه خارج می‌شود. / ه) درست است. در چرخهٔ کالوین همراه با تولید قند سه‌کربنی، $NADP^+$ تولید می‌شود و ATP مصرف می‌شود.

۹۹۷ ۳ C میانبرگ اسفنجی، یاخته‌ای فتوسنتزکننده می‌باشد که هم راکیزه و هم سبزدیسه دارد. در صورتی که فعالیت **پمپ** پروتونی غشای تیلاکوئید متوقف شود تا H^+ وارد تیلاکوئید نشود، الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ به فتوسیستم ۱ در P_{700} نمی‌رسد و الکترون خارج شده آن جبران نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در صورت عدم فعالیت کانال ATPساز راکیزه، H^+ وارد بستره نمی‌شود. در این حالت، ابتدا تولید ATP در بخش آنزیمی آن متوقف می‌شود. از طرفی دوباره‌سازی NAD^+ در پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون رخ می‌دهد که این پمپ سبب **خروج** H^+ از بسترهٔ راکیزه می‌شود. / گزینهٔ (۲): در صورت عدم فعالیت کانال ATPساز غشای تیلاکوئید، H^+ وارد بستره سبزدیسه نمی‌شود و تراکم H^+ در فضای تیلاکوئید بیشتر و شیب غلظت آن نیز بیشتر می‌شود. / گزینهٔ (۴): در صورت توقف در عمل پمپ‌های پروتونی غشای داخلی راکیزه، ورود H^+ به فضای بین دو غشای این اندامک مختل شده و تولید آب و انتقال الکترون به مشکل می‌خورد. البته در نهایت، با عدم ایجاد شیب غلظت پروتون در این فضا، تولید ATP نیز مختل می‌شود *(خاصیت‌رمانی اتفاقات در این گزینه، از گزینهٔ (۳) بیشتر است)*.

۹۹۸ ۱ C فقط مورد (د) مدنظر است. $NADP^+$ یک مولکول گیرندهٔ الکترون است که الکترون‌های پرانرژی را برای ساخت پیوندهای کربن هیدروژن در مرحلهٔ نوری فتوسنتز تولید می‌کند و به صورت $NADPH$ در مرحلهٔ مستقل از نور مصرف می‌شود. این ماده یک دی‌نوکلئوتید است و همانند ATP دارای باز آلی پورین *(آدنین)* می‌باشد. نام علمی آن، نیکوتین آمیدآدنین دی‌نوکلئوتید فسفات است که انرژی ساخت آن را سبزینه P_{700} تأمین می‌کند. در مورد عبارت (د) دقت کنید که $NADPH$، در بستره سبزدیسه که محل مصرف CO_2 است، ضمن الکترون‌دهی به اسید سه‌کربنی $NADP^+$ را دوباره‌سازی می‌کند *(نه $NADPH$)* تا دوباره به واکنش‌های نوری برگردد. *(دانش‌آموزان عزیز در تست‌ها بسیار دقت کنید که گیرنده الکترون را با ناقل یا حامل آن اشتباه نگیرید.)*

۹۹۹ ۳ C محصولات نهایی و کلی فتوسنتز در گیاهان، جلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها که از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند، دو ماده قند $(C_6H_{12}O_6)$ و O_2 می‌باشد. O_2 در **فتوسیستم ۲** و در واکنش‌های نوری ایجاد می‌شود ولی قند محصول واکنش‌های مستقل از نور در بستره سبزدیسه می‌باشد. منظور این سؤال **فتوسیستم ۲** می‌باشد. این فتوسیستم فقط در زنجیره الکترون اول که بین فتوسیستم ۲ تا ۱ می‌باشد، وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): فتوسیستم ۲ انرژی لازم برای تولید ATP نوری را در کانال ATPساز فراهم می‌کند ولی دقت کنید که این ATP در سطح پیش‌ماده تولید نمی‌شود و انرژی تولید خود را از انتقال الکترون می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): پرانرژی‌ترین الکترون‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئیدی از P_{700} خارج می‌شود چون مقداری انرژی گرفته‌اند و مقداری نیز از الکترون‌های وارد شده به آن تأمین شده است *(این عبارت در کنکور سراسری تکرار شده بود)*. / گزینهٔ (۴): فتوسیستم ۱، عاملی است که مستقیماً الکترون‌های $NADP^+$ را فراهم می‌کند.

B ۱۰۰۰ ـ ۱ فقط مورد (د) مدنظر است. همان‌طور که می‌دانید در سیستم‌های زیستی تولید ماده با صرف انرژی می‌باشد ولی در مورد (د) انتقال H^+ به بستره سبزدیسه به صورت انتشار تسهیل‌شده می‌باشد که انرژی نیاز ندارد ولی در مورد (ج) فعالیت آنزیمی کانال برای تولید ATP، انرژی‌خواه است. (*موارد (الف) و (ب) در چرخهٔ کالوین نیازمند مصرف ATP می‌باشد.*)

◀ انتشار مواد بین دو غشا با انرژی جنبشی مولکول موردنظر صورت می‌گیرد.

توجه منظور از انرژی زیستی، ATP یا سایر موارد انرژی‌زای یاخته می‌باشند.

C ۱۰۰۱ ـ ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. اگر جذب انرژی از نور خورشید توسط الکترون‌ها به اندازه‌ای باشد که از مدار خود خارج شوند، به آن‌ها برانگیخته گفته می‌شود. (*طبق متن کتاب درسی، شرط برانگیخته بودن خروج از خود است.*) / ب) نادرست است. کروموپلاست‌ها یا رنگ‌دیسه‌ها، فقط کاروتنوئید دارند و به‌طور مستقیم در فتوسنتز نقشی ندارند. / ج) درست است. در فتوسیستم‌ها، انرژی الکترون‌های برانگیخته در رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزه دیگر منتقل می‌شود تا در نهایت سبب ایجاد الکترون برانگیخته در مرکز واکنش فتوسیستمی شده و الکترون از فتوسیستم خارج شود تا واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون را آغاز کند. / د) نادرست است. سبزینه‌های a موجود در مراکز واکنش فتوسیستم ۱ و ۲، می‌توانند الکترون‌های برانگیخته خود را از فتوسیستم خارج کنند. همان‌طور که می‌دانید سبزینه a در طول موج‌های ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر **جذب نوری کمی** در رنگ‌های سبز و زرد دارد.

C ۱۰۰۲ ـ ۳ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

در تنفس یاخته‌ای و فتوسنتز، چهار نوع گیرندهٔ الکترونی O_2، NAD^+، FAD یا $NADP^+$ وجود دارد که الکترون‌ها و پروتون‌های واکنش‌ها را جذب می‌کنند. در بین این چهار عامل NAD^+ ابتدا با گرفتن یک الکترون خنثی می‌شود و FAD هر الکترون را از طریق H^+ جذب می‌کند. پس منظور سؤال O_2 و $NADP^+$ بوده که ابتدا با دو الکترون واکنش می‌دهند و سپس یون منفی O^{--} یا $NADP^-$ ایجاد کرده و بعد با یون هیدروژن وارد واکنش می‌شوند.

$$\left\{\begin{array}{l}NAD^+ + e^- \longrightarrow NAD\\ ۲H^+ + e^- \longrightarrow H^+ + H\end{array}\right\} \Rightarrow NADH + H^+$$

$$\left\{\begin{array}{l}FAD\\ ۲e^- + ۲H^+ \longrightarrow ۲H\end{array}\right\} \Rightarrow FADH_۲$$

گیرندهٔ الکترونی آخر ← $\frac{۱}{۲}O_۲ + ۲e^- \longrightarrow O^{--}$ (یون اکسید) ⇒ گیرندهٔ پروتونی آخر ← $O^{--} + ۲H^+ \longrightarrow H_۲O$

$$NADP^+ + ۲e^- \longrightarrow NADP^-\ (۲H^+) \Rightarrow NADPH, H^+$$

$\Rightarrow$ $O_۲$ و $NADP^+$ ابتدا به دو الکترون می‌پیوندند

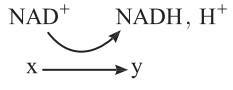
◀ $O_۲$ در واکنش‌های تجزیهٔ آب در فضای تیلاکوئید و $NADP^+$ در اثر تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی در چرخهٔ کالوین ایجاد می‌شود (درستی الف و ج). عبارت (ب) برای دوباره‌سازی NAD^+ و عبارت (د) در مورد دوباره‌سازی FAD می‌باشد.

C ۱۰۰۳ ـ ۱

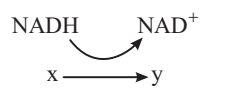
نکته در واکنش‌های سوخت‌وسازی در یاخته، هر واکنشی که با گرفتن یا از دست دادن الکترون همراه باشد، عدد اکسایش کربن در مادهٔ الکترون گیرنده، کاهش می‌یابد و در مادهٔ الکترون دهنده یا اکسایش یافته، افزایش می‌یابد. در این واکنش‌ها مولکول‌های ناقل الکترونی مثل $NADH$، $FADH_۲$ یا $NADPH$ ایجاد می‌شوند یا سبب اکسایش آن‌ها و تولید NAD^+، FAD یا $NADP^+$ می‌شوند.

◀ برای بررسی گزینه‌های این سؤال ابتدا به دو مثال زیر توجه کنید:

کاهش یا اکسایش (البته این بحث را به‌طور کامل در شیمی آموخته‌اید.)



مثال ۱: در مثال مقابل مادهٔ x الکترون‌های خود را از دست داده است و به مادهٔ y تبدیل شده است. الکترون‌های مادهٔ x صرف کاهش یا الکترون‌گیری NAD^+ شده است. در این مثال اتم‌های کربن موجود در y نسبت به x عدد اکسایش بالاتری دارند. چون y در حقیقت شکل اکسایش یافتهٔ x می‌باشد که الکترون کمتری دارد.



مثال ۲: در این مثال $NADH$ اکسایش یافته است و الکترون‌های آن در مولکول y ذخیره شده است. در حقیقت مادهٔ x الکترون‌گیری کرده یا کاهش یافته است و به y تبدیل شده است. در این مثال عدد اکسایش y از x کمتر است چون y شکل الکترون گیرنده یا نیازمند بار منفی می‌باشد.

ایستگاه ۵۵

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در تنفس هوازی و در تبدیل پیروات به استیل، بنیان پیروات اکسایش می‌یابد و سبب تولید $NADH$ می‌شود، پس عدد اکسایش در کربن گروه استیل از گروه پیروات بالاتر می‌رود. (*استیل شکل الکترون دهنده پیروات بوده که بار منفی آن کم شده است.*) / گزینهٔ (۲): نادرست است. در مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی، اتانال با الکترون‌گیری به اتانول تبدیل می‌شود و دوباره‌سازی NAD^+ می‌کند. پس اتانول الکترون بیشتری از اتانال دارد و عدد اکسایش کربن آن نسبت به اتانال کاهش یافته است. / گزینهٔ (۳): نادرست است. همانند تخمیر الکلی در تخمیر لاکتیکی نیز لاکتات شکل الکترون گرفته پیروات می‌باشد که عدد اکسایش کربن آن کاهش یافته است و NAD^+ را دوباره‌سازی کرده است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در چرخهٔ کالوین و در واکنش تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی، $NADP^+$ دوباره‌سازی می‌شود که طی این عمل قند سه‌کربنی شکل الکترون گرفته و کاهش یافته اسید سه‌کربنی می‌باشد که عدد اکسایش کربن آن کاهش یافته است.

توجه دانش‌آموز باهوش و تیز و زرنگ می‌تواند وقتی در کنکور با همچین سؤالی مواجه می‌شود از راه رد گزینه هم به جواب برسد. کافی است استدلال کند که در واکنش گزینهٔ (۱) NAD^+ به $NADH$ تبدیل می‌شود ولی سه گزینهٔ دیگر با اکسایش ناقل الکترونی، سبب دوباره‌سازی NAD^+ یا $NADP^+$ شده است! (اگر هم دانش‌آموزی مفهوم عدد اکسایش را بلد نبود، فقط کافیه مقایسه کنه که الکترون از کدام‌ها خارج شده یا وارد شده، هرکدام با بقیه متفاوت بود، جواب تستا).

B ۱۰۰۴ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. منظور سؤال **فضای درون تیلاکوئید** است که با تجزیهٔ آب در این فضا، O_2 و پروتون ایجاد می‌شود. این فضا فاقد آنزیم روبیسکو می‌باشد (نادرستی الف). گیرندهٔ نهایی الکترون در فتوسنتز، اسید آلی سه‌کربنه است که در بستره سبزدیسه واقع می‌باشد (نادرستی ب). فضای درون تیلاکوئید برخلاف غشای آن رنگیزه ندارد (نادرستی ج). ورود H^+ به تیلاکوئید بدون مصرف ATP می‌باشد ولی با مکانیسم انتقال فعال و صرف انرژی از الکترون عبوری انجام می‌شود (درستی د).

C ۱۰۰۵ ۱ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. قند سه‌کربنی خارج شده از چرخهٔ کالوین دارای یک گروه فسفات است. / ب) درست است. در دو مرحله از چرخهٔ کالوین، ATP مصرف می‌شود که در اولی، اسید سه‌کربنی یک‌فسفاته و در دومی، قند پنج‌کربنی یک‌فسفاته واکنش را شروع می‌کند. / ج) درست است. تولید $NADP^+$ در مرحلهٔ تبدیل اسید سه‌کربنی یک‌فسفاته به قند سه‌کربنی یک فسفاتهٔ صورت می‌گیرد. / د) نادرست است. در چرخهٔ کالوین $NADPH$ مصرف می‌شود (نه تولید!).

B ۱۰۰۶ ۴

نکته دقت کنید که به هیچ‌وجه انتقال فعالی را نمی‌توان یافت که **بدون صرف انرژی** عمل کند؛ نکته‌ای که شاید ذکر آن، در اینجا مفید باشد، عمل انتقال فعال در پمپ موجود در غشای تیلاکوئید و غشای داخلی راکیزه است؛ این پمپ‌ها از ATP «انرژی» دریافت نمی‌کنند بلکه از عبور الکترون‌های برانگیخته «انرژی» می‌گیرند، پس انرژی دریافت می‌کنند!!

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت شود که $NADPH$ الکترون پرانرژی مورد نیاز چرخهٔ کالوین را فراهم می‌کند ولی ATP نیز انرژی این واکنش را تأمین می‌کند. / گزینهٔ (۲): انرژی ATP در گروه فسفات آن ذخیره می‌شود در حالی که $NADPH$ حامل الکترون پرانرژی می‌باشد. / گزینهٔ (۳): در چرخهٔ کالوین، برای تولید و خروج یک قند سه‌کربنی از چرخهٔ کالوین، $3CO_2$ و $9ATP$ مورد نیاز می‌باشد.

C ۱۰۰۷ ۲ فقط مورد (الف) درست است.

تله‌های تستی الف) درست است. در چرخهٔ کالوین، هنگام تبدیل اسید C_3 به قند C_3، مولکول $NADPH$ با الکترون‌دهی اکسایش می‌یابد و ضمن تولید $NADP^+$، سبب الکترون‌گیری اسید سه‌کربنی می‌شود (عدد اکسایش کربن در قند سه‌کربنی کمتر از اسید سه‌کربنی می‌باشد). / ب) نادرست است. انرژی لازم تولید ATP در کانال H^+، از شیب غلظت H^+ تأمین می‌شود که در اثر کسب الکترون P_{680} از آب و تجمع H^+ درون تیلاکوئید، رخ داده است. حتماً به یاد دارید که در تیلاکوئیدها، فتوسیستم ۲، قبل از شروع زنجیرهٔ الکترونی اول قرار دارد. / ج) نادرست است. در چرخهٔ کالوین ابتدا قند C_3 به قند C_5 یک‌فسفاته تبدیل می‌شود. دقت شود که برای تبدیل C_5 یک‌فسفاته به C_5 دوفسفاته در مرحلهٔ آخر، مولکول ATP نیز هیدرولیز می‌شود. / د) نادرست است. بر اساس شکل کتاب درسی، در چرخهٔ کالوین، برای تبدیل اسید به قند سه‌کربنی، ابتدا هیدرولیز ATP و سپس اکسایش $NADPH$ صورت می‌گیرد.

C ۱۰۰۸ ۴ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. محل فعالیت روبیسکو و هلیکاز (مورد نیاز در همانندسازی DNA) در بستره سبزدیسه است ولی محل فعالیت رنابسپاراز ۲ مربوط به هستهٔ یوکاریوت‌هاست. / ب) نادرست است. سبزینه به دلیل **بازتاب نور** سبز، باعث ایجاد رنگ سبز در گیاهان می‌شود. / ج) نادرست است. فقط الکترون برانگیخته از P_{680} است که انرژی آن صرف انتقال H^+ به درون تیلاکوئید می‌شود. (مربوط به زنجیرهٔ انتقال الکترون بین دو فتوسیستم می‌باشد.) / د) درست است. در مرحلهٔ اول قندکافت، هیدرولیز ATP و تولید ADP و فروکتوز دوفسفاته صورت می‌گیرد و در مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین نیز مادهٔ پنج‌کربنه دوفسفاته به همراه ADP حاصل از هیدرولیز ATP ایجاد می‌شود.

C ۱۰۰۹ ۴ موارد (ب)، (د) و (ه) درست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. از حداکثر ۳۰ مولکول ATP حاصل در تنفس یاخته‌ای، تعدادی از آن‌ها (چهارتا) مستقیم در سطح پیش‌ماده (در قندکافت و چرخهٔ کربس) ایجاد می‌شوند و سایر ATPها به صورت اکسایشی از اکسایش $NADH$ و $FADH_2$ در زنجیرهٔ انتقال الکترون حاصل می‌شوند. / ب) درست است. پیروووات، حاصل قندکافت و لاکتات، محصول مرحلهٔ دوم نوعی تخمیر است که هر دو فرایند به‌طور کامل در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم صورت می‌گیرند. / ج) نادرست است. در واکنش‌های فتوسنتزی هر یوکاریوتی، آب، دهندهٔ الکترون و پروتون و $NADP^+$ گیرنده آن است (نه NAD^+). / د) درست است. قند تولید شده در بستره سبزدیسه باید مواد حاصل از تجزیهٔ آن مثل پیروووات‌ها، برای مصرف کامل به راکیزه بروند که چون هر دو اندامک، دوغشایی هستند، پس این مواد از چهار غشا می‌گذرند. / ه) درست است. برای تولید گلوکز (C_6) باید ۶ مولکول CO_2، ۱۲ مولکول $NADPH$، ۲۴ الکترون و پروتون به همراه ۱۸ مولکول ATP مصرف شود.

C ۱۰۱۰ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. اگر به شکل‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون در کتاب (فصل ۵ و ۶) دقت کنید، می‌بینید که در فتوسنتز، ناقلی که بین فتوسیستم ۲ و پمپ H^+ است، آب‌گریز در وسط غشا است ولی ناقلی که بعد از پمپ H^+ و فتوسیستم ۱ است، آب‌دوست می‌باشد. در راکیزه ناقل بین پمپ اول و دوم به صورت آب‌گریز و ناقل بین پمپ دوم و سوم، آب‌دوست می‌باشد و به خارج غشا متصل است. (تا حالی که فقط به دم‌های اسید چرب فسفولیپید غشا متصل باشد، آب‌گریز بوده و آن‌هایی که به سر فسفات‌دار متصلند، آب‌دوست می‌باشند.)

C ۱۰۱۱ ۲ در چرخهٔ کربس، محصولاتی مثل CO_2، ATP، $NADH$ و $FADH_2$ ایجاد می‌شود که به‌جز CO_2، سه نوع محصول دیگر حاوی باز آلی آدنین (پورین) می‌باشند (برای سریع‌تر شدن پاسخ‌گویی می‌توانید فکر کنید که کدام یک انجام می‌شود؟).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در چرخهٔ کالوین، از مرحلهٔ اول که روبیسکو شروع به کربوکسیلازی می‌کند تا خروج قند C_3 از چرخه، یک نوع اسید سه‌کربنی و یک نوع قند C_3 به وجود می‌آید. / گزینهٔ (۳): در چرخهٔ کربس از جدا شدن CoA در مرحلهٔ اول تا اولین مادهٔ چهارکربنی، دو مولکول CO_2 آزاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): در چرخهٔ کالوین، ATP مصرف می‌شود نه تولید!

C ۱۰۱۲ ۳ موارد (ج) و (د) درست می‌باشند.
دقت کنید که ورود یون‌های معدنی از لایه ریشه‌زا به آوند چوبی و حرکت قند شیرهٔ پرورده از محل منبع به آوند آبکش طی انتقال فعال پس یعنی در خلاف جهت شیب غلظت انجام می‌گیرد ولی در (الف) و (ب) هر دو نوع مکانیسم فعال و غیرفعال وجود دارد.

C ۱۰۱۳ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند. یاخته‌ای که در گیاه $NADPH$ می‌سازد، سبزدیسه دارد، پس قطعاً راکیزه نیز دارد و $NADH$ نیز می‌سازد.
تله‌های تستی الف) نادرست است. بیشتر فتوسنتز گیاه در بافت پارانشیم رخ می‌دهد که دیوارهٔ نازک دارد. / ج) نادرست است. پارانشیم جوان میتوز دارد ولی همگی فتوسنتز نمی‌کنند (*مثل پارانشیم‌ها در ریشهٔ جوان*). / د) نادرست است. یاخته‌های ریشه و بسیاری دیگر از یاخته‌های گیاهی راکیزه دارند و $NADH$ می‌سازند ولی فتوسنتز و تولید $NADPH$ فقط در برخی یاخته‌ها رخ می‌دهد.

C ۱۰۱۴ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در سامانهٔ زمینه‌ای ساقهٔ جوان، سه نوع بافت پارانشیمی، کلانشیمی و اسکلرانشیمی وجود دارد که دیوارهٔ دوم بافت‌های اسکلرانشیم و دیوارهٔ نخستین کلانشیم دارای ضخامت و دیوارهٔ استحکامی می‌باشند. منظور این سؤال بافت **پارانشیمی** می‌باشد که همگی راکیزه دارند و فقط برخی از آن‌ها حاوی سبزدیسه و قدرت فتوسنتز می‌باشند. در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ای هر یاختهٔ پارانشیمی، دوباره‌سازی FAD و NAD^+ در غشای درونی چین‌خورده راکیزه‌ای وجود دارد.
◀ تولید $NADPH$ و واکنش‌های فتوسنتزی مخصوص یاخته‌های فتوسنتزکننده می‌باشد (نادرستی ب و د).
◀ تولید $FADH_2$ در بستره راکیزه رخ می‌دهد ولی دوباره‌سازی FAD یا اکسایش $FADH_2$ در غشای درونی راکیزه رخ می‌دهد (نادرستی ج).

C ۱۰۱۵ ۲ اکسیژن در مرحلهٔ نوری فتوسنتز درون تیلاکوئید تولید می‌شود و با عبور از پنج غشا (*یک غشای تیلاکوئید، دو غشای سبزدیسه و دو غشای راکیزه*) و ده لایهٔ فسفولیپیدی وارد راکیزه می‌شود.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در واکنش‌های قندکافت، پیرووات، $NADH$ و ATP ایجاد می‌شود که به‌جز پیرووات، دو محصول دیگر نیز در چرخهٔ کربس ایجاد می‌شوند. / گزینهٔ (۳): در اولین مرحلهٔ قندکافت، در اثر تجزیهٔ ATP، مولکول ADP ایجاد می‌شود که این واکنش در مراحل تبدیل اسید به قند سه‌کربنی و تبدیل قندهای پنج‌کربنی به یکدیگر در چرخهٔ کالوین نیز انجام می‌شود. / گزینهٔ (۴): CO_2 یکی از محصولات چرخهٔ کربس می‌باشد که در فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو مؤثر است.

C ۱۰۱۶ ۳ فقط مورد (ب) بین این واکنش‌ها مشترک می‌باشد.
تله‌های تستی الف) نادرست است. ترکیبات قندی (*هیدرات کربن*) سه‌کربنی در واکنش‌های **چرخهٔ کربس** برخلاف قندکافت و چرخهٔ کالوین وجود ندارند. / ب) درست است. در هر سه نوع واکنش‌های موردنظر، در مرحلهٔ اول آن مادهٔ شش‌کربنی ایجاد می‌شود. / ج و د) نادرست‌اند. در چرخهٔ کربس گیرنده‌های NAD^+ به همراه FAD و در قندکافت گیرندهٔ الکترونی NAD^+ مصرف می‌شود تا ناقلین الکترونی $NADH$ و $FADH_2$ ایجاد کنند ولی در چرخهٔ کالوین برخلاف دو نوع قبلی، $NADPH$ به عنوان ناقل الکترونی مصرف شده و $NADP^+$ دوباره‌سازی می‌شود.

C ۱۰۱۷ ۳ فقط مورد (الف) متوقف نمی‌شود بلکه **کم** می‌شود.
دقت کنید که در این سؤال مهم، ATPسازی پروتئین‌های کانالی راکیزه و سبزدیسه مورد بحث قرار گرفته است که ATP راکیزه‌ای در همه جای یاخته ولی ATP سبزدیسه‌ای فقط در چرخهٔ کالوین همان اندامک مصرف می‌شود.
تله‌های تستی الف) نادرست است. کشش تعرقی به انتقال آب درون آوند چوبی گفته می‌شود که چون بدون صرف انرژی است پس در نگاه اول نباید تأثیری داشته باشد ولی یادتون باشه که در اثر فتوسنتز که آب گیاه مصرف می‌شود، کشش تعرقی بیشتر می‌شود، پس اگر این عمل صورت نگیرد از کشش تعرقی کاسته می‌شود ولی متوقف نمی‌شود. / ب) درست است. در نفرون‌ها و مجاری جمع‌کنندهٔ ادرار، **بیشتر** مکانیسم‌های بازجذب و ترشح به صورت فعال صورت می‌گیرد که هر دو به ATP نیاز دارد، پس این فرایندها متوقف می‌شوند. / ج) درست است. بارگیری و باربرداری آبکشی با انتقال فعال است، پس به ATP محتاج است. / د) درست است. بعد از پایان پتانسیل عمل، با بیشترین فعالیت پمپ سدیم پتاسیم، که به ATP محتاج است، مقدار یون‌های دو سوی غشای نورون به حالت اولیه برمی‌گردد، پس این عمل هم به ATP نیازمند است. / ه) درست است. چون فشار ریشه‌ای ایجاد شده توسط لایه ریشه‌زا با انتقال فعال یون‌های معدنی به آوند چوبی صورت می‌گیرد، نیازمند ATP است.

B ۱۰۱۸ ۲ دقت شود که گیاهان از O_2 و H_2Oی تولیدی فتوسنتز نیز برای فعالیت‌های حیاتی خود استفاده می‌کنند ولی **انرژی** خود را همیشه از گلوکز می‌گیرند.
گزینهٔ (۱) در مورد گیاهان و آغازیان تولیدکننده سبزدیسه‌دار صحیح می‌باشد و منظور گزینهٔ (۴) کوآنزیم آلی A می‌باشد که برای انتقال گروه استیل به چرخهٔ کالوین مورد نیاز است.

C ۱۰۱۹ ۳ مولکول چهارکربنه ویژه **چرخهٔ کربس** در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای می‌باشد که چرخه منظور این سؤال می‌باشد. در چرخهٔ کربس، CO_2 و ATP در سطح پیش‌ماده‌ای به همراه $NADH$ و $FADH_2$ ساخته می‌شود ولی مصرف $NADH$ و ATP صورت نمی‌گیرد.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اکسایش گروه استیل در چرخهٔ کربس رخ می‌دهد که طی آن مولکول‌های ناقل الکترون $NADH$ و $FADH_2$ تولید می‌شوند و گیرنده‌های الکترونی NAD^+ و FAD مصرف می‌شوند. / گزینهٔ (۲): در اولین مرحلهٔ چرخهٔ کربس، طی ترکیب گروه استیل با مادهٔ چهارکربنی، ماده‌ای به نام **کوآنزیم A** آزاد می‌شود (*نه استیل کوآنزیم A*). / گزینهٔ (۴): واکنش‌های چرخهٔ کربس در بستره راکیزه رخ می‌دهد نه بستره سبزدیسه! از طرفی در فتوسنتز مادهٔ چهارکربنی تولید یا مصرف نمی‌شود.

C ۱۰۲۰ ۲ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.
تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید که دو نوع واکنش از زنجیرهٔ انتقال الکترون در کتاب درسی دیده می‌شود: ۱- در سبزدیسه ۲- در راکیزه طی عبور الکترون از زنجیرهٔ انتقال الکترون نهایی در سبزدیسه، $NADPH$ تولید می‌شود. / ب) درست است. پمپ غشایی موجود در غشای تیلاکوئید، با انتقال فعال H^+ را از بستره وارد سبزدیسه می‌کند، نیازمند انرژی است ولی انرژی مورد نیاز خود را از ATP تأمین نمی‌کند بلکه از انرژی الکترون‌های برانگیخته استفاده می‌کند پس مصرف ATP را در یاخته کم می‌کند. / ج) نادرست است. دقت شود که کانال یونی طی انتشار تسهیل‌شده عمل می‌کند و نیازمند انرژی زیستی نیست بلکه از انرژی جنبشی مولکول و کانال یونی استفاده می‌کند. / د) نادرست است. در زنجیرهٔ انتقال الکترون موجود در غشای راکیزه آب تولید می‌شود و طی عبور الکترون در غشای سبزدیسه، توسط آنزیم تجزیه‌کنندهٔ آب، آب تجزیه می‌شود. / ه) درست است. در زنجیرهٔ انتقال الکترون سبزدیسه، مولکول $FADH_2$ دیده نمی‌شود ولی در راکیزه دیده می‌شود.

C ۱۰۲۱ ۲ تنفس هوازی دارای چهار مرحله، قندکافت، تبدیل پیرووات به استیل کو A، چرخهٔ کربس و زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد که در سه مرحلهٔ اول آن، تولید $NADH$ مشترک می‌باشد. پس منظور این سؤال $NADH, H^+$ می‌باشد. این ماده با $NADPH$ که در سبزدیسه تولید می‌شود، فقط در یک گروه فسفات متفاوت می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): $NADH, H^+$ در پمپ پروتونی اول ولی $FADH_2$ تنها در چرخهٔ کربس تولید می‌شود و در ناقل الکترونی بین دو پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه اکسایش می‌یابد. / گزینهٔ (۳): $NADH$ به عنوان ناقل الکترونی می‌باشد نه گیرندهٔ الکترونی! / گزینهٔ (۴): $NADH$ نوعی مادهٔ دی‌نوکلئوتیدی است که ناقل الکترون می‌باشد ولی یاخته به‌طور رایج از ATP برای انرژی زیستی استفاده می‌کند.

B ۱۰۲۲ ۳ دقت کنید که در حضور زنجیرهٔ انتقال الکترون فتوسنتز که مرحلهٔ نوری است، تولید $NADPH$ رخ می‌دهد ولی مصرف ATP در چرخهٔ کالوین می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در فتوسنتز، آب توسط فتوسیستم ۲ تجزیه می‌شود و از الکترون حاصله از این تجزیه، الکترون زنجیره تأمین می‌شود. در این زنجیره به‌طور غیرمستقیم و با تولید شیب غلظت H^+، طی عملکرد پروتئین کانالی، ATP تولید می‌شود. / گزینهٔ (۲): طی تنفس هوازی، از الکترون‌های حاصله از اکسایش $NADH$ و $FADH$، در نهایت در کانال پروتونی، ATP تولید می‌شود و در انتهای زنجیره، یون‌های هیدروژن با اکسیژن ترکیب شده و آب تولید می‌شود. / گزینهٔ (۴): دقت کنید که $NADPH$ هیچ نقشی در تنفس یاخته‌ای ندارد.

C ۱۰۲۳ ۱ موارد (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند.

این سؤال ترکیبی از فصل ۵ و ۶ در مورد واکنش‌های تنفس یاخته‌ای و فتوسنتز می‌باشد که به بررسی هر عبارت می‌پردازیم:

الف) درست است. در تخمیر الکلی برای تبدیل پیرووات به اتانال همانند مراحل ۲ و ۳ چرخهٔ کربس، CO_2 تولید می‌شود. / ب) نادرست است. در تخمیر لاکتیکی گلوکز (C_6) به دو لاکتات C_3 تبدیل شده و **همانند** چرخهٔ کالوین به تولید CO_2 نمی‌پردازد. / ج) درست است. در مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی تولید CO_2 صورت می‌گیرد ولی در چرخهٔ کالوین مصرف CO_2 رخ می‌دهد. / د) نادرست است. در تخمیر لاکتیکی تولید CO_2 رخ نمی‌دهد.

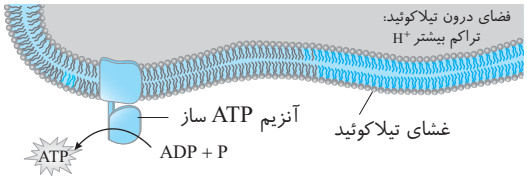
پاسخ آزمونک ۲

B ۱ ۳ هدف زنجیرهٔ انتقال الکترون در تنفس، بازسازی NAD^+ و FAD و تولید H_2O و ATP است ولی در فتوسنتز این زنجیره، به تولید $NADPH$ می‌پردازد و $NADP^+$ را مصرف کرده است. البته این زنجیره‌ها در تولید ATP اکسایشی و نوری نیز نقش دارند. پس گزینهٔ (۳) نادرست است.

نکته
یاختهٔ نگهبان روزنه در گیاهان همانند یاخته‌های جلبک سبز اسپیروژیر هم راکیزه و هم سبزدیسه دارند که تنفس یاخته‌ای و فتوسنتز را تواماً انجام می‌دهند.

B ۲ ۱ فقط مورد (ج) در مورد غشای تیلاکوئیدها صحیح است.

نکته
۱ پروتئین‌های کانالی پروتون‌ها که در **غشای تیلاکوئید** قرار دارند، یون‌های هیدروژن از طریق آن‌ها به خارج از تیلاکوئید با انتشار تسهیل‌شده منتقل می‌شوند. این پروتئین‌ها، هم کانال یونی هستند و هم عمل آنزیمی دارند؛ یعنی در حین عبور دادن یون‌های هیدروژن از بخش کانالی خود، توسط بخش آنزیمی به ADP گروه فسفات می‌افزایند و ATP تولید می‌کنند. از طرفی P_{680} نیز نوعی سبزینه a می‌باشد که در فتوسیستم‌های درون غشای تیلاکوئید وجود دارد ولی عبارات (الف) و (ب) در مورد بستره سبزدیسه و عبارت (د) در فضای تیلاکوئید است.



۲ بخش انتقال دهندهٔ پروتون در کانال ATPساز، در غشای تیلاکوئید واقع است ولی بخش آنزیمی ATPساز آن در بستره قرار دارد.

B ۳ ۱ در فتوسیستم ۲، ابتدا الکترون‌های برانگیخته شده به ناقل قرار گرفته در مجاور آن که متصل به بخش آب‌گریز اسیدهای چرب می‌باشد، منتقل می‌شوند و سبب کاهش یا الکترون‌گیری آن می‌شوند. پس از اکسایش یا الکترون‌دهی فتوسیستم ۲، قسمت تجزیه‌کنندهٔ آب آن فعال می‌شود و در سطح درونی تیلاکوئید سبب تجزیهٔ نوری آب می‌شود.

C ۴ ۲ واکنش‌های تیلاکوئیدی همان واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز می‌باشند که طی فرمول زیر محصولاتی شامل O_2، ATP و $NADPH$ دارند.

$$H_2O + ADP + P + NADP^+ \xrightarrow[\text{نور}]{\text{تیلاکوئید}} \frac{1}{2}O_2 \uparrow + ATP + NADPH, H^+$$

از بین سه نوع محصول آن، ATP و $NADPH$ در واکنش‌های مستقل از نور **همان یاخته** صرف تولید قند می‌شوند ولی O_2 تولیدی در راکیزه همان یاخته یا راکیزه یاخته دیگر همان جاندار یا هر جاندار هوازی دیگری در دنیا، سبب تجزیهٔ کامل گلوکز در تنفس هوازی می‌شود. الکترون‌گیری اکسیژن در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ای سبب دوباره‌سازی NAD^+ و FAD به عنوان انواعی از گیرنده‌های الکترونی می‌شوند (درستی گزینهٔ (۲)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ATP و $NADPH$ حاصل از سبزدیسه در همان اندامک سبب تولید قند در چرخهٔ کالوین می‌شود اما O_2 این مرحله در راکیزه می‌تواند سبب واکنش‌های هوازی از جمله اکسایش پیرووات شود. / گزینهٔ (۳): O_2 مورد استفاده در سایر یاخته‌ها سبب **تجزیهٔ** قند گلوکز در تنفس هوازی می‌شود. / گزینهٔ (۴): تولید ATP و $NADPH$ فقط در روز صورت می‌گیرد و مصرف آن‌ها نیز با اینکه در واکنش‌های مستقل از نور صورت می‌گیرد **ولی باز هم چرخهٔ کالوین در هر جانداری فقط در روز صورت می‌گیرد.**

B ۵ ۳ انرژی الکترون‌های خارج شده از P_{680} باعث فعال شدن **پمپ پروتونی** می‌شود، تا پمپ با انتقال فعال H^+ را از بستره به تیلاکوئید وارد کند. (دقت کنید که الکترون‌ها از پروتئین کانالی H^+ عبور نمی‌کنند.)

همان‌طور که می‌دانید بستره محل ایجاد چرخهٔ کالوین در واکنش‌های تثبیت CO_2، دوباره‌سازی $NADP^+$ و مصرف ATP می‌باشد ولی تراکم زیاد H^+، تجزیهٔ آب و تولید O_2 در فضای تیلاکوئید صورت می‌گیرد.

C ۶ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است. در راکیزه و سبزدیسه اسپیروژیر که اندامک‌های دارای دنای حلقوی می‌باشند، سه زنجیرهٔ انتقال الکترون وجود دارد.

تله‌های تستی الف) زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ای: دارای سه پمپ پروتونی و ناقلین آب‌دوست و آب‌گریز بوده که ضمن اکسایش $NADH$ و $FADH_2$، در تولید ATP اکسایشی در کانال پروتئینی نقش دارد. / ب) زنجیرهٔ بین دو فتوسیستم ۲ و ۱ در تیلاکوئیدها: این زنجیره با انتقال H^+ شرایط را برای تولید ATP نوری فراهم می‌کند. / ج) زنجیرهٔ بین فتوسیستم ۱ تا تولید $NADPH$: این زنجیره به انتقال H^+ و تولید ATP نمی‌پردازد ولی سبب کاهش $NADP^+$ و تولید $NADPH$ می‌شود (*درستی الف و نادرستی سایر عبارات را در قالب این موضوع گفتیم!*).

نکته
ناقل الکترونی آب‌گریز، فقط در زنجیرهٔ بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ وجود ندارد.

B ۷ ۲ در چرخهٔ کالوین تولید قند سه‌کربنی از اسید سه‌کربنی به ترتیب نیازمند استفاده از انرژی ATP و الکترون‌ها و پروتون‌های $NADPH$ می‌باشد.

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۳): مصرف ATP همراه با تولید قند سه‌کربنی و قند پنج‌کربنی دوفسفاته می‌باشد ولی تولید ماده شش‌کربنی ناپایدار در اثر عمل آنزیم روبیسکو و طی ترکیب CO_2 با قند پنج‌کربنی ریبولوزبیس فسفات صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۴): تولید اسید سه‌کربنی در اثر شکستن ماده شش‌کربنی پرانرژی ایجاد می‌شود و سپس تولید قند C_3 از این اسید با مصرف ATP و $NADPH$های مرحلهٔ نوری همراه می‌باشد.

چرخهٔ کالوین

ایستگاه ۵۶

این چرخه که رایج‌ترین شکل تثبیت کربن در **جانداران** سبزینه‌دار است، در **بسترهٔ سبزدیسه** موجود در یوکاریوت‌ها صورت می‌گیرد. چرخهٔ کالوین، مجموعه واکنش‌هایی مستقل از نور فتوسنتز می‌باشد که فقط در حضور نور صورت می‌گیرند تا ضمن مصرف ATP و $NADPH$ مرحلهٔ نوری، به تولید مواد آلی بپردازند. این چرخه مراحلی دارد و محصول نهایی آن قند C_3 یا سه‌کربنه است که با تثبیت کربن‌های ۳ مولکول CO_2 تولید می‌شود. چون **اولین مادهٔ پایدار** در آن یک **اسید سه‌کربنه** است به آن تثبیت کربن به صورت C_3 هم می‌گویند.

نکته: در این چرخه قند پنج‌کربنه دوفسفاته، هم تولید و هم مصرف می‌شود (*همانند ماده C_4 شروع‌کنندهٔ چرخهٔ کربن*).

مراحل کالوین: (*واکنش‌ها را برای تولید گلوکز نشان داده‌ایم*)

مرحلهٔ اول: قند پنج‌کربنهٔ دوفسفاته (*ریبولوزبیس فسفات*) به کمک آنزیم روبیسکو طی عمل کربوکسیلاز با CO_2 ترکیب و ترکیب شش‌کربنهٔ پرانرژی ناپایدار می‌سازد و سپس با تجزیهٔ هر مادهٔ شش‌کربنی، دو مولکول اسید سه‌کربنی پایدار ایجاد می‌شود.

$$۶C_5 + ۶CO_2 \xrightarrow{\text{روبیسکو}} ۶C_6 \rightarrow ۱۲C_3$$
(ناپایدار — اسید پایدار)

مرحلهٔ دوم: در این مرحله به ترتیب با مصرف ATP و $NADPH$، با الکترون‌گیری اسیدهای سه‌کربنی، مولکول‌های قندی سه‌کربنه ساخته می‌شوند (*در این مرحله پروتون‌ها به درون ساختار قند وارد می‌شوند*).

$$۱۲C_3 \text{ (اسید)} \xrightarrow[۱۲NADPH \; ۱۲NADP^+]{۱۲ATP \; ۱۲ADP} ۱۲C_3 \text{ (قند)}$$

مرحلهٔ سوم: از هر ۱۲ قند سه‌کربنه دو تا از چرخه خارج و به مصرف یاخته می‌رسد و ۱۰ تای دیگر دوباره در چرخه مصرف می‌شود.

$$۱۲C_3 \rightarrow ۲C_3 \text{ خارج می‌شود} \longrightarrow \text{گلوکز می‌سازد}$$
$$۱۲C_3 \rightarrow ۱۰C_3 \text{ به چرخه برمی‌گردد}$$

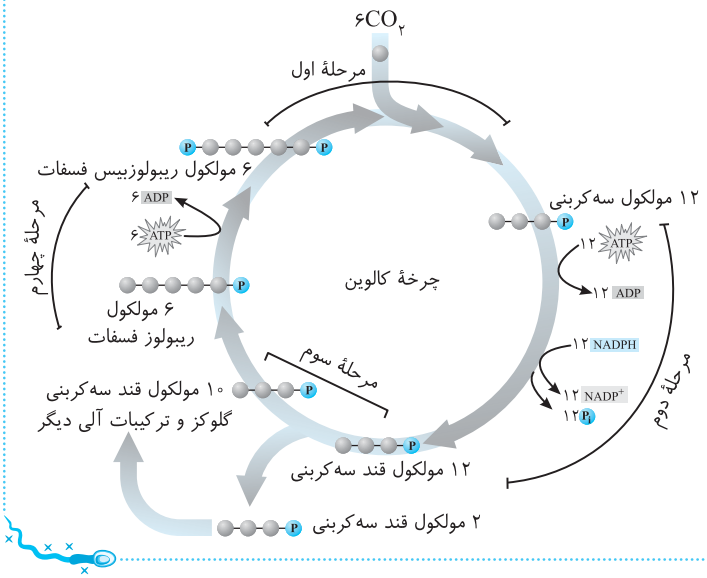
مرحلهٔ چهارم: ۱۰ قند C_3 ابتدا به ۶ قند C_5 یک‌فسفاته تبدیل شده و هرکدام با مصرف یک ATP به قند C_5 دو فسفاتهٔ اولیه تبدیل شده و چرخه دوباره تکرار می‌شود.

$$۱۰C_3 \rightarrow ۶C_5 \text{ (یک‌فسفاته)} \xrightarrow{۶ATP \; ۶ADP} ۶C_5$$

نکته: برای ساخت قند C_6 باید $۶CO_2$، $۱۸ATP$ و $۱۲NADPH$ مصرف شود.

نکته: در هر چرخهٔ کالوین مقدار مصرف ATP، در مرحلهٔ تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی دو برابر مرحلهٔ تبدیل C_5 یک‌فسفاته به C_5 دوفسفاته، می‌باشد.

◀ در مرحلهٔ خروج قند از چرخهٔ کالوین، قندهای سه‌کربنهٔ خارج شده از چرخه، برای ساخت ترکیب‌های آلی مانند گلوکز، نشاسته و ساکارز مصرف می‌شوند.



B ۸ ۴ فرایند تبدیل $NADPH$ به $NADP^+$ جزء چرخهٔ کالوین است و در **بستره** سبزدیسه رخ می‌دهد ولی محل بقیهٔ واکنش‌ها صحیح می‌باشد. در مورد گزینهٔ (۳) دقت کنید که فعالیت هلیکاز در بستره سبزدیسه برای همانندسازی DNA حلقوی در مجاورت چرخهٔ کالوین می‌باشد.

C ۹ ۳ طبق متن کتاب درسی، الکترون برانگیخته اگر از مدار خارج شود، به وسیلهٔ **رنگیزه یا مولکول** دیگری گرفته می‌شود ولی اگر فقط انرژی خود را بدهد و خودش به مدار اولیه برگردد، در این حالت انرژی خود را به مولکول رنگیزه بعدی داده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انرژی الکترون‌های آنتن‌ها، هم به سایر آنتن‌ها و هم به مرکز واکنش منتقل می‌شود. / گزینهٔ (۲): هم در مرحلهٔ تبدیل اسید به قند سه‌کربنی و هم مرحلهٔ تبدیل دو قند پنج‌کربنی به هم، همهٔ مواد اولیه و محصولات اصلی، دارای فسفات می‌باشند. / گزینهٔ (۴): مصرف $NADP^+$، همواره با گرفتن H^+ می‌باشد که این کار در بسترهٔ سبزدیسه انجام شده و مقدار H^+ را در بستره کم می‌کند. با این عمل، تفاوت شیب غلظت درون و بیرون تیلاکوئید زیاد و زیادتر می‌شود.

C ۱۰ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در صورتی که ناقل الکترونی بعد از پمپ H^+ غشای تیلاکوئید را مهار کنیم، در حقیقت در رسیدن الکترون به فتوسیستم ۱ و ایجاد $NADPH$ جلوگیری به عمل آمده است ولی ایجاد شیب غلظت پروتونی برای تولید ATP نوری قبل از آن انجام شده است. / ب) درست است. اگر از انتقال الکترون به ناقل الکترونی بعد از فتوسیستم ۲ جلوگیری به عمل بیاید، فعالیت پمپ H^+ و ایجاد شیب غلظت در دو طرف غشای تیلاکوئید مختل می‌شود. / ج) نادرست است. اگر از ادامه مسیر الکترون بعد از فتوسیستم ۱ جلوگیری به عمل آید، بلافاصله تولید $NADPH$ و سپس تولید قند در چرخهٔ کالوین مختل می‌شود. / د) نادرست است. در صورت مهار کانال H^+، ابتدا تولید ATP نوری مختل می‌شود و در ادامه در نبود این ماده واکنش‌های چرخهٔ کالوین و دوباره‌سازی $NADP^+$ نیز اختلال می‌یابد (*در تست به‌جای «بلافاصله» دقت کنید!*).

A ۱۰۲۴ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. اگر یاخته‌های نگهبان روزنه تورژسانس یابند، روزنه‌های هوایی باز می‌شوند، سپس با ورود مقدار زیادی CO_2 به گیاه شدت فتوسنتز افزایش می‌یابد ولی افزایش هورمون آبسیزیک‌اسید (مورد الف)، سبب مسدود شدن روزنه‌ها و عدم ورود CO_2 به گیاه می‌شود. مورد (د) نیز شرایط را برای تنفس نوری فراهم می‌کند و در مورد (ج) نیز به‌طور معمول سبزینه‌ها تجزیه می‌شوند و فتوسنتز کاهش می‌یابد.

C ۱۰۲۵ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند. روبیسکو در بستره سبزدیسه همواره روی قند C_5 دوفسفاته اثر می‌کند که در فتوسنتز سبب ترکیب آن با CO_2 طی کربوکسیله کردن شده ولی در تنفس نوری در اثر ترکیب با O_2، اکسیژناسیون می‌کند.

تله‌های تستی الف) درست است. در فصل ۲ آموختید که مقصد هر پروتئینی برحسب توالی آمینواسیدی آن است که در کجای یاخته استفاده شود. / ب) درست است. هر آنزیمی انرژی فعال‌سازی واکنش خود را کاهش می‌دهد و روبیسکو نیز همواره در هر فعالیت خود، روی قند دوفسفاته اثر می‌کند. / ج) نادرست است. آنزیم‌ها واکنش‌های انجام‌شدنی یاخته را سرعت می‌بخشند. / د) درست است. کار هر آنزیمی اختصاصی است که روبیسکو، دارای دو فعالیت کربوکسیلازی و اکسیژنازی است.

روبیسکو

ایستگاه ۵۷

۱) فعالیت کربوکسیلازی ← در نسبت بالای $\frac{CO_2}{O_2}$ گیاه کربوکسیلاسیون انجام می‌دهد
- ریبولوزبیس فسفات را با CO_2 ترکیب می‌کند و مادهٔ C_6 ناپایدار می‌سازد.
- سبب شروع واکنش‌های چرخهٔ کالوین می‌شود.
- مصرف ATP و $NADPH$ حاصل از مرحلهٔ نوری را افزایش می‌دهد.
- تولید مواد آلی و رشد گیاه را افزایش می‌دهد.

۲) فعالیت اکسیژنازی ← در نسبت بالای $\frac{O_2}{CO_2}$ با عمل اکسیژنازی انجام می‌دهد
- سبب ترکیب ریبولوزبیس فسفات با O_2 و تولید مولکول C_5 ناپایدار می‌شود.
- با شروع تنفس نوری سبب تجزیهٔ مادهٔ آلی و مانع غذاسازی گیاهان می‌شود.
- رشد گیاه و ماده‌سازی آن را کاهش می‌دهد.

خلاصه واکنش‌های تنفس نوری:

$O_2 + C_5 \xrightarrow[\text{(بستره)}]{\text{روبیسکو}} C_5$ ناپایدار $\xrightarrow{\text{تجزیه}}$
- C_3 ← در بستره سبب بازسازی ریبولوزبیس فسفات می‌شود.
- C_2 ← از سبزدیسه وارد راکیزه می‌شود
  - یک CO_2 ایجاد می‌کند.
  - ATP تولید نمی‌کند.

نکته: محصولات روبیسکو در عمل کربوکسیلازی و اکسیژنازی، به ترتیب C_6 و C_5 می‌باشند که هر دو مولکول‌هایی ناپایدار بوده و تجزیه می‌شوند.

C ۱۰۲۶ ۲ همهٔ موارد نادرست نمی‌باشند، یعنی صحیح می‌باشند.

◄ دقت کنید که هر عبارت این سؤال نکتهٔ مفهومی خاصی دارد که به تنهایی می‌تواند یک تست کنکور باشد!

تله‌های تستی الف) درست است. روبیسکو توانایی دو نوع واکنش **کربوکسیلازی** و **اکسیژنازی** دارد که هر دو نوع واکنش را در **بستره** و روی **قند ریبولوزبیس فسفات** انجام می‌دهد که در هر دو واکنش به تولید مادهٔ ناپایدار می‌انجامد.

A : کربوکسیلازی روبیسکو ← $CO_2 + C_5 \xrightarrow[\text{مرحلهٔ اول چرخهٔ کالوین}]{\text{روبیسکو}} C_6$ ناپایدار ← تجزیه به دو اسید سه‌کربنی ← تولید مادهٔ آلی

B : اکسیژنازی روبیسکو ← $O_2 + C_5 \xrightarrow[\text{شروع تنفس نوری}]{\text{روبیسکو}} C_5$ ناپایدار ← تجزیه
- مادهٔ سه‌کربنی ← دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌کند
- مادهٔ دوکربنی ← در راکیزه CO_2 می‌سازد

ب) درست است. در بررسی عبارت (الف) توضیح دادم که مادهٔ سه‌کربنی که در تنفس نوری ایجاد می‌شود در بسترهٔ سبزدیسه به مصرف دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد که این عمل همانند مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین در دوباره‌سازی این ماده می‌باشد. **حتماً می‌دانید که ریبولوزبیس فسفات، همواره یکی از پیش‌ماده‌های آنزیم روبیسکو می‌باشد.** / ج) درست است. این عبارت خط کتاب درسی است، چون در نور و دمای زیاد با اینکه روزنهٔ هوایی بسته می‌شود تا گیاه آب زیادی از دست ندهد ولی واکنش‌های **نوری** فتوسنتز ادامه دارد. (*منظور کتاب از خشکسالی، همان واکنش‌های نوری خشکسالی بوده است، چون در برخی گیاهان، این شرایط سبب توقف در فعالیت روبیسکو مرحلهٔ آخر خشکسالی می‌شود.*) / د) درست است. دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات در دو نوع واکنش چرخهٔ کالوین یا پس از تنفس نوری صورت می‌گیرد. در چرخهٔ کالوین دوباره‌سازی این قند در اثر ورود بیشتر قندهای سه‌کربنی تولید شده به چرخه می‌باشد ولی در تنفس نوری، مادهٔ سه‌کربنی حاصل از تجزیه C_5، در همان بستره می‌ماند و بعداً به مصرف بازسازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد.

درسنامه درختی ۹۷ تنفس نوری

تنفس نوری

- واکنشی مخصوص یاخته‌های دارای آنزیم روبیسکو می‌باشد.
- در نگهبان روزنهٔ هوایی و یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ میانبرگ و ساقه دیده می‌شود.
- در هنگام نسبت بالای $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه و توسط فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو در سبزدیسه آغاز می‌شود.
- مقداری از فرایند آن در سبزدیسه و بخشی در راکیزه انجام می‌شود.

واکنش

$O_2 + C_5 \xrightarrow[\text{سبزدیسه}]{\text{روبیسکو}} C_5$ ناپایدار $\xrightarrow{\text{تجزیه}}$
- C_3 ← به منظور بازسازی ریبولوزبیس فسفات (C_5) مصرف می‌شود.
- C_2 ← از سبزدیسه خارج می‌شود ← وارد راکیزه می‌شود ← تولید CO_2 می‌کند. / ATP تولید نمی‌کند.

- همانند تنفس یاخته‌ای هوازی به مصرف قند و اکسیژن و تولید CO_2 می‌پردازد و بخشی از واکنش آن در راکیزه انجام می‌شود.
- برخلاف تنفس یاخته‌ای، **تولید ATP** در آن صورت نمی‌گیرد.
- طی آن مادهٔ دوکربنی از چهار غشای سبزدیسه و راکیزه عبور می‌کند.

۱۰۲۷ فعالیت روبیسکو در اصل به نسبت CO_2 به O_2 در گیاه بستگی دارد. یعنی اگر در دمای بالا یا پایین، گیاه بتواند شرایطی ایجاد کند که نسبت CO_2 را بالا ببرد، روبیسکو نیز به کربوکسیلازی می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): روبیسکو در عمل کربوکسیلازی، مادهٔ C_6 ناپایدار می‌سازد که پس از تجزیه **به دو اسید سه‌کربنی** تبدیل می‌شود ولی در عمل اکسیژنازی، مادهٔ C_5 ناپایدار می‌سازد که پس از تجزیه به مواد دوکربنی و **سه‌کربنی** تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۲): روبیسکو، هنگامی که به سمت واکنش‌های کربوکسیلازی می‌رود، سبب مصرف ATP نوری و $NADPH$ می‌شود که محصولات مرحلهٔ نوری می‌باشند. / گزینهٔ (۳): هیچ عمل روبیسکو مگر اینکه وارد چرخهٔ کالوین یا تنفس نوری شود، به تولید ATP نمی‌انجامد. در چرخهٔ کالوین، ATP مصرف شده و در تنفس نوری نیز تولید یا مصرف ATP صورت نمی‌گیرد.

۱۰۲۸ در تنفس نوری و با اکسیژنازی ریبولوزبیس فسفات، مادهٔ پنج‌کربنهٔ ناپایداری ایجاد می‌شود که از تجزیهٔ آن یک مادهٔ سه‌کربنی و یک مادهٔ دوکربنی تولید می‌شود.

نکته

در تنفس نوری از هر ریبولوزبیس فسفات، یک مادهٔ سه‌کربنی ایجاد می‌شود ولی در چرخهٔ کالوین از هرکدام، در نهایت دو اسید سه‌کربنی تولید می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در هنگام تنفس نوری، روزنه‌های هوایی گیاهان تقریباً بسته می‌باشند و آب و مواد معدنی مثل CO_2 و O_2 از آن عبور نمی‌کند ولی برای بسته شدن روزنه‌های هوایی، یاخته‌های نگهبان باید به یاخته‌های روپوستی مجاور خود آب و املاح بدهند و آن‌ها را تورژسانس کنند ولی خود یاختهٔ نگهبان، پلاسمولیز می‌شود (*دقت کنید که بیرون رفتن روزنهٔ هوایی سبب خروج آب از بین دو یاختهٔ نگهبان می‌شود نه از خود نگهبان‌ها!*). / گزینهٔ (۳): در گیاهان واکنش‌های نوری فتوسنتز هم‌زمان با واکنش تنفس نوری، همچنان ادامه می‌یابد و تولید ATP و $NADPH$ در یاخته‌های سبزدیسه‌دار ادامه می‌یابد. / گزینهٔ (۴): در شرایطی که دما و نور شدید باشد، تولید هورمون آبسیزیک‌اسید در دانه و جوانه گیاه زیاد می‌شود تا هم از رشد گیاه در این شرایط ممانعت کند و هم روزنه‌های هوایی را مسدود کند.

۱۰۲۹ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

نکته

در تنفس نوری، ATP که رایج‌ترین شکل انرژی یاخته‌ای است و نوعی نوکلئوتید است، تولید نمی‌شود (نادرستی الف) ولی همانند تنفس یاخته‌ای، تجزیهٔ قند را انجام می‌دهد. با این تفاوت که در تنفس نوری، انرژی‌زایی و تولید ATP و ناقل الکترونی ($NADH$ یا $FADH_2$) وجود ندارد که این برخلاف تنفس یاخته‌ای است که همواره ATPزا و تولیدکنندهٔ نوعی ناقل الکترونی می‌باشد (درستی د).

دقت کنید که در هر دو واکنش تنفس نوری و یاخته‌ای، تجزیهٔ قند C_5 وجود دارد ولی در تنفس یاخته‌ای تولید هم‌زمان C_3 و C_2 وجود ندارد بلکه این دو ماده به دنبال هم در اکسایش پیرووات به استیل تولید می‌شوند (*نادرستی ب و ج*).

۱۰۳۰ منظور این سؤال مادهٔ دوکربنی تنفس نوری می‌باشد که از بسترهٔ سبزدیسه به بسترهٔ راکیزه می‌رود تا CO_2 ایجاد کند (نادرستی گزینهٔ (۲)). از تجزیهٔ C_5 در تنفس نوری، C_3 آن در سبزدیسه می‌ماند تا به مصرف دوباره‌سازی قند C_5 (*ریبولوزبیس فسفات*) برسد (نادرستی گزینهٔ (۴)). C_2 یا مادهٔ دوکربنی آن وارد راکیزه می‌شود و در واکنش‌هایی که **بخشی** از آن در راکیزه رخ می‌دهد به تولید CO_2 می‌پردازد (نادرستی گزینهٔ (۳)). همان‌طور که می‌دانید CO_2 یکی از مولکول‌های مورد نیاز برای شروع چرخهٔ کالوین می‌باشد (درستی گزینهٔ (۱)).

B ۱۰۳۱ ۴

نکته آنزیم روبیسکو (*ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز اکسیژناز*) مانند هر پروتئینی طی ترجمهٔ *mRNA* تولید می‌شود ولی فقط در بستره سبزدیسه فعالیت می‌کند که یا قند C_5 را در چرخهٔ کالوین، کربوکسیله می‌کند تا قند سه‌کربنی بسازد یا طی تنفس نوری، قند C_5 را در بستره سبزدیسه اکسیژناز کرده که به C_3 و C_2 تبدیل می‌شود ولی در هیچ‌یک از موارد، *ATP* نمی‌سازد و مصرف هم نمی‌کند.

درسنامه درختی ۹۸ روبیسکو

روبیسکو

- $\uparrow \frac{CO_2}{O_2}$ ← $C_5 + CO_2$ ← (سبزدیسه) C_6 ناپایدار (*چرخهٔ کالوین*)
- $\uparrow \frac{O_2}{CO_2}$ ← $C_5 + O_2$ ← (سبزدیسه) C_5 ناپایدار (*تنفس نوری*)

انواع فعالیت‌های روبیسکو

فعالیت کربوکسیلازی

- این فعالیت با ترکیب CO_2 و قند ریبولوزبیس فسفات در بسترهٔ سبزدیسه انجام می‌گیرد.
- زمانی صورت می‌گیرد که نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب انجام واکنش‌های چرخهٔ کالوین و قندسازی می‌شود.
- مصرف *ATP* و *NADPH* در سبزدیسه زیاد می‌شود.
- سبب تولید مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار می‌شود (ناپایدار $C_6 \xrightarrow{\text{روبیسکو}} C_5 + CO_2$).
- مادهٔ ناپایدار محصول آن به دو اسید سه‌کربنی پایدار تبدیل می‌شود.

فعالیت اکسیژنازی

- سبب ترکیب O_2 با قند ریبولوزبیس فسفات در بسترهٔ سبزدیسه می‌شود.
- زمانی صورت می‌گیرد که نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب تولید مادهٔ پنج‌کربنی ناپایدار در تنفس نوری می‌شود (ناپایدار $C_5 \rightarrow C_3 + O_2$).
- مانع انجام واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز برای ساخت مواد آلی می‌شود.
- مصرف *ATP* و *NADPH* را در سبزدیسه کاهش می‌دهد.
- مادهٔ ناپایدار آن به دو مولکول سه‌کربنی و دوکربنی تبدیل می‌شود.
- در هنگام روزنهٔ هوایی بسته در شرایط گرم و خشک رخ می‌دهد.

شرایط محیطی انجام آن

در دما و نور زیاد و رطوبت کم (*محیط خشک*) ← هورمون آبسیزیک اسید زیاد می‌شود ← روزنهٔ هوایی را مسدود می‌کند

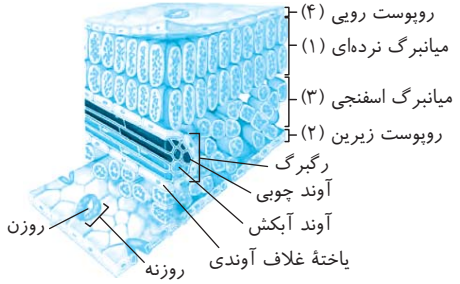
- این عمل به سبب کاهش تعرق و کم شدن از دست رفتن آب گیاه صورت می‌گیرد.
- ورود CO_2 به گیاه کم می‌شود.
- O_2 تولید شده در واکنش‌های نوری فتوسنتز خارج نمی‌شود.
- نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد می‌شود.
- روبیسکو با فعالیت اکسیژنازی به سمت تنفس نوری می‌رود.
- فتوسنتز و ساخت مواد آلی در گیاه کاهش می‌یابد.

A ۱۰۳۲ ۴ گزینهٔ (۴) فرایندی مربوط به تنفس نوری است و در چرخهٔ کالوین رخ نمی‌دهد ولی بقیهٔ موارد مربوط به واکنش‌های چرخهٔ کالوین است که گزینهٔ (۱) در مرحلهٔ اول، گزینهٔ (۲) در مرحلهٔ آخر و گزینهٔ (۳) نیز در مرحلهٔ آخر صورت می‌گیرد.

برو درسنامه درختی ۹۹ بخون

C ۱۰۳۳ ۲ موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

دقت کنید که شکل مقابل مربوط به یک گیاه C_3 دولپه‌ای می‌باشد، پس تثبیت کربن در شب و در واکوئول ندارد (نادرستی الف) و ایجاد اسید چهارکربنه در تثبیت کربن هم ندارد (نادرستی ج).
یاخته‌های (۲) که روپوستی می‌باشند، آنزیم‌هایی می‌سازند تا پوستک یا کوتیکول محافظ را ایجاد کنند (درستی ب). یاخته‌های (۴) نیز روپوستی هستند و چون هوازی می‌باشند، *NADH* را در مسیر تولید استیل *CoA* از پیروات ایجاد می‌کنند (درستی د).



درسنامه درختی ۹۹ گیاه C_3

گیاهان C_3

اغلب گیاهان طبیعت را شامل می‌شوند.

فقط قادرند، کربن CO_2 را در چرخهٔ **کالوین** و در اسید سه‌کربنی تثبیت کنند.

یاخته‌های **غلاف آوندی** آن‌ها سبزدیسه ندارد و چرخهٔ کالوین انجام نمی‌دهند.

افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی آن‌ها می‌شود.

بـرای کاهش تعرق، روزنه‌های آن‌ها بسـته می‌شـوند و تبادل اکسـیژن و CO_2 از روزنه‌های هوایی متوقف می‌شود ولی همچنان واکنش‌های **تیلاکوئید** فتوسنتز آن‌ها ادامه دارد.

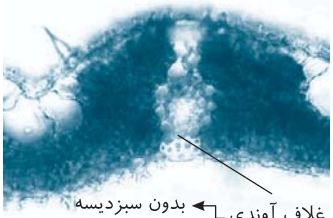
نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در شرایط گرم و خشک در آن‌ها کم می‌شود ← رویبسکو آن‌ها به سمت **اکسیژنازی** و تنفس نوری می‌رود.

وقتی روزنه‌ها باز می‌شـوند، نسـبت $\frac{CO_2}{O_2}$ بیشـتر از زمانی است که روزنه‌ها بسته هستند ← این وضعیت در محیط معمولی آن‌ها رخ می‌دهد.

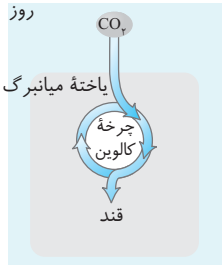
تثبیت کربن را **فقط طی روز** و فقط به صورت چرخهٔ کالوین انجام می‌دهند.

در شرایط گرم و خشک نمی‌توانند مانع تنفس نوری شوند.

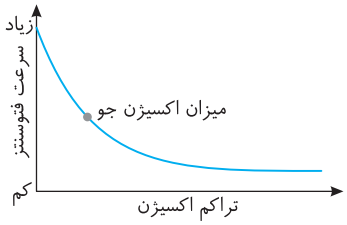
گل رز مثالی از گیاه C_3 است که همانند سایر انواع این گروه در مناطق با دمای بالا و تابش شدید زندگی نمی‌کنند.







۱۰۳۴ (B) ۲ نمودار سؤال مقایسه شدت فتوسنتز در اثر **مقدار** O_2 **محیط** در گیاه C_3 می‌باشد که با هم رابطهٔ عکـس دارنـد. زیادی O_2 در گیاه، تنها فعالیت اکسـیژنازی روبیسـکو و تنفس نوری را زیاد کرده و سـبب عدم مصرف $NADPH$ و ATP، در چرخهٔ کالوین می‌شود. در این حالت در اغلب گیاهان، یعنی در نسبت بالای O_2 به CO_2، فعالیت اکسیژنازی روبیسکو را بالا می‌برد. کمبود O_2 سبب افزایش تجزیهٔ آب در واکنش‌های نوری فتوسنتز می‌شود.



۱۰۳۵ (B) ۱ در هوای گرم و خشک، تنفس نوری در گیاهان C_3 رخ می‌دهد که از تجزیهٔ مادهٔ C_5 ناپایدار **مواد دو و سه‌کربنی** ایجاد می‌شود. مادهٔ دوکربنی به تولید CO_2 می‌پردازد و مادهٔ سـه‌کربنی به مصرف دوباره‌سـازی **ریبولوزبیس فسفات** می‌رسـد (*همان طور که می‌دانید* CO_2 *و ریبولوزبیـس فـسفات دو مادهٔ آغازگر چرخهٔ کالوین می‌باشند*) (گزینه‌های (۲) و (۴) *تنها در مورد عمل کربوکسیلازی رویبسکو می‌باشند که رد می‌شوند*). گزینهٔ (۳) نیز در مورد محل تولید مادهٔ دوکربنی در سبزدیسه و محل مصرف آن در راکیزه رد می‌شود.

۱۰۳۶ (B) ۴ با توجه به درسـنامهٔ گیاهان C_4 به راحتی می‌توانید گزینهٔ (۴) را انتخاب کنید (*در این سـؤالات دقت کنید که یاخته‌های نردهای و اسـفنجی، همگی یاخته‌های میانبرگ سبزدیسه‌دار هستند. البته اغلب گیاهان* C_4*، فقط میانبرگ اسـفنجی دارند و به احتمال زیاد منظور طراح از میانبرگ، یاختهٔ اسفنجی است. دقت کنید که در گیاهان* C_4 *با توجه به شکل گفتار ۱ کتاب درسی، در میانبرگ یاخته‌های نردهای وجود ندارد*). در C_4ها، پس از تثبیت اولیه کربن به صورت اسـید C_4 در میانبرگ، در غلاف آوندی سبزدیسه‌دار آن‌ها چرخهٔ کالوین و تثبیت کربن به صورت اسید سه‌کربنی انجام می‌گیرد.

نکته
۱ در گیاهان C_4، تثبیت اولیه کربن (CO_2) در میانبرگ‌ها و تثبیت ثانویه و چرخهٔ کالوین در غلاف آوندی صورت می‌گیرد ولی هر دو یاخته سبزدیسه‌دار می‌باشند.
۲ غلاف آوندی خارجی‌ترین یاخته‌های رگبرگی می‌باشد که در گیاهان C_4 برخلاف C_3ها سبزدیسه دارند.

رویبسکو و تنفس نوری

ایستگاه ۵۸

آنزیم رویبسـکو یا ریبولوزبیس فسـفات کربوکسیلاز اکسیژناز، آنزیمی است که در بسـترهٔ سبزدیسه قرار دارد و مانند افراد نون به نرخ روزخور برحسب محیط رنگ عوض کرده و دو عمل **کربوکسیلازی برای راه‌اندازی چرخهٔ کالوین** و **اکسیژنازی برای راه‌اندازی تنفس نوری** انجام می‌دهد که مخالف عمل یکدیگر می‌باشند:

الف) عمل کربوکسیلازی رویبسکو: اگر در گیاه نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ بالا باشد، رویبسکو باعث عمل کربوکسیلاز برای قند پنج‌کربنهٔ ریبولوزبیس فسفات می‌شود و با ورود به چرخهٔ کالوین، قندسـازی و مرحلهٔ مسـتقل از نور فتوسـنتز را به راه می‌اندازد. این واکنش‌ها باعث تثبیت کربن به صورت اسـید C_3 در چرخهٔ کالوین شده و مصرف ATP و $NADPH$های مرحلهٔ نوری فتوسنتز افزایش می‌یابند.

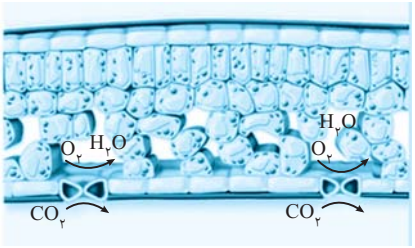
ب) عمل اکسیژنازی رویبسکو: اگر در گیاه نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ زیاد باشد که در نور و دمای شدید و رطوبت کم همراه با روزنه‌های هوایی مسدود شده رخ می‌دهد، رویبسـکو باعث واکنش **اکسـیژنازی قند** C_5 و ورود به **تنفس نوری** می‌شـود. این واکنش‌ها مخالف مرحلهٔ **قندسـازی** یا همان چرخهٔ کالوین فتوسنتزی می‌باشند. تنفس نوری به صورت دو مرحله‌ای صورت می‌گیرد، مرحلهٔ اول در **بسـتره سبزدیسـه** اسـت که رویبسکو با ترکیب کردن ریبولوزبیس فسفات با O_2 یک ترکیب پنج‌کربنی **ناپایدار** ساخته که ضمن تجزیه شدن آن، مولکول سه‌کربنه و مادهٔ دوکربنه حاصل می‌شود. در مرحلهٔ بعد که **بخشی** از آن در راکیزه رخ می‌دهد، مادهٔ دوکربنه در راکیزه به CO_2 تبدیل می‌شـود ولی تنفس نوری برخلاف تنفس یاخته‌ای، ATP تولید نمی‌کند. مادهٔ سـه‌کربنی نیز در همان بسـترهٔ سبزدیسـه به مصرف دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد.

در تنفس نوری، قند ریبولوزبیس فسفات با اکسیژن ترکیب شده و ضمن اکسایش، پرانرژی می‌شود.

$$C_5 + O_2 \xrightarrow[\text{درون بستره سبزدیسه}]{\text{روبیسکو}} C_5 - O_2 \text{ (ناپایدار)} \begin{cases} \rightarrow C_3 \text{ اسید} \rightarrow \text{دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات} \\ \rightarrow C_2 \text{ ماده} \xrightarrow{\text{بستره میتوکندری}} CO_2 + \cancel{ATP} \end{cases}$$

چرا فعالیت اکسیژنازی روبیسکو، در نور و دمای شدید رخ می‌دهد؟

در نور و دمای شدید و رطوبت کم، روزنه‌های هوایی به کمک هورمون **آبسیزیک‌اسید** مسدود شده و دیگر CO_2 جو از راه روزنه‌ها وارد گیاه نمی‌شود، ولی چون مرحلهٔ نوری فتوسنتز مستقل از CO_2 است، پس مرحلهٔ نوری بی‌اشکال انجام شده و به تدریج O_2، ATP و $NADPH$ در گیاه زیاد می‌شود. از طرفی به دلیل بسته بودن روزنه‌ها، O_2 تولید شده نیز خارج نشده و به تدریج نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد می‌شود و روبیسکو به سمت اکسیژنازی و تنفس نوری می‌رود. در این حالت قندسازی گیاه در چرخهٔ کالوین کاهش می‌یابد مگر اینکه مانند گیاهان C_4 و CAM سازش‌هایی را انجام دهند.



گیاهان C_4

ایستگاه ۵۹

گیاهان C_4، گیاهانی غالباً تک‌لپه‌ای می‌باشند و تا حدی به گرما مقاوم هستند و در دمای بالا و شدت نور زیاد **می‌توانند بر تنفس نوری غلبه کنند**. کارایی فتوسنتزی این گیاهان در دمای بالا و شدت نور زیاد **بیشتر از سایر گیاهان** است و تنفس نوری **به ندرت** در این گیاهان رخ می‌دهد.

در گیاهان C_4:

۱) نخستین تثبیت کربن در روز به صورت اسید C_4 پایدار در یاخته‌های **میانبرگ** انجام می‌گیرد (*چرخه‌ای بدون کالوین*). این واکنش در اثر ترکیب اسید سه‌کربنی با CO_2 و تولید اسید چهارکربنی صورت می‌گیرد و آنزیم مؤثر در این عمل با روبیسکو متفاوت است و **فقط** به‌طور اختصاصی قدرت اتصال اسید سه‌کربنی به CO_2 دارد.

۲) اسید پایدار C_4 از طریق پلاسمودسم‌ها از میانبرگ به غلاف آوندی رفته و در آنجا CO_2 آن آزاد می‌شود و اسید C_3 غلاف آوندی دوباره از راه پلاسمودسم‌ها به میانبرگ برمی‌گردد.

۳) در ادامه، تثبیت همان کربن یک‌بار دیگر در روز به صورت اسید C_3 در چرخهٔ کالوین یاخته‌های **غلاف آوندی سبزدیسه‌دار** صورت می‌پذیرد.

۴) واکنش‌های چرخهٔ کالوین و بالاترین میزان CO_2 یاخته‌ای و فعالیت آنزیم روبیسکو در یاخته‌های **غلاف آوندی** انجام می‌شود که عمل کربوکسیلازی قند C_5 را انجام می‌دهد.

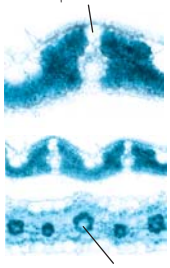
۵) بیشترین کارایی فتوسنتزی را در شرایط گرم و خشک بین گیاهان دارند و **تقریباً دو برابر** گیاهان C_3 رشد دارند.

۶) حتی در دماهای بالا و شدت نور زیاد بر تنفس نوری غلبه دارند و **به ندرت** در آن‌ها تنفس نوری رخ می‌دهد.

۷) آنزیم‌های گوناگونی در تثبیت کربن در مناطق مختلف گیاه فعالیت می‌کنند و میزان زیادی CO_2 را در غلاف آوندی وارد می‌کنند.

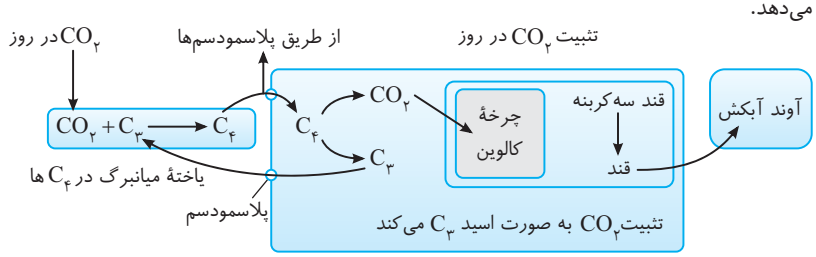
۸) روزنه‌های هوایی آن‌ها در طول روز در اقلیم گرم و خشک **تقریباً بسته** است (*به دلیل بالا بودن هورمون آبسیزیک اسید*).

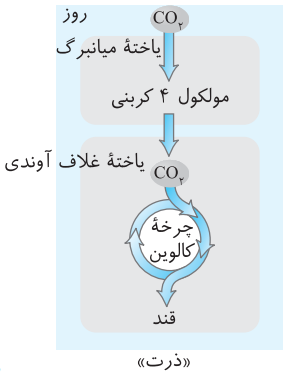
غلاف آوندی بدون سبزدیسه در گیاه C_3



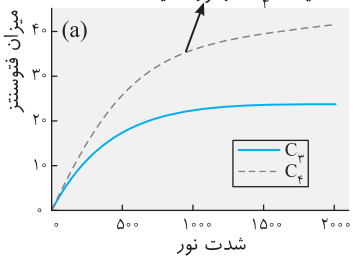
غلاف آوندی سبزدیسه‌دار در گیاهان C_4

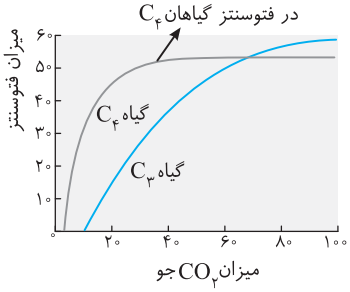
به طرح زیر در رابطه با نحوهٔ تثبیت کربن در گیاهان C_4 دقت کنید. در این گیاهان کربن CO_2 در دو مکان مختلف (*یاختهٔ میانبرگی و یاختهٔ غلاف آوندی*) ولی هر دو در طی روز رخ می‌دهد.





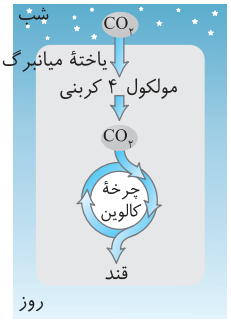
دو نوع تثبیت کربن با جدایی مکانی ولی بدون جدایی زمانی





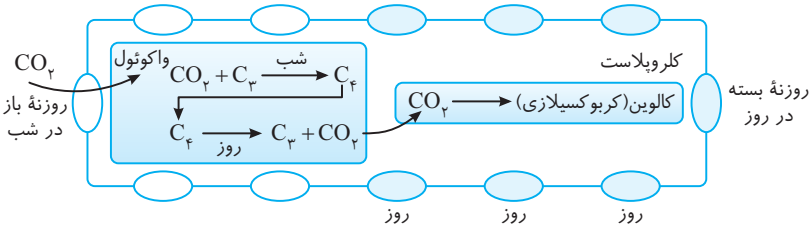
گیاهان CAM (کَم مثل آناناس)

- این گیاهان مانند آناناس در مناطق بیابانی خیلی خشک زندگی می‌کنند، روزنه‌های هوایی آن‌ها برخلاف حالت عادی C_3 و C_4 در **شب باز و در روز بسته** است و کارایی فتوسنتز آن‌ها از بقیهٔ گیاهان **کمتر** است.
- در این نوع از گیاهان برخلاف گیاهان C_4، تثبیت کربن در دو زمان متفاوت ولی در **دو بخش متفاوت یک یاخته** انجام می‌شود.
- شب که روزنه‌های هوایی **باز** می‌شوند، CO_2 زیادی از جو وارد گیاه شده و با اسید سه‌کربنی ترکیب شده و اسید آلی چهارکربنی (*به مکانیسم کراسولاسه‌ای*) تشکیل می‌دهد (*تثبیت اول*). این اسید آلی سبب نگهداری آب در واکوئل‌های گیاه می‌شود.
- هنگام روز، CO_2 آن‌ها از اسید C_4 جدا شده و وارد سبزدیسه می‌شود، سپس روبیسکو فعالیت کربوکسیلازی و چرخهٔ کالوین را آغاز می‌کند (*تثبیت کربن به صورت C_3*).
- این گیاهان، همانند هر گیاه دیگری، چرخهٔ کالوین و مصرف *ATP* و *NADPH* را در **روز** به کار می‌برند ولی رشد کمی دارند.
- گیاهان در طول ۲۴ ساعت شبانه‌روز به تثبیت کربن می‌پردازند.



«آناناس»

دو نوع تثبیت کربن بدون جدایی مکانی ولی با جدایی زمانی در CAMها



نکته: برگ، ساقه یا هر دوی آن‌ها در گیاهان *CAM*، شکل **گوشتی پرآب** دارند و حاوی ترکیباتی برای **نگهداری آب** در **واکوئل‌های** خود می‌باشند.

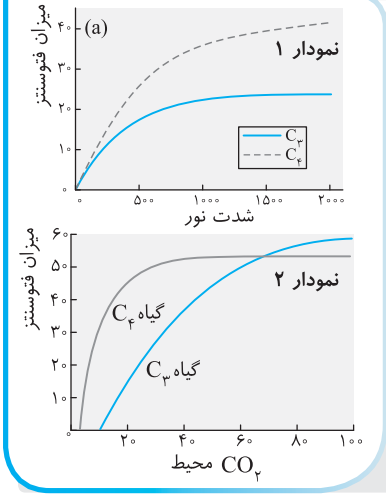
درسنامه درختی ۱۰۰ — گیاه C_4 (ذرت)

- سازوکارهایی برای ممانعت از تنفس نوری در شرایط دمای بالا، تابش شدید نور خورشید و کمبود آب دارند.
- کارایی این گیاهان در چنین شرایطی بیش از سایر گیاهان است.
- یاخته‌های غلاف آوندی در این گیاهان سبزدیسه دارد و محل انجام چرخهٔ کالوین است.
- تثبیت کربن هر CO_2 را در دو مرحله و در دو یاختهٔ مختلف در روز انجام می‌دهند
  - مرحلهٔ اول در یاخته‌های میانبرگ ← اسید سه‌کربنی + CO_2 —آنزیم→ اسید چهارکربنی C_4
  - مرحلهٔ دوم در یاخته‌های غلاف آوندی ← C_4 ← CO_2 و اسید سه‌کربنی
- به دلیل اینکه اولین مادهٔ پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهارکربنی است به این گیاهان، گیاهان C_4 می‌گویند.
- این گیاهان **تقسیم مکانی** برای دو نوع تثبیت C_4 و C_3 کربن دارند.
- این گیاهان هر دو نوع تثبیت کربن را در **روز** انجام می‌دهند (*تقسیم زمانی ندارند*).
- آنزیمی که در ترکیب CO_2 و ترکیب سه‌کربنی دخیل است، برخلاف روبیسکو، به‌طور **اختصاصی** با CO_2 عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.
- اسید چهارکربنی از طریق **پلاسمودسم‌ها** از یاخته‌های میانبرگ به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شوند.

گیاهان C_4 — در غلاف آوندی

- ابتدا CO_2 از اسید C_4 جدا می‌شود.
- CO_2 وارد چرخهٔ کالوین و تثبیت در اسید C_3 می‌شود.
- اسید C_3 حاصل از جدا شدن CO_2 از اسید C_4 ← از راه پلاسمودسم به یاختهٔ میانبرگ برمی‌گردد.

- با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو در غلاف آوندی بالا نگه داشته می‌شود.
- این فعالیت بازدارندهٔ تنفس نوری است پس تنفس نوری **به ندرت** در این گیاهان روی می‌دهد.
- ذرت مثالی از گیاه C_4 است.
- روزنه‌های آن‌ها در نور شدید و محیط خشک، بسته می‌باشند تا از تبخیر آب جلوگیری کنند.
- در محیط گرم و خشک، تقریباً دو برابر گیاهان C_3، فتوسنتز می‌کنند (*نمودار ۱*).
- با مقدار کم CO_2 محیط، می‌توانند خیلی سریع‌تر از گیاهان C_3، به حداکثر فتوسنتز خود برسند (*نمودار ۲*).



۱۰۳۷ (B) (۲)

نکته
۱ مقدار CO_2 در ابتدا فقط در مرحلهٔ مستقل از نور یا چرخهٔ کالوین فتوسنتز تأثیر دارد. در گیاهان مختلف و در حضور نور، مراحل نوری فتوسنتز بی‌اشکال انجام می‌شود. پس ATP و $NADPH$ تولید می‌شوند ولی مصرف آن‌ها بستگی به عمل کربوکسیلازی روبیسکو دارد (*مصرف ADP در تست‌ها، معنی تولید ATP می‌دهد*).
۲ عدم انجام چرخهٔ کالوین در گیاهان، سبب مهار عمل دوباره‌سازی $NADP^+$ می‌شود و در طولانی‌مدت روی تولید $NADPH$ نیز اثر می‌گذارد.

۱۰۳۸ (B) (۴) گل رز یک گیاه C_3 و ذرت گیاهی C_4 می‌باشد.

نکته
لطفاً خوب دقت کنید: می‌دونم خیلی‌ها گول خوردن و دقت نکردن که اولین مادهٔ **پایدار چرخهٔ کالوین** را در گیاهان C_3 و C_4 خواسته که اگر کمی دقت کنید در چرخهٔ کالوین همواره اولین مادهٔ پایدار اسید C_3 می‌باشد.

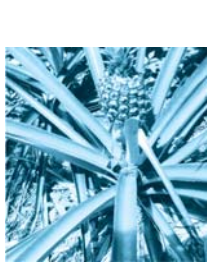
۱۰۳۹ (B) (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. گیاهان CAM برخلاف گیاهان C_3 و C_4، قادرند در شب نیز کربن را تثبیت کنند که این تثبیت به صورت اسید C_4 (*متابولیسم کراسولاسیون*) می‌باشد. از طرفی می‌دانید که در گیاهان CAM، برگ، ساقه یا هر دوی آن‌ها **گوشتی پرآب** می‌باشد (درستی د).

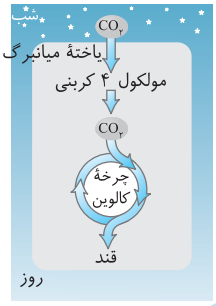
تله‌های تستی الف) CAMها، باید CO_2 جو را یک‌بار در شب به صورت اسید C_4 و یک‌بار در روز به کمک چرخهٔ کالوین تثبیت کنند. / ب) روزنهٔ هوایی گیاهان CAM در شب باز می‌شود که برای باز شدن آن‌ها نیاز به **آب‌گیری** و تورژسانس یاخته‌های نگهبان می‌باشد. / ج) گیاهان CAM در **واکوئول‌های خود** ترکیباتی برای نگهداری آب دارند (*نه در ریبوزوم‌های خود*).

درسنامه درختی ۱۰۱ گیاه CAM (آناناس)

گیاهان CAM (کم)

- در مناطقی زندگی می‌کنند که با مسئلهٔ دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه‌اند.
- برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه‌ها در طول روز بسته و در شب بازند.
- رشد کمی دارند.
- برگ، ساقه یا هر دوی آن‌ها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است.
- در واکوئول‌های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می‌دارند ← این ترکیبات معمولاً پلی‌ساکاریدی هستند.
- واکنش‌های تثبیت کربن آن‌ها مشابه گیاهان C_4 است، با این تفاوت که تقسیم مکانی ندارد، بلکه تقسیم زمانی دارد.





انواع تثبیت کربن آن‌ها

در شب
- در یاختهٔ میانبرگ آن‌ها، کربن به صورت اسید C_4 با متابولیسم کراسولاسیون تثبیت می‌شود.
- روزنهٔ هوایی آن‌ها باز می‌شود ← یعنی یاختهٔ نگهبان روزنهٔ آن‌ها انبساط طولی داشته است.
- CO_2 محیط وارد گیاه می‌شود.

در روز
- در همان یاختهٔ میانبرگ، ابتدا CO_2 از اسید C_4 جدا می‌شود.
- CO_2 یک‌بار دیگر وارد چرخهٔ کالوین می‌شود.
- کربن آن در اسید C_3 تثبیت می‌شود.
- روزنهٔ هوایی آن‌ها بسته می‌باشد و CO_2 وارد گیاه نمی‌شود.

- تقسیم زمانی ← در یاختهٔ میانبرگ تثبیت اولیهٔ کربن در شب که روزنه‌ها بازند و چرخهٔ کالوین در روز انجام می‌شود که روزنه‌ها بسته‌اند.
- برخی کاکتوس‌ها و آناناس مثالی از گیاهان CAM است ← بر تنفس نوری غلبه کرده‌اند.
- pH عصارهٔ آن‌ها در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر می‌باشد.

۱۰۴۰ (B) (۳) گیاهان C_4، C_3 و CAM، همگی قادرند چرخهٔ کالوین را انجام دهند که در واکنش‌های اولیهٔ این چرخه، به کمک آنزیم روبیسکو، CO_2 را با ترکیب قندی پنج کربنی ریبولوزبیس فسفات ترکیب می‌کنند و مادهٔ شش کربنی ناپایدار می‌سازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): گیاهان C_4 بر تنفس نوری خود غلبه می‌کنند و برخلاف گیاهان C_3، به ندرت تنفس نوری و تولید CO_2 از مادهٔ دوکربنی دارند. / گزینهٔ (۲): گیاهان C_4 و CAM یک کربن را در دو مرحله در اسیدهای آلی C_3 و C_4 تثبیت می‌کنند. / گزینهٔ (۴): گیاهان C_4 برخلاف C_3ها با سازشی که دارند بر تنفس نوری و فعالیت اکسیژنازی روبیسکو غلبه می‌کنند.

۱۰۴۱ (A) (۲) **چرخهٔ کالوین** در بسترهٔ سبزدیسه و در گیاهان C_4 و CAM فقط طی **روز** انجام می‌شود. البته گیاهان CAM، تثبیت C_4 خود را در شب نیز در واکنش‌های غیر چرخهٔ کالوین انجام می‌دهند (*در بسترهٔ سبزدیسه، رناتن فعال، رنابیرازو رنابیراز فعال وجود دارد*).

۱۰۴۲ (B) (۱) فقط گیاهان C_4، اسید چهارکربنی را در روز تولید می‌کنند، که در این گیاهان، تثبیت اول در میانبرگ (*به صورت C_4*) و تثبیت دوم در غلاف آوندی (*به صورت C_3*) انجام می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نادرست است. منظور گیاهان CAM می‌باشند که ذخیرهٔ ترکیبات فوق را در واکوئول انجام می‌دهند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در گیاهانی که دو نوع تثبیت کربن دارند، آنزیم تولیدکنندهٔ اسید چهارکربنی، فقط با CO_2 واکنش می‌دهد (*با O_2 ترکیب نمی‌شود*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. قسمت اول سؤال در مورد گیاهان C_4 است که این گیاهان برخلاف CAMها طی شب به باز کردن کامل روزنهٔ هوایی خود نمی‌پردازند.

B ۱۰۴۳ ـ ۱ یاخته‌های غلاف آوندی دور تا دور هر رگبرگ را گرفته‌اند که فشار اسمزی آن‌ها، مستقیماً باعث کشیده شدن ستون آب از درون آوند چوبی می‌شود چون باعث آبگیری از آوند چوبی برای عمل فتوسنتز می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): CO_2 و سایر گازهای تنفسی، با انتشار تبادل می‌یابند. / گزینهٔ (۳): دقت شود که نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در محیط برای تنفس نوری مهم است، نه فقط مقدار CO_2 یا O_2! / گزینهٔ (۴): چرخهٔ کالوین وابسته به نور نیست ولی **فقط در روز** و به کمک ATP و $NADPH$ رخ می‌دهد. در بین روش‌های تثبیت کربن، اولین تثبیت کربن در گیاهان CAM، در **شب** و در نبود نور صورت می‌گیرد.

B ۱۰۴۴ ـ ۱ گیاهان C_4 (*مثال زدنی*)، طی فتوسنتز در غلاف آوندی (*نزدیک‌ترین یاخته‌ها به خارجی‌ترین دستجات آوندی*) اسید چهارکربنی را تجزیه می‌کنند (*دکربوکسیلاز*) و CO_2 آزاد می‌کنند. این اسید C_4 از یاخته‌های میانبرگ وارد غلاف آوندی شده است.

◀ در گیاهان CAM هر یاختهٔ سبزدیسه‌داری قدرت تثبیت کربن را در دو مرحلهٔ C_3 و C_4 دارد.

B ۱۰۴۵ ـ ۲ منظور طراح گیاهان CAM بیابانی مثل آناناس می‌باشد که در شب کربن را در اسید آلی تثبیت می‌کنند ولی در روز CO_2 آزاد شده را وارد سبزدیسه کرده تا چرخهٔ کالوین را به راه بیاندازند. این گیاهان با این روش بر تنفس نوری فائق می‌آیند.

B ۱۰۴۶ ـ ۴ در گیاهان C_4، به دلیل بسته بودن روزنه‌ها در روز، افزایش CO_2 جو تا حد کمی در افزایش سرعت فتوسنتز مؤثر است (*در نمودار کتاب هم کاملاً مشهود است*) (نادرستی گزینهٔ (۴)) ولی تولید C_4 در روز درون میانبرگ صورت گرفته و این اسید C_4 وارد یاختهٔ غلاف آوندی می‌شود و طی تجزیهٔ اسید چهارکربنی، یک اسید C_3 و یک CO_2 جدا شده تا CO_2 در غلاف آوندی، آنزیم روبیسکو را در جهت فعالیت کربوکسیلازی پیش ببرد.

A ۱۰۴۷ ـ ۴ در گیاهان CAM واکنش تثبیت کربن در شب توسط آنزیم روبیسکو رخ نمی‌دهد. دقت کنید که روبیسکو فقط در بستره سبزدیسه و برای شروع تنفس نوری یا چرخهٔ کالوین فعالیت می‌کند ولی سایر عبارات در مورد CAMها درست می‌باشند که خط کتاب درسی می‌باشند.

B ۱۰۴۸ ـ ۳ فرایند گزینهٔ (۳) در غشای درونی راکیزه رخ می‌دهد، اما بقیهٔ گزینه‌ها در سبزدیسه‌ها رخ می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هسته، سبزدیسه‌ها و راکیزه‌ها حاوی دنا و رنا بوده و برای تولید آن‌ها آنزیم‌های همانندسازی‌کننده و رونویسی‌کننده فعالند. / گزینهٔ (۲): در CAMها تثبیت دوم کربن در چرخهٔ کالوین یعنی در بسترهٔ سبزدیسه‌ها رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه به دوباره‌سازی گیرنده‌های الکترونی NAD^+ و FAD می‌پردازد ولی در سبزدیسه‌ها سبب تبدیل گیرندهٔ الکترونی $NADP^+$ به ناقل $NADPH$ می‌شود (*قبلاً هم گفتیم که مراقب گیرنده و ناقل باشید!*). / گزینهٔ (۴): تولید و مصرف ATP نوری در واکنش‌های نوری و مستقل از نور فتوسنتز در سبزدیسه‌ها رخ می‌دهد.

B ۱۰۴۹ ـ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است چون محل این فعالیت در میانبرگ می‌باشد که در خارج رگبرگ قرار گرفته‌اند.

◀ هم تشکیل و هم تجزیهٔ C_4 به C_3 و CO_2 در یاختهٔ سبزدیسه‌دار غلاف آوندی صورت می‌گیرد (نادرستی ب).

◀ یاخته‌های گیاهی در شرایط نامساعد کمبود O_2 قادر به انجام تخمیر می‌باشند (*فصل ه*) (نادرستی ج).

◀ چرخهٔ کالوین و دوباره‌سازی $NADP^+$ در **غلاف آوندی** رخ می‌دهد که در مجاور آوندها می‌باشد نه روپوست (نادرستی د).

B ۱۰۵۰ ـ ۳ هر یاختهٔ زنده‌ای از جمله گیاهان C_3، می‌تواند بدون حضور اکسیژن، در طی عمل قندکافت، $NADH$ و ATP بسازد (*بزم قندکافت!*).

◀ گزینهٔ (۱) نادرست است چون هر گیاهی چرخهٔ کالوین را در روز فعال می‌کند (*هیچ گیاهی وجود ندارد که فقط در شب تثبیت CO_2 کند*). گزینهٔ (۲) نادرست است چون هیچ گیاهی قادر نیست CO_2 را فقط به صورت ترکیب چهارکربنه تثبیت کند و در گیاهان C_4 و CAM، پس از تثبیت C_4 باید CO_2 به صورت C_3 نیز در چرخهٔ کالوین تثبیت شود.

◀ گزینهٔ (۴) در مورد گیاهان C_4 و غلبه آن‌ها به تنفس نوری و عمل اکسیژنازی روبیسکو رد می‌شود.

B ۱۰۵۱ ـ ۳ چرخهٔ کالوین و تثبیت کربن در اسید سه‌کربنی در بسترهٔ سبزدیسه هر دو گیاه در روز دیده می‌شود. در خزه‌گیان که از گیاهان C_3 به حساب می‌آیند، بافت آوندی از جمله تراکئید دیده نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)). هر دو از نور خورشید انرژی می‌گیرند (نادرستی گزینهٔ (۲)). گیاهان C_3، CO_2 را طی دو مرحله تثبیت نمی‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

B ۱۰۵۲ ـ ۱ سؤال در مورد گیاهان C_4 و CAM می‌باشد که قدرت سازش و مقابله با تنفس نوری دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. تثبیت کربن در اسید سه‌کربنی، همان واکنش‌های چرخهٔ کالوین است که در هر گیاهی، فقط در روز انجام می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. عبور C_3 و C_4 از پلاسمودسم بین دو یاخته، ویژهٔ گیاهان C_4 و جدایی مکانی محل دو نوع تثبیت کربن آن‌هاست. / گزینهٔ (۳): نادرست است. بی‌دقتی نکن! چرخهٔ کالوین، فقط یک‌بار کربن را به صورت اسید سه‌کربنی تثبیت می‌کند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. واکوئول پر از ترکیبات پلی‌ساکاریدی، تنها ویژگی گیاهان CAM است.

C ۱۰۵۳ ـ ۴ هر گیاهی که در شرایط سخت به کندی رشد می‌کند، زنده است و یاخته‌های آن می‌توانند در قندکافت ATP را بدون حضور O_2 ایجاد کنند (*بزم کندکار و قندکافت*).

گزینهٔ (۱) در مورد گیاهان C_3، گزینهٔ (۲) در مورد عدم باز بودن کامل روزنه‌های هوایی گیاهان C_3 در شب و گزینهٔ (۳) در مورد گیاهان CAM با کارایی فتوسنتز کم، نادرست می‌باشند.

B ۱۰۵۴ ـ ۴ در برگ C_4، همانند سایر برگ‌ها، یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف سایر یاخته‌های روپوستی دارای سبزدیسه هستند ولی هیچ‌کدام قدرت تثبیت کربن به صورت C_4 ندارند. غلاف آوندی در سطح خارجی هر رگبرگ که مجموع آوندهای چوبی و آبکش است وجود دارد. نکتهٔ مهم این است که برگ گیاهان C_4، فاقد پارانشیم نرده‌ای می‌باشد. (*غلاف آوندی همان لایهٔ فشردهٔ خارجی‌ترین لایهٔ رگبرگ در گیاهان C_4 می‌باشد.*)

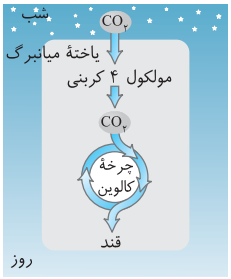
۱۰۵۵ (C) ۱ **سؤال بسیار جالب و پرنکته‌ای است.**

نکته

۱ گیاهان C_4، C_3 و CAMها، همگی در داشتن آنزیم روبیسکو **مشترک** هستند و این آنزیم در همهٔ آن‌ها در حضور **نور** و در بسترهٔ سبزدیسه فعالیت می‌کند. فعالیت آنزیم روبیسکو، دو نوع اکسیژنازی (*تنفس نوری*) و کربوکسیلازی (*چرخهٔ کالوین*) دارد که هر دو فعالیت آن‌ها به نسبت CO_2 به O_2 در گیاه بستگی دارد.

۲ در گیاهان C_4 و CAM، علاوه بر روبیسکو، آنزیم دیگری نیز برای تثبیت کربن وجود دارد که اصلاً قدرت اتصال به O_2 ندارد و فقط اختصاصی با CO_2 واکنش می‌دهد. این آنزیم‌ها سبب ترکیب CO_2 با اسید سه‌کربنی شده و اسید چهارکربنی می‌سازد. نوعی از آنزیم‌های مذکور در گیاهان C_4 در روز و در یاخته‌های **میانبرگی** فعالیت می‌کند ولی فعالیت نوع دیگر این آنزیم در گیاهان CAM در شب رخ می‌دهد.

۱۰۵۶ (B) ۳ کارایی فتوسنتز گیاهان CAM (*مثل آناناس*)، بالا نیست و رشد کمی دارند (درستی گزینهٔ (۱)). گیاهان CAM، تثبیت اولیهٔ کربن را در شب و سپس ذخیرهٔ آن را در واکوئول تک‌غشایی برای حفظ آب انجام می‌دهند و تثبیت دوم را در سبزدیسه دوغشایی **همان یاخته** انجام می‌دهند (درستی گزینهٔ (۲)). چون روزنه‌های گیاهان CAM در شب باز می‌باشند، پس فشار تورژسانس یاخته‌های نگهبان روزنهٔ آن‌ها زیاد است (درستی گزینهٔ (۴)).



«آناناس»

نکته

گیاهان CAM هر دو نوع تثبیت کربن را در **میانبرگ** خود انجام می‌دهند.

۱۰۵۷ (A) ۲ در هوای گرم و خشک، ترشح آبسیزیک‌اسید در گیاه زیاد می‌شود و روزنه‌های هوایی گیاهان C_4 تقریباً بسته می‌شوند ولی کارایی فتوسنتز بالایی دارند و تقریباً بر تنفس نوری غلبه می‌کنند. در این گیاهان، همواره تراکم CO_2 در اطراف روبیسکو در غلاف آوندی **زیاد** می‌باشد تا باعث فعالیت کربوکسیلازی آنزیم شود.

نکته

قطر هر یاختهٔ نگهبان به دلیل وجود رشته‌های سلولزی شعاعی آن‌ها، در حالت بسته یا باز شدن روزنه، همواره ثابت می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

۱۰۵۸ (B) ۴ یاخته تمایز یافتهٔ روپوستی برگ یا نگهبان فتوسنتزکننده و یا کرک و سایر یاخته‌های بدون سبزدیسه و روبیسکو می‌باشند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳))، نگهداری آب با ترکیبات واکوئول ویژهٔ CAMها می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲))، ولی باز هم تکرار می‌کنم که همگی قندکافت یا بخش بی‌هوازی تنفس برای تولید $NADH$ دارند و چون هر $NADH$ به همراه یک H^+ به صورت $NADH, H^+$ تولید می‌شود، پس $2NADH, 2H^+$ در قندکافت آن‌ها ایجاد می‌شود.

طراحان کنکور از سال ۹۳ و ۹۴ خیلی به قندکافت و طراحی سؤالات از آن علاقه‌مند بوده‌اند!!

۱۰۵۹ (C) ۱ فقط مورد (ج) نادرست است. تبدیل یا تجزیهٔ مادهٔ پنج‌کربنی به دو مولکول C_3 و C_2 **ویژهٔ مرحلهٔ اول تنفس نوری** است که پس از عمل اکسیژنازی روبیسکو، در بسترهٔ سبزدیسه رخ می‌دهد ولی محل تولید $FADH_2$ در واکنش‌های چرخهٔ کربس در **بسترهٔ راکیزه** صورت می‌گیرد.

◄ در بسترهٔ راکیزه واکنش‌هایی مثل تولید CO_2 (*برای عمل کربوکسیلاز روبیسکو*)، تبدیل ترکیب C_5 به C_4 در چرخهٔ کربس و خروج CO_2 از مادهٔ دوکربنی حاصل از تنفس نوری رخ می‌دهد.

۱۰۶۰ (C) ۲ فقط منظور زنجیرهٔ انتقال الکترون بعد از فتوسیستم ۱ است که ناقل $NADPH$ ایجاد می‌کند (*این زنجیره خاصّ پمپ پروتونی است*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. قند سه‌کربنی یک‌فسفاته در مرحلهٔ قندکافت هم ایجاد می‌شود که از شکستن قند شش‌کربنی ایجاد شده است (*نباید فقط به چرخهٔ کالوین توجه کنید!*). / گزینهٔ (۳): نادرست است. اسید سه‌کربنی که در غلاف آوندی ذرت، در اثر تجزیهٔ اسید چهارکربنی ایجاد می‌شود، دوباره وارد یاختهٔ میانبرگ می‌شود تا کربن دیگری را تثبیت کند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در مورد اولین محصول چرخهٔ کربس این یاخته نادرست است.

۱۰۶۱ (C) ۱ موارد (الف) و (د) درست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در یاخته‌های غلاف آوندی چون چرخهٔ کالوین و کربوکسیلازی روبیسکو صورت می‌گیرد پس دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات به مقدار زیادی در این مسیر صورت می‌گیرد ولی دقت کنید که در این گیاهان **به ندرت** تنفس نوری نیز رخ می‌دهد که طی آن از اسید سه‌کربنی نیز در دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات استفاده می‌شود. / ب) نادرست است. چرخهٔ کالوین و تولید قند C_3 در **غلاف آوندی** گیاهان C_4، قابل مشاهده است که این یاخته‌ها فضای بین‌یاخته‌ای کمی دارند. / ج) نادرست است. در CAMها، جذب CO_2 در شب می‌باشد ولی در شب کربن این CO_2 به صورت اسید C_4 تثبیت می‌شود (*چرخهٔ کالوین همواره در روز انجام می‌شود*). / د) درست است. طبق متن کتاب درسی در یک یاخته، در صورت تنفس نوری واکنش‌های مرحلهٔ چرخهٔ کالوین به مخاطره می‌افتد چون روبیسکو به جای کربوکسیلازی به سمت اکسیژنازی می‌رود.

۱۰۶۲ (A) ۳ تولید ATP در طی روز در سبزدیسه ولی در **شب و روز در راکیزه** برای تنفس یاخته‌ای صورت می‌گیرد ولی گیاهان CAM در روز از اسید چهارکربنی، CO_2 آزاد می‌کنند و اسید سه‌کربنی را دوباره‌سازی می‌کنند.

۱۰۶۳ (B) ۱

نکته

۱ در گیاهان CAM مثل آناناس، تثبیت کربن در شب به صورت اسید چهارکربنی (*متابولیسم کراسولاسیون*) و در روز نیز به صورت اسید سه‌کربنی در چرخهٔ کالوین صورت می‌گیرد ولی چون روزنه‌های هوایی در شب باز می‌شوند، جذب CO_2 جو در شب صورت می‌گیرد (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۲)).

۲ در گیاهان C_4 (*مثل ذرت*)، تثبیت کربن فقط در **روز** به دو صورت اسید C_4 و چرخهٔ کالوین صورت می‌گیرد و جذب CO_2 در روز از تعداد کمی از روزنه‌هایی که باز هستند، صورت می‌گیرد و در شب نیز برحسب نیاز می‌توانند روزنه را باز کرده و CO_2 جذب کنند ولی همهٔ CO_2ها در گیاه C_4 در روز تثبیت می‌شوند (نادرستی گزینه‌های (۳) و (۴)).

C ۱۰۶۴ ۳ مرحلهٔ اول تثبیت در گیاهان C_4 در میانبرگ اسفنجی با فضای بین‌یاخته‌ای زیاد صورت می‌گیرد (*و بالعکس مرحلهٔ دوم در یاخته‌های به‌هم فشرده غلاف آوندی صورت می‌گیرد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. همواره هر نوع تثبیت کربن در یک مادهٔ **اسیدی آلی** صورت می‌گیرد که این اسید یا سه‌کربنی و یا چهارکربنی می‌باشد. / گزینهٔ (۲): درست است. آنزیم‌های اولین مرحلهٔ تثبیت‌کنندهٔ کربن در گیاهان C_4 و CAM برخلاف روبیسکو، به‌طور اختصاصی با CO_2 واکنش می‌دهند و تمایلی برای ترکیب شدن با O_2 ندارد. / گزینهٔ (۴): درست است. مرحلهٔ دوم تثبیت کربن در گیاهان C_4 و CAM، همان چرخهٔ کالوین است که قند C_5 با CO_2 ترکیب می‌شوند که این قند C_5 در مرحلهٔ آخر چرخه با مصرف ATP (*هیدرولیز ATP*) دوباره‌سازی می‌شود.

A ۱۰۶۵ ۲

نکته دقت کنید که تولید قند C_3 در گیاهان CAM در روز اتفاق می‌افتد که به ترتیب باید CO_2 از اسید چهارکربنی جدا شود (گزینهٔ (۳))، بعد در مرحلهٔ نوری فتوسنتز در کانال پروتونی، ATP بسازد (گزینهٔ (۱))، بعد در مرحلهٔ دوم چرخهٔ کالوین ترکیب شش‌کربنه ناپایدار تجزیه شود (گزینهٔ (۴)) و در انتها هنگام ساخت قند C_3 از اسید C_3 دوباره‌سازی ADP و $NADP^+$ رخ دهد (*مصرف ATP و $NADPH$ رخ می‌دهد*) (درستی گزینهٔ (۲)).

C ۱۰۶۶ ۱

منبع انرژی جانداران مختلف

ایستگاه ۶۱

جاندار	منبع انرژی‌گیری	قدرت تولیدکنندگی	قدرت تولید اکسیژن	منبع الکترون	توانایی فتوسنتز	مثال
جانوران	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	از اسفنج‌ها تا انسان
قارچ‌ها	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	مخمر نان - زنگ و سیاهک غلات
گیاهان	نور خورشید	دارند	دارند	آب	دارند	از خزه‌گیان تا گیاهان گل‌دار
جلبک‌ها و برخی اوگلناها	نور خورشید	دارند	دارند	آب	دارند	جلبک‌های سبز - قرمز - قهوه‌ای - اسپیروژیر
آغازیان مصرف‌کننده	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	عامل مالاریا - آمیب - پارامسی
باکتری‌های مصرف‌کننده	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	عامل سینه‌پهلو، ریزوبیوم‌ها و...
باکتری‌های شیمیوسنتزکننده	مواد معدنی	دارند	ندارند	مواد معدنی	ندارند	باکتری‌های تبدیل‌کنندهٔ آمونیوم به نیترات
باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ اکسیژن‌زا	نور خورشید	دارند	دارند	آب	دارند	سیانوباکتری‌ها
باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا	نور خورشید	دارند	ندارند	مواد معدنی (H_2S و ...)	دارند	باکتری‌های گوگردی سبز یا ارغوانی رنگیزه باکتریوسبزینه دارند. گوگردی‌ها سبب تولید گوگرد می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. باکتری‌های رنگیزه‌دار تولیدکننده از نوع گوگردی‌ها یا سیانوباکتری‌ها بوده که از نور خورشید انرژی می‌گیرند ولی منبع انرژی باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، **مواد معدنی** می‌باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ریزوبیوم نوعی باکتری مصرف‌کننده می‌باشد که از مواد آلی انرژی می‌گیرد ولی برخی آغازیان فتوسنتزکننده مثل اوگلناها، اگر در شرایط غیرنوری قرار بگیرند، با از دست دادن سبزدیسه‌های خود به صورت مصرف‌کننده درمی‌آیند و منبع انرژی همانند ریزوبیوم خواهد داشت. / گزینهٔ (۳): نادرست است. قارچ‌ها و جانوران، همگی مصرف‌کننده می‌باشند ولی آغازیان آبزی می‌توانند فتوسنتزکننده (*جلبک‌ها*) یا مصرف‌کننده (*مثل آمیب*) باشند (*نوع مصرف‌کننده همانند خارج از مواد آلی انرژی می‌گیرد*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. جانداران سبزدیسه‌دار، فتوسنتزکننده می‌باشند و از نور خورشید انرژی می‌گیرند ولی باکتری‌های آزادکنندهٔ گوگرد می‌توانند از نوع شیمیوسنتزکننده‌ای باشند که از H_2S، انرژی و الکترون می‌گیرند (*منبع انرژی هر فتوسنتزکننده‌ای نور خورشید است*).

پرو درسنامه درختی (۱۰۲) بخون

C ۱۰۶۷ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند.

در طبیعت **باکتری‌های فتوسنتزکننده گوگردی** و **برخی شیمیوسنتزکننده‌ها** طی واکنش زیر از H_2S به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند تا مواد آلی بسازند. (*دقت کنید که از واکنش زیر می‌توانید پی ببرید که همواره در فتوسنتز و تولید مواد آلی، مقداری آب نیز تولید می‌شود ولی مصرف آب به‌عنوان منبع الکترون، مخصوص گیاهان، جلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها می‌باشد.*)

$$6CO_2 + 12H_2S \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

نکته شیمیوسنتزکننده‌ها و باکتری‌های فتوسنتزکننده غیرسیانوباکتری‌ها، قادر به تولید O_2 نیستند و **برخی** از آن‌ها با استفاده از H_2S به تولید گوگرد می‌پردازند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. سیانوباکتری‌ها قدرت آزاد کردن گوگرد ندارند و اکسیژن‌زا می‌باشند ولی چون پروکاریوت هستند، فاقد عوامل رونویسی می‌باشند. / ب) نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها قدرت استفاده از H_2S و آزاد کردن گوگرد دارند ولی واکنش‌های فتوسنتزی ندارند. / ج) درست است. تثبیت کربن ویژهٔ هر جاندار تولیدکننده می‌باشد (*در صورت سؤال فقط این گونه جانداران بررسی شده‌اند*). / د) نادرست است. باکتری‌های گوگردی، فتوسنتزکننده هستند و از نور خورشید انرژی می‌گیرند ولی تولید O_2 نمی‌کنند.

درسنامه درختی ۱۰۲ تولیدکنندگان غیرگیاهی

جانداران تولیدکنندهٔ مواد آلی

فتوسنتزکننده

- بخش عمدهٔ فتوسنتز در جاندارانی انجام می‌شود که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند ← این جانداران انواعی از باکتری‌ها و انواعی از آغازیان می‌باشند.
- انواعی از باکتری‌ها و آغازیان در محیط‌های متفاوت خشکی و آب به فتوسنتز می‌پردازند.

گیاهان

- به‌جز گیاهان انگل (*سِس و گل جالیز*)، سایر گیاهان فتوسنتزکننده‌اند.

آغازیان

- برای فتوسنتز از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند و اکسیژن‌زا هستند.
- نقش مهمی در تولید مادهٔ آلی از مادهٔ معدنی دارند.
- جلبک سبز، قرمز، قهوه‌ای از این دسته‌اند.
- اوگلنا
  - جانداری تک‌یاخته یوکاریوتی است.
  - در حضور نور فتوسنتز می‌کنند.
  - در شرایط فقدان نور، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهند و از مواد آلی تغذیه می‌کنند.


اوگلنا

باکتری فتوسنتزکننده

- همگی با استفاده از CO_2 و نور به تولید مادهٔ آلی می‌پردازند.
- همگی دنای حلقوی، رنگیزهٔ جذب‌کنندهٔ نور و قدرت تثبیت کربن دارند.

اکسیژن‌زا

- سبزدیسه و تیلاکوئید ندارند ولی سبزینه دارند.
- سیانوباکتری‌ها سبزینهٔ a دارند (*همانند گیاهان*).
- برخی سیانوباکتری‌ها به تثبیت نیتروژن نیز می‌پردازند ولی همگی قدرت تثبیت کربن دارند.
- در فرایند فتوسنتز از آب به عنوان منبع الکترون استفاده کرده و O_2 تولید می‌کنند.

غیراکسیژن‌زا

- سبزدیسه و تیلاکوئید ندارند ولی رنگیزهٔ فتوسنتزی باکتریوکلروفیل دارند.
- گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه‌اند.
- در گوگردی‌های این گروه به جای آب از H_2S به عنوان منبع الکترون استفاده می‌شود و گوگرد (S) تولید می‌کند.
- از باکتری‌های گوگردی در تصفیهٔ فاضلاب برای حذف H_2S استفاده می‌شود.
- H_2S گازی بی‌رنگ است و بویی شبیه تخم‌مرغ گندیده دارد.
- $6CO_2 + 12H_2S + \text{نور} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$ ← در واکنش‌های فتوسنتزی خود، آب مصرف نمی‌کنند ولی به تولید آب می‌پردازند.

شیمیوسنتزکننده

- انرژی مورد نیاز ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش‌های اکسایش **مواد معدنی** به دست می‌آورند.
- انواعی از باکتری‌ها در معادن، اعماق اقیانوس‌ها و اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب وجود دارند که شیمیوسنتز می‌کنند.
- براساس وضعیت زمین در آغاز شکل‌گیری حیات، دانشمندان بر این باورند که باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده** از قدیمی‌ترین جانداران روی زمین‌اند.
- باکتری‌های نیترات‌ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند، مثالی از شیمیوسنتزکننده‌ها هستند.
- در واکنش‌های تولیدکنندگی خود به تثبیت کربن می‌پردازند.
- از آب به عنوان منبع الکترون استفاده نمی‌کنند و O_2 تولید نمی‌کنند.

A ۱۰۶۸ ۴ عبارت گزینهٔ (۴) ویژگی مشترک در همهٔ فتوسنتزکنندگان طبیعت می‌باشد. باید توجه شود که برخی از باکتری‌ها نیز فتوسنتزکننده‌اند ولی هسته و کلروپلاست (*سبزدیسه*) ندارند و تمام فرایندهای فتوسنتزی را در غشا یا سیتوپلاسم یاخته خود انجام می‌دهند.

نکته

DNA حلقوی یا در سیتوپلاسم پروکاریوت فتوسنتزکننده و یا در بستره سبزدیسه یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده وجود دارد ولی سبزینه a و b در برخی باکتری‌های فتوسنتزکننده مثل گوگردی‌ها وجود ندارد.

انرژی جانداران

ایستگاه ۶۲

◄ تولیدکنندگان؛ جاندارانی هستند که با استفاده از نور خورشید و یا انرژی موجود در مواد معدنی، ترکیبات آلی مورد نیاز خود را از مواد معدنی می‌سازند که خود دو نوع می‌باشند:

الف) فتوسنتزکنندگان: همگی از انرژی خورشید برای تبدیل مواد معدنی به مواد آلی استفاده می‌کنند.

نکته: بخش عمده فتوسنتز را جانداران **غیرگیاه** مثل باکتری و آغازیان آبزی و کمی نیز خشکی‌زی‌ها انجام می‌دهند.

◄ **آب**، منبع الکترون در **بیشتر** فتوسنتزکنندگان (*تمامی گیاهان، تمامی جلبک‌های سبز، قرمز و قهوه‌ای، برخی اوگلناها و نیز سیانوباکتری‌ها (پروکاریوتی)*)، می‌باشد که O_2 تولید می‌کنند ولی در **برخی** فتوسنتزکنندگان مثل باکتری‌های گوگردی سبز و ارغوانی؛ H_2S (*هیدروژن سولفید*) به عنوان منبع الکترون می‌باشد که این باکتری‌ها **غیراکسیژن‌زا** هستند.

- فتوسنتزکنندگان، برای ساخت مواد آلی، کربن دی‌اکسید را جذب و تثبیت می‌کنند مثل: اغلب گیاهان، جلبک‌ها و... ولی برخی گیاهان بیابانی (*CAM*ها) کربن دی‌اکسید را در عدم حضور نور (شب) جذب می‌کنند، مثل: کاکتوس، آناناس و... .
- منبع کربن فتوسنتزکننده‌ها، ترکیبات غیرآلی یا همان CO_2 می‌باشد ولی منبع اکسیژن آزاد شده از آب می‌باشد.

ب) شیمیوسنتزکنندگان: همگی از **انرژی مواد معدنی** برای ساخت مواد آلی استفاده می‌کنند. مثال: باکتری‌های نیترات‌ساز در خاک از اکسایش آمونیوم انرژی و الکترون به دست می‌آورند.

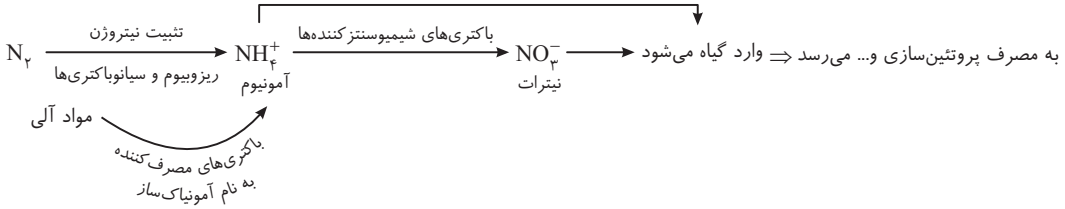
توجه: جاندارانی که زندگی شیمیوسنتزکننده دارند، همگی از فرمانرو باکتری‌ها هستند که در معادن، اعماق اقیانوس‌ها یا اطراف دهانه آتشفشان‌های زیر آب زندگی می‌کنند.

- مصرف‌کننده‌ها، جاندارانی هستند که **انرژی** و **الکترون** خود را از **مواد آلی** که توسط دیگر جانداران تولیدکننده ساخته شده‌اند، به دست می‌آورند.

مثال: آمیب، مژک‌داران (*پارامسی*)، کپک و پلاسمودیوم عامل مالاریا و ... از فرمانروی **آغازیان**، ریزوبیوم، استرپتوکوکوس نومونیا، اشرشیاکلای و... از فرمانروی **باکتری‌ها** و **همهٔ** اعضای فرمانروی **قارچ‌ها** و جانوران مصرف‌کننده‌اند.

۱۰۶۹ ۲ C به غیر از مورد (الف) سایر موارد دربارهٔ شیمیوسنتزکننده‌ها صحیح می‌باشد. **باکتری‌های شیمیوسنتزکننده**، تنها جاندارانی هستند که از مواد معدنی مثل NH_3 یا H_2S به عنوان منبع **انرژی** استفاده می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تثبیت نیتروژن ویژگی باکتری‌هایی مصرف‌کننده مثل ریزوبیوم‌ها یا فتوسنتزکننده مثل برخی سیانوباکتری‌ها می‌باشد ولی برخی باکتری‌های شیمیوسنتزکننده‌های خاک پس از واکنش‌های تثبیت نیتروژن، شروع به عمل می‌کنند تا به نیترات‌سازی بپردازند.



ب) درست است. همهٔ باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، قدرت تثبیت کربن در مواد آلی دارند ولی این عمل را بدون حضور نور انجام می‌دهند. / ج) درست است. باکتری‌های شیمیوسنتزکننده در مناطقی بدون حضور نور مثل معادن، اعمال اقیانوس‌ها و اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب قرار دارند. / د) درست است. با توجه به بررسی مورد (الف)، می‌بینید که باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، نیترات‌ها را از تغییر شکل آمونیوم (NH_4^+) ایجاد می‌کنند، این عمل بعد از عمل باکتری‌های آمونیاک‌ساز و ریزوبیوم‌ها یا سیانوباکتری‌ها فعالیت می‌کند. / ه) درست است. باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، از مواد معدنی مثل H_2S یا NH_3 به عنوان منبع الکترون و انرژی استفاده می‌کنند و O_2 تولید نمی‌کنند. (H_2O *نمی‌تواند منبع انرژی و الکترون این باکتری‌ها باشد.*)

۱۰۷۰ ۱ C در بین باکتری‌های **تولیدکننده**، فقط **سیانوباکتری‌ها** و **شیمیوسنتزکننده‌ها** فاقد باکتریوکلروفیل می‌باشند که منظور سؤال این دو نوع باکتری می‌باشند.

نکته
رنگیزه باکتریوکلروفیل ویژهٔ باکتری‌های فتوسنتزکننده غیراکسیژن‌زا می‌باشد. این گروه از آب به عنوان منبع الکترون استفاده نمی‌کنند که از جملهٔ آن‌ها می‌توانیم باکتری‌های گوگردی سبز یا ارغوانی را مثال بزنیم.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. سیانوباکتری‌ها هم فتوسنتزکننده هستند و هم به دلیل استفاده از آب به عنوان منبع الکترون، به تولید O_2 می‌پردازند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها از مواد معدنی انرژی می‌گیرند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. تبدیل آمونیوم به نیترات توسط برخی شیمیوسنتزکننده‌ها صورت می‌گیرد که از آمونیاک به عنوان منبع انرژی و الکترون استفاده می‌کنند ولی این گروه برخلاف سیانوباکتری‌ها آنزیم تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن ندارند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. دقت کنید که **برخی** از باکتری‌های شیمیوسنتزکننده‌ها از آمونیاک (*آمونیوم*) به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند و نیترات می‌سازند. این ویژگی در هر باکتری شیمیوسنتزکننده‌ای یافت نمی‌شود (*فقط برخی از H_2S استفاده می‌کنند*).

۱۰۷۱ ۱ C

نکته
باکتری هم‌زیست با ریشهٔ یونجه باکتری‌های **مصرف‌کننده‌ای** به نام **ریزوبیوم** می‌باشند. این باکتری‌ها به علت عدم قدرت تولیدکنندگی، از مواد آلی تولید شده در سایر جانداران انرژی می‌گیرند. در ضمن **عوامل رونویسی نیز** مختص یوکاریوت‌ها می‌باشد (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): ریزوبیوم‌ها معمولاً در برجستگی‌های گرهکی روی ریشهٔ گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران مانند سویا، نخود، عدس، لوبیا و شبدر زندگی می‌کنند و نیتروژن را به آمونیوم یا همان ترکیبات آمونیاکی تبدیل می‌کنند. (*دقت کنید که نیترات‌سازی وظیفهٔ برخی باکتری‌های شیمیوسنتزکننده می‌باشد.*) / گزینهٔ (۳): تثبیت CO_2 نشانه‌ای از **تولیدکننده بودن** است که در فتوسنتزکنندگان و شیمیوسنتزکننده‌ها صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۴): نقش شیمیوسنتزکننده‌ها در چرخهٔ نیتروژن تولید نیترات از آمونیوم می‌باشد (*یعنی نیترات می‌سازند*) در حالی که ریزوبیوم‌ها، **تثبیت نیتروژن** می‌کنند و آمونیاک را از N_2 ایجاد می‌کنند.

۱۰۷۲ ۲ A باکتری‌های نیترات‌ساز سبب تبدیل آمونیوم به نیترات می‌شوند (*نه اینکه آمونیوم تولید کنند*) (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)). این باکتری‌ها، شیمیوسنتزکننده می‌باشند و از مواد معدنی، انرژی می‌گیرند (درستی گزینهٔ (۲)) ولی فتوسنتزکننده نیستند و چرخهٔ کالوین ندارند. این باکتری‌ها در خاک عمل می‌کنند نه در گیاه!!

۱۰۷۳ ۳ B موارد (الف)، (ج) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند.

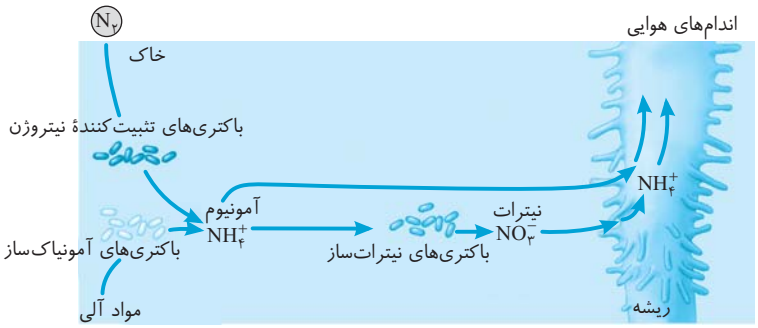
نکته
باکتری‌های **تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن** شامل **برخی** از **سیانوباکتری‌های فتوسنتزکننده** و **ریزوبیوم‌های مصرف‌کنندهٔ مواد آلی** می‌باشند. سیانوباکتری‌ها که از نور خورشید انرژی می‌گیرد ولی ریزوبیوم‌ها از مواد آلی تولید شده در سایر جانداران، انرژی به دست می‌آورند، پس هیچ‌کدام از آن‌ها برخلاف شیمیوسنتزکننده‌ها، از مواد **معدنی** انرژی نمی‌گیرند (درستی ب و رد الف).

تولید نیترات از آمونیوم توسط شیمیوسنتزکننده‌های خاک صورت می‌گیرد (رد ج). / **ریزوبیوم‌ها** مصرف‌کننده بوده و **فتوسنتز نمی‌کنند** بنابراین قدرت تولید *NADPH* ندارند (رد د).

B ۱۰۷۴ ۳

نکته ۱ **در بین باکتری‌ها، سیانوباکتری‌ها فتوسنتزکنندگانی هستند** که منبع الکترون آن‌ها، **آب** می‌باشد (رد گزینهٔ (۲)). هنگامی که ضمن تجزیهٔ نوری آب، مقداری الکترون آزاد شود آب اکسید می‌شود یا اکسایش می‌یابد. برخی سیانوباکتری‌ها قادر به تثبیت نیتروژن و هم‌زیستی با برخی گیاهان مثل آزولا و گونرا دارند ولی از جهت پروکاریوت بودن، عوامل رونویسی ندارند (رد گزینهٔ (۱)) و از نور خورشید، انرژی‌گیری و از آب الکترون‌گیری می‌کنند (رد گزینه‌های (۲) و (۴)).
۲ در شیمی آموخته‌اید که به ماده‌ای که الکترون از دست می‌دهد به اصطلاح می‌گویند که اکسید شده یا اکسایش یافته و به ماده‌ای که الکترون به دست آورد به اصطلاح می‌گویند کاهش یافته یا احیا شده است.

C ۱۰۷۵ ۲ رایج‌ترین شکل نیتروژن مورد استفادهٔ گیاهان، **نیترات** یا **آمونیوم** می‌باشد. در شکل زیر مشاهده می‌کنید که نیترات پس از ورود به ریشهٔ گیاه، دوباره باید به آمونیوم تبدیل شود. این مولکول، طی **فرایند** نیترات‌سازی باکتری‌های شیمیوسنتزکنندهٔ خاک تولید می‌شود که منبع انرژی و منبع الکترون این باکتری‌ها یک نوع مادهٔ غیرآلی یا معدنی می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۳) و درستی گزینهٔ (۲)). ریزوبیوم‌ها با گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران همیاری دارند. ریزوبیوم‌ها مصرف‌کنندهٔ مواد آلی هستند نه شیمیوسنتزکننده (نادرستی گزینهٔ (۱)). کلاً در باکتری‌ها، رنابسپاراز **مستقیماً** راه‌انداز را شناسایی می‌کند و حلقه‌ای برای رونویسی آن‌ها در بخش تنظیمی ژن ایجاد نمی‌شود (*چون اصلاً توالی افزاینده ندارند*) (نادرستی گزینهٔ (۴)).



B ۱۰۷۶ ۲ یاختهٔ فتوسنتزکننده، اگر پروکاریوتی باشد، در دنای اصلی خود و اگر یوکاریوتی باشد، در سبزدیسه و راکیزهٔ خود، دنای حلقوی دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): گوگردی‌ها، فقط یکی از گروه‌های باکتری‌های فتوسنتزکننده غیر اکسیژن‌زا هستند. / گزینهٔ (۳): الکترون فتوسیستم از مرکز واکنش خارج می‌شود نه آنتن‌ها! / گزینهٔ (۴): شیمیوسنتزکننده‌ها نیز غیر اکسیژن‌زا هستند ولی فتوسنتز نمی‌کنند.

B ۱۰۷۷ ۱ تست در مورد **یاخته زنده‌ای** صحبت می‌کند که در غشای خود رنگیزه جذب نور ندارد (*یعنی همهٔ یاخته‌های زنده به‌جز باکتری‌های فتوسنتزکننده!*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): **درست** است. مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن ویژه قندکافت و تنفس بی‌هوازی است که در هر یاختهٔ زنده‌ای توانایی آن وجود ندارد. در قندکافت ترکیبات سه‌کربنه یک‌فسفاته و دوفسفاته و بدون فسفات ایجاد می‌شود (*بازهم قندکافت!*). / گزینهٔ (۲): نادرست است. تولید ATP می‌تواند علاوه بر تنفس هوازی در زنجیرهٔ انتقال الکترون، در سطح پیش‌ماده نیز مثلاً در قندکافت صورت بگیرد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. این واکنش مربوط به فتوسنتزکننده‌ها است که در مرحلهٔ اول چرخهٔ کالوین انجام می‌شود. / گزینهٔ (۴): نادرست است. طبق معمول هر کنکور باید دقت کنید که وقتی سؤالی به این وسعت جانداران طبیعت می‌دهند باید یاد قندکافت و تنفس یاخته‌ای بیفتید که در هر یاخته زنده‌ای رخ می‌دهد. گزینهٔ (۴) مراحل بعد از قندکافت را معرفی می‌کند که یاخته را به سمت تخمیر الکلی یا لاکتیکی می‌برد ولی ممکن است یاخته وارد تنفس هوازی و اکسایش پیرووات نیز برود که در گزینه ذکر نشده است.

B ۱۰۷۸ ۱ یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده و سیانوباکتری‌ها از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند و به دلیل تولید O_2، سبب افزایش قدرت تولید ATP در واکنش‌های تنفسی می‌شوند.

در گزینهٔ (۳) به نقش نیترات‌سازی شیمیوسنتزکننده‌ها اشاره شده و در گزینه‌های (۲) و (۴) کلمهٔ **قطعاً** و **نمی‌توانند** جمله را نادرست می‌کند چون گزینهٔ (۲) عامل رونویسی در مورد یوکاریوت و گزینهٔ (۴) در مورد سیانوباکتری‌ها رخ می‌دهد (*سیانوباکتری‌ها و هر باکتری دیگری فاقد تیلاکوئید می‌باشند*).

B ۱۰۷۹ ۳

نکته یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده و سیانوباکتری‌ها از آب (*ماده معدنی*) و باکتری‌های گوگردی از H_2S معدنی به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند که فقط پروکاریوت‌ها در **غشای یاخته‌ای خود** رنگیزهٔ فتوسنتزی دارند. این پروکاریوت‌ها همانند هر پروکاریوت دیگری می‌توانند قبل از پایان رونویسی، پروتئین‌سازی خود را آغاز کنند (درستی گزینهٔ (۳)). در سیانوباکتری‌ها تولید O_2 وجود دارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

انرژی‌گیری از مواد معدنی در شیمیوسنتزکننده‌ها دیده می‌شود نه در فتوسنتزکننده‌ها (نادرستی گزینهٔ (۲)) و در آخر دقت کنید که پروکاریوت‌های فتوسنتزکننده یا سبزینهٔ a و یا باکتریوکلروفیل دارند ولی کاروتنوئید ندارند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

B ۱۰۸۰ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. سیانوباکتری‌ها و کلاً پروکاریوت‌ها، فاقد اندامک غشادار سبزدیسه و تیلاکوئید می‌باشند. / ب) درست است. تجزیهٔ پیرووات و تولید استیل CoA در تنفس هوازی ملخ در بسترهٔ راکیزه که محل تولید $FADH_2$ چرخهٔ کربس است صورت می‌گیرد. / ج) نادرست است. در گیاه C_4 (*ذرت*)، میانبرگ اسفنجی اسید C_4 تولیدی خود را از راه پلاسمودسم به غلاف آوندی، CO_2 را از اسید C_4 جدا کند (*نه اینکه مستقیماً CO_2 بدهد*). / د) نادرست است. مخمر، تخمیر الکلی دارد که طی آن مادهٔ آلی دوکربنه الکترون‌گیری می‌کند نه پیرووات.

B ۱۰۸۱ ۱ جانداران تولیدکنندهٔ موردنظر می‌توانند از گروه باکتری‌های **گوگردی** باشند که O_2 را تولید نمی‌کنند. می‌دانیم عوامل رونویسی در باکتری‌ها وجود ندارند و مختص یوکاریوت‌ها هستند (درستی گزینهٔ (۱)).

گوگردی‌ها، قدرت استفاده از H_2S معدنی در واکنش‌های متابولیسمی مانند فتوسنتز و یا داشتن $mRNA$ چندژنی (*یک $mRNA$ از روی چند ژن مجاور*) و همچنین تولید هم‌زمان و هم‌مکان (*سیتوپلاسم*) پیرووات (*به علت قندکافت*) و $NADPH$ (*به علت فتوسنتز*) را دارند (نادرستی گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴)).

C ۱۰۸۲ ۴

نکته
هرگاه بعد از قندکافت در تستی عنوان شد، پیروات **اکسایش** می‌یابد یعنی منظور سؤال، تنفس **هوازی** است ولی اگر عنوان شد، پیرووات الکترون‌گیری می‌کند، منظور تخمیر لاکتیکی است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. دقت کنید که سیانوباکتری‌ها فتوسنتزکنندگانی باکتریایی در طبیعت هستند که از آب الکترون می‌گیرند ولی قدرت کاهش پیروات یعنی تنفس بی‌هوازی از نوع تخمیر لاکتیکی ندارند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در بین باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، ریزوبیوم‌ها برخلاف سیانوباکتری‌ها، قادر به تولید O_2 نمی‌باشند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. سیانوباکتری‌ها واجد توانایی تثبیت دو مادهٔ معدنی N_2 و CO_2 می‌باشند. / گزینهٔ (۴): **درست است.** دقت کنید که تولید $NADP^+$ به معنی فتوسنتز و تولید قند گلوکز می‌باشد ولی تولید FAD به معنی تنفس هوازی و مصرف قند گلوکز است.

B ۱۰۸۳ ۳ همهٔ باکتری‌ها با یک نوع رنابسپاراز، همهٔ انواع RNAهای خود را می‌سازند.

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۲): دقت کنید که باکتری‌های نیترات‌ساز که شیمیوسنتزکننده‌اند، اصلاً فتوسنتز نمی‌کنند ولی جزء تولیدکنندگان مواد آلی از مواد معدنی می‌باشند. در شیمیوسنتزکننده‌ها، منبع انرژی و الکترون، یک نوع مادهٔ معدنی مثل NH_4^+ یا H_2S می‌باشد. / گزینهٔ (۴): صدبار گفتم!! باکتری‌های نیترات‌ساز، تثبیت نیتروژن را انجام نمی‌دهند.

B ۱۰۸۴ ۴ در واکنش‌های تولیدکنندگی جانداران، **همواره** مقداری **آب** تولید می‌شود. این آب از ترکیب اکسیژن مولکول CO_2 و هیدروژن‌های منبع الکترونی به دست می‌آید $(6CO_2+12H_2X \rightarrow C_6H_{12}O_6+12X+6H_2O)$.

◀ مصرف آب مخصوص گیاهان، آغازیان و سیانوباکتری‌های فتوسنتزکننده بوده که طی واکنش‌های فتوسنتزی خود هم به تولید و هم به مصرف آب می‌پردازند.

B ۱۰۸۵ ۳ *Ecoli* باکتری مصرف‌کننده می‌باشد که قدرت تثبیت کربن ندارد ولی مانند هر باکتری دیگری دنای حلقوی اصلی آن متصل به غشای یاخته است. این باکتری می‌تواند در تنفس خود همانند هر باکتری دیگری در قندکافت، دو مولکول ATP تولید کند. در انتها دقت کنید که هر باکتری می‌تواند یک مولکول $mRNA$ را از روی چند ژن مجاور هم رونویسی کند.

نکته
باکتری گوگردی سبز، فتوسنتزکننده است و تثبیت کربن می‌کند **ولی غیراکسیژن‌زا بوده و فاقد سبزینهٔ a می‌باشد.**

A ۱۰۸۶ ۳ اوگلناها نوعی آغازی تک‌یاخته‌ای سبزدیسه‌دار فتوسنتزکننده می‌باشند که در عدم حضور نور، **سبزدیسه‌ها** یا کلروپلاست‌های خود را از دست داده و از مواد آلی سایر جانداران انرژی‌گیری می‌کنند (*سبزینه را تغییر نمی‌دهند*) (رد گزینهٔ (۴)). این آغازی در راکیزه خود DNA حلقوی دارد (رد گزینهٔ (۱)).

◀ همان‌طور که از فصل ۱ به خاطر دارید، یوکاریوت‌ها برحسب نیاز به همانندسازی می‌توانند تعداد نقاط شروع همانندسازی خود را تغییر دهند (رد گزینهٔ (۲)).

B ۱۰۸۷ ۳ اوگلنا نیز مانند هر جاندار دیگری برای شروع تنفس یاخته‌ای خود، واکنش‌های قندکافت انجام می‌دهد که طی آن مواد شش‌کربنی فسفات‌دار را به بنیان‌هایی به نام پیرووات تبدیل می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید O_2 به کمک تجزیهٔ آب تا هنگامی در اوگلنا رخ می‌دهد که سبزدیسه خود را از دست نداده باشد. / گزینهٔ (۲): منبع انرژی در اوگلنای سبزدیسه‌دار از نور خورشید و تنها در نوع فاقد سبزدیسه از تجزیهٔ مواد آلی می‌باشد (*دقت داشته باشید که وقتی جانداری قادر به ساخت مواد آلی است، منبع انرژی آن جاندار را همان منبع انرژی تولیدکنندگان آن می‌دانیم*). / گزینهٔ (۴): فعالیت هم‌زمان رونویسی و ترجمهٔ مخصوص پروکاریوت‌ها می‌باشد که فاقد هسته هستند. (*ژن‌های اصلی همواره در هستهٔ یوکاریوت‌ها مثل اوگلنا‌ها واقعند.*)

A ۱۰۸۸ ۳ مرحلهٔ نوری فتوسنتز در فضا و غشای تیلاکوئید رخ می‌دهد و چرخهٔ کالوین هم که در بستره سبزدیسه رخ می‌دهد ولی هیچ مرحله‌ای از فتوسنتز در سیتوپلاسم رخ نمی‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۳)). واکنش‌های تنفس نوری در راکیزه و سبزدیسه، تنفس یاخته‌ای در سیتوپلاسم و راکیزه و تخمیر در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۱۰۸۹ ۲ موارد (ب) و (ج) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

نکته
محصولات مرحلهٔ نوری فتوسنتز در همهٔ یوکاریوت‌ها (*گیاهان و جلبک‌ها*)، O_2، ATP نوری و $NADPH$ می‌باشند. از بین این مواد، O_2 از سبزدیسه خارج می‌شود، ATP نوری در دو بخش از مراحل چرخهٔ کالوینِ سبزدیسه، برای تولید قند سه‌کربنی و پنج‌کربنی دوفسفاته مصرف می‌شود و $NADPH$ نیز فقط در مرحلهٔ تبدیل اسید به قند سه‌کربنی در چرخهٔ کالوین مصرف می‌شود.

تله‌های تستی الف) درست است. منظور ***NADPH*** می‌باشد که الکترون‌های برانگیخته از P_{700} در فتوسیستم ۱ را به کمک پروتئین‌های ناقل الکترونی می‌گیرد و مستقیماً در بستره به چرخهٔ کالوین می‌آورد تا سبب الکترون‌رسانی به اسید سه‌کربنی شود. / ب) نادرست است. منظور این عبارت ***ATP*** می‌باشد که این مولکول پرانرژی در هر نوع **تنفس یاخته‌ای** هوازی یا بی‌هوازی تولید می‌شود ولی در نوعی واکنش به نام **تنفس نوری** در گیاهان، تولید ATP صورت نمی‌گیرد. / ج) نادرست است. در چرخهٔ کالوین، کربن مولکول CO_2 تثبیت می‌شود که CO_2 محصول مرحلهٔ نوری نمی‌باشد. / د) درست است. ***ATP*** مولکولی است که در هر دو مرحله‌ای از چرخهٔ کالوین که مصرف می‌شود به تولید نوعی قند می‌پردازد. یکی مرحلهٔ تبدیل اسید به قند سه‌کربنی و دیگری مرحلهٔ تبدیل قند پنج‌کربنی یک‌فسفاته به دوفسفاته می‌شود.

C ۱۰۹۰ ۲

نکته
واکنش‌های چرخهٔ کالوین که به واکنش‌های مستقل از نور معروف‌اند، برای انجام، به‌طور مستقیم به اشعهٔ نوری نیازی ندارند ولی انرژی خود را از ATP و $NADP$های مرحلهٔ نوری می‌گیرند. پس واکنش‌های چرخهٔ کالوین در هر گیاهی اعم از C_3، C_4 یا CAMها، در هنگام روشنایی صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

◀ تنفس نوری و واکنش‌های نوری فتوسنتز، بی‌نیاز و مستقل از CO_2 می‌باشند. در تنفس نوری، CO_2 مادهٔ تولیدی است و در فرایندهای نوری فتوسنتز نیز تولید و مصرف CO_2 صورت نمی‌گیرد (رد گزینهٔ (۱)).

نکته

۱ در گیاهان حداقل دو نوع واکنش سوخت‌وسازی می‌شناسیم که به حضور نور و نقش آن در انجام واکنش محتاج است، یکی تنفس نوری و دیگری واکنش‌های تیلاکوئیدی سبزدیسه یا همان واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتزی! (البته واکنش‌های وابسته به CO_2 یا چرخهٔ کالوین نیز فقط در حضور نور انجام می‌شوند ولی وجود نور در راه‌اندازی آن‌ها نقش غیرمستقیم با تولید ATP و NADPH دارد).

۲ در فصل قبل خواندیم که برخی یاخته‌های گیاهی در شرایط کمبود O_2، قادر به تخمیر الکلی یا لاکتیکی می‌باشند که واکنش‌های بی‌نیاز از O_2 می‌باشند (رد گزینهٔ (۳)).

۳ اوگلنا، آغازی یوکاریوت فتوسنتزکننده می‌باشد که در حضور نور، تولیدکننده است ولی در صورت عدم وجود نور در محیط، با از دست دادن **سبزدیسه‌های** خود، از مواد آلی انرژی به دست می‌آورد و به عنوان یک جاندار مصرف‌کننده زندگی می‌کند (رد گزینهٔ (۴)).

۱۰۹۱ ۲ محسوس‌ترین عامل محیطی در فتوسنتز، **نور** می‌باشد که منبع انرژی واکنش می‌باشد. در مرحلهٔ آخر فتوسنتز یا چرخهٔ کالوین، بدون نیاز به نور، واکنش‌های تولید قند همراه دوباره‌سازی $NADP^+$ صورت می‌گیرد (درستی گزینهٔ (۱)). اگر مقدار نور از یک حدی بیشتر شود، مقدار فتوسنتز ثابت می‌شود چون رنگیزه‌ها اشباع شده‌اند و قادر به جذب مقدار بیشتری از آن نمی‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۲)). در بسیاری از گیاهان که به گیاهان C_3 معروف هستند، اگر نور از حد خاصی بیشتر شود، طی فرایندهایی مانع وارد شدن CO_2 به چرخهٔ کالوین می‌شود و واکنش‌های تنفس نوری آغاز می‌شود (درستی گزینهٔ (۳)). دقت کنید که انرژی نوری در ATP و NADPH که ساختار نوکلئوتیدی دارند، ذخیره می‌شود تا در مرحلهٔ چرخهٔ کالوین به مصرف قندسازی برسد (درستی گزینهٔ (۴)).

۱۰۹۲ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در تنفس نوری، مولکول سه‌کربنی مورد نیاز برای دوباره‌سازی قند ریبولوزبیس فسفات، در بسترهٔ سبزدیسه تولید و مصرف می‌شود.

تنفس نوری

در واکنش‌های تنفس نوری که در حالت نسبت بالای $\frac{O_2}{CO_2}$ در بستره شروع می‌شود به صورت زیر می‌باشد:

ایستگاه ۶۳

A) ابتدا آنزیم روبیسکو با عمل اکسیژناسیون در بسترهٔ سبزدیسه سبب ترکیب قند ریبولوزبیس فسفات با O_2 می‌شود که یک ماده C_5 ناپایدار ایجاد می‌شود.

$$C_5 + O_2 \xrightarrow{\text{روبیسکو}} C_5 \text{ ناپایدار}$$

B) مولکول C_5 ناپایدار در سبزدیسه تجزیه می‌شود که به دو مادهٔ سه‌کربنی و دوکربنی تبدیل می‌شود.

$C_5 \xrightarrow{\text{تجزیه}}$ ماده C_3 ← در بستره به دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌پردازد.

$C_5 \xrightarrow{\text{تجزیه}}$ ماده C_2 ← وارد راکیزه شده تا CO_2 ایجاد کند ولی ATP نمی‌سازد.

C) مولکول سه‌کربنی حاصله در همان بسترهٔ سبزدیسه برای بازسازی قند ریبولوزبیس فسفات مصرف می‌شود. پس مولکول سه‌کربنه از سبزدیسه خارج نمی‌شود.

مولکول $C_3 \xrightarrow{\text{بستره}}$ دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات (درستی الف)

D) مادهٔ C_2 حاصل از تجزیهٔ C_5، از سبزدیسه خارج شده و به درون راکیزه می‌رود و بخشی از واکنش‌های خود برای تولید CO_2 را در راکیزه انجام می‌دهد.

مولکول $C_2 \xrightarrow{\text{بستره}}$ وارد مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم شده $\xrightarrow[\text{(یک صاف و یک چین‌خورده)}]{\text{عبور از دو غشا}}$ وارد راکیزه می‌شود ← CO_2 ایجاد می‌شود (نادرستی ب، ج و د)

(با عبور از دو غشای صاف).

۱۰۹۳ ۲ فقط مورد (ب) درست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید قندی که از چرخهٔ کالوین خارج می‌شود، **سه‌کربنی** می‌باشد که هر دو تای آن سپس تشکیل یک گلوکز می‌دهد (یعنی هیچ‌گاه گلوکز به‌طور مستقیم از چرخهٔ کالوین خارج نمی‌شود). / ب) درست است. در تنفس نوری، پس از تجزیهٔ C_5، از هر مولکول C_2 در راکیزه، یک CO_2 ایجاد می‌شود. / ج) نادرست است. ساخته شدن **نوری** ATP فقط در سبزدیسه صورت می‌گیرد. (در راکیزه، صرفاً ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده در چرخهٔ کربس و تولید ATP اکسایشی، به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون صورت می‌گیرد.) / د) نادرست است. در مولکول ADP یک پیوند پرانرژی بین فسفات‌ها وجود دارد ولی ATP حاوی دو پیوند پرانرژی بین فسفاتی می‌باشد. (همواره پیوند بین قند و اولین گروه فسفات، نوعی پیوند کم‌انرژی می‌باشد.)

۱۰۹۴ ۲ تولید ATP نوری توسط پروتئین انتقالی کانالی ولی واکنش‌های تنفس نوری در **راکیزه و سبزدیسه** صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. ATP تولید شده در مرحلهٔ نوری فتوسنتز، در مرحلهٔ مستقل از نور آن برای کربوکسیلازی C_5 در چرخهٔ کالوین استفاده می‌شود (ولی در انتخاب مسیر کربوکسیلازی یا اکسیژنازی تأثیر ندارد). / گزینهٔ (۳): نادرست است. تنفس نوری به راکیزه که دو فضای درونی دارد نیاز دارد ولی هر دو واکنش به سبزدیسه که ۳ فضا دارد، محتاج است. (فضاهای سبزدیسه، شامل فضای تیلاکوئیدی، بستره و فضای بین دو غشای اندامک می‌باشد.) / گزینهٔ (۴): نادرست است. در تنفس نوری ATP تولید نمی‌شود.

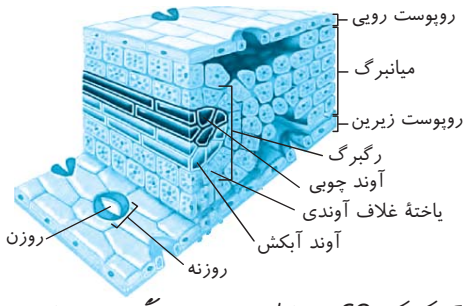
۱۰۹۵ ۳ منظور سؤال **گیاهان** C_4 می‌باشد که غلاف آوندی سبزدیسه‌دار با قدرت فتوسنتز بالا دارند. در گیاهان C_4، همانند CAMها، در روزهای گرم روزنه‌های هوایی بسته دارند و قدرت جذب CO_2 آن‌ها در روز بسیار اندک می‌باشد. این دو نوع گیاه با سازش‌هایی که انجام داده‌اند، قادر به انجام چرخهٔ کالوین در روز می‌باشند و از CO_2 ذخیره‌ای خود در تنفس هوازی یا تنفس نوری استفاده می‌کنند. گیاهان C_4، تثبیت کربن را فقط در روز انجام می‌دهند ولی در گیاهان CAM، عمل تثبیت کربن در شب و روز رخ می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): فرایند اکسیژنازی روبیسکو یا همان تنفس نوری در گیاهان C_4 به ندرت رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۲): گیاهان C_4، CO_2 موجود در گیاه را با اینکه در روز روزنه‌های بسته دارند ولی در مادهٔ آلی تثبیت می‌کنند ولی در CAMها، CO_2 جو در شب وارد گیاه می‌شود و در روز برای بار دوم تثبیت می‌شود. / گزینهٔ (۴): اولین تثبیت CO_2 در گیاهان C_4 و CAM در سیستم آنزیمی **خاصی** صورت می‌گیرد که فقط به‌طور **اختصاصی** با CO_2 واکنش می‌دهند و برخلاف روبیسکو تمایلی به اکسیژن ندارند.

۱۰۹۶ ۴ **ابتدا قابل توجه است که در برگ ذرت** *(گیاهان تک‌لپه‌ای)*، **میانبرگ نرده‌ای وجود ندارد.** در گیاهان تک‌لپه‌ای می‌بینیم که یاخته‌های تشکیل دهندهٔ فاصلهٔ بین روپوست بالایی و پایینی به ترتیب این‌گونه‌اند: *(البته سؤال فقط در مورد یاخته‌های پارانشیمی پرسیده است.)*

۱- میانبرگ اسفنجی ۲- غلاف آوندی ۳- پارانشیم آبکش در آوندهای گیاهی

◀ هر یاختهٔ زنده، طی قندکافت، برای تولید پیروات، به تولید $NADH$ نیز می‌پردازد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در گیاهان تک‌لپه مثل ذرت که از نوع گیاه C_4 می‌باشد، تثبیت کربن طی دو مرحله در یاخته‌های متفاوتی با سیستم آنزیمی مجزایی انجام می‌گیرد. در ابتدا کربن دی‌اکسید جو در یاخته‌های میانبرگ اسفنجی با مولکولی سه‌کربنی، ترکیب شده و تشکیل مولکول چهارکربنه‌ای می‌دهد تا بدین صورت اولین مرحلهٔ تثبیت کربن انجام گیرد، سپس این مولکول چهارکربنی به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل شده و دی‌اکسید کربن آن آزاد می‌شود و طی چرخهٔ کالوین و تشکیل قند سه‌کربنی، دوباره تثبیت کربن انجام می‌شود. اگر خوب دقت کرده باشید از یاخته‌های رگبرگ که حاوی پارانشیم آبکش هم می‌باشند، سخنی به میان نیامد، پس این گزینه نادرست است. *(دقت کنید که CO_2 جورا فقط یاخته‌های میانبرگ دارای فضای بین یاخته‌ای زیاد تثبیت می‌کنند.)* / گزینهٔ (۲): آنزیم‌های چرخهٔ کالوین، تنها درون یاخته‌های غلاف آوندی استفاده می‌شود و تثبیت کربن در میانبرگ اسفنجی دارای سیستم آنزیمی مجزایی است. / گزینهٔ (۳): تولید ATP، $NADH$، CO_2 و $FADH_2$ در مراحل مختلف چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد ولی هر مرحلهٔ آن به تولید همهٔ مواد نمی‌پردازد.

۱۰۹۷ ۴ گیاهان CAM هر دو نوع تثبیت کربن را در یک یاخته انجام می‌دهند. آناناس جزء گیاهان CAM می‌باشد که یک‌بار تثبیت کربن را در شب به صورت C_4 و یک‌بار در روز و در سبزدیسه به صورت C_3 انجام می‌دهد ولی دقت کنید که روزنه‌های **آبی** آن‌ها همانند سایر گیاهان **همواره باز** می‌باشند *(باز شدن برای روزنه آبی، بی‌معنی می‌باشد)*. روزنهٔ هوایی این گیاهان برعکس گیاهان C_3 و C_4 در شب باز می‌شوند. از طرفی از زیست دهم به یاد دارید که تعرق از طریق روزنه‌ها، عدسک‌ها *(در صورت وجود)* و پوستک در تمام گیاهان دیده می‌شود.

۱۰۹۸ ۱ فقط مورد (د) نادرست است. گیاهان C_4 که در روز به دو نوع تثبیت کربن می‌پردازند، سازگارهایی دارند تا در محیط گرم و خشک بر تنفس نوری غلبه کنند (نادرستی د).

تله‌های تستی الف) شروع واکنش‌های تنفس نوری در سبزدیسه و بخشی از آن در راکیزه *(میتوکندری)* صورت می‌گیرد. / ب) تنفس نوری در نور زیاد رخ داده و مانند تنفس یاخته‌ای، O_2 می‌گیرد و CO_2 تولید می‌کند. / ج) در برخی گیاهان تنفس نوری همراه فتوسنتز صورت می‌گیرد ولی در **اغلب گیاهان** که C_3 هستند تنفس نوری باعث کاهش فتوسنتز و عمل روبیسکو می‌شوند.

۱۰۹۹ ۲ فقط مورد (د) صحیح می‌باشد.

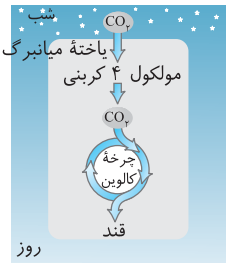
تله‌های تستی الف) نادرست است. واکنش‌های چرخهٔ کالوین، مستقل از نور و وابسته به CO_2 انجام می‌شوند ولی چون انجام واکنش‌های آن محتاج ATP و $NADPH$ محصولات نوری می‌باشند، به همین دلیل واکنش‌های چرخهٔ کالوین و کل فرایند فتوسنتز **فقط در حضور نور** انجام می‌شود. / ب) نادرست است. از واکنش‌های وابسته به نور گیاهان دو نوع را می‌توان مثال زد یکی واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتزی که محتاج CO_2 بوده و از ATP و $NADPH$ انرژی می‌گیرد ولی در این گفتار مشاهده کردیم که واکنشی به نام **تنفس نوری** در گیاهان مناطق گرم و خشک رخ می‌دهد. در تنفس نوری O_2 و قند C_5 ریبولوزبیس فسفات مورد نیاز است ولی تولید و مصرف ATP و $NADPH$ در آن رخ نمی‌دهد. / ج) نادرست است. گیاهان C_3 که اغلب گیاهان طبیعت را شامل می‌شوند، گیاهانی هستند که کربن CO_2 را در فتوسنتز خود **فقط** در چرخهٔ کالوین تثبیت می‌کنند. دقت کنید که گیاهان C_4 و CAM نیز قادر به انجام چرخهٔ کالوین می‌باشند ولی به آن‌ها گیاه C_3 گفته نمی‌شود *(چون اولین مولکول حاصل از تثبیت کربن آن‌ها سه‌کربنی نمی‌باشد)*. / د) درست است. فتوسنتز فرایندی است که به کمک CO_2 و نور به تولید قند و O_2 می‌پردازد، پس میزان CO_2، نور و دما تا حد معینی بر میزان فتوسنتز می‌افزاید ولی افزایش مقدار O_2 محیط سبب کاهش فتوسنتز می‌شود.

۱۱۰۰ ۱ فقط عبارت (د) نادرست است.

نکته

با توجه به شکل مقابل، یاخته‌های میانبرگ سبزدیسه‌دار در گیاهان CAM قدرت تثبیت کربن را به دو صورت C_3 و C_4 دارند که در شب به صورت اسید C_4 و در روز به صورت چرخهٔ کالوین و تثبیت C_3 انجام می‌دهند. این گیاهان در روز CO_2 را از تجزیهٔ مولکول C_4 به دست می‌آورند ولی شب هنگام، روزنه‌های هوایی خود را باز می‌کنند و کربن را در اسید چهارکربنی تثبیت و ذخیره می‌کنند. جدا شدن CO_2 از اسید چهارکربنی آن‌ها در طی **روز** صورت می‌گیرد تا وارد سبزدیسه شود.

◀ این گیاهان یک تثبیت را در شب *(به صورت اسید چهارکربنی)* و تثبیت دیگر را در روز *(به صورت اسید سه‌کربنی)* انجام می‌دهند.



«آناناس»

۱۱۰۱ ۲ در روزهای دارای نور و دمای شدید، تولید هورمون آبسیزیک‌اسید در گیاهان زیاد می‌شود که سبب پلاسمولیز و آبدهی یاختهٔ نگهبان به یاخته‌های کناری شده تا روزنه‌های هوایی مسدود شوند *(در حقیقت خود یاختهٔ نگهبان پلاسمولیز می‌شود نه یاخته‌های کناری آن)* (نادرستی گزینهٔ (۲)).

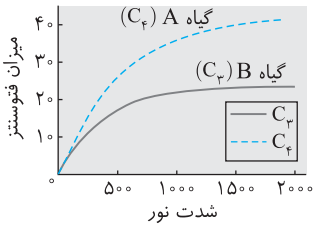
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در نور و دمای شدید، با افزایش واکنش‌های نوری فتوسنتز، تولید O_2، ATP و $NADPH$ تا حدی در گیاهان زیاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): در حالتی که روزنه‌های هوایی گیاهان مسدود می‌شوند، خروج O_2 حاصل از مراحل نوری فتوسنتز و ورود CO_2 مختل می‌شود. در این حالت نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در اغلب گیاهان بالا رفته و روبیسکو به سمت اکسیژنازی و تنفس نوری می‌رود و مصرف ATP و $NADPH$های فتوسنتزی در چرخهٔ کالوین اغلب گیاهان که C_3 هستند و سازشی ندارند، کاهش می‌یابد. / گزینهٔ (۴): روبیسکو در هر شرایطی که یا کربوکسیلازی و یا اکسیژنازی انجام می‌دهد، در هر صورت به ترتیب یک مادهٔ شش‌کربنی یا پنج‌کربنی **ناپایدار** می‌سازد که بلافاصله تجزیه می‌شود.

C ۱۱۰۲ ۱ موارد (ب) و (ج) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. گیاهان *CAM*، در واکوئل‌های خود ترکیباتی آب‌دوست برای **نگهداری** آب دارند. این گیاهان برخلاف انواع C_3 و C_4، قادر به تثبیت کربن در شب می‌باشند. / ب) نادرست است. ترکیبات درون واکوئولی *CAM*ها در حفظ آب مؤثرند تا این گیاهان در محیط‌هایی با خشکی شدید نیز سازش یابند. / ج) نادرست است. اسید سه کربنه، گیرندهٔ نهایی الکترون در واکنش‌های مستقل از نور است نه نوری!! (*گیرندهٔ نهایی الکترون در واکنش‌های نوری فتوسنتز، $NADP^+$ است.*) / د) درست است. در گیاهان C_4 و *CAM* که کربن را در دو نوبت به صورت C_3 و C_4 تثبیت می‌کنند، همواره تثبیت اول را در یاختهٔ میانبرگی و به صورت C_4 انجام می‌دهند.

B ۱۱۰۳ ۴ چون با شدت نور زیاد، گیاه *A* بیشتر و تقریباً دو برابر *B* رشد کرده است، گیاه *A*، نوعی گیاه C_4 و گیاه *B*، از نوع C_3 می‌باشد. حالا به بررسی گزینهٔ نادرست می‌پردازیم:

در هوای گرم و خشک فعالیت اکسیژنازی در گیاه C_3 افزایش می‌یابد، (*نه فعالیت کربوکسیلازی*) ولی در هر دو گیاه در شرایط دما و نور شدید چون روزنه‌های هوایی را می‌بندند، باید تورژسانس یاخته‌های نگهبان خود را کم کنند.



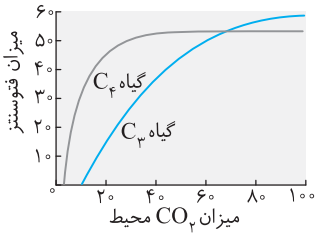
نکته
در گیاه C_4 چرخهٔ کالوین فقط در غلاف آوندی رخ می‌دهد ولی در گیاهان C_3، این چرخه در هر یاختهٔ سبزدیسه‌داری در شرایط مساعد رخ می‌دهد.

C ۱۱۰۴ ۲ فقط مورد (ج) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. تثبیت کربن در هر گیاهی یا در یک اسید سه‌کربنی (*چرخهٔ کالوین*) و یا در اسید چهارکربنی صورت می‌گیرد. / ب) درست است. میانبرگ گیاه C_4 فقط نقش تثبیت کربن در اسید چهارکربنی دارد که آنزیم آن فقط با CO_2 به‌طور اختصاصی واکنش می‌دهد. مقدار CO_2 مورد نیاز این آنزیم‌ها حتی در بسته بودن روزنه‌ها نیز تأمین می‌شود. این CO_2ها می‌توانند از تنفس نوری یا تنفس یاخته‌ای تأمین شوند. / ج) **نادرست** است. گیاهان *CAM* در شب قدرت تثبیت کربن به صورت **اسید چهارکربنی** دارند که باعث افزایش تولید مادهٔ اسیدی در شب و **کاهش** *pH* یاختهٔ میانبرگی می‌شود. / د) درست است. در گیاهان C_4، اسید چهارکربنی حاصل از تثبیت اولیه کربن از میانبرگ گیاه و از راه پلاسمودسم‌ها وارد غلاف آوندی می‌شود. (*غلاف آوندی قسمت خارجی برگ‌ها می‌باشد.*)

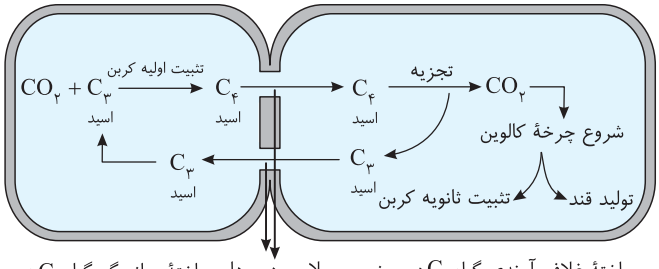
C ۱۱۰۵ ۳ این سؤال نیز بسیار جالب و پرنکته می‌باشد.

بررسی درستی گزینهٔ (۳): گیاهان C_4 و *CAM* توانایی دارند یک کربن را دوبار تثبیت کنند که در گیاهان C_4 این عمل در دو یاختهٔ مختلف ولی در گیاهان *CAM* در یک یاخته صورت می‌گیرد. در گیاهان C_4 و هر گیاه دیگری، افزایش CO_2 سبب افزایش کربوکسیلاسیون روبیسکو و بالا رفتن قدرت غذاسازی در چرخهٔ کالوین می‌شود ولی این افزایش تا حدی رخ می‌دهد که آنزیم‌های گیاه اشباع شده باشد و بالا رفتن CO_2 بیشتر از یک حد خاص، سبب توقف در شدت عمل فتوسنتز می‌شود. با توجه به نمودار روبه‌رو متوجه می‌شوید که افزایش مقدار CO_2 محیط، در ابتدا اثر سریع‌تری در رشد گیاهان C_4 و شدت فتوسنتز آن‌ها دارد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): روزنه‌های آبی در همهٔ گیاهان، همواره باز می‌باشند و در اثر عوامل محیطی تغییر حالت نمی‌دهند. / گزینهٔ (۲): گیاهان C_3 توانایی تثبیت کربن در یک نوع واکنش یعنی در چرخهٔ کالوین را دارند، این گیاهان نیز برای زیستن در محیط گرم و خشک نیاز به مواد نگه دارندهٔ آب می‌باشند تا ضمن تعرق زیاد از بین نروند. / گزینهٔ (۴): گیاهان *CAM*، توانایی تثبیت یک کربن در دو منطقه یک یاخته دارند که سازشی برای مقابله با تنفس نوری و زندگی در شرایط گرم و خشک محسوب می‌شوند.

C ۱۱۰۶ ۱ گیاهان C_4 به نسبت سایر گیاهان توانایی بیشتری برای مقاومت و زیستن در محیط گرم و خشک دارند، در این گیاهان همهٔ مراحل فتوسنتزی در شرایط نور و دمای شدید رخ می‌دهد و ذخیرهٔ رنگیزه فتوسنتزی آن‌ها کافی می‌باشد. در غلاف آوندی گیاهان C_4، اسید سه‌کربنی حاصل از تجزیهٔ مادهٔ اسیدی C_4 دوباره از راه پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های میانبرگی برمی‌گردند تا گروه CO_2 دیگری را جذب و تثبیت کنند (*به شکل روبه‌رو دقت کنید*).



تله‌های تستی گزینهٔ (۲): مادهٔ پنج‌کربنه ناپایدار محصول عمل روبیسکو در **تنفس نوری** می‌باشد که در گیاهان C_4 بسیار کم رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): در گیاهان C_4، همواره مقدار CO_2 در محل عمل آنزیم روبیسکو یعنی در **غلاف آوندی** بالا می‌باشد تا چرخهٔ کالوین از کار نیفتد. / گزینهٔ (۴): تنفس نوری واکنشی است که در نور و دمای شدید رخ می‌دهد ولی در شب انجام نمی‌شود.

C ۱۱۰۷ ۳ موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

منظور سؤال **واکوئول‌های گیاه** *CAM* (*آنتوسیانین‌ها*) می‌باشد که حاوی ترکیباتی هستند که قادر به نگهداری آب گیاه می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. ذخیرهٔ آب در واکوئول گیاهان *CAM*، سبب می‌شود که برگ، ساقه یا هر دوی آن‌ها در این گیاهان به صورت گوشتی پرآب درآیند تا بر محیط خشک کم‌آب غلبه کنند. / ب) درست است. واکوئول‌ها، حاوی مواد **رنگی** مثل **آنتوسیانین‌ها** می‌باشند که به همراه کاروتنوئیدها قدرت **پاداکسندگی** و خنثی کردن یون‌های اکسید را به عنوان رادیکال‌های آزاد دارند. / ج) نادرست است. آنتوسیانین ترکیب پروتئینی نمی‌باشد و از طرفی پروتئین‌ها نیز مواد رنگی ندارند. د) نادرست است. انجام واکنش تنفس نوری، نیازمند داشتن روبیسکو می‌باشد که این آنزیم فقط در سبزدیسه‌ها وجود فعال دارد.

۱۱۰۸ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در گیاهان C_4 و CAM دو نوع آنزیم برای تثبیت کربن وجود دارد. در گیاهان C_3، تثبیت کربن فقط توسط روبیسکو در چرخهٔ کالوین انجام می‌شود. روبیسکو برخلاف آنزیم دیگر تثبیت‌کنندهٔ کربن، هم با O_2 و هم با CO_2، قدرت ترکیب شدن دارد (*توجه کنید، در گیاه C_3، فقط آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن، توانایی ترکیب با اکسیژن دارد*) (نادرستی ب و درستی الف).

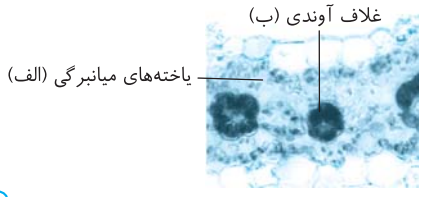
آنزیم‌های تثبیت‌کنندهٔ کربن

ایستگاه ۶۴

نوع آنزیم	مخصوص...	زمان فعالیت	قدرت ترکیب با O_2	قدرت ترکیب با CO_2	نوع فعالیت و محصولات نهایی
روبیسکو	هر یاختهٔ سبزینه‌دار C_3ها، غلاف آوندی C_4ها و میانبرگ CAMها	روز	دارد (تنفس نوری)	دارد (چرخهٔ کالوین)	$C_5 + O_2 \rightarrow$ C_5 ناپایدار $\rightarrow$ ورود به تنفس نوری $C_5 + CO_2 \rightarrow$ C_6 ناپایدار $\rightarrow$ مصرف ATP و NADPH، قندسازی
آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن در یک اسید چهارکربنی	میانبرگ C_4ها	روز	**ندارد**	دارد	C_3 (اسید) $+ CO_2 \xrightarrow[\text{روز}]{\text{میانبرگ}} C_4$ (اسید) $\rightarrow$ انتقال C_4 به غلاف آوندی
	میانبرگ CAMها	شب	**ندارد**	دارد	C_3 (اسید) $+ CO_2 \xrightarrow[\text{شب}]{\text{میانبرگ}} C_4$ (اسید) $\rightarrow$ تجزیهٔ آن در روز $\rightarrow$ انتقال CO_2 به سبزدیسه؛ مواد نگهدارندهٔ آب در واکوئل‌ها دارند.

◀ عبارت‌های (ج) و (د) نادرست هستند که در جدول بالا توضیح داده‌ایم.

۱۱۰۹ ۴ شکل بیانگر برگ گیاه C_4 می‌باشد که غلاف آوندی سبزدیسه‌دار دارد.



این گیاهان هر دو نوع تثبیت کربن خود را در روز و به ترتیب در یاخته‌های میانبرگی (الف) و غلاف آوندی (ب) انجام می‌دهند (نادرستی گزینهٔ (۱) و (۲)).

◀ یاختهٔ (الف) فقط تثبیت کربن به صورت C_4 را با ترکیب کردن CO_2 و اسید C_3 انجام می‌دهد ولی قدرت مصرف CO_2 در چرخهٔ کالوین و یا آزاد کردن CO_2 از اسید C_4 ندارد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

نکته

در گیاهان C_4، یاختهٔ غلاف آوندی هم قدرت تجزیهٔ اسید C_4 گرفته شده از میانبرگ‌ها را دارد که ضمن این عمل، CO_2 و اسید C_3 ایجاد می‌کند و از طرفی غلاف آوندی قدرت مصرف CO_2 در چرخهٔ کالوین و تثبیت کربن آن را در اسید سه‌کربنی دارد (درستی گزینهٔ (۴)).

۱۱۱۰ ۱ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند. متن سؤال در مورد ویژگی **گیاهان CAM** برای نگهداری آب را بیان می‌کند که:

الف) نادرست است. گیاهان CAM، CO_2 **جو** را در شب به صورت اسید چهارکربنی تثبیت می‌کنند ولی در روز که روزنه‌های هوایی بسته می‌باشند، CO_2 جو وارد گیاه نمی‌شود و همان کربن تثبیت شدهٔ دیشب، دوباره باید به صورت اسید سه‌کربنی در چرخهٔ کالوین تثبیت شود. / ب) نادرست است. **آنزیم روبیسکو**، فقط طی روز فعال است که در عمل کربوکسیلاسیون خود، سبب تثبیت کربن در اسید سه‌کربنی چرخهٔ کالوین می‌شود. آنزیمی که در تثبیت به صورت اسید چهارکربنی شرکت می‌کند، روبیسکو نمی‌باشد. / ج) درست است. در گیاهان CAM برخلاف C_4ها، تثبیت CO_2 یک‌بار در شب و یک‌بار در روز ولی در یک یاخته صورت می‌گیرد. / د) درست است. گیاهان C_3، C_4 و CAM، همگی هر کربن را یک‌بار در چرخهٔ کالوین و در اسید سه‌کربنی تثبیت می‌کنند.

۱۱۱۱ ۱ گیاه A از نوع C_3، گیاه B از نوع CAM و گیاه C از نوع C_4 می‌باشد.

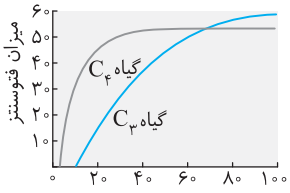
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. گیاهان C_4 و CAM، دوبار قادرند تا یک کربن را تثبیت کنند. / گزینهٔ (۲): درست است. گیاه CAM جدایی زمانی و گیاه C_4 جدایی مکانی برای تثبیت کربن دارند. / گزینهٔ (۳): درست است. همهٔ گیاهان فتوسنتزکننده، دارای آنزیم روبیسکو با قابلیت ترکیب با O_2 و CO_2 می‌باشند. / گزینهٔ (۴): درست است. فقط گیاهان C_4، قادرند در روز به مصرف اسید سه‌کربنی و ترکیب کردن آن با CO_2 برای ایجاد اسید چهارکربنی مبادرت کنند.

۱۱۱۲ ۱ **عمل اکسیژنازی فقط مخصوص روبیسکو نمی‌باشد**، بلکه در هر واکنشی که O_2 به ترکیبی اضافه می‌شود مانند واکنش‌های تنفس هوازی، عمل اکسیژنازی صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۱)).

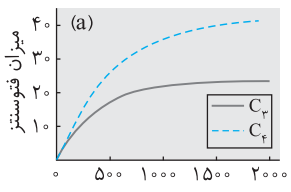
نکته

یاخته‌های غلاف آوندی در گیاهان C_4، نوعی پارانشیم فتوسنتزکننده می‌باشند. به عبارتی از نوع بافت پارانشیم می‌باشند ولی برخلاف سایر پارانشیم‌ها، فضای بین‌یاخته‌ای ندارند و به هم فشرده‌اند و از آوندها محافظت می‌کنند. فعالیت زیاد روبیسکو (*چرخهٔ کالوین*)، قدرت میتوز برای ترمیم زخم‌ها، توانایی فتوسنتز و انتقال شیرهٔ پرورده به آوند آبکش (*برگیری آبکش*) و مجاور یاخته‌های آوندی بودن ویژگی غلاف آوندی می‌باشد (*در گیاهان گلدار، هم تراکئید با منافذ باریک و هم عناصر آوندی لوله‌ای و هم آوند آبکش با صفحهٔ منفذدار درشت وجود دارد*).

۱۱۱۳ ۴ با توجه به دو نمودار روبه‌رو می‌توانید به راحتی نتیجه بگیرید که **گیاهان** C_4، سریع‌تر با افزایش اندک CO_2، بر شدت فتوسنتز خود می‌افزایند (*نمودار (۱)*) ولی در نمودار (۲) می‌توانید بررسی کنید که با افزایش روشنایی، شدت فتوسنتز در گیاهان C_4 تقریباً دو برابر گیاهان C_3 می‌باشد (رد گزینهٔ (۱)).



میزان فتوسنتز محیط (نمودار ۱)



شدت نور (نمودار ۲)

نکته
۰۱ CO_2 و نور در هر گیاهی تا یک حد خاصی بر شدت فتوسنتز می‌افزایند و هنگامی که آنزیم‌ها یا رنگیزه‌های فتوسنتزی اشباع شوند، شدت فتوسنتز تقریباً ثابت می‌مانند.
۰۲ با دقت در نمودار (۱) متوجه می‌شوید که وقتی مقدار CO_2 محیط از حدی (۶۰ *ppm*) بالاتر برود، مقدار فتوسنتز در گیاهان C_3 از C_4 بالاتر می‌رود (رد گزینهٔ (۲)).
۰۳ گیاهان C_4 برخلاف گیاهان C_3 و *CAM*، در روز ابتدا شروع به تثبیت کربن به صورت اسید چهارکربنی می‌کنند ولی در گیاهان C_3 و *CAM* در روز فقط تثبیت کربن را در اسید سه‌کربنی یا همان چرخهٔ کالوین انجام می‌دهند (رد گزینهٔ (۳)).

◀ فراموش نکنید که تولید CO_2 طی تنفس هوازی در کل شبانه‌روز در هر یاختهٔ زندهٔ گیاهی رخ می‌دهد.

۱۱۱۴ ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در شب و هم‌زمان با تثبیت کربن در اسید C_4، در گیاهان *CAM* همهٔ روزنه‌های هوایی و آبی باز می‌باشند. / ب) نادرست است. در *CAM*ها کربن تثبیت شده در اسید C_4 در شب به درون واکوئول وارد می‌شود تا به نگهداری آب بپردازد. / ج) نادرست است. در روز که روبیسکو در *CAM*ها در حال چرخهٔ کالوین است، CO_2 جو که در شب گرفته شده است در فتوسنتز شرکت می‌کند چون در روز CO_2 را از جو نمی‌گیرد. / د) نادرست است. اولین تثبیت کربن در گیاهان C_4 و *CAM*، بین مصرف اسید سه‌کربنی و تولید اسید چهارکربنی رخ می‌دهد.

۱۱۱۵ ۴ گیاهان *CAM*، CO_2 مورد نیاز فتوسنتز در کالوین را در روز از تجزیهٔ اسید آلی چهارکربنی تأمین می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در گیاهان C_3، **برای فتوسنتز**، فقط یک زنجیرهٔ انتقال الکترون که بین دو فتوسیستم است، انرژی مورد نیاز ساخت *ATP* را فراهم می‌کند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در گیاهان C_4 (*مثل ذرت*)، در شب تثبیت کربن صورت نمی‌گیرد، یعنی هر دو نوع تثبیت کربن را در روز انجام می‌دهند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. گیاهان C_3 و C_4 برخلاف *CAM*ها معمولاً روزنهٔ هوایی باز در شب ندارند و فقط برای تنفس، روزنهٔ خود را باز می‌کنند (*مهم این است که در هیچ گیاهی، چرخهٔ کالوین در شب انجام نمی‌شود*).

۱۱۱۶ ۳ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ترکیب دوکربنه تنفس نوری که از سبزدیسه خارج می‌شود، با واکنش‌هایی که **بخش‌هایی** از آن در راکیزه ادامه می‌یابد به تولید یک CO_2 ولی بدون تولید *ATP* می‌پردازد. / ب) نادرست است. در تنفس نوری، ترکیب C_5 با O_2 ترکیب شده و به مادهٔ پنج‌کربنی ناپایدار تبدیل می‌شود. / ج) درست است. در عبارت (الف) توضیح دادم. / د) درست است. در اثر تنفس نوری، شدت واکنش کربوکسیلاسیون روبیسکو و چرخهٔ کالوین کم می‌شود و *ATP* و *NADPH*های تولید شده در مرحلهٔ نوری، مصرف نمی‌شوند.

۱۱۱۷ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند. اکسایش پیرووات در مرحلهٔ هوازی تنفس و درون راکیزه رخ می‌دهد که در این اندامک، همانندسازی، رونویسی و ترجمه صورت می‌گیرد (درستی الف).

تله‌های تستی ب) تثبیت کربن به صورت C_3 در سبزدیسه رخ می‌دهد ولی در گیاهان C_4 و *CAM*، تثبیت کربن به صورت اسید C_4، در خارج سبزدیسه رخ می‌دهد، ولی رونویسی مخصوص هسته، راکیزه و سبزدیسه می‌باشد. (*مورد (ب) در مورد محل اولیهٔ تثبیت کربن در گیاهان C_4 و CAM ردّ می‌شود.*) / ج) نگهداری آب در آناناس که گیاه *CAM* است، در واکوئول‌ها رخ می‌دهد ولی در واکوئول‌ها برخلاف راکیزه و سبزدیسه‌ها، زنجیرهٔ انتقال الکترون انجام نمی‌شود. / د) رناتن فعال در راکیزه و سبزدیسه وجود دارد ولی تولید *ATP* نوری فقط در واکنش‌های نوری فتوسنتز رخ می‌دهد.

۱۱۱۸ ۴ سیانوباکتری‌ها و *Ecoli* (*اشرشیاکلی*) باکتری‌هایی **فاقد نوکلئوزوم** و **توالی افزاینده‌اند** چرا که پروکاریوت هستند ولی تنظیم بیان ژن منفی یا مثبت را دارا می‌باشند (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)). در غشای باکتری‌های فتوسنتزکننده، رنگیزه‌های فتوسنتزی مختلفی وجود دارد که این رنگیزه‌ها در *Ecoli* که یک باکتری غیرفتوسنتزکننده می‌باشد، مشاهده نمی‌شود. در آخر دقت کنید که هر یاختهٔ زنده‌ای طی فرایند قندکافت می‌تواند به تولید یا مصرف *ATP* بپردازد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

۱۱۱۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. تبدیل آمونیاک به نیترات، مختص شیمیوسنتزکننده‌هاست نه فتوسنتزکنندگان. همچنین همهٔ فتوسنتزکنندگان، تثبیت CO_2 می‌کنند و منبع انرژی همهٔ آن‌ها، نور خورشید می‌باشد.

◀ الف) در مورد شیمیوسنتزکننده‌ها رد می‌شود که تثبیت کربن می‌کنند ولی فاقد رنگیزه برای گرفتن نور هستند. / ب) در مورد گوگردی‌ها که فتوسنتزکننده‌اند و از نور انرژی می‌گیرند نادرست است. / ج) در مورد تثبیت نیتروژن در برخی سیانوباکتری‌ها نادرست است.

۱۱۲۰ ۴ همهٔ باکتری‌های تولیدکننده، منظور هم فتوسنتز و هم شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشد که همگی تثبیت کربن دارند و *NADH* را در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم (*شدرخاخت*) تولید می‌کنند ولی مصرف‌کننده‌ها، اصلاً تثبیت کربن CO_2 ندارند.

نکته
دقت کنید که در باکتری‌ها چون سیستم چندژنی دارند و چند ژن مرتبط و کنار هم، هم‌زمان رونویسی می‌شوند (*مثل ۳ ژن برای تجزیهٔ لاکتوز*)، تعداد ژن‌ها از تعداد نقاط آغاز رونویسی بیشتر است (نادرستی گزینهٔ (۲)). منبع انرژی مصرف‌کننده‌ها از مواد آلی می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۴)) ولی تنفس هوازی در باکتری‌های گوگردی نیز که تولیدکننده می‌باشند، دیده نمی‌شود (*این باکتری‌ها توانایی تولید و مصرف O_2 ندارند*) (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۱۱۲۱ ۱ فقط مورد (ب) موردنظر است. همهٔ پروکاریوت‌های فتوسنتزکننده، کربن را تثبیت می‌کنند و الکترون‌ها را از یک مادهٔ اکسایش یافته به CO_2 می‌رسانند. برخی مثل گوگردی‌ها ترکیبات گوگردی را تجزیه می‌کنند و گوگرد آزاد می‌کنند. در این باکتری‌ها مقدار O_2 محیط در فتوسنتز آن‌ها بی‌تأثیر بوده و دارای تنفس بی‌هوازی هستند و چرخهٔ کربس ندارند (نادرستی ج و د) ولی تیلاکوئید بخشی از سبزدیسه است که در هیچ پروکاریوتی وجود ندارد (نادرستی الف).

۱۱۲۲ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. برخی از باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، به تولید نیترات می‌پردازند که منبع انرژی آن‌ها **مواد معدنی** NH_3 یا NH_4^+ می‌باشد. این مواد معدنی اگر H_2S باشند، می‌توانند منبع الکترون باکتری‌های گوگردی نیز باشند (*ولی در همهٔ موارد این موضوع صادق نمی‌باشد*). / ب) درست است. باکتری‌های شیمیوسنتزکنندهٔ موجود در اعماق اقیانوس‌ها، از **مواد معدنی** انرژی می‌گیرند که اگر این منبع انرژی H_2S باشد، می‌توانند منبع الکترون برای باکتری‌های گوگردی باشد. / ج) نادرست است. باکتری‌های ریزوبیومی تولیدکننده نیستند. / د) نادرست است. باکتری‌های دارای رنگیزه باکتریوکلروفیل، فتوسنتزکننده هستند که از **نور خورشید** انرژی می‌گیرند ولی منبع الکترونی باکتری‌های نیترات‌ساز، مواد معدنی مثل NH_4^+ می‌باشد.

C ۱۱۲۳ ۳ منبع اصلی انرژی هر فتوسنتزکننده‌ای اعم از باکتری گوگردی سبز، گوگردی ارغوانی و سیانوباکتری‌های دارای سبزینهٔ a، نور می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. منبع الکترون باکتری‌های گوگردی و سایر غیراکسیژن‌زاها به ترتیب ترکیبات گوگردی مانند H_2S و سایر ترکیبات می‌باشد ولی باکتریوکلروفیل نام رنگیزهٔ نوری آن‌هاست. / گزینهٔ (۲): نادرست است. منبع انرژی باکتری‌های دارای رنگیزه باکتریوکلروفیل، نور خورشید می‌باشد ولی نیترات‌سازها از مواد معدنی انرژی می‌گیرند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. منبع الکترون گوگردی ارغوانی، مواد گوگردی (مثلاً H_2S) و در سیانوباکتری‌ها، آب می‌باشد.

نکته دقت کنید که هر جانداری در اثر تنفس یاخته‌ای خود، با تجزیهٔ مواد آلی به تولید انرژی یا ATP می‌پردازد ولی منظور از منبع انرژی در هر جاندار، آن منبعی می‌باشد که سبب ایجاد مادهٔ آلی در بدن می‌شود. این منبع در فتوسنتزکننده‌ها نور خورشید و در شیمیوسنتزکننده‌ها، مواد معدنی بوده ولی در مصرف‌کننده‌ها، همان مادهٔ آلی گرفته شده از محیط بیرون می‌باشد.

C ۱۱۲۴ ۲ فقط مورد (ج) درست است. باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، ریزوبیوم مصرف‌کننده و برخی سیانوباکتری‌های فتوسنتزکننده می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است.

نکته دقت کنید که ریزوبیوم که از مواد آلی انرژی می‌گیرد با ریشهٔ گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران همیاری می‌کند که **یاخته درون کیسه گردهٔ** آن‌ها ضمن انجام میوز، تتراد نیز تشکیل می‌دهد، ولی تخم آن مانند هر گیاهی **میتوز** می‌کند و تتراد (*مربوط به پروفاز میوز ۱*) تشکیل نمی‌دهد.

ب) نادرست است. باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، شیمیوسنتزکننده نیستند ولی در چرخهٔ نیتروژن، آمونیوم‌سازی می‌کنند. / ج) **درست است**. منظور، سیانوباکتری‌هاست که تولید O_2 و سبزینهٔ a دارند که سبزینهٔ a آن‌ها در نور دو طرف طیف مرئی یعنی بنفش و قرمز بیشترین جذب نوری را دارد. / د) نادرست است. ریزوبیوم‌ها، بیشترین تثبیت نیتروژن را انجام می‌دهند که باکتری مصرف‌کننده می‌باشند ولی از گروه **جانوران** نمی‌باشند (*امان از بی‌دقتی!!*).

C ۱۱۲۵ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. چون باکتری‌های نیترات‌ساز، شیمیوسنتزکننده‌اند و انرژی خود را از برداشتن الکترون از **مواد غیرآلی** به دست می‌آورند و کمبود نور هیچ تأثیری روی آن‌ها ندارد. (*شیمیوسنتزکننده‌ها در محیط بدون نور فعالیت و زندگی می‌کنند.*) / ب) نادرست است. فقط باکتری‌های **گوگردی** و برخی شیمیوسنتزکننده‌ها از H_2S به عنوان منبع الکترون یا انرژی استفاده می‌کنند. / ج) **درست** است. باکتری‌هایی که از **نور خورشید** انرژی می‌گیرند، **فتوسنتزکننده‌اند** و باید CO_2 را به مواد آلی تبدیل کنند. در این گروه، قطعاً مقدار CO_2 محیط، در متابولیسم آن‌ها اثربخش است. / د) نادرست است. باکتری‌های غیراکسیژن‌زا می‌توانند، گوگردی، شیمیوسنتزکننده‌ها و برخی غیرگوگردی‌ها و ... باشند که آب در فعالیت متابولیسمی تولیدکنندگی آن‌ها بی‌تأثیر است.

B ۱۱۲۶ ۱ فقط مورد (ج) مورد قبول است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. سیانوباکتری‌ها می‌توانند تثبیت هم‌زمان N_2 و CO_2 داشته باشند. / ب) نادرست است. ریزوبیوم‌ها و سیانوباکتری‌ها با گیاهان در تثبیت نیتروژن همیاری دارند. / ج) درست است. پروکاریوت‌ها، نوکلئوزوم و فشردگی DNA ندارند. / د) نادرست است. هر تولیدکننده‌ای، در طی واکنش‌های خود به تولید آب می‌پردازد.

C ۱۱۲۷ ۳ منظور سؤال باکتری‌های گوگردی و شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. مثلاً باکتری‌های گوگردی که از H_2S استفاده می‌کنند، تنفس بی‌هوازی دارند و استیل CoA تولید نمی‌کنند ولی انواع شیمیوسنتزکنندهٔ هوازی وجود دارد که به تولید استیل CoA می‌پردازد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها که از H_2S انرژی و الکترون می‌گیرند، رنگیزه و جذب نور ندارند. / گزینهٔ (۳): درست است. چون باکتری‌ای که از پیرووات به عنوان یک مادهٔ آلی انرژی می‌گیرد، باکتری تولیدکننده نمی‌باشد. باکتری‌های مصرف‌کننده می‌باشند که همانند جانوران و قارچ‌ها از مواد آلی انرژی می‌گیرند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. برخی شیمیوسنتزکننده‌ها هوازی هستند ولی گوگردی‌ها بی‌هوازی هستند.

C ۱۱۲۸ ۱ فقط مورد (الف) درست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. هر یاختهٔ فتوسنتزکنندهٔ پروکاریوتی، حاوی **دنای حلقوی** بوده. در یوکاریوت‌ها نیز در سبزدیسهٔ آن‌ها دنای حلقوی و فاقد گروه فسفات آزاد وجود دارد. / ب) نادرست است. جاندار تک‌یاخته‌ای **یوکاریوتی** مانند آمیب یا اوگلنا دارای اندامک‌های غشادار درونی مثل راکیزه، سبزدیسه یا هر دو می‌باشد. / ج) نادرست است. گویچهٔ قرمز بالغ و یاختهٔ آبکش بالغ، هسته، راکیزه و سبزدیسه ندارند، یوکاریوت‌اند ولی قدرت همانندسازی ندارند. / د) نادرست است. یاختهٔ آبکش بالغ و گویچه‌های قرمز بالغ، هسته و نوکلئوزوم ندارند ولی ژن‌های پروکاریوتی نیز در آن‌ها دیده نمی‌شود.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

C ۱ ۴ اولین گیرندهٔ الکترونی در چرخهٔ کالوین، **اسید سه‌کربنه** می‌باشد که از $NADPH$، الکترون گیری می‌کند تا کاهش یابد ولی در تخمیر لاکتیکی اولین مادهٔ گیرندهٔ الکترون NAD^+ می‌باشد که ساختار نوکلئوتیدی دارد (*دقت کنید که هر نوع تخمیر و تنفس یاخته‌ای هوازی می‌باشد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هم در تخمیر الکلی و هم در تنفس هوازی، اولین گیرندهٔ الکترونی، NAD^+ می‌باشد که ساختار دی‌نوکلئوتیدی دارد. / گزینهٔ (۲): اولین گیرندهٔ الکترونی واکنش‌های هوازی تنفس، NAD^+ در تبدیل پیرووات به استیل می‌باشد (*که حاوی حد پتانسیل در هر نوکلئوتید خود می‌باشد*) ولی در مرحلهٔ نوری فتوسنتز اولین گیرندهٔ الکترونی $NADP^+$ است که از P_{700} الکترون می‌گیرد (*گیرندهٔ الکترون در واکنش نوری فتوسنتز*). $NADP^+$ می‌باشد. NAD^+، FAD و $NADP^+$ همگی ساختار دی‌نوکلئوتیدی دارند). / گزینهٔ (۳): گیرندهٔ الکترونی در مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی، مولکول پیرووات می‌باشد که همانند اسید سه‌کربنی گیرندهٔ الکترونی چرخهٔ کالوین، هر دو از مواد سه‌کربنی می‌باشند.

ایستگاه ۶۵

گیرنده‌های الکترونی

واکنش	اولین گیرندهٔ الکترونی	آخرین گیرندهٔ الکترونی
تنفس هوازی	NAD^+ در قندکافت	O_2 در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون
بخش هوازی تنفس	NAD^+ در تبدیل پیرووات به استیل	O_2 در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون
تخمیر الکلی	NAD^+ در قندکافت	اتانال
تخمیر لاکتیکی	NAD^+ در قندکافت	پیرووات
بخش نوری فتوسنتز	$NADP^+$	-
بخش غیرنوری فتوسنتز	اسید سه‌کربنی	-
کل فتوسنتز	$NADP^+$	اسید سه‌کربنی

C ۲ ۲ فقط مورد (ب) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در بین رنگیزه‌های فتوسنتزی در آنتن‌های فتوسیستم، همگی قادر به خروج الکترون می‌باشند ولی این الکترون را در همان فتوسیستم منتقل می‌کنند. الکترونی که از کل فتوسیستم ۱ یا ۲ خارج می‌شود فقط از سبزینه a (P_{700}, P_{680}) در مرکز واکنش فتوسیستمی خارج شده است که سایر رنگیزه‌ها برای خروج آن، انرژی جذب کرده‌اند. *(هر مرکز واکنش فتوسیستمی، یک نوع سبزینهٔ a دارد.)* / ب) درست است. آزاد شدن هیستامین با اگزوسیتوز *(برون‌رانی)* است ولی انتقال و ورود H^+ به درون تیلاکوئید با انتقال فعال است *(البته هر دو فرایند با صرف انرژی صورت می‌گیرد)*. / ج) نادرست است. در واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز، آب الکترون دهنده اصلی می‌باشد ولی در واکنش‌های مستقل از نور چرخهٔ کالوین، مولکول $NADPH$ نقش الکترون‌دهی را ایفا می‌کند که البته در کل فتوسنتز، این الکترون‌ها نیز مربوط به تجزیهٔ آب بوده‌اند ولی آب در واکنش‌های مستقل از نور به‌طور مستقیم به عنوان الکترون دهنده شرکت نمی‌کند. / د) نادرست است. دقت کنید که انرژی و الکترون‌های P_{700} در فتوسیستم ۱ به $NADP^+$ می‌رسند ولی تولید ATP در اثر انرژی‌گیری فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.

B ۳ ۳ آنتوسیانین‌ها در pHهای مختلف رنگ متفاوت دارند که در اندامک تک‌غشایی واکوئول دیده می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آنتوسیانین‌ها و کاروتنوئیدها، خاصیت پاداکسنده و حفظ‌کننده مولکول‌های زیستی از اثر رادیکال‌های آزاد دارند که آنتوسیانین در دیسه‌ها یافت نمی‌شود *(بلکه در واکوئول‌ها هستند)*. / گزینهٔ (۲): کاروتنوئیدها در پاییز زیاد می‌شوند که بالاتر از طول موج ۵۲۰ یا ۵۳۰ نانومتر دیگر قدرت جذب نور ندارند. / گزینهٔ (۴): در سیانوباکتری‌ها، سبزینهٔ a وجود دارد ولی باجوجن هر فتوسیستم، یک مرکز که بیشتر نداره! *(بعد از این همه تست دیگه نباید برت دقتی کنی!)*

C ۴ ۴ بخش اول در مورد زنجیرهٔ الکترونی بعد از فتوسیستم ۱ می‌باشد که ناقل $NADPH$ می‌سازد، این زنجیره برخلاف زنجیرهٔ راکیزه که NAD^+ می‌سازد، فاقد پمپ پروتونی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. هر دو زنجیرهٔ فوق دارای پروتئین‌های آب‌دوست، آب‌گریز و پمپ پروتونی می‌باشند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. زنجیرهٔ انتقال الکترون بعد از فتوسیستم ۱، پروتئینی با نقش انتقال پروتون ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. قسمت اول در مورد زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه‌ای و زنجیره بین دو فتوسیستم می‌باشد که فقط اولی توانایی دوباره‌سازی NAD^+ و FAD دارد.

B ۵ ۴ منظور سؤال مرحلهٔ وابسته به نور فتوسنتز است که نوکلئوتید سه‌فسفاته ATP توسط کانال H^+ با سنتز آبدهی از مولکول ADP تولید می‌شود (درستی گزینهٔ (۴)).

◀ در مرحلهٔ نوری O_2 تولید و $NADP^+$ و ADP مصرف می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)).

◀ دقت کنید که در واکنش نوری فتوسنتز، $NADP^+$ الکترون می‌گیرد که گیرندهٔ الکترون است نه ناقل الکترون!! *(اگر ناقل الکترون بود، الکترون می‌خواست چکار!)* (نادرستی گزینهٔ (۲)).

◀ همان‌طور که می‌دانید، واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز، مستقل از CO_2 انجام می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۳)).

C ۶ ۴ در یک یاخته فتوسنتزکننده یوکاریوتی زنجیره‌های انتقال الکترون هم در راکیزه‌ها و هم در سبزدیسه‌ها دیده می‌شود که در سبزدیسه دو نوع زنجیره، یکی بین دو فتوسیستم و دیگری از فتوسیستم ۱ به بعد وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. منظور از زنجیره‌ای که سه پمپ دارد، زنجیره درون راکیزه می‌باشد که دوباره‌سازی NAD^+ و FAD را انجام می‌دهد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. زنجیره‌های انتقال الکترونی در راکیزه و سبزدیسه، سبب خروج فعال H^+ از بستره اندامک‌ها می‌شوند. دقت کنید که ورود H^+ به بسترهٔ راکیزه یا سبزدیسه توسط کانال پروتونی رخ می‌دهد که جزء اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. زنجیرهٔ اول انتقال الکترون تیلاکوئید که بین فتوسیستم ۲ و ۱ قرار دارد، حاوی پمپ H^+ برای انتقال پروتون از بستره به فضای تیلاکوئید می‌باشد. / گزینهٔ (۴): **درست است.** زنجیرهٔ انتقال الکترونی دوم در تیلاکوئیدها که بعد از فتوسیستم ۱ قرار دارد در تولید ATP نقشی ندارد ولی زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و زنجیرهٔ انتقال الکترون بین دو فتوسیستم تیلاکوئید در تولید ATP در کانال H^+ نقش دارند.

زنجیره‌های انتقال الکترونی

ایستگاه ۶۶

نوع زنجیره	فعالیت	محصولات مستقیم	محصولات غیرمستقیم	عوامل غیررنگیزه‌دار موجود در زنجیره	محل
زنجیره درون راکیزه‌ای	انتهای بخش هوازی تنفس یاخته‌ای برای تولید ATP اکسایشی	الکترون‌رسانی به O_2 و تولید H_2O و دوباره‌سازی NAD^+ و FAD	کمک به تولید ATP **اکسایشی** در کانال H^+	سه پمپ پروتونی و دو پروتئین ناقل یکی آب‌گریز و دیگری آب‌دوست دارد	غشای درونی راکیزه
زنجیره بین فتوسیستم ۲ و ۱ در تیلاکوئیدها	بخش نوری فتوسنتز	به تجزیهٔ آب در فتوسیستم ۲ کمک می‌کند.	کمک به تولید ATP **نوری** در کانال H^+	یک پمپ پروتونی که ناقل H^+ هم هست و دو ناقل الکترونی آب‌گریز و آب‌دوست دارد.	غشای تیلاکوئید
زنجیره بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$	بخش نوری فتوسنتز	$NADPH, H^+$	-	دو پمپ پروتئینی آب‌دوست در سطح خارجی غشای تیلاکوئید دارد.	غشای تیلاکوئید

B ۷ ۴

نکته

در مرحلهٔ نوری، آب (*مادهٔ معدنی*) به ترکیب آلی یا همان سبزینهٔ a (P_{680}) موجود در فتوسیستم ۲ الکترون می‌دهد، در مرحلهٔ مستقل از نور، مادهٔ آلی $NADPH$، دهندهٔ الکترون به اسید سه‌کربنهٔ آلی می‌باشد ولی تولید ATP فقط در مرحلهٔ نوری صورت می‌گیرد.

C ۸ ۴ مصرف ATP در واکنش‌های مستقل از نور (*چرخهٔ کالوین*) در دو مرحله صورت می‌گیرد، یکی در مرحلهٔ تولید قند سه‌کربنی و از اسید سه‌کربنی و دیگری در مرحلهٔ تولید قند C_5 دوفسفاته از قند C_5 یک‌فسفاته که در هر دو مرحله تولید یک ماده قندی (*هیدرات کربنی*) صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): محصولات تنفس یاخته‌ای CO_2 و ATP می‌باشند ولی دقت کنید ATPهایی که در چرخهٔ کالوین مصرف می‌شوند، در مراحل نوری فتوسنتز تولید شده‌اند نه در راکیزه! از طرفی در چرخهٔ کالوین از CO_2 در واکنش آنزیم روبیسکو برای ترکیب C_5 با CO_2 استفاده می‌شود. / گزینهٔ (۲): خروج قند C_3 از چرخهٔ کالوین **پس از** تولید این قندها در اثر مصرف ATP و $NADPH$ صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): تولید مادهٔ شش کربنی ناپایدار توسط آنزیم روبیسکو صورت می‌گیرد ولی تجزیهٔ آن به دو اسید سه کربنی در اثر پرانرژی بودن C_6 و ناپایداری آن به صورت خودبه‌خودی رخ می‌دهد.

C ۹ ۳ چرخهٔ کالوین به تولید ADP و $NADP^+$ (*گیرندهٔ الکترون*) می‌پردازد ولی چرخهٔ کربس، تولید ATP و ناقل الکترونی $NADH$ و $FADH$ دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو ابتدا مادهٔ پرانرژی ناپایدار شش و پنج کربنی می‌سازند. / گزینهٔ (۲): هر واکنش بخش هوازی تنفس در راکیزه یوکاریوت‌ها رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): کرک، توانایی فتوسنتز و انجام چرخهٔ کالوین ندارد.

B ۱۰ ۲ از واکنش تجزیهٔ نوری آب در فتوسیستم ۲ تا تولید اسید سه کربنی چرخهٔ کالوین، ATP نوری تولید می‌شود ولی مصرف ATP در فتوسنتز در چرخهٔ کالوین و بعد از تولید اسید سه کربنی صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در ابتدای واکنش‌های قندکافت، برای تأمین انرژی فعال‌سازی شروع واکنش، تجزیه شدن یا مصرف ATP صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): در چرخهٔ کالوین از عمل روبیسکو در مرحلهٔ اول تا تولید قند سه کربنی، مولکول‌های ATP در تبدیل اسید به قند سه کربنی مصرف می‌شوند. / گزینهٔ (۴): از تولید $NADPH$ در انتهای مرحلهٔ نوری فتوسنتز تا تولید $NADP^+$ در چرخهٔ کالوین، مصرف مولکول ATP صورت می‌گیرد که این واکنش قبل از اکسایش $NADPH$ صورت می‌گیرد. (*بزرگ یادآوری می‌کنم که در مرحلهٔ تبدیل اسید به‌قند سه‌کربنی چرخهٔ کالوین، ابتدا تجزیهٔ ATP صورت می‌گیرد و سپس $NADPH$ها اکسایش می‌یابند.*)

B ۱۱ ۴

نکته

هر یاختهٔ زنده توانایی تنفس یاخته‌ای و تولید و مصرف NAD^+ را دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. یاختهٔ آبکش بالغ، راکیزه و سایر اندامک‌های خود را از دست می‌دهد و فقط واکوئولی پر از شیرهٔ پرورده دارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. یاختهٔ اسکلرئید مرده استحکامی را معرفی می‌کند که متابولیسم ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. کرک‌ها فتوسنتز نمی‌کنند.

C ۱۲ ۲ در چرخهٔ کالوین $NADPH$ تبدیل به $NADP^+$ شده و الکترون و پروتون آن‌ها در واکنش‌ها مصرف می‌شود ولی در چرخهٔ کربس طی واکنش‌های اکسایشی، FAD یا NAD^+ (*که گیرندهٔ الکترون هستند*) الکترون‌گیری کرده تا به $FADH_2$ یا $NADH$ تبدیل شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در چرخهٔ کالوین به دلیل اینکه مادهٔ شش‌کربنهٔ دوفسفاته ناپایدار است، خود به خود شکسته شده و به دو **اسید** سه کربنی تبدیل می‌شود ولی در قندکافت، از شکسته شدن مادهٔ شش کربنی، دو تا **قند** سه کربنی ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): ترکیب شش‌کربنهٔ حاصله از چرخهٔ کربس، نصف نمی‌شود بلکه با آزاد کردن CO_2 به یک مادهٔ پنج کربنی تبدیل می‌شود. (*در چرخهٔ کالوین مادهٔ C_6 همانند قندکافت از وسط نصف می‌شود.*) / گزینهٔ (۴): دقت شود که در مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین، برای دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات، ATP مصرف می‌شود (*نه تولید!!*).

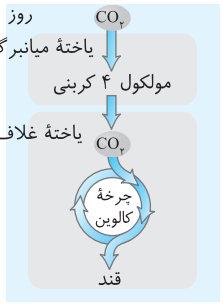
۱۳ ۴ منظور تولید ATP (تک‌فسفوتیدی) در واکنش نوری فتوسنتز است که انرژی آن از شیب غلظت و انتشار تسهیل‌شده پروتون از درون تیلاکوئید به بسترهٔ سبزدیسه تأمین می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. تولید اسید سه کربنی از تجزیهٔ مادهٔ شش کربنی حاصل می‌شود و برخلاف تولید قند سه کربنی، ATP نمی‌خواهد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. مصرف فسفات در مراحل اول، سوم و آخر قندکافت صورت می‌گیرد که در مرحلهٔ اول، ضمن تجزیهٔ ATP، فروکتوز دوفسفاتهٔ شش کربنی تولید می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. با توجه به شکل کتاب درسی، تبدیل C_4 به C_4 در مراحل آخر بدون کاهش کربن و آزادسازی CO_2 صورت می‌گیرد.

۱۴ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) درست است. غلاف آوندی در گیاهان C_3، فاقد سبزدیسه و واکنش‌های فتوسنتزی برای تولید یا تجزیهٔ NADPH می‌باشد. / ب) درست است. میانبرگ در گیاهان C_4 سبزدیسه داشته ولی به جای چرخهٔ کالوین به فعالیت تثبیت کربن به صورت C_4 می‌پردازد. در این یاخته‌های NADPH ساخته می‌شود ولی چرخهٔ کالوین و دوباره‌سازی $NADP^+$ در غلاف آوندی این گیاهان صورت می‌گیرد. / ج) درست است. غلاف آوندی در گیاهان C_4، در روز سبب تثبیت کربن در چرخهٔ کالوین، تنها به صورت اسید سه کربنی می‌شود. / د) نادرست است. آنزیم روبیسکو چه کربوکسیلازی در چرخهٔ کالوین کند و چه اکسیژنازی در تنفس نوری انجام دهد، دارای واکنش‌های دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌باشد.

۱۵ ۱ شکل به بررسی دو نوع تثبیت کربن مولکول CO_2 در گیاهان C_4 می‌پردازد که هر دو تثبیت در **روز** و در یاخته‌های متفاوت صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۴)). یاختهٔ (الف) همان میانبرگ بوده که کربن را ابتدا به صورت اسید C_4 تثبیت می‌کند و یاختهٔ (ب) غلاف آوندی است که از C_4های میانبرگ CO_2 آزاد کرده و آن را در چرخهٔ کالوین تثبیت می‌کند. هر دو یاخته قادر به تنفس هوازی در راکیزه‌های خود می‌باشند و ATP اکسایشی می‌سازند (درستی گزینهٔ (۱)) و طی چرخهٔ کربس خود می‌توانند مادهٔ آلی C_4 ایجاد کنند (نادرستی گزینهٔ (۲)) ولی دوباره‌سازی $NADP^+$ فقط در چرخهٔ کالوین یعنی در یاختهٔ (ب) صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۳)).



۱۶ ۴ منظور سؤال **گیاهان** C_4 می‌باشند که بخش خارجی رگبرگ یا همان یاخته‌های **غلاف آوندی** آن‌ها برخلاف گیاهان C_3، سبزدیسه‌دار می‌باشند. در این گیاهان، تولید اولین ماده‌ای که کربن در آن تثبیت می‌شود در میانبرگ بوده که به صورت اسید چهار کربنی می‌باشد ولی تجزیهٔ این اسید در یاختهٔ غلاف آوندی صورت می‌گیرد. (چرخهٔ کالوین گیاهان C_4 فقط در یاخته‌های غلاف آوندی رگبرگ رخ می‌دهد.)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در یاخته‌های **میانبرگ** گیاهان C_4 و CAM، آنزیمی که کربن را برای اولین‌بار تثبیت می‌کند، فقط تمایل به اتصال با CO_2 دارد ولی با O_2 واکنشی از نوع اکسیژنازی انجام نمی‌دهد. / گزینهٔ (۲): گیاهان C_4، کربن را طی روز در دو مرحله ولی در **دو** یاختهٔ متفاوت تثبیت می‌کند. / گزینهٔ (۳): در گیاهان C_4، یاختهٔ میانبرگی، اسید چهار کربنی را از راه پلاسمودسم به غلاف آوندی می‌دهد و پس از آزاد شدن CO_2 آن در غلاف آوندی، این‌بار اسید سه کربنی از غلاف آوندی و از راه پلاسمودسم به یاختهٔ میانبرگی برمی‌گردد (در واقع این تبادل به صورت یک طرفه است و هیچ‌گاه اسید سه‌کربنه از میانبرگ به غلاف آوندی نمی‌رود).

۱۷ ۱ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند.

منظور سؤال **اسید چهار کربنی** می‌باشد که پس از تولید در میانبرگ گیاهان C_4، از پلاسمودسم‌های یاخته میانبرگ به سوی غلاف آوندی می‌رود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. CO_2 مولکولی است که بیشترین مقدار آن در خون انسان به صورت یون بی‌کربنات و در اثر عمل کربنیک‌انیدراز منتقل می‌شود ولی منظور سؤال اسید چهار کربنی می‌باشد. / (ب) نادرست و (ج) درست است. اسید سه کربنی، ابتدا در غلاف آوندی گیاهان C_4 تجزیه می‌شود و CO_2 حاصل از آن به مصرف کربوکسیلازی روبیسکو می‌رسد. (غلاف آوندی در برگ گیاهان، یاخته‌هایی به‌هم فشرده برای محافظت از آوندها می‌باشند.) / د) درست است. در گیاهان C_4 به دلیل تثبیت کربن در اسید چهار کربنی، همواره مقدار CO_2 در محل عمل آنزیم روبیسکو یعنی در غلاف آوندی بالا می‌باشد.

۱۸ ۴ در صورت سؤال به **فتوسنتز** اشاره شده است، بنابراین باید این را به خاطر بسپاریم که منبع انرژی آن‌ها **همواره نور خورشید** می‌باشد ولی منبع الکترون آن‌ها یک **مادهٔ معدنی یا آلی** می‌باشد. این سؤال مربوط به یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده، باکتری‌های گوگردی و سیانوباکتری‌هاست که از مواد معدنی مثل H_2S و H_2O الکترون می‌گیرند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این گروه‌ها می‌توانند هوازی باشند (مانند سیانوباکتری‌ها) که NAD^+ را در غشای یاخته دوباره‌سازی می‌کنند ولی گوگردی‌ها بی‌هوازی بوده و تولید و مصرف O_2 ندارند. NAD^+ آن‌ها طی تخمیر در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم دوباره‌سازی می‌شود. / گزینهٔ (۲): در صورتی که فتوسنتزکننده، **یوکاریوت** باشد پروتئین مهارکننده نخواهیم داشت. / گزینهٔ (۳): باکتری‌ها معمولاً می‌توانند پلازمید داشته باشند و طی گلیکولیز در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، NADH تولید کنند.

نکته
فتوسنتزکنندگان: ۱- گیاهان ۲- آغازیان، (جلبک‌ها و برخی اوگلنه‌ها) ۳- باکتری‌های فتوسنتزکننده (اکسیژن‌زا و غیراکسیژن‌زا)

۱۹ ۲ فقط مورد (د) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. منبع الکترون زنبق که گیاه فتوسنتزکننده است **آب** می‌باشد ولی در باکتری گوگردی ارغوانی و سبز، منبع الکترون، **ترکیبات گوگردی** است. / ب) درست است. منبع انرژی در فتوسنتزکنندگان (از قبیل باکتری گوگردی سبز، گوگردی ارغوانی و...) نور خورشید است، در حالی که در شیمیوسنتزکننده‌ها که از قدیمی‌ترین باکتری‌ها هستند، منبع انرژی، مواد معدنی می‌باشد. / ج) درست است. منبع الکترون باکتری گوگردی از H_2S و در سیانوباکتری‌ها که اکسیژن‌زا می‌باشند از آب الکترون می‌گیرند. / د) **نادرست** است. منبع انرژی گوگردی‌ها نور خورشید است (فتوسنتزکننده‌اند). از آنجا که سبزینهٔ a نیز در سیانوباکتری‌های فتوسنتزکننده دیده می‌شود، پس منبع انرژی این گروه‌ها از نور خورشید می‌باشد.

C ۲۰ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید که شیمیوسنتزکننده‌های خاک، با اکسایش آمونیوم، از آن انرژی و الکترون گرفته و نیترات می‌سازند (*نه برعکس*). / ب) **درست** است. منبع انرژی باکتری‌های گوگردی، نور خورشید و منبع الکترون آن‌ها، H_2S است ولی منظور سؤال، شیمیوسنتزکننده‌ها هستند که در محیط بدون نور زندگی می‌کنند و برخی از آن‌ها از H_2S به عنوان منبع انرژی و الکترون استفاده می‌کنند. / ج) درست است. ریزوبیوم‌ها طی عمل تثبیت نیتروژن، نیتروژن گازی را به **آمونیوم** تبدیل می‌کنند. همان‌طور که می‌دانید، آمونیوم و نیترات، دو مادهٔ نیتروژن‌داری هستند که وارد گیاه می‌شوند. / د) نادرست است. برخی شیمیوسنتزکننده‌ها از H_2S به عنوان منبع **الکترون** و منبع **انرژی** استفاده می‌کنند در حالی‌که باکتری‌های گوگردی از H_2S به عنوان منبع **الکترون** استفاده می‌کنند چون انرژی خود را از نور خورشید می‌گیرند.

پاسخ آزمون بر گزیدهٔ سؤالات سراسری

C ۱ ۴ هر باکتری که از آب الکترون می‌گیرد، سیانوباکتری است که در صورت دوباره‌سازی NAD^+ می‌تواند در قندکافت به‌طور مداوم ATP بسازد (*بازم قندکافت!*).

◀ گزینهٔ (۱) در مورد تنفس بی‌هوازی، گزینهٔ (۲) به دلیل هوازی بودن برخی شیمیوسنتزکننده‌ها و گزینهٔ (۳) به دلیل شیمیوسنتزکننده‌ها که فاقد توانایی فتوسنتز می‌باشند، پاسخ صحیح نمی‌باشند. (*منظور طراح از بازسازی NAD^+ با پذیرندهٔ آلی، همان واکنش‌های تخمیر می‌باشد.*)

C ۲ ۳ فتوسیستم ۲ و ۱، هرکدام یک نوع سبزینهٔ a از نوع P_{680} یا P_{700} در مرکز واکنش خود دارند که با جذب انرژی مناسب توسط همهٔ رنگیزه‌ها، سبب آزاد شدن الکترون برانگیخته از سبزینهٔ a خود در مرکز واکنش می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۳)).

◀ الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب، به‌طور مستقیم فقط کمبود الکترونی P_{680} در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۲)).

◀ در بین فتوسیستم‌ها، فقط الکترون‌های فتوسیستم ۲ از پمپ غشایی عبور می‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

C ۳ ۱ منظور سؤال گیاهان CAM هستند که روزنهٔ هوایی آن‌ها در شب برخلاف سایر گیاهان C_4 و C_3 باز می‌شوند (*البته طراح دقت نکرده است که روزنهٔ آبی آن‌ها همواره باز است و باز نمی‌شود! حالا اگر ما تو المپیاد این سؤال را داده بودیم! کل کشور بسیج می‌شد که (اَیّن تذهبون؟!) آهای قیصر کجایی که داشته کشتن! زیت الگو چی نوشتها خداروشکر که کنکور گفتها!*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. چرخهٔ کالوین هر گیاهی فقط در روز انجام می‌شود (*بجز گیاهان انگل*). / گزینهٔ (۲): نادرست است. گیاهان CAM، در شب فقط یک نوع تثبیت کربن به صورت اسید چهارکربنه دارند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. گیاهان CAM، کربن CO_2 جو را در شب و در اسید چهارکربنی تثبیت می‌کنند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. فقط گیاهان CAM، هر دو نوع تثبیت کربن را در یک یاخته انجام می‌دهند.

B ۴ ۴ منظور سؤال برحسب متن کتاب درسی، ویژگی مشترک باکتری‌ها و آغازیان فتوسنتزکننده می‌باشد. در حقیقت سؤال در مورد ویژگی مشترک پروکاریوت و یوکاریوت پرسیده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. واضح است که رونویسی و ترجمه، سه مرحلهٔ آغاز، طویل شدن و پایان دارند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. پروکاریوت‌ها، غشاهای درون‌یاخته‌ای ندارند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. شناسایی راه‌انداز به‌طور مستقیم و به تنهایی، ویژگی رنابسپاراز پروکاریوتی است. / گزینهٔ (۴): درست است. در همهٔ جانداران، در صورت نیاز، تعدادی رناتن می‌توانند، هم‌زمان از روی یک رنای پیک به ترجمه بپردازند.

B ۵ ۱ دقت کنید که سؤال در مورد هر فتوسیستم ۱ یا ۲ می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. هر آنتن یک فتوسیستم، دارای سبزینه، کاروتنوئید و انواعی از پروتئین‌ها می‌باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هر فتوسیستم، یک مرکز واکنش دارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. فتوسیستم ۲ به ترکیب آب‌گریز که در تماس با هر دو لایه است، الکترون می‌دهد ولی فتوسیستم ۱ فقط به ترکیب آب‌دوست در سطح خارجی غشای تیلاکوئید الکترون می‌دهد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. هر فتوسیستم، یک مرکز واکنش و تعدادی آنتن دارد.

A ۶ ۲ هر یاخته زنده، در اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای یا قندکافت خود، به مصرف ATP به عنوان منبع انرژی برای فعال‌سازی واکنش نیاز دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پروتئین‌های مورد نیاز تنفس یاخته‌ای و فتوسنتز، برخی در هسته و برخی در اندامک راکیزه یا سبزدیسه رمزگردانی می‌شوند. / گزینهٔ (۳): در مورد باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ گوگردی نادرست است. / گزینهٔ (۴): یاخته‌ای که فاقد سبزدیسه است، قدرت تولید ATP نوری ندارد و فقط ATP پیش‌ماده‌ای و اکسایشی (*در صورت وجود راکیزه*) می‌سازد.

C ۷ ۱ منظور سؤال ویژگی مشترک پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها است چون منظور سؤال هم پروکاریوت فتوسنتزکننده و هم آغازیان مثل جلبک‌ها و اوگلنا می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید که وقتی صحبت از یوکاریوت‌ها می‌شود، منظور سیستم‌های ژنی یوکاریوتی در هستهٔ آن‌هاست مگر اینکه صراحتاً در مورد سیتوپلاسم حرف زده باشد. در این عبارت حجت برای کسانی که فکر راکیزه و سبزدیسه هستند برای همیشه تمام شده است. با اینکه در این سؤال کلمهٔ **هسته** ذکر نشده است ولی مشخص است که این عبارت از نظر طراح کنکور غلط بوده است یعنی شروع عمل ترجمه قبل از پایان رونویسی را فقط ویژهٔ پروکاریوت‌ها می‌داند نه میتوکندری و پلاست‌ها (*یا همان راکیزه و دیسه‌ها*). / ب) نادرست است. محصول رونویسی، رنا می‌باشد ولی پیش‌ساز رنای پیک، رنای نابالغ است. / ج) نادرست است. عوامل رونویسی در پروکاریوت‌ها وجود ندارد. / د) درست است. این عبارت یعنی ترجمهٔ هم‌زمان چند رناتن از یک رنای پیک در هر جاندار یوکاریوتی یا پروکاریوتی صحیح است.

B ۸ ۳ در مرکز هر فتوسیستم، سبزینهٔ a در بستری از پروتئین وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): کاملاً برعکس است چون آنتن‌ها به مرکز واکنش انرژی می‌دهند. / گزینهٔ (۲): هر آنتن سبزینه و کاروتنوئید به همراه گروهی از پروتئین‌ها دارد. / گزینهٔ (۴): شروع فعالیت هر فتوسیستم، با آزاد کردن الکترون از P_{680} **یا** P_{700} می‌باشد نه اینکه هر دو طول موج باعث آغاز واکنش آن شود.

B ۹ ۴ منظور گیاهان CAM و باز شدن روزنهٔ هوایی آن‌ها است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در مناطق گرم و خشک، گیاهان C_3 همواره به سمت اکسیژنازی می‌روند ولی گیاهان CAM قادر به شرایط اکسیژنازی و غلبه به این شرایط هستند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. فقط گیاهان C_4 (*مثل ذرت*) دو مرحلهٔ تثبیت CO_2 را در یک زمان و در روز انجام می‌دهند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. گیاهان CAM در شب و با روزنهٔ هوایی باز نیز به تثبیت کربن به صورت اسید چهارکربنی می‌پردازند. / گزینهٔ (۴): درست است. فقط در گیاهان CAM، هر دو نوع تثبیت کربن در یک یاخته ولی در دو زمان مختلف صورت می‌گیرد.

B ۱۰ ۲ متن این سؤال در مورد اینکه گیاهانی که فقط در روز تثبیت کربن می‌کنند قطعاً مربوط به گیاهان C_4 و C_3 می‌باشد. در این گیاهان و هر گیاه دیگری قطعاً برای انجام چرخهٔ کالوین، مولکول CO_2 باید به قند پنج‌کربنی دوفسفاته ریبولوزبیس فسفات متصل شود. اما...

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این عبارت ابهام دارد و به نظر من **اشکان هاشمی** این عبارت نیز می‌تواند درست باشد چون تنفس نوری در شرایط گرم و خشک، در گیاهان C_3 و طبق متن کتاب درسی **به ندرت** در گیاهان C_4 رخ می‌دهد و طی آن می‌تواند O_2 با قند ریبولوزبیس فسفات پنج‌کربنی ترکیب شود. / گزینهٔ (۳): این عبارت نیز شک برانگیز است چون اگر در برخی گیاهان C_4 تنفس نوری رخ دهد، مادهٔ C_5 به C_3 و C_2 تبدیل می‌شود که البته این عمل به دلیل پر انرژی بودن C_5 خودبه‌خود است ولی کتاب به آن اشاره نکرده است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. این عمل در مورد گیاهان C_3، انجام نمی‌شود.

C ۱۱ ۴ به راحتی گزینهٔ (۴) مشخص است که نادرست است چون مثلاً شیمیوسنتزکننده‌ها نیز تک‌یاخته‌ای و تولیدکننده‌اند و تثبیت کربن می‌کنند ولی این باکتری‌ها رنگیزه فتوسنتزی ندارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. این عبارت که در کنکور متأسفانه آمده است کاملاً خارج از کتاب می‌باشد و مایهٔ تأسف است! با توجه به این عبارت که مشخص است منظور باکتری‌های شیمیوسنتزکننده است، لطفاً طراح کنکور توضیح دهد که کجای کتاب نوشته است این باکتری‌ها تنفس هوازی و زنجیرهٔ انتقال الکترون دارند؟ (*شاید هم منظورش واکنش‌های تولید ATP در تولیدکنندگان بوده است!! که!! (خداروشکر که در الگو بارها گفته بودیم که شیمیوسنتزکننده‌ها می‌توانند هوازی یا بی‌هوازی باشند!!)*). / گزینهٔ (۲): درست است. در مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی که قندکافت است، قطعاً دوباره‌سازی NAD^+ رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): درست است. هر تک‌یاخته اکسیژن‌زا، قدرت فتوسنتز و تولید مواد آلی از معدنی دارد.

B ۱۲ ۴ در این سؤال هم طبق اعتیاد طراحان کنکور به مبحث گلیکولیز، سؤال کلی طرح شده است که البته سؤال بسیار زیبایی است.

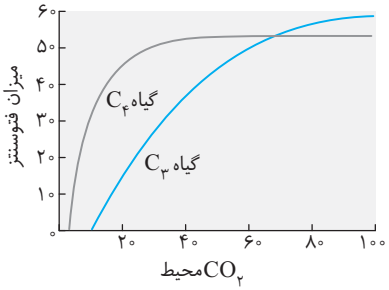
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها، تولیدکنندهٔ مواد آلی و تثبیت‌کنندهٔ کربن هستند ولی فتوسنتزکننده نیستند (*بارها در کتاب الگو این موضوع را گوشزد کرده بودیم!*). / گزینهٔ (۲): نادرست است. این نکته در مورد باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ گوگردی نادرست است چون این گروه، با جذب نور به تجزیهٔ H_2S و آزادسازی S می‌پردازند و غیراکسیژن‌زا هستند (*البته این مطلب در باکتری‌های شیمیوسنتزکننده نیز وجود دارد ولی انرژی خود را به جای نور از H_2S یا هر مادهٔ معدنی دیگری می‌گیرند*). / گزینهٔ (۳): نادرست است. در مورد سیانوباکتری‌هایی که توانایی تثبیت نیتروژن و کربن دارند و از نور خورشید انرژی می‌گیرند نادرست است. / گزینهٔ (۴): درست است. در مورد قندکافت هر یاختهٔ زنده و تولید قند سه‌کربنی تک‌فسفاته در اثر شکستن فروکتوز دوفسفاته صحیح است.

C ۱۳ ۴ قند پنج‌کربنی دوفسفاته در چرخهٔ کالوین به کار می‌رود. از طرفی مرحلهٔ مستقل از نور یا چرخهٔ کالوین دارای محصولات **نهایی** به صورت قند سه‌کربنی، ADP، فسفات و $NADP^+$ می‌باشند و نباید فقط واکنش آخر این چرخه را به حساب بیاورید چون قند پنج‌کربنی محصول نهایی و خارج شوندهٔ این چرخه نیست (*به کلمهٔ «محصول نهایی» باید دقت می‌کردید!*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در چرخهٔ کربس یاخته‌ها مادهٔ پنج‌کربنی هم تولید و هم مصرف می‌شود که در هر دو مورد یک مولکول CO_2 آزاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): ورود **پیروات** از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم به راکیزه طی **انتقال فعال** و به کمک **پمپ** غشایی صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): برای ساخته شدن ATP، باید آب نیز تولید شود. این عمل علاوه بر تنفس یاخته‌ای در واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتزی نیز صورت می‌گیرد. (*متأسفانه طراح به تنفس نوری دقت نکرده است که آن هم واکنش وابسته به نور است.*)

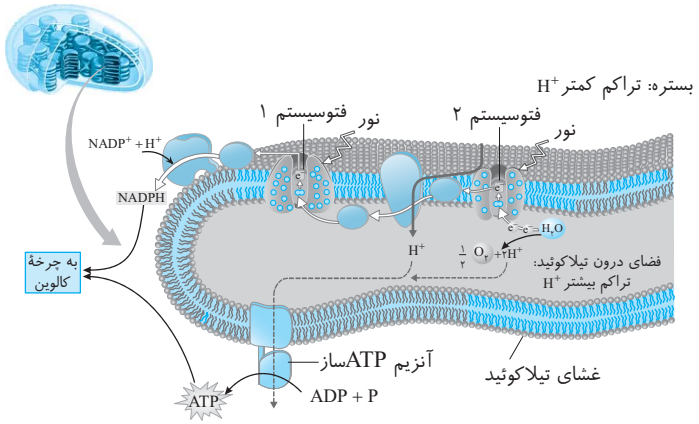
نتیجه‌گیری: همیشه هر چهار گزینه را بخوانید و بعد تصمیم به پاسخ دادن بگیرید مگر اینکه یا خیلی گزینه تابلو باشه یا شما کارتون خیلی درست باشه! که دومی رو بعید می‌دونم!

B ۱۴ ۴ به‌طور کلی گیاهان C_4 (*ذرت*) به دلیل توانایی غلبه بر تنفس نوری، در نور شدید نسبت به گیاهان C_3 (*گل رز*) و CAM (*کاکتوس و آناناس*) رشد و فتوسنتز بیشتری دارند.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در هر دو گیاه CAM و C_4، تراکم CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو بالا می‌باشد چون بر تنفس نوری غلبه می‌کنند. / گزینهٔ (۲): عمل تنفس نوری دو مرحله دارد که ابتدا در سبزدیسه و به کمک آنزیم روبیسکو C_5 با O_2 ترکیب می‌شود ولی آزاد شدن CO_2 از ماده دوکربنی آن در واکنش‌هایی صورت می‌گیرد که بخشی از آن‌ها در **راکیزه** انجام می‌شود. / گزینهٔ (۳): این عبارت به دلیل قید «**همواره**» نادرست است چون افزایش CO_2 تا حدی در رشد و فتوسنتز مؤثر است که آنزیم‌ها قدرت عمل داشته و اشباع نشده باشند.

C ۱۵ ۴ اگر شکل روبه‌رو را بلد باشید، جواب دادن به این سؤال آسان است. با توجه دقیق به شکل مشاهده می‌شود که دو پروتئین با اندازه‌های متفاوت که پس از فتوسیستم ۱ قرار دارد، در بخش خارجی غشای تیلاکوئید بوده و مسئول انتقال الکترون به $NADP^+$ برای ایجاد $NADPH$ می‌باشد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تیلاکوئید فقط یک غشا دارد. / گزینهٔ (۲): منظور پروتئین پس از پمپ پروتونی در سطح داخلی غشای تیلاکوئید است که الکترون‌ها را به فتوسیستم ۱ می‌دهد (نه ۲). / گزینهٔ (۳): تجزیهٔ نوری آب با عبور الکترون و خروج آن از P_{680} فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.

C ۱۶ ۲ رز گیاهی C_3، آناناس گیاهی *CAM* و ذرت گیاهی C_4 است. دقت کنید بخشی از تنفس نوری در سبزدیسه و بخش دیگر آن در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و راکیزه انجام می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)).

نکته

گیاهانی مثل ذرت و آناناس به دلیل دارا بودن سازوکارهایی برای افزایش کارایی فتوسنتزی روبیسکو، حتی در صورت کمبود کربن دی‌اکسید، به ندرت تنفس نوری را انجام می‌دهند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): با توجه به نمودار کتاب درسی، در گیاهان C_4 مثل ذرت، شیب افزایش فتوسنتز بر اثر شدت نور بیشتر از گیاهان C_3 مثل گیاه رز است. / گزینهٔ (۳): در گیاه ذرت و آناناس سازوکارهایی برای افزایش کربن دی‌اکسید در محل فعالیت آنزیم روبیسکو حتی در صورت کمبود کربن دی‌اکسید محیط و بسته بودن روزنه‌های هوایی وجود دارد. / گزینهٔ (۴): به این طبقه‌بندی خوب دقت کنید:

گیاه *CAM* مثل آناناس: تقسیم‌بندی زمانی (*تولید اسید چهارکربنه در شب و انجام چرخهٔ کالوین در روز*) - انجام دو نوع واکنش در یک یاختهٔ میانبرگ

گیاه C_4 مثل ذرت: تقسیم‌بندی مکانی (*تولید اسید چهارکربنی در یاختهٔ میانبرگ و انجام چرخهٔ کالوین در یاختهٔ غلاف آوندی*) - انجام دو نوع واکنش در روز

گیاه C_3 مثل رز: فاقد تقسیم‌بندی مکانی و زمانی و انجام تنها واکنش چرخهٔ کالوین در یاخته‌های میانبرگ خود.

C ۱۷ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. قند پنج‌کربنی دوفسفاته، ریبولوزبیس فسفات نام دارد. اما فسفات حین تولید این قند ساخته نمی‌شود! / ب) درست است. دقت کنید برحسب کتاب درسی شما!!! همواره و در هر نوع روش تولید *ATP*، تولید مولکول آب داریم. چرا؟ چون حداقل یک پیوند کووالانسی بین دو فسفات تشکیل می‌شه و این پیوند همراه با تولید آب به وجود میاد! / ج) درست است. پیرووات که سه کربن در ساختار خود دارد، از طریق انتقال فعال و با کمک پمپ‌های غشای راکیزه به آن وارد می‌شود. / د) نادرست است. تولید مادهٔ چهارکربنی در چرخهٔ کربس با آزاد شدن CO_2 همراه است ولی مصرف آن با آزاد شدن CO_2 همراه نیست.

B ۱۸ ۳ یاخته‌های گیاهی توانایی انجام دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی را دارند اما در صورتی که ماده نهایی حاصل از این واکنش‌ها در یاخته **جمع** گردد، سبب مرگ آن می‌شود. بنابراین باید مواد نهایی حاصله دور نگه داشته شوند.

در هر دو فرایند، هم‌زمان با تولید NAD^+، ترکیب نهایی تولید می‌شود. چون باید فرایند کاهش (*دریافت الکترون*) توسط نوعی مولکول رخ دهد.

نکته

در تخمیر لاکتیکی، مولکول پیرووات و در تخمیر الکلی، مولکول اتانال الکترون می‌گیرند و در نهایت به ترتیب به لاکتیک اسید و اتانول (*الکل*) تبدیل می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تنها در تخمیر الکلی، تولید کربن دی‌اکسید داریم (*نه لاکتیکی!*). / گزینهٔ (۲): دقت کنید حین به وجود آمدن پیرووات در طی قندکافت (*یادتون که نرفتیم چند کافت بخش ابتدایی تمام تخمیرهاست!*) *ATP* تولید می‌شود نه مصرف! / گزینهٔ (۴): فقط در تخمیر لاکتیکی با به وجود آمدن ترکیبی سه‌کربنی (*لاکتیک اسید*) مولکول *NADH* مصرف می‌شود! (*در الکلی برای آزادسازی NAD^+، ترکیب دوکربنی داشتیم!*)

C ۱۹ ۳ دقت کنید تیلاکوئید یک ساختار تک‌غشایی هستش! پس وقتی می‌گه دو غشای تیلاکوئید غلط می‌گیریمش ... (نادرستی گزینهٔ (۳))

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): با توجه به شکل کتاب درسی، با عبور الکترون‌ها از دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون که دو جزء آن متصل به سطح خارجی غشای تیلاکوئید هستند، در نهایت الکترون به *NADP* رسیده و *NADPH* تولید می‌شود. / گزینهٔ (۲): با توجه به شکل کتاب، با عبور الکترون‌ها از جزئی از زنجیره انتقال بین دو فتوسیستم که پس از پمپ قرار داشته و فقط در سطح درونی غشا قرار دارد، الکترون‌ها به فتوسیستم ۱ منتقل می‌شوند. / گزینهٔ (۴): در مورد عبور الکترون از فتوسیستم ۲ و عوامل پس از آن در زنجیرهٔ انتقال الکترون صحیح است چون پس از آن، مولکول‌های آب تجزیه می‌شوند.

B ۲۰ ۴ بیشترین گیاهان روی زمین **نهان‌دانگان** هستند، دقت کنید جذب کربن دی‌اکسید می‌تواند علاوه بر هوا و روزنه‌ها، کمی نیز از طریق ریشه و به صورت محلول در آب (*بیکربنات*) نیز انجام شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): با توجه به نمودار موجود در فصل ۶ دوازدهم کتاب درسی، بیشترین جذب کاروتنوئیدهای گیاهی در محدوده **آبی و سبز** نور مرئی می‌باشد. / گزینهٔ (۲): تخم ضمیمه آندوسپرم و تخم اصلی رویان را به وجود می‌آورند. هریک از این دو ساختار عملکرد متفاوتی نسبت به هم دارند. / گزینهٔ (۳): به عنوان مثال حضور اکسین در جوانه‌های جانبی سبب توقف رشد این جوانه‌ها می‌شود!

نکته

اتیلن در خود جوانه جانبی تولید شده اما اکسین در جوانه رأسی تولید می‌شود.

فصل ۷

فناوری‌های نوین زیستی



پاسخ‌های تشریحی

درسنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل هفتم فناوری‌های نوین زیستی

پاسخ‌های تشریحی

A ۱۱۲۹ ۳

نکته

به‌طور کلی به **هرگونه** فعالیت **هوشمندانهٔ آدمی** در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از **موجود زنده** را **زیست‌فناوری** می‌گویند.

گزینهٔ (۲) در مورد مهندسی ژنتیک بوده که شاخه‌ای از زیست‌فناوری می‌باشد و گزینه‌های (۱) و (۴) نیز تعریف کاملی برای زیست‌فناوری نمی‌باشد. در تعریف زیست‌فناوری اشاره به **موجود زنده** برای ساخت فرآورده الزامی است و دقت کنید که زیست‌فناوری در جهت رفع نیاز همهٔ موجودات رخ می‌دهد نه فقط نیازهای انسانی!!

درسنامه درختی ۱۰۳ زیست‌فناوری

- زیست‌فناوری
  - شاخه‌ها
    - امروزه پلاستیک‌های قابل تجزیه را با هزینهٔ کمتر و توسط زیست‌فناوری نوین با انتقال ژن **از باکتری** به گیاه تهیه می‌کنند.
    - اختلال در عملکرد و مقدار عوامل مؤثر در انعقاد خون، سبب انواع بیماری هموفیلی شده که تأمین داروهای آن‌ها با مشکل مواجه است.
    - امروزه استفاده از روش‌های زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک تحولات مهمی در زمینهٔ تولید فرآورده‌های دارویی فراهم کرده است.
    - **تعریف:** به‌طور کلی به هرگونه فعالیت **هوشمندانهٔ** آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود **زنده**، زیست‌فناوری گویند.
    - روش‌های مورد استفاده
      - مهندسی ژنتیک
      - مهندسی پروتئین
      - مهندسی بافت
    - کاربرد زیست‌فناوری نشانهٔ پیشرفت کشورهاست و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل شده است ← این شاخه از گرایش‌های علمی مثل فیزیک، ریاضی و... استفاده می‌کند.

B ۱۱۳۰ ۲ موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

نکته

در حال حاضر کاربردهای فراوان **زیست‌فناوری**، باعث شده است که از آن به‌عنوان **نشانهٔ پیشرفت کشورها** در قرن حاضر و یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع نام برده شود.

تله‌های تستی الف) درست است. زیست‌فناوری، قلمروی بسیار گسترده در روش‌هایی مثل مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و بافت دارد. از طرفی چون شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی (*علم تجربی*) است، پس مشاهده، اساس آن می‌باشد. / ب) نادرست است. در روش زیست‌فناوری **نوین** هم از انتقال ژن و هم برای تمایز بافتی در مهندسی بافت استفاده می‌کنند. / ج) درست است. زیست‌فناوری از گرایش‌های دیگر علم تجربی مانند علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می‌برد. / د) درست است. در حال حاضر، زیست‌فناوری به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل شده است که چون شاخه‌ای از زیست‌شناسی است، از سال دهم به یاد دارید که به بررسی علمی جانداران و فرایندهای زیستی می‌پردازد.

B ۱۱۳۱ ۱ در زیست‌فناوری نوین، انتقال ژن، سبب تغییر در خصوصیات میکروارگانیسم‌ها و ایجاد محصولات متنوع با کارایی بالا شد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): **کشت ریزجانداران** در زیست‌فناوری **کلاسیک** شروع شد ولی انتقال ژن در زیست‌فناوری نوین صورت گرفت. / گزینهٔ (۳): تولید محصولات **تخمیری** شروعی برای زیست‌فناوری **سنتی** بود ولی تولید **پادزیست** در زیست‌فناوری **کلاسیک** انجام شد. / گزینهٔ (۴): اولین‌بار تولید **آنزیم** در زیست‌فناوری **کلاسیک** شروع شد ولی تغییر و اصلاح جانداران مرهون زیست‌فناوری نوین می‌باشد.

درسنامه درختی ۱۰۴ انواع زیست‌فناوری

- زیست‌فناوری
  - بخش‌ها
    - سنتی
      - تولید محصولات **تخمیری** مانند سرکه، نان و فرآورده‌های لبنی
      - با استفاده از فرایندهای زیستی ← مواد غذایی تخمیری ایجاد می‌کردند.
    - کلاسیک
      - تولید موادی مانند پادزیست‌ها، آنزیم‌ها و مواد غذایی
      - با استفاده از روش‌های تخمیر و **کشت** ریزجانداران (*میکروارگانیسم‌ها*) ← مواد غذایی، دارویی و زیستی ایجاد می‌کردند.
    - نوین
      - دانشمندان توانستند با **تغییر** و **اصلاح** خصوصیات ریزجانداران‌ها، ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.
      - با استفاده از **انتقال ژن** از یک ریزجانداران به ریزجانداران دیگر **شروع** شد.

A ۱۱۳۲ ۱ الکترون‌گیری پیرووات و اتانال به ترتیب در تخمیر لاکتیکی و الکلی صورت می‌گیرد که هر دو **اولین**‌بار در زیست‌فناوری **سنتی** برای تولید مواد غذایی به کار رفتند.

B ۱۱۳۳ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) در مورد زیست فناوری کلاسیک که مدنظر سؤال است، نادرست می‌باشند. در مهندسی ژنتیک برای جدا کردن یاخته‌های تراژنی از یاخته‌های فاقد ژن انتقال یافته، معمولاً از **آنتی‌بیوتیک** یا **پادزیستی** استفاده می‌شود که ژن مقاومت به آن روی دیسک میزبان قرار دارد. **پادزیست‌ها** اولین‌بار در روش **زیست‌فناوری کلاسیک** ایجاد شدند. در این روش زیست‌فناوری، علاوه بر پادزیست‌ها، انواع آنزیم‌ها (*کاتالیزگرهای زیستی*) و مواد غذایی نیز با روش‌های تخمیری یا کشت ریزجانداران نیز تولید شدند.

◀ تولید نان همواره به عمل تخمیری نیاز دارد که همانند محصولات تخمیری لبنی **اولین‌بار** در زیست‌فناوری **سنتی** ایجاد شد (نادرستی ب و د). انتقال ژن نیز در روش زیست‌فناوری نوین استفاده می‌شود (نادرستی الف).

A ۱۱۳۴ ـ ۴ در زیست‌فناوری **نوین** که با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران، سبب تولید ترکیبات جدید با مقدار و کارایی بالا شد، **اولین**‌بار با **انتقال ژن بین دو میکروارگانیسم** (*ریزجانداران*) شروع شد. (*ریزجانداران، باکتری‌ها یا یوکاریوت‌های تک‌یاخته‌ای می‌باشند.*)

◀ گزینهٔ (۱) در مورد روش‌های **جدید** زیست‌فناوری نوین می‌باشد که محصولات انسانی را توسط ریزجانداران ایجاد می‌کند و گزینه‌های (۲) و (۳) نیز در مورد زیست‌فناوری سنتی و کلاسیک صورت می‌گیرد.

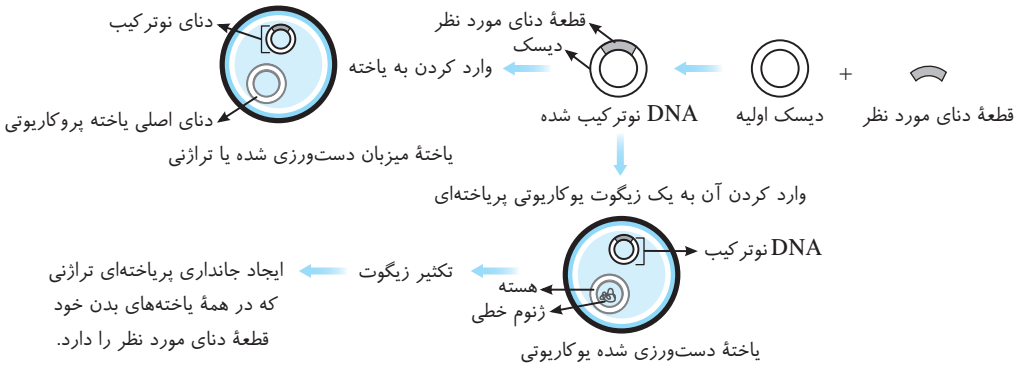
C ۱۱۳۵ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

نکته

۱ دقت کنید که در مهندسی ژنتیک، باید قطعه‌ای از دنای یک یاخته را توسط ناقل ژنی (*مثلاً ریسک*) به یک یاختهٔ دیگر به نام میزبان منتقل کنیم. در این حالت به ناقل ژنی به همراه قطعهٔ دنای مورد نظر، *DNA* **نوترکیب** می‌گویند. به یاختهٔ گیرندهٔ *DNA* نوترکیب یا همان میزبان، **یاختهٔ دست‌ورزی شده** و دارای صفت جدید می‌گویند و به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدید ژنتیکی شده، جاندار **تغییر یافتهٔ ژنتیکی یا تراژن** می‌گوییم.

۲ جاندار تراژنی یا تغییر یافتهٔ ژنتیکی، اگر **تک‌یاخته‌ای** باشد که در همان تک‌یاختهٔ آن دنای جدید قرار گرفته است که البته این تغییر در دنای کمکی ژن یاخته مثل دیسک رخ می‌دهد ولی اگر جاندار **پریاخته‌ای** باشد، معمولاً باید این تغییر در ژن‌های **همهٔ** یاخته‌های آن رخ داده باشد تا لفظ تراژن برای آن کاربرد داشته باشد.

۳ در شکل‌های زیر می‌توانید طریقهٔ دست‌ورزی کردن یاخته و تراژنی کردن جانداران تک‌یاخته‌ای و پریاخته‌ای را مشاهده کنید:



تست‌های تستی الف) دست‌ورزی در باکتری صورت می‌گیرد. / ب) دنای جدا شدهٔ انسانی را به دنای کمکی باکتری اضافه می‌کنند. / ج) دست‌ورزی شدن در مورد یاخته به کار می‌رود که البته ابتدا در خارج میزبان صورت می‌گیرد.

C ۱۱۳۶ ـ ۴ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

برای ایجاد یک گیاه زراعی تراژنی با مهندسی ژنتیک، ابتدا باید یاخته‌ای گیاهی ایجاد کنیم که حاوی دنای نوترکیب شده باشد. برای این عمل موارد زیر به ترتیب انجام می‌شود:

۱) تعیین صفت یا صفاتی مطلوب از یک گیاه دیگر (*مثلاً ژن مقاومت گیاهان خودرو در محیط بسیار سرد*) یا بررسی ژنوم گیاه خاص.

۲) استخراج ژن یا ژن‌های ایجادکنندهٔ صفت مطلوب مورد نظر توسط آنزیم‌های برش‌دهندهٔ پروکاریوتی (نادرستی الف).

۳) نوترکیب کردن ژن حاوی صفت مطلوب با دنای دیسکی باکتریایی (*ژن کمکی*) و ازدیاد آن در باکتری (نادرستی د).

۴) آماده‌سازی یاخته‌ای از گیاهی زراعی برای ورود دنای نوترکیب شده از دیسک و ژن مفید گیاهی.

۵) نوترکیب شدن یاختهٔ گیاهی پس از ورود دنای نوترکیب به آن (درستی ج).

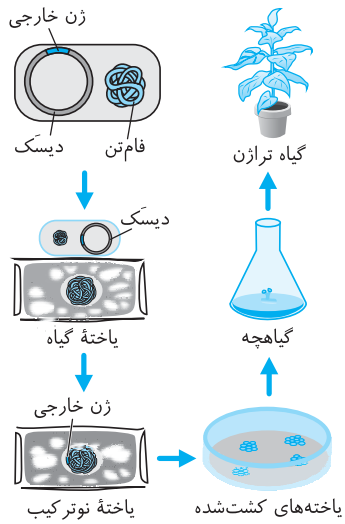
۶) کشت یاخته‌های دست‌ورزی شدهٔ گیاهی در محیط مخصوص.

۷) ایجاد گیاهچه‌ای تراژنی از تکثیر یاخته‌های نوترکیب در محیط کشت.

۸) تولید گیاه تراژن که همهٔ یاخته‌های آن مشابه یاخته‌ای بود که در ابتدا نوترکیب شده بود.

۹) بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن آن‌ها برای سلامت انسان و محیط‌زیست.

۱۰) در انتها تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی تا مجموعه‌ای از گیاهان تراژنی ایجاد شوند (نادرستی ب).



برو درسنامه درختی (۱۰۵) بخون

B ۱۱۳۷ ـ ۱ برای همسانه‌سازی ژن انسانی تولیدکنندهٔ هورمون رشد و همچنین ازدیاد اولیه ژن برای ایجاد گیاهان زراعی، ابتدا باید ژن مورد نظر را با یک ناقل ژنی مثل دیسک باکتریایی، نوترکیب کنیم.

تست‌های تستی گزینهٔ (۲): برای تولید هورمون رشد انسانی، در همان یاختهٔ باکتریایی، با رونویسی و ترجمه، هورمون رشد ساخته می‌شود ولی در ساخت گیاه تراژنی باید ژن مورد نظر را به یاختهٔ گیاهی وارد کرد. / گزینهٔ (۳): کشت یاختهٔ نوترکیب و ایجاد جاندار تراژنی در گیاهان زراعی کاربرد دارد. / گزینهٔ (۴): انتقال ژن به ژنوم یوکاریوتی در تولید هورمون رشد انسانی توسط باکتری صورت نمی‌گیرد، ولی برای تولید گیاهان تراژنی رخ می‌دهد.

درسنامه درختی ۱۰۵ اهداف مهندسی ژنتیک

کلیات مهندسی ژنتیک

- یکی از روش‌های زیست‌فناوری نوین می‌باشد.
- در مهندسی ژنتیک قطعه‌ای از دنای یک یاخته توسط **ناقل** به یاخته‌ای دیگر انتقال می‌یابد.
- **یاختهٔ** دریافت‌کنندهٔ قطعهٔ دنا، دچار دست‌ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می‌شود.
- **جاندار** تغییر یافتهٔ ژنتیکی یا تراژنی ← به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی گونهٔ دیگر شده است.
- ابتدا با **باکتری** این روش شروع شد ← بعداً در گیاهان و جانوران نیز ادامه یافت.
- مراحل ایجاد گیاه زراعی تراژن
  1. تعیین صفت یا صفات مطلوب
  2. استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر
  3. آماده‌سازی انتقال ژن به گیاه ← به کمک ناقل ژنی و ایجاد یاختهٔ نوترکیب
  4. تولید گیاه تراژنی از کشت یاخته‌های تراژنی و ایجاد گیاهچهٔ آن‌ها
  5. بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست
  6. تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی
- یکی از اهداف آن تولید انبوه ژن و فرآورده‌های آن، به همان صورت قبل و بدون تغییر در نوع اولیه می‌باشد.

B ۱۱۳۸ ۱ دقت کنید که در متن سؤال، هدف مهندسی ژنتیک در **همسانه‌سازی دنا** را ذکر کرده است. همسانه‌سازی دنا فقط برای انبوه‌سازی ژن به کار می‌رود ولی انبوه‌سازی محصول با بیان ژن‌های فوق رخ می‌دهد که یکی از اهداف دیگر مهندسی ژنتیک می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): جداسازی **یک یا چند ژن** و تکثیر آن‌ها را همسانه‌سازی دنا می‌گویند. / گزینهٔ (۳): در همسانه‌سازی دنا، مادهٔ وراثتی با ابزارهای **مختلف** در خارج از یاخته، تهیه می‌شود. / گزینهٔ (۴): همواره پس از جدا کردن ژن‌های مورد نظر، باید به وسیلهٔ یک ناقل همسانه‌سازی (مثلاً *پلاسمید*)، *DNA* نوترکیب حاصله را به درون ژنوم میزبان منتقل کنند.

B ۱۱۳۹ ۱ فقط مورد (ج) استفاده نمی‌شود. تولید انبوه از یک دنای خالص می‌تواند برای دست‌ورزی ژنی (د)، تولید یک مادهٔ مخصوص (ب) و یا مطالعهٔ ژنی (الف) استفاده شود **ولی تغییر در ساختار سه‌بعدی محصولات مربوط به مهندسی پروتئین و تولید پروتئین یا محصول ژنی می‌باشد.**

نکته
در روش مهندسی ژنتیک، هدف انبوه‌سازی ژن یا محصول آن می‌باشد ولی تغییری در ژن یا محصول آن ایجاد نمی‌شود. در حالی که در مهندسی پروتئین، ابتدا در ژن‌ها تغییراتی ایجاد کرده تا سبب تولید پروتئین‌هایی با کارایی جدید شوند (د).

A ۱۱۴۰ ۱ اولین جاندار دست‌ورزی شده، **نوعی باکتری** بود که رناهای کوچک آن و همهٔ انواع رناهای دیگر آن را رنابسپاراز **پروکاریوتی** می‌سازد. در این جانداران، رشتهٔ الگو برای ساخت پروتئین هلیکاز، نوعی رنای پیک (*mRNA*) بوده که این مولکول نیز توسط همان نوع رنابسپاراز یاختهٔ پروکاریوتی تولید می‌شود.

B ۱۱۴۱ ۴ در سؤال عنوان شده که می‌خواهیم ژنی یوکاریوتی را وارد یاختهٔ پروکاریوتی (*پیش‌هسته‌ای*) کنیم تا آن ژن بیان شود. دقت کنید که تمام موارد بیان این ژن در یاختهٔ جدید، تحت کنترل و عمل یاختهٔ پروکاریوتی رخ می‌دهد که این یاخته فاقد عامل رونویسی می‌باشد (درستی گزینهٔ ۴)). برای رونویسی از این ژن، رنابسپاراز پروکاریوتی وارد عمل می‌شود که از روی *mRNA* ترجمه شده است (نادرستی گزینهٔ ۲))، می‌تواند چند ژن مجاور هم مثل ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز را هم‌زمان رونویسی کند (نادرستی گزینهٔ ۱)). این آنزیم رنابسپاراز پروکاریوتی است و انواع ۱، ۲ و ۳ ندارد (نادرستی گزینهٔ ۳)).

C ۱۱۴۲ ۳ فقط مورد (ب) صحیح می‌باشد.

همهٔ آنزیم‌های محدودکننده، آنزیم‌های **باکتریایی** هستند که طی عمل خود در **هر جایگاه تشخیص**، **دو انتهای چسبنده** ایجاد می‌کنند ولی روی هر دنا می‌توانند تعداد جایگاه تشخیص متعددی داشته باشند (نادرستی الف). ژن سازندهٔ این آنزیم توسط *DNA* حلقوی باکتری رمزگردانی شده که فاقد توالی افزاینده می‌باشد ولی قدرت برش در *DNA* **یوکاریوتی و پروکاریوتی** دارد که دارای توالی افزاینده و اپراتور نیز می‌باشند (درستی ب).

◀ این آنزیم‌ها همواره در هر جایگاه تشخیص دو پیوند فسفودی‌استر می‌شکنند و به دنبال عمل آن‌ها تعدادی پیوند هیدروژنی بدون نیاز مستقیم به فعالیت این آنزیم شکسته می‌شود (نادرستی ج).

◀ راه‌انداز ژن‌های پروکاریوتی **مستقیماً با رنابسپاراز‌ها** شناسایی می‌شود و برخلاف رنابسپاراز یوکاریوتی به عوامل رونویسی نیازی ندارند (نادرستی د).

C ۱۱۴۳ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کند (*در متن سؤال به‌جای بعضی رحمت کنیم*). در مهندسی ژنتیک **بهتر** است که از دیسکی استفاده شود که برای آنزیم محدودکنندهٔ خاص، **فقط** یک جایگاه تشخیص داشته باشد ولی برخی دیسک‌ها می‌توانند بیش از یک جایگاه نیز داشته باشند.

تله‌های تستی الف) دیسک‌ها، دناهای **حلقوی کمکی** هستند که علاوه بر باکتری‌ها در **برخی قارچ‌ها** مثل مخمرها نیز دیده می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید قارچ‌ها یوکاریوت هستند و حاوی دنای خطی در هستهٔ خود می‌باشند. / ب) **همهٔ** دیسک‌ها، برای تکثیر خود محتاج آنزیم‌های همانندسازی کنندهٔ میزبان خود می‌باشند ولی مستقل از زمان تکثیر دنای اصلی میزبان، همانندسازی می‌کنند. / د) **همهٔ** دیسک‌ها، دنای دورشته‌ای **حلقوی خارج از فام‌تن اصلی** میزبان خود می‌باشند.

A ۱۱۴۴ ۳

نکته
دیسک‌ها را **فام‌تن‌های کمکی** می‌خوانند چون حاوی ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی میزبان وجود ندارند. یکی از این ژن‌ها می‌تواند ژن مقاومت به نوعی پادزیست باشد.

B ۱۱۴۵ ۳ این سؤال بسیار ظریف و حاوی نکتهٔ جالبی است. در متن کتاب ذکر کرده است که **بهتر** است در مهندسی ژنتیک از دیسکی استفاده شود که **فقط یک** جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشته باشد ولی قید **بهتر است** دارد نه اینکه اجبار باشد (*این نکته به دلیل عدم جدا کردن ژن مصمم از دیسک می‌باشد که در درسنامه به‌طور کامل بررسی کردیم*) (نادرستی گزینهٔ ۱)).

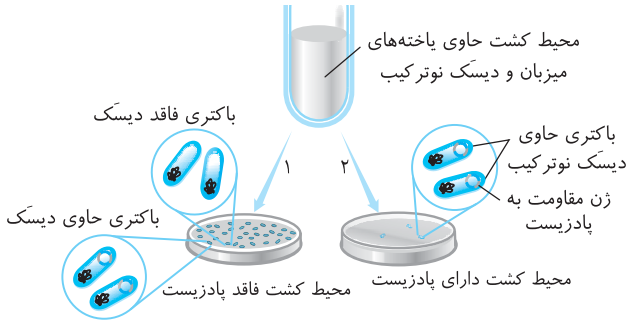
نکته

۱ در مهندسی ژنتیک با هدف همسانه‌سازی ژن، نباید کاری کنیم که تکثیر دیسک متوقف شود، بدیهی است که اگر جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده در توالی شروع همانندسازی باکتری باشد، با برش آن، تکثیر دیسک متوقف می‌شود چون دناپلیمراز قادر به شناسایی توالی شروع همانندسازی نمی‌باشد.

۲ برای به موفقیت رسیدن روش مهندسی ژنتیک، جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده نباید در توالی شروع همانندسازی و توالی مقاومت به پادزیست وجود داشته باشد.

B ۱۱۴۶ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. در مهندسی ژنتیک پس از تولید دنای نوترکیب (*قطعهٔ مورد نظر + دیسک*) باید با هموار کردن شرایطی آن‌ها را وارد یاخته‌های میزبان کنیم. در این مرحله که با شوک الکتریکی یا حرارتی صورت می‌گیرد، **فقط تعداد کمی** از یاخته‌های میزبان، دناهای نوترکیب را دریافت می‌کنند.

دلیل این نکته این است که طبق شکل روبه‌رو، پس از اضافه کردن پادزیست‌ها به محیط، فقط **تعداد کمی از باکتری‌ها** باقی می‌مانند و اکثر آن‌ها از بین می‌روند. در حقیقت باکتری‌های از بین رفته همان‌هایی بوده‌اند که فاقد دنای نوترکیب می‌باشند.



تله‌های تستی الف) نادرست است. دیسک‌ها که حاوی ژن مقاوم به پادزیست می‌باشند در **برخی قارچ‌ها** مثل مخمرها وجود دارند. / ب) نادرست است. در مهندسی ژنتیک، قطعه دنای خاصی را به دنای دیسک اضافه می‌کنیم ولی ژنی یا قطعه‌ای را از دیسک جدا نمی‌کنیم.

ج) نادرست است.

نکته

دقت کنید که در مهندسی ژنتیک **شرط لازم** این است که از یک نوع آنزیم برش‌دهنده باید استفاده شود **«نه اینکه بهتر است!!»**. در حقیقت بهتر است که از دیسکی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای برش‌دهندهٔ خاص داشته باشد.

درسنامه درختی ۱۰۶ مرحلهٔ اول مهندسی ژنتیک

مهندسی ژنتیک ← **همسانه‌سازی دنا** ← **مراحل**

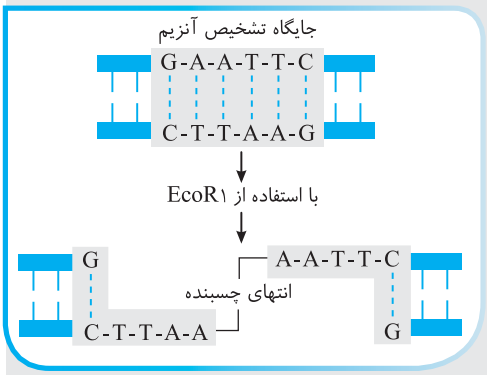
نکات

- تولید انبوه ژن با همسانه‌سازی دنا انجام می‌شود ← در این روش، ژن و فراوردهٔ آن را تولید می‌کنند.
- جداسازی **یک یا چند** ژن و تکثیر آن‌ها را همسانه‌سازی دنا می‌گویند.
- مادهٔ وراثتی را با ابزارهای مختلفی در **خارج** از یاخته تهیه و به وسیلهٔ یک ناقل همسانه‌سازی به درون ژنوم میزبان منتقل می‌کنند.
- **هدف:** تولید مقادیر زیادی از دنای خالص است ← در نهایت برای دست‌ورزی، تولید مادهٔ خاص یا مطالعه استفاده می‌شود.

مراحل

جداسازی قطعه‌ای از دنا

- با استفاده از آنزیم‌های **برش‌دهنده**، جداسازی ژن‌ها صورت می‌گیرد (*نوعی نوکلئاز*).
- آنزیم‌های برش‌دهنده قسمتی از سامانهٔ **دفاعی باکتری‌ها** هستند ← رنای پیک این آنزیم در محل رونویسی می‌تواند ترجمه شود.
- آنزیم‌ها توالی‌های خاصی را در **دو رشتهٔ دنا** شناسایی و برش می‌دهند که به آن جایگاه تشخیص آنزیم گفته می‌شود.
- **مثال:** آنزیم *EcoR۱*
  - جایگاه شناسایی آن، توالی ۶ جفت نوکلئوتیدی $\frac{GAATTC}{CTTAAG}$ دارد.
  - برش پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتید *G*دار و *A*دار **در هر رشته** را انجام می‌دهد.
  - توالی نوکلئوتیدی جایگاه تشخیص آن از هر دو رشتهٔ دنا از دو سمت **مخالف** یکسان خوانده می‌شود.
  - ضمن عمل آن در هر جایگاه تشخیص، دو انتهای تک‌رشته‌ای ایجاد می‌شود.
  - **انتهای چسبنده:** انتهایی از مولکول دنا ایجاد می‌شود که یک رشتهٔ آن بلندتر از رشتهٔ مقابل است.
  - در پی شکست دو پیوند فسفودی‌استر، تعدادی پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا در منطقهٔ تشخیص نیز شکسته می‌شود.
  - انتهای چسبندهٔ حاصل از آن توالی تک‌رشته‌ای *TTAA* دارد.
- با استفاده از این آنزیم‌ها، دنا به قطعات **کوتاه‌تری** تبدیل شده و با روش‌های خاصی این قطعات را جدا می‌کنند و تشخیص می‌دهند.
- هرچه تعداد جایگاه تشخیص آنزیم در دنا بیشتر تکرار شود ← قطعات کوتاه‌تر و بیشتری ایجاد می‌کند.
- ژن تولید آنزیم برش‌دهنده، روی دنای حلقوی باکتری‌ها قرار دارد که ابتدا رونویسی می‌شود.
- هر آنزیم برش‌دهنده، می‌تواند روی دناهای خطی یا حلقوی برش ایجاد کند.
- برای جدا کردن یک ژن، حداقل دو جایگاه تشخیص در دو طرف آن ژن مورد نیاز می‌باشد تا ژن از وسط شکسته شود.



B ۱۱۴۷ ۴

نکته

آنزیم‌های برش‌دهنده، همواره سبب ایجاد قطعات خطی در دناهای خطی و حلقوی می‌شوند ولی آنزیم لیگاز یا اتصال‌دهنده، در مهندسی ژنتیک همواره سبب اتصال دو قطعهٔ دنای خطی شده می‌شود. ضمن عمل لیگاز، می‌توان یک دنای حلقوی یا خطی ایجاد کرد.

درسنامه درختی ۱۰۷ مرحلهٔ دوم مهندسی ژنتیک (تولید دنای نوترکیب)

در این مرحله به نوعی *DNA* نیاز داریم که بتواند ژن خارجی را به آن وصل کرده و آن را وارد یک میزبان کند.

ناقلین همسانه‌سازی

- توالی‌هایی دنایی در خارج از فام‌تن اصلی جاندارانی به نام میزبان می‌باشند.
- می‌توانند مستقل از کروموزوم میزبان تقسیم و تکثیر شوند.
- برای تکثیر نیاز به عوامل آنزیمی میزبان دارند.
- ژن‌هایی دارند که در ژنوم اصلی میزبان وجود ندارند.
- پلازمید یا دیسک از **مهم‌ترین** ناقل‌های ژنی می‌باشند.
- پس از اتصال ژن به آن ← تولید دنای نوترکیب ← ورود به میزبان ← با هربار همانندسازی ناقل ژنی ← ژن مورد نظر نیز همانندسازی می‌شود.

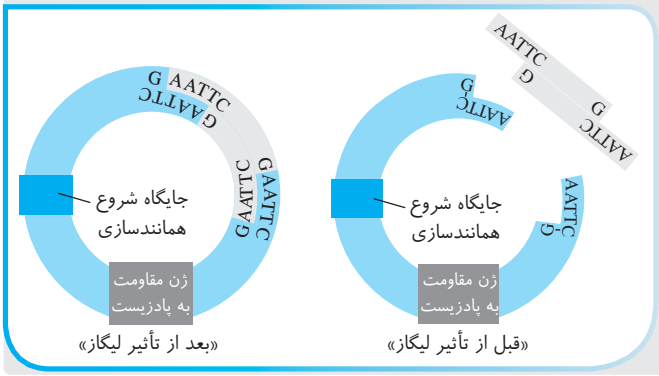


اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب

پلازمید (دیسک)

- یک مولکول دنای دورشته‌ای **حلقوی** است.
- معمولاً درون باکتری‌ها و **بعضی** قارچ‌ها مثل مخمر وجود دارد ← به غشای میزبان متصل نمی‌باشد.
- می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.
- حاوی ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی وجود ندارد (*مثل ژن مقاومت به پادزیست*) ← به آن‌ها فام‌تن کمکی گفته می‌شود.
- **بسیاری** از دیسک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها هستند. این ژن‌ها به باکتری‌ها این توانایی را می‌دهند که پادزیست‌ها را به موادی غیرکشنده و قابل مصرف برای خود تبدیل کنند.

- ابتدا باید ناقل ژنی را نیز برش دهیم که مثلاً در دیسک‌ها، آن‌ها از حالت حلقوی به صورت خطی درمی‌آیند.
- نباید از آنزیم برش‌دهنده‌ای استفاده کنیم که جایگاه شروع همانندسازی یا ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک را در ناقل ژنی برش دهد.
- **بهتر** است از دیسکی استفاده کنیم که **فقط** یک جایگاه تشخیص برای برش‌دهندهٔ ژنی داشته باشد ← تا قطعات دیسکی هم حاوی جایگاه همانندسازی و هم ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک باشند.
- آنزیم مورد استفاده برای برش دادن دیسک، باید همان آنزیمی باشد که در جداسازی دنای مورد نظر استفاده شده است ← تا انتهای چسبندهٔ آن با ژن مورد نظر **مکمل** باشد.
- سپس باید ژن مورد نظر را در مجاورت ناقل ژنی (دیسک) قرار دهیم تا انتهای چسبندهٔ آن‌ها با هم پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.
- در نهایت آنزیم لیگاز با اتصال چهار پیوند فسفودی‌استر، سبب اتصال بین دو انتهای مکمل شده می‌شود.
- به مجموعه دنای ناقل و ژن جاگذاری شده در آن دنای نوترکیب گفته می‌شود که **در خارج** میزبان توسط **لیگاز** ایجاد شده است.



C ۱۱۴۸ ۱ فقط مورد (د) نادرست است.

نکته

در جایگاه تشخیص *EcoR*۱ که توالی یک رشتهٔ آن به صورت *GAATTC* می‌باشد، در هر رشته ۳ باز آلی پورین (*A* و *G*) و ۳ پیریمیدین (*T* و *C*) وجود دارد (درستی الف).

◀ در **انتهای چسبنده تک‌رشته‌ای حاصل از عمل آن که *AATT*** می‌باشد، ۲ پورین و ۲ پیریمیدین وجود دارد (درستی ب).

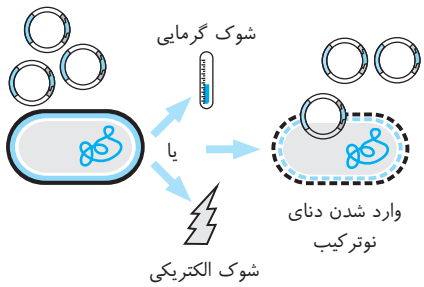
همیشه *EcoR*۱ پیوند فسفودی‌استر بین *A* و *G* یعنی **دو نوکلئوتید پورین‌دار** را می‌شکند (درستی ج).

در یک جایگاه تشخیص آنزیم، تعداد پیوندهای هیدروژنی (*بین A و T*، ۲ *پیوند هیدروژنی و بین C و G*، ۳ *پیوند*) ۱۴ عدد و پیوندهای فسفودی‌استر ۱۰ عدد است. پس تعداد ۸ پیوند هیدروژنی بین *A* و *T* که شکسته می‌شوند ۴ برابر تعداد پیوند فسفودی‌استرهای شکسته شده است ولی دقت کنید که آنزیم برش‌دهنده فقط توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر دارد و در ادامهٔ عمل آن پیوندهای هیدروژنی شکسته می‌شوند (نادرستی د).

C ۱۱۴۹ ۲ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

نکته

در مرحلهٔ وارد کردن دِنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان لازم است که پس از قرار دادن نمونه‌ها در محیط کشت مناسب، از شوک گرمایی یا الکتریکی همراه با مواد شیمیایی استفاده شود تا دناهای نوترکیب وارد میزبان‌های خود شوند و شروع به همسانه‌سازی ژن یا تولید محصول در درون میزبان کنند.

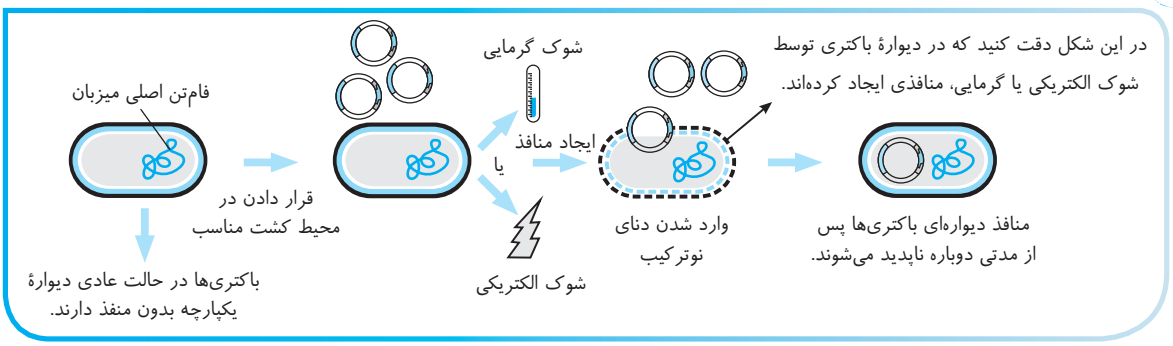


- در این مرحله دناهای نوترکیب، در درون میزبان توسط دنابسپاراز و هلیکازها همانندسازی می‌کنند (درستی الف).
- با ورود دنای نوترکیب به میزبان، قطعاً تعداد نقاط شروع همانندسازی در میزبان که حاوی دنای نوترکیب شده است بیشتر می‌شود چون علاوه بر فام‌تن اصلی باکتری، حالا خود دنای نوترکیب نیز یک جایگاه آغاز همانندسازی برای هلیکازها دارد (درستی ب).
- در متن کتاب عنوان شده است که با شوک الکتریکی و گرمایی، منافذی در **دیوارهٔ باکتری‌ها** ایجاد می‌شود تا دنای نوترکیب را جذب کنند ولی با دقت در شکل مشاهده می‌کنید که این منافذ علاوه بر دیواره در غشای پلاسمایی یاخته نیز ایجاد شده‌اند (درستی ج).
- فعالیت لیگاز برای ایجاد دنای نوترکیب در خارج از باکتری و قبل از مرحلهٔ مورد نیاز شوک الکتریکی یا گرمایی صورت می‌گیرد (نادرستی د).

درسنامه درختی ۱۰۸ مرحلهٔ سوم مهندسی ژنتیک

بیشتر بدانیم: دیواره یاخته‌ای در باکتری‌ها

- در این مرحله، دنای نوترکیب را به درون یاختهٔ میزبان مثلاً باکتری منتقل می‌کنند.
- توسط شوک الکتریکی یا شوک حرارتی به همراه مواد شیمیایی ← منافذی **در دیوارهٔ باکتری** ایجاد می‌کند.
- همهٔ باکتری‌ها، دنای نوترکیب را دریافت نمی‌کنند ← تعداد **کمی** از باکتری‌های محیط واجد دنای نوترکیب می‌شوند.
- دیوارهٔ باکتری‌ها در ابتدا فاقد منفذ می‌باشند و پس از جذب دنای نوترکیب نیز دوباره فاقد منفذ می‌شوند.
- در این حالت، درون باکتری، توسط **هلیکاز** و **دنابسپاراز**، تعداد زیادی دنای نوترکیب حاوی ژن‌های مورد نظر ما شروع به تکثیر می‌کنند.



B ۱۱۵۰ ۴ در این پرسش ۱۰ قطعه *DNA* را برای حواس‌پرتی شما گفته! اگر دقیق به متن پرسش نگاه کنید، می‌توانید بفهمید که یک قطعه *DNA* که در وسط آن ژن تولید پروتئین رناتنی است، با *EcoR*۱ جدا شده است. حالا می‌خواهیم این قطعه را از دو طرف به *DNA* دیسکی وصل کنیم که چون دو جایگاه تشخیص برای اتصال آن‌ها تولید می‌شود چهار پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.

نکته
در قسمت دوم سؤال دقت کنید که میزبان را **مخمر** در نظر گرفته است که یوکاریوتی می‌باشد و از طرفی چون **پروتئین** رناتنی را رمزگردانی می‌کند، پس ابتدا باید از روی آن یک *mRNA* توسط رناپلیمراز ۲ تولید شود. (*امیدوارم پروتئین رناتنی را با RNA رناتنی اشتباه نگرفته باشید!!*)

B ۱۱۵۱ ۲

نکته
۱ توالی نوکلئوتیدهای یک رشته از جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهندهٔ دنا، باید با رشتهٔ مکمل آن از طرف مقابل یکسان باشد، نه اینکه در همان رشتهٔ خودش یکسان باشد (*پس گزینهٔ (۴) رد می‌شود*)، **بعد حتماً باید تعداد نوکلئوتیدها در یک رشته زوج باشد** تا مکمل آن نیز با خودش از دو طرف یکسان شود چون در این صورت مکمل آن در گزینهٔ سوم، *TAGTA* می‌شود که در نوکلئوتید سوم، با هم متفاوتند (*پس گزینهٔ (۳) غلط است*).



از همه مهم‌تر این است که گول گزینهٔ (۱) را نخوری! چون حتماً اطلاع دارید که جایگاه تشخیص روی *DNA* است که نباید یوراسیل داشته باشد.

۲ در جایگاه تشخیص نوکلئوتیدهای قرینه از دو طرف در یک رشته باید بازهای مکمل داشته باشند مثل گزینهٔ (۲).

C ۱۱۵۲ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. وقتی دو انتهای چسبنده با دو نوع آنزیم برش‌دهنده ایجاد می‌شود یعنی یا توالی تشخیص آن‌ها متفاوت بوده است و یا محل برش آنزیم آن‌ها در یک جایگاه تشخیص متفاوت بوده است (نادرستی الف). دو انتهای چسبنده که حاصل دو آنزیم متفاوت می‌باشد، دیگر از طریق هیدروژنی به هم متصل نمی‌شوند و حتماً می‌دانید که لیگاز در اتصال هر انتهای چسبندهٔ تک‌رشته‌ای به یک قسمت دورشته‌ای دنا تأثیر دارد. چون دو انتهای چسبنده فقط با پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند که لیگاز فاقد این توانایی است (نادرستی ب).
دقت کنید که محصولات دو نوع آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی مختلف، قطعاً بازهای آن‌ها نمی‌توانند کاملاً مکمل هم باشند و قید ممکن است اشتباه می‌باشد (نادرستی ج).

نکته
هر انتهای چسبندهٔ تک‌رشته‌ای قادر است تعدادی پیوند هیدروژنی با بازهای مکمل خود و یک پیوند فسفودی‌استر اشتراکی با انتهای مکمل در ژن دیگر برقرار کند (درستی د).

B ۱۱۵۳ ۱

نکته

عمل آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی مثل *EcoR*۱ در مهندسی ژنتیک شکستن پیوند فسفودی‌استر در خارج از میزبان بوده ولی لیگاز یا اتصال‌دهنده در تشکیل پیوند فسفودی‌استر نقش دارد و همانند *EcoR*۱ فعالیت خود را در خارج از میزبان انجام می‌دهد (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۲)).

◀ آنزیم‌های برش‌دهنده برخلاف لیگاز به‌طور طبیعی درون باکتری‌ها به‌عنوان جزئی از سامانهٔ دفاعی آن‌ها به حساب می‌آیند (نادرستی گزینهٔ (۳)) و در آخر دقت کنید که هر دو آنزیم فعالیت خود را در خارج از فام‌تن اصلی میزبان و خارج از یاختهٔ آن انجام می‌دهند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

B ۱۱۵۴ ۲ جایگاه تشخیص برای برش هر آنزیم برش‌دهنده منحصر به فرد است. لذا باید تنها **یک نوع آنزیم** برای بریدن ناقل ژنی و قطعهٔ ژن مورد نظر به کار برده شود تا دو انتهای چسبندهٔ **مکمل** هم پدید آید.

باید توجه کرد که جواب‌های (۳) و (۴) هیچ ربطی به این سؤال ندارند **و اگر آن‌ها را انتخاب کردی دیگه بقیهٔ سؤال‌ها رو نزن و یک‌بار دیگه برو این گفتار رو دوره کن!!**

B ۱۱۵۵ ۱ فقط مورد (الف) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. جایگاه تشخیص *EcoR*۱ به صورت $\overset{\text{محل برش}}{\downarrow}\text{GAATTC}$ / CTTAAG می‌باشد که چون این آنزیم پیوند فسفودی‌استر بین *G* و *A* را در هر رشته برش می‌دهد پس هر انتهای چسبندهٔ آن توالی ***AATT*** دارد که دارای دو باز آلی *A* و دو تا *T* می‌باشد که در این انتهای چسبنده **فقط** ۳ پیوند فسفودی‌استر دارد (*قسمت تک‌رشته‌ای پیوند هیدروژنی ندارد*).

B ۱۱۵۶ ۱ برای جدا کردن یک ژن از *DNA* نوترکیب باید در دو جایگاه تشخیص آنزیم برش ایجاد کنیم که در هر جایگاه دو پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود که کلاً چهار پیوند اشتراکی شکسته می‌شود. (*برای جدا کردن یک ژن، دو جایگاه تشخیص از دو طرف خارجی ژن مورد نیاز است که در هر جایگاه دو پیوند فسفودی‌استر توسط آنزیم برش‌دهنده شکسته شده و در ادامه تعدادی پیوند هیدروژنی که در مورد *EcoR*۱، هشت پیوند است، می‌شکنند.*)

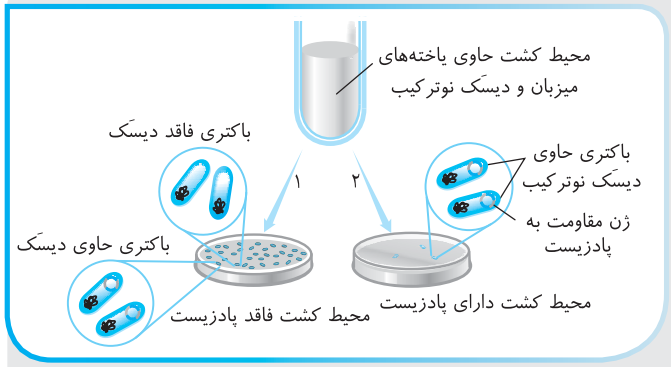
نکته

دقت کنید که **اضافه کردن پادزیست** در این مرحله برای جدا کردن یاخته‌های تراژنی از یاخته‌هایی است که دنای نوترکیب مورد نظر را ندارند.

درسنامه درختی ۱۰۹ مرحلهٔ چهارم مهندسی ژنتیک

جداسازی یاخته‌های تراژنی

- در این مرحله باید ابتدا یاخته‌های دارای ژن‌های نوترکیب را از سایر یاخته‌های فاقد آن جدا کنیم.
- از روش‌های **متفاوتی** می‌توان استفاده کرد.
- یکی از روش‌ها، استفاده از دیسکی است که دارای ژن مقاوم به نوعی آنتی‌بیوتیک مثل آمپی‌سیلین است.
- اگر باکتری دنای نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی این پادزیست رشد می‌کند.
- باکتری‌های حساس به دلیل نداشتن ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک یا همان دنای نوترکیب، از بین می‌روند.
- با توجه به شکل مقابل، در این مرحله **تعداد زیادی** از باکتری‌ها از بین می‌روند و فقط آن‌هایی می‌مانند که دنای نوترکیب دارند.
- در شرایط مناسب، تکثیر باکتری‌های تراژن با **سرعت بالا** ادامه می‌یابد.
- در نتیجه دنای نوترکیب نیز مستقل از فام‌تن اصلی یاخته با سرعت بالا تکثیر می‌شود ← ژن مورد نظر ما نیز در حال همسانه‌سازی است.
- هدف نهایی ← از دناها و سایر مولکول‌های حاصل از دناها، برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده می‌شود.



C ۱۱۵۷ ۴ ابتدا ایستگاه زیر را مطالعه کنید:

مراحل مهندسی ژنتیک

ایستگاه ۶۷

مراحل مهندسی ژنتیک	آنزیم‌ها و مواد مورد نیاز	فرآورده‌ها و اعمال انجام شده
۱) جداسازی قطعه‌ای از دنا	آنزیم برش‌دهنده	محل قطعهٔ مورد نظر را در کل ژنوم بررسی می‌کنیم و توسط آنزیم برش‌دهنده برش می‌دهیم تا قطعهٔ مورد نظر را با دو انتهای چسبنده جدا کنیم.
۲) اتصال قطعهٔ دنا به ناقل ژنی و تشکیل دنای نوترکیب در خارج یاخته	آنزیم برش‌دهنده + آنزیم لیگاز + ناقل ژنی	ناقل ژنی مثل دیسک را با همان آنزیم برش‌دهندهٔ قبلی برش می‌دهیم و سپس به کمک آنزیم لیگاز و ایجاد ۴ پیوند فسفودی‌استر، دنای نوترکیب ساخته می‌شود.

مراحل مهندسی ژنتیک	آنزیم‌ها و مواد مورد نیاز	فرآورده‌ها و اعمال انجام شده
۳) وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان	شوک الکتریکی یا گرمایی + سامانهٔ همانندسازی درون میزبان	منافذی در غشا و دیوارهٔ میزبان اضافه می‌کنیم تا برخی میزبان‌ها، دنای نوترکیب را بپذیرند و سپس توسط سامانهٔ همانندسازی و عمل هلیکاز و دناپلیمراز میزبان، تعداد زیادی دنای نوترکیب درون میزبان ایجاد شود (*ایجاد یاخته‌های تراژنی*).
۴) جداسازی یاخته‌های تراژنی	استفاده از پادزیست‌ها جدا کردن یاخته‌های تراژنی از سایر میزبان‌ها	با اضافه کردن پادزیست‌ها، تعداد کمی باکتری‌ها یا میزبان‌هایی که حاوی دنای نوترکیب مورد نظر می‌باشند را جدا می‌کنیم. (*در این مرحله نیز به تعداد دنای نوترکیب در درون میزبان افزوده می‌شود.*)

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در مرحلهٔ سوم که ناقل ژنی نوترکیب شده را وارد باکتری می‌کنیم، درون باکتری، دناپلیمرازها به تولید دناهای نوترکیب و انبوه‌سازی آن‌ها می‌پردازند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. انبوه‌سازی ژن تا آخرین زمانی که باکتری گیرندهٔ دنای نوترکیب زنده است رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در مرحلهٔ **دوم** مهندسی ژنتیک از هر دو نوع آنزیم برش‌دهنده و لیگاز استفاده می‌شود. / گزینهٔ (۴): **درست** است. تولید دنای نوترکیب در مراحل دوم، سوم و چهارم مهندسی ژنتیک رخ می‌دهد ولی جدا کردن ژن مورد نظر برای انبوه‌سازی در مرحلهٔ اول رخ می‌دهد.

B ۱۱۵۸ **۳** دقت کنید که وقتی دو انتهای چسبنده تک‌رشته‌ای کنار هم قرار می‌گیرند، **ابتدا خود به خود پیوند هیدروژنی** تشکیل می‌شود ولی بعد از آن لیگاز با ایجاد چهار فسفودی‌استر چهار **انتهای چسبنده را به قسمت دورشته‌ای قطعهٔ مجاور وصل می‌کند.** (*گزینهٔ (۱) با عمل لیگاز نادرست است. گزینه‌های (۲) و (۴) در مورد پیوند اشتراکی نادرست هستند و هیدروژنی پروتئین‌ها نیز در رناتن برقرار نمی‌شود.*)

A ۱۱۵۹ **۱**

نکته

همسانه‌سازی یا انبوه کردن ژن یعنی از روی *DNA* نوترکیب، *DNA*های همانند آن درون میزبان ساخته شود که این کار را *DNA* پلیمراز و هلیکاز انجام می‌دهند ولی چون ژن مورد نظر مسئول ساخت *tRNA* است پس **محصول آن حاصل رونویسی** است و به *RNA* پلیمراز نیاز دارد.

◀ برای همسانه‌سازی پروتئین‌ها، به وجود رناتن نیاز می‌باشد.

B ۱۱۶۰ **۳** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. آنزیم‌های هلیکاز و *RNA* پلیمراز در فعالیت خود، مستقیماً سبب شکستن پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ نوکلئیک‌اسیدی می‌شوند ولی دناپلیمراز در عمل ویرایش و آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی مسئول شکستن پیوند فسفودی‌استر بوده و در ادامهٔ عمل آن‌ها، تعداد کمی نیز پیوند هیدروژنی تجزیه می‌شوند **ولی این تجزیه شدن از کارهای مستقیم این دو آنزیم نمی‌باشد.**

B ۱۱۶۱ **۳**

نکته

در مرحلهٔ پایان ترجمه، عامل آزادکنندهٔ وارد شده به رناتن، هم پلی‌پپتید را از *tRNA* جایگاه *P* جدا می‌کند و هم *tRNA* را از *mRNA* جدا می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رنابسپاراز در تولید پیوند پپتیدی نقشی ندارد. / گزینهٔ (۲): تولید پیوند هیدروژنی به آنزیم نیازی ندارد. / گزینهٔ (۴): آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی فقط توانایی شکستن پیوند اشتراکی دارد.

B ۱۱۶۲ **۲** منظور سؤال از دو آنزیمی که توانایی شکستن پیوندهای درون یک رشتهٔ دنا یعنی فسفودی‌استر دارد، **یکی آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی** می‌باشد و دیگری **دنابسپاراز** درون میزبان در عمل **ویرایش** می‌باشد.

◀ ایجاد دوراهی همانندسازی و شناخت جایگاه آغاز همانندسازی از وظایف هلیکاز می‌باشد (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)).

◀ ایجاد *DNA* نوترکیب در خارج باکتری از وظایف لیگاز بوده ولی ایجاد منفذ در دیوارهٔ باکتری‌های میزبان در اثر عمل شوک الکتریکی یا گرمایی به کمک مواد شیمیایی صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

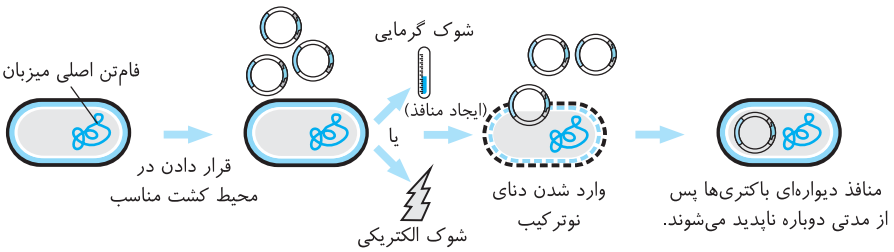
C ۱۱۶۳ **۳** مورد (ج) در مراحلی که دنای نوترکیب چه در خارج میزبان و چه در داخل میزبان تولید می‌شود، رخ نمی‌دهند (*دنای نوترکیب در خارج میزبان توسط لیگاز و در داخل میزبان توسط هلیکاز و دنابسپاراز تولید می‌شود*). استفاده از شوک گرمایی در مرحلهٔ انبوه‌سازی ژن در درون میزبان رخ می‌دهند (رخ دادن الف). استفاده از پادزیست‌ها در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک برای جدا کردن یاخته‌های تراژنی رخ می‌دهد ولی در این مرحله نیز دنای نوترکیب در حال تکثیر می‌باشد (درستی ب). جدا کردن قطعهٔ ژنی مورد نظر در مرحلهٔ اول مهندسی ژنتیک و قبل از تشکیل دنای نوترکیب رخ می‌دهد (نادرستی ج). افزودن و نوترکیب کردن ژن یا ژن‌های مورد نظر به ناقل ژنی در مرحلهٔ تولید دنای نوترکیب در خارج میزبان رخ می‌دهد (رخ دادن د).

B ۱۱۶۴ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست است. آنزیم **اتصال‌دهنده یا لیگاز** همواره دو نوکلئوتید انتهایی از دو قطعهٔ دنا را به هم متصل می‌کند ولی دنابسپاراز مسئول اتصال نوکلئوتید آزاد جدید به نوکلئوتیدهای قدیمی موجود در رشتهٔ دنا می‌شود. **پس منظور سؤال لیگاز می‌باشد.** این آنزیم همواره سبب اتصال **دو قطعه دنای خطی** به هم و ایجاد **یک دنای نوترکیب** به کمک ناقل ژنی می‌شود.

◀ (الف) در مورد آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی می‌باشد، (ب) در مورد هلیکاز و (ج) در مورد دنابسپاراز می‌باشد.

A ۱۱۶۵ **۴** گزینهٔ (۱) در مورد زیست‌فناوری سنتی با تخمیر می‌باشد که از همه قدیمی‌تر است. گزینهٔ (۲) در مورد زیست‌فناوری کلاسیک بوده که پس از آن با زیست‌فناوری نوین توانستند در مهندسی ژنتیک به تولید محصولاتی مثل هورمون رشد توسط باکتری‌ها بپردازند. ولی در جدیدترین روش زیست‌فناوری نوین، از مهندسی پروتئین برای تغییر در نوع فعالیت پروتئین‌ها استفاده می‌شود. گزینهٔ (۴) از همه جدیدتر می‌باشد.

B ۱۱۶۶ ـ ۱ ـ در مرحلهٔ وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان، به ترتیب با توجه به نوشته‌های شکل زیر، ابتدا میزبان در محیط کشت مناسب قرار دارد و سپس شوک الکتریکی یا گرمایی را به کمک مواد شیمیایی اضافه می‌کنند تا دیواره و غشا دارای منافذی برای عبور دنای نوترکیب شوند و سپس دوباره این منافذ بسته می‌شوند (پلاسمودسم مخصوص یاختهٔ گیاهی می‌باشد).



B ۱۱۶۷ ـ ۱ ـ منظور این سؤال اضافه کردن **پادزیست** در مرحلهٔ **جدا کردن یاخته‌های تراژنی** می‌باشد که سبب فعال شدن ژن مقاومت به پادزیست شده و با بیان این ژن، عواملی ایجاد می‌شوند که سبب غیرفعال کردن پادزیست‌ها و قابل استفاده شدن آن‌ها برای باکتری می‌شود. در مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی، به‌طور معمول، این یاخته‌ها با سرعت زیاد در درون خود به همسانه‌سازی دنای نوترکیب می‌پردازند ولی آنزیم لیگاز، ایجاد منافذ دیواره‌ای و تولید انتهای چسبنده در این مرحله رخ نمی‌دهد.

B ۱۱۶۸ ـ ۱ ـ همواره برای جدا کردن باکتری‌های تراژن از پادزیستی باید استفاده کنیم که ژن مقاومت به آن روی دنای نوترکیب شده با قطعه ژن مورد نظر باشد. در این مثال چون هدف همسانه‌سازی دنای جدا شده است باید از آنتی‌بیوتیک تتراسایکلین استفاده کرد.

B ۱۱۶۹ ـ ۱ ـ فقط مورد (الف) جواب است. **آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی** این امکان را ایجاد کرد که بتوان قسمتی از ژنوم را جدا کنیم که مولکول پروتئینی می‌باشد و فاقد پیوند فسفودی‌استر است. این مولکول‌ها واجد پیوند پپتیدی بوده و فقط بخشی از ژنوم را شناسایی می‌کند و برش می‌دهد. می‌توان ژن خاصی را با آن جدا کرد و به دست آورد. هر قسمت از *DNA* را می‌تواند ببرد. این آنزیم باکتریایی است و *RNA* پلیمراز باکتری *mRNA* ساخت آن را ساخته است. خود این آنزیم طی عمل ترجمه از روی *mRNA* ایجاد می‌شود.

B ۱۱۷۰ ـ ۴ ـ

نکته
بین دو انتهای چسبنده همواره **فقط پیوند هیدروژنی** تشکیل می‌شود که در فرایند ترجمه برای اتصال رمزه به پادرمزه (*مثل ساخت پپتیدپروتئین*)، رونویسی در اتصال *RNA* به *DNA* (*مثل ساخت tRNA*) و همانندسازی برای اتصال دو رشتهٔ *DNA* دختری (*مثل ساخت راه‌انداز*) صورت می‌گیرد **ولی در بلوغ *mRNA*، حذف رونوشت اینترون‌ها صورت می‌گیرد که ربطی به پیوند هیدروژنی ندارد.**

A ۱۱۷۱ ـ ۱ ـ در مهندسی ژنتیک برای برش *DNA* و خطی کردن ناقل ژنی، از آنزیم برش‌دهنده با فعالیت نوکلئازی مثل *EcoR*۱ استفاده می‌کنیم و برای اتصال دو قطعهٔ *DNA* به هم و ساخت *DNA* نوترکیب از *DNA* لیگاز در آزمایشگاه (*خارج یاخته*) استفاده می‌کنیم.

نکته
در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک با بیان ژن مقاومت‌کننده به پادزیست ابتدا رناپلیمراز سبب رونویسی شده و با ترجمه، عواملی ایجاد می‌شود که سبب تغییر پادزیست‌ها به مواد غیرکشندهٔ قابل استفاده می‌شوند.

A ۱۱۷۲ ـ ۳ ـ استفاده از آنزیم برش‌دهنده در دو مرحلهٔ اول مهندسی ژنتیک برای جدا کردن قطعهٔ ژنی مورد نظر و برش ناقل ژنی استفاده می‌شود.

B ۱۱۷۳ ـ ۲ ـ آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی فقط قدرت برش دنا را دارد و عمل نوکلئازی انجام می‌دهد و هلیکاز نیز پیوند هیدروژنی را برش می‌دهد. ولی آنزیم‌های دیگر توانایی تشکیل پیوند فسفودی‌استر را دارند (*RNA پلیمراز ۲ در هنگام رونویسی بین نوکلئوتیدهای mRNA ایجاد شده پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌کند*). لیگاز برای تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین *DNA* خارجی و دیسک به کار می‌رود و *DNA* پلیمراز نیز در همانندسازی برای تشکیل پیوند هیدروژنی و ویرایش استفاده می‌شود.

A ۱۱۷۴ ـ ۱ ـ

نکته
در مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی، با اضافه شدن پادزیست‌ها، باکتری‌هایی که ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک را ندارند یعنی در حقیقت *DNA* نوترکیب را ندارند از بین می‌روند (*وقتی DNA نوترکیب یاخته شد، تعداد کمی از باکتری‌ها آن‌ها را جذب می‌کنند*) و در مرحلهٔ آخر، پس از عمل پادزیست‌ها، همهٔ باکتری‌ها حاوی *DNA* نوترکیب می‌باشند.

B ۱۱۷۵ ـ ۳ ـ ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک باعث مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک در این مرحله می‌شود که قسمتی از ژنوم ناقل ژنی دیسکی می‌باشد. باید بدانیم که باکتریوفاژ نیز نوعی وکتور است اما ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک را ندارد.

C ۱۱۷۶ ـ ۱ ـ این خیلی پرسش قشنگیه!! با توجه به شکل کتاب می‌بینید که دیسک وقتی با *EcoR*۱ بریده شده است، ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک آن از وسط بریده نشده است، پس نتیجه می‌گیریم که این ژن فاقد *GAATTC* بوده است که جایگاه تشخیص *EcoR*۱ می‌باشد. بدیهی است که اگر ژنی را با یک نوع آنزیم برش‌دهنده جدا کرده باشیم، یعنی در وسط آن توالی تشخیص نبوده است و این ژن از دو طرف خارجی آن برش داده شده است پس وسط آن جایگاه تشخیص *EcoR*۱ نبوده است، چون اگه بود که ژن مورد نظر رو از وسط قاچ می‌داد نه؟! (*جالب بود؟*)

B ۱۱۷۷ ـ ۳ ـ در مرحلهٔ وارد کردن دنای نوترکیب به میزبان که با شوک الکتریکی یا گرمایی رخ می‌دهد، *DNA* نوترکیب وارد **تعداد کمی** از باکتری‌ها می‌شود تا **تعداد زیادی** نسخهٔ یکسان از روی آن ساخته شود پس دنابسپاراز در تعداد کمی از باکتری‌ها **برای ساخت دیسک** فعال است تا به همراه هلیکاز از جایگاه آغاز **همانندسازی**، شروع به ساخت *DNA* نوترکیب کند ولی در سایر یاخته‌ها نیز *DNA* پلیمراز برای تقسیم دوتایی یاختهٔ غیرتراژنی فعال می‌باشد.

B ۱۱۷۸ ـ ۱ ـ فقط مورد (د) مدنظر است. در دو مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک، آنزیم برش‌دهنده استفاده نمی‌شود، ولی از سه مورد دیگر برای تولید پروتئینِ مقاوم به آنتی‌بیوتیک استفاده می‌شود که موجب بروز مقاومت می‌گردد. با مصرف پادزیست‌ها، ابتدا با تنظیم بیان ژن، ژنی که مقاوم به پادزیست می‌باشد بیان شده و با رونویسی، *mRNA* لازم برای تولید عامل تغییر شکل دهندهٔ پادزیست را می‌سازد. این عامل طی ترجمه و به کمک *tRNA* و... ایجاد می‌شود.

B ۱۱۷۹ ـ ۱ ـ

نکته
همان‌طور که می‌دانید ژن از اون مرموزهاست که فقط پشت صحنه بازی می‌کند ولی آن‌هایی که در خط مقدم شرکت می‌کنند و باعث مقاومت، بیماری یا حساسیت می‌شوند محصول ژن یعنی **پروتئین‌ها** می‌باشند که جنسی مانند مهارکنندهٔ پروکاریوتی که پروتئینی است، دارد.

B ۱۱۸۰ ۱

دقت کنید! دیسک حاوی ژن‌هایی است که در کروموزوم اصلی باکتری وجود ندارند پس در این حالت ژن مقاومت به تتراسایکلین در دیسک وجود ندارد و از این آنتی‌بیوتیک نمی‌توان در جداسازی یاخته‌های هدف استفاده کرد، چون همهٔ باکتری‌ها باقی می‌مانند و تمایزی بین باکتری‌های حاوی DNA نوترکیب و بدون آن‌ها ایجاد نمی‌شود.

B ۱۱۸۱ ۲ مالاریا در اثر نوعی انگل تک‌یاخته‌ای (*یوکاریوت*) ولی عامل بیماری ایدز در اثر نوعی ویروس (*خانوادهٔ رتروویروس‌ها*) در انسان پدید می‌آید. دقت کنید که دیسک‌ها در باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها وجود دارند و در هیچ‌کدام از این دو نوع وجود ندارند.

B ۱۱۸۲ ۴ آنزیم برش‌دهنده ویژهٔ پروکاریوت‌هاست ولی رنای کوچک برای جلوگیری از ترجمه در اتصال به mRNA یوکاریوتی عمل می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برخی قارچ‌ها مثل مخمرها هم دارای دیسک هستند و هم دارای سه نوع رنابسپاراز می‌باشند. / گزینهٔ (۲): درون قارچ‌های دارای دیسک چون یوکاریوتند، دیسک و تنظیم بیان ژن قبل از رونویسی دیده می‌شود. / گزینهٔ (۳): باکتری‌های فتوسنتزکننده می‌توانند علاوه بر رنگیزه فتوسنتزی، دارای آنزیم برش‌دهنده نیز باشند.

B ۱۱۸۳ ۳

نکته برای تهیهٔ انسولین (*که نوعی هورمون پروتئینی است*) به روش مهندسی ژنتیک ابتدا باید ژن تولید انسولین و ژن دیسک مورد نظر را با یک نوع آنزیم برش‌دهنده ببرند، سپس با کمک DNA لیگاز بین این دو، پیوند فسفودی‌استر ایجاد کنند و بعد دیسک‌های نوترکیب را وارد باکتری کنند تا در آنجا این ژن به وسیلهٔ هلیکاز و دناپسپاراز، همسانه‌سازی ژنی شود. سپس این ژن‌ها توسط RNA پلیمراز بیان و رونویسی شوند تا پس از فرایند ترجمه، مادهٔ مورد نظر یعنی انسولین ساخته شود.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۱۱۸۴ ۱ فقط مورد (ب) عبارت داده شده را به درستی تکمیل می‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. لطفاً توجه داشته باشید که در این مثال؛ انتهای چسبنده، فقط شامل چهار نوکلئوتید است و از قسمتی از یک رشتهٔ دنا ساخته شده است. بنابراین فقط می‌تواند یک پیوند اشتراکی با انتهای مکمل تشکیل دهد. دقت کنید که هر انتهای چسبنده با انتهای چسبنده دیگر، می‌تواند چند پیوند هیدروژنی برقرار کند. / ب) درست است. واحد سازندهٔ ناقل‌های همسانه‌سازی، **نوکلئوتیدها** هستند و درون هر نوکلئوتید پیوند فسفودی‌استر دیده نمی‌شود بلکه نوکلئوتیدها با قرار گرفتن کنار یکدیگر این پیوند را به وجود خواهند آورد. / ج) نادرست است. در مورد (الف) هم ذکر شد که انتهای چسبنده‌ای که توسط آنزیم EcoR۱ ایجاد می‌شود، چهار نوکلئوتید دارد و یک رشته دنا را دربر می‌گیرد و می‌دانید که هنگامی که مقابل نوکلئوتیدهای یک رشته نوکلئوتید دیگری نباشد، پیوند هیدروژنی نخواهد داشت. / د) نادرست است. ناقل‌های همسانه‌سازی اگر از نوع دیسک باشند، باید حاوی ژن ضد پادزیست باشند تا بتوانیم باکتری‌های حاوی ژن مدنظر را تفکیک کنیم ولی ناقلین غیردیسک مثل ویروس‌ها این ویژگی را ندارند.

C ۱۱۸۵ ۲ آنتی‌بیوتیک‌ها نخستین‌بار در زیست‌فناوری کلاسیک تولید شدند ولی استفاده از آن‌ها اولین‌بار در زیست‌فناوری نوین بود که در این دوره تغییر ژنوم میکروارگانیسم‌ها نیز ممکن شد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. تولید مواد غذایی با کیفیت **جدید** مربوط به زیست‌فناوری نوین است که در آن همانند سایر زیست‌فناوری‌ها از جانداران تخمیرکننده مثل باکتری (*مانند جانداران مؤثر در پخت خیرشور*) استفاده می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. تهیهٔ محصولات دارویی مثل پادزیست‌ها در زیست‌فناوری کلاسیک ممکن شد که در این دوره، کشت ریزجانداران نیز صورت گرفت. / گزینهٔ (۴): نادرست است. محصول دارای کارایی بالاتر در زیست‌فناوری مدرن و با تغییر ژن ایجاد شد. اما در این دوره، روش‌های مختلفی برای جداسازی یاخته‌های تراژنی وجود دارد که استفاده از پادزیست یکی از آن‌هاست.

◀ بنابراین می‌بینید که گزینهٔ (۲) برخلاف سایر گزینه‌ها درست است.

C ۱۱۸۶ ۱ فقط مورد (ج) عبارت داده شده را به درستی تکمیل می‌کند. اولین جاندارانی که دچار دست‌ورزی ژنتیکی شدند، **باکتری‌ها** بودند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. باکتری‌ای وجود ندارد که بتواند با استفاده از کربن دی‌اکسید و هیدروژن سولفید، اکسیژن تولید کند. باکتری‌های غیراکسیژن‌زا، به جای اکسیژن، گوگرد تولید می‌کنند. / ب) نادرست است. در ورآمدن خمیر نان، تخمیر دخیل است که توسط **قارچ‌های** مخمر ایجاد می‌شود (*نه باکتری‌ها*). / ج) درست است. برخی (*بسیاری*) از باکتری‌ها پلازمید (*دیسک*) دارند که دنایی مستقل از فام‌تن اصلی است و تقسیم آن نیز مستقل می‌باشد. در مورد قید «بسیاری»، اجازه دارید از واژه «برخی» هم استفاده کنید. مثلاً اینکه بگید برخی افراد راست دست هستند غلط نیست. / د) نادرست است. تمام باکتری‌ها در سامانهٔ دفاعی خود، آنزیم برش‌دهنده دارند که در جداسازی قطعهٔ دنا (*اولین مرحلهٔ همسانه‌سازی*) نقش دارد.

C ۱۱۸۷ ۴ سؤال در مورد تشابه و تفاوت مرحلهٔ اول (*جدا کردن ژن*) و مرحلهٔ دوم مهندسی ژنتیک (*تولید دنای نوترکیب*) می‌باشد. تمام گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم تا اشتراک‌ها و تفاوت‌ها را بیابیم:

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برای جدا کردن ژن مورد نظر از ژنوم، نیاز است که دو جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده وجود داشته باشد که هر دو طرف ژن برش بخورد و آن را از مولکول دنا خارج کنیم. در مرحلهٔ تشکیل دنای نوترکیب، با آنزیم برش‌دهنده، باید ناقل ژنی را برش دهیم که وجود یک جایگاه برش برای آن کفایت می‌کند. اما استفاده از شوک حرارتی هم در هیچ‌یک از این دو مرحله رخ نمی‌دهد و مربوط به مرحلهٔ وارد کردن دنای نوترکیب به باکتری است (*پر قسمت اول تفاوت و قسمت دوم تشابه این دو مرحله است*). / گزینهٔ (۲): آنزیم لیگاز که توانایی برقرار کردن پیوند فسفودی‌استر را دارد، فقط در مرحلهٔ تشکیل دنای نوترکیب استفاده می‌شود و در جدا کردن ژن بی‌تأثیر است پس در این مورد تفاوت دارند. البته این دو مرحله در بخش دوم هم با هم متفاوتند و تشکیل پیوند هیدروژنی فقط در تشکیل دنای نوترکیب دیده می‌شود (*هر دو قسمت تفاوت را محرض می‌کند*). / گزینهٔ (۳): تنها در مرحلهٔ ایجاد دنای نوترکیب، در ناقل همسانه‌سازی، برش ایجاد می‌شود. در هر دو مرحله استفاده از آنزیم برش‌دهنده وجود دارد. پس اگر عبارت‌های این گزینه جابه‌جا بودند، می‌توانست درست باشد. / گزینهٔ (۴): استفاده از آنتی‌بیوتیک فقط در مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی رخ می‌دهد؛ پس هر دو مرحله در عدم استفاده از پادزیست، اشتراک دارند. اما فقط در مرحلهٔ تشکیل دنای نوترکیب پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود و از این نظر تفاوت دارند. بنابراین؛ گزینهٔ درست، همین گزینه است.

C ۱۱۸۸ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. علاوه بر اینکه آنزیم برش‌دهنده توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر را دارد، باید توجه داشته باشید که دنابسپاراز هم در ویرایش همین عمل را انجام می‌دهد. پس هم در جداسازی ژن، هم در ساخت دنای نوترکیب و هم در جداسازی یاخته‌های تراژنی، استفاده از چنین آنزیمی وجود دارد. در حالی که در هنگام همانندسازی و بهره‌گیری از دنابسپاراز، ایجاد انتهای چسبنده دیده نمی‌شود. / ب) نادرست است. آنزیم لیگاز و آنزیم دنابسپاراز توانایی تشکیل پیوند فسفودی‌استر را دارند. تشکیل دنای حلقوی با برقراری چهار پیوند، فقط ویژگی **لیگاز** است که با برقراری پیوند، بین ژنِ جدا شده و بخش برش‌خوردهٔ ناقل ساختار حلقوی دنای باکتری را کامل می‌کند. دنابسپاراز چنین ویژگی‌ای ندارد و تعداد زیادی پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهد. / ج) نادرست است. آنزیمی توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی ندارد و برخی آنزیم‌ها فقط می‌توانند به انجام این عمل سرعت ببخشند که سه‌تا از این آنزیم‌ها، دنابسپاراز، لیگاز و رنابسپاراز هستند. آنزیم دنابسپاراز و رنابسپاراز، حتماً مولکول حلقوی ایجاد نمی‌کنند و محصول خطی نیز دارند. / د) درست است. شکستن پیوند هیدروژنی ویژگی آنزیم‌های هلیکاز و رنابسپاراز می‌باشد که پس از عمل لیگاز و نوترکیب شدن دنای مورد نظر وارد عمل می‌شوند.

C ۱۱۸۹ ۲ موارد (الف) و (ب) به نادرستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. برای مثال **لیگاز** یک آنزیم تشکیل دهندهٔ پیوند اشتراکی در فرایند مهندسی ژنتیک است که مقدار فسفات آزاد یاخته را افزایش نمی‌دهد چون دو قطعه با نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته را به هم وصل می‌کند. / ب) نادرست است. پس از وارد شدن دنای نوترکیب به باکتری (شوک حرارتی)، همانندسازی دنا و رونویسی صورت می‌گیرد که در هر دو تشکیل پیوند هیدروژنی را شاهد هستیم. البته تشکیل پیوند هیدروژنی برای تشکیل دنای نوترکیب، قبل از شوک الکتریکی نیز کاربرد دارد. / ج) درست است. اینجا بی‌دقتی نکنید. در فصل ۲ هم گفتم که در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها می‌توانید فرایند ترجمه را هم‌زمان با رونویسی مشاهده کنید و اینکه این دو عمل از دو ژن مختلف باشد. نکته‌ای که در ذهن شماست در مورد یک ژن است که ترجمه و رونویسی هم‌زمان آن ویژهٔ پروکاریوت‌هاست. / د) درست است. یکی از روش‌های جداسازی یاخته‌های دارای دنای نوترکیب، **آنتی‌بیوتیک** است. پس در برخی ناقل‌های همسانه‌سازی که قرار نیست توسط پادزیست جداسازی شوند، ژن مقاومت به پادزیست وجود ندارد ولی دقت کنید که در اینجا از واژهٔ دیسک استفاده شده است که دیسکی که در مهندسی ژنتیک استفاده می‌شود، حتماً ژن مقاوم به پادزیست دارد و از آن باید استفاده کرد.

C ۱۱۹۰ ۲ موارد (الف) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) درست است. هر رشتهٔ جایگاه تشخیص هر آنزیم برش‌دهندهٔ ژن باید تعداد نوکلئوتید زوج داشته باشد که بتواند از دو طرف با مکمل آن یکسان خوانده شود. / ب) نادرست است. در پی ویرایش آنزیم دنابسپاراز (ویرایش کننده) و به دنبال عمل آنزیم برش‌دهنده، پیوندهای هیدروژنی که بین نوکلئوتیدهای دو رشته وجود دارند، شکسته خواهند شد ولی این دو آنزیم نقش فعال و اختصاصی در این عمل ندارند. / ج) نادرست است. هم رنابسپاراز و هم هلیکاز، دو رشتهٔ دنا را از یکدیگر باز می‌کنند. هر دوی آن‌ها برای این کار، پیوندهای هیدروژنی (غیراشتراکی) را می‌شکنند. / د) درست است. دو انتهای چسبنده، فقط با پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند و پیوند اشتراکی‌ای که تشکیل می‌شود، بین دو انتهای چسبنده نیست. دقت کنید که آنزیم لیگاز هر انتهای چسبنده را به انتهای مکمل دورشته‌ای متصل می‌کند.

C ۱۱۹۱ ۴ تمام موارد صحیح هستند. جانداری که از آنزیم برش‌دهنده که مدنظر سؤال است، استفاده می‌کند، **باکتری** است. سایر جانداران هم آنزیم دنابسپاراز دارند که می‌تواند پیوند بین دو نوکلئوتید را بشکند اما این عمل آن، ارتباط مستقیمی به افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیگانه ندارد.

تله‌های تستی الف) در باکتری‌ها به دلیل عدم وجود میتوکندری، پیرووات در همان سیتوپلاسم به مصرف می‌رسد و یا مسیر هوازی یا بی‌هوازی را طی خواهد کرد. / ب) در تمام جانداران یوکاریوتی، آنزیم برش‌دهنده ندارند. در این جانداران رمزه توسط آنزیم رنابسپاراز ۲ و پادرمزه توسط آنزیم رنابسپاراز ۳ ساخته می‌شود. رمزه بر روی رنای پیک قرار دارد و پادرمزه بر روی رنای ناقل. / ج) $NADPH$ در **فتوسنتز** نقش دارد که در پی مصرف آن در چرخهٔ کالوین، اسیدهای سه‌کربنی فسفات‌دار، تبدیل به قندهای سه‌کربنی فسفات‌دار می‌شوند. فتوسنتز در باکتری‌ها هم رخ می‌دهد و چون گفته شده است در صورت مصرف $NADPH$، یعنی باید باکتری فتوسنتزکننده را مدنظر بگیرید. / د) در یوکاریوت‌ها، رنابسپاراز برای اتصال به دنا، نیاز به عوامل رونویسی دارد که با توجه به شکل انتهای فصل ۲ در مورد بیان ژن یوکاریوت‌ها، دو عامل رونویسی هم‌اندازه به راه‌انداز متصل‌اند.

C ۱۱۹۲ ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست هستند. خوب است ابتدا از انتهای هر گزینه دریابید که این گزینه در خصوص چه پیوندی است و بعد بقیهٔ گزینه را بررسی کنید.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در ساختار دوم اکسی‌توسین، بین گروه‌های R، پیوندی تشکیل نمی‌شود بلکه پیوندهای هیدروژنی ساختار دوم، مربوط به آمین و کربوکسیلیک اسیدِ آمینواسیدهاست. پس این گزینه از فیهه‌خالدونش غلطه! / ب) نادرست است. پیوند **هیدروژنی** به‌طور مشترک در ساختار دوم و سوم میوگلوبین ایجاد می‌شود. هم دنابسپاراز و هم $EcoR1$ توانایی شکستن پیوند هیدروژنی را دارند ولی تشکیل پیوند هیدروژنی همواره خودبه‌خود انجام می‌شود. / ج) درست است. لیگاز و رنابسپاراز پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌کنند که همچون پیوندهای موجود در ساختارهای اول و سوم پروتئین لیگاز، اشتراکی است. (رحمت کنید که پیوند اشتراکی در ساختار سوم پروتئین‌ها برخلاف ساختار اول از نوع غیرپپتیدی و بین گروه‌های R است.) / د) درست است. پیوند بین دو فسفات که توسط آنزیم کانال ATPساز دیوارهٔ راکیزه انجام می‌شود برخلاف پیوند موجود بین دو انتهای چسبنده که فقط هیدروژنی بوده، از نوع اشتراکی است. لیگاز هم پیوندهای اشتراکی را بین دو قطعه دنا تشکیل می‌دهد. بنابراین هم کانال ATPساز و هم لیگاز، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی را دارند.

C ۱۱۹۳ ۲ دربارهٔ **دیسک‌های** باکتری‌ها که در کتاب درسی بررسی شده است، موارد (الف) و (د) درست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. دناهای پروکاریوتی معمولاً یک جایگاه آغاز همانندسازی دارند اما تقریباً بسته به تعداد ژن‌هایشان، می‌توانند تعداد مختلفی جایگاه آغاز رونویسی داشته باشند. (البته در توالی‌های چندژنی مثل ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، به‌ازای هر ژن، یک راه‌انداز وجود دارد.) / ب) نادرست است. چشم‌ها را باید شست طور دیگر باید دید! ریبوز یک قند است (نه یک پنج‌کربن). / ج) نادرست است. ژن‌هایی که در دیسک باکتری قرار دارند، بر روی فام‌تن اصلی (که به غشا متصل است) وجود ندارند. / د) درست است. به دلیل قرارگیری یک قطعه ژن که آن هم توسط همان آنزیم برش‌دهنده جدا شده است در پلازمید نوترکیب، یک جایگاه تشخیص بیشتر بر روی آن وجود دارد. به هر حال وقتی یک ژن را با دنای ناقل نوترکیب می‌کنیم، دو جایگاه تشخیص در دو طرف ژن ایجاد می‌کنیم ولی قبل از این عمل فقط با برش یک جایگاه، دنای ناقل را می‌توان به صورت خطی درآورد.

B ۱۱۹۴ ۴ منظور سؤال روش زیست‌فناوری می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. محصولات تخمیری از روش زیست‌فناوری سنتی شروع شد ولی تولید پادزیست از روش کلاسیک آغاز شد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. زیست‌فناوری دانشی جدید نیست و روش سنتی آن خیلی زمان است که انجام می‌شود. در حقیقت زیست‌فناوری **نوین**، روش جدیدی است. / گزینهٔ (۳): نادرست است. همسانه‌سازی ژن انسولین با مهندسی ژنتیک است نه پروتئین! / گزینهٔ (۴): درست است. کشت ریزجانداران، بار اول در روش زیست‌فناوری کلاسیک و با تولید پادزیست انجام شد ولی در روش نوین نیز کشت باکتری‌ها باید صورت بگیرد که در این روش، پادزیست استفاده می‌شود.

B ۱۱۹۵ ـ ۴ دقت کنید که در سؤال ژن رمزگردان یک *rRNA* **یوکاریوتی** را وارد **باکتری** کرده‌ایم. باکتری ابتدا به همسانه‌سازی این ژن توسط هلیکاز و دناپلیمراز پروکاریوتی می‌پردازد و سپس در صورت بیان شدن، توسط رناپلیمراز پروکاریوتی به تولید رنا رناتنی یوکاریوتی می‌پردازد (*نه پروتئین رناتنی*) (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۳)). حتماً می‌دانید که رمزه، توالی سه‌حرفی ویژه *mRNA* (*پیک*) می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)) و از طرفی هر *RNA* یا *DNA* ای نیز حاوی پیوندهای اشتراکی (*کوالانس*) بوده ولی از نوع پپتیدی نمی‌باشد و این ژن یوکاریوتی جدا شده همواره یک نقطهٔ آغاز و یک توالی پایان رونویسی دارد.

B ۱۱۹۶ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) در مورد پروکاریوت‌ها نادرست می‌باشد. انتقال ژن بین دو جاندار در مهندسی ژنتیک، اولین‌بار به کمک **باکتری‌ها** انجام شد. برخی باکتری‌ها مثل اشرشیاکلای می‌توانند سامانه‌های سه ژنی مجاور هم برای تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز داشته باشند ولی نوکلئوزوم، انواع رناپلیمراز و *DNA* خطی و تیلاکوئید از ویژگی یوکاریوت‌ها می‌باشد.

B ۱۱۹۷ ـ ۳ دورهٔ زیست‌فناوری **نوین** با **انتقال ژن از یک ریزجانداران به ریزجانداران** دیگر آغاز شد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پس از اولین روش‌های زیست‌فناوری در مهندسی ژنتیک که با باکتری‌ها انجام شد، در حال حاضر می‌توانند امکان دست‌ورزی ژنتیکی برای سایر موجودات زنده مثل گیاهان و جانوران را نیز انجام دهند. / گزینهٔ (۲): اولین‌بار روش **ژن‌درمانی** که در آخر این فصل مطالعه می‌کنید در لنفوسیت‌های دخترچه‌ای دارای نقص ژنی صورت گرفت. / گزینهٔ (۴): اولین روش‌های مهندسی ژنتیک با باکتری‌ها شروع شد (*مخمرها از قارچ‌ها هستند*).

C ۱۱۹۸ ـ ۲ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند.

باکتری‌ها اولین جاندارانی بودند که تحت دست‌ورزی ژنتیکی قرار گرفتند و در مهندسی ژنتیک، تراژن شدند (*یعنی ژن یگانه‌را از گونه دیگر دریافت کردند*).

تله‌های تستی الف) **درست** است. **باکتری‌ها** از شروع زیست‌فناوری سنتی با روش‌های تخمیری تا امروزه در مهندسی ژنتیک در تولید مواد مختلف نقش داشته‌اند. / ب) نادرست است. هر نوع پروتئین، از روی بخش غیرتنظیمی ژن، رونویسی می‌شود. یعنی هیچ‌گاه از توالی تنظیمی یک ژن (*راه‌انداز، اپراتور و...*) مستقیماً رونویسی صورت نمی‌گیرد. / ج) نادرست است. از فصل ۲ به یاد دارید که پروتئین‌های فعال‌کننده در تنظیم **مثبت** رونویسی پروکاریوت‌ها، **هیچ‌گاه به توالی راه‌انداز متصل نمی‌شوند** بلکه جایگاه اتصال مخصوص به خود در **قبل** از توالی راه‌انداز دارند. / د) نادرست است. پروکاریوت‌ها توانایی تولیدمثل جنسی و ایجاد تخم ندارند.

C ۱۱۹۹ ـ ۱ فقط مورد (الف) جواب است. زیست‌فناوری از هر سه مدل سنتی، کلاسیک یا نوین، عبارت است از هرگونه فعالیت **هوشمندانهٔ انسانی** در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده! در (الف) واکنش‌های تخمیری به‌طور عادی در طبیعت رخ داده است و تحت کنترل هوشمندانهٔ آدمی نبوده است.

C ۱۲۰۰ ـ ۳ فقط مورد (الف) صحیح می‌باشد.

«ناقلین ژنی که به‌طور معمول در مهندسی ژنتیک استفاده می‌شوند، همان **دیسک‌ها** می‌باشند.»



تله‌های تستی الف) درست است. مطابق شکل روبه‌رو، دیسک‌ها، پس از نوترکیب شدن با قطعه *DNA* خاص، حداقل دارای دو جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده در دو سمت آن قطعهٔ خاص می‌باشند. / ب) نادرست است. این تعریف مربوط به جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده می‌باشد. / ج) نادرست است.

نکته

دقت کنید که دیسک یا ناقل ژنی یک توالی خاص ژنی نمی‌باشد بلکه یک *DNA* حلقوی کامل بوده که معمولاً در باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها وجود دارد که از توالی‌های ژنی متعددی ایجاد شده است و در داخل جاندار ولی خارج از فام‌تن اصلی یاخته قرار دارند.

د) نادرست است. تکثیر ناقل ژنی (*دیسک*) همانند تکثیر راکیزه‌ها و سبزدیسه‌های یاخته یوکاریوتی، مستقل از تکثیر میزبان انجام می‌شود ولی این بدان معنی است که حتی اگر ژنوم اصلی یاخته نیز تکثیر نیابد، آن‌ها می‌توانند تکثیر کنند ولی توجه کنید که همواره تکثیر این عوامل، محتاج آنزیم‌های میزبان می‌باشد.

C ۱۲۰۱ ـ ۱ موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

نکته

در مهندسی ژنتیک، اهداف **مختلفی** دنبال می‌شود که **یکی از مهم‌ترین** آن‌ها تولید ژن و فرآورده‌های آن بدون تغییر در توالی آن‌ها می‌باشد (نادرستی الف).

- در مهندسی ژنتیک، برای همسانه‌سازی از جاندار ساده‌ای مثل باکتری (*نه فقط باکتری*!!) (نادرستی ب) استفاده می‌کنند، دلیل استفاده از این جانداران، سرعت تقسیم بالای آن‌ها می‌باشد.
- جداسازی یک یا چند ژن برای تکثیر آن‌ها را همسانه‌سازی ژنی می‌گویند (درستی ج).
- اولین ابزار لازم در مهندسی ژنتیک، **آنزیم برش‌دهنده ژنی** است که با فعالیت نوکلئازی سبب شکسته شدن دو پیوند اشتراکی از نوع فسفودی‌استری در هر جایگاه تشخیص خود می‌شود (درستی د).

B ۱۲۰۲ ـ ۳ دیسک به‌طور معمول در **باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها مثل مخمرها** وجود دارند. منظور این سؤال ویژگی مشترک **دو فرمانرو باکتری‌ها** (*پروکاریوت‌ها*) **و قارچ‌ها** می‌باشد. هر دوی این جانداران در همهٔ گونه‌های خود قادر به تنفس یاخته‌ای و تولید *ATP* و *NADH* در مرحلهٔ قندکافت تنفسی می‌باشند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قارچ‌ها هیچ‌گاه قدرت فتوسنتز و جذب نور ندارند ولی برخی باکتری‌ها که فتوسنتزکننده‌اند سبزینه *a* یا باکتریوکلروفیل دارند. / گزینهٔ (۲): *DNA* کمکی در این یاخته‌ها، همان دیسک آن‌هاست که به صورت حلقوی در خارج کروموزوم اصلی آن‌ها قرار دارد. در حقیقت کروموزوم اصلی در قارچ‌ها به صورت خطی می‌باشد. / گزینهٔ (۴): نقاط وارسی مربوط به یاخته‌های دارای میتوز می‌باشد که چرخهٔ یاخته‌ای دارند. این ویژگی مخصوص یوکاریوت‌ها بوده که در قارچ‌ها برخلاف باکتری‌ها دیده می‌شود.

C ۱۲۰۳ ـ ۱

نکته

در این سؤال فقط باید دقت کنید که آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی، فقط قادرند که مولکول *DNA* را از محل‌های خاصی برش دهند ولی روی *RNA* و پروتئین اثری ندارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. آنزیم‌های غیرپروتئینی از نوع *RNA* می‌باشند که الگوی آن‌ها *DNA* بوده که آنزیم برش‌دهنده روی آن مؤثر است ولی الگوی ساخت آنزیم‌های پروتئینی، مولکول رنای پیک می‌باشد که آنزیم برش‌دهنده روی آن اثری ندارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی، نه روی مولکول هموگلوبین پروتئینی مؤثر است و نه روی الگوی آن که *RNA* پیک می‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در این عبارت، قید **برخلاف** نادرست است چون هر دو قسمتی از دنا بوده که آنزیم برش‌دهنده روی آن مؤثر است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. رونوشت اگزون و اینترون برخلاف توالی پایان رونویسی، بخشی از *mRNA* می‌باشد.

C ۱۲۰۴ ۱ موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

بسیاری از دیسک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها می‌باشند. چنین ژن‌هایی سبب می‌شوند که به باکتری توانایی تغییر دادن پادزیست به مواد غیرکشنده بدهند و بتوانند از این مواد تغییر یافته برای خود استفاده کنند (درستی د). در ادامه با مقاوم شدن، این باکتری‌ها قادر به انتقال تعدادی از این دیسک‌ها به سایر باکتری‌ها می‌باشند تا تعداد باکتری‌های مقاوم را در جمعیت خود زیاد کنند. در حقیقت انتخاب طبیعی سبب تغییر جمعیت آن‌ها در جهت مقاوم شدن می‌شود (درستی ب). دیسک‌ها کروموزوم کمکی هستند و سبب تغییر در دنای اصلی باکتری نمی‌شوند (نادرستی الف). باکتری با تغییر پادزیست‌ها آن‌ها را به مواد غیرکشنده و قابل استفاده تبدیل می‌کند (نادرستی ج).

B ۱۲۰۵ ۱ در توالی تشخیص آنزیم‌های برش‌دهنده، نوکلئوتیدهای قرینه در یک رشته، دارای بازهای آلی مکمل هم می‌باشند. ابتدا باید توالی تشخیص را کامل کنید که به صورت مقابل می‌باشد.

T	G	A	T	C	A
(۱)		(۲)	(۳)	(۴)	
A	C	T	A	G	T
(۵)	(۶)		(۷)	(۸)	(۹)

نوکلئوتید (۴) در دنا حاوی قند دئوکسی‌ریبوز می‌باشد و دئوکسی ریبونوکلئوتید سیتوزین‌دار است.

در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که یک حلقه برای قند دئوکسی‌ریبوز و دو حلقه پورین وجود دارد.

B ۱۲۰۶ ۳ پیش‌ساز یا واحد سازندهٔ *EcoR*۱، **اسیدآمینه** است چون آنزیمی پروتئینی می‌باشد ولی پیش‌مادهٔ آن، *DNA* بوده که حاوی نوکلئوتید است و آن را با فعالیت نوکلئازی برش می‌دهد (*پیش‌ماده، ماده‌ای است که آنزیم روی آن اثر می‌گذارد*). دقت کنید که *LDL* خون از جنس لیپوپروتئین، عامل گروه خونی *ABO* از جنس هیدرات کربن، عامل *Rh* از جنس پروتئین و دیسک نیز از جنس نوکلئوتید دنا می‌باشد.

C ۱۲۰۷ ۱

نکته

۱ **ناقل‌های ژنی که به‌طور معمول در باکتری‌ها** وجود دارند، همان دیسک‌ها می‌باشند که دارای *DNA* حلقوی بوده و اگر تعداد نوکلئوتیدهای دو رشتهٔ آن را با n نشان دهیم، نصف آن‌ها یعنی $\frac{n}{۲}$ پورین و پیریمیدین دارد ولی به **تعداد پیوند فسفودی‌استر** که nتا می‌باشد **فسفات** وجود دارد. این مولکول حلقوی بوده و فاقد فسفات آزاد در دو سر خود می‌باشد و تعداد پیوندهای قند فسفات آن $۲n$ می‌باشد چون در هر نوکلئوتید یک پیوند قند فسفات و بین هر دو نوکلئوتید نیز یک پیوند قند فسفات وجود دارد.

۲ در مولکول‌های نوکلئوتیدی تعداد زیادی پیوندهای اشتراکی یا کووالانسی بین اتم‌ها وجود دارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

C ۱۲۰۸ ۳ موارد (ب) و (ج) درست هستند.

هر دیسک به کار گرفته شده در مهندسی ژنتیک بهتر است که فقط **یک** جایگاه تشخیص برای **هر آنزیم** برش‌دهنده داشته باشد، ولی مهم نیست که این جایگاه در بین توالی آغاز همانندسازی و ژن مقاومت به پادزیست باشد. نکتهٔ مهم این است که این جایگاه تشخیص درون این دو توالی نباشد تا این دو توالی از وسط شکسته نشوند (نادرستی الف). عبارت (ب) درست است چون بیان شده دیسک همانندسازی مستقل از ژنوم اصلی میزبان دارد ولی این عمل را توسط آنزیم‌های میزبان انجام می‌دهد. علت استفاده از دیسک علاوه بر همانندسازی مستقل، دارا بودن ژن مقاومت نسبت به پادزیست‌ها می‌باشد. همان‌طور که گفته شد در زمان زیست‌فناوری کلاسیک نیز قبل از زیست‌فناوری نوین، پادزیست‌ها را توسط کشت میکروارگانیسم‌ها یا... از موجود زنده به دست آوردند (درستی ج). عبارت (د) را جملهٔ کتاب رد می‌کند (*ریبک‌ها را کروموزوم‌های کمکی می‌نامند، چون حاوی ژن‌هایی هستند که در کروموزوم اصلی میزبان وجود ندارند*).

C ۱۲۰۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

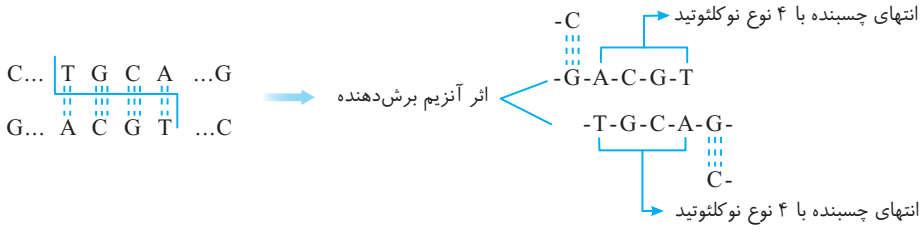
ابتدا یک‌بار دیگر صورت سؤال را به درستی بخوانید! در سؤال مد نظر داشته که قبل از استفاده از ناقل ژنی چه اتفاقاتی رخ داده است؟

خب حتماً می‌دانید که ابتدا باید جایگاه ژن مورد نظر برای همسانه‌سازی را در کل ژنوم پیدا کنیم (درستی د). سپس باید با آنزیم برش‌دهنده که قسمتی از سامانهٔ دفاعی باکتری‌ها می‌باشد، آن ژن را جدا کنیم (درستی الف). برای جدا کردن ژن فوق حداقل دو جایگاه ژنی در اطراف ژن مورد نیاز است که سبب شکستن چهار پیوند فسفودی‌استر می‌شود (درستی ب). ولی ژن مقاومت به پادزیست روی ناقل ژنی وجود دارد که در صورت سؤال مراحل قبل از استفادهٔ آن را خواسته است (نادرستی ج).

C ۱۲۱۰ ۱ ابتدا باید کل جایگاه تشخیص این آنزیم برش‌دهنده به همراه انتهای چسبندهٔ حاصل از آن را رسم کنید.

نکته

۱ باید در توالی شناسایی نوکلئوتیدهای دو رشته، از دو طرف با مکمل خود مثل هم خوانده شوند.



می‌دانیم که همیشه در **هر** جایگاه تشخیص، آنزیم برش‌دهنده **دو پیوند فسفودی‌استر** می‌شکند و با توجه به پرسش که بیان کرده این آنزیم بین C و T را می‌شکند، پس هر انتهای چسبندهٔ تک‌رشته‌ای حاصله دارای ۴ نوع نوکلئوتید با بازهای مختلف A، C، G، T می‌باشد. برای اتصال قطعه‌ای از *DNA* خارجی به دیسک، ابتدا پس از جاسازی آن‌ها در روبه‌روی هم، باید **بین دو انتهای چسبندهٔ آن‌ها پیوند هیدروژنی** برقرار شود که این عمل به صورت خود به خود و بدون نیاز به آنزیم انجام می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲) و درستی گزینهٔ (۱)). سپس آنزیم لیگاز از دو طرف (*انتهای مکمل*) نوکلئوتیدهای دارای باز آلی C و T را دوباره با تشکیل چهار پیوند اشتراکی فسفودی‌استر به هم وصل می‌کند که هر دو دارای باز آلی پیریمیدین (C و T) می‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۲ تولید دنای نوترکیب در مرحلهٔ دوم مهندسی ژنتیک در خارج باکتری و با ایجاد چهار پیوند فسفودی‌استر توسط لیگاز صورت می‌گیرد ولی تشکیل دنای نوترکیب در مرحلهٔ سوم و چهارم مهندسی ژنتیک، درون میزبان و به کمک سیستم همانندسازی یعنی هلیکاز و دناپلیمراز میزبان صورت می‌گیرد که تعداد زیادی پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.

B ۱۲۱۱ ـ ۱ موارد (ب) و (ه) از جنس پروتئین هستند و پیوند پپتیدی بین واحدهای سازندهٔ آن‌ها در رناتن ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی الف و د) ناقل ژنی و جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهندهٔ ژن از جنس دنا می‌باشند که در رناتن تولید نمی‌شوند. / ب و ه) آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی و هیستون‌ها که عامل فشرده شدن فام‌تن‌های یوکاریوتی می‌باشند، همگی پروتئینی بوده و پیوند بین واحد سازندهٔ آن‌ها در رناتن ایجاد می‌شود. / ج) رنای پیک (*mRNA*) الگوی ساخت هر آنزیم پروتئینی می‌باشد که پیوند بین آن‌ها طی رونویسی ایجاد می‌شود ولی در رناتن تولید نمی‌شود.

C ۱۲۱۲ ـ ۳ فقط مورد (د) صحیح است.

منظور سؤال مانند شکل مقابل ناقل ژنی مثل دیسک می‌باشد که قطعهٔ ژن مورد نظری را به آن نوترکیب کرده‌اند و دو جایگاه تشخیص آنزیم در دو سمت ژن مورد نظر دارد.



این دنای نوترکیب، قطعاً در خارج میزبان و توسط لیگاز ایجاد شده است (نادرستی الف) و همواره به صورت حلقوی می‌باشد (نادرستی ب). این مولکول حاوی دیسک مناسبی برای مهندسی ژنتیک بوده است چون در حالت قبل از نوترکیب شدن فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشته است (*چون هیچ ژنی از آن حذف نشده است*) (نادرستی ج).

◀ برای تولید و دست‌ورزی این *DNA*، آنزیم‌های برش‌دهنده و لیگاز نیاز بوده‌اند ولی سپس در درون میزبان به کمک هلیکاز و دناپلیمراز همانندسازی می‌کند (درستی د).

C ۱۲۱۳ ـ ۳ موارد (الف) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

◀ دنای ناقل همان دیسک، باکتریوفاژ یا... می‌باشند که می‌توان قطعه‌ای از دنا را به آن متصل کرد تا سبب انتقال و همسانه‌سازی آن شود ولی رنای ناقل همان *tRNA* می‌باشد که مسئول انتقال آمینواسید برای پروتئین‌سازی می‌باشد.

تله‌های تستی الف) **نادرست** است. دنای ناقل فقط برخی پروتئین‌ها را برای میزبان ایجاد می‌کند ولی رنای ناقل در ترجمهٔ هر پروتئینی نقش دارد. / ب) درست است. دنای ناقل به‌عنوان یک دنای کمکی به‌طور مستقل در برخی یاخته‌ها وجود دارد و از روی دنای اصلی ایجاد نشده است. / ج) درست است. دنا و رنای ناقل، به ترتیب به قطعهٔ دنا و آمینواسید وصل می‌شوند که هر دو دارای نیتروژن می‌باشند. / د) **نادرست** است. رنای ناقل یا *tRNA*، دارای ژن نمی‌باشد.

B ۱۲۱۴ ـ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. همان‌طور که می‌دانید در مهندسی ژنتیک مراحل به ترتیب عبارتند از:

۱) برش و جدا کردن قطعهٔ دنای مورد نظر با آنزیم برش‌دهنده ← البته تا جایگاه ژن شناسایی نشود، از آنزیم برش‌دهنده هم استفاده نمی‌شود.

۲) خطی کردن ناقل ژنی و ساخت *DNA* نوترکیب (*با محدودکننده و لیگاز*)

۳) همسانه‌سازی ژن در درون باکتری (*با هلیکاز و DNA پلیمراز*)

۴) جداسازی یاخته‌های تراژنی توسط پادزیست‌ها

B ۱۲۱۵ ـ ۱ در طبیعت، دیسک به‌طور طبیعی در باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد. با بودن دیسک درون یک یاخته و با علم به اینکه خود یاخته نیز حداقل یک دنای حلقوی (*در باکتری‌ها*) دارد، پس تعداد نقاط شروع همانندسازی که توسط هلیکاز شناسایی می‌شوند حداقل یکی برای دیسک و یکی برای ژنوم اصلی باکتری می‌باشد. پس هر یاخته دارای دیسک بیش از یک جایگاه آغاز برای فعالیت هلیکاز دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در برخی مخمرها که دیسک دارند، راکیزه نیز همراه با غشای داخلی چین‌خوردهٔ *ATP*ساز آن وجود دارد. / گزینهٔ (۳): در مخمر نان که نوعی یاختهٔ دیسک‌دار می‌باشد، طی تخمیر الکلی، پس از واکنش‌های قندکافت از پیرووات یک مولکول CO_2 آزاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): پروکاریوت‌ها معمولاً دیسک دارند ولی فقط یک نوع رنابسپاراز دارند.

C ۱۲۱۶ ـ ۳ فقط مورد (ج) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک، برای جداسازی یاخته‌های تراژنی از سایر باکتری‌ها، از **روش‌های متفاوتی** می‌توان استفاده کرد که یکی از این روش‌ها استفاده از پادزیست می‌باشد. / ب) درست است. در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک، با اضافه کردن پادزیست خاصی مثل آمپی‌سیلین به محیط، اغلب باکتری‌ها که تراژن نشده‌اند از بین می‌روند. پس این باکتری قادر نبوده است که پادزیست‌ها را به موادی غیرکشنده تبدیل کند تا از آن‌ها استفاده کند.

نکته
میزبان‌های تراژن شده با دیسک قادرند، پادزیست‌های خاصی را به موادی کشنده و قابل استفاده تبدیل کنند چون این مولکول‌ها ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک خاص را دارند.

ج) نادرست است. اگر کتاب درسی را به دقت مطالعه کرده باشید، خواهید دید که عنوان کرده: «در شرایط **مناسب** (*نه در هر شرایطی!*)، باکتری‌های تراژن با سرعت بالایی تکثیر می‌یابند.» / د) درست است. پس از جدا کردن یاخته‌های تراژن، می‌توان از آن‌ها در ایجاد محصولات، مطالعات بیولوژیک و... استفاده کرد.

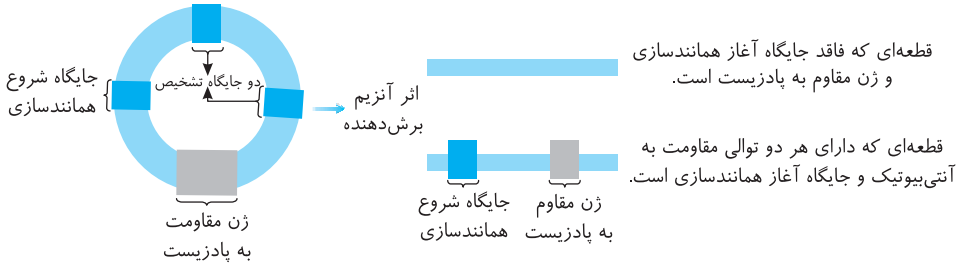
B ۱۲۱۷ ـ ۳ منظور سؤال **زیست‌فناوری سنتی** می‌باشد که مواد غذایی را اولین‌بار با روش‌های **تخمیری** توسط موجودات زنده ایجاد کرد. همان‌طور که در فصل ۵ زیست دوازدهم مطالعه کردید، تخمیر واکنش‌هایی بی‌هوازی بوده که **راکیزه** و زنجیرهٔ انتقال الکترون در آن نقشی ندارد و دوباره‌سازی NAD^+ را در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم انجام می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۳)).

◀ گزینهٔ (۲) در مورد زیست‌فناوری نوین و گزینهٔ (۴) در مورد زیست‌فناوری کلاسیک می‌باشد.

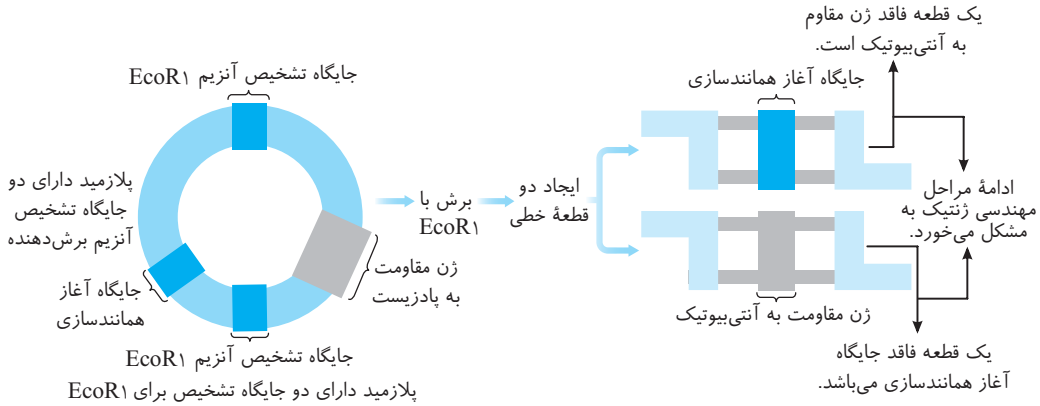
B ۱۲۱۸ ـ ۲

نکته
ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک که در **بسیاری** از دیسک‌ها وجود دارد، سبب می‌شود که یاختهٔ دارای این ژن بتواند با بیان ژن خود، محصولی ایجاد کند که پادزیست‌ها را به موادی غیرکشنده تبدیل کند و از آن‌ها استفاده کند. در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک، با اضافه کردن پادزیست‌ها، **بسیاری** از باکتری‌های محیط از بین می‌روند و **فقط** آن‌هایی باقی می‌مانند که با دیسک نوترکیب تراژن شده‌اند و ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک خاصی مثل آمپی‌سیلین دارند.

C ۱۲۱۹ ۱ حالت اول: اگر دو جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی در دیسک مورد استفاده مهندسی ژنتیک، در بین توالی‌های آغاز همانندسازی و ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک نباشد، در اثر برش، دو قطعهٔ دنای خطی ایجاد می‌شود که همانند شکل زیر یکی دارای هر دو توالی مقاومت به آنتی‌بیوتیک و جایگاه آغاز همانندسازی بوده و توالی دیگر فاقد هر دو توالی می‌باشد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)).



حالت دوم: اگر از بین دو جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی، فقط یکی بین توالی آغاز همانندسازی و توالی مقاومت به پادزیست باشد، در این صورت با برش این دنا، دو قطعه حاصل می‌شود که یکی دارای توالی شروع همانندسازی بوده و دیگری دارای ژن مقاومت به پادزیست می‌باشد.



B ۱۲۲۰ ۲ دیسک یک ناقل ژنی از جنس دنا می‌باشد و ساختار یاخته‌ای ندارد (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)). از طرفی می‌دانید که رمز ساخت هر پروتئینی از جمله هلیکاز روی *mRNA* قرار دارد.

نکته
کاتالیزورهای زیستی همان آنزیم‌ها هستند که توسط عواملی مثل کوآنزیم‌ها فعالیت آن‌ها زیاد می‌شود.

B ۱۲۲۱ ۴

نکته
ساخت *DNA* نوترکیب در بیرون باکتری توسط *DNA* لیگاز و درون باکتری توسط ***DNA* پلیمراز** باکتری (*پروکاریوت*) صورت می‌گیرد که این آنزیم قدرت ویرایش و نوکلئازی دارد و در تولید آن بیان ژن مثبت یا منفی پروکاریوتی رخ می‌دهد ولی به عامل رونویسی نیازی ندارد. این آنزیم در ساخت *RNA* نقشی ندارد.

C ۱۲۲۲ ۲ زیاد شدن دنای نوترکیب در درون میزبان در مرحلهٔ سوم و چهارم مهندسی ژنتیک رخ می‌دهد که برخلاف دو مرحلهٔ اول از آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی استفاده نمی‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ازدیاد دنای نوترکیب همواره با آنزیم‌های بسپاراز که مواد شیمیایی هستند، صورت می‌گیرد و از طرفی در مرحلهٔ ورود دنای نوترکیب به میزبان نیز شوک الکتریکی یا گرمایی را به همراه **مواد شیمیایی** انجام می‌دهند. / گزینهٔ (۳): برای تولید دنای نوترکیب در درون میزبان، قطعاً به هلیکاز و دناپلیمراز میزبان احتیاج می‌باشد. / گزینهٔ (۴): استفاده از پادزیست‌ها در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک صورت می‌گیرد که در این مرحله نیز در یاخته‌های تراژنی با سرعت زیاد همسانه‌سازی ژن صورت می‌گیرد. (*در حقیقت ساخت دنای نوترکیب در درون باکتری و استفاده از پادزیست، هر دو در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک استفاده می‌شود.*)

C ۱۲۲۳ ۴ در مهندسی ژنتیک پس از اینکه دنای نوترکیب را وارد میزبان کردیم، سرعت همانندسازی یا تقسیم دوتا شدن باکتری و تکثیر ژن‌های دیسکی نقش مهمی در انتشار و ازدیاد این ژن در جمعیت باکتری‌های محیط دارد.

◀ در مورد گزینهٔ (۳) دقت کنید که هر دو مرحله بعد از ورود دنای نوترکیب می‌باشد و تقسیم باکتری در آن مؤثر است.

B ۱۲۲۴ ۳ در مرحلهٔ ساخت یاختهٔ تراژنی، درون باکتری *DNA* پلیمراز فعالیت دارد که هم در ساخت پیوند فسفودی‌استر و هم در ویرایش با عمل نوکلئازی آن نقش دارد ولی آنزیم برش‌دهنده که در برش و در استخراج ژن خارجی استفاده می‌شود فقط فسفودی‌استر را می‌شکند.

نکته
تشکیل پیوند هیدروژنی، به آنزیم نیاز ندارد.

C ۱۲۲۵ ۳ *EcoR۱* یک آنزیم باکتریایی برش‌دهندهٔ ژنی بوده که در هر جایگاه تشخیص خود، دو پیوند اشتراکی از یک نوع به نام فسفودی‌استری را برش می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۱)). این آنزیم روی دنای خطی و حلقوی دارای جایگاه تشخیص خود اثر کرده و یک یا تعدادی قطعهٔ دنای خطی ایجاد می‌کند که هر قطعه حاوی فسفات آزاد در دو سر خود می‌باشد (درستی گزینهٔ (۳)). دقت کنید که یک دنا می‌تواند فاقد جایگاه تشخیص *GAATTC* برای *EcoR۱* باشد و یا حتی ممکن است دیسکی دارای جایگاه تشخیص این آنزیم در توالی ژن مقاومت به پادزیست باشد که سبب برش آن ژن شود (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)).

B ۱۲۲۶ ۳ ژن رمزکنندهٔ آنزیم برش‌دهنده در **پروکاریوت‌ها** وجود دارد و این آنزیم مختص باکتری‌ها است. برای گزینهٔ (۱) گویچهٔ قرمز بالغ که فاقد کروموزوم است و برای گزینهٔ (۲) نوزادان پسر را می‌توان مثال زد که یاخته‌های پیکری آن‌ها یک کروموزوم X دارند. در مورد گزینهٔ (۴) نیز یاخته‌های پیکری موجود در مرحلهٔ G_1 یا S اینترفاز را می‌توان مثال زد.

B ۱۲۲۷ ۴ اگه می‌بینی اشتباه زدی به دلیل مشکل بینایی است که «..... شده» را ندیدی!!!

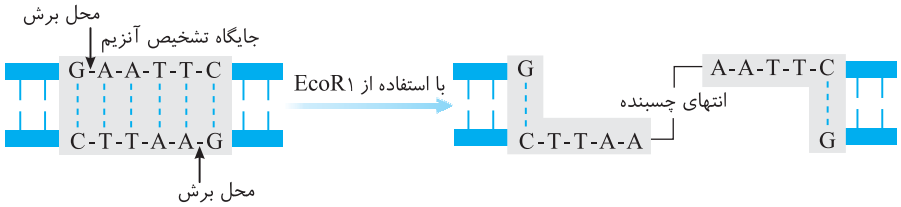
نکته

در اولین تجربهٔ مهندسی ژنتیک که با فرض سؤال بین دو باکتری انتقال ژن صورت گرفته است، قطعهٔ ژنی را از *DNA* حلقوی باکتری جدا کرده و سپس با دنای دیسک باید نوترکیب کنیم. دقت کنید که ابتدا دنای دیسک را با آنزیم برش‌دهنده به صورت **خطی** درمی‌آوریم و در انتها توسط آنزیم لیگاز آن‌ها را به هم متصل می‌کنیم تا حلقوی نوترکیب شوند.

B ۱۲۲۸ ۳

نکته

در شکل زیر مشاهده می‌کنید که در جایگاه تشخیص *EcoR*۱ پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای دارای بازهای آلی **G و A** که هر دو از نوع پورین هستند، شکسته می‌شود. دقت کنید که هیچ‌گاه در *DNA* عادی، دو باز آلی کنار هم، با هم پیوندی ندارند. *(امیدوارم عجولانه نگزینه (۱) رو نزده باشی!!)*



پاسخ آزمونک ۱

C ۱ ۳ تغییر خصوصیات میکروارگانیسم‌ها و ایجاد جانداران تراژنی فقط در زیست‌فناوری نوین کاربرد دارد که سبب ایجاد محصولاتی متنوع با کارایی بالا می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. تولید مواد **غذایی** تخمیری در زیست‌فناوری **سنتی و کلاسیک** وجود دارد.

گزینهٔ (۲): نادرست است.

نکته

از ریزجانداران در زیست‌فناوری سنتی و کلاسیک برای عمل تخمیر و در نوع نوین برای انتقال ژن و نوترکیب کردن آن‌ها کاربرد دارند.

گزینهٔ (۴): نادرست است. تولید آنزیم از محصولات زیست‌فناوری کلاسیک بوده که علاوه بر روش تخمیری از **کشت میکروارگانیسم‌ها** نیز بهره می‌برد.

C ۲ ۱ موارد (ج) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند.

باکتری‌ها اولین جاندارانی بودند که در مهندسی ژنتیک، ژن بیگانه را پذیرفتند و تراژن شدند.

تله‌های تستی الف) درست است. هر باکتری، حداقل به یک نوع دناپلیمراز و یک نوع رناپلیمراز برای تکثیر نوکلئیک‌اسیدهای خود نیازمند است. / ب) درست است. در باکتری‌ها، رنای پیک چندژنی می‌توان یافت. مثلاً در سیستم‌های ژنی مربوط به تجزیهٔ لاکتوز یا مالتوز به خاطر دارید که ابتدا یک *mRNA* سه‌ژنی ایجاد می‌شود. در این حالت می‌توان تصور کرد که هم‌زمان سه رناتن از روی هر سه رونوشت ژن آن شروع به ترجمه کند. / ج) نادرست است. طول عمر رناهای پیک (*mRNA*ها) در پروکاریوت‌ها **کوتاه** می‌باشد. به همین دلیل ممکن است عمل ترجمه یا تولید پروتئین هم‌زمان با عمل رونویسی آغاز شود. / د) نادرست است. پروکاریوت‌ها راکیزه ندارند و فقط دارای یک غشا می‌باشند.

C ۳ ۱ موارد (ب) و (د) نادرست می‌باشند. منظور این سؤال **آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی** می‌باشد که مانند هر آنزیمی نقش کاتالیزگری دارد.

تله‌های تستی الف) درست است.

نکته

آنزیم‌های برش‌دهنده در باکتری‌ها وجود دارند و قسمتی از **سامانهٔ دفاعی** آن‌ها برای مقابله با عوامل بیگانه محسوب می‌شوند.

ب) نادرست است. وجود اگزون و اینترون ویژهٔ ژن‌های یوکاریوتی می‌باشد. / ج) درست است.

نکته

هر آنزیم یا کاتالیزگری وظیفهٔ **کاهش انرژی فعال‌سازی** را در واکنش‌های سوخت‌وسازی دارد.

د) نادرست است. وجود ژن مقاوم به نوعی پادزیست، ویژگی دناهای کمکی مثل دیسک‌ها می‌باشد.

B ۴ ۱ ترتیب (د ← ب ← الف ← ج) درست است.

ترتیب اعمال مهندسی ژنتیک

در مهندسی ژنتیک ترتیب مراحل به صورت زیر می‌باشد:

۱) شناسایی ژن مورد نظر برای همسانه‌سازی از ژنوم جاندار
۲) برش دنا و جدا کردن ژن مورد نظر با اثر آنزیم برش‌دهنده بر توالی کوتاه جایگاه تشخیص
۳) برش ناقل ژنی دیسک توسط همان آنزیم برش‌دهنده و خطی کردن آن
۴) جاسازی و نوترکیب کردن ژن مورد نظر و دیسک با لیگاز
۵) ورود دنای نوترکیب به میزبان با شوک الکتریکی یا گرمایی
۶) همسانه‌سازی ژن درون میزبان توسط هلیکاز و دنابسپاراز
۷) جداسازی یاخته‌های تراژن از سایر یاخته‌ها توسط پادزیست‌ها
۸) استفاده از ژن یا محصول مورد نظر در بخش‌های مختلف

B ۵ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست می‌باشند. آنزیم‌های برش‌دهنده، آنزیم‌هایی باکتریایی هستند که از روی *mRNA* تولید می‌شوند. رنای پیک الگوی آن‌ها مانند سایر رنا پیک‌های پروکاریوتی عمر کوتاهی دارد و این آنزیم نیز قادر به برش *RNA* نمی‌باشد (درستی الف و ج). در پروکاریوت‌ها اپراتور در برخی ژن‌های دارای تنظیم بیان منفی رونویسی وجود دارد که این توالی بین راه‌انداز و نقطهٔ شروع رونویسی ژن وجود دارد (نادرستی ب). حتماً به یاد دارید که اتصال رنای کوچک به رناهای پیک برای ممانعت از ترجمه، ویژهٔ یوکاریوت‌ها می‌باشد (نادرستی د).

B ۶ ۱ دیسک به‌طور معمول در باکتری‌ها وجود دارد که همانند دنای اصلی، درون یاخته هستند ولی در خارج از فام‌تن اصلی قرار دارند و به غشای پلاسمایی متصل نمی‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۳)). این مولکول‌ها می‌توانند مستقل از تکثیر دنای اصلی، همانندسازی کرده و تعداد بیشتری از یک عدد در هر باکتری ایجاد کنند (درستی گزینه‌های (۲) و (۴)).

B ۷ ۴ بعد از ۲۰ دقیقه یک باکتری تبدیل به ۲ باکتری می‌شود. بعد از ۴۰ دقیقه ۲ باکتری، ۴ باکتری می‌شود و در پایان یک ساعت ۸ باکتری تشکیل می‌شود. با هر بار تقسیم باکتری‌ها، دیسک‌ها مستقل و بیشتر از باکتری تقسیم می‌شوند چون همانندسازی **مستقل** دارند، پس در پایان یک ساعت **بیش از ۸ نسخه** دیسک تولید می‌شود که این دیسک‌ها در باکتری‌های محیط پخش می‌باشند.

C ۸ ۴ در مرحلهٔ سوم مهندسی ژنتیک که با شوک الکتریکی و گرمایی، منافذی در دیواره و غشای باکتری میزبان ایجاد می‌شود، برش دنا توسط آنزیم‌های برش‌دهنده رخ نمی‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ جدا کردن یاخته‌های تراژنی در آخر مهندسی ژنتیک، پادزیست به محیط اضافه می‌کنند تا یاخته‌های تراژنی که تعداد آن‌ها به سرعت زیاد می‌شود را از سایر یاخته‌های فاقد دنای نوترکیب جدا کنند. / گزینهٔ (۲): اولین یاختهٔ تراژنی در مرحلهٔ وارد کردن دنای نوترکیب به میزبان صورت می‌گیرد که در این مرحله شوک الکتریکی یا گرمایی برای ایجاد منافذ دیواره‌ای به **همراه مواد شیمیایی** داده می‌شود. / گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ تولید دنای نوترکیب در خارج میزبان، از آنزیم لیگاز یا اتصال دهنده استفاده می‌شود که در این مرحله ابتدا باید دیسک را توسط آنزیم برش‌دهندهٔ ژن از حالت حلقوی به خطی دربیاوریم که با تجزیهٔ پیوند فسفودی‌استر صورت می‌گیرد.

C ۹ ۲ موارد (الف)، (ب)، (ج) و (د) درست هستند. **همهٔ** آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر کووالانسی (درستی الف) و دارا بودن جایگاه تشخیص دورشته‌ای (درستی ج) و ساخته شدن در باکتری که فاقد عامل رونویسی است (درستی د) را دارند. این آنزیم‌ها طی عمل خود به تولید انتهای چسبنده تک‌رشته‌ای بلندتر می‌پردازند (درستی ب). فقط *EcoR*۱ جایگاه *GAATTC* دارد (نادرستی ی) و هیچ‌کدام از آنزیم‌های برش‌دهنده توانایی تشکیل پیوند فسفودی‌استر ندارند (نادرستی ها).

A ۱۰ ۲ در مرحلهٔ **جداسازی یاخته‌های تراژنی**، از یک پادزیست مثل آمپی‌سیلین استفاده می‌شود که در این مرحله **تعداد زیادی** از باکتری‌ها از بین می‌روند و **فقط** آن‌هایی می‌مانند که *DNA* نوترکیب دارند. در این مرحله **همهٔ** باکتری‌ها در حال تقسیم دو تا شدن بوده‌اند.

A ۱۲۲۹ ۳ زیست‌فناوری سه شاخهٔ اصلی مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و مهندسی بافت دارد. در مهندسی ژنتیک، ژن خاصی را جدا می‌کنند تا آن را همسانه‌سازی کنند یا محصول آن که رنا یا پروتئین است را به همان صورت طبیعی ایجاد کنند ولی در مهندسی پروتئین، ابتدا در ژن تولید یک پروتئین خاص، **تغییراتی جزئی یا گسترده** ایجاد می‌کنند تا در نهایت پروتئینی با ساختار و فعالیت بهینه‌تر ایجاد کنند. به همین دلیل محققین در مهندسی پروتئین همواره **نیازمند به شناخت کامل از ساختار و عملکرد پروتئین** می‌باشند. در مهندسی بافت نیز، محققین از یاخته‌های بنیادی استفاده می‌کنند.

نکته مهم
لازم به توجه می‌باشد که در تست‌های این قسمت، بسیار به کلمات مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین یا بافت باید دقت کنید.

درسنامه درختی ۱۱۰ مهندسی پروتئین

مهندسی پروتئین‌ها

نکات

- این روش، **با تغییر در ژن**، امکان ایجاد تغییرات **دلخواه** در توالی آمینواسیدهای یک **پروتئین** را فراهم می‌کند ← در نهایت هدف ایجاد پروتئینی بادوام‌تر یا با کیفیت‌تر از حالت عادی می‌باشد.
- شناخت کامل ساختار و عملکرد آن پروتئین، پایهٔ انجام مهندسی پروتئین می‌باشد.
- انواع تغییرات روی پروتئین
  - جزئی ← شامل تغییرات در رمز دنای سازندهٔ **یک یا چند آمینواسید** در مقایسه با پروتئین طبیعی است.
  - عمده ← گسترده‌تر است و شامل
    - برداشتن قسمتی از یک ژن یک پروتئین
    - ترکیب بخش‌هایی از ژن‌های مربوط به پروتئین‌های متفاوت
- تغییر در توالی آمینواسیدها ← سبب تغییر شکل فضایی مولکول پروتئین شده ← در نهایت سبب تغییر در عمل پروتئین می‌شود ← این پروتئین اهدافی برای مصرف درمانی یا تحقیقاتی دارد.
- تغییرات مفید در این فرایند
  1. افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما و *pH*
  2. افزایش حداکثری سرعت واکنش
  3. تمایل آنزیم برای اتصال به پیش‌ماده

افزایش پایداری پروتئین‌ها

نکات

- افزایش پایداری در برابر گرما سبب می‌شود
  - در دمای بالاتر **سرعت** واکنش بیشتر شود.
  - خطر **آلودگی میکروبی** در محیط واکنش کمتر شود.
  - نیاز به خنک کردن محیط واکنش به خصوص در مورد واکنش‌های **گرمازا** از بین برود.

B ۱۲۳۰ ۱ دقت کنید که مهندسی پروتئین که سبب تغییر در **ویژگی یک پروتئین** می‌شود، با تغییرات جزئی یا کلی در ساختار پروتئین رخ می‌دهد. در هر دو نوع این تغییرات، ابتدا روی ژن دستکاری می‌کنند و سپس این ژن تغییر یافته در یک واحد زنده به تولید پروتئینی با ساختار و ویژگی جدید می‌پردازد. در تغییرات جزئی تغییر در **یک یا چند آمینواسید** رخ می‌دهد ولی اگر یک یا چند رشتهٔ پلی‌پپتید تغییر کند، این یک تغییر گسترده یا کلی در ساختار پروتئین می‌باشد.

A ۱۲۳۱ ۴ یکی از اهداف مهندسی پروتئین، ساخت محصولاتی است که **پایداری بیشتری در مقابل گرما** دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هیچ پروتئینی به هر تغییرات دما و pH مقاوم نمی‌باشد بلکه سعی در افزایش مقاومت آن‌ها است. / گزینهٔ (۲): هدف مهندسی پروتئین، افزایش سرعت عمل آنزیم‌ها با **کاهش** انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها می‌باشد. / گزینهٔ (۳): خنک کردن محیط واکنش در صنعت به دلیل از بین نرفتن آنزیم‌هاست و به کاهش آلودگی میکروب ربطی ندارد (*اتفاقاً میکروب‌ها نیز در دمای بالا از بین می‌روند*).

C ۱۲۳۲ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

آنزیم **آمیلاز** در لولهٔ گوارش توسط انواع غدد بزاقی و بخش برون‌ریز لوزالمعده تولید و ترشح می‌شود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. آمیلازها در تبدیل نشاسته به قندهای ساده‌تر و در نهایت به **دی‌ساکارید مالتوز** نقش دارند (*حتی در بدن انسان نیز بعد از عمل آمیلازها، سرانجام آنزیم مالتاز خارج شده از یاخته‌های رودهٔ باریک، سبب هیدرولیز مالتوز و ایجاد گلوکز می‌شود*). / ب) نادرست است. فیبرین پروتئینی نامحلول، مخصوص انعقاد خون می‌باشد که توسط **پلاسمین‌ها** تجزیه می‌شوند. / ج) **درست** است. از آمیلاز در بخش‌های مختلف صنعتی مثل صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده‌ها استفاده می‌شود. / د) نادرست است. آمیلاز مقاوم به گرما به‌طور **طبیعی** و توسط رناتن یاخته‌ای در باکتری‌های گرمادوست موجود در چشمه‌های آب گرم ایجاد می‌شود. این نوع آنزیم **در این باکتری‌ها** با روش زیست‌فناوری ایجاد نشده است.

درسنامه درختی ۱۱۱ آمیلاز با مهندسی پروتئین

افزایش پایداری پروتئین‌ها ← **آمیلازها (مقاوم به گرما)**

- از آنزیم‌های پرکاربرد در صنعت هستند که نشاسته را به قطعات کوچک‌تری تجزیه می‌کنند.
- کاربرد در صنعت
  - صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده‌ها
  - امروزه با روش مهندسی **پروتئین** در زیست‌فناوری ← تولید **آمیلازهای پایدار** در برابر گرما ممکن شده است.
  - علت استفاده از آمیلازهای مقاوم به گرما
    - کاهش زمان واکنش
    - صرفه‌جویی اقتصادی
    - افزایش بهره‌وری صنعتی
    - بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شوند.
- در **طبیعت** نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد
  - مثال: **باکتری‌های** گرمادوست در چشمه‌های آب گرم دارای آمیلازهای مقاوم به گرما هستند.
  - تولید آمیلاز از باکتری‌های گرمادوست از راه مهندسی ژنتیک است (*نه پروتئین*).

B ۱۲۳۳ ۳ هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی در هموگلوبین به‌طور طبیعی دارای ساختار سوم پروتئینی و سه‌بعدی می‌باشد که این نشانه‌ای از مهندسی پروتئین نمی‌باشد.

نکته

افزایش پایداری پروتئین‌ها در دمای بالا (گزینهٔ (۱))، سرعت بیشتر فعالیت آنزیمی با کاهش سریع‌تر انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها (گزینهٔ (۲)) و عملکرد سریع‌تر هلیکاز برای شروع همانندسازی (گزینهٔ (۴)) مثال‌هایی از اهداف مهندسی پروتئین می‌باشد.

A ۱۲۳۴ ۴ هدف از تولید آمیلازهای مقاوم به گرما که توسط مهندسی **پروتئین** ایجاد شده‌اند، دو مورد زیر بوده است:

الف) کاهش زمان واکنش ← یعنی با کاهش سریع‌تر انرژی فعال‌سازی، واکنش تجزیهٔ نشاسته به مالتوز را تسریع می‌بخشد (گزینهٔ (۱)).

ب) صرفه‌جویی اقتصادی و افزایش بهره‌وری ← دیگر نیازی به دستگاه خنک‌کننده نمی‌باشد (گزینهٔ (۲)).

نکته

۱ آمیلازهای طبیعی مقاوم به گرما در باکتری‌های گرمادوست سبب زندگی عادی آن‌ها در چشمه‌های آب گرم و استفاده از منابع غذایی می‌شود (گزینهٔ (۳)).

۲ این نکته را کتاب در مورد اینترفرون‌ها ذکر کرده است نه آمیلازها!! (*نادرستی گزینهٔ (۴) و دلیل انتخاب آن*).

A ۱۲۳۵ ۳ چون **بسیاری** از مراحل تولید صنعتی در دمای بالا انجام می‌شود، بنابراین استفاده از آمیلاز پایدار در برابر گرما ضرورت ایجاد پیدا کرد. پس از تولید موفقیت‌آمیز آن با مهندسی پروتئین به این نتیجه رسیدند که با استفاده از این نوع مواد می‌توان صرفه‌جویی بیشتر و بهره‌وری بالاتری انجام داد و زمان واکنش‌ها را نیز کاهش داد و اتفاقاً آلودگی‌های میکروبی را نیز کاهش داد.

B ۱۲۳۶ ۴ باکتری‌های گرمادوست موجود در چشمه‌های آب گرم در مناطق آبی با دمای بالای آب زندگی کرده و از مواد آلی مثل نشاسته انرژی می‌گیرند و مانند هر پروکاریوتی یک نوع رنابسپاراز دارند. این باکتری‌ها به دلیل زندگی در محیط دارای دمای بالا، واکنش‌هایی با سرعت بالا دارند.

B ۱۲۳۷ ۴ اگر به دقت کتاب درسی یا درسنامهٔ الگو را مطالعه کرده باشید، به راحتی گزینهٔ (۴) را انتخاب می‌کنید.

برو درسنامه درختی ۱۱۲ بخون

نکته

۱ اینترفرون‌های تولید شده با مهندسی **ژنتیک**، به دلیل پیوندهای **نادرستی** که دارند، فعالیت **بسیار کمتری** از نوع طبیعی دارند.

۲ اینترفرون‌های تولید شده با مهندسی **پروتئین**، فقط در یک آمینواسید با نوع عادی متفاوتند، فعالیت ضد ویروسی آن‌ها **به اندازهٔ** نوع طبیعی (*اینترفرون ۱*) می‌باشد ولی از نوع طبیعی **پایدارتر** می‌باشد.

B ۱۲۳۸ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در روش‌های زیست‌فناوری، تغییرات به صورت **دلخواه و هوشمندانه** توسط **آدمی** صورت می‌گیرد. / ب) نادرست است. در مهندسی پروتئین، سعی در ایجاد تغییرات جزئی و گسترده در پروتئین‌ها برای **افزایش کارایی** می‌باشد ولی ساختار آن پروتئین را تغییر می‌دهند. / ج) **درست** است. خط کتاب درسی است و توجه به قید **بسیاری** در آن مد نظر بوده است. / د) نادرست است. طبق متن کتاب درسی، اینترفرونی که با مهندسی ژنتیک ایجاد شده است، فعالیتی **بسیار کمتر** از نوع طبیعی دارد. (*هدف دقت به قید بسیار کمی در طرح این عبارت بوده است.*)

درسنامه درختی ۱۱۲ تولید اینترفرون با زیست‌فناوری

افزایش پایداری پروتئین‌ها

- **اینترفرون**
  - از پروتئین‌های دستگاه ایمنی است ← نوع I آن در مبارزه با یاختهٔ آلوده به ویروس و نوع II در مقابله با یاختهٔ سرطانی، **به‌طور طبیعی** ترشح می‌شود.
  - انواع روش ساخت
    - محصول مهندسی ژنتیک
      - فعالیت **بسیار کمتر** از اینترفرون طبیعی دارد.
      - علت کاهش فعالیت ← تشکیل **پیوندهای نادرست** در هنگام ساخته شدن در **باکتری** می‌باشد.
      - پیوندهای نادرست درون مولکولی ← تغییر شکل مولکول ← سبب کاهش فعالیت آن می‌شود.
    - محصول مهندسی پروتئین
      - تغییر **جزئی** در رمز **یک** آمینواسید آن ایجاد می‌شود ← با نوعی **جهش جانشینی** ← نوع یک آمینواسید آن تغییر می‌کند.
      - فعالیت اینترفرون حاصله به اندازهٔ اینترفرون طبیعی می‌شود.
      - مولکول اینترفرون حاصله، از نوع عادی، پایدارتر می‌شود ← استفادهٔ دارویی دارد.
    - از نظر فعالیت: اینترفرون مهندسی ژنتیک << اینترفرون مهندسی پروتئین = اینترفرون طبیعی
    - از نظر پایداری: نوع مهندسی ژنتیک < نوع طبیعی < اینترفرون مهندسی پروتئین

A ۱۲۳۹ ۳ تولید آنزیم پلاسمین و پروتئین اینترفرون در مهندسی پروتئین با جانشین کردن **یک آمینواسید** و یک **تغییر جزئی** رخ داده است که مانند هر فرایند زیست‌فناوری در اثر عمل **هوشمندانهٔ آدمی** و به کمک **موجود زنده** رخ داده است (نادرستی گزینهٔ (۴) و درستی گزینهٔ (۳)).

◀ گزینهٔ (۱) به دلیل کلمهٔ **طبیعی** نادرست است و باید این تغییر **آگاهانه** باشد.

◀ تغییر هر دو مورد از نوع جزئی بوده است (نادرستی گزینهٔ (۲)).

درسنامه درختی ۱۱۳ تولید پلاسمین با مهندسی پروتئین

پلاسمین

- **تشکیل لخته**
  - یک فرایند زیستی مهم است ← در خونریزی محدود با درپوشی و در نوع شدید با ایجاد لخته می‌باشد.
  - سبب جلوگیری از ادامهٔ خونریزی می‌شود.
  - در سرخرگ‌های ششی، قلبی و مغزی به علت بسته شدن رگ‌های ششی، سکتهٔ قلبی و مغزی خطرناک است و می‌تواند باعث مرگ شود.
- **نوع طبیعی آن**
  - سبب تجزیهٔ لخته‌ها می‌شود ← عملی مخالف پلاکت و ترومبین دارد.
  - مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است و نقش آنزیمی دارد.
  - کاربرد درمانی دارد و لخته ایجاد شده را تجزیه می‌کند.
- **نوع تولید شده در مهندسی پروتئین**
  - تغییر جانشینی یک آمینواسید با آمینواسید دیگر در اثر تغییر یک رمز وراثتی دارد.
  - مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن از نوع عادی بیشتر می‌شود.
  - نوعی تغییر جزئی در مهندسی پروتئین می‌باشد.

A ۱۲۴۰ ۱ فقط (د) پاسخ مورد نظر است. تولید پلاسمین‌های پردوام‌تر در پلاسما با اثرات دارویی بیشتر از اهداف مهندسی پروتئین می‌باشد ولی این پلاسمین‌ها مقاوم به گرما نمی‌باشند (نادرستی الف و درستی د).

◀ پپسین در حالت **عادی** در محیط اسیدی معده فعال است (نادرستی ب).

◀ تولید اینترفرون پایدارتر در مهندسی پروتئین رخ می‌دهد که تغییرات ژنی آن فقط در یک رمز وراثتی یعنی برای یک نوع آمینواسید رخ داده است (نادرستی ج).

C ۱۲۴۱ ۳ موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. طبق متن کتاب، پلاسمین تولید شده در مهندسی پروتئین، اثرات درمانی بیشتری از نوع عادی دارد، پس نوع طبیعی نیز اثر درمانی داشته است. از طرفی می‌دانید که پلاسمین نوعی آنزیم می‌باشد که دارای جایگاه فعال و ساختار سه‌بعدی می‌باشد. / ب و ج) نادرست است. هر نوع پلاسمین فعالیت آنزیمی یا کاتالیزوری دارد که سبب از بین بردن لخته برای ممانعت از بسته شدن رگ می‌شود. **در حقیقت لخته باعث ممانعت از خونریزی شده ولی پلاسمین سبب ممانعت از بسته شدن رگ می‌شود.** / د) درست است. مویرگ‌های بدن در قلب، شش و مغز از نوع **پیوسته و بدون منافذ و حفرات یاخته‌ای** می‌باشند. در صورت کمبود پلاسمین و ایجاد لخته در سرخرگ‌های این اندام‌ها، ورود خون به مویرگ‌های آن‌ها مختل می‌شود.

A ۱۲۴۲ ۳ وجود لخته و تولید فیبرین زیاد در **سرخرگ‌های** مهم مثل قلب و مغز سبب بروز سکتهٔ قلبی یا مغزی در اثر کاهش خون‌رسانی به آن‌ها می‌شود. دقت کنید که پلاسمین با تجزیهٔ این لخته‌ها سعی در ممانعت از بروز سکته می‌شود، پس با کاهش فعالیت آن‌ها در سرخرگ‌ها (لخته در مویرگ تشکیل نمی‌شود!)، احتمال بروز سکتهٔ قلبی یا مغزی زیاد می‌شود.

۱۲۴۳ (۱) آمیلاز و پلاسمین هر دو نوعی **آنزیم** می‌باشند که در **خارج از یاخته** در لولهٔ گوارش (*برای تجزیهٔ نشاسته*) و در پلاسما (*لخته‌زدا*) می‌باشند. از فصل ۱ به خاطر دارید که آنزیم‌ها وظیفهٔ انجام فرایندهای سوخت‌وسازی را در بدن بر عهده دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): اینترفرون برخلاف پلاسمین نقش آنزیمی ندارد و انرژی فعال‌سازی واکنشی را کاهش نمی‌دهد. / گزینهٔ (۳): اینترفرون و آنزیم برش‌دهندهٔ ژن، پروتئین‌هایی در سامانهٔ دفاعی می‌باشند ولی آنزیم برش‌دهنده مخصوص سامانهٔ دفاعی باکتری می‌باشد. / گزینهٔ (۴): پلاسمین در پلاسما فعال است که جزء محیط داخلی بدن می‌باشد ولی آمیلازها در لولهٔ گوارش به تجزیهٔ نشاسته می‌پردازند که این فضا جزء محیط داخلی بدن نمی‌باشد.

نکته

محیط داخلی بدن عبارت است از خون، لنف و فضای بین‌یاخته‌ای.

۱۲۴۴ (۳) مورد سوم و چهارم صحیح نمی‌باشند.

نکته

۱ در فردی که به علت **سوختگی وسیع** نیاز به پیوند پوست دارد، **بهترین راه پیوند پوست از فرد دیگر می‌باشد** ولی اگر فرد دهندهٔ مناسب وجود نداشته باشد یا برداشت پوست به دلیل آسیب شدید مقدور نباشد، در این حالت، **بهترین راه کشت بافت به همراه پیوند پوست** ایجاد شده می‌باشد.

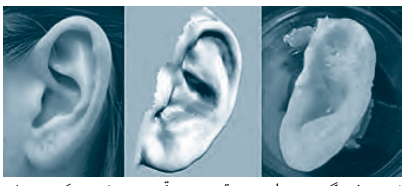
۲ در روش مهندسی بافت ثابت شده است که در پوست یاخته‌هایی وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته‌های **پوست** را دارد (*نه انواع یاخته‌های بدن!*) چون یاخته‌های بنیادی پوستی از نوع بالغ می‌باشند و به همهٔ یاخته‌های بدن تمایز نمی‌یابند (نادرستی عبارت آخر).

درسنامه درختی ۱۱۴ مهندسی بافت

مهندسی بافت

نکات

- در این روش با استفاده از یاخته‌های **تمایز نیافتهٔ بنیادی**، به تولید یک بافت ویژه می‌پردازیم.
- در سوختگی‌های **وسیع** ← پیوند پوست مورد نیاز است، در این حالت ممکن است
  - اهداکنندهٔ پوست مناسب وجود نداشته باشد.
  - برداشت پوست قبلی غیرممکن باشد.
- در سوختگی وسیع ← در صورت نبودن شرایط بالا ← **بهترین** راه، کشت‌بافت و پیوند پوست جدید است.
- امروزه متوجه شده‌اند که در پوست، یاخته‌های تمایز نیافته وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته‌های پوست را دارند. از این یاخته‌ها در مهندسی بافت استفاده می‌شود.
- متخصصان مهندسی بافت ← در زمینهٔ تولید و پیوند اعضا فعالیت دارند.
- جراحان بازسازی‌کنندهٔ چهره ← با روش‌های مهندسی ← از بافت غضروف برای بازسازی لالهٔ گوش و بینی استفاده می‌کنند.
- برای بازسازی لالهٔ گوش ← تکثیر یاخته‌های **غضروفی** در محیط کشت روی داربست مناسب ← تولید غضروف جدید برای بازسازی اندام آسیب‌دیده



غضروف گوش ساخته شده با روش مهندسی بافت بعد از دو هفته — تصویر رقمی (دیجیتالی) — عکس گوش طبیعی

۱۲۴۵ (۱) موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. تولید یاخته و جاندار تراژن و نوترکیب در مهندسی ژنتیک و مهندسی پروتئین صورت می‌گیرد که می‌خواهیم ژنی را انبوه‌سازی کنیم یا با تغییر در آن سبب ایجاد یک نوع پروتئین شویم ولی هدف مهندسی بافت، تولید و کشت یک بافت با استفاده از یاختهٔ بنیادی می‌باشد. / ب) نادرست است. در مهندسی ژنتیک و مهندسی پروتئین با تغییرات گسترده باید دو ژن مختلف (*ژن‌های جدا کرده و ناقل ژنی*) را وارد میزبان کنیم تا به محصول برسیم ولی اگر هدف تغییر در پروتئین باشد که در مهندسی پروتئین رخ می‌دهد، نیازمند به شناخت آن پروتئین هستیم ولی در مهندسی ژنتیک ممکن است هدف فقط انبوه‌سازی ژن یا ساخت یک محصول غیرپروتئینی مثل *rRNA* باشد. / ج) درست است. در صورت تراژنی کردن و ورود ژن بیگانه به یاخته، این روش مهندسی ژنتیک نام برده می‌شود نه مهندسی بافت. / د) نادرست است. در مهندسی بافت که در تولید و پیوند اعضا فعالیت می‌کند، کل یاخته و ژنوم آن را تکثیر کرده تا بافت مشخص همراه یاخته‌های تمایز یافته ایجاد شود.

درسنامه درختی ۱۱۵ یاخته‌های بنیادی

یاخته‌های بنیادی

- یاخته‌هایی تمایز نیافته هستند که ضمن تکثیر فراوان، قدرت تمایز و تبدیل شدن به بافت‌های گوناگون دارند.
- از آن‌ها برای تکثیر یاخته‌هایی که در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند، استفاده می‌کنند.
- هر یاختهٔ بنیادی ← ضمن تکثیر متوالی
  - برخی یاخته‌های تمایز نیافتهٔ بنیادی مثل خود می‌سازد.
  - به برخی یاخته‌های تمایز یافته از بافت‌های مختلف تبدیل می‌شود.

۱۲۴۶ (۱) متخصصان بازسازی چهره می‌توانند با کمک روش‌های مهندسی از بافت **غضروف** که نوعی بافت **پیوندی** است، برای بازسازی لالهٔ گوش و بینی استفاده کنند. در این روش، یاخته‌های غضروفی را در محیط کشت **روی داربست مناسب** تکثیر داده تا غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب دیده تولید کنند.

B ۱۲۴۷ ۳

نکته هـر نـوع یاختـهٔ بنیادی (*جنینی و بالغ*) ضمن تکثیر ابتدا مقداری یاختهٔ بنیادی می‌سـازد و به همراه آن‌ها مقداری نیز یاخته برای تمایز و ایجاد بافت‌های دیگر می‌سـازد. هر دو نوع یاختهٔ بنیادی بالغ و جنینی قادر به ایجاد انواعی از یاخته‌ها می‌باشـند با این تفاوت که یاختهٔ بنیادی جنینی همهٔ یاخته‌های مورد نیاز یک بدن کامل را تولید می‌کند و به یک جاندار کامل نمو می‌یابد ولی یاختهٔ بنیادی **بالغ** در تولید **یک بافت** یا عضو با چند بافت مختلف می‌پردازد.

درسنامه درختی ۱۱۶ انواع یاخته‌های بنیادی

- انواع یاخته‌های بنیادی
  - نوع بالغ
    - می‌توانند در بدن یا محیط کشت، تکثیر و به انواع متفاوت یاخته تبدیل شوند.
    - در بافت‌های مختلف بدن وجود دارند.
    - مثال
      - یاخته‌های بنیادی **کبد** ← تکثیر
        - تعدادی یاختهٔ بنیادی بدون تمایز می‌سازد.
        - در اثر تمایز به
          - یاختهٔ **کبدی** تبدیل می‌شود.
          - یاختهٔ **مجرای صفراوی** تبدیل می‌شود.
      - یاخته‌های بنیادی مغز استخوان
        - برخی به انواع مختلف بافت‌ها و یاخته‌ها تمایز پیدا می‌کنند ← تمایز به
          - رگ‌های خونی
          - یاخته‌های خونی
          - یاخته‌های استخوانی
          - یاخته‌های ماهیچه‌ای (*اسکلتی و صاف*)
          - یاخته‌های عصبی
        - بنیادی میلوئیدی ← منشأ
          - گویچه‌های قرمز می‌شوند.
          - مگاکاریوسیت‌ها شده ← پلاکت‌ها را می‌سازد.
          - ائوزینوفیل، بازوفیل و نوتروفیل می‌سازد.
          - مونوسیت می‌سازد ← به درشت‌خوار یا بیگانه‌خوار دندریتی تبدیل می‌شود.
        - بنیادی لنفوئیدی ← منشأ لنفوسیت‌ها می‌شود
          - نوع *B*
          - نوع *T*
          - نوع کشندهٔ طبیعی
  - نوع جنینی
    - ۱ قادر به تشکیل **همهٔ** بافت‌های بدن جنین هستند.
    - ۲ همان تودهٔ توپر مورولا در لولهٔ رحم و یا تودهٔ یاخته‌ای درونی در کرهٔ توخالی بلاستوسیست می‌باشند.
    - ۳ اگر در مراحل اولیه جنینی جداسازی شوند، می‌توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند.
    - ۴ یاخته‌های بنیادی **مورولا** ← کشت ← تمایز به
      - همهٔ یاخته‌های جنینی می‌دهد.
      - همهٔ یاخته‌های خارج جنینی (*جفت و پرده‌های محافظ جنین*) می‌دهد.
    - ۵ جدا کردن یاختهٔ بنیادی ← کشت یاختهٔ بنیادی ← تحریک برای تولید **بسیاری** از انواع یاخته‌ها
    - ۶ تنظیم آن برای تولید **همهٔ** انواع یاخته‌های بدن جنین در شرایط آزمایشگاهی مقدور نیست.
    - ۷ یاخته‌های بنیادی تودهٔ یاختهٔ درونی **بلاستوسیست** ← کشت
      - فقط انواع یاخته‌های بدن جنین را می‌سازد.
      - پرده‌های خارج جنینی و جفت را نمی‌سازد.

C ۱۲۴۸ ۱

نکته
- **۰۱** یاخته‌های بنیادی بالغ، یاخته‌هایی تمایز نیافته در بافت‌های مختلف بدن می‌باشند که قدرت تکثیر و تمایز در بدن و محیط کشت دارند (درستی گزینهٔ (۱)).
- **۰۲** یاخته‌های بنیادی کبد در اثر تکثیر و تمایز قادرند تعدادی یاختهٔ کبدی یا یاختهٔ **مجرای صفراوی** (*نه کیسهٔ صفرا*) ایجاد کنند (نادرستی گزینهٔ (۲)).
- **۰۳** یاخته‌های میلوئیدی یا لنفوئیدی مغز استخوان قادر به تولید یاخته‌های خونی می‌باشند ولی در مغز استخوان علاوه بر این دو نوع، یاخته‌های بنیادی دیگری نیز وجود دارند که می‌توانند به **رگ‌های خونی، ماهیچهٔ اسکلتی و قلبی** تمایز یابند (نادرستی گزینهٔ (۳)).
- **۰۴** یاخته‌های بنیادی بالغ را باید از **فرد بالغ** برداشته و کشت داده شوند نه از جنین یا نوزاد! (نادرستی گزینهٔ (۴)).

B ۱۲۴۹ ۴ چون هسـتهٔ همهٔ یاخته‌های پیکری یک جاندار ژنوم یکسـان و مشـابهی دارند و تفاوت یاخته‌ها در عوامل سیتوپلاسـمی می‌باشـد، به همین دلیل، عوامل سیتوپلاسـمی هر یاخته، در تمایز ژن‌های مختلف هسـته و بلوغ یاخته نقش دارد. مثلاً در تخم همان هسـته‌ای وجود دارد که در یاختهٔ نورونی یا پوسـت واقع اسـت ولی عوامل سیتوپلاسمی تخم سبب تحریک تکثیر تخم شده و همهٔ ژن‌های آن یاخته تمایز نیافته را بیان می‌کند ولی عوامل سیتوپلاسمی در یاختهٔ ماهیچه‌ای سبب عدم تکثیر هسته می‌شود و فقط برخی ژن‌های مربوط به فعالیت ماهیچه‌ای را بیان می‌کنند.

در این مثال چون هستهٔ یاخته تخم را وارد یک یاختهٔ ماهیچه‌ای کرده‌ایم، پس عوامل سیتوپلاسمی یاختهٔ ماهیچه‌ای فعال است و سبب عدم تکثیر یا تکثیر کم این هسته می‌شود.

نکته

اگر هستهٔ یک یاختهٔ ماهیچه‌ای را به جای هستهٔ یک تخم قرار دهیم، در این صورت عوامل سیتوپلاسمی تخم، سبب بیان ژن‌های مختلف هسته شده و با تکثیر آن سبب ایجاد یک جنین کامل می‌شود. (*در این سؤالات همواره به عوامل سیتوپلاسمی آن یاخته توجه کنید.*)

C ۱۲۵۰ ۴ فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در شرایط آزمایشگاهی برخلاف رحم مادر، یاخته‌های بنیادی جنینی قادر به تولید همهٔ اندام‌ها و بافت‌ها نمی‌باشند. / ب) نادرست است. ایجاد چند جنین از یاخته‌های بنیادی ویژهٔ تودهٔ یاختهٔ درونی بلاستولا یا تودهٔ مورولایی است که به دو قلوی همسان‌زایی می‌انجامد. / ج) درست است. هر یاختهٔ بنیادی طی تمایز می‌تواند به تعدادی یاخته یا بافت متمایز شود. / د) نادرست است. در روش مهندسی بافت از ژن نوترکیب استفاده نمی‌شود.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۱۲۵۱ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. مهندسی **پروتئین** برای تولید انبوه ژن استفاده نمی‌شود بلکه با استفاده از تغییر ژن، خاصیت پروتئین‌ها را تغییر می‌دهند. / ب) نادرست است. هم در همسانه‌سازی دنا که در مهندسی ژنتیک کاربرد دارد و هم در مهندسی پروتئین باید به جدا کردن و تکثیر ژن پرداخته شود. چون در مهندسی پروتئین پس از تغییر در دنا باید آن را تکثیر کرد. / ج) درست است. پلازمید یکی از انواع ناقل‌هاست که هم در باکتری‌ها و هم در بعضی قارچ‌ها وجود دارد. پس می‌تواند هم منشأ پروکاریوتی و هم منشأ یوکاریوتی داشته باشد. / د) نادرست است. زیست‌فناوری از **دیرباز** همراه انسان به صورت سنتی بوده است و از آن برای تولید فرآورده‌های مختلف استفاده می‌شده است (*نه خط زیست‌فناوری نوین آن نه خط جدیدی می‌باشد*).

C ۱۲۵۲ ۲ دربارهٔ مهندسی بافت موارد (ب) و (ج) درست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. با یک مثال نقض این مورد را رد می‌کنیم. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان توانایی تبدیل شدن به یاخته‌های استخوانی را نیز دارند و یا یاختهٔ بنیادی کبدی که می‌تواند به کبد و یا مجرای صفراوی تبدیل شود. / ب) درست است. یاخته‌های مورولا به بلاستولا تبدیل خواهند شد که تودهٔ درونی آن به تولید تمام بافت‌های جنین خواهد پرداخت و تروفوبلاست آن، کوریون و جفت را خواهد ساخت. بنابراین یاخته‌ای در بدن جنین نخواهیم یافت که منشأی غیر از تودهٔ درونی داشته باشد و منشأ تودهٔ درونی هم از یاخته‌های درونی مورولاست. / ج) درست است. در کتاب ذکر شده است که در کبد که از اندام‌های تولیدکنندهٔ اریتروپویتین است، یاخته‌های بنیادی بالغی وجود دارند که می‌توانند به یاخته‌های کبدی یا یاخته‌های تشکیل دهندهٔ مجاری صفراوی تبدیل شوند. اندام هدف این هورمون هم مغز استخوان است که یاخته‌های بنیادی مغز استخوان می‌توانند بافت‌های مختلفی را بسازند. / د) نادرست است. یاخته‌های تروفوبلاست از مورولا تمایز یافته‌اند و جفت و پرده‌های جنینی را می‌سازند. پس برخی از یاخته‌های مورولا که تروفوبلاست را خواهند ساخت، در تشکیل جفت و پرده‌های جنینی مؤثرند. از طرفی کتاب لفظ یاخته‌های بنیادی بلاستوسیست را برای تودهٔ یاخته‌ای درونی به کار برده است.

C ۱۲۵۳ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) به‌طور صحیح تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. یاخته‌های بنیادی مورولا می‌توانند در بدن مادر، تمام یاخته‌های بدن را بسازند ولی این امر در حال حاضر در محیط آزمایشگاه ممکن نیست. ما هنوز قادر به تنظیم تمایز این یاخته‌ها به گونه‌ای که تمام یاخته‌های جنین را به وجود آورند، نیستیم. / ب) درست است. یاخته‌های بنیادی بالغ پیش از تمایز معمولاً یک‌بار تقسیم می‌شوند و فقط یکی از یاخته‌های آن‌ها تمایز می‌یابد تا یاخته‌های بنیادی تمام نشوند. همچون اتفاقی که در ساخت اسپرم می‌افتد و اسپرماتوگونی یک‌بار تقسیم می‌شود و یکی از یاخته‌های حاصل به اسپرماتوسیت اولیه تبدیل می‌شود. / ج) درست است. یاخته‌های اطراف تودهٔ درونی بلاستوسیست، همان یاخته‌های تروفوبلاست هستند که **جفت** را خواهد ساخت که رابط بین بند ناف و دیوارهٔ رحم است. / د) درست است. مورولا درون جدار لقاحی قرار دارد و بلاستوسیست درون رحم تشکیل می‌شود که در این حالت جدار لقاحی برحسب شکل کتاب یازدهم پاره شده است. دقت کنید که تودهٔ توپر مورولا در طول لولهٔ فالوپ به کمک انقباضات ماهیچه‌ای و عمل مژک‌ها حرکت می‌کند.

C ۱۲۵۴ ۴ تمام موارد در خصوص عبارت داده شده دربارهٔ **پلاسمین** که لخته‌ها را نابود می‌کند، نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) آنزیم پلاسمین همچون ترکیبات آلکالوئیدی می‌تواند کاربرد **درمانی** داشته باشد اما ترکیبات رنگی درون رنگ‌دیسه‌ها، کاربرد پیشگیرانه از سرطان دارند و در درمان از آن‌ها استفاده نمی‌شود. / ب) پلاسمین مدت اثر کوتاهی در پلاسمای **خون** انسان دارد اما لطفاً فراموش نکنید که آمیلاز اصلاً قرار نیست درون خون باشد و یک آنزیم گوارشی مرتبط با محیط بیرونی بدن است. / ج) برای ساخت پلاسمینی با مدت اثر و اثر درمانی بیشتر، از روش‌های **مهندسی پروتئین** استفاده می‌شود. از طرفی در مهندسی پروتئین تغییر خود آنزیم ممکن نیست بلکه **ژن** سازندهٔ آن تغییر خواهد کرد. این کار بر روی انسان‌ها انجام نمی‌شود که پلاسمین بهتری داشته باشند بلکه برای تولید در آزمایشگاه‌های مهندسی ژنتیک از این روش استفاده می‌شود. / د) نکته‌ای که همیشه باید دربارهٔ پلاسمین و هپارین به یاد داشته باشید این است که هپارین ضد ایجاد انعقاد خون و فیبرین است اما پلاسمین پس از تشکیل فیبرین و لخته وارد عمل می‌شود و لخته را از بین می‌برد ولی بر مراحل تشکیل لخته بی‌تأثیر است.

B ۱۲۵۵ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. در مهندسی پروتئین، ابتدا در ژن تولید پروتئینی خاص دستکاری می‌کنند و سپس از این ژن‌های تغییر یافته در تولید پروتئین جدیدی استفاده می‌کنند که کارایی یا پایداری بهتری ایفا می‌کند. در (ج) دقت کنید که در حالت عادی **اینترفرون نوع ۲** که از یاخته‌های لنفوسیت کشندهٔ طبیعی یا لنفوسیت T ترشح می‌شود **عملکرد ضد سرطانی** دارد. اگر بتوانیم در آزمایشگاه با عمل مهندسی پروتئین، اینترفرون نوع ۲ را طوری تغییر دهیم که همانند نوع ۱ عمل ضد ویروسی داشته باشد، می‌توان از آن به نوعی زیست‌فناوری اشاره کرد.

تله‌های تستی الف) یکی از نکاتی که باید در **زیست‌فناوری بودن** یک واکنش توجه کنید، این است که این فرایند توسط **آدمی** به‌طور **هوشمندانه** و توسط **موجودات زنده** به دست آمده باشد. تبدیل پپسینوژن به پپسین عملی طبیعی بوده است و زیست‌فناوری به حساب نمی‌آید. / ب) جهش‌های ژنی عادی که در محیط رخ می‌دهد و سبب تغییر در عملکرد یک پروتئین خاص می‌شود را نمی‌توان یک واکنش زیست‌فناوری به حساب آورد چون در زیست‌فناوری باید فعالیتی به صورت هوشمندانه توسط آدمی رخ دهد. / د) در مهندسی پروتئین همواره برای تغییرات جزئی یا گسترده باید ابتدا ژن تولید پروتئین خاص را تغییر دهیم تا پروتئین مورد نیاز در اثر رونویسی و سپس ترجمه در موجود زندهٔ میزبان ایجاد شود.

C ۱۲۵۶ ـ ۱ موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در تغییرات گسترده برای مهندسی پروتئین، قسمتی از یک ژن که مسئول تولید بخشی از یک پروتئین می‌باشد را جدا می‌کنند تا پروتئینی با رشته‌های پلی‌پپتیدی کوتاه‌تر بسازند. / ب) درست است. در تغییرات گسترده مهندسی پروتئین می‌توان از ترکیب کردن بخش‌هایی از چند ژن مختلف که مسئول ساخت چند نوع پروتئین می‌باشد، استفاده کرد. / ج) نادرست است. در مهندسی پروتئین، تغییر از ابتدا در ژن سازنده انجام می‌دهند تا پروتئین جدیدی ایجاد شود. اگر در یک پروتئین ترجمه شده مثل هموگلوبین، تغییری ایجاد کنیم، آن را به‌عنوان یک تحقیق می‌توان در نظر گرفت ولی یک روش مهندسی پروتئین نمی‌باشد. / د) نادرست است. اگر ژنی جهش یافته باشد و با خروج آن، محصولش را توسط موجود زنده ایجاد کنیم، این یک روش مهندسی ژنتیک است نه مهندسی پروتئین چون به صورت آگاهانه این تغییر رخ نداده است.

B ۱۲۵۷ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند. با مهندسی پروتئین و ایجاد اینترفرونی که پایداری بیشتری دارد، می‌توان از پیشگیری بیماری‌های ویروسی مثل ایدز یا نقص ایمنی اکتسابی جلوگیری کرد (درستی ج).

◀ عبارات (الف) و (ب) در مورد کاربرد مهندسی ژنتیک و ایجاد باکتری تراژن می‌باشد و در عبارت (د) می‌توان با تغییر در پروتئین گیاه، سبب مقاوم شدن آن به علف‌کش شد که این پروتئین تغییر یافته را می‌توان با مهندسی پروتئین ایجاد کرد.

C ۱۲۵۸ ـ ۱ موارد (ب) و (ج) نادرست می‌باشند. در زیست‌فناوری از نوع **مهندسی ژنتیک**، به دلیل اینکه **باکتری‌های میزبان**، پیوندهای نادرست در تولید اینترفرون ایجاد می‌کنند، محصول اینترفرونی آن‌ها نسبت به نوع طبیعی فعالیت بسیار کمتری دارد. سؤال در مورد ویژگی فرمانرو **باکتری‌ها** می‌باشد که به بررسی عبارت‌های سؤال می‌پردازیم: الف) درست است. در باکتری‌ها انواع مختلف مصرف‌کننده، فتوسنتزکننده و شیمیوسنتزکننده وجود دارد که به ترتیب از مواد آلی، نور خورشید و مواد معدنی انرژی می‌گیرند. / ب) نادرست است. باکتری‌ها فاقد ژنوم هسته‌ای می‌باشند. / ج) نادرست است. تنظیم بیان ژن پروکاریوت‌ها در مراحل ساخت رنا یا پروتئین یعنی در رونویسی یا ترجمه صورت می‌گیرد. / د) درست است. در پروکاریوت‌ها به دلیل عمر کوتاه *mRNA* و عدم وجود غشای هسته، می‌توان شروع فرایند ترجمه را در هنگامی مشاهده کرد که هنوز رنابسپاراز تولید *RNA* را تمام نکرده است (*برخلاف یوکاریوت‌ها*).

C ۱۲۵۹ ـ ۱ موارد (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. تغییراتی که در اثر مهندسی **پروتئین** در اینترفرون رخ می‌دهد، اندازهٔ فعالیت آن را حداکثر در حد نوع طبیعی نگه می‌دارد و در مهندسی ژنتیک نیز اندازهٔ فعالیت آن بسیار کمتر از نوع طبیعی می‌شود. / ب) نادرست است. در مهندسی ژنتیک کاهش شدید فعالیت اینترفرون به دلیل نوع پیوندهای نادرستی است که توسط باکتری در این مولکول ایجاد شده است. / ج) درست است. در مهندسی پروتئین برای ایجاد اینترفرون، فقط تغییر در یک آمینواسید رخ داده است که قطعاً در ساختار اول پروتئین تغییر ایجاد می‌کند. این تغییر پایداری مولکول را نسبت به نوع طبیعی بیشتر کرده ولی اندازهٔ فعالیت آن را در حد نوع طبیعی نگه داشته است. / د) نادرست است. اینترفرون پایدارتر در **مهندسی پروتئین** ایجاد شده‌اند که تغییر جزئی در حد رمز یک آمینواسید در ژن آن‌ها رخ داده است (*در مهندسی ژنتیک تغییری در ژن جدا شدن نمی‌دهیم*).

C ۱۲۶۰ ـ ۲ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. پلاسمین‌ها و اینترفرون‌های ایجاد شده در مهندسی پروتئین، پایدارتر بوده و طول عمر بیشتر آن‌ها سبب استفادهٔ دارویی از آن‌ها شده است. / ب) نادرست است. اینترفرون و پلاسمین را نیز مانند هر پروتئینی می‌توان با مهندسی ژنتیک ایجاد کرد. / ج) نادرست است. پلاسمین‌ها آنزیمی پلاسمایی بوده که سبب تجزیهٔ لخته ایجاد شده در خون می‌شوند. از زیست دهم به یاد دارید که لخته در اثر ترکیب **فیبرین**‌های نامحلول و یاخته‌های خونی ایجاد می‌شود. / د) نادرست است. پلاسمین‌های طبیعی در پلاسما مدت اثر خیلی کوتاهی دارند ولی نوع تولید شده با مهندسی پروتئین مدت زمان فعالیت پلاسمایی بیشتر همراه با اثرات درمانی دارد.

C ۱۲۶۱ ـ ۱ پلاسمین‌ها در **خون** نقش **آنزیمی** دارند و با تجزیهٔ لخته یا رشته‌های فیبرین در رگ‌های بدن در ممانعت از بسته شدن رگ عمل می‌کنند. عمل پلاسمین‌ها در سرخرگ‌های قلبی (*کرونر*) و مغزی می‌تواند ضد ایجاد سکته باشد.

تله‌های تستی گزینه‌های (۲) و (۴): پروترومبینازها سبب تبدیل پروترومبین به ترومبین در **پلاسما** می‌شوند. / گزینهٔ (۳): پلاسمین قادر به تجزیهٔ لخته تشکیل شده یعنی فیبرین می‌باشد و در تبدیل پروترومبین به ترومبین نقشی ندارد.

C ۱۲۶۲ ـ ۱ موارد (ج) و (د) به نادرستی عبارت را تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی (الف) درست و (ج) نادرست است. در **مهندسی ژنتیک**، بدون تغییر در توالی آمینواسیدی اینترفرون، نوعی از آن توسط باکتری ساخته می‌شود که به دلیل داشتن پیوندهای نادرست در حین ترجمه فعالیت بسیار کمتری از نوع طبیعی دارد. / (ب) درست و (د) نادرست است. در مهندسی پروتئین، اینترفرون تولیدشده فعالیتی به اندازهٔ نوع طبیعی دارد ولی به دلیل پایداری طولانی‌مدت مصرف دارویی دارد.

B ۱۲۶۳ ـ ۳ هر فعالیتی که مربوط به زیست‌فناوری از نوع مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین یا بافت باشد، ماده‌ای خاص توسط **موجود زنده** ایجاد می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)). از طرفی دقت کنید که پلاسمین، نوعی پروتئین با فعالیت آنزیمی است و هورمون نمی‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

◀ اینترفرون با فعالیت **کمتر** از حالت عادی در اثر مهندسی **ژنتیک** ایجاد شده است ولی اینترفرون و پلاسمین با پایداری زیاد و آمیلازهای مقاوم به گرما در مهندسی پروتئین ایجاد شده‌اند (درستی گزینهٔ (۳)) که پلاسمین و اینترفرون حاصل مصرف دارویی دارند (*نادرستی گزینهٔ (۴) به‌دلیل حذف برخلاف می‌باشد*).

C ۱۲۶۴ ـ ۲ موارد (ج) و (د) در مورد **سرخرگ ششی** که خون تیره دارد و منظور سؤال می‌باشد، صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ورود و خروج مواد در **مویرگ‌ها** کنترل می‌شود ولی در سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها مواد از جدار رگ‌ها عبور نمی‌کنند. / ب) نادرست است. در رگ‌ها حفرهٔ داخلی گسترده مربوط به سیاهرگ‌ها می‌باشد. / ج) درست است. در دیوارهٔ سرخرگ‌ها خاصیت ارتجاعی و کشسانی زیادی وجود دارد. / د) درست است. سرخرگ ششی حاوی خون تیره می‌باشد که خون خارج شده از بطن راست را به شش‌ها در بالای دیافراگم منتقل می‌کند.

B ۱۲۶۵ ـ ۱ پلاسمین‌ها به‌طور طبیعی آنزیم‌های **پلاسمایی** می‌باشند. در یک فرد عادی حدود ۵۵ درصد حجم خون را پلاسما و ۴۵ درصد دیگر را یاخته‌های خونی یا هماتوکریت تشکیل می‌دهند که در پلاسما حدود ٪۷۰ انتقال CO_2 و ٪۳ انتقال O_2 انجام می‌شود.

انتقال O_2 در خون
- ٪۹۷ ← ترکیب با هموگلوبین ← انتقال به کمک هماتوکریت
- ٪۳ ← محلول در پلاسما

انتقال CO_2 در خون
- ۷۷٪ ← به کمک پلاسما
  - ۷٪ محلول در پلاسما
  - ۷۰٪ به صورت یون بی‌کربنات در اثر عمل کربنیک‌انیدراز
- ۹۳٪ ← انتقال توسط هماتوکریت ← ۲۳٪ به صورت ترکیب با هموگلوبین

نکته

انتقال ۷۰٪ CO_2 در خون به کمک آنزیم کربنیک‌انیدراز گویچه‌های قرمز می‌باشد ولی کربنیک‌اسید حاصل از ترکیب CO_2 و H_2O در پلاسما تجزیه شده و به صورت یون بی‌کربنات در پلاسمای خون منتقل می‌شود.

۱۲۶۶ **۱** منظور این سؤال اندام‌هایی مثل **قلب، مغز و شش** می‌باشند که کاهش پلاسمین در پلاسما، سبب افزایش احتمال لخته در آن‌ها و مرگ می‌شود (*مخصوصاً در قلب و مغز*). این اندام‌ها حاوی مویرگ‌هایی **پیوسته** بوده (درستی گزینهٔ (۱)) که فقط در شش قدرت تصفیهٔ خون را دارند. محافظت با قفسهٔ سینه فقط برای شش‌ها و قلب بوده و سکته نیز در اثر انسداد در رگ‌های قلب و مغز رخ می‌دهد (نادرستی گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴)).

۱۲۶۷ **۲** بلاستولا یا بلاستوسیست توده‌ای جنینی است که در **هفتهٔ دوم بارداری** در رحم مادر تشکیل می‌شود. این توده دارای یک لایه یاخته در اطراف و تعدادی تودهٔ یاختهٔ درونی می‌باشد. لایه‌های اطراف طی تمایز به پرده‌های **خارج جنینی** (*جفت و کوریون*) تمایز می‌یابند و تودهٔ درونی نیز به تولید همهٔ اندام‌های جنینی می‌پردازد.

نکته

در شکل مقابل اگر یاختهٔ بنیادی توده‌های مورولایی را کشت دهیم، هم لایه‌های بیرونی جنین و هم جنین تشکیل می‌شود.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): یاخته‌های تمایز یافته‌ای مثل نورون و ماهیچه که قدرت تکثیر زیادی ندارند یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند در مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای قرار می‌گیرند و در مهندسی بافت کارایی ندارند. / گزینهٔ (۳): یاخته‌های بنیادی بالغ در بافت‌هایی مثل پوست، مغز استخوان، کبد و... وجود دارند ولی یاخته‌های بنیادی جنینی در دوران قبل از تولد در ابتدای مراحل جنینی در بخش مورولا یا بلاستولا واقع می‌باشند. / گزینهٔ (۴): در روش مهندسی بافت می‌توان در برخی موارد از یاخته‌های تمایز یافته‌ای که طی تمایززدایی دوباره بنیادی شده‌اند نیز در مهندسی بافت استفاده کرد. مثال این مورد را در **بافت کال گیاهان** به یاد دارید که در **تولیدمثل رویشی گیاه** استفاده می‌شوند (*زیست یازدهم*).

۱۲۶۸ **۳** فقط عبارت (ب) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف و ج) درست است. تودهٔ درون لولهٔ رحم در مرحلهٔ **مورولا** (*توتاله*) قرار دارد که یاخته‌های آن طی تمایز قادر به تولید یاخته‌های خارج جنینی (*پرده‌های اطراف جنین*) و یاخته‌های جنین کامل می‌شود ولی تودهٔ جایگزین شده در رحم همان **بلاستولا** بوده که فقط تودهٔ درونی آن‌ها توانایی ایجاد یک جنین کامل دارد. / ب) نادرست است. در محیط آزمایشگاهی برخلاف درون بدن مادر، یاخته‌های مورولایی یا بلاستولایی هنوز نمی‌توانند به گونه‌ای تنظیم بیان ژن کنند که همهٔ انواع یاخته‌های بدن جنین را تشکیل دهند ولی **بسیاری** از آن‌ها را می‌سازند.

۱۲۶۹ **۲** منظور سؤال یاخته‌های **تودهٔ مورولایی** در لولهٔ رحم می‌باشند که در اثر تمایز، هم لایه‌های خارج جنینی (*پرده‌های اطراف جنین*) و هم لایه‌های جنینی را می‌سازند. این توده به صورت یک کرهٔ توپر در لولهٔ رحم از حدود ۱۶ یاختهٔ کوچک ایجاد شده است که سپس به توده‌ای با حفرهٔ درونی به نام بلاستولا تبدیل می‌شود (*گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) مربوط به تودهٔ بلاستولایی می‌باشند*).



۱۲۷۰ **۴**

توجه برای درک این تست باید نکات فصل ۶ کتاب یازدهم را نیز به خاطر داشته باشید!

- تودهٔ بلاستولایی **درون رحم** (*نه لولهٔ رحم*!) حاوی یک لایهٔ یاخته‌ای در اطراف برای ایجاد پرده‌های جنینی و یک تودهٔ یاخته‌ای درونی برای ایجاد اندام‌های جنین می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱)). یاخته‌های اطراف پس از جایگزینی در دیوارهٔ رحم، سبب تولید کوریون و جفت می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۳)). منظور سؤال لایهٔ درونی بلاستولا می‌باشد که در تولید آن‌ها تقسیم میتوز بدون افزایش حجم یاخته‌ای رخ داده است (درستی گزینهٔ (۴)) و لایهٔ بیرونی آن‌ها به کوریون و جفت یا همان پرده‌های جنینی تمایز می‌یابند (نادرستی گزینهٔ (۲)).

۱۲۷۱ **۳** از تکثیر و تمایز یاخته‌های بنیادی بالغ کبدی، **یاخته‌های کبدی** و **مجاری صفراوی** حاصل می‌شوند که این دو قسمت در تولید آنزیم لازم برای هضم مواد غذایی در لولهٔ گوارش، نقشی ندارند (*صفرا خود آنزیم می‌باشد*).

- کبد در ذخیره کردن لیپیدهای موجود در چربی‌های خون و ذخیرهٔ آهن و برخی ویتامین‌ها مؤثر است و مجاری صفراوی نیز در انتقال صفرا به‌عنوان مادهٔ کمک‌کننده در هضم چربی‌ها از کبد به دوازدهه مؤثر می‌باشد (دلیل رد گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴)).

۱۲۷۲ **۳** تودهٔ بلاستوسیست (*بلاستولا*) در رحم جایگزین می‌شود که **تودهٔ درونی یاخته‌های** آن حاوی یاخته‌های بنیادی بوده که می‌توانند طی تکثیر و تمایز به همهٔ اندام‌های بدن تبدیل شوند. این تودهٔ درونی قدرت ایجاد کوریون و جفت ندارند ولی همانند لایهٔ بیرونی یاخته‌ها، همگی از میتوز تخم ایجاد شده‌اند و ژنوم یکسانی دارند (رد گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۳)).

- در تودهٔ بلاستولا برخلاف مورولا، یک فضای درونی پرمایع وجود دارد که تودهٔ یاختهٔ درونی در مجاور آن‌هاست. تودهٔ یاخته‌های درونی قادر به ایجاد هر چهار نوع بافت اصلی ماهیچه‌ای، عصبی، پیوندی و پوششی می‌باشد (رد گزینه‌های (۲) و (۴)).

پاسخ آزمونک ۲

B ۱ ۲ در زیست‌فناوری از نوع مهندسی ژنتیک، کل ژن مورد نظری را جدا کرده و بدون تغییر در توالی آن، توسط یک میزبان زنده آن را همسانه‌سازی کرده و سپس از محصول آن نیز استفاده می‌کنند ولی در مهندسی پروتئین، باید در قسمتی از ژن تغییر ایجاد کرد تا پروتئینی با خاصیت جدید ایجاد شود (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۱)).

◀ برای مهندسی پروتئین در تغییراتی از نوع جزئی در این روش می‌توان با **تغییر در یک نوکلئوتید**، سبب تغییر در یک رمز ژنتیکی شد تا تغییر در یک آمینواسید سبب ایجاد پروتئین جدیدی شود (نادرستی گزینهٔ (۴)).

نکته

در برخی **تغییرات کلی** که در مهندسی پروتئین ایجاد می‌شود، می‌توان **قسمتی** از **چند ژن** مختلف را با هم ترکیب کرد تا یک پروتئین با ویژگی و ساختار جدید ایجاد کرد.

B ۲ ۱ در انواع مختلف مهندسی پروتئین، تغییرات ژنی جزئی یا کلی ایجاد شده، ابتدا سبب تغییر در ساختار پروتئین می‌شود که برای این عمل شناخت کامل از عملکرد و ساختار پروتئین مورد نیاز است. در این روش باید به کمک ناقل ژنی، آن ژن تغییر یافته را در میزبان وارد کرد تا بیان شود و پروتئین جدید ساخته شود (شباهت در گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴)).

نکته

در برخی موارد مثل تولید اینترفرون با مهندسی پروتئین، مشاهده می‌شود که محصول ایجاد شده به نسبت نوع طبیعی **اندازهٔ فعالیت** مشابهی دارد ولی پایداری بیشتری نیز دارد (دلیل انتخاب گزینهٔ (۱)).

C ۳ ۲ همهٔ عبارات نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. به‌طور طبیعی اینترفرون، پروتئین‌هایی کمکی در دفاع غیراختصاصی هستند که نوع (۱) آن‌ها فعالیت **ضد ویروسی** و نوع (۲) **ضد سرطانی** دارد. / ب) نادرست است. زیست‌فناوری باکتریایی می‌تواند در مهندسی ژنتیک یا مهندسی پروتئین باشد. در مورد اینترفرون‌ها، انواعی که با مهندسی ژنتیک ایجاد می‌شوند، فعالیت بسیار کمتری از نوع عادی دارند و انواعی که با مهندسی پروتئین ایجاد شده‌اند، فعالیتی به اندازهٔ نوع طبیعی دارند ولی پایدارترند. / ج) نادرست است. ایجاد پیوندهای نادرست در اینترفرون، حاصل تولید آن در مهندسی ژنتیک باکتریایی بوده است که تغییری در توالی آمینواسیدها ایجاد نمی‌کنند. / د) نادرست است.

نکته

در مهندسی پروتئین، تولید اینترفرون و پلاسمین با تغییر جزئی ژنی رخ داده است که فقط یک نوع آمینواسید تغییر یافته است.

A ۴ ۳ چند بار در تست‌های مختلف ذکر کردیم که تمام روش‌های زیست‌فناوری طبق تعریف آن، توسط **موجود زنده** و با فعالیت **هوشمندانهٔ انسان** رخ می‌دهد. در مورد مادهٔ لخته‌زدای پلاسمین و اینترفرون ضد ویروس نیز یک جهش جانشینی توسط انسان به صورت مصنوعی در ژن آن‌ها ایجاد شده است و سپس توسط یک موجود زنده این پروتئین‌ها تولید شده‌اند که در هر دو مورد ساختار اول پروتئینی آن‌ها کمی تغییر یافته است ولی باعث پردوام شدن آن‌ها شده است.

B ۵ ۳ پلاسمین، آنزیمی با نقش لخته‌زدا می‌باشد. لخته حاوی **فیبرین و یاخته‌های خونی** می‌باشد ولی فاقد پروترومبین و فیبرینوژن می‌باشد.

◀ در لخته، فیبرین حاوی رشته‌های پروتئینی نامحلول، یاخته‌های خونی مثل پلاکت‌های منشأ گرفته از مگاکاریوسیت‌ها و سایر یاخته‌های خونی می‌باشد که از یاخته‌های میلوئیدی مغز استخوان ایجاد شده‌اند.

C ۶ ۳ در مهندسی پروتئین برای تولید پلاسمین، تعداد آمینواسیدها تغییر نمی‌کند بلکه یک نوع از آمینواسید به جای نوع دیگری قرار می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در هموفیلی مشکل **عدم انعقاد خون** است، پس پلاسمین‌های پلاسمای این افراد که ضد پایداری لخته می‌باشند، سبب افزایش مشکل در هموفیلی‌ها می‌شوند. / گزینهٔ (۲): هر دو نوع پلاسمین طبیعی و تولید شده در مهندسی پروتئین اثر درمانی دارند. / گزینهٔ (۴): پلاسمین‌های تولید شده با مهندسی پروتئین پایدارترند ولی این پایداری آن‌ها به دلیل مقاوم بودن به گرما نمی‌باشد.

C ۷ ۴ آنزیم‌های برش‌دهنده و *DNA* پلیمراز قادرند پیوند بین دو نوکلئوتید در *DNA* را بشکنند ولی روی رونوشت اینترون که در مولکول *mRNA* اولیه واقع شده است، اثری ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): *DNA* پلیمراز همانند آنزیم برش‌دهنده قادر به شکستن پیوند فسفودی‌استر است اما قادر به ایجاد انتهای چسبنده نمی‌باشد. / گزینهٔ (۲): پروتئین‌ها توسط پپسین معده به مونومرهای آمینواسیدی خود تبدیل نمی‌شوند بلکه به پپتیدهای کوچکی تبدیل شده و سپس در رودهٔ باریک ضمن تجزیهٔ کامل به آمینواسید تبدیل می‌شوند (*زیست دهم فصل ۲*). / گزینهٔ (۳): ژن آنزیم برش‌دهنده روی توالی یوکاریوتی وجود ندارد.

C ۸ ۳ در مغز استخوان انسان یاخته‌های بنیادی متنوعی مثل لنفوئیدی، میلوئیدی و... وجود دارد. یاخته‌های لنفوئیدی در اثر تمایز، لنفوسیت‌ها را ایجاد می‌کنند که در دفاع اختصاصی نقش دارند. یاخته‌های میلوئیدی در اثر تمایز سبب تولید گویچه‌های قرمز، یاختهٔ مگاکاریوسیتی و پلاکت‌ها (*گردهٔ*) و یاخته‌های دفاع **غیراختصاصی** مثل نوتروفیل‌ها، بازوفیل‌ها، ائوزینوفیل‌ها و مونوسیت‌ها می‌شوند. در مغز استخوان یاخته‌های بنیادی بالغ **دیگری** نیز وجود دارند که در اثر تمایز به یاخته‌های استخوانی، ماهیچه‌ای، رگ خونی و عصبی و ... نیز تبدیل می‌شوند.

B ۹ ۱ پلاسمینی که با مهندسی پروتئین تولید می‌شود، هم اثرات درمانی و هم دوام بیشتری از نوع عادی دارد ولی اینترفرون تولیدی با این روش، اثر درمانی مشابه با نوع عادی ولی پایداری بیشتر دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): پلاسمین و اینترفرون را قطعاً می‌دانیم که در روش مهندسی پروتئین در یک آمینواسید با نوع عادی متفاوت است. / گزینهٔ (۳): هم اینترفرون و هم پلاسمین حاصل از مهندسی پروتئین، پایداری بیشتری از نوع عادی دارد. / گزینهٔ (۴): اینترفرون تولید شده با مهندسی **ژنتیک** (*نه مهندسی پروتئین!*)، دارای پیوندهای نادرست می‌باشد.

C ۱۰ ۴ آمیلاز و اینترفرون تولید شده با مهندسی پروتئین، قرار نیست فعالیت متفاوت‌تری با نوع عادی انجام دهند، بلکه آن‌ها نسبت به نوع عادی، به گرما مقاوم‌تر می‌شوند و یا پایداری بیشتری پیدا می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): همان‌طور که می‌دانید، هموگلوبین در حال طبیعی، پیوند پایدار با کربن مونواکسید و ناپایدار با اکسیژن و CO_2 برقرار می‌کند. پس اگر هموگلوبینی تولید شد که برخلاف نوع عادی، خاصیت ناپایدار با کربن مونواکسید یا پایدار با O_2 دارد، یعنی نوع جدید است و با مهندسی پروتئین تولید شده است. / گزینهٔ (۲): اینترفرون و پلاسمین و آمیلاز حاصل از مهندسی پروتئین، پایداری بیشتری از نوع عادی دارند. / گزینهٔ (۳): در مهندسی پروتئین با تغییر در ژن، نوع محصول را عوض می‌کنند ولی روی توالی راه‌انداز یا تنظیمی دیگر که مقدار محصول را تغییر می‌دهد، کاری ندارند.

A ۱۲۷۳- ۱ فقط مورد (ج) صحیح است.

نکته محققین در حال حاضر با زیست‌فناوری نوین و به کمک مهندسی ژنتیک توانسته‌اند، گیاهان مقاوم به حشرات آفت، گیاهان دارای بذر دست‌ورزی شده و یا گیاهان مقاوم به علف‌کش تشکیل دهند. قبل از این فناوری روش‌های نوآوری کشاورزی در حد کشت انواع محصول بهتر، افزایش سطح زیر کشت، استفاده از کود و سموم شیمیایی و استفاده از ماشین‌آلات مدرن‌تر بود که آلودگی‌های محیطی و سایر مضرات را به همراه داشت.

درسنامه درختی ۱۱۷ مهندسی ژنتیک در کشاورزی

- برای بهبود کیفیت زندگی انسان و حفظ محیط زیست از آن بهره می‌برند.
- افزایش چشمگیر در محصولات کشاورزی مانند گندم، برنج و ذرت نتیجهٔ تحول در کشاورزی **نوین** است.

کاربردهای زیست‌فناوری در کشاورزی نوین

- **نتایج تحولات در کشاورزی نوین**
  - استفاده از کودها و سموم شیمیایی
  - کشت انواع محصول
  - استفاده از ماشین‌ها در کشاورزی
  - افزایش سطح زیر کشت
- **معایب تحول در کشاورزی نوین**
  - آلودگی محیط زیست
  - کاهش تنوع ژنی ← در اثر رشد گونه‌های مفید و عدم توجه به سایر گونه‌ها
  - تخریب جنگل‌ها و مراتع
- **کاربردهای زیست‌فناوری**
  - تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت‌ها ← سبب کاهش مصرف آفت‌کش‌ها می‌شود.
  - اصلاح بذر برای
    - تولید گیاهان مطلوب
    - تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری
    - تنظیم سرعت رسیدن میوه‌ها
    - افزایش ارزش غذایی محصولات
  - تولید گیاهان **زراعی** مقاوم به علف‌کش‌ها ← در این حالت، علف‌کش فقط به حذف علف‌های هرز می‌پردازد.

A ۱۲۷۴- ۴ روش‌های قدیمی مورد استفاده در کشاورزی مانند استفاده از سموم شیمیایی یا کشت گیاهانی با محصولات بیشتر، به تدریج سبب کاهش تنوع محصولات و افزایش آلودگی محیطی و... می‌شده است ولی در حال حاضر با مهندسی ژنتیک و تولید گیاهان تراژن شده، کیفیت زندگی انسان‌ها و محیط اطراف ارتقاء یافته است.

B ۱۲۷۵- ۱ فقط مورد (ب) مدنظر است.

نکته با اینکه در حال حاضر گیاهان تراژن شده مقاوم به علف‌کش یا حشرات آفت ایجاد شده‌اند ولی باز هم نیاز به علف‌کش‌ها و سموم حشره‌کش به‌طور کامل متوقف نشده است. البته روش‌های جدید در کاهش تخریب جنگل‌ها، مراتع و آلودگی محیط‌زیست اثر بسزایی داشته است.

C ۱۲۷۶- ۱ موارد (الف) و (ج) نادرست می‌باشند.

برخی از **باکتری‌های خاکزی** قادرند پروتئین **سمی** برای مقابله با حشرات آفت گیاهان ایجاد کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. باکتری‌های مورد نظر خاکزی می‌باشند. / ب) درست است. ژن‌های رمزکنندهٔ آنزیم‌های برش‌دهندهٔ دنا روی ژنوم باکتریایی قرار دارند که این آنزیم‌ها فعالیت نوکلئازی داشته و در سامانهٔ دفاعی باکتری نقش دارند. / ج) نادرست است. این باکتری‌ها، **در مرحله‌ای از رشد خود**، نوعی پروتئین سمی به صورت غیرفعال ترشح می‌کنند. / د) درست است. پروتئین‌های سمی مورد نظر برای باکتری تولیدکننده و گیاه غیرسمی بوده ولی در لولهٔ گوارش بدن حشرات آفت به پروتئین فعال سمی تبدیل می‌شوند.

برو درسنامه درختی ۱۱۸ بخون

B ۱۲۷۷- ۴ پنبه‌های معمولی که با مهندسی ژنتیک تغییر نیافته‌اند را با سم‌پاشی‌های متعدد و متوالی حفظ می‌کنند تا آفت به درون آن‌ها وارد نشود. در اثر سم‌پاشی زیاد نیز بدون شک آلودگی زیادی در محیط ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): سم‌پاشی‌های متعدد در این پنبه‌ها برای از بین بردن آفاتی می‌باشد که به **درون** غوزهٔ پنبه نفوذ کرده‌اند. / گزینهٔ (۲): پنبه‌های فاقد ژن مقاوم به آفات به این معنی هستند که با ژن باکتری دست‌ورزی نشده‌اند. / گزینهٔ (۳): در صورت تولید گیاهان پنبه با روش مهندسی ژنتیک که مقاوم به حشرات می‌باشد، نیاز به سم‌پاشی را تا حدود زیادی **کاهش** می‌دهد ولی سم‌پاشی متوقف نمی‌شود.

B ۱۲۷۸- ۴ هیچ عبارتی دربارهٔ عمل **مهندسی پروتئین** در کشاورزی مدرن نمی‌باشد. همهٔ عبارت‌های فوق در مورد مهندسی **ژنتیک** می‌باشد نه مهندسی پروتئین. در روش‌های مورد نظر هر گزینه، ماده‌ای در ایجاد یک ویژگی مناسب در گیاه می‌باشد که این عمل با انتقال ژن صورت می‌گیرد ولی برخلاف مهندسی پروتئین، تغییری در ژن اولیه ایجاد نمی‌کنند.

C ۱۲۷۹- ۴ در مهندسی ژنتیک گیاهان مقاوم به علف‌کش ایجاد شده‌اند ولی در مورد حشرات دقت کنید که گیاهان مقاوم به حشرات با این روش ایجاد شده‌اند ولی گیاه مقاوم به **حشره‌کش یا آفت‌کش**، هنوز ایجاد نشده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مهندسی ژنتیک گیاهان **مقاوم به حشره** ایجاد شده است نه مقاوم به حشره‌کش! / گزینهٔ (۲): حشره‌کش سبب کاهش استفاده می‌شود. / گزینهٔ (۳): وقتی گیاهان مقاوم به علف‌کش ایجاد می‌کنند، مقدار استفاده از علف‌کش در محیط کاهش نمی‌یابد، بلکه با مقاوم بودن گیاهان فقط علف‌های هرز از بین می‌روند و خود گیاه آسیب نمی‌بینند. این علف‌کش‌ها نیز می‌توانند در ایجاد آلودگی هوا شرکت کنند.

درسنامه درختی ۱۱۸ باکتری - حشره - گیاه زراعی

کاربرد زیست‌فناوری در کشاورزی

رابطهٔ بین باکتری خاکزی، حشره و گیاه زراعی

در حالت عادی:
- برخی باکتری‌های خاکزی ← پروتئین‌هایی تولید می‌کنند ← که حشرات آفت گیاهان زراعی را می‌کشد.
- باکتری‌ها در مرحله‌ای از رشد ← نوعی **پروتئین سمی غیرفعال** می‌سازند ← حشرهٔ این پروتئین باکتری را می‌خورد.
- در لولهٔ گوارش حشره ← سم پروتئین باکتریایی غیرفعال ← در اثر آنزیم گوارشی شکسته شده ← سم فعال ← تخریب یاختهٔ گوارشی ← مرگ حشره ← در امان ماندن گیاه زراعی

تولید گیاه مقاوم به آفت با مهندسی ژنتیک:
۱. جدا کردن ژن سم باکتریایی از باکتری
۲. همسانه‌سازی ژن مورد نظر در باکتری
۳. انتقال ژن همسانه‌سازی شده به گیاه
۴. تولید گیاهانی تراژنی که سم مقاوم به آفت ترشح می‌کنند.
۵. گیاهانی مثل ذرت، پنبه و سویا مقاوم تولید شده‌اند.

رابطهٔ طبیعی نوزاد کرم‌شکل (لارو) و گیاه پنبه

به درون غوزهٔ نارس پنبه نفوذ می‌کند و گیاه آلوده می‌گردد.
برای از بین بردن این حشرهٔ آفت ← سم‌پاشی متعدد لازم است، زیرا آفت در معرض سم قرار نمی‌گیرد و به درون غوزه می‌رود ← سبب آلودگی محیط می‌شود.

تولید پنبهٔ مقاوم به حشرهٔ آفت

با فناوری زیستی ← پنبهٔ دارای ژن مقاوم به آفت تولید کردند.
نیاز به سم‌پاشی متعدد تا حدود زیادی **کم** شده است.
حشره با خوردن سطح غوزهٔ پنبه ← می‌میرد ← فرصت ورود به درون غوزه پیدا نمی‌کند ← نیاز به سم‌پاشی **کم** می‌شود.

B ۱۲۸۰ ۳ موارد (ج) و (د) رخ نمی‌دهند.
برای مقاوم‌سازی گیاهانی مثل پنبه، ذرت و سویا به حشرات یا آفات، ابتدا ژن تولید پروتئین خاص باکتریایی را توسط ناقل ژنی همسانه‌سازی می‌کنیم و سپس این ژن را به همراه ناقل وارد برخی یاخته‌های گیاهی می‌کنیم (درستی الف). این ژن بیگانه پروکاریوتی درون یاخته‌های گیاهی (*یوکاریوتی*) بیان می‌شود (درستی ب) ولی با ژنوم گیاه ادغام نمی‌شود (نادرستی ج). دقت کنید که پیش‌سم باکتریایی غیرفعال توسط ژنوم گیاهی تولید می‌شود. در انتها لازم به ذکر است که **در این روش ژن بیگانه را منتقل می‌کنیم نه خود محصول یا پیش‌سم مورد نظر را!!** (نادرستی د)

A ۱۲۸۱ ۱ ترکیب کردن دو ژن برای ساخت یک نوع پروتئین جدید، نمونه‌ای از عمل زیست‌فناوری در مهندسی پروتئین می‌باشد نه مهندسی ژنتیک!
◀ گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) در مورد استفاده از مهندسی ژنتیک در کشاورزی می‌باشد.

B ۱۲۸۲ ۳ بارها گفتیم که گیاهان، پروتئین سمی غیرفعال را می‌سازند و این پروتئین‌ها در بدن آفت (*حشره*) به صورت فعال درمی‌آیند.
◀ گزینهٔ (۱) و (۲) که خط کتاب درسی می‌باشند ولی در گزینهٔ (۳) دقت کنید که گیاه در تولید پروتئین انسانی نقش ندارد.

A ۱۲۸۳ ۲ فقط موارد (الف) و (د) مدنظر است. ایجاد پروتئین باکتریایی در گیاه که به صورت پیش‌سم غیرفعال می‌باشد، با مهندسی ژنتیک رخ می‌دهد نه مهندسی پروتئین! چون تغییری در پروتئین اولیه ایجاد نمی‌کنند ولی گزینه‌های دیگر را بارها در مورد مهندسی ژنتیک توضیح داده‌ایم (*مورد (د) در پرورش گوسفند نوین است نه زیست‌فناوری نوین*).

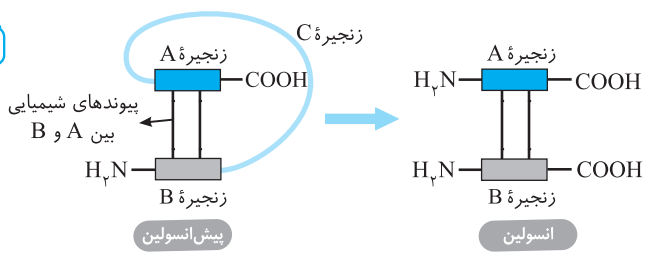
B ۱۲۸۴ ۲ داروهایی که با روش غیرمهندسی ژنتیک تولید می‌شوند، چون اغلب از **منابع غیرانسانی** تهیه می‌شوند، **پاسخ‌های ایمنی** ایجاد می‌کنند ولی دارویی که با **مهندسی ژنتیک** ایجاد می‌شود سبب تحریک سیستم ایمنی فرد نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): **انسولین** در زیست‌فناوری به روش **مهندسی ژنتیک** (*نه مهندسی پروتئین*) ایجاد می‌شود که همانند انسولین با منبع غیرانسانی در درمان دیابت نوع ۱ کاربرد دارند. / گزینهٔ (۳): تولید انسولین در بدن فرد یا جانور پستاندار از روی **یک ژن** و **یک** *mRNA* ترجمه شده است و پس از **تولید یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی** حاوی قسمت‌های *A*، *B* و *C*، ابتدا انسولین غیرفعال می‌سازد و سپس با حذف قسمت *C* یا اتصال رشته‌های *A* و *B* به هم، انسولین فعال تولید می‌شود. / گزینهٔ (۴): انسولین با روش مهندسی ژنتیک تولید شده است نه مهندسی پروتئین!!

برو درسنامه درختی ۱۱۹ بخون

A ۱۲۸۵ ۲

نکته در پستانداران (*انسان، گاو، موش و...*)، انسولین ابتدا به صورت یک مولکول **پیش‌هورمون** ساخته می‌شود که سپس در آن‌ها با حذف بخشی از آن پروتئین که به زنجیرهٔ *C* معروف است به انسولین فعال تبدیل می‌شود. مرحلهٔ تبدیل انسولین غیرفعال به فعال که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید، **در باکتری‌ها صورت نمی‌گیرد.**



درسنامه درختی ۱۱۹ انسولین

کامل‌ترین هورمون‌های پپتیدی بدن انسان

به روش قدیمی
- از منابع **غیر** انسانی تهیه می‌کردند.
- پاسخ‌های ایمنی در بدن افراد ایجاد می‌کردند.
- تولید انسولین ← جداسازی و خالص‌سازی آن از لوزالمعدهٔ جانورانی مثل گاو ← برای درمان **دیابت نوع ۱** استفاده می‌شود.

ساختار انسولین در پستانداران
پیش‌هورمون انسولین
- **یک** رشتهٔ پلی‌پپتید دارد (*یک سر آمینی و یک سر کربوکسیلی در دو سمت مختلف دارد*).
- سه زنجیرهٔ $B \leftarrow C \leftarrow A$ دارد. (*زنجیرهٔ C از همه طویل‌تر است.*)
- زنجیرهٔ B به سر آمینی و زنجیرهٔ A به سمت کربوکسیل قرار دارد.
- بین زنجیرهٔ A و B آن دو پیوند وجود دارد.

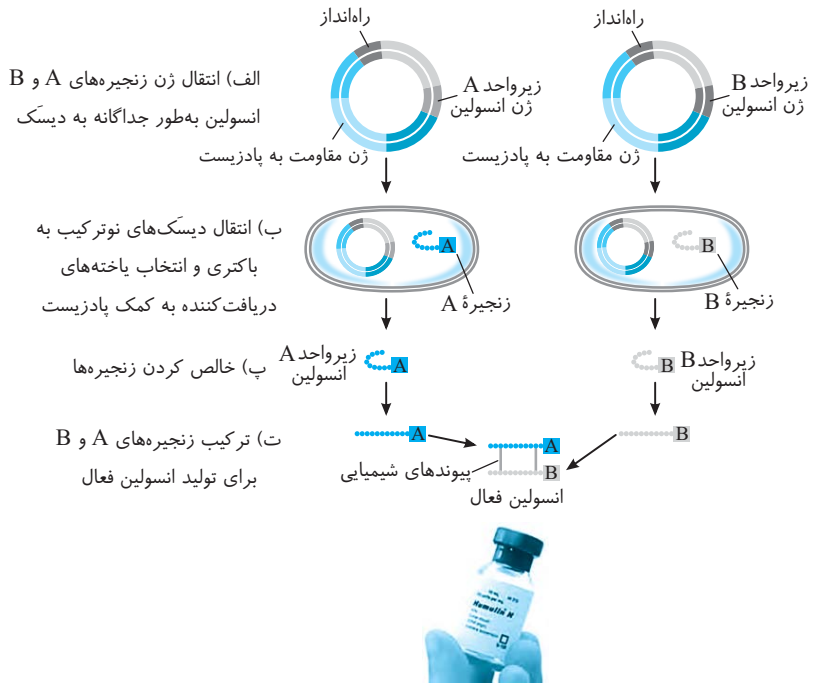
هورمون انسولین فعال
- از دو زنجیرهٔ **کوتاه** پلی‌پپتیدی A و B تشکیل شده است.
- با جدا شدن زنجیرهٔ C از نوع غیرفعال به نوع فعال تبدیل می‌شود.
- دو زنجیرهٔ A و B آن با پیوندهایی غیر از پپتیدی به هم متصلند.
- هر زنجیرهٔ A و B آن دارای دو سر مجزای آمینی و کربوکسیلی می‌باشد.
- سرهای آمینی و کربوکسیل دو زنجیره در یک سمت مشابه قرار دارند.

روش مهندسی ژنتیک در تولید دارو
- مطمئن و مؤثر که جایگاه ویژه‌ای در صنعت داروسازی دارند.
- پاسخ ایمنی ایجاد نمی‌کنند.
- تولید انسولین با وارد کردن ژن انسولین انسانی به **باکتری‌ها** صورت می‌گیرد.

مهم‌ترین مراحل تولید انسولین انسانی به روش مهندسی ژنتیک
- تولید **دو توالی** *DNA* مربوط به زنجیرهٔ A و B انسولین که **هرکدام** راه‌انداز مخصوص به خود دارند.
- نوترکیب کردن هر توالی **با یک دیسک** باکتریایی در آزمایشگاه توسط لیگاز ← ایجاد دو *DNA* نوترکیب مجزا
- انتقال دو پلازمید نوترکیب به دو باکتری مجزا توسط شوک الکتریکی یا حرارتی
- بیان دو توالی *DNA* توسط عوامل باکتریایی و تولید زنجیره‌های A و B در دو باکتری مختلف
- انتخاب یاخته‌های دریافت‌کننده به کمک آنتی‌بیوتیک (*پادزیست*) در تولید دارو
- خالص کردن و جمع‌آوری زنجیره‌های پلی‌پپتیدی A و B و اتصال آن‌ها به هم با پیوندهای شیمیایی در آزمایشگاه (*خارج باکتری*)
- مهم‌ترین مرحلهٔ ساخت انسولین در پستانداران که حذف زنجیرهٔ C می‌باشد، در این روش و درون باکتری انجام نمی‌شود.

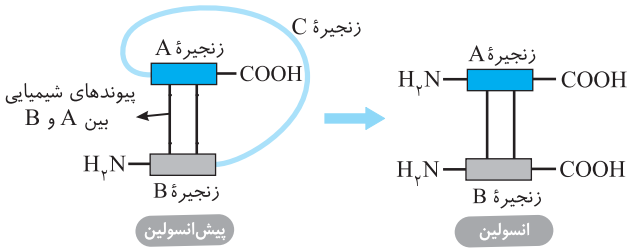
۱۲۸۶ ۱ هر چهار مورد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید که هر سه توالی دنای A، B و C موجود در رمزگردانی انسولین مربوط به **یک ژن** می‌باشد. پس دو توالی دنای مربوط به زنجیره‌های A و B را جدا کردند نه دو ژن مربوط به آن‌ها!! / ب و ج) نادرست است. در تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک، باید دو توالی دنای A و B را به دو دیسک یا ناقل ژنی مختلف نوترکیب کرد و وارد دو باکتری مجزا کنیم تا بیان شوند. / د) نادرست است. پس از تولید دو رشتهٔ آمینواسیدی A و B در باکتری‌ها، ابتدا آن‌ها را استخراج کرده و سپس با **پیوندهای شیمیایی** این دو رشته را به هم وصل کرده ولی این عمل مربوط به آنزیم لیگاز و ایجاد پیوند فسفودی‌استر نمی‌باشد چون این دو رشته حاوی آمینواسید می‌باشند نه نوکلئوتید! (*نگفتن روی اتصال دو نوکلئوتید اثر دارد نه اتصال دو آمینواسید!*)



A ۱۲۸۷ ۴ هر سه توالی آمینواسیدی A، B و C مربوط به انسولین مربوط به ترجمه و رمزگردانی یک ژن و یک $mRNA$ بوده است که در لوزالمعده ابتدا به صورت یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود. ترتیب ساخت این قسمت‌ها به ترتیب از قسمت‌های B، سپس C و در آخر A می‌باشد که پس از این مرحله، توالی C پیرایش می‌یابد تا با تنظیم بیان ژن پس از ترجمه، انسولین فعال ایجاد شود.

C ۱۲۸۸ ۴ انسولین فعال، هورمونی است که دو زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی کوتاه مجزا از هم دارد و طبق دسته‌بندی پروتئین‌ها ساختاری مشابه نوع چهارم پروتئین‌ها دارد. این هورمون فعال در باکتری‌ها تولید نمی‌شود بلکه فقط دو توالی کوتاه پلی‌پپتیدی A و B آن در باکتری‌های مجزایی ایجاد می‌شود. (*همان‌طور که می‌دانید پروتئین مهارکننده ویژهٔ پروکاریوت‌ها می‌باشد.*)



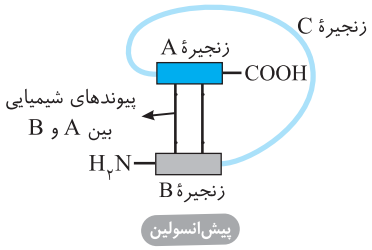
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انسولین پروتئینی است که یک جایگاه ژنی دارد و در ابتدا به صورت یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی تولید شده است. / گزینهٔ (۲): دو زنجیرهٔ A و B انسولین فعال توسط پیوندهای شیمیایی به هم متصلند ولی این پیوندها از نوع پپتیدی نمی‌باشند. / گزینهٔ (۳): انسولین اولیه پس از ترجمه مولکولی غیرفعال است که با جدا شدن توالی C آن به صورت انسولین پایدار فعال درمی‌آید.

A ۱۲۸۹ ۲ در روش مهندسی ژنتیک و به کمک باکتری‌ها، ابتدا باید از ژنوم انسان، دو توالی دنایی مربوط به رشته‌های A و B را جدا کنیم که برای جدا کردن **هرکدام نیاز به دو جایگاه برش** می‌باشد. این کار توسط **آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی** و در چهار جایگاه تشخیص صورت می‌گیرد.

B ۱۲۹۰ ۴ توالی پروتئینی C از مولکول انسولین فقط در یاختهٔ درون‌ریز انسولین‌ساز لوزالمعده پستانداران **رونویسی و ترجمه** می‌شود (*چون در مهندسی ژنتیک توسط باکتری، زنجیرهٔ C تولید نمی‌شود*). یاختهٔ لوزالمعده یک یاختهٔ یوکاریوتی است که فاقد تنظیم بیان ژن مثبت یا منفی رونویسی همراه با **پروتئین‌های تنظیم‌کننده مهاری یا فعال‌کننده** می‌باشد (درستی گزینهٔ (۴)). البته دقت کنید یوکاریوت‌ها قادر به پذیرش دیسک در مهندسی ژنتیک می‌باشند ولی در حالت عادی فاقد دیسک می‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

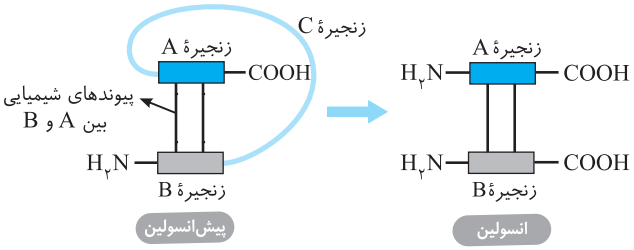
◄ تولید زنجیره‌های A و B انسولین در یاخته‌های یوکاریوت پستانداران و پروکاریوتی مورد استفاده در مهندسی ژنتیک صورت می‌گیرد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۳)).

A ۱۲۹۱ ۱ اگر به شکل مقابل دقت کنید و با توجه به اینکه می‌دانید در ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید، مراحل ساخت از سر آمینی $(-NH_2)$ به سر اسیدی $(-COOH)$ می‌باشد، پس تولید زنجیره‌های پلی‌پپتیدی انسولین از سر دارای گروه آمین آزاد یعنی رشتهٔ B به سمت سر دارای گروه اسیدی آزاد یعنی رشتهٔ A صورت می‌گیرد که رشتهٔ C بین آن‌ها می‌باشد.



$(COOH - A$ رشتهٔ $\leftarrow C \leftarrow B$ رشتهٔ $- NH_2)$

B ۱۲۹۲ ۴ همان‌طور که می‌دانید باکتری‌ها قادر به تبدیل پیش‌هورمون انسولین به نوع فعال نمی‌باشند، پس گزینه‌های (۱) و (۳) نادرست می‌باشند. در پستانداران همان‌طور که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید، ابتدا پیش‌هورمون انسولینی که تولید می‌شود، هم بین دو قسمت A و B آن پیوند شیمیایی وجود دارد و هم بین آن‌ها زنجیرهٔ C ترجمه شده است ولی برای بلوغ یا فعال شدن این هورمون، در نهایت زنجیرهٔ C با برش دو پیوند پپتیدی بین دو سر رشتهٔ C با رشته‌های A و B جدا می‌شود.



A ۱۲۹۳ ۱

نکته تولید واکسن در روش زیست‌فناوری کلاسیک با ضعیف کردن یا کشتن میکروب و یا سم آن صورت می‌گرفت که خطای انسانی می‌توانست سبب بروز بیماری شود ولی اگر واکسن را در روش زیست‌فناوری نوین با مهندسی ژنتیک ایجاد کنند، خطری از بابت انتقال بیماری ایجاد نمی‌کند. در روش مهندسی ژنتیک از ژن مربوط به پادگن و ناقلین ژنی دست‌ورزی شده استفاده می‌شوند.

درسنامه درختی ۱۲۰ تولید واکسن

تولید واکسن

- **روش‌های قبلی**
  - ضعیف کردن میکروب
  - کشتن میکروب
  - غیرفعال کردن سموم خالص شده با روش‌های خاص
  - تزریق به انسان ← تحریک دستگاه ایمنی اختصاصی
    - تولید یاختهٔ خاطره
    - تولید پادتن ضد آنتی‌ژن
  - اگر در مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد، احتمال بروز بیماری وجود داشت.
  - واکسن تولید شده باید ایمنی را به‌طور مناسب تحریک کند، اما منجر به بیماری نشود.
- **روش مهندسی ژنتیک**
  - خطرات واکسن‌های گذشته را ندارد.
  - ژن مربوط به آنتی‌ژن سطحی عامل بیماری‌زا را به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌کنند.
  - بیان ژن مورد نظر در میزبان ← تزریق میزبان دارای آنتی‌ژن مورد نظر به انسان ← تحریک ایمنی فرد با واکسن جدید و ایجاد یاختهٔ خاطره
  - **مثال:** تولید واکسن ضد هپاتیت B

B ۱۲۹۴ ۲

نکته
برای تهیهٔ واکسن باید ابتدا ژن تولید پروتئین سطحی (*پادگن*) میکروب را با آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی جدا کرد و سپس توسط لیگاز آن را با ناقل ژنی نوترکیب کنند و در نهایت آن‌ها را وارد یک میکروب غیربیماری‌زا کنند تا مقداری آنتی‌ژن سطحی ایجاد کند و در واکسن‌سازی از آن استفاده کنند. **دقت کنید که برای تولید واکسن پس از این مرحله دیگر نیازی به جداسازی ژن و محصول مورد نظر نمی‌باشد و همان میکروب‌های غیربیماری‌زای دست‌ورزی شده را به‌عنوان واکسن استفاده می‌کنند.**

C ۱۲۹۵ ۲ در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، توالی ساخت بخش *C* را از ژن تولید انسولین جدا کردند چون باکتری قادر به فعال کردن پیش‌هورمون انسولین نمی‌باشد. دقت کنید که در این روش باکتری فقط قادر به تولید دو زنجیرهٔ *A* و *B* می‌باشد ولی اتصال این دو زنجیره در خارج باکتری یعنی در آزمایشگاه صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در روش تولید انسولین در باکتری از دو توالی کوتاه دنا برای تولید زنجیره‌های *A* و *B* استفاده کردند ولی هورمون فعال را در خارج باکتری ایجاد می‌کنند. / گزینهٔ (۳): در مهندسی ژنتیک دو باکتری مختلف، با تولید دو *mRNA* غیریکسان به تولید انسولین کمک می‌کنند. / گزینهٔ (۴): برای ساخت انسولین، یک ژن مورد نیاز است که در باکتری‌ها دو رشتهٔ پلی‌پپتید جدا از هم برای زنجیره‌های *A* و *B* ساخته می‌شود ولی در پستانداران، ابتدا یک رشتهٔ پلی‌پپتید *A*، *B* و *C* ایجاد می‌شود.

A ۱۲۹۶ ۲ در تهیهٔ واکسن با مهندسی **ژنتیک**، باید ژن تولید پادگن یا آنتی‌ژن سطحی عامل بیماری‌زا را به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل کنیم. (*جدا کردن آنتی‌ژن‌های سطحی مربوط به روش تولید واکسن در زیست‌فناوری کلاسیک بود.*)

C ۱۲۹۷ ۲ فقط مورد (الف) صحیح می‌باشد.

نکات کلی ژن‌درمانی

ایستگاه ۶۹

۱) برای درمان افرادی که نقص مادرزادی ارثی دارند، کاربرد دارد.
۲) یکی از روش‌های درمان برای بیماری‌های ژنتیکی می‌باشد. (درستی الف)
۳) ژن‌درمانی، مجموعه‌ای از روش‌ها می‌باشد.
۴) قرار دادن نسخهٔ سالم یک ژن در **برخی** یاخته‌های فرد که دارای ژن ناقص آن می‌باشد، صورت می‌گیرد (نادرستی ب) ولی ژن ناقص را از آن یاخته خارج نمی‌کنیم (نادرستی د).
۵) در این روش یاخته‌هایی از بدن بیمار را در خارج از بدن مورد ژن‌درمانی انجام می‌دهند.
۶) ژن سالم را به کمک ناقل ژنی وارد یاختهٔ فرد بیمار می‌کنند (نادرستی ج).
۷) یاخته‌های دست‌ورزی شده را به بدن فرد بیمار وارد می‌کنند.
۸) بیان ژن سالم و تولید محصول هورمونی، پروتئینی و... در بدن فرد بیمار صورت می‌گیرد.
۹) مقداری یاختهٔ فرد بیمار را در آزمایشگاه نگه می‌دارند تا آن‌ها را همواره در معرض ژن سالم قرار دهند و متناوباً وارد بدن فرد بیمار کنند.
۱۰) در مورد یاخته‌هایی نتیجه‌بخش می‌باشد که قدرت تکثیر دارند.
۱۱) در مورد بیماری‌های اکتسابی، ژن‌درمانی انجام نمی‌شود.

A ۱۲۹۸ ۴ ژن‌درمانی اولین‌بار در دختربچهٔ ۴ ساله‌ای و با انتقال ژن سالم به یاختهٔ لنفوسیتی دارای ژن ناقص توسط ناقل ژنی ویروسی صورت گرفت.
البته به‌جز ژن‌درمانی، در این فرد می‌توانستند با مهندسی بافت به پیوند مغز استخوان یا تزریق آنزیم مورد نظر نیز بپردازند.

برو درسنامه درختی (۱۲۱) بخون

A ۱۲۹۹ ۲ اولین ژن‌درمانی برای ایجاد آنزیمی مهم در لنفوسیت‌های دختربچهٔ ۴ ساله رخ داد. همان‌طور که می‌دانید آنزیم‌ها وظیفهٔ واکنش‌های سوخت‌وسازی میزبان را با کاهش انرژی فعال‌سازی انجام می‌دهند. گزینه‌های دیگر در مورد نقش پادتن یا پرفورین (گزینهٔ (۱))، هموگلوبین گویچه‌های قرمز (گزینهٔ (۳)) و لنفوسیت *B* پادتن‌ساز (*پلاسموسیت*) در گزینهٔ (۴) می‌باشد.

B ۱۳۰۰ ۲ در اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز روی دختربچهٔ ۴ ساله، بعد از تغییر ژنوم ویروس که سبب ممانعت از تکثیر آن می‌شد، ابتدا ژن سالم را در ژنوم ویروس جاسازی کردند و سپس این دنای نوترکیب را وارد یاختهٔ لنفوسیتی کردند تا با ژنوم آن ترکیب شود.

A ۱۳۰۱ ۲ اولین ژن‌درمانی در مورد دختربچه‌ای بود که **آنزیم مهمی در سیستم دفاع بدن** تولید نمی‌شد ولی آنزیم از گروه **پروتئین‌های آنزیمی** است **نه دفاعی.** پرفورین نقش آنزیمی ندارد و در گروه پروتئین دفاعی برای ایجاد منافذ در غشای میکروب استفاده می‌شود.

B ۱۳۰۲ ۴ اولین **ژن‌درمانی** (*نه اولین روش مهندسی ژنتیک*) در یاخته‌های لنفوسیتی حاصل از **مغز استخوان دختربچه‌ای** انجام شد که حاوی هسته با دو کروموزوم جنسی *XX* بود. این یاخته‌ها دارای قدرت بیگانه‌خواری نمی‌باشند (رد گزینه‌های (۱) و (۳)). انسولین زیستی به کمک باکتری‌ها ایجاد شد که باکتری فاقد عامل رونویسی می‌باشد (رد گزینهٔ (۲)). اولین فردی که مورد ژن‌درمانی قرار گرفت تراژن نشد، چون ژن مربوط به گونهٔ خود را گرفته است نه گونهٔ دیگر!! (دلیل انتخاب گزینهٔ (۴)).

C ۱۳۰۳ ۲ معمول‌ترین ناقلین ژنی مورد استفاده در مهندسی ژنتیک، دیسک‌ها یا دیسک‌ها می‌باشند که همواره مستقل از **ژنوم** میزبان تکثیر می‌یابند ولی مانند هر ناقل ژنی دیگری برای تکثیر نیاز به آنزیم‌های میزبان خود دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): برای تولید جانوران تراژنی که بتوانند ژن‌های مورد نظر (*مثلاً نوعی پروتئین انسانی*) را بسازند، باید ابتدا ژن مورد نظر را به همراه دیسک نوترکیب کنیم (*مثلاً در تولید دام‌های تراژن از ناقلین ویروسی استفاده می‌کنند*). / گزینهٔ (۳): دیسک‌ها به‌طور طبیعی در برخی باکتری‌ها و قارچ‌هایی مثل مخمرها وجود دارند، پس دیسک‌های قارچی در ژنوم فاقد اپراتور ایجاد شده‌اند. / گزینهٔ (۴): در ژنوم دیسک، می‌توان ژن شروع کنندهٔ همانندسازی را مشاهده کرد که همانند ژن‌های مربوط به این عمل در ژنوم اصلی میزبان، توسط هلیکاز و سپس دنابسپاراز میزبان شناسایی می‌شوند.

B ۱۳۰۴ ۴ در واکسن‌سازی با روش مهندسی ژنتیک، تعداد **کمی** آنتی‌ژن‌های سطحی بیماری‌زا در سطح میزبان غیربیماری‌زا صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پروتئین غیرفعال سمی برای فعالیت ضد آفات گیاهی در مهندسی ژنتیک و توسط خود گیاهی مثل پنبه، سویا و ذرت تولید می‌شود. / گزینهٔ (۲): تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک همانند نوع عادی سبب کاهش قند خون و افزایش ذخایر گلیکوژنی می‌شود. / گزینهٔ (۳): برای ژن‌درمانی ابتدا باید ژن‌های سالم جدا شده از افراد را با همسانه‌سازی تولید کنیم و سپس آن‌ها را به کمک ناقل ژنی وارد یاختهٔ فرد بیمار کنیم.

درسنامه درختی ۱۲۱ ژن‌درمانی

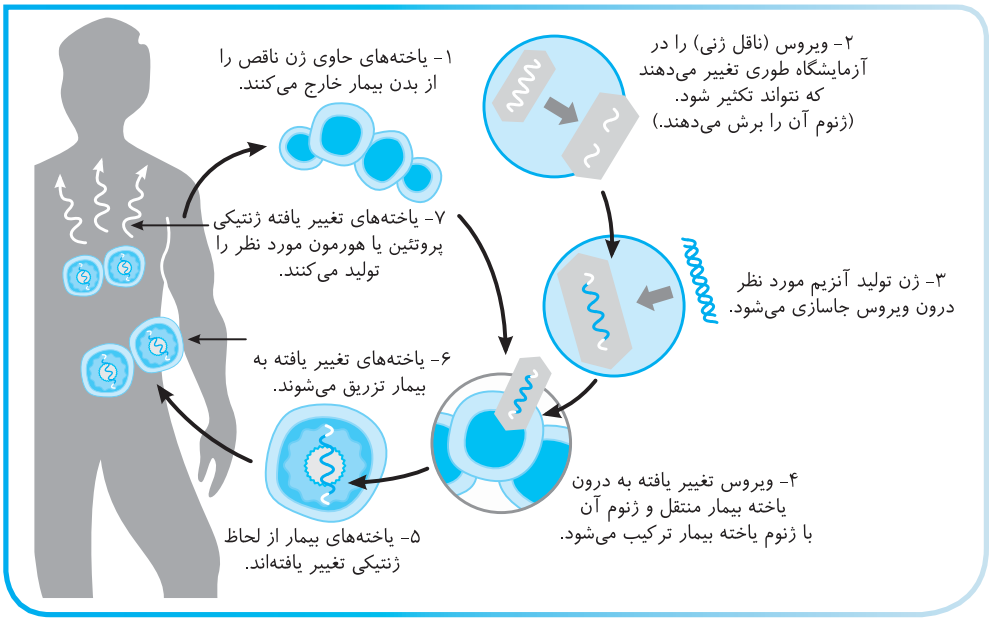
روشی برای درمان بیماری‌های **ارثی** یک گونه می‌باشد.
یکی از روش‌های جدید درمان بیماری‌های ژنتیکی، ژن‌درمانی است که خود **مجموعه‌ای از روش‌هاست**.
تعریف: یعنی قرار دادن نسخهٔ سالم یک ژن در یاخته‌های فردی که دارای نسخه‌ای ناقص از همان ژن است ← ژن ناقص را خارج نمی‌کنند.

مراحل ژن‌درمانی

۱) یاخته‌هایی را از بدن بیمار خارج می‌کنند.
۲) ژنوم یک ناقل ژنی مثل ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که نتواند تکثیر شود (در ژنوم آن برش ایجاد می‌کنند).
۳) ژن سالم را در ژنوم ناقل ژنی مثل ویروس جاسازی می‌کنند.
۴) ویروس تغییر یافته به درون یاختهٔ خارج شده از بدن فرد بیمار منتقل و ژنوم آن با ژنوم یاختهٔ بیمار ترکیب می‌شود.
۵) یاخته‌های بیمار با ورود ژنوم جدید به آن از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته‌اند.
۶) یاختهٔ تغییر یافته که حاوی ژن سالم و ناقص می‌باشد را به بدن بیمار بازمی‌گردانند.
۷) یاخته‌های تغییر یافتهٔ ژنتیکی با بیان ژن در بدن فرد بیمار، پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید می‌کنند.
۸) اگرچه این یاخته‌ها به تولید مادهٔ مورد نیاز می‌پردازند ولی چون بقای زیادی ندارند، لازم است به‌طور متناوب این عمل تکرار شود.

اولین ژن‌درمانی

در سال ۱۹۹۰ برای یک دختربچهٔ ۴ ساله دارای نقص ژنی سیستم ایمنی انجام شد.
دارای نوعی نقص ژنی در **یک آنزیم** مهم دستگاه ایمنی بود.
لنفوسیت‌ها را از فرد بیمار خارج کردند ← در خارج بدن تکثیر داده شد ← انتقال ژن کارآمد به کمک ناقل ژنی به لنفوسیت‌ها ← لنفوسیت‌های تغییر یافتهٔ ژنتیکی و دارای ژن‌های سالم و بیمار وارد بدن بیمار شد ← ساخت آنزیم مورد نیاز درون بدن بیمار
نکته: برای درمان این افراد می‌توان از روش‌هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم استفاده کرد.
اگرچه این یاخته‌ها به تولید مادهٔ مورد نیاز می‌پردازند ولی چون بقای زیادی ندارند، لازم است به‌طور متناوب این عمل تکرار شود.



B ۱۳۰۵ ۳ در ژن‌درمانی با بیان ژن انسانی در فرد بیمار، به تدریج بیماری فرد از بین می‌رود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در ژن‌درمانی برای توقف تکثیر ویروس، ابتدا دنای آن را برش می‌دهند. / گزینه‌های (۲) و (۴): در ژن‌درمانی باید ژن نوترکیب انسانی و ویروس را به فرد بیمار بزنیم. / گزینهٔ (۳): یاخته‌های غده‌های پستانی استخراج شدند و در محیط کشت ویژه‌ای که چرخهٔ یاخته‌ای را متوقف می‌کند، قرار داده شدند.

C ۱۳۰۶ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

بیماری نقص ایمنی اکتسابی همان ایدز می‌باشد که از طریق ویروس *HIV* وارد نوع خاصی از لنفوسیت‌های *T* به نام کمک‌کننده می‌شوند و سبب نقص در کل سیستم ایمنی می‌شود.

تله‌های تستی الف) نادرست است. برای تشخیص ایدز باید کل *DNA* موجود در **پلاسما و هماتوکریت** را بررسی کنند چون ژنوم این ویروس وارد برخی یاخته‌های خونی موجود در هماتوکریت می‌شوند نه پلاسما! / ب) نادرست است. با روش زیست‌فناوری به **تشخیص** دنای ویروس می‌پردازند ولی برای جدا کردن آن‌ها از دنای عادی میزبان باید از روش‌های آزمایشگاهی مثل سانتریفیوژ و ... استفاده کرد. از طرفی دقت کنید که گویچهٔ قرمز، دنا ندارد. / ج) درست است. تنها راه تشخیص ایدز در مراحلی که علائم بیماری مشاهده نمی‌شود، انجام آزمایشات خاص پزشکی می‌باشد (زیست یازدهم فصل ۵). / د) نادرست است. در حال حاضر درمان **قطعی** برای ایدز وجود ندارد ولی با تشخیص زودرس می‌توان از بروز علائم جلوگیری کرد و نیز از انتقال آن به سایر افراد پیشگیری کرد.

درسنامه درختی ۱۲۲ مهندسی ژنتیک در تشخیص بیماری‌ها

تشخیص بیماری

- تشخیص اولیه و شناخت دقیق از بیماری ← اصل مهم در درمان
- **روش‌های تشخیص بیماری**
  - مانند آزمایش خون و ادرار
  - روش‌های دیگری مثل فناوری‌های مبتنی بر دنا
- با کمک روش‌های زیست‌فناوری و شناسایی نوکلئیک اسیدِ عامل بیماری‌زا ← به وجود عامل بیماری‌زا پی می‌برند.
- تشخیص بیماری وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده‌اند و میزان عامل بیماری‌زا در بدن پایین است، مشکل می‌باشد.

موارد کاربرد

- تشخیص ایدز در مراحل اولیه
  - ایدز هنوز درمان قطعی ندارد.
  - فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهد.
  - دناهای درون خون فرد مشکوک استخراج می‌شود (دنای ژنوم ضرر + دنای ساخته شده از روی رنای ویروس)
  - تشخیص دنای ویروس با روش‌های زیست‌فناوری
  - اهمیت
    - اقدامات درمانی بدون اتلاف وقت
    - پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد
- تشخیص ژن‌های جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان
- پزشکی قانونی
- تحقیقاتی ← مانند مطالعه در مورد دنای فسیل‌ها

A ۱۳۰۷ ۲ وقتی هنوز علائم یک بیماری در بدن ظاهر نشده است، میزان عامل بیماری‌زا در بدن پایین می‌باشد و مشکل بتوان با آزمایش خون یا ادرار معمولی این بیماری را تشخیص داد ولی امروزه با روش زیست‌فناوری و شناسایی نوکلئیک‌اسید عامل بیماری‌زا می‌توان به وجود آن پی برد.

B ۱۳۰۸ ۱ با دقت در خواندن گزینه‌ها به راحتی می‌توانید به انتخاب گزینهٔ (۱) پی ببرید. چون بارها تأکید کرده‌ایم که **واکسن وسیلهٔ پیشگیری می‌باشد نه درمان!**

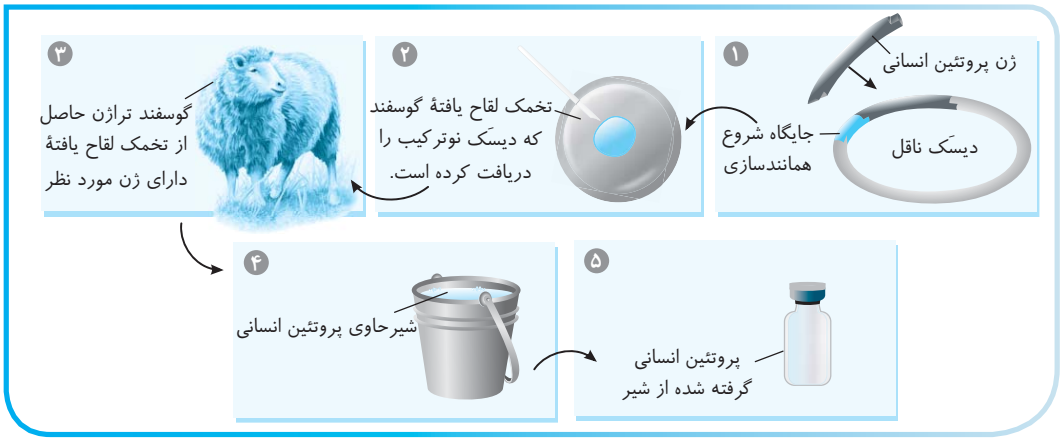
◀ گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) از موارد استفادهٔ مهندسی ژنتیک در بیماری‌ها، فسیل‌شناسی و ژن‌شناسی بوده است.

B ۱۳۰۹ ۲ دقت کنید که **جانور تراژنی** یعنی جانوری که با دستکاری در تخم سازندهٔ آن، در همهٔ یاخته‌های بدن آن، ژن مورد نظر یا تغییر یافته وجود داشته باشد. از جانوران تراژنی برای مطالعهٔ ژن‌های خاص مثل اثر هورمون رشد در رشد بهتر دام‌ها، عملکرد ژن‌های مختلف در بیماری‌ها و تولید پروتئین‌های مورد نیاز انسان استفاده می‌شود. دقت کنید که هورمون رشد دامی را توسط باکتری‌ها ایجاد می‌کنند نه جانوران تراژنی!!

درسنامه درختی ۱۲۳ جانوران تراژنی

اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست‌فناوری

- **تولید جانور تراژنی**
  - جانوری است که در همهٔ یاخته‌های پیکری خود، ژن یا ژن‌هایی از گونهٔ دیگر دارد.
  - ژن پروتئین انسانی را در یک پلازمید، نزدیک جایگاه شروع همانندسازی قرار می‌دهند.
  - دنای نوترکیب را وارد تخم لقاح یافتهٔ جانور می‌کنند.
  - زیگوت تغییر یافتهٔ ژنتیکی را وارد رحم جانور می‌کنند.
  - از رشد و تمایز زیگوت، جانوری ایجاد می‌شود که در هر یاختهٔ آن ژن انسانی وجود دارد.
  - با بیان ژن مورد نظر در جانور بالغ، می‌توان محصول ژن را در شیر آن جانور به دست آورد.
- ۱ مطالعهٔ عملکرد ژن‌های خاص در بدن مثل ژن‌های عوامل رشد و نقش آن‌ها در رشد بهتر دام‌ها
- ۲ کاربرد آن‌ها به عنوان مدلی برای مطالعهٔ بیماری‌های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و MS
- ۳ تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن‌ها ← مثل تولید شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی ← نسبت به شیر طبیعی دام‌ها مناسب‌تر است.



B ۱۳۱۰ ۴ پیوند مغز استخوان از فرایندهای مهندسی بافت می‌باشد نه مهندسی ژنتیک!
◀ گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) از موارد استفادهٔ مهندسی ژنتیک در پزشکی، کشاورزی و دامپروری می‌باشد.

B ۱۳۱۱ ۲ طی ایجاد گوسفند تراژنی، از یاختهٔ تخم تمایز نیافته استفاده شد که ناقل ژنی حاوی ژن انسانی را به آن وارد کردند. در این یاخته لقاح گامت‌ها ابتدا سبب تولید تخم شده بود و سپس ناقل ژنی نوترکیب را وارد این یاخته کردند.

B ۱۳۱۲ ۱ فقدان عامل انعقادی شمارهٔ ۸ باعث بیماری هموفیلی می‌شود (*نه خود عامل ضد انعقادی ۸*). گزینهٔ (۲) در مورد ویروس‌های دنادار ژن‌درمانی، گزینهٔ (۳) در مورد تبدیل پروتئین سمی غیرفعال باکتریایی به نوع فعال در جانوران آفت و گزینهٔ (۴) در مورد تقسیم میتوز یاخته‌های بنیادی صحیح می‌باشند.

A ۱۳۱۳ ۲ فقط مورد (الف) نادرست می‌باشد.
تله‌های تستی الف) نادرست است. بسیار واضح است که این عبارت به دلیل قید «فقط» نادرست می‌باشد چون در زیست‌فناوری علاوه بر جنبه‌های اخلاقی و اجتماعی، دقت به مسائل ایمنی زیستی نیز بسیار مهم می‌باشد. / ب)، ج) و د) درست است. همگی خط کتاب درسی در تیتر آخر این فصل می‌باشند.

درسنامه درختی ۱۲۴ زیست‌فناوری و اخلاق

زیست‌فناوری و اخلاق
- هر دستاورد بشری باید با جنبهٔ اخلاقی، اجتماعی و ایمنی زیستی آن مطابق باشد.
- **ایمنی زیستی**
  - شامل مجموعه‌ای از تدابیر، مقررات و روش‌هایی برای تضمین بهره‌برداری از این فناوری است.
  - قانون آن به منظور استفادهٔ مناسب از مزایای زیست‌فناوری و پیشگیری از خطرات احتمالی آن است.
- تاکنون از نتایج تحقیقات زیست‌فناوری هیچ موردی برخلاف اخلاق زیستی ارائه نشده است.

B ۱۳۱۴ ۲ اینترفرون و انسولین برخلاف پلاسمین و لیگاز (*اتصال دهنده*) نقش آنزیمی یا همان واکنش‌های سوخت‌وسازی ندارد.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۱۳۱۵ ۱ فقط عبارت (د)، **همواره** در خصوص ژن‌درمانی صحیح است.
تله‌های تستی الف) نادرست است. تزریق فقط دنا به بیمار، کمکی به حال فرد نخواهد کرد بلکه این دنا باید به شکلی خاص وارد یاخته‌های فرد شود. باید این دنا را ابتدا وارد ناقل ژنی کرد و پس از نوترکیب شدن و وارد کردن به یاخته‌های فرد بیمار، آن را وارد بدن فرد ناقص می‌کنند. / ب) نادرست است. این عبارت نیز نمی‌تواند **همواره** درست باشد چون تنها اولین ژن‌درمانی با کار بر روی لنفوسیت‌ها بوده است نه اینکه تمام ژن‌درمانی‌ها با تغییر لنفوسیت‌ها اثر کنند. / ج) نادرست است. در هر ژن‌درمانی‌ای از ویروس به عنوان ناقل استفاده نمی‌شود. علت نادرستی این عبارت هم مثل عبارت (ب) است. / د) درست است. در ژن‌درمانی، ژنی از فرد تغییر نمی‌کند بلکه یک ژن جدید به آن منتقل می‌شود و این ژن جایگزین ژن قبلی نخواهد شد زیرا یافتن محل دقیق آن ژن بر روی کروموزوم و برش دادن و جایگزین کردن آن، کار ناممکنی به نظر می‌رسد. یعنی ساختهٔ پیکری فرد برای یک پروتئین، سه ژن خواهد داشت که دوتا از آن‌ها معیوب هستند. بدن فرد، از ژن جدید نیز رونویسی خواهد کرد و پروتئین سالم را خواهد ساخت بنابراین نیازی نیست که به هر یاخته بیش از یک ژن وارد شود.

C ۱۳۱۶ ۳ به‌جز مورد (ب)، سایر موارد نادرست هستند. دقت کنید که داروهای مطمئن و مؤثر محصول زیست‌فناوری نوین هستند.
تله‌های تستی الف) نادرست است. تولید یک دارو به کمک زیست‌فناوری، الزاماً به معنی افزایش مدت تأثیر آن نسبت به مادهٔ مشابهی که توسط منبع دیگری تولید شده نیست بلکه ممکن است تحمل ایمنی فرد را از بین نبرد یا با همان مدت تأثیر، درمان بهتری ایجاد کند. / ب) درست است. برای دستورزی در ژن‌ها و همسانه‌سازی ژن، پیوندهای فسفودی‌استر شکسته و تشکیل خواهد شد. / ج) نادرست است. داروهای تولید شده در زیست‌فناوری، به گونه‌ای طراحی می‌شوند که موجب برانگیخته شدن پاسخ سیستم ایمنی و ایجاد حساسیت نشوند. یعنی تحمل ایمنی فرد را از بین نبرد (*فصل ۵ یازدهم در مورد تحمل ایمنی آموخته بودید!*). / د) نادرست است. این عبارت در مورد داروهای قبل از پیدایش زیست‌فناوری بود که مثل انسولین از پستانداران مختلف استخراج و خالص می‌شد.

C ۱۳۱۷ ۱ در این تست، ترتیب اتفاقات به این صورت است: سومین جای خالی ← اولین جای خالی ← دومین جای خالی. پس گزینه‌ای که از این ترتیب تبعیت کند، درست خواهد بود. همچنین با توجه به استفاده از لفظ «**بلافاصله**»، این وقایع باید پشت سر هم باشند و مرحله‌ای میان آن‌ها جای نگیرد.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. مراحل ژن‌درمانی در این گزینه به درستی بیان شده است به این صورت که ابتدا ژن درون ویروس قرار می‌گیرد، ویروس تغییر یافته به یاختهٔ میزبان منتقل می‌شود و بعد یاختهٔ بیمار، دچار تغییر ژنتیکی شده و نوترکیب می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. **بلافاصله** پس از خارج کردن یاخته‌ها از بدن فرد بیمار، دستکاری در ویروس به عنوان ناقل ژنی با دنای خطی رخ می‌دهد (*نه تغییر ژنتیکی یاخته‌های خارج شده*). / گزینهٔ (۳): نادرست است. برش قسمتی از ژنوم ویروس، هم‌زمان با تغییر آن برای تکثیر نشدن انجام می‌گیرد و نمی‌توانیم این دو عمل را جدا از هم بدانیم. / گزینهٔ (۴): نادرست است. انتقال ویروس تغییر نیافته به بیمار هرگز رخ نمی‌دهد.
◀ پس با توجه به گزینه‌ها، گزینهٔ (۱) برخلاف سایر گزینه‌ها درست است.

C ۱۳۱۸ ۴ در خصوص انسولینی که به کمک **مهندسی ژنتیک** و در **باکتری‌ها** تولید می‌شود، تمام موارد نادرست هستند.
تله‌های تستی الف) تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری صورت نمی‌گیرد. اتصال دو رشته به یکدیگر در خارج از باکتری و پس از جمع‌آوری آن‌ها و در آزمایشگاه انجام می‌شود. در حقیقت باکتری در روش مهندسی ژنتیک فقط دو رشتهٔ A و B انسولین را به‌طور جداگانه می‌سازد. / ب) مولکول انسولین در گاو که معدهٔ چهارقسمتی دارد، از دو زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی کوتاه و با اندازه‌ای **مشابه** (*نه متفاوت*) تشکیل شده است. / ج) به صورت سؤال دقت کنید! در روش تولید انسولین با باکتری، اصلاً زنجیرهٔ C تولید نمی‌شود. / د) اندام‌های تخریب‌کنندهٔ گویچهٔ قرمز در انسان، **طحال و کبد** هستند. از میان این دو اندام، هورمون انسولین فقط با تأثیر بر روی کبد (*و البته ماهیچه‌ها*) باعث ساخت گلیکوژن می‌شود.

B ۱۳۱۹ ۴ اگر تولید انسولین را به باکتری بسپاریم، می‌دانید که از نوع مهندسی ژنتیک است (*نه مهندسی پروتئین*)، پس تغییر شکلی که برای تبدیل پیش‌هورمون به هورمون لازم است، در باکتری رخ نخواهد داد. اما اگر اینترفرون با توالی عادی خود توسط باکتری تولید شود، پیوندهای نادرستی تشکیل می‌شود که شکل مولکول را تغییر و فعالیت آن را کاهش می‌دهد (درستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در ساخت انسولین پیوند اضافه‌ای تشکیل نخواهد شد و تمام پیوندها مانند نمونهٔ انسانی است. از طرفی به «**درون باکتری**» در تست، دقت کنید، چون برای تولید انسولین باکتری فقط پیوند پپتیدی ایجاد می‌کند. / گزینهٔ (۲): اینترفرون تولید شده در باکتری، غیرفعال نیست بلکه به دلیل داشتن پیوندهای نادرست، فعالیت و اثر کمتری دارد. / گزینهٔ (۳): اینترفرون برخلاف انسولین ساخته شده در باکتری، با مولکولی که در بدن استفاده می‌شود متفاوت است. اینترفرونِ آن، پیوندهای نادرست دارد ولی انسولین نهایی که ساخته می‌شود فرقی ندارد.

C ۱۳۲۰ ۴ هر سه مورد نادرست می‌باشند. پروتئین‌های ترشح شده از باکتری‌های خاکزی که سبب مسمومیت حشرات آفات گیاهی شوند، سبب حفظ **گیاهان زراعی** مثل **ذرت، پنبه و سویا** می‌شوند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در گیاهان و جانوران، تخم حاصل از لقاح با تقسیم **میتوز**، جاندار بالغ را ایجاد می‌کند. / ب) نادرست است. گیاهان خودرو برخلاف گیاهان زراعی به محیط‌های مختلف سازگارند و در آن‌ها رویش می‌کنند. (*گیاهان مورد نظر این تست از نوع زراعی می‌باشند.*) / ج) نادرست است. تبدیل پیش‌سم غیرفعال باکتریایی به سم فعال در بدن حشرات آفت گیاهی مثل کرم‌ها صورت می‌گیرد.

C ۱۳۲۱ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) در مورد **حشرات** که سبب تبدیل پیش‌سم باکتریایی به سم فعال می‌شوند، نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در مغز حشرات تعدادی گرهٔ جوش خورده به هم وجود دارد که هر گره از تعدادی جسم یاخته‌ای ایجاد شده است. / ب) نادرست است. این عبارت در مورد باکتری‌ها می‌باشد نه حشرات! / ج) نادرست است. این عبارت در مورد گیاهان آوندی می‌باشد نه حشرات! / د) درست است. حشرات از بی‌مهرگان می‌باشند که فقط دفاع غیراختصاصی دارند ولی در دفاع غیراختصاصی آن‌ها یاخته‌های لنفوسیتی کشندهٔ طبیعی قادر به تولید پرفورین دفاعی می‌باشند.

B ۱۳۲۲ ۲ پروتئین‌های مترشحه از باکتری‌های خاکزی به صورت پیش‌سم و غیرفعال ترشح می‌شوند. این مواد در لولهٔ گوارش حشرات توسط آنزیم‌های خارج یاخته‌ای شکسته شده و **فعال** می‌شوند. این سموم فعال با تخریب یاخته‌های لولهٔ گوارش حشره سبب مرگ آن‌ها و حفظ گیاهان می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پروتئین‌های مورد نظر از روی رنای پیک (*mRNA*) پروکاریوتی باکتری‌ها تولید شده‌اند که این رنا توسط رنابسپاراز پروکاریوتی تولید شده است. / گزینهٔ (۳): سموم فعال در لولهٔ گوارش حشرات سبب تخریب یاخته‌های **لولهٔ گوارش** می‌شود نه غدد گوارشی! / گزینهٔ (۴): پروتئین‌های غیرفعال مورد نظر همانند پپسینوژن با شکسته شدن و جدا شدن قسمتی از آن به نوع فعال تبدیل می‌شوند.

C ۱۳۲۳ ۳ ژن سازندهٔ پروتئین سمی گیاه پنبه، توسط باکتری‌ها و سیستم ژنی پروکاریوتی بیان می‌شود که در رونویسی آن یک نوع آنزیم رنابسپاراز نقش دارد. تجزیهٔ این پروتئین سمی توسط آنزیم‌های حشرات آفت و سیستم یوکاریوتی رخ می‌دهد که ژن آن نیز توسط یک نوع آنزیم به نام رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود، چون باید به تولید نوعی *mRNA* برای تولید این آنزیم‌های پروتئاز بپردازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): همانند با نقاط متعدد شروع، **معمولاً** ویژه سیستم همانندسازی یوکاریوتی می‌باشد. / گزینهٔ (۲): توالی افزاینده در کمک به رونویسی اغلب ژن‌های یوکاریوتی نقش دارد. / گزینهٔ (۴): پیرایش یا حذف رونوشت‌های اینترون ویژهٔ سیستم‌های ژنی یوکاریوت‌ها می‌باشد.

B ۱۳۲۴ ۳ کرم‌های آفت گیاهی تمایل دارند به **درون** غوزهٔ **نارس** پنبه‌ها وارد شوند (نادرستی گزینهٔ (۲)) تا در معرض آفت‌های محیطی قرار نگیرند (درستی گزینهٔ (۳)). به همین دلیل در این مزارع نیاز به سم‌پاشی‌های متناوب و متعددی می‌باشد تا آفت درونی را نیز از بین ببرند. در مزارعی که دارای پنبه‌های مقاوم شده به آفات می‌باشند، نیاز به سم‌پاشی مزارع تا حدود زیادی **کاهش** می‌یابد ولی حشره به بخش‌های خارجی گیاه آسیب رسانده در حالی که مانند قبل فرصت ورود به غوزه را از دست داده است (نادرستی گزینهٔ (۴)).

نکته

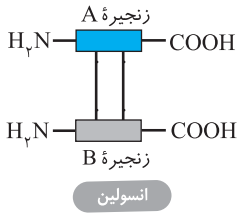
کرم‌های آفت گیاهان پنبه، به‌طور معمول و بدون تغییر یافتن ژنتیکی، قادر به تغییر پروتئین غیرسمی به نوع سمی می‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

C ۱۳۲۵ ۳ ژن تولید پیش‌سم باکتریایی، یا درون باکتری‌های خاکزی و یا درون برخی یاخته‌های گیاهی دست‌ورزی شده وجود دارد. این ژن در باکتری توسط *RNA* پلیمراز پروکاریوتی و در گیاه توسط *RNA* پلیمراز ۲ رونویسی می‌شود تا *mRNA* از روی آن ساخته شود ولی در حشراتِ آفت، ژنی وجود دارد که محصول آن آنزیمی برای تبدیل پیش‌سم غیرفعال به نوع فعال می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ژن فوق در پروکاریوت‌ها و گیاهان به ترتیب توسط دنابسپاراز پیش‌هسته‌ای‌ها یا هوهسته‌ای‌ها (*در گیاهان*)، همانندسازی می‌شود. / گزینهٔ (۲): در گیاه دست‌ورزی شده، ژن تولید پیش‌سم فعال ابتدا رونویسی شده و سپس توسط رناتن موجود در سیتوپلاسم گیاه یوکاریوتی ترجمه می‌شود. / گزینهٔ (۴): پیش‌سم پروتئینی فوق توسط آنزیم‌های لولهٔ گوارش حشره به ترکیبی سمی فعال تبدیل شده که سبب تخریب یاخته‌های لولهٔ گوارش حشره می‌شود. در لولهٔ گوارش آن‌ها نیز، پیش‌معده، معده و روده وجود دارد.

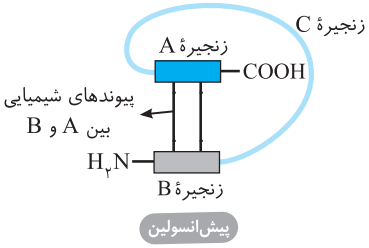
C ۱۳۲۶ ۱ موارد (ج)، (د) و (هـ) رخ نمی‌دهند.

تله‌های تستی الف) رخ می‌دهد. در مهندسی ژنتیک ژن‌های یوکاریوتی دارای **توالی افزاینده** را برای همسانه‌سازی وارد یاختهٔ پروکاریوتی می‌کنند تا این یاخته دارای توالی‌هایی مانند اپراتور، به تولید و بیان ژن یوکاریوتی بپردازد. / ب) رخ می‌دهد. در مهندسی ژنتیک مثلاً می‌توانیم ژن پروکاریوتی تولید پروتئین سمی ضد جانور گیاه‌خوار را در یاختهٔ گیاهی وارد کرد تا با بیان این ژن در یاختهٔ یوکاریوتی، به محصول مورد نظر برسیم. / ج) رخ نمی‌دهد. ترکیب **بخشی از دو ژن مختلف** فقط در **مهندسی پروتئین** کاربرد دارد. / د) رخ نمی‌دهد. جاندار فاقد سه نوع *RNA* پلیمراز، همان پروکاریوت‌ها می‌باشند. در باکتری‌ها مهم‌ترین بخش تولید انسولین که تبدیل نوع پیش‌هورمون یا انسولین غیرفعال به فعال با حذف زنجیرهٔ C می‌باشد، رخ نمی‌دهد. (*درون باکتری‌های مورد استفاده در مهندسی ژنتیک برای تولید انسولین، فقط دو زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی A و B در باکتری صورت می‌گیرد.*) / هـ) رخ نمی‌دهد. باکتری‌های خاکزی و گیاهان دست‌ورزی شده، فقط پیش‌سم یا سم غیرفعال برای مقابله با جانوران گیاه‌خوار می‌سازند ولی تبدیل سم غیرفعال به فعال در درون بدن حشره صورت می‌گیرد.



۱۳۲۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست است. انسولینی که روی یاخته‌های مختلف بدن اثر می‌گذارند، همان **هورمون فعال انسولین** می‌باشد که از خون خارج شده است و فاقد زنجیره یا توالی آمینواسیدی *C* می‌باشد. انسولین فعال، دو زنجیرهٔ کوتاه پلی‌پپتیدی به نام *A* و *B* دارد.

تله‌های تستی الف) با دقت در شکل انسولین فعال روبه‌رو مشاهده می‌کنید که در هورمون فعال، دو سر آمینی NH_2 رشتهٔ *A* و *B* در یک سمت و دو سر مشابه اسیدی $COOH-$ در سمت دیگر قرار دارند. / ب) در بدن انسان برخلاف باکتری، ژن تولید انسولین توسط یک رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود ولی در باکتری دو *RNA* پلیمراز سبب تولید دو *mRNA* برای رشته‌های *A* و *B* می‌شود. / ج) در انسولین فعال بین دو بخش *A* و *B*، پیوندهای شیمیایی وجود دارند ولی در انسولین غیرفعال بین آن‌ها علاوه بر پیوند شیمیایی، یک زنجیرهٔ آمینواسیدی *C* وجود دارد.



۱۳۲۸ ۲ با توجه به شکل روبه‌رو، زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی *C* در انسولین غیرفعال از یک طرف به سر کربوکسیل $(-COOH)$ زنجیرهٔ *B* و از طرف دیگر به سر آمینی $(-NH_2)$ زنجیرهٔ *A* متصل می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انسولین نوعی هورمون می‌باشد که از غدد درون‌ریز به **خون** وارد می‌شود. دقت کنید که محصولات بخش **برون‌ریز** لوزالمعده (*آنزیم‌ها و بی‌کربنات*) همراه با مجرای صفراوی مشترک شده و به دوازدهه وارد می‌شود. / گزینهٔ (۳): هم انسولین غیرفعال و هم نوع فعال، هر دو دارای پیوندهای شیمیایی بین دو بخش *A* و *B* خود می‌باشند. / گزینهٔ (۴): پیش‌هورمون غیرفعال انسولین در پستانداران از روی **یک ژن** و **یک** *mRNA* تولید می‌شود که حاوی **سه توالی پلی‌پپتیدی** روی یک زنجیره می‌باشند.

نکته
برای تولید هورمون انسولین با روش طبیعی یک *mRNA* مورد نیاز است ولی در مهندسی ژنتیک، در باکتری، دو *mRNA* برای تولید آن ایجاد می‌شود.

۱۳۲۹ ۳ فقط عبارت (ج) صحیح می‌باشد.

در روش تولید انسولین با مهندسی ژنتیک، حداقل به دو باکتری برای تولید زنجیره‌های *A* و *B* نیاز می‌باشد که در هرکدام ناقل ژنی نوترکیب را وارد می‌کنیم. برای جداسازی این یاخته‌های تراژن نیاز به پادزیستی اختصاصی داریم که ژن مقاومت به آن روی دیسک‌های نوترکیب قرار گرفته باشند.

تله‌های تستی الف) انسولین تولید شده در لوزالمعدهٔ گاو به روش مهندسی ژنتیک نمی‌باشد. / ب) اتصال توالی دنای *A* و *B* مربوط به انسولین به کمک **ناقل ژنی** یا ژن کمکی باکتری صورت می‌گیرد که برخلاف دنای اصلی باکتری به غشای میزبان متصل نمی‌باشد. / د) اتصال دو زنجیرهٔ *A* و *B* انسولین ساخته شده در باکتری **در خارج باکتری** و در آزمایشگاه صورت می‌گیرد.

۱۳۳۰ ۳ فقط مورد (الف) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی (الف) نادرست و (ج) درست است. دقت کنید که باکتری‌ها در روش تولید انسولین با مهندسی ژنتیک فقط دناهای مربوط به زنجیره‌های *A* و *B* را به‌طور جداگانه بیان می‌کنند و اصلاً زنجیرهٔ *C* در این روش تولید نمی‌شود ولی خیلی باید توجه کنید که اتصال دو زنجیرهٔ *A* و *B* برای تولید انسولین فعال، توسط محققین در **خارج باکتری** صورت می‌گیرد. / ب) درست است. تبدیل انسولین غیرفعال (*پیش‌هورمون*) به نوع فعال توسط یاختهٔ لوزالمعدهٔ پستانداران و در یاخته‌های **درون‌ریز** هورمون‌ساز صورت می‌گیرد که این یاخته‌ها برخلاف غدد برون‌ریز، مجرای مشخصی برای خروج فراوردهٔ خود ندارند.

۱۳۳۱ ۱ **لنفوسیت** که منظور این تست می‌باشد، فقط فاقد ویژگی (د) می‌باشد.

اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز در بدن دختربچهٔ دارای نقص ایمنی انجام شد و یاخته‌های **لنفوسیتی** وی دچار ژن‌درمانی قرار گرفتند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. یاختهٔ هیستامین‌ساز خونی، بازوفیل‌ها می‌باشند که از یاختهٔ میلوئیدی مغز استخوان منشأ گرفته است ولی یاختهٔ لنفوسیتی خون از یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی مغز استخوان منشأ می‌گیرد. / ب) نادرست است. لنفوسیت‌ها دارای هستهٔ تکی گرد یا بیضی با سیتوپلاسم بدون دانه می‌باشند. دقت کنید که در متن سؤال ذکر کرده لنفوسیت **فاقد** کدام ویژگی است و به همین دلیل موارد (الف) و (ب) را نادرست در نظر می‌گیریم. / ج) نادرست است. لنفوسیت‌ها اغلب ویژهٔ دفاع اختصاصی هستند ولی نوعی از آن‌ها به نام **لنفوسیت کشندهٔ طبیعی** در دفاع غیراختصاصی نیز نقش دارد. / د) درست است. هستهٔ لنفوسیت دختربچهٔ فوق حاوی دو کروموزوم *X* و ۲۳ نوع کروموزوم (*غیرجنسی و جنسی*) بود ولی یک نوع نیز دنای راکیزه‌ای دارد. دقت کنید که وقتی صحبت از هسته نمی‌شود باید ژنوم سیتوپلاسمی را نیز در نظر بگیرید.

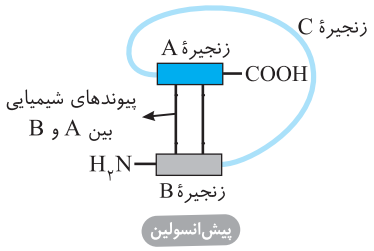
۱۳۳۲ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست است. بسیاری از ناهنجاری‌های ژنتیکی زمانی ایجاد می‌شوند که فرد نسخهٔ فعال یک ژن خاص را نداشته باشد. ژن‌درمانی یعنی قرار دادن یک نسخهٔ سالم از یک ژن درون یاخته‌های فردی که دارای نسخه‌ای ناقص از همان ژن است. فنیل‌کتونوری نوعی بیماری ژنتیکی نهفته است که می‌توان همانند برطرف کردن نقص ایمنی ارثی در انسان آن را ژن‌درمانی کرد.

تله‌های تستی الف) مالاریا و سینه‌پهلو هر دو در اثر عامل بیگانه منتقل می‌شوند و مربوط به نقص ژنی در انسان نمی‌باشد. / ب) کم‌خونی داسی‌شکل و تالاسمی هر دو بیماری ارثی نقص ژنی بوده و می‌توانند مورد ژن‌درمانی قرار بگیرند. / ج) سندرم داون بیماری کروموزومی است و با ژن‌درمانی بهبود نمی‌یابد.

نکته
دقت کنید که نقص ایمنی اکتسابی مربوط به ایدز می‌باشد که نمی‌توان آن را ژن‌درمانی کرد ولی نقص ایمنی ارثی را در برخی موارد می‌توان ژن‌درمانی کرد.

۱۳۳۳ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. اولین تلاش‌ها برای ژن‌درمانی در دختر بچهٔ مبتلا به نوعی ناهنجاری دستگاه ایمنی بود که طی آن دستگاه ایمنی **یک آنزیم** مهم (*پروتئین رضاعی*) دستگاه ایمنی را نمی‌ساخت. از آنجا که دختر $44+XX$ است، پس لنفوسیت وی برای تمامی ژن‌های روی دو کروموزوم *X* همتا از جمله عامل انعقادی ۸ خون (*ضد هموفیلی*) در حالت عادی ۲ نسخه دارد.

◀ لنفوسیت‌ها از بافت خونی دارای پروتئین فیبرینوژن می‌باشند (*نه فیبرین*) و منشأ آن‌ها از یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی می‌باشد که با منشأ گرده‌ها متفاوت است (نادرستی ب، ج و د).



۱۳۳۴ **۳** شکل بیانگر تولید پیش‌هورمون اولیهٔ انسولین در نوعی یاختهٔ درون‌ریز جزایر لانگرهانس لوزالمعده می‌باشد که کروموزوم‌ها یا فام‌تن‌های آن برخلاف باکتری به غشای یاخته متصل نمی‌باشند (درستی د).

تله‌های تستی الف) یاختهٔ انسولین‌ساز جزایر لانگرهانس لوزالمعده فقط به تولید انسولین می‌پردازد که قند خون را کاهش می‌دهند ولی در بخش درون‌ریز لوزالمعده، یاخته‌های دیگری برای تولید گلوکاگون وجود دارد که سبب بالا بردن قند خون می‌شود. (*دقت کنید که در این عبارت یاخته مد نظر بوده است نه اندام!*) / ب) صفرا در کبد تولید می‌شود نه لوزالمعده! / ج) ژن تولید هر ماده‌ای در بدن در هر یاختهٔ هسته‌دار موجود می‌باشد ولی بیان ژن و تولید رنای پیک پپسینوژن‌ساز در یاخته‌های حاشیه‌ای غدد معده صورت می‌گیرد.

۱۳۳۵ **۳** ژن‌درمانی اولین‌بار روی یک دختربچه صورت گرفت که یاخته‌های لنفوسیتی خون وی را دچار تغییر ژنتیکی کردند و ژن سالم را وارد یاختهٔ دارای نسخهٔ غیرفعال آن کردند. یاخته‌های لنفوسیتی، هستهٔ گرد یا بیضی و میان‌یاختهٔ بدون دانه دارند. این یاخته‌های دیپلوئید برای هرکدام از دو گروه خونی *ABO* و *Rh* دارای دو ژن مجزا هستند که کلاً ۴ ژن می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پزشکان، در این روش درمانی، یاخته‌های لنفوسیتی جدا کرده را به‌طور زنده نگه داشتند تا متناوباً از آن‌ها استفاده کنند، پس تنفس یاخته‌ای را در آن‌ها متوقف نکردند. / گزینهٔ (۲): به دلیل اینکه یاختهٔ ژن‌درمانی شده طول عمر کوتاهی دارد، نیاز به ژن‌درمانی‌های متعدد و متناوب همواره وجود دارد. / گزینهٔ (۴): در یوکاریوت‌ها برخلاف پروکاریوت‌ها هر ژن برای خود یک راه‌انداز مستقل دارد.

۱۳۳۶ **۳** آنزیم برش‌دهنده در سامانهٔ **دفاعی** باکتری سازندهٔ خود نقش دارد و از طرفی نخستین فردی که مورد ژن‌درمانی قرار گرفت دارای نقص در یک آنزیم مهم دستگاه **ایمنی** بود که لنفوسیت دفاعی آن در آزمایش به کار گرفته شد (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آنزیم برش‌دهنده آنزیم باکتریایی است و پروکاریوت‌ها فاقد اندامک‌اند. / گزینهٔ (۲): هر دو آنزیم بوده و دارای جایگاه فعال‌اند که سبب کاهش انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های سوخت‌وسازی می‌شود.

۱۳۳۷ **۳** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. در ژن‌درمانی ابتدا یاخته‌های مورد نظر فرد بیمار را در محیط کشت می‌دهند، سپس ژن سالم و ناقل ژنی تغییر یافته را نوترکیب کرده و وارد تعدادی یاختهٔ فرد بیمار می‌کنند. پس از ادغام ژنوم آن‌ها، این یاخته‌های تغییر یافته یا ژن‌درمانی شده را به فرد بیمار تزریق می‌کنند تا در نهایت ژن سالم در فرد بیمار بیان شود.

تله‌های تستی الف) ممانعت از تکثیر ناقل ژنی، قبل از نوترکیب شدن انجام می‌شود. / ج) ابتدا باید دنای نوترکیب را ایجاد کنند. / د) تا ژن را جاسازی نکنند که بیان نمی‌شود.

۱۳۳۸ **۲** بر حسب نوع ژنی که در ژن‌درمانی قرار می‌گیرد، فرد دارای این ژن می‌تواند به تولید فرآورده آنزیمی، هورمونی و... بپردازد. در اولین آزمایش برای ژن‌درمانی کردن، یک آنزیم سیستم ایمنی دچار نقص بود نه هورمون!

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دلیل اینکه فرد دارای بیماری مالاریا را نمی‌توان ژن‌درمانی کرد این است که این بیماری ژنتیکی نمی‌باشد و توسط یک میکروب انگلی به فرد رسیده است. / گزینهٔ (۳): آزمایش ادرار و خون روش‌های تشخیص معمولی می‌باشد ولی در حال حاضر روش‌هایی مبتنی بر دنا در تشخیص بیماری‌ها نقش دارد که این مولکول‌های دنا را از خون فرد به دست می‌آورند و باز هم به خون‌گیری نیاز دارد. / گزینهٔ (۴): آزمایش‌های زیست‌فناوری با شناسایی **نوکلئیک‌اسید** عامل بیماری‌زا می‌تواند به وجود آن پی ببرد (*نه پروتئین‌های خونی!*).

۱۳۳۹ **۱** موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند.

آنزیمی که در لوزالمعده سبب تبدیل پیش‌هورمون انسولین به نوع هورمون فعال می‌شود، باید قدرت جدا کردن رشتهٔ پلی‌پپتید *C* را از دو توالی آمینواسید *A* و *B* داشته باشد. این عمل با **هیدرولیز پیوند پپتیدی توسط پروتئازی درون‌یاخته‌ای** انجام می‌شود.

تله‌های تستی الف) درست است. **پروتئازهای** لوزالمعده می‌توانند برای عمل گوارش به صورت **غیرفعال** وارد **دوازدهه** شوند و در آنجا با فعال شدن به هیدرولیز نهایی پروتئین‌های غذایی بپردازند (*زیست دهم فصل ۲*). / ب) نادرست است. پروتئازهای درون معده همان پپسین می‌باشند که سبب هیدرولیز پروتئین‌ها به پپتیدهای کوچک می‌شوند ولی آن‌ها را تا حد آمینواسید تجزیه نمی‌کنند. / ج) نادرست است. آنزیم مورد نیاز برای فعال‌سازی انسولین برای جدا کردن زنجیرهٔ *C* از نوع **پروتئاز** می‌باشد ولی آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی فعالیت **نوکلئازی** دارند. / د) درست است. هر پروتئین یوکاریوتی از روی رنای پیکی که توالی‌های رونوشت اینترون آن‌ها در هسته پیرایش یافته‌اند، تولید می‌شود.

۱۳۴۰ **۲** فقط مورد (ب) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. هر جانداری که ژنی از گونهٔ دیگر دریافت کرده است و در یاخته‌های خود حاوی ژن گونهٔ بیگانه می‌باشد را تراژن به حساب می‌آوریم. / ب) نادرست است.

نکته

لنفوسیت‌ها اولین یاختهٔ انسانی بودند که ژن‌درمانی موفقیت‌آمیزی روی آن‌ها انجام شد. این یاخته از بدن دختربچه استخراج شد که فاقد کروموزوم *Y* بود. پس کل ژنوم انسان‌ها را نمی‌توان با آن‌ها بررسی کرد.

ج) درست است. شیر غنی از پروتئین انسانی تولید شده در مهندسی ژنتیک، برای انسان نسبت به شیر طبیعی گاو، مناسب‌تر می‌باشد. / د) درست است. فرد مبتلا به ایدز وقتی عامل بیماری در وی بروز می‌یابد دیگر توانایی خود را برای دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا از دست داده است.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

۱ **۴** منظور سؤال زیست‌فناوری **کلاسیک** می‌باشد که اولین‌بار به **تولید آنزیم‌ها** همراه با کشت باکتری‌ها پرداخت. در روش زیست‌فناوری کلاسیک به تولید آنتی‌بیوتیک از راه **کشت ریزجانداران** می‌پردازد ولی در روش زیست‌فناوری نوین، از پادزیست‌ها در جدا کردن یاخته‌های دارای ژن‌های بیگانهٔ نوترکیب شده با دیسک استفاده می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در روش زیست‌فناوری کلاسیک ویژگی باکتری کشت داده شده تغییر نمی‌کند و انتقال ژن بین دو جاندار رخ نمی‌دهد. / گزینهٔ (۲): در زیست‌فناوری سنتی و کلاسیک از تخمیر برای ایجاد مواد غذایی استفاده می‌شود. / گزینهٔ (۳): تولید مواد **دارویی** مثل پادزیست‌ها اولین‌بار در زیست‌فناوری کلاسیک ایجاد شد.

۱ **۲** **B** اولین جانداری که برای زیست‌فناوری ژن به آن منتقل شد، **باکتری** بود. اگر فرض کنیم ژن مربوط به یوکاریوتی‌ها به آن منتقل شود، این ژن توسط آنزیم برش‌دهندهٔ **پروکاریوتی** جدا شده است (درستی گزینهٔ (۱)) ولی دقت کنید که درون باکتری تمام موارد همسانه‌سازی و بیان آن ژن توسط سیستم پروکاریوتی انجام می‌شود (نادرستی گزینه‌های (۳) و (۴)). در آخر توجه کنید که راه‌انداز و توالی هر ژن، مخصوص به خود ژن می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

۲ **۳** **A** در انتهای چسبندهٔ حاصل از عمل *EcoR*۱، بازهای *TTAA*، فسفات و پیوند فسفودی‌استر وجود دارد، زیرا نوکلئوتیدها، بازهای آلی نیتروژن‌دار، آدنین، تیمین و فسفات و قند پنتوز دارند که در اثر عمل *EcoR*۱ تشکیل می‌شود ولی فاقد سیتوزین، گوانین، پیوند هیدروژنی و قند ریبوز می‌باشد.

۳ **۴** **B**

نکته همانندسازی یا تکثیر راکیزه‌ها، سبزدیسه‌ها و دیسک‌های (*ریبوزوم*) درون یاخته به صورت مستقل از تکثیر ژنوم هسته‌ای یا ژنوم اصلی میزبان آن‌ها انجام می‌شود یعنی تکثیر آن‌ها می‌تواند با تکثیر ژنوم اصلی یاختهٔ میزبان هم‌زمانی داشته باشد یا نداشته باشد ولی دقت کنید که همهٔ آن‌ها برای تکثیر خود نیازمند به استفاده از آنزیم‌ها و امکانات میزبان خود می‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۳)).

◀ دیسک‌ها را می‌توان به‌طور معمول در باکتری‌ها و یا در برخی قارچ‌ها مشاهده کرد، پس بیان ژن‌های آن‌ها برحسب نوع میزبان آن‌ها توسط سیستم رونویسی پروکاریوتی یا یوکاریوتی صورت می‌گیرد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)).

۵ **۲** **C** موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند.

نکته در مرحلهٔ وارد کردن دنای نوترکیب شده به میزبان، در مهندسی ژنتیک، از **آنزیم اصلی DNA پلیمراز** (*دنابسپیراز*) **میزبان** برای تشکیل پیوند فسفودی‌استر استفاده می‌کنیم ولی پیوند هیدروژنی خود به خود تشکیل می‌شود و تشکیل آن به آنزیم نیاز ندارد (درستی ج)، آنزیم هلیکاز برای شکستن پیوند هیدروژنی در همانندسازی مورد نیاز است. دقت کنید که در تولید دنای نوترکیب در **درون میزبان** تعداد پیوندهای فسفودی‌استر زیادی برای کل مولکول ایجاد می‌شود ولی برای تولید دنای نوترکیب در **خارج میزبان**، **چهار** پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود (نادرستی د).

◀ آنزیم دنابسپاراز در عمل ویرایش، باز شدن پیوندهای هیدروژنی را انجام نمی‌دهد (نادرستی الف).

◀ در همانندسازی دنا، بعد از شناسایی نقطهٔ آغاز همانندسازی توسط هلیکاز و باز شدن دو رشته، *DNA* پلیمراز فعالیت خود را آغاز می‌کند (نادرستی ب).

۶ **۱** **B**

نکته ساخت *DNA* درون یاخته، همواره بر عهدهٔ ***DNA* پلیمراز و هلیکاز** است، پس ساخت *DNA* نوترکیب هم در یاخته بر عهدهٔ *DNA* پلیمراز و هلیکاز است، ولی در خارج باکتری ابتدا آنزیم برش‌دهنده و بعد *DNA* لیگاز، برای ساخت *DNA* نوترکیب مورد نیاز است که برش‌دهنده برای جداسازی قطعات و لیگاز برای اتصال دو قطعهٔ دنا می‌باشد.

۷ **۳** **C** تولید اولین یاختهٔ تراژنی در مرحلهٔ سوم مهندسی ژنتیک رخ می‌دهد که دنای نوترکیب را وارد میزبان می‌کنند و تولید اولین دنای دست‌ورزی یا نوترکیب شده نیز در مرحلهٔ دوم و همراه با عمل لیگاز صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در مرحلهٔ سوم از لیگاز استفاده نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در هیچ‌کدام از این دو مرحله از پادزیست‌ها استفاده نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): **درست** است. آنزیم برش‌دهندهٔ ژنی در دو مرحلهٔ اول کاربرد دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. خطی شدن دیسک فقط در مرحلهٔ دوم رخ می‌دهد.

۸ **۱** **B** فقط مورد (د) مدنظر است. اینترفرون‌های تولیدی در **مهندسی پروتئین** همانند اینترفرون طبیعی **نوع ۱** عمل ضد ویروس (*مانند مقابله با عامل آنفلوانزای پرندگان*) دارند. این پروتئین‌ها از نوع طبیعی پردوام‌تر و پایدارتر می‌باشند ولی فعالیتی به اندازهٔ نوع طبیعی دارند.

۹ **۲** **C** سؤال در مورد **مویرگ‌های مغزی و قلبی** مطرح شده است که با بسته شدن سرخرگ قبل از آن‌ها، احتمال سکته در فرد بالا می‌رود. از زیست دهم به یاد دارید که **مویرگ‌های** دستگاه عصبی مغزی، ماهیچه‌ها (*قلب*) و شش‌ها از نوع **پیوسته** بوده که غشای پایه **کامل** داشته و مانع عبور مواد مضر زیادی به بافت مجاور می‌شوند. یاخته‌های بافت پوششی سنگ‌فرشی جدار این مویرگ‌ها ارتباط تنگاتنگی با هم دارند و فاقد منافذ یا حفره‌های یاخته‌ای می‌باشند و ورود و خروج مواد در آن‌ها به شدت کنترل می‌شود.



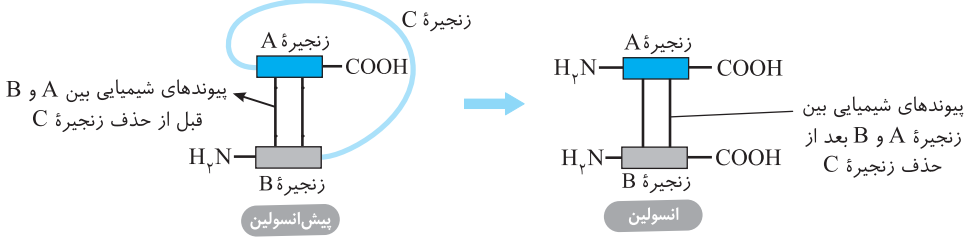
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): مویرگ فاقد منفذ در سیستم عصبی مرکزی آن هم در برخی مویرگ‌های **مغز** مشاهده می‌شود. / گزینهٔ (۳): یاخته‌های پرمنفذ در مویرگ‌های منفذدار کلیه‌ها، غدد درون‌ریز و روده مشاهده می‌شود. / گزینهٔ (۴): حفره‌های بین‌یاخته‌ای در مویرگ‌های ناپیوسته جگر، طحال و مغز استخوان مشاهده می‌شود.

۱۰ **۲** **A** محققین زیست‌فناوری در شاخهٔ کشاورزی برای ایجاد گیاهان زراعی مقاوم به حشرات آفت، ژن انبوه‌سازی شده باکتریایی برای تولید پروتئین سمی را به کمک ناقل ژنی در مهندسی ژنتیک وارد گیاه می‌کنند تا خود گیاه به تولید آن پروتئین غیرفعال اولیه بپردازد و حشره با خوردن و تغییر آن‌ها، مسموم شود.

۱۱ **۴** **B** ایجاد گیاهان تغییر یافتهٔ ژنی که به حشره مقاوم شده‌اند نیاز به حشره‌کش را کاهش داده است و ارتباطی به شخم زدن زمین در این عمل ایجاد نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در مهندسی ژنتیک با تولید گیاهان مقاوم به حشره باعث شد که استفاده از حشره‌کش که آلاینده محیط‌زیست است، کاهش یابد. / گزینهٔ (۲): درست است. در مورد ایجاد گیاهان مقاوم به شوری، خشکی و ... شرایط ارزش غذایی در محیط بالا رفته است. / گزینهٔ (۳): درست است. ایجاد گیاهان مقاوم به محیط‌های نامناسب از اعمال مهندسی ژنتیک در کشاورزی می‌باشد.

۱۲ **۱** **C** اگر به شکل‌های زیر توجه کنید، مشاهده می‌کنید که پیوندهای شیمیایی بین دو توالی *A* و *B* هم قبل از حذف توالی *C* و هم بعد از آن وجود دارد.



تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در پیش‌هورمون انسولین، زنجیرهٔ آمینواسید C بین دو بخش A و B قرار دارد که به بخش عامل اسیدی $(-COOH)$ توالی B و قسمت آمینی $(-NH_2)$ بخش A متصل می‌باشد. / گزینهٔ (۳): هم در پیش‌هورمون انسولین و هم در انسولین فعال، بین دو سر آمینی و اسیدی زنجیره‌های A و B پیوندی وجود نداشته است. / گزینهٔ (۴): پیش‌هورمون انسولین دارای یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی به هم پیوسته با سه بخش A، B و C می‌باشد ولی هورمون انسولین فعال دو رشتهٔ پلی‌پپتید مجزای B و A دارند.

۱۳ C ۴ تبدیل پیش‌هورمون انسولین به نوع فعال با عمل پروتئازی و جدا کردن پیوند پپتیدی زنجیرهٔ C صورت می‌گیرد که عملی همانند آنزیم پپسین معده دارد که هر دو سبب تجزیهٔ پروتئین‌ها به پپتیدهای کوچک می‌شود.

- آنزیم‌هایی که پیوند اشتراکی از نوع فسفودی‌استر ایجاد می‌کنند: دنابسپارازها، انواع رنابسپارازها و اتصال دهندهٔ ژنی (لیگاز)
- آنزیم‌هایی که توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر دارند: دنابسپاراز در ویرایش و آنزیم‌های برش‌دهنده
- آنزیم‌هایی که در شکسته شدن پیوند هیدروژنی نقش مستقیم دارند: هلیکاز و RNA پلیمراز
- آنزیم‌های غیرپروتئینی مثل rRNA در ساختار رناتن قرار دارند و در ایجاد پیوند پپتیدی مؤثرند.

۱۴ B ۴

نکته

در روش ژن‌درمانی **بدون اینکه ژن ناقص را برداریم**، ژن سالم نوترکیب شده را به یاخته دارای ژن ناقص وارد می‌کنیم تا پس از بیان ژن، مقدار محصول در فرد زیاد شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): لنفوسیت مورد استفاده در این روش، محصول یاخته‌های بنیادی بالغ لنفوئیدی از مغز استخوان می‌باشد. / گزینهٔ (۲): اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز برای ایجاد یک آنزیم مهم سیستم ایمنی دختر بچهٔ ۴ ساله بود. / گزینهٔ (۳): در اثر تقسیم یاخته‌های لنفوسیتی در بدن، تعداد یاخته‌های دارای ژن سالم نیز در بدن زیاد می‌شود.

مراحل اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز در انسان

ایستگاه ۷۰

۱) برای یک دختربچهٔ ۴ ساله دارای نوعی نقص ژنی انجام شد.
۲) دختر بیمار ژن جهش‌یافته‌ای داشت که نمی‌توانست یک **آنزیم** مهم دستگاه ایمنی را بسازد.
۳) ابتدا تعدادی از لنفوسیت‌های فرد بیمار را از **خون** وی جدا کردند و در خارج از بدن کشت دادند.
۴) از **ویروسی** به‌عنوان ناقل ژنی استفاده کردند.
۵) ژن ویروس مورد نظر را برش دادند تا مانع تکثیر آن در یاختهٔ میزبان شوند.
۶) ژن کارآمد سالم بیماری فوق را از افراد سالم جدا کردند و درون ژنوم ویروس جاسازی کردند.
۷) ویروس تغییر یافته یا نوترکیب شده با ژن سالم را وارد یاختهٔ لنفوسیتی دارای نسخهٔ ناقص ژنی کردند.
۸) ژنوم ویروس و یاختهٔ لنفوسیتی میزبان با هم ادغام شد.
۹) یاخته‌های فرد بیمار را که دست‌ورزی شده بود و حاوی ویروس و ژن سالم بود، وارد بدن فرد بیمار کردند.
۱۰) پس از تزریق یاخته‌های تغییر یافته در بدن فرد بیمار، به تدریج با بیان ژن‌های سالم، پروتئین یا هورمون یا در این مثال آنزیم مورد نظر ساخته شد.
۱۱) چون طول عمر یاخته‌های تغییر یافته کوتاه بود، لازم بود این عمل به‌طور **متناوب** همراه لنفوسیت‌های کشت داده شده به تدریج وارد بدن فرد بیمار شوند و مقدار آنزیم مورد نظر در بدن فرد حاصل شود.
۱۲) برای درمان این افراد می‌توان از روش‌های پیوند مغز استخوان و تزریق آنزیم نیز استفاده کرد.

۱۵ B ۱

نکته

در **ژن‌درمانی** فقط باید ژن نوترکیب را در باکتری با DNA پلیمراز زیاد کنیم و بعد از استخراج DNA نوترکیب، **محصول** آن در یاخته جاندار ژن‌درمانی شده **رونویسی و ترجمه** می‌شود و از رناتن و RNA پلیمراز میزبان استفاده می‌شود (یعنی باکتری در ساخت محصول ژن نقش ندارد). در گزینهٔ (۲) و (۳) دستگاه ترجمه میزبان برای ساخت انسولین و هورمون رشد دامی نیز مورد نیاز می‌باشد. در گزینهٔ (۴) نیز دقت کنید که در ساخت واکسن برای پیشگیری از بیماری‌ها، باید ژن جدا کرده در میزبان غیربیماری‌زا بیان و ترجمه شود تا پادگن سطحی در سطح میزبان قرار گیرد.

۱۶ B ۱ مهم‌ترین مرحلهٔ تولید انسولین، تبدیل هورمون غیرفعال یا پیش‌انسولین به نوع فعال است. در این روش، با جدا شدن زنجیرهٔ C، یک سر آزاد آمینی و یک سر آزاد کربوکسیلی جدید ایجاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): هورمون انسولین فعال، دارای دو سر آزاد آمینی در یک سمت و دو سر آزاد کربوکسیل در سمت دیگر می‌باشد. / گزینهٔ (۳): بین زنجیره‌های A و B پیوند شیمیایی ایجاد شده از نوع پپتیدی نمی‌باشد. / گزینهٔ (۴): در مهندسی ژنتیک، اصلاً زنجیره C انسولین تولید نمی‌شود.

۱۷ C ۳ منظور سؤال پلاسمین طبیعی در پلاسما می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. پلاسمین نقش آنزیمی و کاهش انرژی فعال‌سازی دارد ولی اینترفرون فاقد نقش آنزیمی است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. پایداری پلاسمین طبیعی در پلاسما بسیار کوتاه است. / گزینهٔ (۳): درست است. پلاسمین و اینترفرون تولید شده در مهندسی پروتئین، پایداری بیشتر دارند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. پلاسمین و اینترفرون، هر دو با تغییر کوچک در ژن سازنده ایجاد شده‌اند.

۱۸ C ۲ ابتدا یک‌بار دیگر متن تست را درست بخوانید و دقت کنید سؤال در مورد مهندسی ژنتیک است (نه پروتئین).

تله‌های تستی الف) نادرست است. در مهندسی ژنتیک، اصلاً قرار نیست ژنی را تغییر دهیم پس عبارت (الف) نباید در هیچ گزینه‌ای باشد (دلیل نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)). / ج) در مهندسی ژنتیک، از پادزیست برای از بین بردن باکتری‌های حساس استفاده می‌کنند که دیسک ندارند (نه باکتری مقاوم) پس عبارت (ج) هم نباید در گزینه‌ها باشد (دلیل نادرستی گزینهٔ (۳)). دقت کنید که در مهندسی ژنتیک، برش دیسک (عبارت (ب)) قبل از استفاده از دنابسپاراز برای همسانه‌سازی (عبارت (د)) به کار می‌رود.

B ۱۹ ۱ در مهندسی ژنتیک بهتر است که از ناقلی استفاده کنیم که یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشته باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): همهٔ ویروس مورد استفاده در ژن‌درمانی دنا دارند و با دنابسپاراز میزبان تکثیر می‌شوند. / گزینهٔ (۳): برای ایجاد جاندار تراژنی می‌توان فقط ناقل ژنی را وارد تخم آن‌ها کرد و سپس با میتوز این ویژگی در کل بدن پخش شود. / گزینهٔ (۴): آنزیم‌های برش‌دهنده، باکتریایی هستند و در پی روشن شدن ژن‌هایی تولید می‌شوند که فاقد توالی افزاینده می‌باشند.

B ۲۰ ۳

نکته قبل از پیدایش روش مهندسی ژنتیک، برای درمان دیابت نوع ۱، داروی انسولین را از لوزالمعدهٔ گاو استخراج می‌کردند. این دارو می‌توانست در بدن مقداری تحریک سیستم ایمنی ایجاد کند. در دیابت نوع ۱ سیستم ایمنی به یاخته‌های **خاص** انسولین‌ساز در جزایر لانگرهانس لوزالمعده حمله کرده و آن‌ها را تخریب می‌کند که نوعی بیماری **خودایمنی** بوده که در سنین **پایین** رخ می‌دهد. همان‌طور که از زیست دهم باید به خاطر داشته باشید، لوزالمعده غده‌ای در **زیر و موازی** با **معده** متمایل به سمت **چپ** بدن می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هورمون گلوکاگون سبب تجزیهٔ ذخایر قندی کبد می‌شود ولی انسولین سبب ورود گلوکز خون به کبد و ماهیچه و تبدیل آن‌ها به گلیکوژن ذخیره‌ای می‌شود. / گزینهٔ (۲): در دیابت مشکل انعقادی در خون مطرح نمی‌باشد. / گزینهٔ (۴): اشکال در گیرنده‌های پاسخ دهنده به انسولین در دیابت نوع ۲ رخ می‌دهد که مقدار انسولین کافی است ولی در اثر چاقی، گیرنده‌ها به آن پاسخ نمی‌دهند.

پاسخ آزمون برگزیدهٔ سؤالات سراسری

B ۱ ۴ کروموزوم‌های کمکی یا دیسک‌های DNAای حلقوی هستند که مستقل از تکثیر ژنوم یاخته زیاد می‌شوند و ژن‌هایی دارند که در ژنوم اصلی باکتری وجود ندارند (*مثل ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک*). هر آنزیم برش‌دهنده به‌طور معمول یک جایگاه تشخیص «در هر DNA به کار رفته» دارد و دقت کنید که در رد گزینهٔ (۲) ممکن است دیسکی توسط EcoR۱ بریده نشود چون ممکن است اصلاً جایگاه تشخیص آن را نداشته باشد.

B ۲ ۳

نکته در باکتری‌هایی که دیسک (*کروموزوم کمکی*) دارند در واقع ما دو نوع DNA داریم؛ DNA اصلی باکتری و DNA دیسک. جواب سؤال باید چیزی باشد که در هر دوی این DNA ها وجود داشته باشد (*آن هم معمولاً یک عدد*). نقطهٔ شروع همانندسازی هم در دیسک و هم در DNA اصلی باکتری **معمولاً یک عدد** می‌باشد. ولی به دلیل همانندسازی دوجهته، تعداد دوراهی‌های همانندسازی **معمولاً** دو برابر تعداد جایگاه‌های شروع همانندسازی هستند، پس می‌شود دو برابر تعداد مولکول‌های DNA.

◀ ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک در DNA اصلی باکتری برخلاف دیسک وجود ندارد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

◀ جایگاه تشخیص هم می‌تواند در DNA اصلی نباشد (*بستگی به نوع آنزیم برش‌دهنده و توالی جایگاه تشخیص دارد*) یا حتی می‌تواند تعدادش در DNA اصلی بیش از یکی باشد (*در دیسک‌ها هم همین‌طور، می‌تواند نباشد، یکی باشد، یا بیشتر*). هرچند که برای مهندسی ژنتیک بهتر است دیسک‌هایی را انتخاب کنند که فقط یک جایگاه تشخیص داشته باشند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

A ۳ ۳ جاندار تراژنی جانداری است که در یاخته‌های آن DNAی **بیگانه** از گونه دیگر وجود دارد. در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) یاخته‌های گندم، انسان و برنج، DNA بیگانه دریافت کرده‌اند، اما در گزینهٔ (۳) فرد، **محصول ژن** یعنی پروتئین ضد انعقاد خون را دریافت کرده است که تراژنی نمی‌باشد.

B ۴ ۱ تعداد **کمی** از باکتری‌ها DNA نوترکیب را جذب می‌کنند و به همسانه‌سازی می‌پردازند.

◀ گزینهٔ (۲) نادرست است چون آنزیم‌های برش‌دهنده توالی **کوتاه و خاصی** را شناسایی می‌کند **نه بلند!!**

◀ گزینهٔ (۳) نادرست است چون آنزیم‌های برش‌دهنده، در اثر عمل خود انتهای چسبنده می‌سازند.

◀ گزینهٔ (۴) نادرست است چون کروموزوم کمکی در **برخی** باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد.

B ۵ ۱ EcoR۱ و هلیکاز هر دو آنزیم پروتئینی هستند و از آمینو اسید ایجاد شده‌اند ولی عامل انتقال صفت در آزمایش گریفیت، دنا بوده و مانند جایگاه تشخیص برش‌دهنده و پیک دوم گلوکاگون (*AMP حلقوی*) ساختار نوکلئوتیدی دارند.

B ۶ ۳ نکتهٔ قابل توجه در این تست، توجه کردن به قید **«بعضی»** در متن سؤال می‌باشد چون برخی ناقلین ژنی بیش از یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده دارند ولی همگی آن‌ها برای تکثیر به عوامل میزبان وابسته‌اند و به قطعاتی دارای دو انتهای چسبنده تبدیل می‌شوند.

B ۷ ۱ ناقلین ژنی، DNA حاملی هستند که با استفاده از آنزیم‌های میزبان همانندسازی شده و بهتر است که دارای یک جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده باشند. از این ناقلین برای انتقال ژن **به هر جانداری** در حال حاضر استفاده می‌کنند و از اثر آنزیم برش‌دهنده بر آن‌ها، همواره قطعات خطی با دو انتهای چسبنده در دو سر مولکول ایجاد می‌شود.

A ۸ ۳ در مهندسی ژنتیک، بعد از مرحله ورود دنای نوترکیب به میزبان با استفاده از شوک گرمایی یا الکتریکی، باید بیشتر باکتری‌ها را که فاقد DNA نوترکیب هستند از بین ببریم که برای این عمل از نوعی پادزیست استفاده می‌کنیم.

B ۹ ۲ در مراحل مهندسی ژنتیک بعد از مرحلهٔ انبوه‌سازی ژن در درون میزبان، باید پادزیستی به محیط اضافه کنیم که یاخته‌های فاقد DNA نوترکیب را حذف کند و سپس از یاخته‌های باقی‌مانده تراژن برای استخراج ژن یا محصول استفاده کنیم.

B ۱۰ ۳ سر آمینی انسولین غیرفعال در سمت رشته B و سرکربوکسیل در سمت رشته A می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در انسولین فعال، زنجیرهٔ C وجود ندارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. هم پیش‌انسولین و هم هورمون فعال، هر دو بین زنجیره A و B آن پیوند وجود دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. زنجیره‌های A و B به‌طور کامل در پیش انسولین و هورمون فعال وجود دارند.

B ۱۱ ۳ پیوند شیمیایی بین زنجیره A و B، در انسولین غیرفعال و فعال وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در انسولین غیرفعال، زنجیره بلند C وجود دارد. / گزینهٔ (۲): در پیش‌انسولین زنجیره B، سر آمینی آزاد و زنجیره A، سر کربوکسیل آزاد دارد. / گزینهٔ (۴): انسولین غیرفعال برخلاف فعال حاوی زنجیرهٔ C و آمینواسیدهای آن است.

B ۱۲ ۴ منظور سؤال **باکتری‌هایی** هستند که **گرمادوست** بوده و در چشمه‌های آب گرم زندگی می‌کنند. این پروکاریوت‌ها آمیلاز مقاوم به گرمای طبیعی ایجاد می‌کنند و مانند هر جانداری در دو رشتهٔ دنای خود می‌توانند برای یک ژن، یک رشتهٔ آن الگوی رونویسی باشد ولی برای ژن دیگری، رشتهٔ دیگری از دنای آن به عنوان الگو قرار بگیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): باکتری‌ها فقط یک غشای یاخته‌ای دارند ولی اندامک غشادار ندارند. / گزینهٔ (۲): قید «**همواره**» نادرست است چون تنظیم بیان ژن آن‌ها اغلب در مرحلهٔ رونویسی صورت می‌گیرد (*نه پس از آن*). / گزینهٔ (۳): پروکاریوت‌ها اندامک غشادار ندارند، پس توانایی ایجاد ریزکیسه برای برون‌رانی ندارند (*فقط پروکاریوت‌ها غشای درونی ندارند*).

A ۱۳ ۱ مهم‌ترین مرحله در ایجاد انسولین در **مهندسی ژنتیک** تبدیل هورمون پیش‌انسولین به هورمون انسولین فعال می‌باشد. این عمل به‌طور طبیعی در بدن انسان و سایر پستانداران با حذف زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی C صورت می‌گیرد ولی در باکتری و مهندسی ژنتیک اصلاً زنجیرهٔ C تولید نمی‌شود و دو زنجیرهٔ A و B به صورت مجزا تولید شده و مهم‌ترین مرحله اتصال پیوند شیمیایی بین این دو زیرواحد کوتاه پلی‌پپتیدی در آزمایشگاه می‌باشد. (*سایر گزینه‌ها مراحل مهندسی ژنتیک در همانندسازی ژن می‌باشد.*)

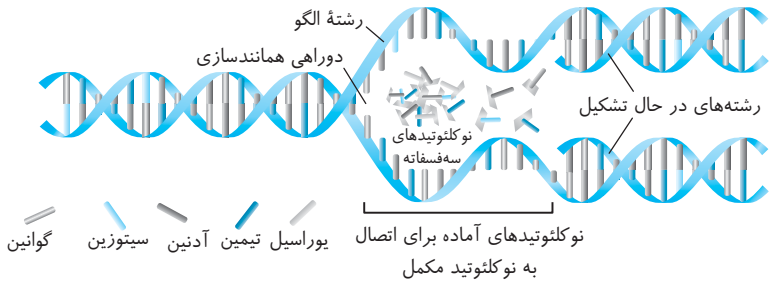
B ۱۴ ۲ مهم‌ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، تبدیل انسولین غیرفعال به فعال است زیرا تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری نمی‌تواند به درستی انجام شود. در هر باکتری به کمک یک پلازمید یک زنجیره را رمز می‌کنند، سپس آن را از یاخته خارج کرده و به کمک وسایل آزمایشگاهی به کمک پیوندهایی این دو زنجیرهٔ کوچک A و B را به هم متصل می‌کنند. این همان تبدیل انسولین غیرفعال (*در باکتری*) به فعال (*خارج از باکتری*) می‌باشد.

نکته

در پستانداران (*نه تمام مهره‌داران*) انسولین به شکل پیش‌هورمون ساخته می‌شود.

C ۱۵ ۴ مطابق با کتاب درسی، جانداری خاکزی که با تولید پروتئین‌های سمی آفات را از بین می‌برد، نوعی **باکتری** است. پروتئینی که این باکتری تولید می‌کند ابتدا غیرفعال بوده و پس از تغییراتی تبدیل به پروتئین‌های فعال (*تنظیم بیان ژن پس از ترجمه*) می‌شود.

در تمام دناهای جانداران مختلف، در ژن‌های مختلف می‌توان الگو قرار گرفتن رشته‌ها را دید. یعنی در یک ناحیه، رشتهٔ فوقانی الگوی رونویسی است و در ناحیهٔ دیگر رشتهٔ تحتانی الگو است.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): خوب دقت کنید که درون‌بری و برون‌رانی لفظی برای یاخته‌های یوکاریوتی است نه پروکاریوت‌ها! چون این فرایندها به ریزکیسه نیاز دارند که اندامکی غشادار است و در باکتری‌ها یافت نمی‌شوند. / گزینهٔ (۲): تنظیم بیان ژن می‌تواند درپروکاریوت‌ها، حین رونویسی و یا پس از آن باشد! لزوماً این تنظیم بیان ژن با تغییر پایداری در رنا و پروتئین رخ نمی‌دهد. / گزینهٔ (۳): پروکاریوت‌ها تنها یک غشا دارند و آن هم غشای خود یاخته است. همان‌طور که می‌دانید این یاخته‌ها اندامک‌های غشادار درونی ندارند و فقط برخی اندامک‌های بدون غشا مثل رناتن را می‌توان در آن‌ها مشاهده کرد.

فصل ۸

رفتارهای جانوران



پاسخ‌های تشریحی

درسنامه درختی

ایستگاه‌ها و نکات آموزشی

فصل هشتم رفتارهای جانوران

پاسخ‌های تشریحی

A ۱۳۴۱ ۴ تغییر یک رفتار غریزی، همواره در اثر تجربه و یادگیری صورت می‌گیرد و در این صورت به یادگیری تبدیل می‌شود.

◀ گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) متن کتاب درسی هستند و هرکدام را به عنوان یک نکته یاد بگیرید.

درسنامه درختی ۱۲۵ تعریف رفتار

اساس رفتار

نکات

- علت مشاهدهٔ رفتارهای جانوران توسط انسان
  - زندگی انسان به داشتن اطلاعات دربارهٔ رفتار جانوران وابسته است.
  - به‌طور مثال یافتن راه‌های مبارزه با حشرهٔ آفت با دانستن چگونگی زادآوری آن
  - حفظ گونه و حفاظت از تنوع زیستی با دانستن مهاجرت یا تغذیهٔ یک جانور در معرض خطر
- نمونه‌هایی از رفتارها
  - قمری خانگی ← **بعد** از جمع‌آوری شاخهٔ **نازک** درختان برای لانه‌سازی، **زادآوری** می‌کند.
  - گوزن ← گریز از شکارچی
  - خرس‌های قطبی ← خواب **زمستانی**
  - سارها ← مهاجرت به مناطق **گرم‌تر** برای زمستان‌گذرانی
- **تعریف رفتار** ← واکنش یا **مجموعه** واکنش‌هایی که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌**ها** انجام می‌دهد.
- انواع محرک مسبب رفتارهای گوناگون
  - محرک داخلی مانند تغییر میزان هورمون‌ها یا گلوکز در بدن جانور
  - محرک خارجی مانند بو، رنگ، صدا، تغییر دمای محیط و تغییر طول روز

B ۱۳۴۲ ۱ موارد (الف) و (ب) در مورد خواب زمستانی خرس‌های قطبی و مهاجرت سارها در زمستان به مناطق گرم‌تر، همچون فرار گوزن‌ها از شکارچی، رفتار جوجه کاکایی‌ها در نوک زدن به منقار والد، لانه‌سازی پرندگان و مکیدن شیر نوزادان پستاندار از پستان مادر نمونه‌هایی از رفتار غریزی می‌باشند.

◀ عدم فرار گوزن‌ها در اثر صداهای عادی اطراف شکار نشانه‌ای از خوگیری یا رفتار یادگیری عادی شدن برای آن‌ها می‌باشد (نادرستی ج).

◀ پایین آمدن قند خون در اثر انسولین بدن، نمونه‌ای از رفتار غریزی با محرک درونی است ولی اگر در اثر رژیم غذایی صورت بگیرد، نوعی تغییر رفتار در اثر یادگیری بوده است (نادرستی د).

C ۱۳۴۳ ۴ موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

چون در سؤال عنوان کرده جوجه به **هر منطقه‌ای** از منقار نوک می‌زند، پس منظور **رفتار غریزی** در **دو روز اول** پس از خروج از تخم می‌باشد و هنوز تغییر رفتار برای این جوجه رخ نداده است.

تله‌های تستی الف) درست است. نوک زدن جوجه کاکایی به منقار والد، سبب برگردانده شدن **بخشی** از غذای خورده شده توسط والد به جوجه می‌شود. / ب) نادرست است. این رفتار پس از دو روز و با نوک زدن جوجه به مناطق جلویی منقار اصلاح می‌شود. / ج) درست است. رفتار موردنظر در بقا و رشد جوجه کاکایی مؤثر است نه والد آن! (*البته در بقای ژن‌های والدین آن به دلیل شانس زنده ماندن جوجهٔ آن‌ها تأثیر دارد.*) / د) درست است. ویژگی‌های بدنی جانور نیز اساس ژنی دارند و به یادگیری از محیط ربطی ندارند.

C ۱۳۴۴ ۳ در رفتار مراقبت موش ماده از زاده‌ها، یک ژن B اولیه بیان می‌شود و سپس پروتئین تولید شده با فعال کردن **آنزیم‌ها و ژن‌های دیگر** سبب ایجاد فرایندهای پیچیده‌ای می‌شود که در نتیجهٔ آن مادر از فرزندان خود مراقبت می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): موش از پستانداران بوده که جانور ماده XX می‌باشد و هر ژن موجود در بدنش در جانور نر نیز وجود دارد ولی بیان ژن B در فرد ماده برای مراقبت از فرزندان صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): موش مادر ابتدا نوزادان خود را وارسی می‌کند و سپس با اطلاعاتی که از حواس خود به مغز می‌رساند، سبب فعال شدن ژن B برای محافظت از نوزادان می‌شود. / گزینهٔ (۴): ژن‌های مربوط به نگهداری نوزادان در **هر یاختهٔ هسته‌دار** مغز و بدن وجود دارند ولی بیان این ژن **فقط** در **برخی** یاخته‌های مغزی صورت می‌گیرد که سبب رونویسی و ترجمهٔ آن می‌شود.

برو درسنامه درختی ۱۲۶ بخون

B ۱۳۴۵ ۳ فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد.

منظور سؤال **رفتار غریزی** می‌باشد که مانند هر رفتار دیگری به صورت واکنش‌هایی در پاسخ به محرک توسط جانوران رخ می‌دهد (درستی ج).

تله‌های تستی الف) رفتارهای غریزی در اثر تجربه از بین نمی‌روند بلکه تغییر یافته و اصلاح می‌شوند. / ب) رفتارهای غریزی برحسب نوع آموزش جانور به انواع مختلف یادگیری تبدیل می‌شوند که یکی از این یادگیری‌ها می‌تواند از نوع حل مسئله باشد. / د) رفتار غریزی برخلاف یادگیری، فرصتی برای آموختن در جانور نداشته است.

B ۱۳۴۶ ۲ محققین با جهش‌دار کردن و غیرفعال کردن ژن B در موش‌های ماده، متوجه شدند که رفتار مراقبت از نوزادان اساس ژنی یا غریزی دارد. در این آزمایش وارسی نوزادان بدون اشکال صورت می‌گیرد و اطلاعات حسی نیز به مغز جانور می‌رسند ولی ژن B آن‌ها بیان نمی‌شود و در نتیجه با عدم ایجاد رفتار غریزی مراقبت از نوزادان، موش ماده این نوزادان را نادیده می‌گیرد.

درسنامه درختی ۱۲۶ رفتار غریزی

- رفتاری است که زمینهٔ ارثی و ژنی دارد و در نتیجهٔ یادگیری، تجربه و تغییر رفتار حاصل نشده است.
- اساس این رفتارها در **همهٔ** افراد گونه یکسان است ← چون **ژنوم** یکسانی دارند.
- همگی به‌طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده‌اند.

رفتار جوجه‌های کاکایی
- برای دریافت غذا (*بعد از خروج از تخم*) **به منقار** پرندهٔ **والد** نوک می‌زند و والد ماده **بخشی** از غذای خورده شده را برمی‌گرداند تا جوجه آن را بخورد.
- دریافت غذای کافی برای بقا و رشد جوجه اهمیت دارد.

انواع رفتار

غریزی

رفتار مراقبت موش ماده

موش مادهٔ طبیعی
1. **همهٔ** موش‌های **نر** و **ماده**، حاوی ژن B مراقبت از زاده‌ها می‌باشند.
2. این ژن در ماده‌ها **بیان** می‌شود و اجازه نمی‌دهد بچه موش‌ها از او دور شوند.
3. موش مادر ابتدا نوزادان را وارسی می‌کند.
4. اطلاعاتی از راه حواس به **مغز** ارسال می‌شود تا ژن B فعال شود.
5. ژن B در یاخته‌هایی در مغز موش مادر فعال و بیان می‌شود.
6. ژن B دستور ساخت **پروتئینی** را می‌دهد که آنزیم‌ها و ژن‌های **دیگر** را فعال می‌کند.
7. در مغز جانور فرایندهای **پیچیده‌ای** به راه می‌افتد.
8. موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد ← بچه‌های دور شده را می‌گیرد و به سمت خود می‌کشد.

موش مادر جهش یافته در ژن B
1. موش‌های مادر نوزادان را همانند قبل جهش، وارسی می‌کردند.
2. پس از وارسی، نوزادان را نادیده می‌گرفتند و رفتار مراقبت نشان نمی‌دادند.
3. مشخص شد رفتار مراقبت مادری در موش **اساس ژنی** دارد.
4. مشخص شد که ژن B، نقشی در وارسی نوزادان ندارد.
5. رفتار موش مادر در مراقبت از فرزندان **رفتار غریزی** است.

مثال‌های دیگر
- رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا
- لانه‌سازی پرنده‌ها
- رفتار مکیدن پستان در شیرخواران پستانداران

تغییر رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی
- نوک زدن‌های جوجه کاکایی **در ابتدا** دقیق نیست ← به صورت **غریزی** به هر جایی از منقار مادر نوک می‌زند.
- پس از دو روز ← جوجه متوجه می‌شود که نوک زدن به مناطق **جلوی منقار** ← مادر **سریع‌تر** به درخواست پاسخ می‌دهد.
- پس از دو روز ← جوجه با تجربهٔ به دست آورده و پاداش دریافت سریع‌تر غذا ← تغییر رفتار می‌دهد ← به مناطق جلویی منقار مادر نوک می‌زند.

B ۱۳۴۷ ۳ هر دو مثال از انواع یادگیری عادی شدن می‌باشند، ولی شقایق دریایی که مغز و تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی در دستگاه عصبی ندارد، نوعی رفتار انعکاسی می‌باشد اما در پرنده، این رفتار از نوع ارادی می‌باشد چون قشر مخ و توانایی تشخیص دارد.

درسنامه درختی ۱۲۷ یادگیری از نوع خوگیری

یادگیری (تغییر رفتار)

تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر **تجربه** به وجود می‌آید را یادگیری می‌گویند.

در انواع متنوعی یادگیری
- در همهٔ آن‌ها **تغییر رفتار** ایجاد می‌شود.
- تغییر رفتار **نسبتاً** پایدار است.
- در اثر **تجربه** ایجاد می‌شود.

خوگیری (عادی شدن)

در این یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک **تکراری** بی‌اثر که سود و زیانی برای آن ندارد، **کاهش** پیدا می‌کند
- تا هنگامی که جانور به محرک پاسخ عادی می‌دهد ← عادی شدن رخ نداده است.
- جانور می‌آموزد به **برخی** محرک‌ها پاسخ ندهد.

موجب می‌شود جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند.

پاسخ به هر محرکی نیازمند صرف انرژی است ← خوگیری سبب ذخیرهٔ انرژی و مصرف بهینهٔ آن می‌شود.

- مثال
  - رفتار جوجهٔ پرندگان در برابر ریزش برگ‌ها
    - در ابتدا با ریزش برگ‌های بالای سر خود ← با رفتار غریزی سر خود را پایین می‌آورند. / آرام می‌ماندند و صدا ایجاد نمی‌کردند.
    - با دیدن ریزش **مکرر** برگ‌ها و اجسام در حال حرکت ← چون برایشان خطر ندارد یاد می‌گیرند که به آن محرک‌ها پاسخ ندهند.
  - شقایق دریایی
    - در ابتدا به صورت غریزی ← با تحریک مکانیکی تماسی ← بازوهای خود را **منقبض** می‌کند.
    - به حرکت مداوم آب پاسخی نمی‌دهد که نوعی خوگیری است.
  - رفتار کلاغ‌ها در مقابل مترسک‌های مزرعه
    - در ابتدا به صورت غریزی به مزرعه حمله نمی‌کنند.
    - در صورت بی‌حرکتی و عدم تغییر مترسک و عدم صدا روی مترسک هم می‌نشینند. ← به مزرعه حمله می‌کنند

A ۱۳۴۸ ۲ صدای زنگ در آزمایش پاولوف در **ابتدای آزمایش** برای سگ مفهومی نداشته و یک **محرک بی‌اثر** می‌باشد اما در ادامه، سگ ارتباطی بین **صدای زنگ و غذا** برقرار می‌کند و این صدای زنگ، به یک **محرک شرطی** تبدیل می‌شود (*محرک طبیعی همان غذا یا بوی آن می‌باشد*).

نکته

صدای زنگ در ابتدای آزمایش، محرک بی‌اثر و در انتهای آزمایش، محرک شرطی می‌باشد.

درسنامه درختی ۱۲۸ یادگیری شرطی شدن کلاسیک

- شرطی شدن کلاسیک
  - نوعی تغییر رفتار در اثر تجربه در همهٔ جانوران است که نوع پاسخ‌دهی به محرکی عوض می‌شود.
  - مراحل یادگیری
    1. در ابتدا جانور به یک محرک طبیعی، یک پاسخ طبیعی می‌دهد (*ترشح بزاق با بوی غذا*).
    2. اگر مدتی یک محرک بی‌اثر (*صدای زنگ*) با محرک طبیعی (*بوی غذا*) همراه شود.
    3. جانور بین **محرک** بی‌اثر و طبیعی ارتباط برقرار می‌کند.
    4. محرک بی‌اثر به صورت محرک شرطی درمی‌آید.
    5. پس از مدتی جانور به محرک شرطی شده نیز **همان** پاسخ طبیعی را می‌دهد (*ابتدا به محرک بی‌اثر پاسخ نمی‌داد ولی اکنون آن محرک بی‌اثر، به شرطی تبدیل شده است و به آن پاسخ می‌دهد*).
  - ترشح بزاق سگ با صدای زنگ
    - پاولوف
      - دیدن یا بوی غذا، محرک طبیعی و ترشح بزاق، پاسخی غریزی و یک بازتاب طبیعی است.
      - مشاهده کرد که پس از مدتی، ترشح بزاق سگ قبل از دریافت غذا با دیدن فرد غذادهنده نیز رخ می‌دهد.
      - آزمایش
        1. به صدا درآوردن زنگ هنگام دادن پودر گوشت به سگ گرسنه
        2. تکرار این کار
        3. سگ بین صدای زنگ (*محرک بی‌اثر*) و غذا (*محرک طبیعی*) ارتباط برقرار کرد.
        4. بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ و بدون دریافت غذا نیز ترشح شد.
      - نتیجه ← تبدیل یک محرک بی‌اثر (*صدای زنگ*) به محرک شرطی ← پاسخ طبیعی به محرک شرطی داده می‌شود.
      - در این رفتار، پاسخ جانور نسبت به محرک طبیعی و شرطی شده، یکسان می‌باشد.
      - محرک شرطی **به تنهایی** می‌تواند سبب پاسخ جانور شود.

C ۱۳۴۹ ۲ جوجه‌های کاکایی بعد از دو روز یاد می‌گیرند که اگر به بخش حساس‌تر جلویی منقار والد خود نوک بزنند، پاسخ سریع‌تری دریافت می‌کنند و سریع‌تر پاداش خود یعنی رسیدن به غذا را تجربه می‌کنند. این مثال در مورد رفتار جوجه‌ها یک نوع شرطی شدن فعال یا آزمون و خطا می‌باشد ولی رفتار غذادهی مادر در هر صورت یک رفتار غریزی می‌باشد (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۱)).

◀ عدم توجه موش مادر به مراقبت از نوزادان در اثر جهش در ژن B و عدم پاسخ رفتار غریزی رخ می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

◀ استفادهٔ شامپانزه‌ها از سنگ و چوب به عنوان چکش و سندان برای شکستن پوستهٔ سخت میوه‌ها، نمونه‌ای از حل مسئله می‌باشد نه شرطی شدن کلاسیک! (نادرستی گزینهٔ (۴)).

برو درسنامه درختی (۱۲۹) بخون

B ۱۳۵۰ ۳ همهٔ موارد نادرست هستند. بروز رفتار در موش اسکینر، شرطی شدن فعال یا همان یادگیری آزمون و خطاست که همانند شرطی شدن کلاسیک، جانور نسبت به محرکی، شرطی می‌شود.

B ۱۳۵۱ ۲ جوجه کاکایی بعد از دو روز از تولد، می‌تواند به صورت **شرطی شدن فعال** بیاموزد که نوک زدن تصادفی به بخش‌هایی از منقار والد، سبب پاسخ سریع‌تر غذادهی والد می‌شود. به این دلیل جوجهٔ سه روزه به‌طور دقیق‌تر و عمدی به منقار والد خود نوک می‌زند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): غذادهی **سریع** توسط پرندهٔ والد کاکایی به دنبال نوک زدن دقیق جوجه‌ها بعد از دو روز رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): رفتار ارثی جوجه‌ها بعد از دو روز کمی اصلاح می‌شود و دقیق‌تر به منقار والد نوک می‌زنند. / گزینهٔ (۴): جوجه کاکایی بعد از دو روز به مناطق جلویی منقار نوک زده تا پاسخ غذادهی سریع‌تری از جانب والد ایجاد شود. این رفتار نوعی آزمون و خطا بوده است نه حل مسئله چون مسئلهٔ جدیدی نبوده است.

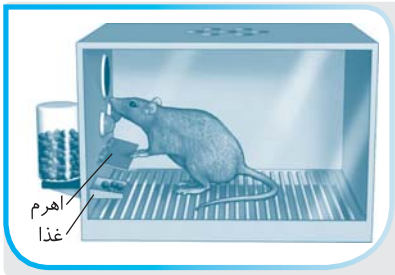
درسنامه درختی ۱۲۹ یادگیری شرطی شدن فعال (آزمون و خطا)

نوعی یادگیری شرطی شدن ولی **به صورت آزمون و خطا و بدون محرک شرطی** می‌باشد.
جانور می‌آموزد بین **رفتار خود** با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کند و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری کند.
رفتار جانور در برابر پاسخ پاداشی افزایش یافته و در صورت تنبیه شدن، کاهش می‌یابد.

شرطی شدن فعال

آزمایش اسکینر

۱) موش گرسنه ابتدا به صورت **تصادفی** اهرم درون جعبه را فشار می‌دهد و غذا دریافت می‌کند.
۲) جانور پس از **چندبار** تکرار این رفتار، بین فشار دادن اهرم و دریافت غذا ارتباط برقرار می‌کند.
۳) پس از آن، موش به‌طور **عمدی** اهرم را فشار می‌دهد تا غذا به دست بیاورد.



پرنده و پروانهٔ مونارک

پرنده ابتدا به صورت **تصادفی** پروانهٔ مونارک را می‌بلعد.
سپس دچار تهوع می‌شود (*تنبیه می‌شود*).
پس از این تجربه از خوردن آن‌ها ممانعت می‌کند.

رفتار جانوران سیرک و رام‌کنندگان آن‌ها

نوعی شرطی شدن فعال است.
جانور در صورت انجام صحیح رفتار، پاداش می‌گیرد. ← رفتار صحیح را تکرار می‌کند.
در صورت عدم انجام رفتار تنبیه می‌شود.

A ۱۳۵۲ ۲ در رفتار حل مسئله که نمونه‌ای از رفتار یادگیری غیرشرطی می‌باشد، جانور بین تجارب گذشته و موقعیت **جدید** خود ارتباط برقرار می‌کند و آن را آگاهانه حل می‌کند. دقت کنید که ارتباط برقرار کردن بین موقعیت گذشته و محرک تکراری یا جدید در هر نوع یادگیری وجود دارد.

درسنامه درختی ۱۳۰ یادگیری حل مسئله

حل مسئله

تعریف: جانور بین **تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید** ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئلهٔ **جدید**، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.
در این یادگیری، جانور برای **اولین‌بار** در معرض محرک قرار گرفته است و با استدلال **آگاهانه** به انجام آن رفتار می‌پردازد.
این یادگیری برخلاف انواع دیگر در همهٔ جانوران دیده نمی‌شود.

مثال‌ها

شامپانزه
۱) پس از چندین بار بالا پریدن، چند جعبهٔ چوبی را روی هم می‌گذارد تا به موز آویخته شده به سقف برسد.
۲) برگ‌های شاخهٔ **نازک** درختان را به درون لانهٔ موریانه‌ها فرو می‌برند تا موریانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند.
۳) از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوستهٔ سخت **میوه‌ها** را بشکنند.

کلاغ سیاه ← تکه گوشت آویزان به انتهای نخ را با بالا کشیدن نخ توسط **منقار** و گرفتن قسمتی از نخ با **پنجهٔ پا**، به دست می‌آورد.


«کلاغ با جمع کردن نخ تکه گوشت را بالا می‌کشد.»


«حل مسئله در شامپانزه»

B ۱۳۵۳ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند ولی مورد (د) صحیح است، چون رفتارهای غریزی اساس ژنی دارند و فرصتی برای آموزش نداشته‌اند، این رفتار در افراد مختلف یک گونه به دلیل داشتن ژنوم مشابه به صورت یکسان بروز می‌کند. البته این موضوع به معنای بروز آن در همهٔ افراد گونه نمی‌باشد. بلکه در هرکدام که بروز می‌یابد به‌طور مشابه بروز می‌یابد مثلاً ژن *B* در همهٔ موش‌های ماده به‌طور یکسان بروز می‌یابد ولی در نرها بارز نمی‌شود.

تله‌های تستی الف) اغلب رفتارهای غریزی در اثر تجربه و به صورت یادگیری تغییر می‌کنند. / ب) هر یاختهٔ هسته‌دار پیکری بدن حاوی همهٔ ژنوم جاندار می‌باشد. / ج) برخی رفتارهای غریزی اصلاح می‌شوند یا در اثر عوامل محیطی دیگر بروز نمی‌یابند مثل عادی شدن و عدم پاسخ جانور به محرک‌های دائمی بی‌خطر! یا مثلاً نوزاد کاکایی که بالغ شود دیگر رفتار نوک زدن به منقار والد را انجام نمی‌دهد.

A ۱۳۵۴ ۲ عدم تمایل به شکار پروانهٔ سمی توسط پرندگان، مانند رفتار موش در جعبه اسکینر، نوعی یادگیری **شرطی شدن فعال** می‌باشد چون جانور یاد می‌گیرد که در موقعیت خاص رفتار خاصی را انجام دهد یا ندهد ولی یادگیری عادی شدن (*خوگیری*) با عدم انقباض بازوهای شقایق دریایی دیده می‌شود. رفتار حرکتی جوجه غازها (*در آرمایش لورنز*)، از نوع نقش‌پذیری و رفتار سگ پاولوف، از نوع یادگیری شرطی شدن کلاسیک است.

نکته
دقت کنید که رفتار آزمون و خطا نیز همانند شرطی شدن کلاسیک، نوعی رفتار شرطی می‌باشد.

B ۱۳۵۵ ۴ نقش‌پذیری رفتاری است که در بقای گونه و جاندار نقش دارد. امروزه پژوهشگران با تقلید از صدا یا پوشیدنِ پوشش پرندگان، سعی در نگهداری آن‌ها در زندگی اجتماعی و جلوگیری از انقراض آن‌ها دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): خوگیری دورهٔ حساس ندارد (*دورهٔ حساس یادگیری ویژهٔ نقش‌پذیری است*). / گزینهٔ (۲): رفتار عدم تکرار در شکار کردن پروانه‌های سمی، نمونه‌ای از آزمون و خطا بوده است نه حل مسئله! / گزینهٔ (۳): پاسخ دادن به محرک **طبیعی** و ایجاد رفتار غریزی مثل ترشح بزاق سگ با دیدن غذا، **همواره** صورت می‌گیرد. در شرطی شدن کلاسیک جانور پس از مدتی یاد می‌گیرد به یک محرک شرطی شده نیز پاسخ غریزی دهد.

درسنامه درختی ۱۳۱ یادگیری نقش‌پذیری

- **تعریف:** نوعی یادگیری در همهٔ جانوران است که در **دورهٔ مشخصی** از زندگی جانور انجام می‌شود.
- در دورهٔ حساس، نقش‌پذیری جانور با موفقیت **بیشتری** نسبت به سایر زمان‌ها صورت می‌گیرد.
- جوجه غاز
  - **اولین** جسم متحرکی که بعد از بیرون آمدنش از تخم می‌بیند، دنبال می‌کند.
  - طی چند **ساعت** پس از خروج از تخم رخ می‌دهد ← جسم متحرک، **معمولاً مادر** آن‌هاست.
  - موجب پیوند جوجه‌ها با مادر می‌شود.
  - حرکت اولیه به سمت جسم متحرک، **غریزی** است ← **تکرار** حرکت به سمت آن جسم ← **نقش‌پذیری** است.
  - طی این رفتار، جانور رفتارهای اساسی دیگری نیز مثل جست‌وجوی غذا را از مادر یاد می‌گیرد.
  - علت
    - این شناسایی برای بقای جوجه حیاتی است.
    - یادگیری رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا از مادر



- پستانداران (*مانند بره*) ← بره‌هایی که توسط انسان پرورش داده شده‌اند، به دنبال انسان حرکت می‌کنند و ارتباطی با گوسفندان دیگر ندارند.
- امروزه انسان از نقش‌پذیری برای حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده می‌کند
  - پرورش جوجه پرنده‌هایی که والدین خود را از دست داده‌اند.
  - صدای پرندگان **همان گونه** را پخش می‌کنند.
  - افراد نگهدارندهٔ آن‌ها ظاهر و رفتاری شبیه آن پرنده را تقلید می‌کنند.

B ۱۳۵۶ ۲ در رفتار پرندهٔ والد کاکایی، برخورد **مکانیکی لمسی** نوک زدن جوجه به منقار والد سبب بروز پاسخ می‌شود ولی در موش‌های ماده، وارسی نوزادان از راه **بینایی** سبب پاسخ می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پرندهٔ کاکایی غذای خورده شده را برمی‌گرداند تا جوجه‌ها از آن استفاده کنند که می‌تواند کمی هم هضم مکانیکی روی آن انجام شده باشد ولی در رفتار موش ماده، مراقبت از فرزندان دیده می‌شود. / گزینهٔ (۳): در موش مادر ژن B و سایر ژن‌ها در ایجاد رفتار مؤثرند. البته در رفتار کاکایی‌ها نیز قطعاً بیان ژن تأثیرگذار بوده است. / گزینهٔ (۴): وارسی زاده‌ها در رفتار موش ماده رخ می‌دهد ولی در صورتی این رفتار شکل می‌گیرد که ژن B جانور ماده دچار جهش نشده باشد.

B ۱۳۵۷ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. دوقلوهای همسان اساس ژنی یکسان و مشابهی دارند و در صورت قرارگیری در دو محیط متفاوت، پس از تجربه‌های حاصل کرده، دارای تغییر رفتارهای غریزی متفاوتی می‌شوند.

تله‌های تستی الف) تغییر رفتار دوقلوهای همسان، با توجه به متن سؤال متفاوت بوده است (*نه مشابه*). / ب) رفتار غریزی در **همهٔ** افراد جامعه و کودکان خانواده می‌تواند یکسان باشد و ربطی به دوقلو بودن ندارد. / د) تغییر در ژن در اثر **جهش** رخ می‌دهد ولی تغییر رفتار در اثر یادگیری در محیط‌های متفاوت می‌باشد.

B ۱۳۵۸ ۲ در مورد رفتار شرطی شدن کلاسیک و فعال ابتدا دقت کنید که در هر دو نوع یادگیری، جانور در اثر شرطی شدن به یک تغییر رفتار می‌پردازد. در شرطی شدن کلاسیک، جانور بین دو محرک بی‌اثر و طبیعی ارتباط برقرار می‌کند تا محرک بی‌اثر برای او به یک محرک شرطی تبدیل شود ولی پاسخ جانور به محرک شرطی و طبیعی، مشابه هم می‌باشد. در شرطی شدن فعال یا آزمون و خطا، جانور بین رفتار خود و پاسخ آن ارتباط برقرار می‌کند و سپس شرطی می‌شود.

B ۱۳۵۹ ۲ حل یک مشکل **تکراری** با شرطی شدن و آزمون و خطا رخ می‌دهد که جانور با استفاده از پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند به رفتار خود می‌پردازد. در حالی که در رفتار حل مسئله، جانور با استفاده از تجارب گذشته به صورت آگاهانه به حل مشکل **جدید** خود می‌پردازد. (*در بین یادگیری‌ها، فقط حل مسئله است که در بین برخی از جانوران رخ می‌دهد.*)

B ۱۳۶۰ ۱ فقط مورد (الف) همواره غریزی است و به تجربه و آموزش نیازی ندارد. ترشح بیشتر بزاق با تحریک گیرنده‌های شیمیایی چشایی یک نوع رفتار غریزی می‌باشد که با آموزش تغییر نمی‌کند.

تله‌های تستی ب) غذادهی سریع‌تر شده والد ماده به جوجه کاکایی در اثر آموزش یافتن جوجه‌ها در نوک زدن دقیق آن‌ها رخ داده است. / ج) جوجهٔ پرندگان ابتدا به صورت غریزی در اثر ریزش برگ، سر خود را پایین آورده و آرام می‌شوند ولی پس از مدتی که با این محرک بی‌خطر خو گرفتند دیگر نه تنها سر خود را پایین نمی‌آورند بلکه ممکن است به آواز خواندن هم بپردازند. این رفتار در اثر آموزش و عادی شدن رخ داده است. / د) بالا پریدن میمون‌ها برای رسیدن به موزها نشانه‌ای از آزمون و خطا در تجربه‌های قبلی بوده است که سعی می‌کنند به غذای موردنظر خود برسند.

B ۱۳۶۱ ۲ در خوگیری یا عادی شدن، جانور به محرک اولیهٔ بی‌اثر دائمی دیگر پاسخ نمی‌دهد. با این رفتار انرژی مورد نیاز برای پاسخ به این محرک، صرف پاسخ و ایجاد رفتار برای سایر محرک‌های مهم محیطی و داخلی بدن می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در خوگیری پاسخ و محرک شرطی وجود ندارد. / گزینهٔ (۳): دورهٔ حساس مربوط به نقش‌پذیری می‌باشد. / گزینهٔ (۴): آزمون و خطا مربوط به شرطی شدن فعال می‌باشد.

B ۱۳۶۲ ۳ جوجه‌های پرنده که در آشیانه روی درختان زندگی می‌کنند در ابتدا هنگام افتادن برگ‌ها، سر خود را پایین می‌آورند و آرام می‌مانند. این یک **رفتار غریزی** می‌باشد که **فقط اساس ژنی دارد** و پس از مدتی می‌تواند با عدم پاسخ به این محرک به رفتار خوگیری تبدیل شود. در سه گزینهٔ دیگر **رفتار یادگیری** وجود دارد که اساس آن علاوه بر ژن به تجربه و محیط نیز بستگی دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): کلاغ‌ها در **یادگیری حل مسئله** می‌توانند به‌طور آگاهانه نخی که گوشت به آن آویزان است را جمع کنند تا به غذا برسند. / گزینهٔ (۲): بره‌هایی که والدین خود را از دست داده‌اند به دلیل نقش‌پذیری از انسان، تمایلی به همراهی با سایر گوسفندان ندارند. / گزینهٔ (۴): عدم شکار کردن پروانه‌های سمی مونارک توسط پرنده‌ها نوعی یادگیری آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال می‌باشد.

B ۱۳۶۳ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. در یادگیری از نوع آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال، جانور یاد می‌گیرد که انجام یک عمل یا رفتار خاص، منجر به پاداش یا تنبیه خواهد شد در نتیجه آن رفتار را تکرار کند یا از آن پرهیز کند. مورد (الف) دربارهٔ شرطی شدن کلاسیک و (ج) نقش‌پذیری می‌باشد. مورد (ب) نیز در هیچ رفتار یادگیری رخ نمی‌دهد.

B ۱۳۶۴ ۱ یادگیری، نشان‌دهندهٔ تغییر نسبتاً پایدار رفتار در اثر تجربه می‌باشد که فقط مورد (د) در اینجا صحیح است. نشان **ندادن** واکنش نسبت به حرکت مداوم آب در شقایق دریایی، نوعی یادگیری **عادی شدن** می‌باشد ولی سایر موارد، غریزی یا رفتار ارثی است.

B ۱۳۶۵ ۴ سؤال در مورد یادگیری شرطی شدن کلاسیک می‌باشد که مثلاً در آن، صدای زنگ در آزمایش پاولوف در ابتدای آزمایش برای سگ مفهومی نداشته و یک **محرک بی‌اثر** می‌باشد اما در ادامه، سگ ارتباطی بین صدای زنگ (*محرک بی‌اثر*) و غذا (*محرک طبیعی*) برقرار می‌کند. در این حالت صدای زنگ به یک محرک شرطی تبدیل می‌شود.

B ۱۳۶۶ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) از نوع غیرشرطی می‌باشند. ترشح بزاق سگ در آزمایش پاولوف اگر با دیدن غذا باشد، یک رفتار غریزی به حساب می‌آید ولی اگر با دیدن پاولوف یا صدای زنگ باشد، یک رفتار شرطی شدن کلاسیک می‌باشد (درستی ج).

تله‌های تستی الف) دقت کنید که شکار پروانه‌های تهوع‌آور یک رفتار **غریزی** می‌باشد ولی عدم شکار آن‌ها به دلیل مسموم شدن، نوعی رفتار آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال می‌باشد. / ب) برخورد اولیهٔ موش، درون جعبه اسکینر با اهرم یک رابطهٔ **غریزی** و تصادفی بوده که اهرم نیز به عنوان یک محرک بی‌اثر مانند سایر بخش‌های جعبه تصور می‌شود. / د) نوعی رفتار **حل مسئله** را نشان می‌دهد که غیرشرطی می‌باشد.

B ۱۳۶۷ ۲ فقط مورد (د) نادرست می‌باشد.

موارد (الف)، (ب) و (ج) خط کتاب درسی در مورد «برهم‌کنش غریزه و یادگیری» می‌باشند ولی در مورد عبارت (د) دقت کنید که **تغییر ژن** یا جهش برای اصلاح رفتار غریزی رخ نمی‌دهد، بلکه بیان ژن در اثر یادگیری و تجربه تغییر می‌یابد.

درسنامه درختی ۱۳۲ برهم‌کنش غریزی و یادگیری

برهم‌کنش غریزی و یادگیری

- **بیشتر** رفتارهای جانوران محصول برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است که جانور در آن زندگی می‌کند.
- اساس ژنی لازم یک رفتار + تجربه ← تغییر و اصلاح رفتار قبلی ← برای بقای جانوران لازم است.
- یادگیری برای بقای جانوران به علت **تغییر مداوم محیط جانوران** لازم است.
- برهم‌کنش ژن و محیط، امکان سازگار شدن جانور با تغییرات محیط را فراهم می‌کند.
- رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی
  - ابتدا به صورت غریزی است
    - جانور اساس ژنی آن را دارد.
    - ابتدا کامل بروز نمی‌کند.
  - برای شکل‌گیری کامل آن
    - برهم‌کنش جوجه و والدین و تجربه لازم است.
    - رشد جانور همراه تجربهٔ محیط، لازم است.


نوک زدن جوجهٔ دو روزه به مناطق خاص از نوک والد


نوک زدن جوجهٔ تازه از تخم خارج شده به هر قسمت منقار والد

A ۱۳۶۸ ۲ از آنجا که کودک با گریه کردن **پاداش** دریافت می‌کند لذا نوعی **شرطی شدن فعال** یا آزمون و خطا محسوب شده که مانند عمل موش‌ها در جعبه اسکینر یا عدم تمایل پرندگان به شکار پروانهٔ سمی می‌باشد.

A ۱۳۶۹ ۲ اگر جانوری به محرکی نقش پذیرد، سعی می‌کند در ادامهٔ زندگی خود به رفتار با آن محرک بپردازد. از طرفی رفتار نقش‌پذیری محدود به شناسایی مادر نیست ولی همواره با بقای جانور و گونه رابطهٔ مستقیم دارد.

B ۱۳۷۰ ۴ پاسخ اولیه به محرک بخش غریزی رفتار نقش‌پذیری جوجه غازها است ولی عدم پاسخ به سایر اجسام متحرک، پس از چند ساعت بخش یادگیری رفتار می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): موش‌ها در جعبهٔ آزمایش اسکینر نوعی رفتار آزمون و خطا را ارائه می‌دهند. / گزینهٔ (۲): در شرطی شدن کلاسیک، محرک بی‌اثری که به محرک شرطی تبدیل شده است، سبب پاسخ جانور می‌شود. / گزینهٔ (۳): رفتار جوجه کاکایی‌ها کاملاً جنبهٔ غریزی دارد.

B ۱۳۷۱ ۳ در رفتار **حل مسئله** جانور به مسئله‌ای برمی‌خورد که تا به حال با آن **مواجه نشده** است و با برخورد به آن شروع به تجزیه و تحلیل آن می‌کند و پاسخ مناسب را می‌دهد. (*در مورد گزینهٔ (۲)، شقایق دریایی پس از یادگیری، شاخک‌ها خود را در مقابل محرک‌های دائمی بی‌خطر منقبض نمی‌کند و گزینهٔ (۱) و (۴) نیز کاملاً واضح می‌باشد که صحیح هستند.*)

B ۱۳۷۲ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) در مورد نقش‌پذیری نادرست می‌باشند. این نوع یادگیری نقش‌پذیری می‌باشد که در **حفظ بقای جانور** نقش مهمی دارد. در این نوع یادگیری آزمون و خطا رخ نمی‌دهد (رد الف). نقش‌پذیری نمونه‌ای از رفتار شرطی نمی‌باشد (رد ج). هر نوع یادگیری با تغییر رفتار اولیه در اثر تجربه همراه می‌باشد (رد د).

C ۱۳۷۳ ۴ فقط مورد (د) صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رفتار شرطی شدن کلاسیک، نوعی رفتار یادگیری شرطی ولی بدون استفاده از آزمون و خطا می‌باشد. / ب) نادرست است. برخی رفتارها مثل شرطی شدن فعال نیز پس از چندی به صورت آگاهانه رخ می‌دهد. / ج) نادرست است. هر نوع یادگیری در ارتباط جانور با محیط و افزایش بقای جانور نقش دارد. / د) درست است. عبارت بیانگر رفتار یادگیری عادی شدن یا خوگیری است که از انواع شرطی نمی‌باشد.

A ۱۳۷۴ ۱ در رفتار آواز خواندن پرندگان، یادگیری از جانوران محیطی و تقلید از هم‌گونه‌ها نقش دارد اما در سایر رفتارها، ژنتیک و عوامل وراثتی نقش دارند و یادگیری نقشی در آن‌ها ندارد.

B ۱۳۷۵ ۲ رفتار موردنظر از نوع شرطی شدن فعال یا یادگیری همراه با آزمون و خطا می‌باشد که در یک موقعیت خاص به صورت پاداش یا تنبیه سبب یادگیری جانور می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): یادگیری در دورهٔ مشخصی از زندگی مربوط به نقش‌پذیری می‌باشد. / گزینهٔ (۳): یادگیری‌های مختلف پس از مدتی به تغییر رفتار می‌انجامند. / گزینهٔ (۴): پاسخ به محرک بی‌اثر در شرطی شدن کلاسیک و پس از شرطی شدن آن محرک رخ می‌دهد.

A ۱۳۷۶ ۳ رفتار شقایق دریایی در مقابل حرکات مداوم آب، (*یعنی عدم انقباض بازوهای حس خود*) نوعی یادگیری (*عادی شدن*) است اما در سایر گزینه‌ها ژنتیک و زمینه‌های ارثی نقش دارند و زمانی برای یادگیری وجود نداشته است.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

B ۱۳۷۷ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) **نادرست** می‌باشند. همهٔ جوجه کاکایی‌ها، برای درخواست غذا به منقار والد خود نوک می‌زنند. این جوجه‌ها این عمل را در دو روز اول بدون یادگیری با نوک زدن به هر قسمت منقار والد انجام می‌دهند ولی پس از دو روز طی تجربه به تدریج یاد می‌گیرند که باز هم با نوک زدن ولی به صورت دقیق‌تر، سبب پاسخ سریع‌تر از طرف والد بشوند (درستی ج).

تله‌های تستی الف) جوجه‌های برخی پرندگان از جمله همهٔ جوجه کاکایی‌ها برای گرفتن غذا به والد یا والدین خود متکی هستند. / ب) جوجه کاکایی‌ها با نوک زدن به **منقار** والد خود سبب برگرداندن **بخشی** از غذای والد می‌شوند. / د) در جمعیت پرندگان کاکایی، افراد بالغ که دیگه باباجون باید خجالت بکشن با نوک زدن به منقار ننشون غذا بگیرن! این نکته فقط برای جوجه‌های کاکایی صدق می‌کند.

C ۱۳۷۸ ۱ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. موش‌ها ابتدا نوزادان خود را **وارسی** می‌کنند و سپس از طریق اطلاعات حسی، پیام‌های رسیده به مغز را برای بیان ژن B فعال می‌کنند. / ب) نادرست است. بیان یا فعال شدن ژن B در مغز موش‌های **مادر** صورت می‌گیرد نه نوزادان! / ج) درست است. اگر به ژن B در موش ماده جهش وارد کنیم، این جانور می‌تواند به وارسی نوزادان بپردازد ولی با عدم بیان ژن B در آن‌ها ویژگی مراقبت از نوزادان را از دست می‌دهد و آن‌ها را نادیده می‌گیرد. / د) درست است. با بیان شدن ژن B در موش مادر، پروتئینی تولید می‌شود که سبب فعال کردن ژن‌ها و آنزیم‌های دیگری در مغز شده و با ایجاد فرایندهای **پیچیده‌ای** رفتار مراقبت از فرزندان توسط موش ماده انجام می‌شود.

B ۱۳۷۹ ۲ جانور در شرطی شدن کلاسیک، بین محرک بی‌اثر (*صدای زنگ*) و محرک طبیعی (*غذا*) ارتباط برقرار می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت شود که در شرطی شدن کلاسیک **پاسخ به محرک شرطی همانند پاسخ جاندار به محرک غیرشرطی است** زیرا **محرک بی‌اثر** به دلیل همراه شدن با محرک طبیعی، به محرک شرطی تبدیل شده است ولی پاسخی که ایجاد می‌شود مثلاً در سگ پاولوف در هر دو مورد ترشح بزاق بیشتر می‌باشد. / گزینهٔ (۳): این جمله در رابطه با شرطی شدن کلاسیک صادق نمی‌باشد و مربوط به نقش‌پذیری می‌باشد. / گزینهٔ (۴): توجه به این نکته ضروری است که طی شرطی شدن کلاسیک، محرک بی‌اثر (*نه محرک طبیعی*) به محرک شرطی تبدیل می‌شود.

C ۱۳۸۰ ۱ **موش‌های ماده** منظور سؤال می‌باشد که فاقد ویژگی‌های (الف) و (ج) می‌باشند. هر دو جنس نر و ماده موش‌ها، ژن B را در ژنوم خود دارند ولی **بیان یا فعال شدن** این ژن‌ها فقط در **موش ماده** صورت می‌گیرد. پس منظور این سؤال ویژگی موش ماده می‌باشد که با نکات زیست دهم و یازدهم آن را ترکیب کرده‌ایم.

بررسی عبارات در مورد موش ماده:

(*دقت کنید که در سؤال ذکر کرده، موش ماده فاقد کدام ویژگی می‌باشد.*)

الف) مورد قبول است. موش برخلاف حشرات و برخی پرندگان، **فاقد** چینه‌دان می‌باشد. / ب) مورد قبول نیست. موش ماده اسپرم ندارد ولی تخمک‌های خود را پس از بلوغ و با ادامهٔ میوز ۱ ایجاد می‌کند. / ج) مورد قبول است. از فصل ۱ به خاطر دارید که در اثر تزریق عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار به موش، بیماری سینه‌پهلو و مرگ موش ایجاد نمی‌شود. پس موش‌ها فاقد این ویژگی هستند. / د) مورد قبول نیست. موش از پستانداران جفت‌دار می‌باشد که بهترین شرایط ایمنی و تغذیه‌ای را برای جنین خود ایجاد می‌کند.

C ۱۳۸۱ ۴ محرک بی‌اثر دائمی در نوعی یادگیری به نام عادی شدن (*خوگیری*) رخ می‌دهد ولی برنامه‌ریزی آگاهانه در حل مسئله ایجاد می‌شود. در عادی شدن همانند حل مسئله، یادگیری **با تغییر رفتار همراه** می‌باشد. هر دو رفتار از نوع یادگیری **غیرشرطی** می‌باشند که در پستاندار و غیرپستاندار رخ می‌دهند.

C ۱۳۸۲ ۲ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در هر نوع یادگیری، **تجربه** جانور سبب **تغییر رفتار غریزی** می‌شود. مثلاً در نقش‌پذیری، جوجه غازها ابتدا به دنبال هر شیء متحرک راه می‌افتند ولی پس از چند ساعت فقط به دنبال جسم خاصی حرکت می‌کنند که نقش گرفته‌اند. / ب) نادرست است. **در هر دو رفتار فوق**، به دلیل غریزی بودن، جانور با مشاهده یا درک یک محرک مثل شکل تخم یا هوای محیط، رفتاری را انجام می‌دهد. / ج) نادرست است. در رفتار حل مسئله **همانند** شرطی شدن کلاسیک، **آزمون و خطا وجود ندارد**. آزمون و خطا مخصوص رفتار شرطی شدن فعال است. / د) درست است. شرطی شدن فعال (*یادگیری همراه با آزمون و خطا*) و شرطی شدن کلاسیک نیاز به شرطی شدن جانور دارند و تفاوت آن‌ها در ایجاد رفتار می‌باشد. در نوع کلاسیک محیط سبب ایجاد آن شده و جانور بین دو محرک بی‌اثر و طبیعی ارتباط برقرار می‌کند ولی در نوع یادگیری همراه با آزمون و خطا، خود جانور سبب شرطی شدن می‌شود.

C ۱۳۸۳ ۱ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در هر نوع یادگیری شرطی شدن، جانور تغییر رفتار می‌دهد. در نوع کلاسیک به محرک شرطی شده پاسخ می‌دهد ولی در نوع آزمون و خطا به صورت عمدی به یک محرک قدیمی پاسخ می‌دهد. / ب) نادرست است. دورهٔ حساس یادگیری مربوط به **نقش‌پذیری** است که نوعی یادگیری غیرشرطی می‌باشد ولی یادگیری از نوع خوگیری نیز نوعی غیرشرطی ولی بدون دورهٔ حساس می‌باشد. / ج) نادرست است. شرطی شدن کلاسیک نیز فاقد آزمون و خطا بوده ولی از نوع شرطی می‌باشد. / د) نادرست است. اگر میمون یا هر جانوری، مسئلهٔ خود را در موقعیت **تکراری** حل کند، می‌توان آن را به آزمون و خطا نسبت داد. (*رهت کنیر که در عبارت عنوان شده است که جانور قبلاً با این مسئله روبرو شده است.*)

B ۱۳۸۴ ۴ جوجه غازهای از تخم بیرون آمده پس از تولد، با رفتار غریزی هر شیء متحرکی را دنبال می‌کنند و می‌توانند به آن نقش بگیرند. این رفتار غریزی پس از چند ساعت به عنوان نوعی یادگیری از نوع نقش‌پذیری تبدیل می‌شود. از طرفی رفتار نوک زدن جوجه کاکایی‌ها به منقار مادر نیز نوعی رفتار غریزی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آزمون و خطا همان یادگیری شرطی شدن فعال می‌باشد. / گزینهٔ (۲): تولید انسولین بیشتر در هنگام قند خون بالا با تنظیم بازخوردی منفی بدن به صورت رفتاری غریزی با محرک درونی صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): حل مسئله نوعی یادگیری است که فرصتی برای آموزش می‌خواهد ولی رفتارهای غریزی از جمله نوک زدن جوجه کاکایی‌ها به منقار مادر از نوع غریزی بوده و بدون آموزش فقط در اثر عوامل ژنی رخ می‌دهد.

B ۱۳۸۵ ۴ هر دو مورد به کار رفته در گزینهٔ (۴) به روش حل مسئله صورت می‌گیرند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): قسمت اول حل مسئله ولی قسمت دوم نقش‌پذیری می‌باشد. / گزینهٔ (۲): قسمت اول بیانگر رفتار شرطی شدن فعال ولی قسمت دوم مربوط به نقش‌پذیری می‌باشد. / گزینهٔ (۳): هر دو رفتار از نوع غریزی بوده و نوعی رفتار یادگیری نمی‌باشند (*در متن سؤال از یادگیری سؤال کرده است*).

C ۱۳۸۶ ۳ برنامه‌ریزی **آگاهانه** برای ایجاد ارتباط بین تجارب گذشته با موقعیت جدید در یادگیری **حل مسئله** رخ می‌دهد. عدم آرام گرفتن جوجهٔ پرندگان با ریزش برگ نوعی عادی شدن می‌باشد ولی قسمت دوم گزینهٔ (۳) در مورد حل مسئلهٔ شامپانزه بوده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو مورد از رفتارهای شرطی شدن فعال بوده که به صورت **تصادفی**، رفتاری با پاداش و تنبیه برای شرطی شدن فعال رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۲): رفتار کلاغ‌ها در جمع کردن نخ دارای گوشت آویزان برخلاف رفتار موش جعبه اسکینر، نوعی حل مسئله می‌باشد. / گزینهٔ (۴): رفتار اول از نوع نقش‌پذیری و دومی از نوع شرطی شدن فعال یا یادگیری همراه با آزمون و خطا بوده که هیچ‌کدام برنامه‌ریزی آگاهانه برای حل مشکل جدید ندارند.

C ۱۳۸۷ ۱ فقط مورد (د) نادرست است. در شرطی شدن کلاسیک، مثلاً در آزمایش پاولوف، محرک بی‌اثری مثل صدای زنگ، با محرک طبیعی همراهی می‌کند. پس از مدتی محرک بی‌اثر به نوع شرطی تبدیل می‌شود. جانور پس از مدتی حتی اگر محرک طبیعی وجود نداشته باشد باز هم به محرک شرطی پاسخ طبیعی (*ترشح زیاد بزاق*) می‌دهد.

تله‌های تستی الف) سگ با دیدن غذا یا بو کردن آن و به دنبال آن تحریک گیرندهٔ بینایی و شیمیایی، به تولید بزاق بیشتر می‌پردازد که نوعی رفتار غریزی می‌باشد. / ب) در آزمایش پاولوف، محرک بی‌اثر (*جایگزین پاولوف یا صدای زنگ*) به محرک شرطی تبدیل می‌شود. / ج) در شرطی شدن کلاسیک بین محرک بی‌اثر اولیه و محرک طبیعی ارتباط برقرار می‌شود ولی در شرطی شدن فعال، جانور بین محرک، رفتار خود و پاسخ محیط ارتباط برقرار می‌کند.

C ۱۳۸۸ ۲ رفتار شرطی شدن فعال با پاداش یا تنبیه همراه می‌باشد ولی دورهٔ حساس یادگیری در نقش‌پذیری مؤثر است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است.

نکته

در شرطی شدن کلاسیک، جانور بین محرک بی‌اثر و محرک طبیعی ارتباط برقرار می‌کند ولی پس از مدتی جانور بدون وجود محرک طبیعی نیز، فقط به محرک بی‌اثر اولیه که شرطی شده است، پاسخ می‌دهد.

گزینهٔ (۳): نادرست است. حل مسئله با برنامه‌ریزی آگاهانه و بدون آزمون و خطا به حل مشکل جدید جانور می‌پردازد که حل مسئله نوعی یادگیری شرطی شدن نمی‌باشد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در شرطی شدن فعال یا یادگیری با آزمون و خطا، جانور به صورت **تصادفی** عملی را انجام می‌دهد که پاداش یا تنبیهی که در پی آن ایجاد می‌شود به شکل‌گیری رفتار می‌انجامد.

C ۱۳۸۹ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. موش جعبه اسکینر، **بعد از چند بار تکرار** و اینکه به‌طور تصادفی اهرم را به حرکت درآورد، رفتار خود را در گرفتن غذا به کار می‌برد و سپس اهرم را محرک شرطی می‌داند و به‌طور عمدی اهرم را فشار می‌دهد. / ب) نادرست است. در هر دو رفتار شرطی شدن فعال و حل مسئله، جانور با استفاده از تجارب گذشته، به صورت عمدی یا آگاهانه به حل مشکل خود فائق می‌آید. / ج) **درست** است. در حل مسئله جانور بین تجارب گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئله جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند. / د) نادرست است. دورهٔ حساس جوجه غازها برای بررسی شیء متحرک، چند ساعت بعد از خروج از تخم می‌باشد ولی در جوجه کاکایی برای نوک زدن به منقار والد به دو روز می‌رسد و با آزمون و خطا به یادگیری می‌انجامد.

B ۱۳۹۰ ۱ شکار موریانه‌های درختی توسط شامپانزه‌ها با جدا کردن برگ‌های شاخهٔ نازک درختان و فرو بردن آن‌ها در لانهٔ موریانه‌ها صورت می‌گیرد که نوعی حل مسئله به صورت طبیعی در محیط می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): رفتار بره‌ها با چوپان نگهدارنده از نوع نقش‌پذیری می‌باشد. / گزینهٔ (۳): عدم پاسخ به محرک بی‌اثر دائمی نمونه‌ای از خوگیری یا عادی شدن می‌باشد. / گزینهٔ (۴): ارتباط بین محرک بی‌اثر و طبیعی فقط در شرطی شدن کلاسیک رخ می‌دهد.

B ۱۳۹۱ ۱ یادگیری یک رفتار در یک دورهٔ حساس از زندگی، بیانگر نقش‌پذیری می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در رفتار خوگیری که مدنظر است، جانور با عدم پاسخ به محرک‌های بی‌اثر، انرژی خود را صرف واکنش‌های مهم بدنی می‌کند. / گزینهٔ (۳): در رفتار حل مسئله، همواره جانور با استدلال و برنامه‌ریزی آگاهانه، سعی در حل مشکل جدید با استفاده از تجربیات گذشته را دارد. / گزینهٔ (۴): در شرطی شدن فعال یا یادگیری با آزمون و خطا، پرنده یاد می‌گیرد به محرکی که به صورت تصادفی چند بار به آن پاسخ داده است و پاداش گرفته است، در ادامه رفتار به صورت عمدی و آگاهانه رفتار مثبتی را انجام دهد و اگر نیز پاسخ منفی گرفته بود دیگر تکرار نکند.

C ۱۳۹۲ ۱ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در هر دو آزمایش، آزمون و خطا نقشی ندارد چون نوع اول از مدل شرطی شدن کلاسیک و مثال دوم از یک رفتار غریزی می‌باشد. / ب) نادرست است. پاسخ جوجه غازها به محرک اولیه **بخش غریزی** فرایند نقش‌پذیری آن‌ها می‌باشد ولی در ادامه و با شناخت محرک اولیه، جانور به آن نقش می‌پذیرد و پاسخ مناسب می‌دهد. / ج) نادرست است. انعکاس‌های نخاعی در مهره‌داران همواره غیرارادی بوده و در یادگیری نقش ندارند. / د) نادرست است. محرک شرطی (*صدای زنگ*) همواره نمی‌تواند به تنهایی پاسخ غیرشرطی (*ترشح بزاق سگ*) را ایجاد کند. در ابتدای آزمایش محرک بی‌اثر (*صدای زنگ*) به همراهی با محرک غیرشرطی طبیعی (*پودر گوشت*) احتیاج دارد. این محرک ابتدا نمی‌تواند پاسخ طبیعی یا غیرشرطی را ایجاد کند ولی هنگام شرطی شدن به تنهایی سبب پاسخ می‌شود. اگر جانور مشاهده کند که پس از مدتی به‌طور مثال به دنبال صدای زنگ، غذایی آورده نمی‌شود، به تدریج به دلیل خوگیری، به صدای زنگ نیز پاسخ نمی‌دهد.

B ۱۳۹۳ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. در رفتار شرطی شدن فعال، جانور با استفاده از تجربه‌های گذشته، رفتاری را تکرار یا اینکه از آن صرف‌نظر می‌کند. چون بین رفتار خود و نتیجهٔ آن ارتباط برقرار می‌کند. رفتار پرنده‌ها برای خوردن یا امتناع از خوردن پروانه‌ها، نوعی رفتار آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال است. در (الف) دقت کنید که برخورد تصادفی موش با اهرم یادگیری نمی‌باشد بلکه واکنش پس از آن به صورت عمدی از نوع شرطی شدن فعال می‌باشد. (ب) و (د) نیز رفتار غریزی می‌باشند.

نکته

نوک زدن جوجه کاکایی‌ها
- تا دو روز اول ← رفتار غریزی است ← به همهٔ مناطق منقار والد نوک می‌زنند.
- بعد از دو روز ← شرطی شدن فعال ← فقط به‌طور عمدی به مناطق جلوی منقار والد نوک می‌زنند.

پاسخ آزمونک ۱

A ۱ ۴ جوجه کاکایی برای دریافت غذا به منقار پرندهٔ **والد** نوک می‌زند و پس از دو روز با اصلاح رفتار غریزی خود، با دقت بیشتری نوک می‌زند تا سریع‌تر به غذای مورد نیاز برسد.

A ۲ ۲ اینکه شقایق دریایی، نسبت به حرکات دائمی آب که سود و زیانی برایش ندارد، شاخک‌های خود را منقبض نکند یک عدم انعکاس است و این رفتار نوعی یادگیری از نوع خوگیری یا عادی شدن نام دارد. **ولی در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که انعکاس رفتار غریزی است نه یادگیری غریزی!** (*در رفتار غریزی، یادگیری و آموزش وجود ندارد.*) **از طرفی این یادگیری به آزمون و خطا و برنامه‌ریزی یا استدلال نیازی ندارد.**

A ۳ ۱ در رفتار غریزی موش ماده برای مراقبت از نوزادان، پس از فعال شدن ژن *B* و تولید *mRNA* و پروتئین محصول آن، این پروتئین سبب فعال شدن آنزیم‌ها و ژن‌هایی در مغز موش مادر می‌شود که **با ایجاد فرایندهای پیچیده** در مغز جانور، رفتار کامل می‌شود.

B ۴ ۱

نکته

در پروژه‌ای که میمون را با چند جعبه و موزهای آویزان از سقف رها می‌کنیم برای اولین‌بار که میمون در این شرایط قرار می‌گیرد نوعی یادگیری حل مسئله ایجاد می‌کند اما پس از تکرار، اگر میمون را در این وضعیت قرار دهیم، جانور یاد می‌گیرد که در شرایط خاص، رفتار خاصی را انجام دهد و در این حال نوعی یادگیری شرطی شدن فعال می‌باشد. (*در این تست باید به کلمهٔ آگاهانه دقت کنید چون در هر نوع یادگیری، بالاخره جانور بین تجربهٔ جدید و قدیمی خود ارتباط برقرار می‌کند.*)

C ۵ ۱ فقط مورد (د) جواب است. در رفتار حل مسئله، عمل آزمون و خطا رخ نمی‌دهد و هیچ‌کدام نیز غریزی نمی‌باشند (نادرستی الف). در شرطی شدن فعال، جانور در موقعیت جدید قرار نمی‌گیرد اگر هم قرار گیرد به‌طور تصادفی به جواب می‌رسد مانند اصابت ناگهانی پای موش درون جعبه اسکینر به اهرم تعبیه شده (نادرستی ب) ولی هر دو از یادگیری‌هایی می‌باشند که تغییر رفتار صورت می‌گیرد و در موقعیتی خاص، جاندار پاسخ مناسب می‌دهد (درستی د).

B ۶ ۳ در شرطی شدن کلاسیک و فعال، ابتدا یک محرک طبیعی بی‌اثر (*صدای زنگ یا اهرم جعبه اسکینر*) وجود داشته است که با درک نقش آن سبب پاسخ جانور می‌شود ولی در عادی شدن (*خوگیری*)، جانور پس از مدتی به محرک بی‌اثر دیگر پاسخ نمی‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): فقط در شرطی شدن کلاسیک رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۲): فقط در شرطی شدن کلاسیک رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): فقط در شرطی شدن فعال رخ می‌دهد. چون مثلاً ترشح بزاق در سگ همواره یک پاسخ غیرارادی انعکاسی می‌باشد.

A ۷ ۱ جوجه‌ها پس از خروج از تخم، به دنبال اولین شیء متحرک به راه می‌افتند و آن را مادر خود به حساب می‌آورند. این رفتار در ابتدا غریزی است ولی پس از مدتی که فقط مرغ خانگی را مادر خود به حساب می‌آورد دیگر نوعی یادگیری از نوع **نقش‌پذیری** بوده است. همان‌طور که می‌دانید هر نوع یادگیری در اثر تغییر رفتار به صورت نسبتاً پایدار و در اثر تجربه حاصل می‌شود.

تله‌های تستی گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب شرطی شدن کلاسیک، حل مسئله و شرطی شدن فعال را معرفی می‌کنند.

نقش‌پذیری

نقش‌پذیری نوعی یادگیری است که در **دورهٔ حساس مشخصی** از زندگی رخ می‌دهد و ارتباط زیادی با **رفتار غریزی** دارد و بر بقای فرد و گونه مؤثر است. دورهٔ حساس نقش‌پذیری در جوجه غازها چند ساعت اول پس از بیرون آمدن از تخم‌ها است که در **حفظ بقا** ارزش زیادی دارد. در این زمان غازها از **شیء متحرک** اطراف خود نقش گرفته‌اند.

پذیرفتن نقش به این معناست که بعضی از جانوران، شیء متحرک را به عنوان مادر خود در نظر می‌گیرند و از آن به بعد آن را دنبال می‌کنند. این نقش‌پذیری فقط در غازها نیست بلکه در جانوران دیگر هم ممکن است صورت گیرد. به طور مثال، بره‌هایی که توسط انسان پرورش یافته‌اند، پس از چندی، طی کردن مسیر با چوپان گله را به دنباله‌روی از حرکت سایر گوسفندان و حتی والد خود ترجیح می‌دهند.

C ۸ ۲ اتصال قوطی‌های فلزی به مترسک‌های درون مزارع، سبب می‌شود که صدای زنگ سبب ادامهٔ ترس کلاغ‌ها از مترسک شده و فرار یا رفتار غریزی پرنده ادامه یابد تا دیرتر در اثر خوگیری به آسیب مزرعه بپردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. یادگیری یک تغییر **نسبتاً پایدار** در رفتار جانوری است که در اثر تجربه حاصل شده است. / گزینهٔ (۳): نادرست است. اگر محرک محیطی تکراری و بی‌خطر یعنی بدون سود و زیان باشد، سبب کاهش یا عدم پاسخ جانور می‌شود.
گزینهٔ (۴): نادرست است.

نکته
دقت کنید که وقتی در شرطی شدن کلاسیک به **محرکی بی‌اثر** می‌گویند که جانور به آن پاسخ ندهد. در انتهای فرایند شرطی شدن کلاسیک، جانور به **محرک شرطی** پاسخ می‌دهد. (*دقت کنید که محرک بی‌اثر، ابتدا شرطی می‌شود و سپس جانور به تنهایی به آن محرک پاسخ می‌دهد.*)

B ۹ ۱ فقط مورد (د) نادرست است. در عادی شدن، محرک **دائمی و بی‌اثر** است و دیگر جانور به آن، عکس‌العمل نشان نمی‌دهد. (*در مورد (الف) دقت کنید که در یک اجتماع زیستی، تعداد زیادی اجتماع و گونه وجود دارد که هرکدام رفتار غریزی متفاوتی دارند.*)

A ۱۰ ۲ در هر دو یادگیری که به ترتیب مقایسه شرطی شدن کلاسیک با حل مسئله می‌باشد، تغییر رفتار غریزی اتفاق می‌افتد. یادگیری از نوع آزمون و خطا و پاداش و تنبیه در هیچ‌کدام از این دو نوع وجود ندارند ولی بروز آن‌ها به ژن‌ها و اثر محیط ارتباط دارد.

B ۱۳۹۴ ۳ بر اساس متن کتاب، رفتار عملی یا مجموعه اعمالی است که جانور در پاسخ به محرک(ها) انجام می‌دهد. پرسش‌های چگونگی، دربارهٔ مکانیسم بروز یک رفتار است که پژوهشگران فرایندهای **ژنی**، **رشد و نمو** و **عملکرد** بدن جانور را بررسی کرده و به آن پاسخ می‌دهند ولی پرسش‌های چرایی بیشتر به دیدگاه **انتخاب طبیعی** برای شانس بقا و زادآوری رفتار می‌پردازد که با بررسی **سود و هزینه** رفتار برای جانور انجام می‌شود.

نکته
به‌طور کلی برای تمییز دادن این دو پرسش چرایی و چگونگی، **یک راه ساده** وجود دارد، هر پرسشی که **دلیل** بخواهد یک پرسش **چرایی** است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. هر دو قسمت در مورد پرسش‌های **چگونه‌ای** رفتار می‌باشند. / گزینهٔ (۲): درست است. هر دو قسمت در مورد پرسش‌های **چرایی** و دلیل رفتار با نقش انتخاب طبیعی در افزایش فراوانی افراد سازگارتر می‌باشند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. قسمت اول در مورد پرسش چرایی و قسمت دوم در مورد چگونه‌ای است. / گزینهٔ (۴): درست است. هر دو قسمت در مورد پرسش‌های **چرایی** می‌باشند.

درسنامه درختی ۱۳۳ انواع پرسش در رفتارها

انواع پرسش‌ها
- ۱ نوع اول (*چگونه‌ای*)
  - جانور **چگونه** رفتاری را انجام می‌دهد؟
  - پاسخ پژوهشگران با بررسی فرایندهای ژنی، رشد و نمو و عملکرد بدن جانور می‌باشد.
- ۲ نوع دوم (*چرایی*)
  - **چرا** جانور رفتاری را انجام می‌دهد؟
  - رفتارشناسان با دیدگاه انتخاب طبیعی
    - نقش **سازگارکنندگی** رفتارهای جانوران و به عبارتی نقش رفتارهای گوناگون را در **بقا** و **زادآوری** بیشتر جانوران بررسی می‌کنند.
    - بررسی **سود** و **هزینهٔ** رفتار برای جانور
    - رفتار سازگار را نتیجهٔ برگزیده شدن با **انتخاب طبیعی** می‌دانند.

B ۱۳۹۵ ۲ دیدن پوستهٔ سفید تخم پرندگان، نشانه‌ای برای رفتن به مقصد برای غذاگیری پرندگان می‌باشد که نوعی یادگیری همراه با آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال می‌باشد ولی بیرون انداختن تخم توسط جوجه کاکایی‌ها نوعی رفتار غریزی بوده است.
◀ دقت کنید که در متن سؤال به یادگیری بودن این رفتار اشاره شده است.

درسنامه درختی ۱۳۴ انتخاب طبیعی در رفتار جوجه کاکایی

جوجه کاکایی
- پرندهٔ کاکایی پس از آنکه جوجه‌هایش از تخم بیرون می‌آیند ← **پوسته‌های** تخم را از لانه خارج می‌کند ← رنگ سفید **داخل** پوستهٔ تخم‌های شکسته بسیار مشخص است.
- تخم‌ها و جوجه‌های کاکایی در میان علف‌های اطراف آشیانه استتار می‌یابند ← کاکایی‌ها، زمان **بسیار کوتاهی** را برای بیرون بردن پوستهٔ تخم‌ها صرف می‌کنند ← بقای زاده‌ها ↑
- آزمایش محققین
  - ۱ رنگ‌آمیزی تخم‌مرغ خانگی شبیه تخم کاکایی و قرار دادن آن‌ها در محل آشیانه را انجام دادند.
  - ۲ در کنار **تعدادی** از آن‌ها پوستهٔ تخم‌های **شکستهٔ** کاکایی قرار دادند.
  - ۳ کلاغ‌ها **بیشتر** تخم‌مرغ‌هایی که کنار پوسته‌های خالی بودند را پیدا کردند و خوردند.
  - نتیجه ← رنگ سفید داخل پوستهٔ تخم‌های شکسته راهنمای کلاغ‌ها بود.
- علت رفتار
  - کاهش احتمال شکار شدن جوجه‌ها
  - افزایش احتمال بقای جوجه‌ها
  - این رفتار به دلیل افزایش شانس **بقای** جوجه‌هاست نه برای تولید زاده‌ها!
- رفتار کاکایی‌ها در بیرون انداختن پوسته‌ها ← نوعی رفتار سازگارکننده است
  - دسترسی شکارچی به زاده‌ها **کم** می‌شود.
  - احتمال بقای زاده‌ها **زیاد** می‌شود.
  - به سود پرنده و زاده‌هاست.
  - با انتخاب طبیعی برگزیده شده است.

A ۱۳۹۶ ۴ پرسش‌های **چگونگی یک رفتار** به عملکرد، نقش ژنی، رشد و نمو و نوع محرک جاندار می‌پردازد ولی پرسش‌های **چرایی** به دیدگاه انتخاب طبیعی و نقش آن در بقا، زادآوری و سازگاری جانور می‌پردازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بررسی فرایندهای ژنی و رشد و نمو رفتار در مورد پرسش‌های **چگونگی** می‌باشد (*نه چرایی!*). / گزینهٔ (۲): نقش سازگارکنندگی یک رفتار به احتمال بقا و زادآوری جانور در پرسش‌های **چرایی** می‌پردازد. / گزینهٔ (۳): بررسی کیفیت یک رفتار در مورد پرسش‌های چگونگی رفتار می‌باشد.

B ۱۳۹۷ ۱ فقط (الف) نادرست است. خارج کردن پوستهٔ تخم از لانهٔ کاکایی‌ها توسط پرندگان والد صورت می‌گیرد نه جوجه‌ها!

تله‌های تستی ب) در بیشتر پرندگان، به دلیل نظام جفت‌گیری تک‌همسری، هر دو والد نر و ماده به‌طور مساوی در انتخاب جفت نقش دارند و هزینهٔ برابری برای پرورش زاده‌ها مصرف می‌کنند. / ج) زمان موجود برای خارج کردن پوسته‌های خالی تخم برای والدین پرندگان کاکایی بسیار کوتاه می‌باشد چون اگر این کار را سریع انجام ندهند، بقای جوجه‌های خود را به خطر انداخته‌اند (*چون رنگ سفید داخل تخم آن‌ها به‌راحتی دیده می‌شود*). / د) در مورد رفتار غریزی جوجه کاکایی که پس از دو روز با آموختن دقیق‌تر می‌شود کاملاً صحیح می‌باشد که در گفتار ۱ بررسی کردیم.

A ۱۳۹۸ ۳ **بیشتر** رفتارهای جانوری محصول برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی در زندگی جانوران می‌باشد (*تیدها را درست بخوانید!*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نقش سازگارکنندگی هر رفتار در بقا و زادآوری یا پاسخ به پرسش‌های چرایی آن ارتباط دارد که بیانگر اثر انتخاب طبیعی می‌باشد. / گزینهٔ (۲): نقش‌پذیری، دورهٔ حساس یادگیری دارد که در حفظ جانورانی مثل پرندگان برای جلوگیری از انقراض آن‌ها استفاده کرده‌اند. / گزینهٔ (۴): با وجود محیط متغیر بیرونی جانوران، یادگیری برای بقای جانوران الزامی می‌باشد.

B ۱۳۹۹ ۳ طبق نظر رفتارشناسان، برهم‌کنش ژن‌ها و یادگیری امکان سازگار شدن جانور با این تغییرات را فراهم می‌آورد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تکامل رفتار همراه بقا و زادآوری رخ می‌دهد. در پرسش‌های چرایی به نقش انتخاب طبیعی و دلایل تکامل رفتار پی می‌بریم ولی بررسی رشد و نمو و مکانیسم رفتار جانور، در پاسخ به پرسش‌های چگونه‌ای نقش دارد. / گزینهٔ (۲): شکل‌گیری کامل رفتار کاکایی‌ها، پس از دو روز و با آموختن جوجه‌ها کامل می‌شود. / گزینهٔ (۴): رفتارهای جانوری در جهت افزایش سود خالص به همراه کاهش هزینهٔ مصرفی می‌باشد.

A ۱۴۰۰ ۲ بر اساس متن کتاب درسی، فهم و درک انتخاب طبیعی در پاسخ به **پرسش‌های چرایی که به دلایل و تکامل رفتار** می‌پردازد، کمک می‌کند و سبب گزینش صفات سازگارتر می‌شود.

A ۱۴۰۱ ۴ پرندهٔ والد کاکایی بالغ، در زمان بسیار کوتاهی با خارج کردن همهٔ پوسته‌های تخم شکسته شده از لانه، سبب حفظ بقای زاده‌ها و جمعیت خود می‌شود.

B ۱۴۰۲ ۳ پرندهٔ والد کاکایی به صورت غریزی در زمان بسیار کوتاه تخم‌های شکسته شده را از لانه خارج می‌کند تا پرندگان مهاجم متوجه پوستهٔ درونی آن‌ها و حمله به آشیانه نشوند. این رفتار با سازوکار انتخاب طبیعی برگزیده شده است و اساس ژنی دارد.

B ۱۴۰۳ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند. در این سؤال **موش ماده** دارای ژن *B* فعال مد نظر می‌باشد که با رفتار غریزی به مراقبت از نوزادان می‌پردازد. این جانور ماده همانند بیشتر پستانداران، به انتخاب جفت می‌پردازد و هزینهٔ زیادی برای نگهداری جنین‌ها و شیر دادن و رشد آن‌ها می‌پردازد (درستی ج).

برو درسنامه درختی (۱۳۵) بخون

تله‌های تستی الف) نادرست است. در بیشتر پستانداران، جانور ماده به انتخاب جفت می‌پردازد ولی رقابت زیاد بین نرها اتفاق می‌افتد که صفت سازگار را بارز می‌کنند. / ب) نادرست است. بروز صفات سازگارکننده در بیشتر پستانداران، توسط **جانور نر** رخ می‌دهد که ویژگی چندهمسری دارد. / د) نادرست است.

نکته

رفتار بررسی کردن جنس مخالف در رفتار انتخاب جفت رخ می‌دهد نه در رفتار نوع نظام جفت‌گیری!

C ۱۴۰۴ ۱ موارد (الف) و (ج) نادرست می‌باشند. (*قمری خانگی پرنده‌ای با نظام جفت‌گیری تک‌همسری می‌باشد.*)

برو درسنامه درختی (۱۳۶) بخون

نکته

۱ نظام جفت‌گیری تک‌همسری قمری‌های خانگی یا چندهمسری بیشتر پستانداران در جنس **نر** آن‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد. چون در جانور ماده چه در پستانداران و چه در پرندگان، سیستم تک‌همسری وجود دارد (نادرستی الف).

۲ قمری‌های خانگی به صورت غریزی و یادگیری از والدین می‌توانند با استفاده از شاخه‌های نازک درختان به لانه‌سازی بپردازند (درستی ب).

۳ معیار موفقیت زادآوری برای جانوران، داشتن بیشترین تعداد زادهٔ **سالم** می‌باشد و صرفاً زادهٔ زیاد داشتن معیاری برای موفقیت تولیدمثلی نمی‌باشد. به همین دلیل جانوران با دقت به انتخاب جفت می‌پردازند (نادرستی ج).

۴ در جانورانی مثل بیشتر پرندگان که سیستم تک‌همسری دارند، هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند و در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند (درستی د).

B ۱۴۰۵ ۱ موارد (الف) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. رفتارهای سازگار تولیدمثلی طاووس نر به صورت ایجاد لکه‌های چشم مانند در پرهای دم، **در فصل تولیدمثل** بروز می‌یابد نه در تمام طول سال! / ب) درست است. در طاووس‌ها همانند بیشتر پستانداران، والد ماده به انتخاب جفت پرداخته و والد نر نیز نظام جفت‌گیری چندهمسری دارد. / ج) درست است. رقابت برای انتخاب شدن جفت در بین **طاووس‌های نر** رخ می‌دهد که در نگهداری زاده‌ها نقش مستقیم ندارند. / د) نادرست است. طاووس ماده به انتخاب جفت می‌پردازد ولی رفتار چندهمسری در طاووس نر رخ می‌دهد.

C ۱۴۰۶ ۴ فقط مورد (ب) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. در این گونه از جیرجیرک‌ها، جانور دارای کیسهٔ آمیزشی یا همان جنس نر، انتخاب جفت می‌کند و جنس ماده‌ای که انتخاب می‌شود تخم‌ها را در بدن خود ایجاد کرده و نگه می‌دارد. / ب) نادرست است. غذای تخم‌های جیرجیرک‌ها را **جنس نر** تأمین می‌کند که نقش انتخاب جفت دارد. / ج) درست است. جیرجیرک نر، با تولید کیسهٔ آمیزشی پرغذا، هزینهٔ زیادی برای پرورش تخم صرف می‌کند. / د) درست است.

نکته

از زیست یازدهم به یاد دارید که روی پاهای **جلویی** جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که روی آن پردهٔ صماخ کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی متصل به پرده را تحریک کرده و جانور صدا را دریافت می‌کند (*پاهای عقب این ویژگی را ندارند*).

درسنامه درختی ۱۳۵ رفتار زادآوری (تولیدمثلی)

- انتخاب طبیعی و رفتار
  - رفتار زادآوری
    - داشتن **بیشترین** تعداد زاده‌های **سالم** ← معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است.
    - جانور برای موفقیت در زادآوری ← رفتارهای زادآوری انجام می‌دهد.
    - انواع
      - انتخاب جفت
        - جانور ابتدا ویژگی‌های جفت را بررسی می‌کند و بعد تصمیم می‌گیرد که جفت‌گیری کند یا نه.
        - در جانوران، ماده‌ها **بیشتر** از نرها انتخاب جفت را انجام می‌دهند.
        - جانور ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری صرف می‌کند (*دلیل انتخاب جفت*).
        - فعالیت‌های پرهزینه مانند نگهداری از تخم در پرندگان، بارداری و شیردادن به نوزادان در پستانداران از وظایف جانور ماده است ← انرژی بیشتری از جنس نر برای **پرورش نوزاد** صرف می‌کند.
        - ویژگی‌های ظاهری برتر
          - نشانهٔ سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن است.
          - سلامت جانور **ماده و زاده‌هایش** را تضمین می‌کند.
          - نشانهٔ داشتن ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده است.
        - مرسوم‌ترین
          - ویژگی‌های **ظاهری** طاووس نر و ماده متفاوت است ← در این گونه، طاووس **ماده** رفتار انتخاب جفت را انجام می‌دهد.
          - در **فصل زادآوری**، دم طاووس **نر**، پرهای پرنقش و نگاری پیدا می‌کند ← طاووس نر برای جلب توجه ماده، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر دیده شود.
          - ماده‌ها، ابتدا **دم** طاووس‌های نر مختلف را بررسی می‌کنند.
          - نری را به عنوان جفت انتخاب می‌کند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند **بیشتری** روی پرهای دم خود داشته باشد.
          - جانور ماده به ویژگی‌های ظاهری طاووس‌های نر مختلف توجه می‌کند تا انتخاب جفت کند.
          - دم بلند و زینتی جانور نر
            - حرکت جانور را دشوار می‌کند.
            - جانور را در مقابل شکارچی آسیب‌پذیرتر می‌کند.
            - احتمال بقای آن را **کاهش** می‌دهد.
            - درخشان بودن رنگ پرنده ← نشان دهندهٔ سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن بوده است.
            - این ویژگی سبب سلامت جانور مادهٔ انتخاب‌کننده و تضمین بقای زاده‌های آن است.
            - بقای جانور **نر** دارای این ویژگی تا هنگام تولیدمثل، نشان دهندهٔ سازگار بودن صفات آن می‌باشد.
            - همانند شاخ گوزن نر جزء صفات **ثانویه** جنسی است.
            - صفات سازگارتر، در هنگام جفت‌یابی و رقابت با نرهای دیگر به کار می‌رود و سریع‌تر انتخاب می‌شود.
          - طاووس ماده با انتخاب نر دارای صفت سازگارتر ← سبب انتقال ویژگی‌های مفید ظاهری و سازگاری والد نر به زاده‌های خود می‌شود.
          - نر نظام چندهمسری دارد ← این پرندهٔ نر، در تولید و رشد زاده‌ها، نقش کمتری از والد ماده دارد.
        - جیرجیرک‌ها
          - انتخاب جفت با جانور **نر** است.
          - جانور نر هزینهٔ بیشتری را در تولیدمثل می‌پردازد ← جفت خود را بررسی و انتخاب می‌کند.
          - جانور نر **زامه‌های** خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری **مواد مغذی** به جانور ماده منتقل می‌کند.
          - کیسهٔ لقاحی بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد.
          - جانور نر، مادهٔ **بزرگ‌تر** را بررسی و انتخاب می‌کند ← به دلیل اینکه نشانهٔ داشتن **تخمک‌های** بیشتری است و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند.
          - جیرجیرک‌های ماده برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.
          - تخم‌ها در بدن ماده تشکیل می‌شوند ولی غذای رشد آن‌ها را بیشتر جانور نر تأمین کرده است.
          - در روی هریک از پاهای **جلویی** خود، پردهٔ صماخ و گیرندهٔ مکانیکی صدا دارند.

درسنامه درختی ۱۳۶ انواع نظام جفت‌گیری

- نظام جفت‌گیری
  - مرسوم‌ترین
    - یکی از والدین، پرورش و نگهداری زاده‌ها را انجام می‌دهد.
    - طاووس نر
      - در **نگهداری** زاده‌ها نقشی ندارد.
      - نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی را انجام می‌دهد.
      - به‌طور **غیرمستقیم** به ماده کمک می‌کند ← سبب افزایش موفقیت تولیدمثلی نر و ماده می‌شوند.
    - **در بیشتر** پستانداران دیده می‌شود ← در اغلب پستانداران، جنس ماده زمان و انرژی بیشتری برای پرورش زاده می‌گذارد.
  - مرسوم‌تر
    - **در بیشتر** پرندگان مثل قمری خانگی دیده می‌شود.
    - هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند.
    - جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم **مساوی** دارند.

B ۱۴۰۷ ۳ از آنجا که **پستانداران** نر نقش کمتری در پرورش نوزاد دارند، از سرِ داشتن فرصت اضافی(!) سیستم چندهمسری دارند!!! (البته اینو یکی از ژن‌گردای قدیم که رتبهٔ ۲۵ کنکور ۹۲ شد، می‌گفت!! حرف من نیست!!! ☺)

ایستگاه ۷۲ همسریابی

انتخاب همسر برای نرها به دو شیوه است: الف) چندهمسری / ب) تک‌همسری

نحوهٔ انتخاب یکی از این دو شیوه بستگی به این دارد که:

۱) هزینهٔ انتقال ژن به زاده‌ها و نگهداری از آن‌ها تا رسیدن به مرحله‌ای که خود توانایی انجام کارهای خود را داشته باشند چقدر است؟

۲) آیا این هزینه را فقط یک والد می‌تواند بپردازد، یا نه؟

به‌طور مثال در **پرندگان** به علت اینکه جوجه بعد از بیرون آمدن از تخم مرتب به غذا نیاز دارد، باید مرتب والدین به آن‌ها غذا بدهند. از آنجایی که هم تهیهٔ غذا و هم دادن غذا به آن‌ها پرهزینه است، این کار به تنهایی از عهدهٔ **یک والد** برنمی‌آید. پس نیاز است که دو والد هر دو با هم در نگهداری و مراقبت از جوجه‌ها تلاش کنند. در چنین مواردی به نفع والد نر نیست که سیستم چندهمسری را انتخاب کند. زیرا اگر این کار را بکند زمان کمتری برای کمک به والد ماده در نگهداری فرزندان دارد، در نتیجه جوجه‌ها خوب نگهداری نشده، احتمال رسیدن آن‌ها به سنی که بتوانند خودشان جفت‌گیری کنند کم می‌شود، پس احتمال انتقال ژن به نسل‌های بعد کم می‌شود. بنابراین در اغلب پرندگان، والد نر سیستم تک‌همسری را انتخاب می‌کند.

اما در اغلب پستانداران والد ماده توانایی نگهداری از زاده‌ها را **به تنهایی** دارد؛ در چنین مواردی والد نر ترجیح می‌دهد سیستم چندهمسری را انتخاب کند؛ زیرا برای اینکه زاده‌های آن نگهداری شوند و به سن باروری و تولیدمثل برسند نیازی به همکاری والد نر نیست پس والد نر می‌تواند از طریق افزایش تعداد آمیزش با همسران بیشتر، انتقال ژن را به نسل‌های بعد افزایش داده و تعداد زاده‌های خود را بیشتر کند. (البته همیشه این‌طوری نیست، خانم‌ها زیاد نگران نباشند!!)

B ۱۴۰۸ ۱ فقط مورد (د) قابل قبول است. دلیل اینکه معمولاً ماده‌ها انتخاب جفت می‌کنند و با هر نری جفت‌گیری نمی‌کنند این است که اولاً انرژی بیشتری برای تولیدمثل و رشد فرزندان صرف می‌کنند (اثبات الف)، ثانیاً محدودیت بیشتری در تولیدمثل دارند (اثبات ج) و ثالثاً باید جفتی را انتخاب کنند که انرژی‌شان هدر نرود (اثبات ب) **ولی خوش‌تیپی والد نر ربطی به انتخاب جفت توسط ماده ندارد!** بلکه در رقابت بین ماده‌ها مؤثر است!! (دلیل انتخاب د)

B ۱۴۰۹ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. طاووس نوعی گونه از پرندگان می‌باشد که همانند اغلب پستانداران، سیستم چندهمسری در نظام جفت‌گیری نرها دارد ولی در قمری خانگی، سیستم تک‌همسری مشاهده می‌شود که هر دو والد آن‌ها در انتخاب جفت نقش برابری دارند.

نکته

در طاووس‌ها و بیشتر پستانداران، رقابت برای انتخاب شدن بین نرها رخ می‌دهد ولی در جیرجیرک‌ها این رقابت بین ماده‌ها رخ می‌دهد.

A ۱۴۱۰ ۴ صفات سازگارتر یا چشمگیرتری که توسط انتخاب شوندگان ایجاد می‌شوند، سبب افزایش شانس **تولیدمثلی** شده و جبران هزینه‌های مصرفی آن جانور می‌شود. این صفات می‌تواند در برخی گونه‌ها دائمی بوده و در برخی نیز در فصل تولیدمثل ایجاد شوند.

نکته

در مورد رقابت بین افراد جمعیت دقت کنید، اگر تعدادی جانور نر، همگی دارای صفات سازگار کاملی باشند، بین آن‌ها برای انتخاب شدن رقابت ایجاد می‌شود ولی سایر نرها که این ویژگی سازگار را ندارند، در رقابت شرکت نمی‌کنند، چون می‌دانند که شکست می‌خورند به همین دلیل انرژی خود را صرف رقابت بیهوده نمی‌کنند.

B ۱۴۱۱ ۱ فقط مورد (الف) مدنظر است. صفات سازگارتر برای بقای جانور الزامی نیست ولی جانور با بروز آن، شانس تولیدمثلی خود را بالا می‌برد. این صفات پرهزینه بوده و جبران هزینهٔ آن با افزایش شانس تولیدمثلی جبران می‌شود. این صفات در بیشتر پستانداران و طاووس‌ها در جنس نر ایجاد می‌شود ولی در جیرجیرک‌ها در ماده نمود می‌یابند (البته این صفات در هر دو جنس اغلب پرندگان که سیستم تک‌همسری دارند، بروز می‌یابند).

B ۱۴۱۲ ۱ صفات ثانویهٔ جنسی جیرجیرک ماده، همان اندازهٔ بزرگ بدن آن‌ها برای جا دادن کیسهٔ آمیزشی می‌باشد. این صفات در هنگام جفت‌یابی نرها و در رقابت با سایر ماده‌ها بروز می‌یابد (نادرستی گزینهٔ (۱)). این جیرجیرک‌ها، سیستم چندهمسری دارند و فقط نرها، حق انتخاب جفت دارند (رد گزینهٔ (۲)) ولی سرعت انتخاب شدن جانور ماده در ایجاد نسل بعد را بالا می‌برد (رد گزینهٔ (۳)). این صفت می‌تواند در حرکت و فرار از دشمن این جیرجیرک‌ها نقش منفی ایجاد کند و از بقای آن‌ها بکاهد (رد گزینهٔ (۴)).

B ۱۴۱۳ ۲ موارد (الف) و (ب) مدنظر است. قمری خانگی همانند اغلب پرندگان نظام جفت‌گیری تک‌همسری دارد که هر دو والد در بررسی و انتخاب جفت و بروز صفات ثانویهٔ جنسی سازگار نقش دارند. در این جانوران هر دو جنسیت نر و ماده دچار محدودیت در تولیدمثل با سایر افراد می‌باشند و سیستم تک‌همسری دارند.

B ۱۴۱۴ ۴ طاووس ماده در فصل تولیدمثلی، برای داشتن تعداد زاده‌های سالم بیشتر یا همان موفقیت تولیدمثلی، به بررسی نرهای متعددی از جمعیت خود با توجه به صفات سازگار آن‌ها می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): طاووس‌های ماده پس از بررسی تعدادی از نرها، به انتخاب **بهترین آن‌ها** می‌پردازند. / گزینهٔ (۲): بقای طاووس ماده در اثر فعالیت طاووس نر در نگهداری از قلمرو و آشیانه‌سازی صورت می‌گیرد ولی هزینه‌های پرورش زاده‌ها را طاووس ماده متقبل می‌شود. / گزینهٔ (۳): رقابت در فصل تولیدمثلی در بین طاووس‌های نر دارای صفات سازگار و برای انتخاب شدن سریع‌تر صورت می‌گیرد.

B ۱۴۱۵ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. در بیشتر پرندگان همانند قمری خانگی صفات ثانویهٔ جنسی برای انتخاب جفت در هر دو والد نر و ماده ایجاد می‌شود ولی در برخی دیگر از پرندگان مثل طاووس‌ها و بیشتر پستانداران (گوزن‌ها و...) که نظام جفت‌گیری چندهمسری دارند، فقط در طاووس نر رخ می‌دهد. این صفات در جیرجیرک ماده نیز رخ می‌دهند.

B ۱۴۱۶ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) وجود ندارد. در جیرجیرک **ماده**، هرچه اندازهٔ بدن بزرگ‌تر باشد، قدرت تولید تخمک‌های بیشتری دارد و می‌تواند زاده‌های بیشتری ایجاد کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. جیرجیرک ماده هزینهٔ بیشتری برای تولیدمثل می‌پردازد. / ب) **درست** است. جیرجیرک ماده، غذای مورد نیاز رشد زاده‌های خود را از جفت نر خود و از طریق کیسهٔ لقاحی می‌گیرد. / ج) نادرست است. انتخاب جفت این گونه بر عهده جیرجیرک نر می‌باشد. / د) نادرست است. کیسهٔ لقاحی در این گونه مقدار زیادی از وزن جانور نر را تشکیل می‌دهد.

B ۱۴۱۷ - ۱ در طاووس‌ها، انتخاب جفت با جنسیت ماده می‌باشد ولی نرها سیستم جفت‌گیری چندهمسری دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در قمری خانگی، هر دو والد در انتخاب جفت و هزینهٔ پرورش نوزاد نقش دارند. / گزینهٔ (۳): گوزن نر با تولید شاخ بزرگ، هم صفت سازگار پرهزینه ایجاد می‌کند و هم سیستم جفت‌گیری چندهمسری دارد. / گزینهٔ (۴): جیرجیرک نر، هم انتخاب جفت می‌کند و هم کیسهٔ محتوی غذا و اسپرم را به جفت ماده می‌رساند.

B ۱۴۱۸ - ۱ فقط مورد (د) صحیح است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. یادگیری حل مسئله در برخی جانوران رخ می‌دهد که قدرت استدلال آگاهانه برای حل مشکل جدید دارند. / ب) نادرست است. این رفتار غریزی در جوجهٔ برخی پرندگان مثل غازها رخ می‌دهد تا نقش‌پذیری کنند. / ج) نادرست است. برخی گونه‌های جیرجیرک با تولید صدا توسط جنس نر به جفت‌یابی می‌پردازند. / د) درست است. به دلیل ویژگی تغذیهٔ جنین و نگهداری از زاده‌ها، معمولاً ماده‌ها جفت خود را انتخاب می‌کنند.

B ۱۴۱۹ - ۴ موارد (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. رفتار غذایابی، مجموعه‌ای از رفتارهای جانور برای جست‌وجو و به دست آوردن غذا می‌باشد. / ب) نادرست است. در اثر عمل انتخاب طبیعی در غذایابی بهینه، غذایی انتخاب می‌شود که **انرژی خالص** دریافتی بیشتری داشته باشد. دقت کنید که انرژی خالص حاصل کسر، انرژی دریافتی از غذا از هزینهٔ لازم برای غذایابی می‌باشد. / ج) نادرست است. غذایابی بهینه موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینهٔ به دست آوردن آن می‌باشد که صرفاً نباید بیشترین انرژی را تأمین کند. / د) درست است. برای تأیید این عبارت می‌توانید خوردن خاک رس توسط طوطی‌های آمازون را به یاد بیاورید.

درسنامه درختی ۱۳۷ غذایابی

- **رفتار غذایابی**
  - تعریف ← **مجموعهٔ** رفتارهای جانور برای جست‌وجو و به دست آوردن غذاست.
  - غذایابی بهینه ← موازنهٔ بین محتوای **انرژی غذا** و هزینهٔ **به دست آوردن** و مصرف آن است ← رفتار غذایابی بهینه ← سبب دریافت انرژی **خالص** بیشتر می‌شود.
  - غذاهایی که جانور می‌خورد ← اندازه‌های متفاوتی دارند.
    - غذای بزرگ‌تر
      - انرژی بیشتر دارد.
      - ممکن است فراوانی کمتر داشته باشد.
      - به دست آوردن آن دشوارتر است.
  - انرژی **خالص** یعنی تفاوت انرژی دریافتی از غذا با انرژی صرف شده برای پیدا کردن و خوردن آن
  - براساس انتخاب طبیعی، رفتار غذایابی برگزیده می‌شود که
    - انرژی دریافتی **کارآمدتر** باشد ← یعنی در هر بار غذایابی بیشترین انرژی **خالص** را دریافت کند.
    - کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را داشته باشد ← در هنگام وجود **شکارچی**، رفتار غذایابی جانور **تغییر** می‌کند ← آماده و گوش به زنگ برای غذایابی می‌شود.
- **خرچنگ ساحلی**
  - صدف‌های با اندازهٔ **متوسط** را ترجیح می‌دهند ← بیشترین انرژی **خالص** را تأمین می‌کنند.
  - صدف‌های بزرگ‌تر
    - انرژی بیشتری دارند.
    - برای شکستن آن‌ها باید انرژی بیشتری صرف شود.
    - انرژی **خالص** دریافتی آن‌ها از صدف‌های متوسط **کمتر** می‌باشد.
- **طوطی**
  - گاهی غذایی که محتوای انرژی چندانی ندارد، مصرف می‌کنند ← این غذا، مواد مورد نیاز آن‌ها را تأمین می‌کند.
  - خاک رس می‌خورند ← تا مواد **سمی** حاصل از غذاهای **گیاهی** را در لولهٔ گوارش آن‌ها خنثی کند.



A ۱۴۲۰ - ۱ خرچنگ‌های ساحلی به دلیل داشتن هزینهٔ بالا در شکار و استفاده از صدف‌های بزرگ، از خوردن آن‌ها صرف‌نظر می‌کنند و به خوردن و شکار صدف‌های متوسط می‌پردازند که انرژی کمتری از صدف‌های بزرگ دارند ولی انرژی یا سود کارآمد یا خالص بیشتری از آن‌ها را دریافت می‌کنند.

B ۱۴۲۱ - ۱ **همهٔ** رفتارهای جانوری با اینکه شکل متفاوت دارند ولی در جهت **کاهش** هزینه‌های مصرفی و **افزایش** سود خالص انتخاب شده‌اند. دقت کنید که هدف **نهایی** همهٔ رفتارها حفظ **بقا و تولیدمثل** می‌باشد.

C ۱۴۲۲ - ۲ فقط مورد (ب) در مورد **طوطی‌های** مد نظر سؤال نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. طوطی‌های آمازون با خوردن خاک رس و خنثی کردن مواد سمی حاصل از خوردن مواد گیاهی، سبب بقای بیشتر خود شده و شانس تأمین غذای پرانرژی را افزایش می‌دهند. / ب) نادرست است. خاک رس انرژی چندانی ندارد و حاوی ذرات غیرآلی بسیار ریز و به هم فشرده می‌باشد (*ریست رهم*). / ج) درست است. در بیشتر پرندگان هر دو والد با ایجاد صفات سازگار تولیدمثلی، توانایی رقابت با هم‌نوعان خود را دارند. (*سؤال در مورد پرندهٔ طوطی می‌باشد.*) / د) درست است. کارایی تنفسی پرندگان به دلیل وجود کیسه‌های هوادار در مجاور شش‌ها و درون اندام‌ها، از پستانداران بیشتر می‌باشد (*ریست رهم*).

A ۱۴۲۳ - ۱ در رفتار غذایابی بهینه، مهم‌ترین عامل انرژی **خالص** یا **کارآمدی** است که به دست می‌آید و انتخاب طبیعی نیز به سوی تکامل این رفتارها سیر می‌کند. انرژی خالص یا کارآمد از تفاوت انرژی دریافتی از هزینه‌های غذایابی **در هر بار غذایابی** به دست می‌آید.

B ۱۴۲۴ ۱ فقط مورد (ج) مورد قبول است. با اینکه اندازهٔ غذا رابطهٔ مستقیمی با انرژی آن دارد ولی در غذایابی بهینه، مهم انرژی خالص دریافتی در اثر رسیدن به غذایی با هزینهٔ مصرفی کمتر می‌باشد.

A ۱۴۲۵ ۴ در غذایابی بهینه، میزان انرژی کارآمد و خالص دریافتی مهم است. یعنی جانور در هر بار غذایابی، بیشترین انرژی خالص را دریافت کند.

A ۱۴۲۶ ۴ رفتار خرچنگ‌های ساحلی در شکار صدف‌های متوسط به جای صدف‌های بزرگ، نمونه‌ای از غذایابی بهینه می‌باشد که جانور مقدار انرژی خالص یا کارآمد دریافتی را مد نظر قرار داده است.

از طرفی مواد غذایی و انرژی خاک رس برای طوطی‌ها بسیار ناچیز بوده و فقط به دلیل خاصیت ضد سمی آن استفاده می‌شود.

A ۱۴۲۷ ۳ به‌طور کلی رفتار غذایابی جانوران در موقع حضور شکارچی (*مثل کبوتر برای پرنده کاکایی*) یا وجود جانوران رقیب تغییر می‌کند و از نوع بهینه به نوع کم‌خطر تبدیل می‌شود.

B ۱۴۲۸ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. رفتار قلمرویابی سبب رقابت با سایر افراد هم‌گونه و غیر هم‌گونه‌ای می‌شود که می‌خواهند به آن قلمرو وارد شوند. با این عمل علاوه بر اینکه جانور رفتار غذایابی و انتخاب جفت راحت‌تری انجام می‌دهد ولی به پایداری قلمرو و حفظ منابع آن قلمرو نیز کمک می‌کند (درستی ب).

تله‌های تستی الف) رفتار قلمروخواهی سبب محافظت از **بخشی** از محدودهٔ جغرافیایی می‌شود که جانور در آن زندگی می‌کند. / ج) در رفتار قلمروخواهی، جانور در برابر افراد هم‌گونه و سایر گونه‌ها به رقابت می‌پردازد. / د) قلمروخواهی سبب افزایش امکان جفت‌یابی و غذایابی جانور می‌شود.

درسنامه درختی ۱۳۸ قلمروخواهی

- قلمرو یک جانور، **بخشی** از محدودهٔ جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می‌کند.
- جانوران در برابر افراد **هم‌گونه** یا افراد **گونه‌های دیگر** از قلمرو خود دفاع می‌کنند.
- **نحوهٔ انجام**
  - اجرای نمایش ← پرنده با آواز خواندن (*مانند توکای سرخود مازندران*) ← از ورود پرنده‌های مزاحم جلوگیری می‌کنند.
  - در صورت مؤثر نبودن آواز ← تهاجم به جانوران دیگر ← حملهٔ پرنده به پرندهٔ مزاحم
- **فواید (چرا قلمروخواهی می‌کند)**
  - استفادهٔ اختصاصی از منابع قلمرو ← غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش می‌دهد.
  - افزایش امکان جفت‌یابی جانور
  - افزایش دسترسی به پناهگاه ← برای در امان ماندن از شکارچی
- **مضرات**
  - نیازمند صرف زمان و انرژی
  - جانور تهاجم‌کننده ممکن است آسیب ببیند.
  - آواز خواندن ممکن است موقعیت پرنده را برای شکارچی آشکار کند.



- با مصرف انرژی ← رفتار قلمروخواهی ایجاد می‌شود.
- در پی رفتار قلمروخواهی ← دریافت انرژی جانور زیادتر می‌شود.
- رفتار **مورچه‌های** روی گیاه آکاسیا و حمله به جانوران و گیاهان دیگر
  - از نوع **قلمروخواهی** است.
  - امکان جفت‌یابی و دسترسی به محل امن زندگی را زیاد می‌کند.
- گربه‌ها با ترشح فرومون برای اطلاع هم‌گونهٔ خود، قلمرویابی می‌کنند.

C ۱۴۲۹ ۱ در طی مهاجرت، پرندگانی که اولین‌بار است به مهاجرت می‌پردازند به‌طور غریزی مسیر را تشخیص می‌دهند ولی باتجربه‌ترها به کمک آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال، بهتر و راحت‌تر مسیر قبلی خود را تشخیص می‌دهند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): اگر در حین مهاجرت، راه **جدیدی** در مسیر حرکت به وجود بیاید، جانور برای حل این مسئله جدید از یادگیری حل مسئله استفاده می‌کند تا مشکل خود را حل کند. / گزینهٔ (۳): دقت کنید که طاووس نر با افزایش شانس تولیدمثلی خود می‌تواند هزینه‌های مصرفی خود برای بروز صفت سازگار را جبران کند. / گزینهٔ (۴): ویژگی بزرگ بودن اندازه برای جیرجیرک‌ها در جانوران ماده نقش مهمی دارد.

برو درسنامه درختی ۱۳۹ بخون

B ۱۴۳۰ ۱ فقط مورد (د) موردنظر است. در رفتار قلمروخواهی، برخی موارد جانور وارد حمله و نزاع می‌شود و بقای خود را به خطر می‌اندازد ولی سایر موارد به‌طور معمول در صورت بقا حفظ می‌شود. (*به‌جد من تواند در سؤال دقت کنید!*)

B ۱۴۳۱ ۴ فقط عبارت (د) ویژگی پرندگان را صحیح نشان می‌دهد. منظور سؤال **پرندگان مهاجر** می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در بیشتر پرندگان، هر دو والد نر و ماده در انتخاب جفت نقش دارند. / ب) نادرست است. این جانوران با اتمام سرمای زمستان و **شروع بهار** به محل اولیهٔ زندگی خود برمی‌گردند. / ج) نادرست است. در رفتار مهاجرت که نوعی رفتار غریزی می‌باشد، یادگیری نیز نقش دارد. / د) درست است. برخی پرندگان سیستم جفت‌گیری چندهمسری دارند ولی بیشتر آن‌ها تک‌همسری می‌باشند.

A ۱۴۳۲ ۱ با آزمایشی که با آهنربا روی سر کبوتران خانگی انجام گرفت، مشخص شد که این گونه همانند لاک‌پشتان دریایی ماده از **میدان مغناطیسی زمین** در مسیریابی درست خود بهره می‌برند.

نکته
وجود ذرات آهن یا قرارگیری آهنربا روی سر پرنده سبب عدم احساس نسبت به میدان مغناطیسی زمین می‌شود.

درسنامه درختی ۱۳۹ رفتار مهاجرتی

- جابه‌جایی **طولانی** و رفت و برگشتی جانوران مهاجرت نام دارد.
- رفتاری **غریزی** است که یادگیری نیز در آن نقش دارد.

مهاجرت

پرندگان مهاجر

- **هر ساله** با آغاز فصل پاییز از سیبری و اروپا به تالاب‌ها و آبگیرهای شمال ایران می‌روند.
- در **اوایل** بهار به سرزمین خود برمی‌گردند.



علت

- نامساعد شدن شرایط محیط با تغییر فصل
- کاهش منابع مورد نیاز
- زندگی در زیستگاه مناسب‌تر برای تغذیه، بقا و زادآوری

تجربه

- سارهایی که تجربهٔ مهاجرت دارند، بهتر از آن‌هایی که برای نخستین‌بار مهاجرت می‌کنند، مسیر مهاجرت را تشخیص می‌دهند (*نوعی شرطی شدن فعال است*).
- در مسیر مهاجرت **بسیاری** از آن‌ها، مناطق جدید ایجاد می‌شود ← جانور با **حل مسئله**، مسیر جدید خود را با تجربه‌های قبلی پیدا می‌کند.

نحوهٔ جهت‌یابی

استفاده از نشانه‌های محیطی

- با استفاده از موقعیت خورشید **در روز** ← در سارها و پروانهٔ مونارک دیده می‌شود.
- با استفاده از موقعیت **ستاره‌ها** در آسمان در شب

میدان مغناطیسی زمین

کبوتر خانگی و بعضی پرندگان

- در روزها و شب‌های ابری، به جای نور خورشید یا ستاره‌ها از آن برای مسیریابی استفاده می‌کنند.
- قرار دادن آهنربا در سر آن‌ها ← اثر مغناطیسی زمین را خنثی کرده ← مانع تشخیص مسیر برای جانور می‌شود.
- در سر برخی پرندگان، ذرات آهن مغناطیسی شده وجود دارد.

- لاک‌پشت دریایی ← برای تخم‌گذاری مسافت طولانی را طی می‌کنند و به ساحل می‌روند و **پس از تخم‌گذاری** دوباره به کمک میدان مغناطیسی زمین جهت‌یابی کرده و به دریا بازمی‌گردند.

B ۱۴۳۳ ۲ در روزها و شب‌های غیرابری، جانوران مهاجر با علائمی مثل موقعیت خورشید یا ستاره‌ها برای مسیریابی خود استفاده می‌کنند ولی در شرایط ابری با عدم تشخیص موقعیت خورشید و ستاره‌ها، جانوران با درک میدان مغناطیسی زمین به مسیریابی می‌پردازند.

B ۱۴۳۴ ۴ اگر آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دهیم، باعث عدم درک مناسب برای میدان مغناطیسی زمین توسط کبوتر شده‌ایم. اگر این شرایط را در روز و شب غیرابری ایجاد کنیم، جانور با تشخیص موقعیت خورشید یا ستاره‌ها می‌تواند به مسیر مهاجرت یا رفت و آمد خود ادامه دهد ولی در روز و شب ابری برای مسیریابی به مشکل برمی‌خورد.

C ۱۴۳۵ ۲ موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

منظور این سؤال لاک‌پشتان دریایی **ماده** می‌باشند که از گروه **خزندگان** هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. لاک‌پشتان تخم‌های خود را در سواحل دریا مخفی می‌کنند و پس از تخم‌گذاری، خود به دریا برمی‌گردند و منتظر به دنیا آمدن زاده‌ها نمی‌مانند. / ب) **درست** است. خزندگان و پرندگان، در سیستم تخم‌گذاری خود، اندوختهٔ غذایی ذخیرهٔ زیادی را در تخم خود حفظ می‌کنند. / ج) نادرست است. اسکلت لاک‌پشتان مانند هر مهره‌داری از نوع درونی می‌باشد. / د) **درست** است. ساختار کلیه در خزندگان و پرندگان مشابه می‌باشد و توانایی بازجذب آب زیادی دارد.

A ۱۴۳۶ ۱ پرندگان و پروانه‌ها در مهاجرت خود در روزهای آفتابی از موقعیت خورشید و در روزهای ابری از میدان مغناطیسی زمین استفاده می‌کنند ولی لاک‌پشتان دریایی **همواره** برای مسیریابی از این میدان مغناطیسی زمین در شرایط مختلف استفاده می‌کنند.

C ۱۴۳۷ ۳ فقط مورد (ب) صحیح می‌باشد.

رفتارهای غریزی خواب زمستانی (*مثلاً در خرس قطبی*) یا رکود تابستانی (*مثلاً در برخی لاک‌پشت‌ها*) رفتارهایی برای سازش در مواقعی است که مقدار غذای محیطی کاهش می‌یابد و جانور با کاهش سوخت‌وساز بدن، سعی در استفاده از انرژی ذخیره‌ای دارد (درستی ب).

تله‌های تستی الف) یادگیری در تغییر رفتار غریزی از نوع خواب زمستانی و رکود تابستانی تقریباً اثری ندارد. / ج) جانور قبل از اینکه به خواب زمستانی برود، با مصرف زیاد غذا، مقدار زیادی چربی ذخیره می‌کند. / د) هر دو رفتار در هنگام عمل آن سبب کاهش سوخت‌وساز جانور می‌شود.

درسنامه درختی ۱۴۰ خواب زمستانی و رکود تابستانی

- خواب زمستانی و رکود تابستانی
  - صفات غریزی می‌باشند و یادگیری نیست.
  - خواب زمستانی
    - برخی جانوران برای بقا، در زمستان، خواب زمستانی دارند.
    - جانور به خواب عمیقی فرو می‌رود.
    - دورهٔ کاهش فعالیت در خواب زمستانی
      - دمای بدن کاهش می‌یابد.
      - مصرف اکسیژن کاهش می‌یابد.
      - تعداد تنفس کم می‌شود.
      - نیاز جانور به انرژی کم می‌شود.
    - پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار **زیادی** غذا مصرف می‌کند ← ذخیره به صورت **چربی** دارد ← در خواب زمستانی، آن را مصرف می‌کند.
  - رکود تابستانی
    - در جانورانی دیده می‌شود که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی می‌کنند.
    - یک دورهٔ کاهش فعالیت که سوخت‌وساز جانور کاهش می‌یابد.
    - در پاسخ به نبود غذا یا دوره‌های خشکسالی
    - در برخی **لاک‌پشتان** به دلیل غریزی بودن ← حتی در صورت غذای کافی نیز به رکود تابستانی می‌روند.

C ۱۴۳۸ ۳ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در هنگام خواب زمستانی، دمای بدن نیز همانند مصرف اکسیژن، تعداد تنفس و نیاز جانور به انرژی کاهش می‌یابد. / ب) نادرست است. تولید لاکتات زیاد در مهره‌داران، همراه با فعالیت ماهیچه‌ای شدید رخ می‌دهد ولی در خواب زمستانی و با کاهش فعالیت، تنفس هوازی نیاز بدن را برطرف می‌کند. / ج) نادرست است. جانور در هنگام خواب زمستانی، با کم کردن سوخت‌وساز خود، نیاز به انرژی را در خود کاهش می‌دهد ولی ذخیرهٔ چربی جانور برای روز مبادا و نیاز به انرژی می‌باشد. جانور از این چربی ذخیره‌ای نیز در خواب زمستانی استفاده می‌کند. / د) نادرست است. رکود تابستانی در خرس‌های قطبی رخ نمی‌دهد.

B ۱۴۳۹ ۳ عبارات (الف)، (ب) و (ج) عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند. رفتار قلمروخواهی پرهزینه است و می‌تواند با در معرض شکارچی قرار گرفتن، شانس بقای خود را کاهش دهد (درستی د).

تله‌های تستی الف) رفتار قلمروخواهی پرندگان به صورت آواز خواندن یا حمله به پرندگان مزاحم عمل می‌کند. / ب و ج) رفتار قلمروخواهی یک رفتار غریزی است که تحت کنترل تجربه به صورت یادگیری و شکل کامل‌تری درمی‌آید. اصل غریزی بودن این رفتار می‌تواند به نسل بعد نیز منتقل شود.

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۱۴۴۰ ۱ موارد (الف) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. فرار کلاغ از مترسک نوعی رفتار غریزی ترس از دشمن می‌باشد ولی **عدم** فرار کلاغ از وجود مترسک همانند **عدم** عکس‌العمل شقایق دریایی به حرکات مداوم آب نوعی یادگیری خوگیری می‌باشد. / ب) درست است. برحسب متن کتاب، رفتارشناسان نقش رفتار در بقا و زادآوری جانوران را با بررسی سود و هزینه رفتار آن‌ها می‌سنجند. / ج) درست است. در اثر نقش‌پذیری، شانس بقای جانوران بالاتر می‌رود و آن‌ها را در ایجاد خزانهٔ ژنی نسل بعد سهیم‌تر می‌کند. / د) نادرست است. رنگ سفید داخل پوسته تخم‌های شکسته شده کاکایی بسیار برای گونه‌های مهاجم مشخص می‌باشد.

B ۱۴۴۱ ۴

نکته
در بیشتر پستانداران و برخی پرندگان مثل طاووس‌ها انتخاب جفت توسط والد ماده و نظام جفت‌گیری به صورت چندهمسری توسط والد نر ایجاد می‌شود ولی در بیشتر پرندگان هر دو رفتار تولیدمثلی توسط هر دو والد صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): موفقیت تولیدمثلی با تعداد زاده‌های **سالم** هر جانور رابطهٔ مستقیم دارد. / گزینهٔ (۲): رفتار غذایابی برای موفقیت در بقا صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): رفتارهای زادآوری دو نوع انتخاب جفت و نوع نظام جفت‌گیری دارد که بررسی ویژگی‌های جفت فقط در رفتار انتخاب جفت نقش دارد.

B ۱۴۴۲ ۲ در جانورانی مثل اغلب پرندگان که نظام جفت‌گیری تک‌همسری دارند، هر دو والد سهم برابری در انتخاب جفت دارند و صفات سازگاری برای انتخاب شدن جفت را بروز می‌دهند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در اغلب پرندگان هر دو والد و در بیشتر پستانداران والد ماده برای انتخاب جفت به بررسی جنس دیگر می‌پردازد. / گزینهٔ (۳): در بیشتر پرندگان هر دو والد صفات سازگار برای انتخاب جفت دارند. / گزینهٔ (۴): همواره بین انتخاب‌شونده‌ها رقابتی به وجود می‌آید تا شانس زادآوری آن‌ها سریع‌تر شود.

B ۱۴۴۳ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. **انتخاب طبیعی**، سبب برگزیدن رفتارهای سازگارکننده شده تا شانس بقا و زادآوری جانور را زیاد کند. این عمل در پاسخ به پرسش‌های چرایی نقش دارد.

موارد (الف) و (ج) دربارهٔ پرسش‌های چگونه‌ای هستند و در مورد عبارت (د) دقت کنید که از فصل ۴ آموختید که انتخاب طبیعی سبب تولید ویژگی نمی‌شود بلکه فراوانی یک ویژگی سازگار را زیاد می‌کند.

B ۱۴۴۴ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند. به‌طور معمول هر جانوری سعی در غذایابی بهینه دارد که برای آن باید موازنه‌ای بین محتوای انرژی غذا و هزینهٔ به دست آوردن آن ایجاد کند.

تله‌های تستی الف) برای جانوران انرژی دریافتی کارآمد یا خالص مهم است. مثلاً خرچنگ‌ها، شکار صدف متوسط را به صدف بزرگ ترجیح می‌دهند با وجود اینکه صدف‌های بزرگ انرژی بیشتری دارند. / ب) تغییر رفتار غذایابی در جانوران وقتی رخ می‌دهد که جانور در اثر رقیب فراوان یا وجود صیاد، احساس خطر کند. / د) گاهی جانوران غذایی را مصرف می‌کنند که انرژی چندانی ندارد ولی به مواد آن در بدن نیاز دارند.

B ۱۴۴۵ ـ ۱ صفات سازگارکنندهٔ تولیدمثلی در جانوران ایجاد می‌شوند که باید توسط جفت خود انتخاب شود. پس این صفات در طاووس ماده، بیشتر پستانداران ماده و جیرجیرک نر ایجاد نمی‌شود. چون این جانوران به انتخاب جفت می‌پردازند تا بین جفت‌هایی که صفت سازگارتر دارند، بهترین را انتخاب کنند (نادرستی گزینه‌های (۳) و (۴)).

◀ در طاووس نر، بروز صفت سازگاری مثل ایجاد لکه‌های چشمی شکل درخشان در پرهای دمی، سبب افزایش شانس لقاح و تضمین بقای ژن‌های آن می‌شود ولی این صفت هزینه‌بر بوده و احتمال به دام انداختن این جانور را افزایش می‌دهد (درستی گزینهٔ (۱)).

◀ جیرجیرک ماده که گیرندهٔ کیسهٔ لقاحی می‌باشد، باید اندازهٔ بزرگی داشته باشد تا در انتخاب جفت، سریع‌تر توسط جانوران نر انتخاب شود ولی این صفت برای تولیدمثل آن الزامی است نه برای بقای آن!! (نادرستی گزینهٔ (۲)).

نکته

در برخی موارد صفات ثانویهٔ جنسی مثل شاخ گوزن نر، اندازهٔ بدن جیرجیرک ماده یا رنگ درخشان پرهای طاووس نر، می‌تواند سبب کاهش شانس بقای جانور شود ولی در هر صورت این صفات در افزایش شانس تولیدمثلی آن‌ها مؤثر است.

C ۱۴۴۶ ـ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. واقعاً دنبال گزینهٔ دیگری هستید؟؟!! در اغلب پستانداران، **جاندار نر** نظام جفت‌گیری چندهمسری دارد. خب وقتی جانداری **نر** باشد که رحم ندارد!!! از زیست سال‌های قبل به یاد دارید که پستانداران سیستم تنفسی فشار منفی دارند و شکل کلیه پیچیده داشته ولی بازجذب آب فراوان مخصوص پرندگان و خزندگان است. از طرفی محل تولید اسپرم‌های پستانداران، فقط در بیضه‌ها می‌باشد (رد سایر عبارات).

C ۱۴۴۷ ـ ۲ دقت کنید که خصوصیت سازگارتر، یک **رخ‌نمود** است زیرا در خصوصیات **ظاهری** فرد قرار دارد، لذا قطعاً ژن‌نمودی برای این صفت بوده است، که این ژن بیان شده است و به صورت پروتئین‌هایی (*رخ‌نمود*) ظاهر شده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): صفات چشمگیر در **برخی** موارد احتمال بقای جاندار را کاهش می‌دهند. چون آن جانور را در معرض دید دشمنان قرار می‌دهد. / گزینهٔ (۳): با بروز صفات سازگارتر احتمال نزاع و درگیری کاهش (*نه افزایش*) می‌یابد، زیرا جانورانی که خصوصیات فیزیکی برتری ندارند، در رقابت شرکت نمی‌کنند. / گزینهٔ (۴): دقت کنید که صفات سازگار، **احتمال** تولیدمثل را افزایش می‌دهند نه که قطعیت بدهند. ممکن است جاندار نر علی‌رغم متحمل شدن هزینهٔ بالای خصوصیتی چشمگیر، متأسفانه موفق به جفت‌گیری نشده باشد، لذا بحث رفتارشناسی در احتمال است نه قطعیت!!

B ۱۴۴۸ ـ ۳ قمری خانگی همانند اغلب پرندگان، نظام جفت‌گیری تک‌همسری دارد که هر دو والد در پرورش نوزاد و انتخاب جفت سهم تقریباً برابری دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بررسی جفت برای تولیدمثل در طاووس‌ها، در فصل تولیدمثلی سال صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): همهٔ طاووس‌های بالغ، لکه‌های چشمی را در پرهای دم خود نمایان می‌کنند ولی هرکدام که لکهٔ بیشتری دارد، صفت سازگارتر داشته و زودتر توسط ماده‌ها انتخاب می‌شود. / گزینهٔ (۴): در طاووس‌ها و اغلب پستانداران، فعالیت‌های پرهزینه و لازم برای پرورش تخم‌ها را والد ماده می‌پردازد و والد نر که انتخاب شونده برای لقاح می‌باشد نقش مستقیمی در پرورش و رشد زاده‌ها ایفا نمی‌کند.

B ۱۴۴۹ ـ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. صفات ثانویهٔ جنسی سازگارکننده که در اغلب پستانداران نر بروز می‌یابند، صفاتی پرهزینه بوده ولی به دلیل افزایش شانس تولیدمثل، سبب جبران هزینه‌های پرداختی به آن می‌شود. این صفات در برخی موارد برای بقای جانور الزامی نمی‌باشند و در رقابت با نرهای دیگر به کار می‌روند ولی با تولیدمثل سبب تضمین **بقای ژن‌ها** می‌شود.

B ۱۴۵۰ ـ ۳ صفات هزینه‌بر تولیدمثلی همواره در گونه‌ها وجود دارد. چون جانوران همواره سعی می‌کنند بهترین و سالم‌ترین زاده‌ها را ایجاد کنند. در گونه‌های بیشتر پرندگان هر دو والد صفات سازگار جنسی را ایجاد می‌کنند و به انتخاب جفت می‌پردازند ولی در اغلب پستانداران صفات هزینه‌بر را والد نر بروز می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در گونه‌هایی که نظام چندهمسری دارند صحیح می‌باشد ولی در نظام تک‌همسری، هزینه کردن برای تولیدمثل در هر دو جنس برابر می‌باشد. / گزینهٔ (۲): این هم بر منکرش لعنت! (*اغلب، ماده‌ها در نظام چندهمسری حق انتخاب جفت دارند.*) / گزینهٔ (۴): مثلاً در طاووس‌های نر، صفت داشتن لکه‌های چشمی فراوان‌تر، رقابت را بین نرها زیاد می‌کند.

C ۱۴۵۱ ـ ۲ موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند ← بررسی این سؤال پر از نکته‌های کنکوری می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. طاووس نر و بیشتر پستانداران نر دارای ویژگی چندهمسری می‌باشند ولی انتخاب جفت با ماده‌ها می‌باشد. / ب) درست است. در این عبارت به کلمهٔ **«نقش دارد»** دقت کنید. در سیستم‌های مختلف انتخاب جفت و پرورش نوزاد به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم هر دو والد با ژن‌ها و عوامل کمکی خود در ایجاد و پرورش زاده‌های سالم نقش دارند. / ج) درست است. در نظام جفت‌گیری چندهمسری، اغلب والد نر در ایجاد صفات سازگارتر عمل می‌کند و در معرض شکارچیان قرار می‌گیرد. مثلاً در مثال طاووس‌ها یا گوزن‌ها، نری که پرهای درخشان‌تر یا شاخ بزرگ‌تری دارد، بیشتر در معرض شکارچیان محیطی قرار می‌گیرد. / د) درست است. بررسی جفت در این گروه معمولاً با ماده‌ها رخ می‌دهد و نرها سیستم چندهمسری دارند.

C ۱۴۵۲ ـ ۲ همهٔ موارد دربارهٔ سیستم جفت‌گیری چندهمسری صحیح می‌باشد.

منظور سؤال **نظام جفت‌گیری چندهمسری می‌باشد** که **والد نر** در پرورش نوزاد نقش غیرمستقیم دارد.

تله‌های تستی الف) درست است. والد نر در این گونه‌ها، نگهداری از قلمرو و منابع غذایی را انجام می‌دهد و با محافظت از ماده‌ها، شانس تولیدمثلی جمعیت خود را افزایش می‌دهد. / ب) درست است. سیستم چندهمسری در بیشتر پستانداران رخ می‌دهد که جانور مادهٔ آن‌ها در اغلب موارد رحم و جفت برای نگهداری کامل جنین دارد. / ج) درست است. در این گروه‌ها، رقابت بین جنسیتی رخ می‌دهد که انتخاب شونده هستند و صفات سازگار را بروز می‌دهند. / د) درست است. والد نر در سیستم چندهمسری وظیفهٔ حمایت از قلمرو و محافظت از جنس ماده و زاده‌ها را بر عهده دارد.

C ۱۴۵۳ ـ ۱ در جانورانی با نظام جفت‌گیری چندهمسری، جنس ماده محدودیت زیادی برای جفت‌گیری دارد. در این گونه‌ها، معمولاً جنس نر، صفات ثانویهٔ جنسی برای انتخاب شدن بروز می‌دهد و جنس ماده به انتخاب جفت می‌پردازد (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۳)).

◀ در سیستم جفت‌گیری تک‌همسری هر دو والد نر و ماده، محدودیت در تولیدمثل دارند و نمی‌توانند تعدد همسر داشته باشند. در این گونه‌ها هر دو الد در پرورش نوزاد و انتخاب جفت نقش دارند و چون اغلب در پرندگان مشاهده می‌شود، بیشتر مراحل رشد زاده‌ها در درون تخم و بیرون بدن والد ماده صورت می‌گیرد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)).

B ۱۴۵۴ ـ ۱ در جیرجیرک‌ها، **جنس ماده** با انتقال تخمک‌ها به کیسهٔ لقاحی، تعدادی **تخم** ایجاد می‌کند ولی در این گونه جنسیت نر به انتخاب جفت برحسب صفت سازگارتر اندازهٔ بدن می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): جیرجیرک نر، کیسهٔ لقاحی را واجد اسپرم می‌کند که وزن زیادی از بدن خود را توسط کیسهٔ لقاحی وارد جفت مادهٔ خود می‌کند. / گزینهٔ (۳): جیرجیرک ماده هم کیسهٔ لقاحی را با وارد کردن تخمک‌ها، حاوی دو نوع گامت می‌کند و هم با صفت اندازهٔ بدن بزرگ‌تر خود، سبب ایجاد رقابت بین ماده‌ها می‌شود. / گزینهٔ (۴): جیرجیرک نر، تولیدکنندهٔ اسپرم و غذای زاده‌ها بوده و هزینهٔ زیادی برای پرورش زاده‌ها می‌پردازد.

C ۱۴۵۵ ـ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

در نظام جفت‌گیری تک‌همسری، هر دو والد نر و ماده هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند و هر دو نیز در انتخاب جفت سهم مساوی دارند (درستی ج).

تله‌های تستی الف) در جیرجیرک‌ها فقط والد نر به انتخاب جفت می‌پردازد ولی از بی‌مهرگان بوده و فاقد دفاع اختصاصی می‌باشند. / ب) طاووس از پرندگان است و حاوی کیسه‌های هوادار تنفسی می‌باشد ولی فقط والد ماده آن در انتخاب جفت نقش دارد. / د) رفتار نظام جفت‌گیری تک‌همسری در بیشتر پرندگان و مقدار کمی از پستانداران رخ می‌دهد ولی کیسه‌های هوادار مربوط به پرندگان می‌باشد.

C ۱۴۵۶ ـ ۳ پرندگان به دلیل قدرت پرواز، انرژی زیادی برای حرکت صرف می‌کنند که بیشتر آن‌ها نظام جفت‌گیری تک‌همسری دارند.

نکته
دقت کنید که در تولیدمثل، دو نوع رفتار انتخاب جفت و نظام جفت‌گیری وجود دارد که نوع تک‌همسری یا چندهمسری به نظام جفت‌گیری مربوط می‌شود نه انتخاب جفت!!

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بالا بودن اندازهٔ نسبی مغز نسبت به وزن بدن، در پرندگان و پستانداران دیده می‌شود که نظام جفت‌گیری آن‌ها در پستانداران، چندهمسری و در بیشتر پرندگان، تک‌همسری می‌باشد. / گزینه‌های (۲) و (۴): رفتار انتخاب جفت برخلاف رفتار نظام جفت‌گیری، به چندهمسری و تک‌همسری ربطی ندارد!!

B ۱۴۵۷ ـ ۳ در نظام‌های چندهمسری، جنسیتی که هزینهٔ بیشتری برای تولیدمثل و پرورش زاده‌ها می‌پردازد، اغلب جفت ماده می‌باشد که حق انتخاب جفت نیز دارد.

تله‌های تستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴): در بیشتر پرندگان با اینکه تخم در بدن ماده تشکیل می‌شود ولی حق انتخاب جفت با هر دو والد نر و ماده می‌باشد چون در پرورش نوزاد و غذادهی به آن‌ها، هر دو والد نقش دارند.

C ۱۴۵۸ ـ ۳ فقط عبارت (ج) مربوط به پستانداران نمی‌باشد.

منظور این سؤال گروه **پستانداران** می‌باشند که در بیشتر آن‌ها، نرها، جفت‌گیری چندهمسری دارند. به‌طور معمول، پستانداران، پمپ فشار منفی تنفسی در شش‌ها دارند (رد الف)، قلب چهارحفره‌ای و طناب عصبی پشتی دارند (رد ب). در گونهٔ پلاتی‌پوس که از پستانداران می‌باشد، تخم‌گذاری و خوابیدن روی تخم‌ها مشاهده می‌شود (رد د) ولی غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان برای تنظیم نمک در برخی پرندگان و خزندگان دیده می‌شود (انتخاب ج).

C ۱۴۵۹ ـ ۱ موارد (ج) و (د) را می‌توان در **پرندگان** مشاهده کرد (*ترکیب بزرگ رحم مربوط*). در این سؤال، منظور ویژگی گروه **پرندگان** می‌باشد که نظام جفت‌گیری **تک‌همسری** دارند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. معدهٔ چهار قسمتی ویژهٔ پستانداران نشخوارکننده می‌باشد. / ب) نادرست است. کیسه‌های هوادار پرندگان در خارج از شش‌ها قرار دارند. / ج) درست است. برخی پرندگان همانند خزندگان خشکی‌زی و یا آبزی در محیط غلیظ، غدد نزدیک چشم یا زبانی برای تنظیم اسمزی دارند. / د) درست است. منظور سؤال رده پرندگان می‌باشد که در آن‌ها می‌توان به طاووس‌ها اشاره کرد که نر آن‌ها سیستم چندهمسری دارد.

◀ اگر در این سؤال می‌گفتیم «**گونه‌ای که**» هر دو والد هزینهٔ پرورش نوزاد را می‌دهند، چه ویژگی دارد، عبارت (د) نیز نادرست می‌شد ولی منظور از رده یا گروهی از مهره‌داران، ویژگی و بررسی پرندگان می‌باشد.

C ۱۴۶۰ ـ ۱ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. جانوران در هنگام وجود شکارچی یا جانوران رقیب، نوع رفتار غذایابی خود را تغییر می‌دهند و از غذایابی بهینه و سعی در به دست آوردن انرژی کارآمدتر، **به سمت موازنه بین دریافت بیشترین انرژی و کمترین خطا می‌روند.** / ب) نادرست است. انرژی دریافتی **کارآمدتر**، بستگی به میزان انرژی دریافتی **خالص** در هر بار غذایابی دارد نه اینکه فقط انرژی دریافتی بیشتر باشد. دقت کنید که باید هزینه‌هایی که برای غذایابی می‌شود را نیز در نظر گرفت. / ج) نادرست است. در موقع وجود شکارچی، جانور به سمت گرفتن غذایی با انرژی مناسب و کم‌خطر می‌رود و باز هم برای به دست آوردن غذایی با انرژی مناسب، در کمین قرار می‌گیرد. / د) نادرست است. تغییر رژیم غذایی در هنگام وضعیت نامساعد برای بقا مثل وجود رقیب یا شکارچی صورت می‌گیرد.

B ۱۴۶۱ ـ ۲ در این سؤال نباید ذهن شما به ویژگی‌های طوطی مشغول شود چون منظور سؤال **گیاهان** می‌باشد که مواد سمی تولید کرده‌اند و طوطی با خوردن خاک رس سبب خنثی کردن سم آن‌ها می‌شود. همان‌طور که در فصل ۶ آموختید، گیاهان در تنفس یاخته‌ای از NAD^+ و FAD و در فتوسنتز از $NADP^+$ به عنوان گیرندهٔ الکترون استفاده می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این ویژگی در مورد پرندگان مثل طوطی‌ها معنی پیدا می‌کند. / گزینهٔ (۳): این ویژگی در خرچنگ‌های ساحلی دیده می‌شود. / گزینهٔ (۴): این ویژگی در مورد گیاهانی که قدرت تخمیر دارند، رد می‌شود.

نکته
در این مدل سؤالات خیلی باید دقت کنید، چون اگر منظور سؤال را اشتباه حدس بزنید، قطعاً تست را غلط می‌زنید.

C ۱۴۶۲ ـ ۲ همهٔ موارد زیر در مورد ویژگی **خرچنگ‌های ساحلی** که شکار صدف متوسط را به صدف بزرگ پرانرژی‌تر ترجیح می‌دهند، صحیح می‌باشند.

خرچنگ‌ها، سخت‌پوستانی بی‌مهره می‌باشند که اسکلت بیرونی محکم به همراه دفاع غیراختصاصی دارند، طناب عصبی شکمی و قلب پشتی، دفع مواد زائد نیتروژن‌دار به صورت تراوش آبششی دارند (*زیست دهم و یازدهم*).

B ۱۴۶۳ ۴ رفتار غذایابی بهینهٔ جانوران، در هنگام مشاهدهٔ **رقیب یا شکارچی** تغییر یافته و به رفتاری با به دست آوردن انرژی در ازای کمترین خطر می‌پردازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): پرندگان با آواز خواندن و یا حمله می‌توانند به جانور مهاجم به قلمروی خود رفتار خاصی را انجام دهند. / گزینهٔ (۲): در تأیید این گزینه می‌توانید به ابری شدن هوا و استفاده از میدان الکتریکی به جای موقعیت خورشید در مسیریابی اشاره کنیم. / گزینهٔ (۳): به‌طور معمول در مهاجرت زمینهٔ یادگیری و تجربه نقش مهمی دارد، به‌طوری که جانور با تجربه بیشتر در مهاجرت، از سایر جانوران مسیریابی راحت‌تری دارد (*چون همان مسیر قبلی را می‌رود و به کمک شرطی شدن فعال مشکل خود را حل کرده است*).

C ۱۴۶۴ ۱ موارد (ب)، (ج) و (د) در مورد **پرندگان** که برخی از آن‌ها در حالت معمولی دارای ذرات آهن مغناطیسی می‌باشند، نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. پرندگان با آواز خواندن یا حمله به مهاجمان رفتار قلمروخواهی خود را بروز می‌دهند. / ب) نادرست است. این ویژگی در مگس‌ها وجود دارد نه پرندگان (*زیست یازدهم فصل ۲*). / ج) نادرست است. اندوختهٔ غذایی تخمک در پرندگان و خزندگان بسیار زیاد است (*زیست یازدهم فصل ۶*). / د) نادرست است. این ویژگی مربوط به مارها یا گروهی از خزندگان می‌باشد (*زیست یازدهم فصل ۴*).

پاسخ آزمونک ۲

C ۱ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

سؤال در مورد **جوجهٔ پرندهٔ کاکایی** می‌باشد که درخواست غذای خود را از بدو تولد با نوک زدن به منقار والد خود انجام می‌دهد.

تله‌های تستی الف) **نادرست** است. خارج کردن پوسته‌های شکسته شدهٔ تخم کاکایی از آشیانه توسط والد صورت می‌گیرد نه جوجه! / ب) درست است. پرندگان طناب عصبی پشتی دارند که همانند سایر مهره‌داران، بخش جلویی این طناب عصبی در آن‌ها به صورت برجسته درآمده و مغز جانور را تشکیل می‌دهد. / ج) **نادرست** است. جوجه کاکایی پس از تولد با رفتار غریزی به هر قسمت منقار والد خود نوک می‌زند ولی **پس از دو روز یاد می‌گیرد** که اگر نوک زدن را دقیق‌تر و به مناطق جلویی منقار انجام دهد، پاسخ سریع‌تری نیز از والد خود دریافت می‌کند که نوعی آزمون و خطا می‌باشد (*چون در عبارت اول ذکر کرده به هر قسمتی از منقار والد نوک می‌زند یعنی هنوز یادگیری آن کامل نشده است*). / د) **نادرست** است. حرکت به دنبال نخستین جسم متحرک ویژگی **جوجه غازماهست** نه جوجه کاکایی‌ها!

A ۲ ۴ جانوران رفتارهای مختلف خود را برای **هدف نهایی** که **حفظ بقا و زادآوری** می‌باشد، انجام می‌دهند ولی همهٔ رفتارها در جهت کاهش هزینهٔ مصرفی و افزایش سود خالص می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در بسیاری از رفتارها، ژن و عوامل محیطی با هم بر بروز یک صفت مؤثر می‌باشند و یادگیری در شکل‌گیری کامل رفتار غریزی نقش دارد. به‌طور کلی، یادگیری طی تجربه سبب تغییر و اصلاح در بروز یک رفتار غریزی می‌شود. / گزینهٔ (۲): دلیل انجام یک رفتار به پرسش چرایی ربط دارد ولی مکانیسم انجام یک رفتار یا محرک ایجادکنندهٔ آن به پرسش‌های چگونه‌ای ربط پیدا می‌کند. / گزینهٔ (۳): عملکرد انتخاب طبیعی در پاسخ به **پرسش‌های چرایی** یک رفتار عمل می‌کند که به بررسی دلیل رفتار می‌انجامد. بررسی عملکرد یک رفتار به **چگونگی** یک رفتار بستگی دارد.

A ۳ ۳ بر اساس متن کتاب درسی، در **برخی** از مواقع جانوران غذایی می‌خورند که انرژی کمی با مواد مورد نیاز مهم دارد.

بر اساس متن کتاب درسی گزینه‌های (۱) و (۲) صحیح می‌باشند.

گزینهٔ (۴): رفتار غذایابی جانوران در هنگام مواجه شدن با شکارچی تغییر می‌کند (*اگر شکارچی گوزن می‌باشد*).

B ۴ ۲ منظور سؤال **جیرجیرک نر** می‌باشد که کیسهٔ لقاحی محتوی اسپرم‌ها و غذا را وارد بدن جفت مادهٔ خود می‌کند. در این گونه، **جیرجیرک‌های ماده** برای انتخاب شدن با هم رقابت می‌کنند و هر جانوری که بزرگ‌تر است، شانس انتخاب شدن بیشتری دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در این گونه جیرجیرک‌ها، جنس نر باید انتخاب جفت کند و به ارزیابی جفت مادهٔ خود بپردازد. / گزینهٔ (۳): بعد از ورود کیسهٔ غذایی از جانور نر به ماده، با تخمک‌گذاری ماده‌ها، تخم‌های گوناگونی در این کیسه تشکیل می‌شوند. / گزینهٔ (۴): پرورش زاده‌های جیرجیرک در بدن جانور ماده صورت می‌گیرد ولی غذای آن را جانور نر تأمین می‌کند.

C ۵ ۱ موارد (الف) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. گوزن نوعی پستاندار می‌باشد که همانند طاووس‌ها، رفتار انتخاب جفت را والد ماده انجام می‌دهد. / ب) درست است. در جیرجیرک‌ها برخلاف طاووس و اغلب پستانداران، رفتار انتخاب جفت را والد نر انجام می‌دهد. / ج) درست است. قمری خانگی برخلاف جیرجیرک، طاووس و اغلب پستانداران، نظام جفت‌گیری تک‌همسری دارد. / د) نادرست است. بروز صفات سازگارکنندهٔ تولیدمثلی در طاووس نر به صورت پرهای درخشان و لکه‌های چشمی صورت می‌گیرد و در جیرجیرک ماده با اندازهٔ بزرگ بدن مشاهده می‌شود.

B ۶ ۴ موارد (ج) و (د) صحیح نمی‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. رفتار قلمروخواهی، سبب کاهش ورود رقبا و شکارچیان به قلمرو شده و سایر جانداران قلمرو نیز در گونه‌های مختلف به حیات معمولی خود ادامه می‌دهند. در این حالت زیستگاه پایدارتر می‌ماند. / ب) درست است. جانداران مختلف یا به‌طور مستقیم در لقاح شرکت می‌کنند و بقای ژن‌های خود را با تولیدمثل ایجاد می‌کنند و یا به‌طور غیرمستقیم با حفاظت از سایر افراد گونه، سبب انتقال ژن‌های مشترک خود و آن‌ها در نسل بعد می‌شوند. / ج) نادرست است. مهاجرت جانوران یک رفتار غریزی است که در اثر تغییر شرایط محیطی و رسیدن به محیط مناسب‌تر رخ می‌دهد ولی در اثر یادگیری و تجربه، هر بار با موفقیت بهتر انجام می‌شود. / د) نادرست است. خواب زمستانی و رکود تابستانی، هر دو از رفتارهای غریزی با اساس ژنی می‌باشند.

A ۷ ۲ پژوهشگران در روز ابری با قرار دادن آهنربای کوچک روی سر کبوتر خانگی سبب عدم احساس میدان مغناطیسی زمین توسط جانور شدند و بدین طریق جانور **نتوانست** به مسیریابی صحیح بپردازد و به لانه برگردد. محققین با نتایج این تحقیق متوجه شدند که در حالت عادی و در روزهای ابری، کبوتر با احساس میدان مغناطیسی زمین به جهت‌یابی مسیر خود می‌پردازد (نادرستی گزینهٔ (۴) و درستی گزینهٔ (۲)).

◀ گزینهٔ (۱) که نادرست بودن آن واضح است و گزینهٔ (۳) نیز با آزمایشات دیگری بررسی شد.

A ۸ ۳ منظور سؤال **خاک رس** می‌باشد که ذرات غیرآلی بسیار فشرده و کوچکی دارند که هوا به خوبی در آن‌ها نفوذ نمی‌کند (*زیست دهم فصل ۷*).

B ۹ ۲ در هر نوع یادگیری جانور می‌آموزد که به یک محرک تغییر رفتار ایجاد کند. تفاوت شرطی شدن کلاسیک با خوگیری در آن است که در نوع شرطی شدن کلاسیک جانور به یک محرک شرطی شده پاسخ می‌دهد ولی در نوع خوگیری جانور به محرک دائمی دیگر پاسخ نمی‌دهد.

◀ در هر دو نوع شرطی شدن کلاسیک و فعال، یک محرک بی‌اثر در ابتدا وجود دارد که در نوع کلاسیک این محرک به نوع شرطی تبدیل شده ولی در نوع آزمون و خطا، جانور به محرک بی‌اثر ابتدا به صورت تصادفی پاسخ می‌دهد (درستی گزینهٔ (۱)).

◀ صفات ثانویهٔ جنسی شانس انتخاب شدن توسط جفت دیگر را در جامعه زیاد می‌کند (درستی گزینهٔ (۳)).

◀ یادگیری با فرصت آموزشی که دارد، شکل رفتار غریزی را تغییر می‌دهد (درستی گزینهٔ (۴)).

C ۱۰ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. چون اغلب پرندگان، سیستم تک‌همسری داشته و هر دو والد در رشد و تکامل جنین و نوزاد نقش مهمی دارند، پس هر دو والد در انتخاب جفت نقش و سهم دارند (درستی ج).

تله‌های تستی الف) کیسه هوای هوادار تنفسی ویژه همهٔ پرندگان می‌باشد. / ب) **همهٔ** پرندگان و پستانداران، اندازهٔ نسبی مغز بیشتری نسبت به وزن بدن به نسبت سایر مهره‌داران دارند. / د) دفاع اختصاصی و غیراختصاصی در **همهٔ** پرندگان، پستانداران و سایر مهره‌داران وجود دارد.

B ۱۴۶۵ ۲ فقط مورد (ب) نادرست می‌باشد. فرومون یک ماده شیمیایی برای ایجاد رفتار بین افراد **یک گونه** می‌باشد. در زنبورها از این ماده برای هشدار دادن حضور شکارچی به سایر افراد گونه استفاده می‌شود.

سایر عبارات صحیح هستند و خط کتاب درسی می‌باشند. (در مورد عبارت (الف) در کتاب درسی آمده «برخی از جانوران زندگی گروهی دارند.»)

درسنامه درختی ۱۴۱ ارتباط بین جانوران

ارتباط بین جانوران

- **از طریق**
  - تولید صدا ← صدای جیرجیرک نر
    - در تحریک پردهٔ صماخ روی پاهای جلویی جیرجیرک ماده مؤثر است.
    - اطلاعاتی مانند **گونه** و **جنس** را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند.
  - علامت‌های دیداری
    - بین زنبورهای کارگر
    - طاووس نر و ماده
  - بو و فرومون ← زنبورها
  - لمس کردن ← جوجه کاکایی با لمس منقار والد
- در نتیجهٔ این ارتباط رفتار جانور تغییر می‌کند.

B ۱۴۶۶ ۱ فقط مورد (د) مدنظر است. ارتباط جوجه کاکایی و پرندهٔ والد برای درخواست غذا از طریق لمس و نوک زدن جوجه به منقار والد صورت می‌گیرد.

◀ ارتباط زندگی گروهی بین جیرجیرک‌ها برای تعیین گونه و جنسیت از طریق صدای جیرجیرک نر نیز رخ می‌دهد (رد الف).

◀ زنبورهای کارگر با وز وز کردن‌های متفاوت، به یکدیگر اطلاعاتی در مورد محل منبع جدید غذایی ارسال می‌کنند (رد ب).

◀ پرندگان از علائم آوازی در تعیین قلمرو استفاده می‌کنند (رد ج).

B ۱۴۶۷ ۴ منظور سؤال، زندگی گروهی **زنبورهای کارگر** می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید، زنبورها از فرومون برای اطلاع‌رسانی حضور شکارچی در محیط استفاده می‌کنند.

◀ زنبورهای کارگر گل‌هایی با شهد فراوان را گرده‌افشانی می‌کنند که از طول موج‌های مرئی و فرابنفش در پیدایش گل‌ها استفاده می‌کنند. زنبورهای کارگر با انتقال اطلاعات از طریق حرکات بدن و صدای وز وز متفاوت به همدیگر محل منبع جدید غذایی را در زندگی گروهی به هم نشان می‌دهند.

درسنامه درختی ۱۴۲ زندگی گروهی زنبور عسل کارگر

در زنبورهای عسل

- زنبورهای کارگر که ماده هستند
  - قدرت تخمک‌زایی، لقاح و بکرزایی ندارند.
  - شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع‌آوری کرده و به کندو می‌آورند.
- زنبور کارگر یابندهٔ منبع جدید ← به کندو برمی‌گردد ← با انجام حرکات ویژه و صدای وزوز متفاوت ← انتقال اطلاعات به زنبورهای کارگر دیگر
  - دریافت اطلاعات توسط زنبورهای کارگر دیگر
  - زنبورهای کارگر دیگر ← با این اطلاعات و به کمک **بویایی** خود ← محل دقیق غذا و منبع جدید را پیدا می‌کنند.
- انتقال اطلاعات از طریق حرکات زنبور کارگر یابنده
  - فاصلهٔ تقریبی کندو تا محل منبع غذا
  - جهتی را که باید پرواز کنند.
  - ← برای سایر کارگرها مشخص می‌شود.
- هرچه حرکات طولانی‌تر باشد ← محل منبع غذا دورتر است.
- فواید این ارتباط
  - صرف انرژی کمتر
  - زمان کوتاه برای پیدا کردن محل دقیق منبع غذا

C ۱۴۶۸ ۴ زنبورهای کارگری که منبع جدید غذایی را پیدا کرده‌اند، با مدت زمانی که حرکات خاصی انجام می‌دهند یا صدای وز وز متفاوتی را برای سایر کارگرها انجام می‌دهند، سبب انتقال اطلاعات به همدیگر می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. زنبورهای کارگر، **هنگام** انجام حرکات ویژه، صدای وز وز متفاوتی ایجاد می‌کنند تا به سایر کارگرها در مورد محل و جهت منبع غذایی اطلاعاتی را منتقل کنند. / گزینهٔ (۲): نادرست است.

نکته
دقت کنید که در ارتباط بین زنبورهای کارگر، جانور با انجام حرکات ویژهٔ بدن در مدت زمان طولانی‌تر اطلاع‌رسانی می‌کند ولی در مورد برقراری ارتباط صوتی، جانور با تغییر در صدای وز وز کردن به جانوران دیگر اطلاع‌رسانی می‌کند.

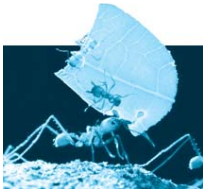
گزینهٔ (۳): نادرست است.

نکته
اطلاعات بویایی برای پیدا کردن محل دقیق منبع غذایی توسط همان زنبور کارگری که به سمت منبع می‌رود، حس می‌شود. در حقیقت ارتباط بین زنبورهای کارگر برای پیدا کردن محل منبع جدید با استفاده از اطلاعات کلی دیداری حرکات بدن و اطلاعات شنوایی صدای وز وز کردن صورت می‌گیرد.

A ۱۴۶۹ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) مدنظر می‌باشند. زندگی گروهی احتمال شکار شدن توسط شکارچی را کاهش می‌دهد و دسترسی به غذایابی نیز ممکن است افزایش یابد. از طرفی احتمال رسیدن به شکار بزرگ و غذایابی بهینه را تسهیل می‌کند.

◀ در زندگی گروهی رقابت بین افراد می‌تواند کاهش یابد ولی هیچ‌گاه رقابت از بین نمی‌رود (نادرستی ب).

C ۱۴۷۰ ۴ اجتماع مورچه‌ها از گروه‌هایی تشکیل شده است که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند، تفاوت دارند.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در فصل آخر زیست یازدهم آموختید که مورچه‌ها به صورت گروهی به حشرات مزاحم روی برگ آکاسیا حمله می‌کنند تا محیط زندگی خود را حفظ کنند ولی در این گفتار یاد گرفتیم که رفتار برش برگ مربوط به زندگی گروهی مورچه‌ها در استفاده از قارچ‌ها می‌باشد که به آن‌ها مورچه‌های برگ‌بر گفته می‌شود. / گزینهٔ (۲): مورچه‌های کوچک‌تر هم‌زمان که مورچه‌های بزرگ‌تر در حال حمل برگ‌ها می‌باشند، روی برگ‌ها قرار دارند و از آن دفاع می‌کنند. (*در شکل مقابل این نکته مشاهده می‌شود.*) / گزینهٔ (۳): مواد مترشحه شیمیایی از برگ آکاسیا، مانع حملهٔ مورچه‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود. چون زندگی گیاه آکاسیا وابسته به گرده‌افشانی زنبورها می‌باشد.

درسنامه درختی ۱۴۳ زندگی گروهی مورچه‌ها

- **زندگی گروهی**
  - **برخی** از جانوران زندگی گروهی دارند ← جانوران در زندگی گروهی باید با هم ارتباط داشته باشند.
  - مورچه و گرگ به شکل گروهی زندگی می‌کنند ← در جمعیت با هم همکاری دارند.
  - **مزایا**
    - جانوران از زندگی گروهی سود می‌برند.
    - احتمال شکار شدن جانور در گروه کمتر است.
    - دسترسی به منابع غذایی نیز ممکن است افزایش یابد.
    - شکار گروهی موفقیت بیشتری دارد ← احتمال دسترسی به شکار با اندازهٔ بزرگ‌تر بیشتر می‌شود.
  - **اجتماع مورچه‌ها**
    - از گروه‌هایی تشکیل شده‌اند که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند، تفاوت دارند.
    - انواع
      - مورچهٔ برگ‌بُر کارگر
        - اندازه‌های متفاوتی دارند.
        - بزرگ‌ترها، برگ را برش می‌دهند و به لانه حمل می‌کنند و کوچک‌ترها روی برگ می‌مانند و از آن دفاع می‌کنند.
        - قطعه‌های برگ را به عنوان کود آلی برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند، به کار می‌برند.
      - مورچه‌های روی برگ درخت آکاسیا
        - به پستانداران کوچک، حشرات و گیاهان دارزی مزاحم حمله می‌کنند.
        - **از برگ** آن به عنوان قلمرو و مواد غذایی استفاده می‌کنند.

B ۱۴۷۱ ۱ در زندگی گروهی مورچه‌های کارگر، انواع کوچک‌تر، نقش دفاعی از برگ‌های بریده شده را در هنگام حمل آن‌ها بر عهده دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): مورچه‌های کارگر بزرگ‌تر، وظیفهٔ برش برگ‌ها و حمل آن‌ها را بر عهده دارند. / گزینهٔ (۳): مورچه‌های بزرگ در دفاع از برگ نقش ندارند ولی در برش و حمل آن‌ها نقش دارند. / گزینهٔ (۴): مورچه‌های کوچک‌تر عمل دفاعی خود از برگ‌ها را هنگامی انجام می‌دهند که این برگ‌های برش داده شده توسط مورچه‌های بزرگ در حال انتقال می‌باشند.

A ۱۴۷۲ ۲ دگرخواهی رفتاری **پرهزینه** می‌باشد که طی آن جانور با کم کردن شانس بقا و زادآوری خود، سبب حفظ بقا و موفقیت تولیدمثلی جانوران دیگر هم‌گروه خود می‌شود. (*در گزینهٔ (۳) باید ذکر می‌شد که این عمل با کاستن شانس بقای خود رخ می‌دهد.*)

برو درسنامه درختی (۱۴۴) بخون

B ۱۴۷۳ ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. خفاش‌هایی رفتار دگرخواهی را با تشکیل گروه همکاری انجام می‌دهند و به هم سود می‌رسانند ولی لزوماً خویشاوند نیستند. / ب) نادرست است. خفاشان خون‌آشام از پستانداران بزرگ مثل دام‌ها، خون می‌مکند. / ج) نادرست است. خفاشان خون‌آشام، مقدار **کمی** از خون خورده شده را در رفتار دگرخواهی برمی‌گردانند و به اشتراک می‌گذارند. / د) درست است. اگر خفاشی در رابطهٔ گروهی دگرخواهی، خون دریافت کرده را در آینده جبران نکند، لذا از زندگی گروهی و همکاری برای غذادهی کنار گذاشته می‌شود تا از گرسنگی بمیرد.

درسنامه درختی ۱۴۴ رفتار دگرخواهی

رفتار دگرخواهی

- **تعریف:** نوعی زندگی گروهی و رفتاری است که در آن یک جانور، بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینهٔ کاسته شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود افزایش می‌دهد.
- در اثر انتخاب طبیعی سبب حفظ گروه و بقای ژن‌های گروه می‌شود.

به نفع دیگران

- **نسبت به خویشاوندان**
  - جانوران نگهبان (*مثل دم‌عصایی*) و زنبورهای عسل کارگر
  - مزایا
    - افراد نگهبان با تولید صدا حضور شکارچی را هشدار می‌دهند.
    - زنبورهای عسل کارگر نگهداری و پرورش زاده‌های ملکه را بر عهده دارند ← زنبورهای کارگر، ماده‌های **نازا** هستند که حاصل لقاح بوده‌اند نه بکرزایی!
    - خویشاوندان نگهبان، زادآوری کرده و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل می‌کنند.
  - معایب
    - احتمال بقای نگهبانان کاهش می‌یابد.
    - جلب توجه شکارچی به سمت آن‌ها زیاد می‌شود.
- **لزوماً نسبت به خویشاوندان نیست**
  - خفاش‌های خون‌آشام به‌طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند.
  - غذای آن‌ها، خون **پستانداران** بزرگ (*مثل دام‌ها*) است ← خفاشان، خونی که خورده‌اند را با هم به اشتراک می‌گذارند.
  - خفاش‌های سیر، **کمی** از خون خورده شده را برای تغذیهٔ خفاش گرسنه برمی‌گردانند.
  - خفاش گرسنه‌ای که غذا دریافت کرده، در آینده کار خفاش دگرخواه را باید جبران کند.
  - در صورت عدم جبران، این خفاش از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود.
  - این رفتار در اثر **انتخاب طبیعی** به بقای آن‌ها منجر می‌شود.



به نفع خود و گروه

- در میان پرندگان، انواع **یاریگری** هستند که در پرورش زاده‌ها، به والدین دیگر خانواده‌ها یاری می‌رسانند.
- مزایا
  - احتمال بقای زاده‌ها افزایش می‌یابد ← سبب بقای گروه می‌شود.
  - پرندهٔ یاریگر تجربه کسب می‌کند (*با کمک به والدین صاحب لانه*).
  - با مرگ احتمالی جفت‌های زادآور، **قلمرو** آن‌ها را تصاحب و خود زادآوری می‌کنند ← در آینده سبب قلمروخواهی می‌شود.
- یاریگرها اغلب پرنده‌های **جوان** هستند.

B ۱۴۷۴ ۱ همهٔ گزینه‌ها زندگی گروهی را معرفی می‌کنند ولی گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) نمونه‌ای از دگرخواهی می‌باشند در حالی که در اجتماع مورچه‌ها نوعی همکاری بدون دگرخواهی انجام می‌شود.

B ۱۴۷۵ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. پرندگان یاریگر با کمک به والدین دیگر، از یک طرف آموزش‌های لازم برای فرایندهای بقا و زادآوری را فرا می‌گیرند و از طرفی در صورت مرگ صاحب‌خانه‌ها، به آسانی صاحب قلمرو و محل زندگی می‌شوند.

تله‌های تستی الف) رفتار پرنده‌های یاریگر هم دگرخواهی دارد و هم منافع فردی دارد. / ب) رفتار یاریگرها نباید قطعاً در حفظ خویشاوندان باشد. / ج) پرندگان یاریگر، اغلب پرندگان **جوان** هستند نه جوجه‌ها!

B ۱۴۷۶ ۴ زنبور کارگر عقیم است و به‌طور ژنتیکی قادر به انتقال مستقیم ژن‌های خود به نسل بعد نمی‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رفتار پرندگان یاریگر نوعی رفتار گروهی از نوع دگرخواهی بوده که به نفع فرد می‌باشد. / گزینهٔ (۲): گروه همکاری می‌تواند بین افراد خویشاوند یا غیرخویشاوند مثل نمونه خفاش‌های خون‌آشام رخ دهد. / گزینهٔ (۳): در رفتار گروهی که با تشکیل **گروه همکاری** همراه می‌باشد، رابطهٔ سودرسانی دوطرفه می‌باشد.

A ۱۴۷۷ ۲ رفتار دگرخواهی زنبور کارگر و دم‌عصایی‌های نگهبان، سبب کاهش شانس بقای فرد ولی افزایش شانس بقا و زادآوری **خویشاوندان** می‌شود. این رفتار نگهبان‌ها به تولید گروه همکاری نمی‌انجامد.

B ۱۴۷۸ ۲ صفات دگرخواهی اگر به صورت گروه همکاری صورت گیرد، باید به صورت اشتراکی و دوطرفه باشد. همان‌طور که در مثال خفاشان خون‌آشام مطالعه کردید، اگر این رفتار دوطرفه نباشد پس از مدتی از گروه طرد می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در رفتار پرندگان یاریگر، گروه همکاری ایجاد نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): رفتار زندگی گروهی در اجتماع مورچه‌های برگ‌بر از نوع دگرخواهی نمی‌باشد. / گزینهٔ (۴): در جمعیت زنبورها، نوع کارگر به رفتار دگرخواهی می‌پردازد. (*ملکه رفتار دگرخواهی ندارد.*)

B ۱۴۷۹ ۱ موارد (الف)، (ج) و (د)، هر سه جزء رفتارهای غریزی‌اند و تنها در (ب)، یادگیری (*تغییر نسبتاً پایدار رفتار*)، نقش تعیین‌کننده دارد.

A ۱۴۸۰ ۲ انتقال کیسهٔ لقاحی از جیرجیرک نر به ماده و زندگی اجتماعی مورچه‌ها، سبب افزایش شانس تولیدمثل جاندار می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زنبور کارگر نازاست و قدرت تولید زاده ندارد. / گزینه‌های (۳) و (۴): دم‌عصایی نگهبان معمولاً زاده‌ای ندارد و از طرفی در معرض دید شکارچیان نیز قرار می‌گیرد.

B ۱۴۸۱ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند. زنبورهای کارگر و دم‌عصایی‌های نگهبان برخلاف سایر رفتارهای دگرخواهی یا گروهی، به‌طور **غیرمستقیم** فقط شانس بقای ژن‌های مشترک خود را زیاد می‌کنند.

B ۱۴۸۲ ۳ رفتار دم‌عصایی نگهبان همانند پرندگان یاریگر از نوع **دگرخواهی** می‌باشد ولی رفتاری در ظاهر فقط به نفع سایر افراد جامعه می‌باشد در حالی که در پرندگان یاریگر، رفتار هم به نفع خودشان و هم به نفع جامعه می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زنبور کارگر و دم‌عصایی نگهبان، هر دو به‌طور غیرمستقیم به بقای ژن خود می‌پردازند. / گزینهٔ (۲): گروه همکاری در دم‌عصایی‌ها تشکیل نمی‌شود. / گزینهٔ (۴): زنبورهای کارگر و دم‌عصایی نگهبان شانسی برای شرکت در خزانهٔ ژنی نسل بعد ندارند چون زاده‌ای ندارند.

C ۱۴۸۳ ۴ وقتی رفتار جانداری سبب برقراری شانس بقا و زادآوری برای سایر افراد جامعه می‌شود، از آن به عنوان یک رفتار دگرخواهی و گروهی یاد می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در رفتارهای مختلفی مثل قلمرویابی نیز مشاهده می‌شود که جانور با رفتارهای مختلفی به دنبال آن می‌رود. / گزینهٔ (۲): مثلاً رفتار تخم‌گذاری لاک‌پشتان برای قلمروخواهی رخ نداده است بلکه برای تولیدمثل و ایجاد نسل بعد رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): رفتار قلمروخواهی سبب انتخاب بخشی از محدودهٔ جغرافیایی جانور می‌شود ولی این رفتار جزء رفتارهای گروهی طبقه‌بندی نمی‌شود.

C ۱۴۸۴ ۱ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) در رفتار زنبورهای کارگر و دم‌عصایی نگهبان، انتخاب طبیعی سبب گزینش صفتی شده است که بقای فرد کاهش می‌یابد ولی بقای جمعیت را زیاد می‌کند. / ب) بروز رفتارهای سازگار برای اینکه شانس بقا و زادآوری را زیاد کنند، رفتارهای پرهزینه‌ای هستند که انتخاب می‌شوند. / ج) رفتار خفاشان در گروه همکاری سبب افزایش شانس بقای جمعیت شده است. از طرفی انتخاب طبیعی رفتار مناسب را برمی‌گزیند ولی **ایجاد نمی‌کند!**

نکته

هر رفتاری به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بقای ژن‌های فرد را افزایش می‌دهد.

B ۱۴۸۵ ۱ رفتار دگرخواهی خفاشان خون‌آشام که با تشکیل گروه همکاری می‌باشد، با هدف افزایش شانس بقا و تولیدمثل همهٔ افراد جمعیت انجام می‌شود (*برخلاف رفتار زنبورهای کارگر و دم‌عصایی‌های نگهبان که هدف آن‌ها فقط بقای سایر افراد خویشاوند خود می‌باشد*).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): مورچه‌های کارگر دفاعی، انواع کوچکی هستند که وظیفهٔ برش و حمل برگ ندارند. / گزینهٔ (۳): لقاح لاک‌پشت در ساحل رخ نمی‌دهد بلکه تخم‌گذاری را در آنجا انجام می‌دهد. / گزینهٔ (۴): جانور در خواب زمستانی و رکود تابستانی دچار کاهش سوخت‌وساز می‌شود نه قبل از آن!

پاسخ آرشیو تست‌های پیشرفته ATP

C ۱۴۸۶ ۴ در بین جانوران، فقط زنبور نر، یاختهٔ پیکری هاپلوئید دارد که جانداری زایا بوده و با تقسیم میتوز به تولید اسپرم می‌پردازد (رد گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۴)).

◀ مارها هم از طریق فرومون‌ها با هم برای جفت‌یابی ارتباط دارند و هم در نوعی مثل مار زنگی، قدرت پذیرش و درک امواج فروسرخ دارند (رد گزینهٔ (۲)).

◀ گربه‌ها از ترشح فرومون، در تعیین قلمرو بهره می‌برند. همان‌طور که در گفتار قبل مشاهده کردید، جانوران در تعیین قلمرو در برابر افراد هم‌گونه یا سایر گونه‌ها به رقابت می‌پردازند (رد گزینهٔ (۳)).

B ۱۴۸۷ ۱ فقط مورد (الف) مدنظر است. فرومون نوعی مادهٔ شیمیایی است که از طریق گیرنده‌های بویایی یا چشایی ارتباط آن برقرار می‌شود.

تله‌های تستی ب) برخورد لمسی نوک زدن جوجه‌ها به منقار والد از طریق گیرندهٔ مکانیکی صورت می‌گیرد. / ج) صدای زنگ در اثر تحریک گیرندهٔ مکانیکی شنوایی سگ احساس می‌شود. / د) برخورد برگ در حال ریزش از درخت به سر جوجه پرندگان، پس از مدتی سبب یادگیری عادی شدن می‌شود.

C ۱۴۸۸ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست است. در این سؤال منظور **گیرندهٔ بویایی** زنبورهای کارگر می‌باشد که از حواس ویژه بوده و سبب ردیابی محل گل‌ها و گرده‌ها برای به دست آوردن منبع غذایی می‌شود. حس بویایی گیرندهٔ شیمیایی دارد که همانند گیرنده‌های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای مگس قرار دارد.

تله‌های تستی الف) چشم مرکب گیرندهٔ نوری دارد. / ج) گیرندهٔ بویایی در انسان انتهای دندریتی مژک‌دار دارد. / د) لوب یا پیاز بویایی در ماهی‌ها نسبت به کل مغز جانور، از لوب‌های بویایی انسان نیز بزرگ‌تر می‌باشد.

C ۱۴۸۹ ۲ فقط مورد (الف) در مورد قارچ‌ها که منظور سؤال است، صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. **نوعی از قارچ‌ها** منبع غذایی موجه‌های برگ‌بُر می‌باشند که مانند هر قارچ دیگری قادر به تولیدکنندگی و تبدیل مواد معدنی به مواد آلی نمی‌باشند. (*قارچ‌ها همانند جانوران، همگی مصرف‌کننده‌اند.*) / ب) نادرست است. قارچ‌ها برخلاف گیاهان فاقد سامانه‌های جذب نوری یا همان فتوسیستم‌ها می‌باشند. / ج) نادرست است. انجام هم‌زمان فرایندهای رونویسی و ترجمه مخصوص پروکاریوت‌ها می‌باشد. / د) نادرست است. برخی *RNA*ها نیز فعالیت آنزیمی و ساختار سه‌بعدی دارند ولی ساختار پپتیدی ندارند.

C ۱۴۹۰ ۱ فقط مورد (ب) صحیح نیست. در زندگی مورچه‌های کارگر، این جانوران قطعه‌های برگ را به عنوان **کود آلی** استفاده می‌کنند که ضمن تجزیهٔ **آهسته** آن، مواد آلی مناسب را به قارچ‌ها می‌دهند. (*در زیست دهم، خواندید که کود بیولوژیک یا زیستی شامل باکتری‌هایی هستند که برای خاک مفید می‌باشند.*)

تله‌های تستی الف) اجتماع گروهی مورچه‌ها روی درخت آکاسیا در حقیقت نوعی **حفظ قلمرو** می‌باشد که مانع سوء استفادهٔ حشرات و سایر جانداران از محیط زندگی خود می‌شوند. / ج) مورچه‌ها نمی‌توانند آسیبی به **زنبورهای گرده‌افشان** روی درخت آکاسیا برسانند چون این گیاهان با ترشح مواد شیمیایی مانع تجمع این مورچه‌ها می‌شوند. / د) مورچه‌های برگ‌بُر از قارچ‌ها غذای خود را تأمین می‌کنند (*نه گیاهان*). در این رفتار مورچه در حال تأمین کود آلی برای رشد قارچ در خاک می‌باشد.

C ۱۴۹۱ ۴ فقط مورد (ب) نادرست می‌باشد.

نوعی **قارچ** منبع غذایی مورچه‌های برگ‌بُر می‌باشد. لازم به ذکر است که قارچ‌ها موجوداتی مصرف‌کننده‌اند و قدرت تولیدکنندگی یعنی تبدیل مواد معدنی به مواد آلی را ندارند.

تله‌های تستی الف) درست است. قارچ‌ها می‌توانند در تنفس هوازی به اکسایش پیرووات و در تخمیر به کاهش آن بپردازند. / ب) نادرست است. قارچ‌ها قدرت تولیدکنندگی و استفاده از *NADPH* ندارند. / ج) درست است. قارچ‌ها یوکاریوتند، پس حاوی توالی افزاینده و سه نوع رنابسپاراز می‌باشند. / د) درست است. برخی قارچ‌ها مثل مخمرها، حاوی ناقل ژنی دیسکی هستند که معمولاً یک نقطهٔ شروع همانندسازی دارند ولی حاوی تعدادی نقطه برای شروع رونویسی می‌باشند.

C ۱۴۹۲ ۴ زنبورهای کارگر و دم‌عصایی‌های نگهبان شانس بقای خود را کاهش می‌دهند و خود زاده‌ای نخواهند داشت. آن‌ها به‌طور غیرمستقیم، شرایط را برای گسترش ژن‌های خویشاوندان خود فراهم می‌کنند ولی پرندگان یاریگر، قدرت لقاح داشته و مستقیماً بقای ژن‌های خود را تضمین می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دم‌عصایی نگهبان در رفتار دگرخواهی خود، معمولاً زاده‌ای تولید نمی‌کند. / گزینهٔ (۲): رفتار دگرخواهی با نفع فردی در مثال پرندگان یاریگر دیده می‌شود ولی در رفتار خفاشان خون‌آشام نیز در همهٔ افراد گروه سود دوطرفه ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): هر دو نوع جاندار در بقای بیشتر زاده‌های جمعیت مؤثرند.

نکته

هر نوع رفتار دگرخواهی، در نهایت سبب بالا رفتن شانس بقا و زادآوری سایر افراد جمعیت می‌شود ولی این رفتار می‌تواند با کاهش شانس بقای برخی افراد رخ دهد (*مثلاً در نگهبان‌ها*) و یا سبب افزایش بقای همهٔ افراد شود (*مثلاً در خفاشان و پرندگان یاریگر*).

C ۱۴۹۳ ۲ فقط مورد (الف) دربارهٔ رفتار خفاشان خون‌آشام موردنظر سؤال صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. خفاشان با تشکیل گروه همکاری، شانس سیر شدن و بقای خود و افراد جمعیت را بالا برده و همهٔ آن‌ها شانس آمیزش و انتقال ژن‌های خود را حفظ می‌کنند. / ب) نادرست است. رفتار خفاشان در گروه همکاری با منافع جمعی می‌باشد نه منافع فردی! / ج) نادرست است. خفاش پستانداری با قدرت پرواز می‌باشد ولی برخلاف پرندگان فاقد کیسه‌های هوادار در مجاور شش‌های خود می‌باشد. / د) نادرست است. خفاش از پستانداران غیرتخم‌گذار می‌باشد و از ویژگی‌های پرندگان فقط پرواز کردن را دارد.

B ۱۴۹۴ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند. رفتار دگرخواهی همواره در بین جاندارانی رخ می‌دهد که زندگی گروهی دارند.

تله‌های تستی الف) دگرخواهی یکی از موارد زندگی گروهی است که سبب حفظ بقا و تولیدمثل جانور دیگری همراه با کاستن احتمال بقا و تولیدمثل جانور رفتارکننده می‌باشد (*مثلاً رفتار گروهی در اجتماع مورچه‌های برگ‌بر از نوع دگرخواهی نمی‌باشد*). / ج) رفتار دگرخواهی در برخی موارد مثل جامعهٔ خفاش‌ها، گروه همکاری تشکیل می‌دهد ولی در جامعهٔ زنبورهای کارگر یا دم‌عصایی‌های نگهبان، گروه همکاری وجود ندارد. / د) افراد نگهبان در زندگی گروهی شانس بقا و زادآوری خود را کم می‌کنند ولی در برخی مواقع می‌توانند لقاح نیز انجام دهند.

B ۱۴۹۵ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند. رفتارهای دگرخواهی که شرایط مناسبی برای خویشاوندان ایجاد می‌کنند را می‌توان هم در نگهبان‌های گونه‌های زنبورها و دم‌عصایی‌ها مشاهده کرد و هم در خفاشان خون‌آشام که در همهٔ آن‌ها جانور رفتار کننده به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به بقای ژن‌های خود کمک کرده است ولی لزوماً در جهت منافع فردی نمی‌باشد.

◀ عبارات (الف) و (ب) در مورد رفتار خفاشان و عبارت (د) در مورد زنبورهای کارگر رد می‌شوند.

B ۱۴۹۶ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند. انتخاب طبیعی همواره سبب کاهش فراوانی نسبی الل‌های نامطلوب و افزایش فراوانی ژن‌های مطلوب می‌شود.

تله‌های تستی الف) از فصل ۴ به خاطر دارید که انتخاب طبیعی برخلاف جهش، الل جدیدی ایجاد نمی‌کند. / ب) دم‌عصایی‌های نگهبان زاده‌ای نخواهند داشت و در خزانهٔ بعدی سهم مستقیمی ندارند. / ج) دم‌عصایی‌ها رفتار دگرخواهی بدون تشکیل گروه همکاری دارند.

B ۱۴۹۷ ۴ همهٔ موارد نادرست است. تنها زنبور ماده ملکه است که می‌تواند ژن‌های خود را مستقیماً به نسل بعد منتقل کند (نادرستی الف). بقیهٔ زنبورهای ماده که کارگر هستند، تنها بقای ژن‌های خود را به‌طور **غیرمستقیم** تضمین می‌کنند. دقت کنید که زنبور ملکه انرژی خود را صرف تولیدمثل کرده ولی صرف غذارسانی به زاده‌های حاصل از خود نمی‌کند (*زنبور ملکه رفتار دگرخواهی ندارد ولی نصف ژن‌های خود را از ۱۰۰ درصد والد نر هاپلوئید خود گرفته است.*) (نادرستی سایر عبارات).

C ۱۴۹۸ ۴ زنبورهای عسل ملکه و کارگر ماده‌های دیپلوئید می‌باشند. ملکه به‌طور مستقیم و با لقاح ژن‌های خود را به نسل بعد می‌دهد ولی کارگرها با محافظت از اجتماع به‌طور غیرمستقیم سبب انتقال ژن‌های مشابه با خود توسط خویشاوندان می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. زنبورهای عسل مادهٔ کارگر یا ملکه دیپلوئید هستند که حاصل لقاح اسپرم و تخمک والدین خود می‌باشند ولی زنبورهای نر، هاپلوئیدند و از بکرزایی ملکه ایجاد شده‌اند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. زنبور کارگر ماده عقیم می‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. زنبور کارگر قدرت تولیدمثل ندارد و عقیم می‌باشد.

C ۱۴۹۹ ۴ گربه، پستانداری است که توسط فرومون به تعیین قلمرو می‌پردازد ولی جزء دام‌ها یا پستانداران بزرگ نمی‌باشد به همین دلیل معمولاً منبعی برای غذای خفاشان نمی‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هدف نهایی رفتارهای تولیدمثلی داشتن موفقیت تولیدمثلی یعنی داشتن بیشترین تعداد زادهٔ سالم می‌باشد. / گزینهٔ (۲): رفتارهای جانوری در جهت کاهش هزینه و افزایش سود خالص هستند. / گزینهٔ (۳): طاووس ماده، دم طاووس نر را بررسی می‌کند و نری با دم درخشان‌تر و پرهای دارای لکهٔ چشمی بیشتر را انتخاب می‌کند.

C ۱۵۰۰ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. بارها در کتاب دوازدهم جلد (۱) و (۲) ذکر کرده‌ایم که انتخاب طبیعی یک عامل برگزیننده یا انتخاب‌گر می‌باشد ولی تولیدکننده نیست. / ب) درست است. انتخاب طبیعی رفتارهایی برای حفظ بقا و تولیدمثل را انتخاب می‌کند. / ج) درست است. در رفتار غذایابی، انتخاب طبیعی در پی انتخاب غذایی است که بیشترین انرژی خالص همراه با کمترین هزینهٔ غذایابی را ایجاد کند. / د) نادرست است. در رفتار زنبور کارگر یا دم‌عصایی نگهبان، انتخاب طبیعی در جهت حفظ منافع و بقای جامعه حرکت می‌کند نه فرد!

C ۱۵۰۱ ۱ فقط مورد (الف) صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. انتخاب طبیعی همواره در جهت کاهش هزینهٔ رفتارها و افزایش سود خالص یا انرژی کارآمد می‌باشد. / ب) نادرست است. صفات ثانویهٔ جنسی در هر جنسیت سبب ایجاد رقابت بین افراد همان جنس در جهت انتخاب سریع خود برای تولیدمثل می‌شوند. / ج) نادرست است. در رفتار خفاشان خون‌آشام، نگهبانی وجود ندارد. / د) نادرست است. رفتار پرندگان یاریگر نوعی دگرخواهی هم در جهت منافع فردی و هم برای منفعت سایر افراد جامعه می‌باشد.

C ۱۵۰۲ ۳ موارد (ج)، (د) و (ه) صحیح هستند.

تست‌های تستی الف) نادرست است. پرندگان یاریگر، **اغلب** جوان هستند. / ب) نادرست است. پرندگان یاریگر از تجربه خود برای پرورش زاده‌های خود و یا قلمرویابی استفاده می‌کنند. / ج) درست است. این رفتار برخلاف نگهبان‌ها به نفع فرد می‌باشد. / د) درست است. رفتار پرندگان یاریگر، هم سبب افزایش بقای زاده‌های پرندگان دیگر می‌شود و هم در آینده در پرورش زاده‌های خود تجربه می‌گیرند. / ه) درست است. این عبارت به‌طور کلی دربارهٔ زندگی گروهی صحیح است.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

C ۱ ۱ موارد (الف) و (د) صحیح و موارد (ب) و (ج) نادرست می‌باشند.

تست‌های تستی الف) درست است. در اثر فعال شدن ژن *B* در مغز موش ماده، پروتئین محصول آن ژن، سبب فعال شدن ژن‌های دیگر و برخی آنزیم‌ها (*کاتالیزگر زیستی*) می‌شود. / ب) نادرست است. فرایندهای پیچیدهٔ مغزی برای شروع این رفتار غریزی پس از اثر پروتئینِ محصولِ ژن *B* بر روی آنزیم‌ها و ژن‌های دیگر مغزی رخ می‌دهند. / ج) نادرست است. با غیرفعال کردن ژن *B*، اصلاً *mRNA* و پروتئین محصول آن تولید نمی‌شود. / د) درست است. در زیست یازدهم آموختید که در مهره‌داران بخش جلویی طناب عصبی پشتی آن‌ها برجسته‌تر بوده و مغز را تشکیل می‌دهد که برخی یاخته‌های آن با بیان ژن *B* در موش ماده سبب آغاز رفتار غریزی مراقبت از نوزادان می‌شود.

C ۲ ۲ اگر رفتار جانوری به یک محرک دائمی به صورت **عدم پاسخ دادن** به محرک جلوه کند، این رفتار از نوع عادی شدن یا خوگیری بوده است که یک رفتار غیرشرطی می‌باشد.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): تغییر رفتار به محرک بی‌اثر می‌تواند در عادی شدن و رفتارهای شرطی رخ دهد. / گزینهٔ (۳): شرطی شدن کلاسیک برخلاف شرطی شدن فعال دارای محرک شرطی می‌باشد. / گزینهٔ (۴): حل مسئله با استفاده از تجارب گذشته و به صورت برنامه‌ریزی آگاهانه رخ می‌دهد.

B ۳ ۴ سگ پاولوف نشانه‌ای از رفتار شرطی شدن کلاسیک بوده ولی رفتار موش‌ها در جعبه اسکینر از نوع شرطی شدن فعال می‌باشد.

نکته

در شرطی شدن کلاسیک، جانور بین محرک بی‌اثر و محرک طبیعی ارتباط برقرار می‌کند تا سبب ایجاد محرک شرطی شود ولی در شرطی شدن فعال (*آزمون و خطا*)، جانور بین عمل تصادفی محرک بی‌اثر اولیه و نتیجهٔ آن (*مثل غذا، آسیب و پاداش آن*) رابطه برقرار می‌کند و سپس یک رفتار عمدی را انجام می‌دهد.

◀ محرک طبیعی در شرطی شدن کلاسیک وجود دارد ولی انجام فرایند تصادفی روی محرک محیطی در شرطی شدن فعال مثلاً در برخورد تصادفی به اهرم در جعبهٔ اسکینر رخ می‌دهد (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۲)).

C ۴ ۱ استفاده از تجربیات گذشته و برنامه‌ریزی **آگاهانه** برای حل مشکل جدید در یادگیری حل مسئله رخ می‌دهد که نوعی رفتار غیرشرطی می‌باشد.

تست‌های تستی گزینهٔ (۲): پاسخ ارادی به یک محرکی که قبلاً باعث پاداش یا تنبیه شده است نمونه‌ای از آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال می‌باشد. / گزینهٔ (۳): در خوگیری، جانور سعی می‌کند تغییر رفتار را به صورت عدم پاسخ به محرک دائمی بی‌خطر، ارائه دهد. / گزینهٔ (۴): در برخی یادگیری‌ها مثل عمل جوجه کاکایی در نوک زدن با دقت به منقار والد سبب پاسخ سریع‌تر والد می‌شود. این یادگیری در اثر تغییر رفتار غریزی در اثر پاداش یا یادگیری با آزمون و خطا رخ می‌دهد. در حقیقت جوجه کاکایی دو روزه بین عمل تصادفی خود و پاسخ غذاگیری آن ارتباط برقرار کرده است و سپس به‌طور عمدی به مناطق خاص از منقار مادر نوک می‌زند که دلیلی بر شرطی شدن فعال می‌باشد.

B ۵ ۴ **حل مسئله‌ای** از نوع غذاگیری از گوشت متصل به نخ آویزان از شاخهٔ درخت مخصوص **پرندگانی** مثل کلاغ‌ها هستند که در اغلب آن‌ها سیستم تک‌همسری مشاهده می‌شود. در این جانداران، هزینهٔ مصرفی برای رشد جوجه‌ها را هر دو والد نر و ماده و به‌طور اشتراکی انجام می‌دهند.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): در مورد رفتار شامپانزه‌ها در گرفتن غذا از موریانه‌ها و موز با یادگیری حل مسئله رد می‌شود. / گزینهٔ (۲): موش‌ها که دارای ژن *B* برای نگهداری از نوزادان می‌باشند در جعبه اسکینر به آزمون و خطا می‌پردازند. / گزینهٔ (۳): پرنده‌هایی که از خوردن پروانهٔ سمی صرف‌نظر می‌کنند، در گونهٔ کاکایی می‌تواند رفتار غریزی غذادهی به جوجه را پس از یادگیری به صورت سریع‌تر انجام دهد.

C ۶ ۴ **صفات ثانویهٔ جنسی**، صفاتی هستند که در زمان تولیدمثل برای انتخاب شدن سریع در تولیدمثل به چشم می‌آیند که همان صفات سازگار جنسی هستند. این صفات برحسب نوع گونه در طاووس نر، جیرجیرک ماده، اغلب پستانداران نر و هر دو والد بیشتر پرندگان بروز می‌یابد چون در اغلب پرندگان، هر دو والد سهم برابری در انتخاب جفت دارند. دقت کنید که بروز این صفات به دلیل ژن‌هاست و انتخاب شدن، نتیجه این بروز است.

◀ پرهای دمی گستردهٔ درخشان طاووس‌ها، در جنس نر نمایان می‌شود (رد گزینهٔ (۱)).

◀ صفات سازگارتر ثانویهٔ جنسی در جانوری دیده می‌شود که حق انتخاب ندارد و این صفت را برای انتخاب شدن بروز می‌دهد (رد گزینهٔ (۲)).

◀ مثلاً در طاووس‌ها، جنس پر، سبب سلامت جنس ماده و زاده‌ها می‌شود (رد گزینهٔ (۳)).

B ۷ ۴ متن سؤال در مورد **جیرجیرک‌هایی** می‌باشد که کیسهٔ حاوی غذا و اسپرم را به جفت ماده می‌رساند. در این گونه، رشد و نمو جنین در بدن والد ماده صورت می‌گیرد ولی برخوردار بودن وزن قابل توجهی از بدن با کیسهٔ لقاحی در والد نر دیده می‌شود.

تست‌های تستی گزینهٔ (۱): جیرجیرک نر غذای جنین را از راه کیسهٔ لقاحی به بدن ماده می‌رساند و هزینهٔ بیشتری برای تولیدمثل می‌پردازد. / گزینهٔ (۲): در حشرات دفع مواد زائد نیتروژن‌دار اوریک‌اسیدی از طریق لوله‌های مالپیگی به لولهٔ گوارش و به خارج بدن رخ می‌دهد (*زیست دهم*). / گزینهٔ (۳): در روی بند پاهای جلویی جیرجیرک‌ها، محفظهٔ هوادار به همراه پردهٔ صماخ برای جمع‌آوری اطلاعات صوتی وجود دارد (*زیست یازدهم*).

A ۸ ۲ نوع نظام جفت‌گیری یک رفتار تولیدمثلی غریزی است که ربطی به رفتار قلمروخواهی ندارد. ولی رفتار قلمروخواهی احتمال رسیدن به غذا، جفت و موفقیت تولیدمثلی را بالاتر می‌برد.

B ۹ ۳ همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) رفتار مهاجرتی از نوع غریزی بوده که یادگیری نیز در کامل کردن آن نقش دارد. / ب) رفتار مهاجرتی با جابه‌جایی طولانی در مسیر رفت و برگشتی رخ می‌دهد. / ج) هر رفتار جانوری با هدف افزایش شانس بقا و زادآوری انجام می‌شود. / د) سارها با شروع فصل سرما به مناطق گرم‌تر مهاجرت می‌کنند ولی هر پرنده‌ای که تجربهٔ بیشتری در مهاجرت دارد، راحت‌تر مسیر خود را شناسایی می‌کند.

C ۱۰ ۲ فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد.



منظور سؤال گیرندهٔ مکانیکی صدا روی پاهای جلویی جیرجیرک‌ها (*نوعی بندپای بی‌مهره*) می‌باشد که یک محفظهٔ هوا داشته و پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی متصل به پردهٔ صماخ را تحریک کرده و جانور، صدا را دریافت می‌کند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ایمنی اختصاصی ویژهٔ مهره‌داران می‌باشد. / ب) نادرست است. حشراتی مثل جیرجیرک‌ها، تنفس نایدیسی دارند و تبادل گازهای تنفسی آن‌ها به‌طور مستقیم با محیط صورت می‌گیرد. / ج) درست است. انتخاب جفت در نمونه دارای قدرت انتقال کیسهٔ تولیدمثلی، با جانور نر می‌باشد که هزینهٔ تولیدمثلی بیشتری مصرف می‌کند. / د) نادرست است. صفات سازگارکنندهٔ تولیدمثلی را جانوری انجام می‌دهد که با ویژگی‌های متعددی که بروز می‌دهد سبب انتخاب شدن سریع آن‌ها می‌شود. در گونهٔ خاصی از جیرجیرک‌ها، این جیرجیرک ماده تخمک‌ساز است که آن رفتار را انجام می‌دهد.

B ۱۱ ۴ در زندگی گروهی زنبورها، زنبورهای کارگر که همگی ماده‌های دیپلوئید نازا می‌باشند، اطلاعاتی را توسط حرکات بدن و صدای وز وز متفاوت به یکدیگر منتقل می‌کنند. این اطلاعات سبب یافتن آسان‌تر منبع غذایی توسط سایر افراد جامعه می‌شود که غذایابی بهینه با دریافت انرژی کارآمد بیشتر را ایجاد می‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): غذایابی توسط زنبورهای کارگر صورت می‌گیرد که همگی نازا می‌باشند. / گزینهٔ (۲): زنبورهای کارگر همگی دیپلوئید هستند. / گزینهٔ (۳): زنبورهای کارگر با اطلاعات کلی دریافتی از سایر زنبورها محل و جهت منبع جدید غذایی را به‌طور تقریبی حدس می‌زنند ولی به کمک اطلاعاتی که از طریق بویایی، توسط خودشان دریافت می‌کنند به محل دقیق غذا پی می‌برند.

C ۱۲ ۲ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در اجتماع مورچه‌های برگ‌بُر، کارگرهایی با اندازه، شکل و کار متفاوت وجود دارند. / ب) نادرست است. مورچه‌های کارگر کوچک‌تر در زندگی گروهی نقش دفاعی را برای محافظت از برگ‌های بریده شده و در حال حمل ایفا می‌کنند. / ج) نادرست است. برش و حمل برگ‌ها را فقط مورچه‌های کارگر بزرگ‌تر انجام می‌دهند. / د) نادرست است. مورچه‌های کارگر در اجتماع گروهی، غذای مورد نیاز را از نوعی قارچ محیطی به دست می‌آورند. این مورچه‌ها از برگ‌ها برای ایجاد **کود آلی** در رشد قارچ‌ها استفاده می‌کنند.

A ۱۳ ۲ زنبور کارگر برخلاف مورچهٔ کارگر، از نوع ماده عقیم می‌باشد و ژن‌های خود را به نسل بعد منتقل نمی‌کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): زنبور کارگر نقش لقاحی ندارد. / گزینهٔ (۳): زنبورهای کارگر از جمعیت خود محافظت می‌کنند. / گزینهٔ (۴): مورچهٔ کارگر، مواد اولیهٔ لازم برای قارچ‌ها را تأمین می‌کند.

C ۱۴ ۲ فقط مورد (ب) در مورد ویژگی **کود آلی** صحیح می‌باشد.

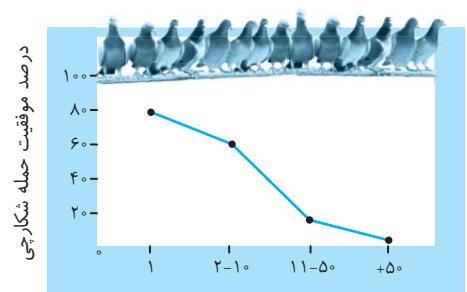
دقت کنید، کودی که در اثر فعالیت مورچه‌های برگ‌بر ایجاد می‌شود، **کود آلی** بوده چون از **تجزیهٔ برگ‌ها یا موجودات زنده** ایجاد شده است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. چرخهٔ کالوین در قارچ‌ها که منبع غذایی مورچه‌ها می‌باشد، صورت نمی‌گیرد چون قارچ‌ها فاقد ویژگی تولیدکنندگی می‌باشند. / ب) درست است. کودهای آلی، مواد معدنی را به آهستگی آزاد کرده و از معایب آن‌ها احتمال آلوده شدن با عوامل بیماری‌زا می‌باشد. / ج) نادرست است. قارچ‌ها نیاز دارند تا مواد آلی را به‌طور آماده از برگ‌های در حال تجزیه بگیرند. در حقیقت این کودهای آلی، مواد معدنی را به آهستگی آزاد کرده و در اختیار گیاهان و سایر تولیدکنندگان قرار می‌دهند. / د) نادرست است. کودهای **شیمیایی** برخلاف کودهای آلی می‌توانند به سرعت مواد مغذی خاک را فراهم کنند.

B ۱۵ ۲ رفتار پرندگان یاریگر در کمک به پرورش زاده‌های سایر خانواده‌ها نوعی رفتار با نفع فردی نیز می‌باشد چون هم یادگیری مراحل زندگی و هم شانس آشیانه‌دار شدن را برای آن‌ها افزایش می‌دهد ولی در گروه همکاری خفاشان، اگر خفاشی که خون گرفته است، این عمل را جبران نکند، در حقیقت سبب کاهش زندگی گروهی و بقای افراد شده است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): خفاشان رفتار گروهی دارند و منافع فردی را فقط در نظر ندارند. / گزینهٔ (۳): در مثال زنبورهای کارگر یا دم‌عصایی‌های نگهبان، بدون تشکیل گروه همکاری، بقای ژن‌های خویشاوندان تضمین می‌شود. / گزینهٔ (۴): رفتار خفاشان در مورد افراد خویشاوند و غیرخویشاوند ولی رفتار دم‌عصایی‌ها و زنبورهای کارگر در جهت حفظ منافع خویشاوندان می‌باشد.

C ۱۶ ۲ جیرجیرک نر با تولید صدا، اطلاعاتی در مورد گونه و جنسیت خود به جیرجیرک ماده می‌دهد تا رفتار انتخاب جفت و تولید زادهٔ آن‌ها تسهیل شود.



تله‌های تستی گزینهٔ (۱): با توجه به شکل نمودار روبه‌رو به راحتی قابل تفهیم است که هرچه تعداد کبوتران بیشتر می‌شود، درصد حملهٔ شکارچیان به آن‌ها کاهش می‌یابد. / گزینهٔ (۳): در کنار عکس دم‌عصایی نگهبان می‌توانید بیاموزید که جانور با تولید صدا، دیگران را از وجود شکارچی باخبر می‌کند که نوعی قلمروخواهی است و رفتار درگرخواهی می‌باشد. / گزینهٔ (۴): زنبورهای کارگر با تولید وز وز متفاوت در مطلع کردن سایر کارگرها از محل منبع غذایی استفاده می‌کنند ولی دم‌عصایی‌ها نیز از تولید صدا برای خبر دادن از حضور شکارچی استفاده می‌کنند.

A ۱۷ ۴ در رفتار گروه همکاری در خفاشان دگرخواه، اگر خفاشی خون گرفته شده را در آینده به اشتراک نگذارد، این خفاش از زندگی گروهی کنار گذاشته می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): این خفاش طرد شده باید خودش به سمت غذایابی برود تا نمیرد (*دیگه کس بهش خون نمی‌ده!*). / گزینهٔ (۲): در گروه همکاری بین خفاش‌ها، مقدار **کمی** خون منتقل می‌شود. / گزینهٔ (۳): خفاش طرد شده، خونی به سایر افراد هم‌گروه نمی‌دهد.

C ۱۸ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.
منظور این سؤال **شامپانزه‌هایی** می‌باشند که با حل مسئله به مشکل غذایابی خود فائق می‌آیند.
تله‌های تستی الف) نادرست است. حل این مشکل شامپانزه‌ها با روش **حل مسئله** رخ داده است نه آزمون و خطا! / ب) نادرست است. یادگیری به تجربه جانور ارتباط دارد. / ج) درست است. در بیشتر پستانداران، نرها سیستم جفت‌گیری چندهمسری دارند. / د) نادرست است. شامپانزهٔ ماده بچه‌زا می‌باشد و جفت دارد ولی تخم گذاری نمی‌کند.

B ۱۹ ۱ فقط عبارت (ج) مدنظر است. پرنده‌های یاریگر، علاوه بر کمک به سایر پرندگان، امکان غذایابی و لانه‌یابی را برای خود آسان می‌کنند.
◀ رفتارهای سازگار جنسی (*صفات تغییر جنس*) در طاووس نر یا جیرجیرک ماده همانند عدم جبران خون گرفته شده توسط خفاش‌ها سبب کاهش شانس بقای آن‌ها می‌شود، چون بیشتر در معرض شکارچی‌ها قرار می‌گیرند یا دشوارتر به غذایابی می‌رسند.

B ۲۰ ۲ رفتار گروهی گرگ‌ها نوعی **رفتار غریزی** می‌باشد و آزمون و خطا در بروز آن بی‌تأثیر است. در مورد رد گزینه‌های (۳) و (۴) که بارها نقش تجربه در انواع مختلف یادگیری مثل حل مسئله یا آزمون و خطا را بررسی کرده‌ایم. در مورد رد گزینهٔ (۱) نیز کافی است بدانیم که هر رفتاری یک زمینهٔ ژنی نیز دارد.

پاسخ آزمون برگزیدهٔ سؤالات سراسری

A ۱ ۴ شرطی شدن کلاسیک، رفتاری است که طی آن همهٔ جانوران یاد می‌گیرند به یک محرک بی‌اثر که مدتی با یک محرک غیرشرطی همراه شده و از این پس، آن محرک بی‌اثر به صورت شرطی درآمده است، یک پاسخ طبیعی بدهند.

A ۲ ۲ نقش‌پذیری مربوط به رفتاری است که در اثر یادگیری در دورهٔ حساس از زندگی ایجاد می‌شود که می‌تواند سبب بقای جانور شود.

A ۳ ۳ در رفتار حل مسئله جانور می‌کوشد تا مشکل **جدید** خود را که برای اولین‌بار است با آن روبه‌رو می‌شود، حل کند.

A ۴ ۳ در بروز یک رفتار، در **اغلب** موارد، **وراثت و محیط** با هم نقش دارند. دقت شود که در یک رفتار غریزی، آموزش و تجربه نقشی ندارد ولی در یادگیری هم ژن و هم محیط در آن تأثیر دارد.

A ۵ ۲ در رفتارهای غریزی مثل عمل جوجه کاکایی تازه به دنیا آمده، تجربه و آموزش نقشی نداشته است ولی در سایر گزینه‌ها غریزه، محرک بی‌اثر و وراثت نقش دارند چون از نوع یادگیری می‌باشد.

A ۶ ۳ رفتار آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال برخلاف حل مسئله به آزمون و خطا نیاز دارد ولی هر دو رفتار نوعی یادگیری بوده و زمینهٔ ژنی و محیطی و تجربهٔ گذشته در آن مؤثر است.

B ۷ ۴

نکته
هر رفتار غریزی با دستورالعمل‌های وراثتی خاصی صورت می‌گیرد و در افراد **یک گونه** به یک شکل انجام می‌شود که محرک آن می‌تواند درونی یا بیرونی باشد. بیشتر این رفتارها در اثر تجربه، شکل متفاوتی پیدا می‌کنند.

B ۸ ۳ دقت کنید که در شرطی شدن کلاسیک (*آزمایش پاولوف*) محرک غیرشرطی مثل بوی گوشت، همواره به تنهایی پاسخ مناسب طبیعی را ایجاد می‌کند ولی جانور در برابر **محرک بی‌اثر**، پاسخی ایجاد نمی‌کند تا وقتی که شرطی شود و همان پاسخ غیرشرطی طبیعی را به آن بروز دهد.

C ۹ ۴ همهٔ موارد درست می‌باشند.
صفات غریزی، فقط متأثر از ژن‌ها هستند. در اثر عمل هورمون‌ها، انعکاس‌ها با محرک‌های مختلف ایجاد می‌شوند. این رفتارها در پاسخ به محرک‌های خاص و از هر نوعی می‌توانند آغاز شوند و در افراد یک گونه به یک شکل دیده شوند.

B ۱۰ ۲ در شرطی شدن کلاسیک، محرک شرطی باعث پاسخ در جانور می‌شود.

نکته
گزینهٔ (۱) در مورد عادی شدن در شقایق دریایی، گزینهٔ (۳) در مورد انعکاس‌های نخاعی مهره‌داران که بدون تأثیر مغز رخ می‌دهد و گزینهٔ (۴) در مورد رفتار حل مسئله که بدون آزمون و خطا است رد می‌شوند.

A ۱۱ ۳ همهٔ رفتارهای جانوری با اینکه شکل‌های مختلفی دارند ولی همگی در جهت کاهش هزینه مصرفی و افزایش سود خالص می‌باشند و هدف نهایی آن‌ها حفظ بقا و تولیدمثل می‌باشد. (*گزینهٔ (۱) در مورد رفتار دگرخواهی زنبور کارگر، گزینه‌های (۲) و (۴) در مورد عادی شدن یا خوگیری رد می‌شوند.*)

B ۱۲ ۳ نقش‌پذیری تنها نوعی از یادگیری است که به دورهٔ حساس و مشخصی برای آموزش نیاز دارد.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رفتار غریزی در بروز اولیهٔ رفتاری که می‌خواهد به نقش‌پذیری بیانجامد، کاربرد دارد (*مثل دنبال کردن هر جسم متحرک در جوجه غازهای تازه متولد شده*). / گزینهٔ (۲): در شرطی شدن فعال آزمون و خطا وجود دارد. / گزینهٔ (۴): هر یادگیری مسئول برهم‌کنش اطلاعات ژنی و یادگیری می‌باشد.

A ۱۳ ۱ شرطی شدن فعال تنها نوع یادگیری است که در آن آزمون و خطا رخ می‌دهد.
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نقش‌پذیری در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): در خوگیری، پاداش و تنبیه وجود ندارد. / گزینهٔ (۴): رفتارهای غریزی در اثر یک محرک تا انتها و بدون تغییر ادامه می‌یابند.

B ۱۴ ۲ بررسی اینکه در یک رفتار سهم بخش ژنی بیشتر است یا یادگیری، بسیار مشکل می‌باشد ولی می‌دانیم که در یادگیری هم ژن تأثیر دارد و هم عوامل محیطی مؤثرند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رفتارشناسان از آزمایشات علمی استفاده می‌کنند. / گزینهٔ (۳): انتخاب طبیعی در تکامل رفتار و پاسخ به پرسش‌های چرایی فعال است. / گزینهٔ (۴): هدف رفتارهای مختلف جانوری، موفقیت در بقا و تولیدمثل می‌باشد.

B ۱۵ ۲ انتخاب طبیعی در حفظ و بروز هر رفتار جانوری نقش دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در انتخاب جفت، جانوران اغلب به رخ‌نمود جنسیت مخالف توجه می‌کنند که البته هر رخ‌نمودی در اثر وجود یک ژن‌نمود حاصل می‌شود. / گزینهٔ (۳): در مثال جیرجیرک‌های دارای کیسهٔ لقاحی، ماده‌ها صفات ثانویه اندازه بزرگ‌تر بدن دارند. / گزینهٔ (۴): انتخاب طبیعی در برخی موارد به انتخاب فرد می‌پردازد و ممکن است این انتخاب سبب کاهش شانس بقای گونه شود!!

A ۱۶ ۱ برخی رفتارهای دگرخواهی مثل نگهبان‌ها، فقط در ظاهر به نفع سایر افراد است و برخی مثل پرندگان یاریگر به نفع خود فرد نیز می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در مورد زنبور کارگر صحیح است. / گزینهٔ (۳): در مورد زنبورهای کارگر صحیح است. / گزینهٔ (۴): رفتار دگرخواهی بر اساس انتخاب طبیعی انتخاب شده است.

A ۱۷ ۳ هر رفتاری بر اساس انتخاب طبیعی در طبیعت انتخاب می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مورد پرنده‌های یاریگر نادرست است. / گزینهٔ (۲): در مورد خفاش‌ها نادرست است. / گزینهٔ (۴): در مورد خفاش‌ها و گروه همکاری یا پرندگان یاریگر نادرست است.

B ۱۸ ۲ منظور سؤال **نقش‌پذیری** می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. سؤال در مورد نقش‌پذیری است، پس برخلاف نقش‌پذیری، عبارت نادرستی است. / گزینهٔ (۲): درست است. نقش‌پذیری در دوره حساسی از زندگی رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. موقعیت جدید و برنامه‌ریزی آگاهانه، ویژه حل مسئله است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در شرطی شدن کلاسیک به محرک شرطی شده نیز پاسخ داده می‌شود.

B ۱۹ ۴ سؤال در مورد **پرندگان** می‌باشد که **اغلب** آن‌ها نظام جفت‌گیری تک‌همسری با انتخاب جفت توسط هر دو والد دارند. این گروه مانند هر جانور دیگری، طی یادگیری از نوع **خوگیری** می‌توانند انرژی خود را ذخیره کنند و از پاسخ به محرک‌های بی‌اهمیت چشم‌پوشی می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مورد غذایابی **بهینه** صحیح است ولی برخی مثل طوطی‌ها حتی در گاهی اوقات غذایی بدون انرژی ولی دارای منابع مهم مصرف می‌کنند. / گزینهٔ (۲): در آزمون و خطا به محرک‌های **مفید** پاسخ می‌دهند که نتیجه یادگیری است (*نه غریزی!*). / گزینهٔ (۳): تعیین قلمرو علاوه بر آواز خواندن و یا حمله به سایر جانوران می‌تواند در پرندگان به صورت **اجرای نمایش** نیز باشد.

C ۲۰ ۴ انواع مختلفی از جانوران رفتار قلمروخواهی را انجام می‌دهند، از پستانداران گرفته تا پرندگان دارای این چنین رفتاری هستند! همهٔ جانوران مهره‌دار، توانایی چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت را دارند (*سرزش گیرنده‌ها*).

نکته

چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت نوعی رفتار (*خوگیری*) است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): لزوماً هر جانوری در هر بار غذایابی بیشترین انرژی خالصو دریافت نمی‌کنه! مثلاً طوطی‌ها در برخی مواقع خاک مصرف می‌کنن. / گزینهٔ (۲): بالاتر گفتیم جانوران به محرک‌های بی‌اثری پاسخ نمی‌دن! حالا چطور برای پاسخ به هر محرکی آزمون و خطا کنن؟ / گزینهٔ (۳): لزوماً هر جانوری در انتخاب جفت خودش نقش مؤثری نداره مثلاً طاووس نر، حق انتخاب جفت نداره! همچنین هزینه پرورش زاده‌ها رو هم هر جانوری نمی‌پردازه! (*در برخی جانوران، جنس ماده و در برخی دیگه جنس نر هزینه بیشتری برای پرورش زاده‌ها می‌پردازن.*)

جامع زیست‌شناسی ۱ (دهم)
نسل جدید (در دو جلد)



مؤلف: دکتر اشکان هاشمی

- درس‌نامهٔ کامل و منطبق با کتاب درسی
- استفاده از کدهای هوشمند در بخش‌های مختلف:
  - درس‌نامه‌های درختی برای مرور مطالب
  - تدریس مطالب به صورت موضوعی (QM)
  - توضیح تست‌های نکته‌دار (QT)
  - درس‌نامهٔ کل جانوری از زیست ۱۰، ۱۱ و ۱۲
- تست‌های آموزشی فراوان در هر فصل برای هر گفتار
- آزمونک ۱۰ سؤالی برای جمع‌بندی هر گفتار
- آزمون‌های جمع‌بندی برای هر فصل (تألیفی و کنکوری)
- نکات و تست‌های آموزشی ترکیبی با سایر فصل‌ها
- درس‌نامه‌های درختی در قسمت پاسخ‌های تشریحی
- پاسخ تشریحی همراه با تله‌های تستی (در جلد ۲)

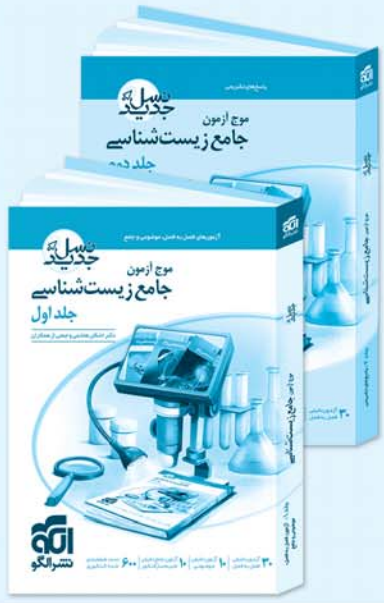
جامع زیست‌شناسی ۲ (یازدهم)
نسل جدید (در دو جلد)



مؤلف: دکتر اشکان هاشمی

- درس‌نامهٔ کامل و منطبق با کتاب درسی
- استفاده از کدهای هوشمند در بخش‌های مختلف:
  - درس‌نامه‌های درختی برای مرور مطالب
  - تدریس مطالب به صورت موضوعی (QM)
  - توضیح تست‌های نکته‌دار (QT)
  - درس‌نامهٔ کل جانوری از زیست ۱۰، ۱۱ و ۱۲ (QJ)
- تست‌های آموزشی فراوان در هر فصل برای هر گفتار
- آزمونک ۱۰ سؤالی برای جمع‌بندی هر گفتار
- آزمون‌های جمع‌بندی برای هر فصل (تألیفی و کنکوری)
- نکات و تست‌های آموزشی ترکیبی با سایر فصل‌ها
- درس‌نامه‌های درختی در قسمت پاسخ‌های تشریحی
- پاسخ‌های تشریحی همراه با تله‌های تستی (در جلد ۲)

موج آزمون جامع زیست‌شناسی
نسل جدید (در دو جلد)



مؤلفان: دکتر اشکان هاشمی و جمعی از همکاران

- ۳۰ آزمون فصل به فصل از زیست‌شناسی ۱۰، ۱۱ و ۱۲
- ۱۰ آزمون موضوعی (گیاهی، جانوری، انسانی، شکل‌ها و ...)
- ۱۰ آزمون تألیفی جامع شبیه‌ساز کنکور (۵۰ سؤالی)
- ۶۰۰ تست طبقه‌بندی شده کنکور سراسری تا آخرین سال
- طرح تست و توضیح کامل از همهٔ شکل‌های کتاب درسی
- درس‌نامه درختی و جامع از زیست ۱۰، ۱۱ و ۱۲ (QR Code)
- پاسخ‌های تشریحی همراه با نکات مهم (در جلد ۲)
- تله‌های تستی در پاسخ‌های تشریحی آزمون‌ها (در جلد ۲)
- در مجموع ۲۴۴۰ تست با پاسخ تشریحی
- کتابی کامل و جامع برای جمع‌بندی مطالب زیست‌شناسی

