گفتار ۱

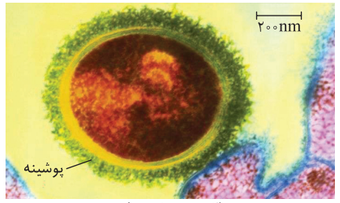
مولکول‌های اطلاعاتی

- هر یک 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.

دانشمندان

گریفیت

- اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایشات این باکتری‌شناس انگلیسی به دست آمد.
- در پی ساخت واکسنی برای 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.



«باکتری پوشینه‌دار»

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 بعد از دو آزمایش اول و دوم** ← پوشینه عامل بیماری 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 مرگ موش‌ها نیست.
- **آزمایش چهارم** ← مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده و فاقد پوشینهٔ زنده را به موش تزریق کرد.
  - نتیجه ← موش مرد و در خون و شش‌های آن، 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.

ایوری

- عوامل مؤثر در انتقال این صفت را حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت کشف کرد.

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.
- هر یک 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، **دِنا** است و پروتئین نمی‌باشد.

- 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.

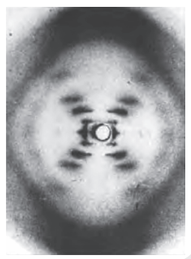
- از نتایج هر سه آزمایش، متوجه شدند که پروتئین، عامل انتقال صفت نیست.
- از نتایج آزمایش دوم و سوم، متوجه شدند که *DNA*، عامل وراثتی و انتقال صفت است.
- در هر سه آزمایش از عصارهٔ باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار به همراه باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه استفاده کردند.

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.

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.
- بیان کردند که هر مولکول دنا از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده که به دور محور فرضی پیچیده شده و ساختار **مارپیچ دورشته‌ای** را ایجاد می‌کند.
- ستون‌های نردبان *DNA* را از فسفات و قند و پله‌های آن را از بازهای آلی نیتروژن‌دار می‌دانستند.

نوکلئیک اسیدها

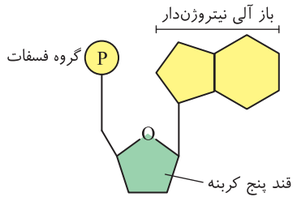
واحد سازنده

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.
- در ساختار ATP منبع رایج انرژی نیز با قند ریبوز وجود دارد.
- در ساختار مولکول‌های حامل الکترون در واکنش‌های سوخت‌وسازی فرایندهای فتوسنتزی و تنفس یاخته‌ای ($NADH$ ، $FADH_2$ و $NADPH$) وجود دارند.

اجزای هر نوکلئوتید

- **قند پنج‌کربنی**
  - در DNA ← دئوکسی ریبوز است.
  - در RNA ← ریبوز است ← یک اتم اکسیژن از دئوکسی ریبوز، بیشتر دارد.
- **باز آلی نیتروژن‌دار**
  - با پیوند اشتراکی به قند متصل است ← هر نوکلئوتید، یک پیوند قند باز دارد.
  - انواع
    - دوحلقه‌ای (*پورین‌ها*)
      - آدنین و گوانین است.
      - یک حلقهٔ پنج‌ضلعی و یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارد.
      - از حلقهٔ کوچک‌تر خود به قند متصل می‌شود.
    - تک‌حلقه‌ای (*پیریمیدین‌ها*)
      - سیتوزین، تیمین و یوراسیل هستند.
      - یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارند.
  - 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.



«دنای دورشته‌ای و رنای تک‌رشته‌ای»

انواع

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. $C \equiv G$, $A = T$
- 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 RNAهای ساخته شده از بخش‌های آن را شناسایی کنیم.

رنا

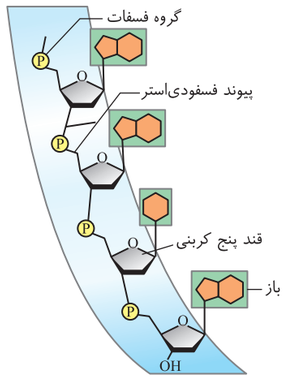
- تک‌رشته‌ای پلی‌نوکلئوتیدی است و از روی **بخشی** از یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود.
- تفاوت نوکلئوتید آن، در نوع باز آلی آن‌هاست.
- انواع و نقش‌های متعدد دارند
  - رنای پیک ($mRNA$): انتقال اطلاعات از DNA به ریبوزوم برای پروتئین‌سازی می‌آورد.
  - رنای ناقل ($tRNA$): انتقال آمینواسیدها به سمت ریبوزوم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

ژن
- بخشی از مولکول **دنا** است که بیان آن می‌تواند به تولید رنا یا پلی‌پپتید بیانجامد.
- این اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند.

پیوندها

هیدروژنی
- بین دو باز آلی A و T ← دو عدد
- بین دو باز آلی C و G ← سه عدد

اشتراکی
- قند فسفات
  - در یک نوکلئوتید ← فسفواستر
  - بین دو نوکلئوتید ← فسفودی‌استر
- بین فسفات‌ها ← پرانرژی است.



«بخشی از رشتهٔ نوکلئیک‌اسید»

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

رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید

خطی
- همیشه دو سر متفاوت از یک فسفات آزاد در یک انتها و یک گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر دارند.
- در هر رشتهٔ DNA هستهٔ یوکاریوت‌ها و هر RNA 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 (پلاسمید) باکتری‌ها و در میتوکندری و کلروپلاست یوکاریوت‌ها مشاهده می‌شوند.
- سر آزاد فسفات یا هیدروکسیل ندارند.
- همواره در آن‌ها ← تعداد نوکلئوتیدها = تعداد پیوند فسفودی‌استر

- هر نوکلئوتیدی که در هر نوع رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید قرار می‌گیرد ← ابتدا پیوند اشتراکی بین فسفات‌های آن می‌شکند ← به صورت یک‌فسفاته در رشته قرار می‌گیرد.

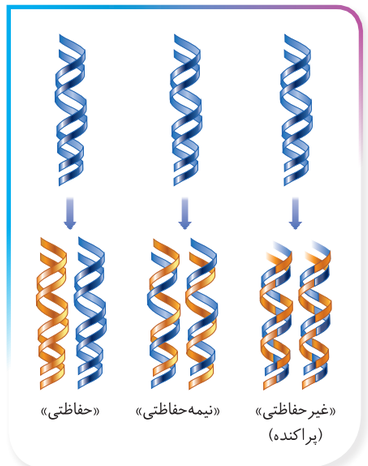
گفتار ۲

همانندسازی DNA

- دنا، به عنوان مادهٔ وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است که هنگام تقسیم یاخته 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 جدید و یک مولکول 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.



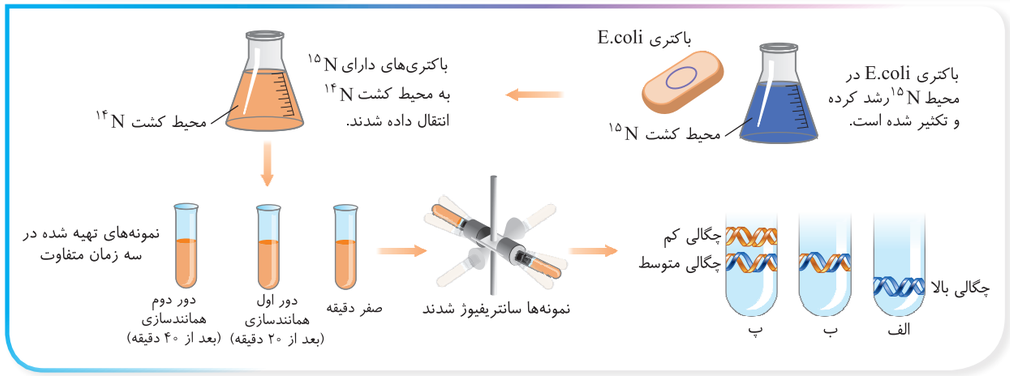
تکات

- 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 صحیح است.
- 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.

تحقیقات مزلسون و استال

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.

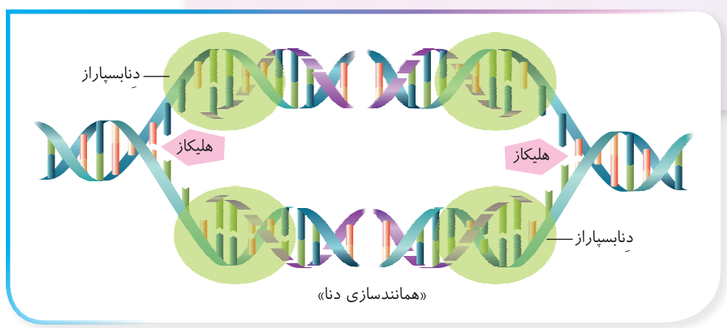


نتایج آزمایش

- 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
    - غیرحفاظتی نمی‌باشد.
    - فقط نوع نیمه‌حفاظتی صحیح است.

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.



«همانندسازی دنا»

مراحل همانندسازی

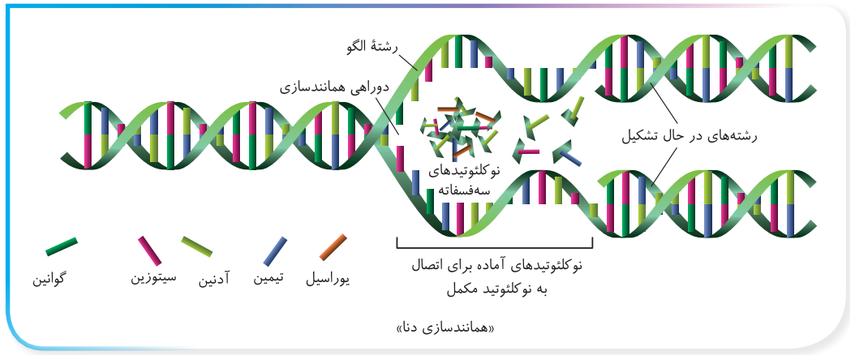
- ۱ قبل از همانندسازی ← با کمک آنزیم‌هایی باید پیچ و تاب دنا باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند (*هیستون مخصوص یوکاریوت‌هاست*).
- ۲ مارپیچ دنا و دو رشتهٔ آن توسط آنزیم هلیکاز از هم باز می‌شود ← این عمل به تدریج صورت می‌گیرد و دو رشته از ابتدا کاملاً از هم جدا نمی‌شوند.
- ۳ انواع 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.

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 این محل همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود که به آن همانندسازی دوجهتی نیز می‌گویند.
- ترتیب اتفاقات در فاصلهٔ بین ساختار *Y*:
  1. شکست پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته و باز شدن دو رشته از دو طرف توسط دو هلیکاز مختلف.
  2. قرارگیری نوکلئوتیدهای مکمل (*بـتم به نوع بز*) روبه‌روی رشتهٔ الگو و ایجاد پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل.
  3. شکسته شدن پیوند اشتراکی پرانرژی بین فسفات‌ها و ایجاد نوکلئوتید یک‌فسفاته جدید.
  4. تشکیل پیوند فسفودی‌استر جدید بین فسفات نوکلئوتید جدید با هیدروکسیل نوکلئوتید قبلی در همان رشته (*توسط رنابـپراز*).
  5. اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید، به نوع باز آلی مکمل آن در رشتهٔ الگو بستگی دارد.



«همانندسازی دنا»

اعمال آنزیم‌ها

هلیکاز

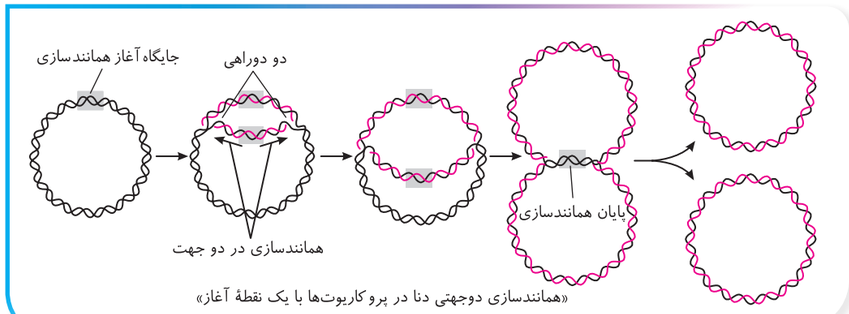
1. شناسایی نقطهٔ شروع همانندسازی به صورت اختصاصی
2. باز کردن مارپیچ دنا
3. باز کردن تدریجی دو رشتهٔ دنا با شکستن پیوند هیدروژنی

دنابسپاراز

1. نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی با دقت زیادی مقابل هم قرار می‌دهد.
2. برقرار کردن پیوند فسفودی‌استر در همانندسازی ← فعالیت بسپارازی (*پلیمرازی*)
3. پس از برقراری **هم** پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.
4. ویرایش ← در صورت وجود نوکلئوتید جدید 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 ایجاد جهش پایدار می‌شود.
   - ضمن این عمل، پیوند هیدروژنی آن‌ها نیز شکسته می‌شود.

همانندسازی در پروکاریوت‌ها

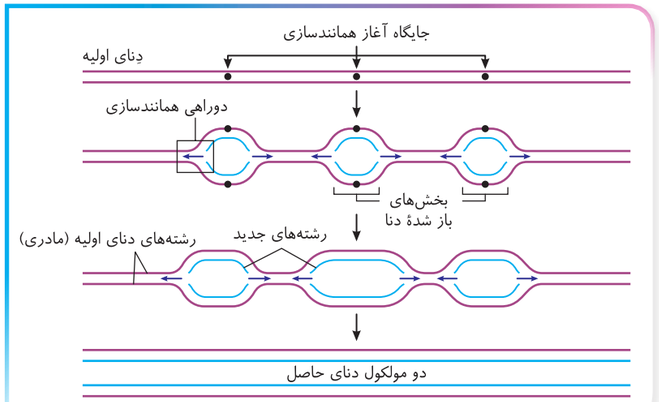
- فام‌تن اصلی آن‌ها به صورت یک مولکول دنای **حلقوی** در سیتوپلاسم و متصل به **غشای** یاخته است.
- علاوه بر دنای اصلی **ممکن** است دنای حلقوی دیگری به نام دیسک (*پلازمید*) داشته باشد ← دنای کمکی به غشا متصل نیست.
- دیسک می‌تواند ویژگی‌های دیگری به باکتری بدهد، مانند افزایش مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک.
- اغلب فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر دنای اصلی و کمکی خود دارند.
- از یک نقطهٔ همانندسازی شروع می‌شود ← دو رشته توسط دو هلیکاز به تدریج از هم باز می‌شوند ← دو دوراهی همانندسازی ایجاد می‌شود.
- در هر دوراهی آن‌ها
  - یک هلیکاز وجود دارد.
  - دو دنابسپاراز وجود دارد.
- همانندسازی آن‌ها همانند یوکاریوت‌ها دوجهته می‌باشد ← در انتها دو دوراهی در مقابل نقطهٔ آغاز به هم می‌رسند ← همانندسازی در روبه‌روی نقطهٔ آغاز، تمام می‌شود
  - دو مولکول *DNA* حلقوی از هم جدا می‌شوند.



«همانندسازی دوجهتی دنا در پروکاریوت‌ها با یک نقطهٔ آغاز»

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 سه‌ماه 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 نیاز دارند.



«همانندسازی در یوکاریوت‌ها»

گفتار ۳

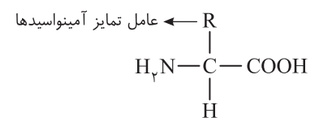
نکات

- 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.

پروتئین‌ها

ساختار آمینواسیدها

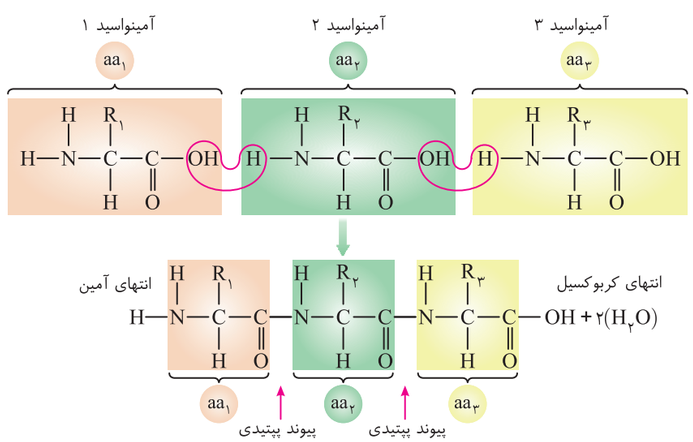
- پروتئین‌ها، بسپارهایی از آمینواسیدها هستند ← واحدهایی متشکل از اتم‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند *(برخی از آن‌ها، عناصر دیگری هم دارند)*.
- نوع، تعداد و ترتیب آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن‌ها را مشخص می‌کند.
- متشکل از
  - یک گروه آمین (NH_2) ← در سمت چپ
  - یک گروه اسیدی کربوکسیل $(COOH)$ ← در سمت راست
  - یک اتم هیدروژن
  - یک گروه R *(از اتم‌های مختلف)*
  - ← همگی به یک اتم کربن مرکزی متصلند.
- گروه R در آمینواسیدهای مختلف، متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به‌فرد هر آمینواسید 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»

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.
- 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 $(-C(=O)NH-)$ 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.



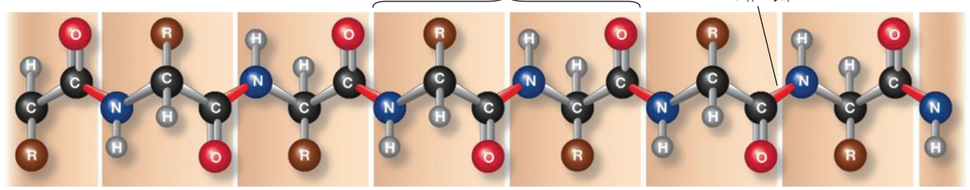
«تشکیل پیوند پپتیدی»

سطوح ساختاری پروتئین‌ها

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

ساختار اول (توالی آمینواسیدها)

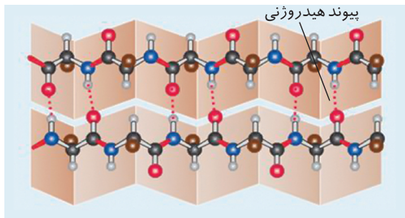
- نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند.
- این ساختار خطی است و با تشکیل پیوند اشتراکی از نوع پپتیدی شکل می‌گیرد.
- تغییر آمینواسید در **هر** جایگاه، موجب تغییر در ساختار اول می‌شود.
- تغییر آمینواسید **ممکن** است فعالیت آن را تغییر دهد.
- عدم محدودیت در توالی آمینواسیدها ← موجب تنوع بسیار زیاد پروتئین‌ها می‌شود.
- همهٔ سطوح دیگر ساختاری پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارد.
- پیوند پپتیدی آن ← بین عوامل کربوکسیل و آمینی دو آمینواسید مجاور صورت می‌گیرد.



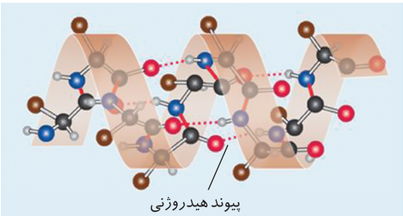
«ساختار اول پروتئین‌ها»

ساختار دوم (الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی)

- بین **بخش‌هایی** از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی ← می‌تواند پیوند هیدروژنی برقرار شود.
- به چند صورت دیده می‌شود. دو نوع معروف آن‌ها
  - ساختار مارپیچ *(در هر رشتهٔ هموگلوبین دیده می‌شود.)*
  - ساختار صفحه‌ای
- همهٔ آمینواسیدها در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت نمی‌کنند.
- پیوند هیدروژنی بین H عامل آمینی (NH) با اکسیژن عامل کربوکسیلی ($\underset{\underset{O}{\|}}{C}$) برخی آمینواسیدها صورت می‌گیرد.
- اولین تاخوردگی مولکول در این ساختار دیده می‌شود.



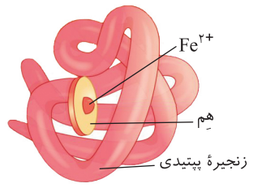
«ساختار صفحه‌ای»



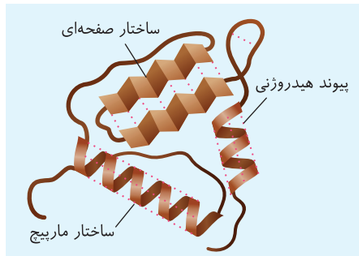
«ساختار مارپیچ»

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.
- 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.
- مثال پروتئین با ساختار سوم: میوگلوبین ← یک گروه غیرآلی هم ← یک آهن ← یک O_2 دارد.



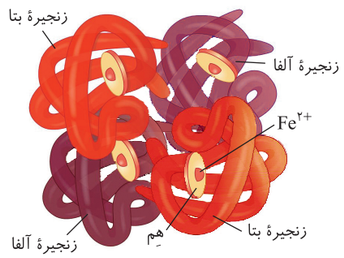
«میوگلوبین با ساختار سوم»



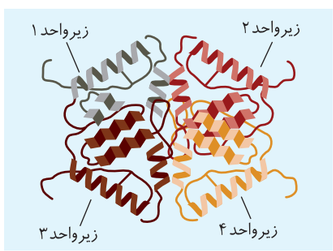
«ساختار سوم پروتئین‌ها»

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.
- هر یک 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 و آهن
  - هر زنجیره ترتیب خاصی از آمینواسیدها ← در ساختار اول دارد.
  - شکل مارپیچی اولیه ← در ساختار دوم دارد.
  - هر زیرواحد تاخورده با شکل خاص کروی سه‌بعدی ← ساختار سوم دارد.
  - قرارگیری چهار زیرواحد کنار هم ← ساختار چهارم را ایجاد می‌کند.



«هموگلوبین با ساختار چهارم»



«ساختار چهارم پروتئین‌ها»

انواع نقش پروتئین‌ها

۱) آنزیمی ← به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند ← 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.

آنزیم‌های پروتئینی

تکات

- 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 انجام‌شدنی 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.

محل تولید در یوکاریوت‌ها

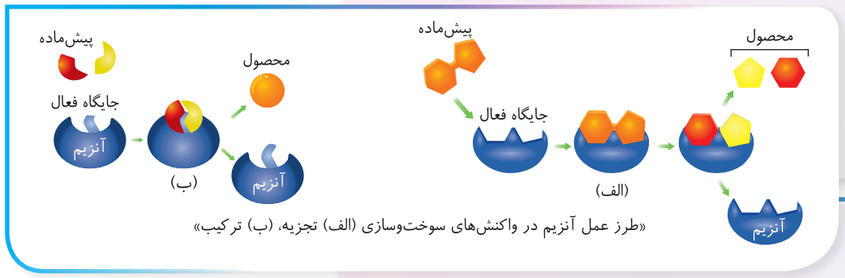
- ریبوزوم آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ← آنزیم‌های هسته، مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، میتوکندری و کلروپلاست را می‌سازد.
- ریبوزوم شبکهٔ آندوپلاسمی ← به دستگاه گلژی می‌رود ← پس از بسته‌بندی
  - آنزیم غشایی می‌شود (*پمپ سدیم - پتاسیم*).
  - اگزوسیتوز می‌شوند ← آنزیم گوارشی
  - آنزیم لیزوزوم و واکوئول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

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 (*فراورده*) ← 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 (*بپرازی*) 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 (*بارها از آن‌ها استفاده می‌شود*)، 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.

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 (*به‌جز آنزیم‌های درون کیسهٔ بیضه که در دمای* $34^\circ C$ *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.

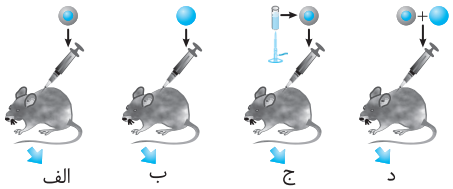
غلظت آنزیم و پیش‌ماده

- مقدار **بسیار کم** آنزیم برای تبدیل مقدار زیادی پیش‌ماده به فراورده در واحد زمان، کافی است.
- افزایش مقدار آنزیم در بدن ← تولید فراورده 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.

آزمون هدیه

تعداد سؤالات : ۲۰ / زمان پیشنهادی : ۲۰ دقیقه

۱ در آزمایش مقابل در مرحلهٔ .....



۱) (الف) همانند مرحلهٔ (ب)، شش همهٔ موش‌ها پر از باکتری است.
۲) (الف) برخلاف مرحلهٔ (د)، شش همهٔ موش‌ها پر از باکتری است.
۳) (ب) برخلاف مرحلهٔ (د)، شش همهٔ موش‌ها فاقد باکتری بیماری‌زا است.
۴) (ج) به دلیل تغییر شکل باکتری‌ها، موش‌ها می‌میرند.

۲ در بین آنزیم‌هایی که ایوری در آخرین آزمایش خود، استفاده کرد، یک نوع آن بود که بسیاری از محققین قبل از وی عقیده داشتند پیش‌مادهٔ آن، عامل تغییر شکل باکتری‌ها بوده است. در بدن انسان انواعی از این آنزیم، می‌تواند .....
۱) در معدهٔ انسان سبب آزاد شدن آمینواسید شود.
۲) به‌طور غیرفعال از خارج لولهٔ گوارش انسان وارد دوازدهه شود.
۳) در رودهٔ انسان به صورت غیرفعال تولید شود.
۴) در رودهٔ بزرگ سبب مرگ عامل سازنده ویتامین B شود.

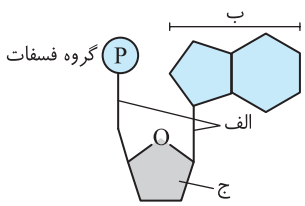
۳ در ساختار هر نوکلئوتید، بخشی که همانند ..... فاقد ..... می‌باشد، قطعاً دارای ..... است.
۱) واحد سازنده لیپاز - نیتروژن - اکسیژن
۲) هر لیپید موجود در صفرا - فسفر - نیتروژن
۳) عامل اسیدی و آمینی واحد سازنده لیپاز - ساختار حلقوی - اکسیژن
۴) نوعی ماده صفراوی - ساختار حلقوی - نیتروژن

۴ کدام‌یک عبارت «در یک مولکول DNA ، نرده‌ها ..... پله‌ها ..... هستند.» را به درستی تکمیل می‌کند؟
۱) همانند - دارای حلقهٔ آلی
۲) برخلاف - دارای مولکول نیتروژن‌دار
۳) برخلاف - فاقد پیوند شیمیایی
۴) همانند - دارای حلقهٔ نیتروژن‌دار

۵ در چند مورد زیر نوکلئوتیدها دخالت دارند؟
الف) شرکت در ساختار بعضی مولکول‌های دارای جایگاه فعال
ب) کمک به ساخت ترکیبات آلی در تنفس یاخته‌ای
ج) دخالت در نقل و انتقال بعضی یون‌ها از عرض غشا
د) انتقال الکترون برای واکنش‌های سوخت‌وسازی
۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۶ در برخی جانداران هیچ‌گاه گروه فسفات و هیدروکسیل قندی آزاد در دو سمت مادهٔ ژنتیکی آن‌ها دیده نمی‌شود، همهٔ این جانداران دارای کدام ویژگی زیر می‌باشند؟
۱) فاقد سیستم‌های نوکلئوزومی و هیستونی می‌باشند.
۲) مجموعه‌ای از DNA هسته‌ای و سیتوپلاسمی دارند.
۳) یک نقطهٔ آغاز همانندسازی دارند.
۴) هر DNA آن‌ها به غشای یاخته متصل می‌باشد.

۷ کدام گزینه در مورد نوکلئوتید مقابل، صحیح می‌باشد؟



۱) قسمت (ب) می‌تواند پیوندی از نوع (الف) را با رشته مقابل برقرار کند.
۲) از متابولیسم بخش‌های (ب) و (ج) می‌توانیم به اوریک‌اسید برسیم.
۳) پیوند قسمت (الف) در ایجاد ساختار دوم نوکلئاز نقش مستقیم دارد.
۴) قسمت (ج) برخلاف (ب) عامل تمایز هر واحد سازنده DNA و RNA می‌باشد.

۸ در همانندسازی با طرح ..... نمی‌توان در نسل اول، ..... مشاهده کرد.
۱) حفاظتی برخلاف نیمه‌حفاظتی - دو رشتهٔ قدیمی و دو رشتهٔ جدید
۲) نیمه‌حفاظتی برخلاف غیرحفاظتی - مولکولی که فقط دو رشته حاوی نوکلئوتید جدید دارد را
۳) غیرحفاظتی همانند نیمه‌حفاظتی - مولکولی دارای هر دو رشتهٔ مادری
۴) حفاظتی همانند غیرحفاظتی - مولکولی با دو رشتهٔ مادری

۹ کدام‌یک عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟
«طی همانندسازی، آنزیم مسئول بررسی هر پیوند فسفودی‌استر، ..... آنزیم تولیدکنندهٔ دوراهی، می‌تواند .....»
۱) برخلاف - در سیتوپلاسم ساخته شود و فعالیت کند.
۲) همانند - در عمل خود پیوندی را شکسته یا تشکیل دهد.
۳) برخلاف - در عمل خود یک پیوند خاص را تشکیل دهد و تجزیه کند.
۴) همانند - در هسته تولید شده و فعالیت کند.

۱۰ در همانندسازی DNA کدام‌یک از موارد زیر جزء وظایف آنزیمی است که با سایر موارد متفاوت می‌باشد؟
۱) جدا کردن دو رشتهٔ DNA با تجزیهٔ پیوند هیدروژنی
۲) اضافه کردن نوکلئوتیدها به رشتهٔ در حال ساخت DNA
۳) جدا کردن نوکلئوتیدهای غلط و تعویض آن‌ها با نوکلئوتیدهای صحیح
۴) حرکت در طول رشتهٔ DNA و قرار دادن نوکلئوتیدهای جدید مقابل الگو

۱۱ **در همانندسازی جاندار عامل بیماری سینه‌پهلو، ..... همانندسازی در آکاسیا .....**
۱) برخلاف - ابتدا باید هیستون‌ها از DNA جدا شوند.
۲) همانند - تعدد نقاط آغاز همانندسازی به نسبت مراحل رشد و نمو جاندار ایجاد می‌شود.
۳) برخلاف - در هر دوراهی همانندسازی دو تا آنزیم پلیمراز وجود دارد.
۴) همانند - همواره تعداد دنابسپارازها از هلیکازها بیشتر می‌باشد.

۱۲ **چند مورد از عبارت‌های زیر دربارهٔ ویژگی گروه R در آمینواسیدهای مختلف صحیح نمی‌باشند؟**
الف) اتصال به عامل آمینی و کربوکسیلی دارد.
ب) عامل تفاوت در انواع آمینواسیدها می‌باشد.
ج) مستقیماً سبب خصوصیات منحصر به فرد هر پروتئین می‌شود.
د) ماهیت شیمیایی آن در نوع عمل هر پروتئین نقش دارد.
۱) ۳ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۴ مورد ۴) ۱ مورد

۱۳ **در ساختار ..... پروتئین‌های تک‌رشته‌ای، برخلاف ساختار .....**
۱) تاخورده و متصل به هم - الگویی از الگوهای پیوندهای هیدروژنی، پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود.
۲) چهارم - تاخورده و متصل به هم، آرایش زیرواحدها رخ می‌دهد.
۳) الگویی از پیوندهای هیدروژنی - تاخورده و متصل به هم، بین گروه‌های R پیوندی تشکیل نمی‌شود.
۴) تاخورده و متصل به هم - الگویی از پیوندهای هیدروژنی، گروه‌های R هر آمینواسیدی سبب تاخوردگی مولکول می‌شود.

۱۴ **کدام‌یک عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در ساختار ..... یک پروتئین، نمی‌توان ..... را مشاهده کرد.»**
۱) دوم - اتصال پیوند ویژه‌ای برای عدم برخورد با آب
۲) تاخورده و متصل به هم - پیوندی مشابه پیوند بین بازهای آلی مکمل در DNA
۳) چهارم - تاخوردگی چند رشتهٔ پلی‌پپتیدی
۴) اول - پیوندی بین گروه R و کربن همان آمینواسید

۱۵ **کدام گزینه در مورد ساخته شدن نوکلئیک‌اسیدها صحیح می‌باشد؟**
۱) در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، گروه هیدروکسیل نوکلئوتید جدید به گروه فسفات نوکلئوتید قدیمی متصل می‌شود.
۲) قبل از شروع همانندسازی دنا، باز شدن پیچ‌وتاب آن و جدا شدن دو رشته دنا از هم، صورت می‌گیرد.
۳) با اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید به رشتهٔ دنا در حال ساخت، ابتدا نوعی پیوند اشتراکی شکسته می‌شود.
۴) آنزیم دنابسپاراز، پس از تشکیل چند پیوند فسفودی‌استری، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.

۱۶ **چند عبارت زیر نادرست می‌باشد؟**
الف) هر مولکول حامل الکترون در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای، نوکلئوتیددار می‌باشد.
ب) دناهای غیر متصل به غشا پروکاریوت‌ها، همگی سبب افزایش مقاومت باکتری در برابر برخی پادزیست‌ها می‌شود.
ج) تعداد دوراهی‌های همانندسازی دوران جنینی انسان، از شروع سه ماهه دوم به بعد کاهش می‌یابد.
د) مجموعهٔ نیروها و پیوندهای هیدروژنی، پپتیدی و یونی تشکیل شده در ساختار سوم، سبب ثبات نسبی میوگلوبین می‌شود.
۱) ۱مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۷ **در مورد نقش و فعالیت متنوع‌ترین مولکول‌های زیستی از نظر ساختار و عملکرد، کدام گزینه صحیح می‌باشد؟**
۱) تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می‌تواند باعث تغییر شکل و فعالیت آنزیم شود.
۲) سیانید و ارسنیک با قرارگرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع اتصال کوآنزیم به آنزیم می‌شوند.
۳) آمیلاز و لیپاز لوزالمعده برخلاف آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای در خارج یاخته تولید می‌شوند.
۴) پمپ سدیم پتاسیم، فعالیت کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را در سمت کربوهیدرات‌های غشای یاخته انجام می‌دهند.

۱۸ **نوعی پروتئین در انسان وجود دارد که در هر گروه هم آن آهن و اکسیژن دیده می‌شود. کدام گزینهٔ زیر در مورد ساختار این پروتئین صحیح می‌باشد؟**
۱) اولین پروتئینی بود که ساختار سه‌بعدی آن و جایگاه هر اتم آن به کمک پرتوهای ایکس شناسایی شد.
۲) پیوندهای ایجادکنندهٔ ساختار اول و دوم آن توسط گروه‌های آمینی و کربوکسیلی صورت می‌گیرد.
۳) در ساختار سوم آن‌ها، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها سبب شکل نهایی آن می‌شود.
۴) آرایش هر زیرواحد آن به کمک گروه‌های R آمینواسیدهای آب‌گریز، سبب ایجاد ساختار چهارم آن می‌شود.

۱۹ **چند مورد عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در هر آزمایشی از ایوری که .....»**
الف) پروتئین‌ها را تخریب کردند، به نوع ماده عامل انتقال صفات وراثتی دست یافتند.
ب) اولین‌بار فهمیدند نوع ماده وراثتی چیست، از چهار نوع آنزیم هیدرولیزکننده استفاده کردند.
ج) متوجه شدند پروتئین عامل وراثتی نیست، فهمیدند که دنا عامل وراثتی می‌باشد.
د) هر مادهٔ آلی را به تنهایی به باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند، از گریزانه با سرعت بالا استفاده کرده بود.
۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۲۰ چند عبارت زیر صحیح می‌باشد؟

الف) هر یاختهٔ زنده‌ای که فاقد غشای هسته باشد، دنایی در اتصال با غشای یاخته دارد.

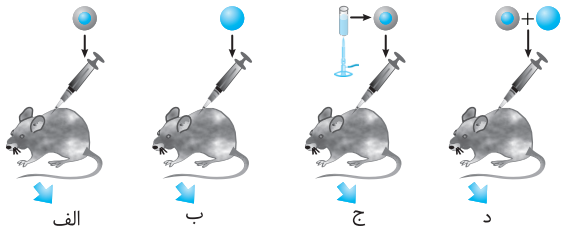
ب) هر یاختهٔ فتوسنتزکننده‌ای، واجد دنایی بدون دو سر آزاد فسفات و گروه هیدروکسیل می‌باشد.

ج) هر یاخته یوکاریوتی فعالی که دنای حلقوی دارد، نمی‌تواند در خارج از محل این DNA، هم‌زمان به تولید رنا و پروتئین بپردازد.

د) هر یاختهٔ تولیدکنندهٔ مواد آلی از مواد معدنی، توسط نوعی پروتئین به فتوسنتز می پردازد.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

پاسخ آزمون هدیه



A 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)).

B 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 پوششی 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 باعث مرگ باکتری‌ها نمی‌شوند.

B ۳ ۳ یک نوکلئوتید از سه بخش قند حلقوی پنتوز، 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 باز آلی آدنین) وجود دارد ولی **نیتروژن** فقط در بخش **باز آلی** 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 چربی و سر فسفات‌دار دارد (نادرستی گزینهٔ (۲)). در آخر نیز توجه داشته باشید که گروه فسفات در ساختار نوکلئوتیدها، فاقد بخش حلقوی و اتم نیتروژن می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

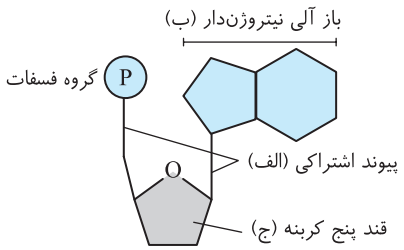
A ۴ ۱ در مولکول DNA، نرده‌ها از قند حلقوی ۵ کربنه (فاقد نیتروژن) و گروه فسفات با پیوند اشتراکی فسفودی‌استر به وجود آمده‌اند ولی پله‌ها بازهای آلی نیتروژن‌دار هستند که روبه‌روی پورین دوحلقه‌ای همواره پیریمیدین تک‌حلقه‌ای قرار می‌گیرد. (در دنا، هم نرده‌ها و هم پله‌ها، حاوی حلقهٔ آلی می‌باشند.)

B ۵ ۳ فقط مورد (ب) نادرست است.

تله‌های تستی الف) درست است. در ساختار بعضی مولکول‌ها مثل برخی RNAهای آنزیمی، نوکلئوتیدها وجود دارند. (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 ATP نوکلئوتیدی کار می‌کنند. / 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 باشد، یک نقطهٔ شروع همانندسازی دارد (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 پنتوز می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید، قند ریبوز و دئوکسی‌ریبوز عامل اصلی تمایز نوکلئوتیدهای RNA و DNA می‌باشد. (حتماً 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 (و 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.

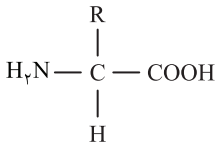
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در همانندسازی حفاظتی و نیمه‌حفاظتی، دو مولکول حاصل در نسل دوم، مجموعاً دارای ۴ رشته می‌باشند که ۲ تای آن مادری و ۲ تای دیگر جدید هستند. / گزینهٔ (۲): در نوع غیرحفاظتی هر دو رشتهٔ هر مولکول، دارای نوکلئوتید جدید و قدیمی می‌باشد ولی در نوع نیمه‌حفاظتی در نسل اول هر دو مولکول حاصل دارای یک رشتهٔ قدیمی و یک رشتهٔ جدید می‌باشد. / 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 (مسئول بررسی هر فسفودی‌استر)، هلیکاز (مسئول 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 (الگویی 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 با اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید، 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 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 **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 جنین 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 می‌شود (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 صورت می‌گیرد. / 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 (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 چه باکتری باشد و در دنای اصلی و چه در کلروپلاست یوکاریوت، 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 رنابسپاراز، 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.