فصل ۶

پاسخ‌های تشریحی

از انرژی به ماده

فصل ششم
از انرژی به ماده
پاسخ‌های تشریحی

(A) ۱ (۱) **فتوسنتز** فرایندی اسـت که میزان آن در گیاهان و سـایر 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: البتـه در مـورد مصـرف H_2S بـه عنـوان منبـع الکتـرون در گفتـار ۳ صحبـت مفصـل می‌کنیـم ولـی چـون در متـن سـؤال از اکسـیژن تولیـد صحبـت کـرده اسـت، پـس 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 خورشـید در پیوندهای آن ذخیره می‌شـود. 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 ۱

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 (سبزینه و کاروتنوئید)	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

(B) ۲ (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).

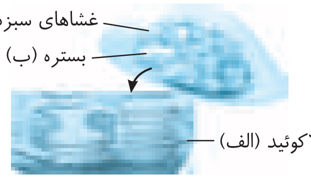
تله‌های تستی الف) تولید ATP نوری در سبزدیسه و ATP اکسایشی در راکیزه ولی مقداری نیز ATP در سطح پیش‌ماده در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ایجاد می‌شود. / ج) درون سبزدیسـهٔ این یاخته‌ها، سـاختارهای غشـایی و کیسـه‌مانندی به نام تیلاکوئید در اتصال با هم وجود دارد. / د) پلاسمودسم منافذی حاوی مایع سیتوپلاسمی در دیوارهٔ بین دو یاختهٔ زنده می‌باشد (در هر صورت پلاسمودسم، بدون مایع سیتوپلاسمی مفهومی ندارد).

(C) ۳ (۱) موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

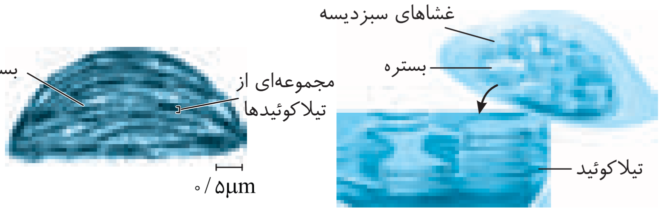
وقتی از جانداران تولیدکنندهٔ مواد آلی از مواد معدنی صحبت می‌شود، منظور، هم فتوسنتزکننده‌ها و هم شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرسـت اسـت. باکتری‌های شیمیوسنتزکننده در اعماق اقیانوس‌ها یا اطراف دهانهٔ آتشفشـان‌های 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) نادرسـت اسـت. در باکتری‌های شیمیوسـنتزکننده، منبع انرژی و الکترون می‌تواند نوعی مادهٔ معدنی یکسـان 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.

(B) ۴ (۴) بسـترهٔ سبزدیسـه و راکیزه حـاوی DNA حلقوی، رناتن مخصوص، دنابسـپاراز، رنابسـپاراز و هلیکاز می‌باشـد. قسـمت (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 قند) برای انتقال از بستره به مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم که محل واکنش‌های قندکافت می‌باشد باید از دو غشـای صاف سبزدیسـه عبور کند. هر غشا نیز دو لایهٔ فسـفولیپیدی دارد که مجموعاً ۴ لایهٔ فسـفولیپیدی می‌شود.



C ۵ 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 ۲

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.
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 (سامانهٔ 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.

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، چین خوردگی ندارد.

B ۶ 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

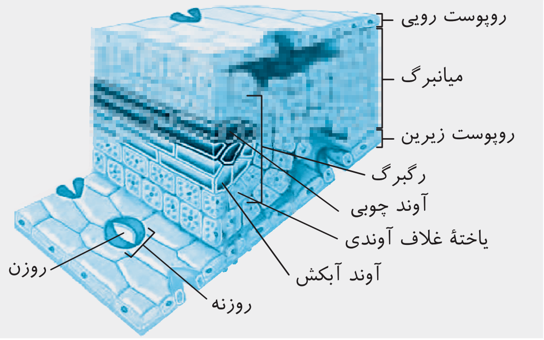
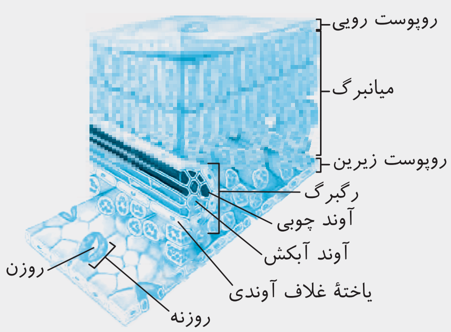
کامبیوم، ساختاری از بافت مریستمی است که در **ریشهٔ ساقهٔ دولپه‌ای‌ها** دیده می‌شود **ولی در برگ‌ها بین روپوست و دستجات آوندی را میانبرگ پر کرده است.**

ساختار برگ نهاندانگان

ایستگاه ۳

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.

ایستگاه ۳

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.

C ۷ — 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 ۸ — ۲ همهٔ موارد عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

دو اندامک راکیزه و سبزدیسه به ترتیب در غشای درونی چین خورده 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 ۹ — 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.

A ۱۰ — ۱ فقط مورد (الف) مشترک نیست. DNA خطی که دارای سرهای آزاد فسفات‌دار و OHدار 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 دو غشایی می‌باشند وجود دارد.

C ۱۱ — 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)).

B ۱۲ (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.

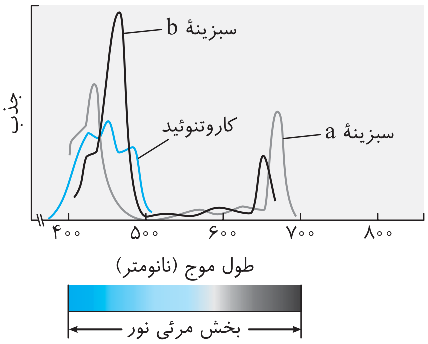
B ۱۳ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. در بین دو روپوست برگ گیاهان دولپه‌ای لوبیا، یاخته‌های پارانشیم نرده‌ای، اسفنجی، غلاف آوندی و بافت‌های آوندی چوبی و آبکش وجود دارد. در بین این یاخته‌ها، بافت آوند چوبی و اسکلرانشیم‌ها دارای یاخته‌های مرده بدون هسته می‌باشند که همگی همانند فیبرها در رگبرگ قرار دارند.

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 ۱۴ (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).

C ۱۵ (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 واکوئل‌ها 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 بافت مردگی 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.

ایستگاه ۴

رنگیزه‌های فتوسنتزی یوکاریوت‌ها

نوع رنگیزه	محل	ماکزیمم طول موج‌های جذب نور خورشید	بیشترین رنگ‌های جذب کننده	کمترین رنگ‌های جذب کننده
سبزینه a	آنتن و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها	۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر 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 P۷۰۰ یا P۶۸۰، نوعی سبزینهٔ a می‌باشد که فقط در مرکز واکنش وجود دارد.

C ۱۶ (۳) منظور سؤال **روپوست و روزنهٔ هوایی** گیاهان می‌باشد که وظیفهٔ وارد کردن $CO_۲$ برای فتوسنتز و خارج کردن $O_۲$ 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.

A ۱۷ 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 استیل کوآنزیم 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 ۱۸ ۳ اولاً چـون در صـورت سـؤال عنوان کرده جانـداری که حاوی یاخته‌هایی می‌باشـد، پس این جاندار پریاخته‌ای می‌باشـد. در پریاخته‌ای‌هـا، 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 گزینـهٔ (۱): تولیـد مـواد آلـی از مواد معدنی ویـژه جانداران پریاخته‌ای فتوسنتزکننده‌ای مثل گیاهان و برخی آغازیان می‌باشـد. / گزینـهٔ (۲): فقط در یاخته‌های فتوسـنتزکننده از جانداران یوکاریوتی می‌توان در هسـته، راکیزه و سبزدیسـه، آنزیم‌های هلیکاز، دنابسـپاراز و رنابسپاراز مشـاهده کرد (بیش از دو نوع اندامک). / گزینهٔ (۴): یوکاریوت‌ها دارای توالی افزاینده و سه نوع رنابسپاراز می‌باشند.

C ۱۹ 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 غشـا و ۶ لایـهٔ فسـفولیپیدی). / گزینهٔ (۲): درسـت اسـت. O_2 از یـک غشـای تیلاکوئیـد، دو غشـای سبزدیسـه، غشـای یاخته خودی، غشـای یاختـهٔ مجاور و دو غشـای راکیزه باید عبور کند که کلاً از ۷ غشـا و ۱۴ لایهٔ فسـفولیپیدی عبور می‌کند. / گزینهٔ (۳): درست است. O_2 از یک غشای تیلاکوئید، دو غشای سبزدیسه و یک غشای واکوئل، 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 ۲۰ ۱ فقط مورد (الف) در سـبزینه دیده نمی‌شـود. در برگ گوجه‌فرنگی، بیشـترین 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) سـبزینه‌ها به همراه کاروتنوئیدها در آنتن‌های گیرندهٔ نوری فتوسیسـتمی 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 ۵

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 P۶۸۰ در فتوسیستم ۲ دارد. ◄ سبزینه a از نوع P۷۰۰ در فتوسیستم ۱ دارد.

نکته

در غشـای تیلاکوئیدها، بین فتوسیسـتم‌ها، 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 ۲۱ 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 فتوسیسـتم‌ها، حاوی یک نوع سـبزینه a از نوع P۶۸۰ یا P۷۰۰ می‌باشد. / ج) نادرست اسـت. P۶۸۰ نام دیگر سبزینه a می‌باشـد که به همراه بستری پروتئینی سـبب ایجاد فتوسیسـتم ۲ شـده‌اند (در حقیقت P۶۸۰ یا P۷۰۰ نام دیگر سـبزینهٔ a موجود در فتوسیستم می‌باشـد 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.

B ۲۲ 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 واکوئل 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 (پسین) دلیل غیرزنده بودن یاخته نیست (مثل آوند آبکش و برخی پارانشیم‌ها) ولی اگر دیوارهٔ دوم آن‌ها چوبی شود، آن موقع آن یاخته در معرض مرگ قرار می‌گیرد (نادرستی د).

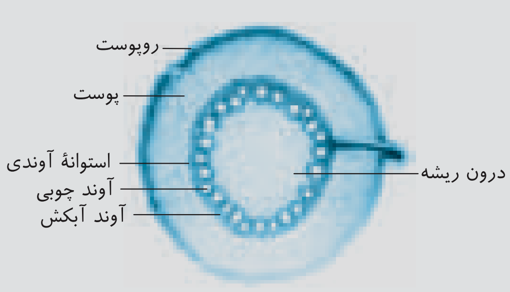
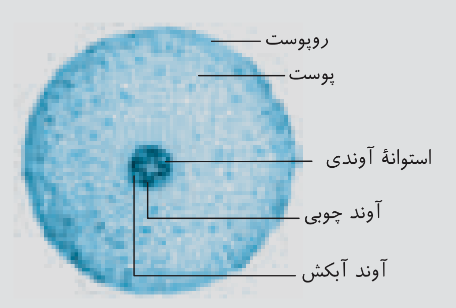
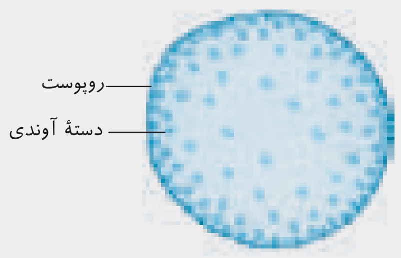
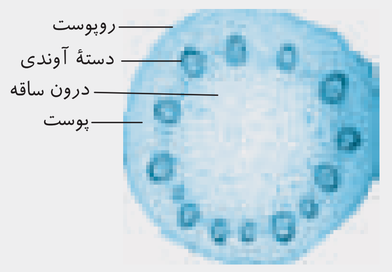
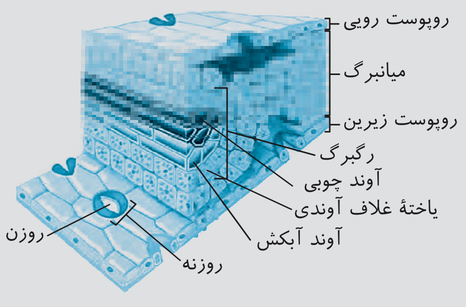
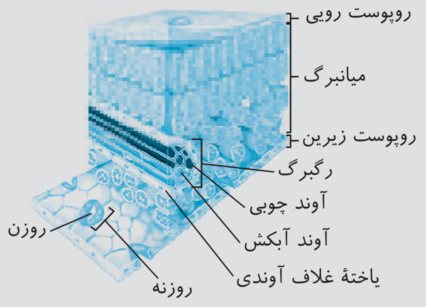
B ۲۳ ۲ منظور این سؤال روپوست بالایی در نهاندانگان تک‌لپه یا دولپه می‌باشد که روزنه و یاختهٔ نگهبان کمی دارد. این روپوست، در گیاهان دولپه‌ای که دمبرگ دارند، در مجاور چند لایه یاختهٔ پارانشیمی نرده‌ای به هم فشرده قرار دارد.

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 ۲۴ ۲ هیچ دو شکلی در یک قسمت مربوط به یک نوع گیاه نمی‌تواند باشد.

ایستگاه ۶

مقایسه‌ای زیبا از شکل اندام‌های رویشی برگ، ریشه و ساقه در گیاهان دولپه‌ای و تک‌لپه‌ای

گیاه نهاندانه	تک‌لپه‌ای‌ها (غلات) گندم - جو - ذرت	دولپه‌ای‌ها (حبوبات) لوبیا - نخود - عدس
ریشه		
ساقه		
برگ		

C ۲۵ 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 ATPساز قرار گرفته در غشای داخلی چین خورده 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 ۲۶ 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.

B ۲۷ 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.

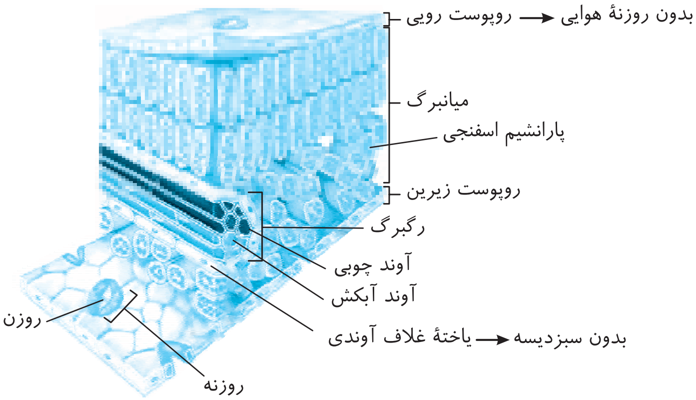
C ۲۸ ۱ موارد اول، دوم، چهارم و پنجم صحیح می‌باشند.

برحسب متن کتاب، پهنک برگ شامل سه قسمت روپوست (رویی و زیرین)، میانبرگ (پارانشیم 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.)

عبارت اول: 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. / عبارت دوم: 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. / عبارت سوم: 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). / عبارت چهارم: درست است. غلاف آوندی در رگبرگ دولپه‌ای‌ها فاقد سبزدیسه می‌باشد. / عبارت پنجم: درست است. در بین بافت آوند آبکش گیاهان، یاخته‌های پارانشیمی و فیبر اسکلرانشیمی وجود دارد. / عبارت ششم: 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.



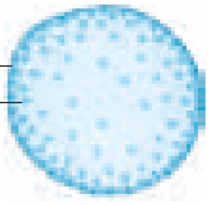
B ۲۹ ۴

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 می‌باشد).**

◀ 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.



ساقهٔ تک‌لپه ← پوست در برش عرضی آن نامشخص است.

A ۳۰ 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 ۳۱ ۱ فقط مورد (د) صحیح است. فرمول کلی فتوسنتز گیاهان به صورت $CO_۲+H_۲O \rightarrow C_۶H_{۱۲}O_۶+O_۲$ 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. $CO_۲$ 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 ۳۲ 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 (قطری) باشند.

C ۳۳ ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

رنگیزه‌های گیاهان در واکوئول و پلاست‌ها (دیسه‌ها) 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 واکوئولی (آنتوسیانین‌ها) خاصیت پاداکسنده‌ای 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 پلاست‌ها (دیسه‌ها) برای ذخیرهٔ مواد کارایی دارند (به علاوه در واکوئل هم کاروتنوئید وجود ندارد).

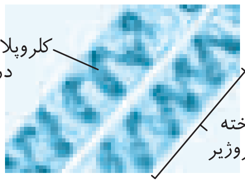
B ۳۴ ۲ در فتوسیستم‌ها، مرکز واکنش حاوی مولکول‌های سبزینه a (P۶۸۰ یا P۷۰۰) می‌باشد که در بستری پروتئینی قرار گرفته‌اند. در بخش آنتن‌های فتوسیستمی، انواع مختلف کاروتنوئیدها و سبزینه‌ها به همراه انواع پروتئین‌ها وجود دارند که انرژی نور را جذب می‌کنند (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۱)).

◀ 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 P۶۸۰ یا P۷۰۰ دارد، باید برای خروج الکترون خود از همهٔ رنگیزه‌های آنتن‌های خود انرژی بگیرد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

C ۳۵ 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 باشه!) (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).

B ۳۶ 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.

A ۳۷ 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 ۳۸ 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 واکوئل 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 ۳۹ 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 (ذرت) وجود دارد ولی ذرت تک‌لپه است و فاقد یاخته‌های نرده‌ای به هم فشرده می‌باشد.

C ۴۰ 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.

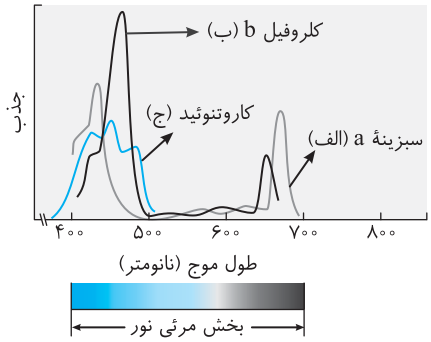
تله‌های تستی الف) نادرست است. میتوکندری، در بین دو غشای خود، دنا، رنا و رناتن ندارد و همان‌طور که در فصل قبل یاد گرفتید، مولکول‌های انتقال الکترون در غشای درونی آن قرار دارد. / ب) نادرست است. در کلروپلاست، درون داخلی‌ترین غشا، فضای تیلاکوئید قرار دارد که فاقد دنا، رنا، ترجمه و رناتن می‌باشد. / ج) نادرست 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.

A ۴۱ 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 ۴۲ 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، قلهٔ جذب نور از قلهٔ بین طول موج‌های ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بالاتر است).

۴۳ (A) **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

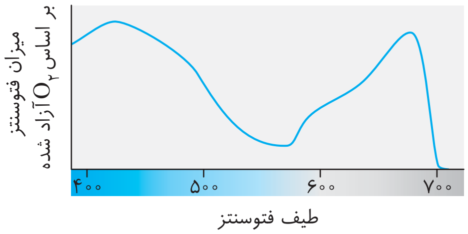
۴۴ (B) **۳** موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. منظور از P۶۸۰ و P۷۰۰ همان سبزینه a موجود در فتوسیستم ۲ و ۱ می‌باشد که به همراه رنگیزه‌های دیگر و انواع پروتئین، فتوسیستم را می‌سازند. این نوع رنگیزه، در نور قرمز و بنفش بیشترین جذب نور و در سبز و زرد کمترین جذب را دارد.

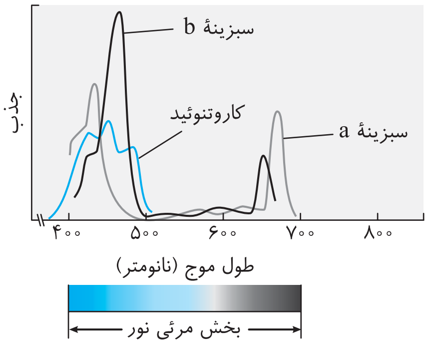
◄ در مورد علت نادرستی عبارت (ج) دقت کنید که P۷۰۰ یا P۶۸۰، **حداکثر** توانایی جذب آن‌ها در طول موج ۷۰۰ یا ۶۸۰ نانومتر است! (نه فقط در آن طول موج).

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.»

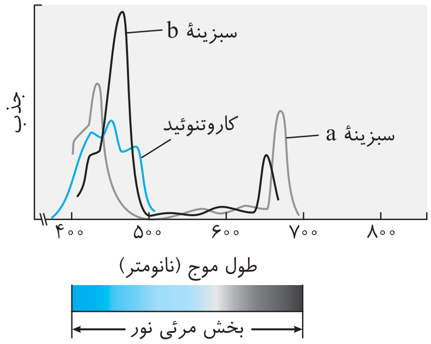
۴۵ (C) **۳** طول موج‌های نور مرئی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌باشد که در یک سر طیف نور بنفش و در سمت دیگر نور قرمز با طول موج بالا (۷۰۰) و انرژی کمتر وجود دارد. بیشترین قدرت جذب هر نوع رنگیزه سبزینه a، b و کاروتنوئیدها در سمت طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر صورت می‌گیرد و تولید O_2 در این میانه بیشتر از سایر طول موج‌ها می‌باشد و کمترین مقدار فتوسنتز و O_2 تولیدی نیز در بین طول موج‌های ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر می‌باشد. (در شکل زیر می‌توانید میزان فتوسنتز زیاد 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.

۴۶ (C) **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 P۶۸۰ یا P۷۰۰ به اندازه سبزینه a اول نمودار نمی‌باشد.) / گزینهٔ (۲): کانال‌های پروتئینی 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).

۴۷ (B) **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.

۴۸ (B) **۲** کاروتنوئیدها (رنگیزهٔ برگ‌های پاییزی) همانند رنگیزه‌های واکوئول‌ها (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 واکوئول‌های یاخته‌های آن می‌باشد.

پاسخ آزمونک ۱

B 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.

تله‌های‌تستی 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 ۲ (۱) 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 $P700$ ولی در فتوسیستم ۲ دارای $P680$ می‌باشد.

تله‌های‌تستی 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) $P700$ و $P680$ 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 ۵ (۳) فقط عبارت (ب) نادرست می‌باشد.

تله‌های‌تستی 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 با رنابسپاراز 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 ۶ (۴) 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 ۷ (۲) منظور از سامانه‌های تبدیل انرژی، همان فتوسیستم‌ها می‌باشد.

تله‌های‌تستی 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 $P700$ تا $P680$ 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 ۸ (۳) 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.

تله‌های‌تستی 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 ۹ (۱) آنتوسیانین‌های واکوئولی و کاروتنوئیدها خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند که در اندامک‌های آن‌ها پروتئین نیز به صورت ذخیره یا فعال وجود دارد.

تله‌های‌تستی 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 پاداکسندگی دارند). / گزینهٔ (۴): نادرست است. در مورد سبزینه‌ها نادرست است.

B ۱۰ (۴) 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).

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$: فرمول فتوسنتز در گیاهان

گاز O_2 در واکنش‌های تنفس هوازی سایر جانداران نقش آخرین پذیرندهٔ الکترون و پروتون را دارد.

تله‌های‌تستی 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 ۴۹ 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 استیل کوآنزیم A مربوط به تنفس هوازی در بستره راکیزه است.

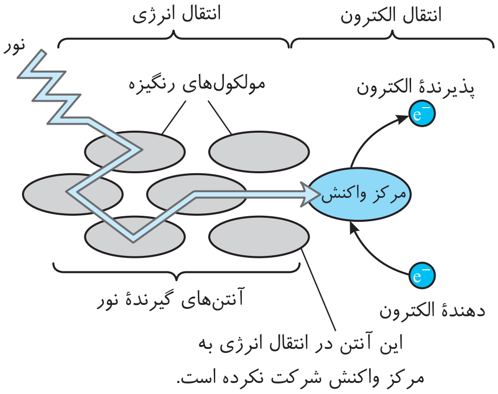
نکته

پیرایش mRNA و فعالیت انواع مختلف رنابسپاراز در هسته که اندامک دو غشایی است، صورت می‌گیرد.

C ۵۰ 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 چین خورده 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.**

B ۵۱ ۴ 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 P۶۸۰ یا P۷۰۰ 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.

A ۵۲ ۳ مراکز واکنش فتوسیستمی، الکترون‌های جایگزین خود را در فتوسیستم ۲ از آب و در فتوسیستم ۱ از P۶۸۰ 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.

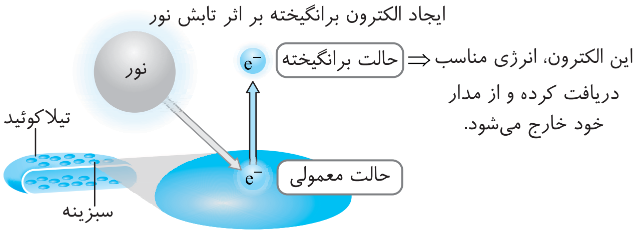
C ۵۳ ۱ موارد (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

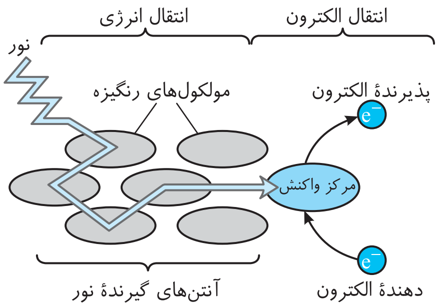
تله‌های تستی الف) درست است. در مرحلهٔ نوری، O_2، ATP و NADPH تولید می‌شود که تولید ATP در راکیزه‌ها نیز که دنا دارند، رخ می‌دهد. / ب) نادرست است. در بین فتوسنتزکنندگان غیرگیاهی، جلبک‌ها نیز یوکاریوت تولیدکننده هستند که همانند گیاهان حاوی سبزدیسه برای فتوسنتز می‌باشند (به سبزدیسه و سبزینه داشتن جلبک‌ها 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 ۵۴ ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

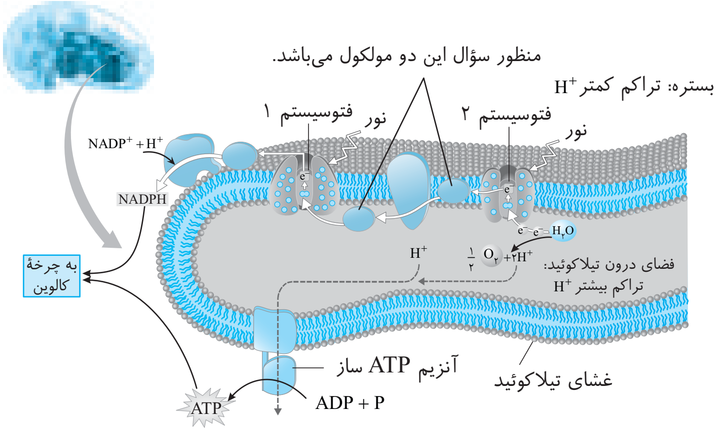
تله‌های تستی الف) نادرست است. اسپیروژیر جلبکی سبز پریاخته‌ای رشته‌ای می‌باشد که **سبزدیسه** یا کلروپلاست آن نواری دراز می‌باشد **نه سبزینه آن!** «امان از بی‌دقتی!» / ب) نادرست است. هر الکترون موجود در رنگیزه‌های فتوسنتزی، اگر به **اندازهٔ کافی** انرژی کسب کنند، به صورت برانگیخته درمی‌آیند و از مدار خود خارج می‌شوند (دقت داشته باشید که هر طول موجی 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 (پروتئینی) 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 ۵۵ — 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 ۷

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 P۶۸۰ را در عرض غشا گرفته و به پمپ H^+ منتقل می‌کند.	بین فتوسیستم ۲ و پمپ H^+ می‌باشد.
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 P۷۰۰	از فضای تیلاکوئید الکترون گرفته و از همین راه به P۷۰۰ 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 زنجیره 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 P۷۰۰ 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.

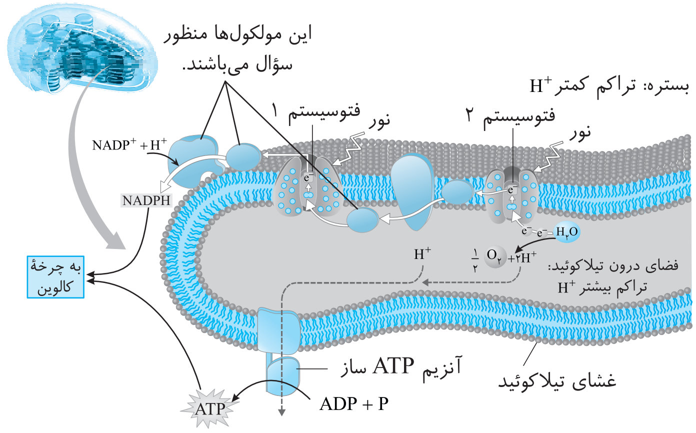
A ۵۶ — ۱ فقط مورد (ب) نادرست است. ماده اصلی دهندهٔ الکترون و پروتون در فتوسنتز گیاهان، **آب** می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. الکترون‌های آب در بسترهٔ سبزدیسه در نهایت به CO_2 می‌رسند تا قند تولید شود. / ب) نادرست است. آب، الکترون‌های خود را مستقیماً به P۶۸۰ در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌دهد. / ج و د) درست است. تجزیهٔ آب در فضای تیلاکوئید و توسط فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.

$$(H_2O \xrightarrow{\text{نور و آنزیم}} 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-)$$

(B) ۵۷ — ۱ 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 P۷۰۰ شده و عدد اکسایش آن را کاهش می‌دهد و دیگری که پس از فتوسیستم ۱ می‌باشد با الکترون‌گیری از آن سبب اکسایش P۷۰۰ 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.



(C) ۵۸ — ۴

نکته
۱ 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.
۲ 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 P۷۰۰ از طریق سه ناقل الکترونی، از P۶۸۰ 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 P۶۸۰ را از تجزیه **آب (مادهٔ معدنی)** جایگزین می‌کند و کاهش می‌یابد. لازم به توجه است که آب جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.

(C) ۵۹ — ۳ 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 P۷۰۰ 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.

(C) ۶۰ — ۲ 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، $O_۲$ از یاخته و اندامک خارج می‌شود، الکترون‌ها به P۶۸۰ 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. $O_۲$ 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 P۶۸۰ در غشای تیلاکوئید منتقل می‌شوند و **هیچ‌گاه** مستقیماً وارد P۷۰۰ در فتوسیستم ۱ نمی‌شوند. / د) درست است.

نکته
$O_۲$ 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 $O_۲$ باعث عدم انجام زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه می‌شود.)

(C) ۶۱ — ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح می‌باشند.
منظور این سؤال **پمپ پروتونی** می‌باشد که هم در زنجیرهٔ الکترونی اول، الکترون‌های P۶۸۰ را به سمت P۷۰۰ 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) ۶۲ — ۴ منظور این تست، کانال پروتونی ATPساز بوده که هم بدون صرف انرژی و با مکانیسم انتشار تسهیل شده، 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.

(B) ۶۳ — ۳ ورود پروتون (H^+) به درون تیلاکوئیدها با انتقال فعال و خروج آن به صورت انتشار تسهیل شده می‌باشد. از طرفی جذب آهن و کلسیم در رودهٔ باریک به صورت انتقال فعال بوده ولی خروج K^+ از غشای نورون‌ها به صورت انتشار تسهیل شده 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 بسترهٔ راکیزه و انتقال H^+ به فضای بین دو غشای راکیزه، هر دو با انتقال فعال صورت می‌گیرند. / گزینهٔ (۴): خروج اوره با انتشار ولی جذب کلسیم و آهن در روده با انتقال فعال صورت می‌گیرد.

B ۶۴ - 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 معدنی است و باز آلی ندارد.) / گزینهٔ (۳): نادرست است. $NADP^+$ آخرین ماده‌ای است که در واکنش‌های نوری، H^+ می‌گیرد و چون دی‌نوکلئوتید است دو عدد قند پنتوز (پنج کربنی) دارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در فتوسیستم ۱، کمبود الکترونی رنگیزه P۷۰۰ از الکترون‌های فتوسیستم ۲ یا از P۶۸۰ دریافت می‌شود و چون سبزینه a، گیرندهٔ الکترون است، قدرت جذب نور را نیز مانند هر رنگیزه‌ای دارد.

A ۶۵ - ۲ زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید، خود حاوی دو زنجیره 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

ایستگاه ۸

$$6CO_2+6H_2O \xrightarrow[\text{رنگیزه}]{\text{نور}} C_6H_{12}O_6+6O_2$$: واکنش کلی فتوسنتز (به غیر از باکتری‌های گوگردی)

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_2 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 مرحله 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_2 می‌باشد یعنی هم در حضور و هم در نبود CO_2 رخ می‌دهد که واکنش‌های آن به صورت زیر است:

$$H_2O \xrightarrow[\text{نور(فتوسیستم ۲)}]{\text{فضای تیلاکوئید}} 2e^-+2H^++\frac{1}{2}O_2\uparrow$$: واکنش بخش اول

$$ADP+P+NADP^++2e^-+2H^+ \rightarrow ATP+NADPH, H^+$$: واکنش بخش دوم

$$H_2O+ADP+P+NADP^+ \rightarrow ATP+NADPH, H^++\frac{1}{2}O_2\uparrow$$: خلاصهٔ واکنش نوری

نکته: در باکتری‌های فتوسنتزکننده گوگردی، به جای آب از مواد گوگردی مثل H_2S 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_2 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 3n مولکول ATP و 2n مولکول NADPH و 4n الکترون پروتون مصرف شود.

$$nCO_2+3nATP+2nNADPH \xrightarrow{\text{بستره}} C_nH_{2n}O_n+3nADP+2nNADP^+$$: واکنش مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز

(پروتون‌های واکنش وارد مولکول قند می‌شوند.)

B ۶۶ - ۳ همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

◂ برای تولید ATP نوری و اکسایشی در سبزدیسه و راکیزه، H^+ از طریق کانال ATPساز، به روش انتشار تسهیل شده (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 ۶۷ - 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)).

A ۶۸ 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_2 متصاعد می‌شود. / د) نادرست است. حداکثر جذب نوری سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ یا P۷۰۰ 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.

B ۶۹ ۱ سبزینهٔ a در آنتن‌ها و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها وجود دارند ولی اصطلاح P۶۸۰ و P۷۰۰ 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 P۷۰۰ یا P۶۸۰ 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 ۷۰ ۳ موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

زنجیرهٔ انتقال الکترون:
- راکیزه‌ای ← به تولید ATP اکسایشی کمک می‌کند ← در ابتدا سبب اکسایش NADH و $FADH_2$ می‌شود.
- سبزدیسه‌ای ← به تولید ATP نوری کمک می‌کند ← در نهایت سبب تولید ناقل الکترونی NADPH می‌شود.

C ۷۱ 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.

A ۷۲ ۳ P۷۰۰ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، کمبود الکترون خود را از P۶۸۰ در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ جبران می‌کند (نه برعکس) ولی P۶۸۰ 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 P۷۰۰ کاهش می‌یابد (الکترون می‌گیرد یا احیا می‌شود).

A ۷۳ ۲ الکترون‌های برانگیخته از P۶۸۰ به سمت P۷۰۰ 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 ۷۴ 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.

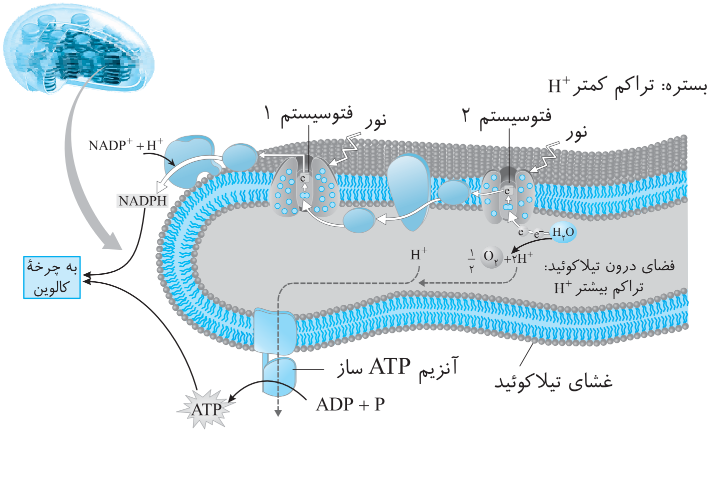
تله‌های تستی الف) نادرست است. مکانیسم ورود سدیم به یاخته، همواره غیرفعال و از طریق کانال‌ها می‌باشد. / ب) نادرست است. ترشح و بازجذب کلیوی، اغلب به صورت فعال و از طریق **پمپ‌های** غشایی صورت می‌گیرد (نه کانال). / ج) نادرست است. مکانیسم خروج ناقل عصبی با **برون‌رانی** و به کمک ریزکیسه‌ها می‌باشد.

A ۷۵ 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.

B ۷۶ ۴ NADPH در بستره الکترون‌گیری کرده است و سپس در همان‌جا باعث الکترون‌رسانی و **کاهیدن اسید سه کربنه** می‌شود یعنی به اسید سه کربنه چرخهٔ کالوین الکترونی می‌دهد تا به قند تبدیل شود ولی الکترون‌های پر انرژی خود را در مراحل نوری، در اصل از P۷۰۰ 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.)

A ۷۷ 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.

C ۷۸ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. این هم آخر سؤال ریز از شکل زیر!!



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 (درستی الف).

ب) 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 می‌رساند. / ج) 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 P۷۰۰ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ می‌رساند. / د) دو ناقل الکترونی بعد از فتوسیستم ۱ سبب عبور الکترون‌های خارج شده از P۷۰۰ در جهت سطح خارجی غشای تیلاکوئید می‌شوند تا در نهایت آن‌ها را به $NADP^+$ برسانند. (این دو ناقل با توجه به شکل در سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارند.)

B ۷۹ — 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).

A ۸۰ — ۱ در فتوسنتز فقط منشأ اکسیژن یا O_2 متصاعد شده، از تجزیهٔ آب می‌باشد و سایر اکسیژن‌های محصولات از اکسیژن نشان‌دار شده CO_2 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.)

B ۸۱ — ۴ منظور سؤال سبزینه a یا P۶۸۰ و P۷۰۰ 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): P۶۸۰ می‌تواند به P۷۰۰ الکترون بدهد ولی عکس این عمل صورت نمی‌گیرد. / گزینهٔ (۲): سبزینه‌ها در نور سبز قدرت جذب بالایی ندارند. / گزینهٔ (۳): فقط P۶۸۰ به‌طور مستقیم، الکترون‌های آب را جذب می‌کند.

C ۸۲ — ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند. (به عبارت‌ها لطفاً به دقت توجه کنید!)

تله‌های تستی الف) نادرست است. تولید O_2 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_2 تولید نمی‌شود (O_2 فقط در واکنش‌های وابسته به نور، در فتوسنتزکنندگان اکسیژن‌زا تولید می‌شود). / ج) نادرست است. تخمیر واکنش بی‌هوازی می‌باشد که به O_2 وابسته نیست. / د) نادرست است. برای ایجاد چرخهٔ کربس که بخشی از مرحلهٔ هوازی می‌باشد، وجود O_2 مورد نیاز است ولی مصرف O_2 در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه صورت می‌گیرد.

C ۸۳ — ۱ موارد (ب)، (ج) و (هـ) صحیح هستند.

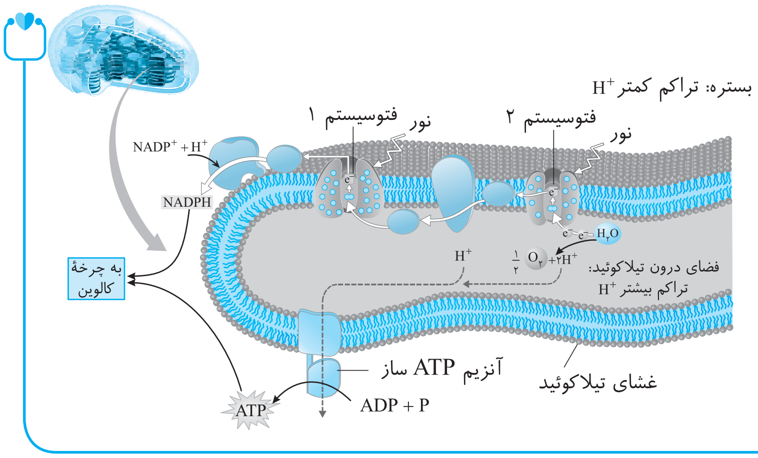
تله‌های تستی الف) نادرست است. ATP در مرحلهٔ وابسته به نور، توسط کانال پروتونی در بستره سبزدیسه تولید می‌شود ولی $NADP^+$ در مرحلهٔ مستقل از نور، در بستره سبزدیسه تولید می‌شود، **پس محل تولید آن‌ها برخلاف مرحلهٔ تولید آن‌ها یکسان است.** / ب) درست است. صد بار گفتیم که انتقال H^+ به درون و بیرون تیلاکوئید به مصرف ATP نیاز ندارد بلکه انرژی ورود به تیلاکوئید را از الکترون عبوری می‌گیرد. / ج) درست است. رنگیزه در واکوئول و پلاست‌های (دیسه‌ها) یاخته گیاهی موجود می‌باشند ولی فقط رنگیزه‌های سبزدیسه‌ای در فتوسنتز مؤثرند. / د) نادرست است. همهٔ رنگیزه‌های موجود در فتوسیستم ۲، انرژی خود را به P۶۸۰ داده تا سبزینه a، الکترون خود را خارج کند ولی رنگیزه‌های درون فتوسیستم ۱ در برانگیخته کردن الکترون P۶۸۰ اثری ندارند. / هـ) درست است. در زنجیرهٔ انتقال الکترون، کمترین انرژی در الکترونی است که به P۷۰۰ می‌رسد چون در حین عبور از پمپ H^+ مقدار زیادی انرژی از دست داده است و بیشترین هنگامی است که از P۷۰۰ خارج می‌شود.

B ۸۴ — 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)).



B ۸۵ — 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).

A ۸۶ — 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.

B ۸۷ ۱ در غشای تیلاکوئید با فعالیت پمپ، H^+ از بستره سبزدیسه کم شده و در تیلاکوئید تجمع می‌یابند (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های‌تستی 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 حالی‌که $NADP^+$ در واکنش‌های نوری فتوسنتز شرکت می‌کند.

C ۸۸ ۲ همهٔ موارد به‌جز مورد (الف)، عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

تله‌های‌تستی الف) درست است. در واکنش‌های نوری، الکترون برانگیخته، هر دو سبزینه a از نوع P۷۰۰ و P۶۸۰ 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 ۸۹ ۳ ناقل الکترونی NADPH در مرحله‌ای مصرف می‌شود که اسید سه کربنی به قند سه کربنی تبدیل می‌شود.

تله‌های‌تستی 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.

C ۹۰ 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 P۷۰۰ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ می‌رساند.

تله‌های‌تستی 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 ۹۱ ۴ فقط مورد (الف) نادرست است.

تله‌های‌تستی 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 ۹۲ 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)).

تله‌های‌تستی 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 P۶۸۰ است.

B ۹۳ 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 ۹۴ 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 تسهیل شده 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 چین خورده 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.

B ۹۵ 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.

A ۹۶ 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 سه کربنه 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.

C ۹۷ ۲

نکته

۱ هر CO_2 که وارد چرخهٔ کالوین می‌شـود، ابتدا یک قند ریبولوزبیس فسـفات مصرف شـده و یک مولکول مادهٔ شش کربنه ناپایدار تولید می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)) و در مرحلهٔ بعد، هر اسید سه کربنی برای تبدیل شدن به قند سه کربنی، به دو مولکول NADPH و دو مولکول ATP نیازمند است (نادرستی گزینهٔ (۱)) (دقت کنید که چرخهٔ کتاب موارد به کار رفته را برای $6CO_2$ نوشته است ولی این سؤال متفاوت است).

۲ در مرحلهٔ سـوم چرخهٔ کالوین بعد از تولید قندهای سـه کربنی در اثر ورود دو مولکول CO_2 ، ترکیبی از چرخه خارج نمی‌شـود بلکه حداقل تثبیت کربن در سـه مولکول CO_2 نیاز دارد تا ضمن تولید ۶ قند سه کربنی، یکی از چرخه خارج شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۳ در واکنش‌هـای مرحلـهٔ آخـر چرخهٔ کالوین، در هر دور که معادل مصرف و تثبیت کربن یک CO_2 می‌باشـد، همراه با تبدیل ریبولوز مونوفسـفات به ریبولوزبیس فسفات، یک ATP مصرف و یک ADP تولید می‌شود.

B ۹۸ ۱ در چرخهٔ کالوین CO_2، ATP و NADPH مصرف می‌شـوند و قند C_3 تولید شـده که طی آن ADP و $NADP^+$ دوباره‌سـازی می‌شـوند (به‌طور کلی در فتوسنتز، آزادسازی CO_2 وجود ندارد).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ تبدیل اسید سه کربنی به قند سه کربنی، مصرف ATP و NADPH صورت می‌گیرد و ADP و $NADP^+$ دوباره‌سازی می‌شوند. / گزینهٔ (۳): در واکنش‌های مرحلهٔ انتهایی چرخهٔ کالوین، قند پنج کربنه یک‌فسفاته، با مصرف ATP (رایج‌ترین انرژی زیستی) به قند پنج کربنه دوفسفاته تبدیل می‌شود. / گزینهٔ (۴): تولید مادهٔ شش کربنی ناپایدار در اثر ترکیب CO_2 با قند C_5 دوفسفاته صورت می‌گیرد که CO_2، یکی از محصولات تنفس یاخته‌ای می‌باشد.

A ۹۹ ۱

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.)

B ۱۰۰ ۳ فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. در گیاهان، پروتئین انتقال دهندهٔ H^+ و رنگیزه‌های فتوسنتزی، در غشای تیلاکوئید وجود دارند. در بسـترهٔ سبزدیسـه، DNA حلقوی، رونویسی و همانندسازی (تشکیل پیوند فسفودی‌اسـتری)، 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).**

C ۱۰۱ ۴ انواع مختلف تولید ATP به سه نوع ATP پیش‌ماده‌ای (در کراتین فسفات، قندکافت و چرخهٔ کربس)، ATP اکسایشی (در راکیزه) و ATP نوری (در سبزدیسه) تقسیم‌بندی می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرسـت اسـت. کرک فاقد توانایی فتوسـنتز و تولید ATP نوری می‌باشـد. در نتیجه ATPهای پیش‌ماده‌ای آن در اثر انتقال الکترون در زنجیره حاصل نشـده اسـت. / گزینهٔ (۲): نادرست است. تولید ATP نوری و اکسایشـی، توسط کانال‌های پروتونی راکیزه و سبزدیسه صورت می‌گیرد ولی در چرخهٔ کربس، تولید ATP به زنجیرهٔ الکترونی و پروتونی نیاز ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرسـت اسـت. هر یاخته جانوری دارای توانایی تقسـیم سیتوپلاسـم، 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.

A ۱۰۲ ۱ فقط مورد (الف) صحیح اسـت. تجزیهٔ نوری آب در **سطح درونی تیلاکوئید** صورت می‌گیرد که درون این سـطح فقط پروتئین ناقلی از الکترون قرار دارد که بین پمپ H^+ و فتوسیستم ۱ می‌باشد که به سطح درونی غشای تیلاکوئید متصل می‌باشد.

◄ بیشـتر مولکول پمپ پروتونی H^+ در غشـای تیلاکوئید می‌باشـد، بخش ATPسـاز کانال پروتونی در سـمت بسـتره سبزدیسـه وجود دارد و ناقل الکترونی پس از فتوسیستم ۱ در سطح خارجی غشای تیلاکوئیدی قرار دارد (نادرستی ب، ج و د).

A ۱۰۳ ۴ در مرحلهٔ نوری فتوسـنتز، انرژی خورشـید به‌طور موقت در مولکول‌های ATP و NADPH ذخیره می‌شـود 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 سه کربنی به قند سه کربنی در چرخهٔ کالوین می‌شوند.

C ۱۰۴ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. این سؤال ترکیبی بسیار جالبی است.

◄ غلاف آوندی، در تک‌لپه‌ای‌ها، یاخته‌ای سبزدیسه‌دار می‌باشد (غلات تک‌لپه‌ای‌ها هستند).

با توجه به شـکل‌های کتاب، مشـاهده می‌کنید که **پمپ دوم** زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و همچنین **پمپ** H^+ موجود در **غشـای 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 می‌گیرنـد و کاهـش می‌یابند و به یک پروتئین آب‌دوسـت الکترون‌دهی می‌کنند که خود پمپ‌ها اکسـایش می‌یابند. / ب) نادرسـت اسـت. پمپ‌هـای پروتونی راکیزه و سبزدیسـه، سـبب انتقال H^+ از بسـتره به فضای بین دو غشـای 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.

B ۱۰۵ ۳ روبیسـکو در چرخهٔ کالوین باعث تولید قند سـه کربنه می‌شـود. 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.

C ۱۰۶ — ۱ موارد (د) و (هـ) درست می‌باشند (سؤال در مورد چرخهٔ کالوین است).

تله‌های تستی الف) نادرست است. در چرخهٔ کالوین و در مراحل تولید قندهای سه کربنی 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 سه کربنی چرخهٔ کالوین می‌باشد. / ج) نادرست است. تولید قند پنج کربنه 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. / هـ) درست است. در چرخهٔ کالوین همراه با تولید قند سه کربنی، $NADP^+$ تولید می‌شود و ATP مصرف می‌شود.

A ۱۰۷ — 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 شش کربنه ساخته شده توسط روبیسکو، چون **ناپایدار** است، تجزیه می‌شود که طی تجزیه یا تولید آن ATP به کار نمی‌رود. / گزینهٔ (۲): تولید مادهٔ شش کربنه 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.

C ۱۰۸ — ۳ 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 P۷۰۰ 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 (فاصله زمانی اتفاقات در این گزینه، از گزینهٔ (۳) بیشتر است).

C ۱۰۹ — ۴

نکته

۱ $NADP^+$ آخرین گیرندهٔ الکترون و پروتون در واکنش‌های وابسته به نور یا تیلاکوئیدی است (معادل 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 سه کربنی تثبیت‌کننده CO_2 به قند سه کربنی استفاده می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۲ $NADP^+$ عضوی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد و فاقد ساختار پروتئینی یا رنگیزه‌ای می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱) و (۲)).

B ۱۱۰ — ۱ 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 P۷۰۰ تأمین می‌کند. در مورد عبارت (د) دقت کنید که NADPH، در بستره سبزدیسه که محل مصرف CO_2 است، ضمن الکترون‌دهی به اسید سه کربنی $NADP^+$ 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.)

B ۱۱۱ — ۲ الکترون‌های خارج شده از زنجیرهٔ انتقال الکترون، مستقیماً باعث کاهش یا الکترون‌گیری P۷۰۰ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ و یا $NADP^+$ می‌شوند. بقیهٔ گزینه‌ها کاملاً صحیح است، چون آب به P۶۸۰، P۷۰۰ به $NADP^+$ و NADPH به اسید سه کربنه الکترون می‌دهد. (راستی سبزینه b و کاروتنوئیدها در گرفتن الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم‌ها نقش ندارند چون در آنتن‌ها قرار دارند.)

A ۱۱۲ — 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.

C ۱۱۳ — ۳ 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 P۷۰۰ 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 ۱۱۴ — 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 تسهیل شده 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.

(A) ۱۱۵ ۴ $NADP^+$ ، H^+ و الکترون آب را گرفته و در چرخهٔ کالوین در تثبیت کربن، دوباره‌سازی می‌شود.

تله‌های تستی دلیـل رد گزینـهٔ (۱): $NADP^+$ جـزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیسـت، بلکه گیرندهٔ الکترون اسـت که NADPH آن به چرخـهٔ 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 سه کربنه به قند سه کربنه استفاده می‌شود و $NADP^+$ تولید می‌شود (نه مصرف).

(B) ۱۱۶ 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.

(C) ۱۱۷ 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 درسـی، شـرط برانگیخته بودن خروج از فتوسیستم 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 سـبب ایجاد الکترون برانگیخته در مرکز واکنش فتوسیسـتمی شـده و الکترون از فتوسیسـتم خارج شـود تا واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون را آغاز کند. / د) نادرسـت اسـت. سـبزینه‌های a موجود در مراکز واکنش فتوسیسـتم 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.

(B) ۱۱۸ ۴ دو عامل موردنظر سـؤال، **فتوسیسـتم ۲** و **پمپ پروتونی** تقریباً به‌طور کامل در غشـای 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) ۱۱۹ ۳ موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

در تنفـس یاخته‌ای و فتوسـنتز، چهار نوع گیرندهٔ الکترونی O_2 ، NAD^+ ، FAD یـا $NADP^+$ 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.

$$\left\{\begin{array}{l} NAD^+ + e^- \longrightarrow NAD \\ 2H^+ + e^- \longrightarrow H^+ + H \end{array}\right\} \Rightarrow NADH + H^+$$

$$\left\{\begin{array}{l} FAD \\ 2e^- + 2H^+ \longrightarrow 2H \end{array}\right\} \Rightarrow FADH_2$$

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \longrightarrow O^{--} \\ \quad\quad 2H^+ \end{array}\right\} \Rightarrow O^{--} + 2H^+ \longrightarrow H_2O$$

$$\left\{\begin{array}{l} NADP^+ + 2e^- \longrightarrow NADP^- \\ \quad\quad 2H^+ \end{array}\right\} \Rightarrow NADPH, H^+$$

$\Rightarrow$ O_2 و $NADP^+$ ابتدا به دو الکترون می‌پیوندد

◄ O_2 در واکنش‌های تجزیهٔ آب در فضای تیلاکوئید و $NADP^+$ در اثر تبدیل اسید سه کربنی به قند سه کربنی در چرخهٔ کالوین ایجاد می‌شود (درستی الف و ج).

عبارت (ب) برای دوباره‌سازی NAD^+ و عبارت (د) در مورد دوباره‌سازی FAD می‌باشد.

(C) ۱۲۰ 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 تسهیل شده 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) ۱۲۱ ۱

نکته

در واکنش‌های سوخت‌وسـازی در یاخته، هر واکنشـی که با گرفتن یا از دسـت دادن الکترون همراه باشد، عدد اکسایش کربن در مادهٔ الکترون گیرنده، کاهش می‌یابد و در مـادهٔ الکتـرون دهنده یا اکسـایش یافته، افزایش می‌یابد. در این واکنش‌ها مولکول‌های ناقل الکترونی مثل NADH ، $FADH_2$ یا NADPH ایجاد می‌شـوند 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.)

ایستگاه ۹

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.

$NAD^+ \rightarrow NADH, H^+$

$x \longrightarrow y$

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.

$NADH \rightarrow NAD^+$

$x \longrightarrow y$

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. در تنفس هوازی و در تبدیل پیرووات به استیل، بنیان پیرووات اکسایش می‌یابد و سبب تولید NADH می‌شود، پس عدد اکسایش در کربن گروه استیل از گروه پیرووات بالاتر می‌رود. (استیل شکل الکترون دهنده پیرووات بوده که به 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 پیرووات 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 سه کربنی به قند سه کربنی، $NADP^+$ دوباره‌سازی می‌شود که طی این عمل قند سه کربنی شکل الکترون گرفته و کاهش یافته اسید سه کربنی می‌باشد که عدد اکسایش کربن آن کاهش یافته است.

توجه مهم: 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 تسته!).

B ۱۲۲ — 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 سه کربنه 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 ۱۲۳ — ۱ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. قند سه کربنی 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 سه کربنی یک‌فسفاته و در دومی، قند پنج کربنی یک‌فسفاته واکنش را شروع می‌کند. / ج) درست است. تولید $NADP^+$ در مرحلهٔ تبدیل اسید سه کربنی یک‌فسفاته به قند سه کربنی یک فسفاته صورت می‌گیرد. / د) نادرست است. در چرخهٔ کالوین NADPH مصرف می‌شود (نه تولید!).

C ۱۲۴ — 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)).**

B ۱۲۵ — 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 ۱۲۶ — 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.

A ۱۲۷ – 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 ۱۲۸ – 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 سه کربنه 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 $C_۳$ و مصرف ATP در مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز صورت می‌گیرد.

B ۱۲۹ – 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 سه کربنی از چرخهٔ کالوین، $۳CO_۲$ و ۹ATP مورد نیاز می‌باشد.

A ۱۳۰ – ۴ نور، دما و $CO_۲$ در حد معین از عوامل مؤثر و مفید در فتوسنتز است ولی افزایش $O_۲$ محیط روی فرایند فتوسنتز، همواره اثر منفی دارد.

C ۱۳۱ – ۲ فقط مورد (الف) درست است.

تله‌های تستی الف) درست است. در چرخهٔ کالوین، هنگام تبدیل اسید $C_۳$ به قند $C_۳$، مولکول NADPH با الکترون‌دهی اکسایش می‌یابد و ضمن تولید $NADP^+$، سبب الکترون‌گیری اسید سه کربنی می‌شود (عدد اکسایش کربن در قند سه کربنی کمتر از اسید سه کربنی می‌باشد). / ب) نادرست است. انرژی لازم تولید ATP در کانال H^+، از شیب غلظت H^+ تأمین می‌شود که در اثر کسب الکترون P۶۸۰ 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 $C_۳$ به قند $C_۵$ یک‌فسفاته تبدیل می‌شود. دقت شود که برای تبدیل $C_۵$ یک‌فسفاته به $C_۵$ 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 سه کربنی، ابتدا هیدرولیز ATP و سپس اکسایش NADPH صورت می‌گیرد.

C ۱۳۲ – 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 برانگیختهٔ از P۶۸۰ 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 پنج کربنهٔ دوفسفاته به همراه ADP حاصل از هیدرولیز ATP ایجاد می‌شود.

B ۱۳۳ – ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) مدنظر می‌باشند.

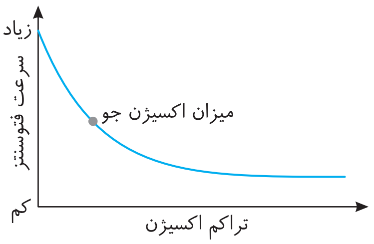
تله‌های تستی الف) نادرست است. ورود H^+ به درون تیلاکوئید، با انتقال فعال و صرف انرژی الکترون‌ها است و انرژی‌زا نمی‌باشد. / ب) نادرست است. ورود H^+ به فضای بین دو غشای راکیزه نیز انرژی‌خواه است که از الکترون‌های عبوری، انرژی می‌گیرند. / ج) درست است. در چرخهٔ کالوین با دوباره‌سازی $C_۵$، مولکول ATP مصرف می‌شود که انرژی‌خواه می‌باشد. / د) نادرست است. پس از قندکافت، پیرووات‌ها با مکانیسم انتقال فعال (انرژی‌خواه) وارد بستره راکیزه می‌شوند.

C ۱۳۴ – ۴ موارد (ب)، (د) و (هـ) 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 $FADH_۲$ در زنجیرهٔ انتقال الکترون حاصل می‌شوند. / ب) درست است. پیرووات، 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 برای مصرف کامل به راکیزه برود که چون هر دو اندامک، دو غشایی هستند، پس این ماده از چهار غشا می‌گذرد. / هـ) درست است. برای تولید گلوکز ($C_۶$) باید ۶ مولکول $CO_۲$، ۱۲ مولکول NADPH، ۲۴ الکترون و پروتون به همراه ۱۸ مولکول ATP مصرف شود.

B ۱۳۵ – ۱ فرایند عبارت (د) یعنی فعالیت آنزیم روبیسکو در بستره سبزدیسه در چرخهٔ کالوین رخ می‌دهد ولی سایر عبارات صحیح می‌باشند.

B ۱۳۶ 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.

C ۱۳۷ 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. (ناقلی که فقط به دم‌های اسید چرب فسفولیپید غشا متصل باشد، آب‌گریز بوده و آن‌هایی که به سر فسفات‌دار متصلند، آب‌دوست می‌باشند.)

B ۱۳۸ 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.

B ۱۳۹ 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 (پورینی) می‌باشند (برای سریع‌تر شدن پاسخ‌گویی می‌توانید فکر کنید که کدام‌یک 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 سه کربنی و یک نوع قند C_3 به وجود می‌آید. / گزینهٔ (۳): در چرخهٔ کربس از جدا شدن CoA در مرحلهٔ اول تا اولین مادهٔ چهار کربنی، دو مولکول CO_2 آزاد می‌شود. / گزینهٔ (۴): در چرخهٔ کالوین، ATP مصرف می‌شود نه تولید!

B ۱۴۰ 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.

B ۱۴۱ 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 پیرووات به استیل با تولید NADH و CO_2 همراه می‌باشد نه تولید ATP! (نادرستی گزینهٔ (۲)).
- تولید ترکیبات دوفسفاته شش کربنی یا سه کربنی در قندکافت با تولید ATP همراه نمی‌باشد. تولید ATP در قندکافت در مرحلهٔ تولید پیرووات در انتهای واکنش رخ می‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

B ۱۴۲ 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.

A ۱۴۳ 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 ۱۴۴ 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.

C ۱۴۵ 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 چین خورده 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 ۱۴۶ 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 سه کربنی و تبدیل قندهای پنج کربنی 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.

نشرالگو

B ۱۴۷ - ۴ در مرحلهٔ اول چرخه‌های کربس و کالوین مادهٔ شش کربنه تولید می‌شود که محصول اول چرخهٔ کربس از وسط نصف نمی‌شود، بلکه با آزاد کردن CO_2 به یک مادهٔ پنج کربنی 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 ۱۴۸ - 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.

C ۱۴۹ - ۳ فقط مورد (ب) بین این واکنش‌ها مشترک می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ترکیبات قندی (هیدرات کربنی) سه کربنی 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 شش کربنی 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.

A ۱۵۰ - 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 ۱۵۱ - ۴ ATP اکسایشی 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 ۱۵۲ - 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 جمع کنندهٔ 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. / هـ) درست است. چون فشار ریشه‌ای ایجاد شده توسط لایه ریشه‌زا با انتقال فعال یون‌های معدنی به آوند چوبی صورت می‌گیرد، نیازمند ATP است.

B ۱۵۳ - ۲ دقت شود که گیاهان از O_2 و H_2O ی 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.

B ۱۵۴ - 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 سه کربنی دوفسفاته انجام می‌شود، یاخته از فسفات معدنی بهره می‌گیرد.

◀ در مرحله‌ای از قندکافت، برای تبدیل قند سه کربنی یک‌فسفاته به ترکیب دوفسفاته، فسفات‌های معدنی آزاد نیاز می‌باشد.

C ۱۵۵ - ۳ مولکول چهار کربنه 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 چهار کربنی، 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 چهار کربنی تولید یا مصرف نمی‌شود.

C ۱۵۶ 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 تسهیل شده 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 $FADH_۲$ دیده نمی‌شود ولی در راکیزه دیده می‌شود.

C ۱۵۷ 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 $FADH_۲$ 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 ۱۵۸ 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 ۱۵۹ 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، $CO_۲$ تولید می‌شود. / ب) نادرست است. در تخمیر لاکتیکی گلوکز $(C_۶)$ به دو لاکتات $C_۳$ تبدیل شده و **همانند** چرخهٔ کالوین به تولید $CO_۲$ نمی‌پردازد. / ج) درست است. در مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی تولید $CO_۲$ صورت می‌گیرد ولی در چرخهٔ کالوین مصرف $CO_۲$ رخ می‌دهد. / د) نادرست است. در تخمیر لاکتیکی تولید $CO_۲$ رخ نمی‌دهد.

B ۱۶۰ 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 شش کربنی وجود دارد (قندکافت برخلاف چرخه‌های کالوین و کربس، مادهٔ پنج کربنی ندارد).

B ۱۶۱ ۴ در چرخهٔ کربس، مولکول چهار کربنه و در چرخهٔ کالوین قند پنج کربنه دوفسفاته واکنش‌ها را آغاز کرده و در نهایت دوباره‌سازی می‌شوند. هر دو ماده در مرحلهٔ اول به ماده شش کربنه 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 پنج کربنه دوفسفاته اولیه، با مصرف ATP تولید می‌شود.

A ۱۶۲ ۳

تله‌های تستی گزینهٔ (۱) نادرست است. چون در چرخهٔ کالوین اصلاً ATP تولید نمی‌شود بلکه در دو مرحلهٔ آن برای تولید قند سه کربنی و پنج کربنی دوفسفاته، ATP مصرف می‌شود. / گزینهٔ (۲) نادرست است. چون تولید ترکیب شش کربنهٔ ناپایدار در مرحلهٔ اول کالوین می‌باشد که ATP ای در آن مصرف نمی‌شود. / گزینهٔ (۳) **درست** است. چون تولید قند سه کربنه از اسید سه کربنی، همراه با تولید ADP و $NADP^+$ می‌باشد. / گزینهٔ (۴) نادرست است. چون مصرف NADPH در مرحله‌ای از کالوین و به دنبال مصرف ATP می‌باشد (نه تولید ATP).

C ۱۶۳ 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 دی‌نوکلئوتید) را نیز دارد.

C ۱۶۴ 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 شش کربنی 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 $C_۴$ 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)).

C ۱۶۵ 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 $FADH_۲$ ایجاد می‌شود.

پاسخ آزمونک ۲

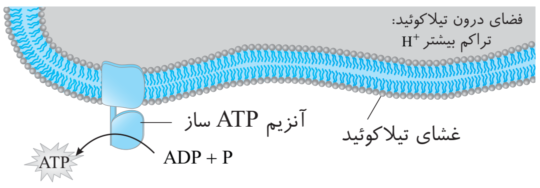
B ۱ ۳ هدف زنجیرهٔ انتقال الکترون در تنفس، بازسازی NAD^+ و FAD و تولید H_2O و ATP است ولی در فتوسنتز این زنجیره، به تولید NADPH می‌پردازد و $NADP^+$ را مصرف کرده است. البته این زنجیره‌ها در تولید ATP اکسایشی و نوری نیز نقش دارند. پس گزینهٔ (۳) نادرست است.

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 تسهیل شده 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 P۶۸۰ 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 P۶۸۰ 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 که در ادامه به بررسی تک‌تک آن‌ها می‌پردازیم:

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 گفتم!).

نکته

ناقل الکترونی آب‌گریز، فقط در زنجیرهٔ بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ وجود ندارد.

B ۷ ۲ در چرخهٔ کالوین تولید قند سه کربنی از اسید سه کربنی به ترتیب نیازمند استفاده از انرژی ATP و الکترون‌ها و پروتون‌های NADPH می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱) و (۳): مصرف ATP همراه با تولید قند سه کربنی و قند پنج کربنی دوفسفاته می‌باشد ولی تولید ماده شش کربنی ناپایدار در اثر عمل آنزیم روبیسکو و طی ترکیب CO_2 با قند پنج کربنی ریبولوزبیس فسفات صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۴): تولید اسید سه کربنی در اثر شکستن ماده شش کربنی پرانرژی ایجاد می‌شود و سپس تولید قند C_3 از این اسید با مصرف ATP وNADPHهای مرحلهٔ نوری همراه می‌باشد.

چرخهٔ کالوین

این چرخه که رایج‌ترین شـکل تثبیت کربن در **جانداران** سـبزینه‌دار اسـت، در **بسترهٔ سبزدیسهٔ** موجود در یوکاریوت‌ها صورت می‌گیرد. چرخهٔ کالوین، مجموعه واکنش‌هایـی مسـتقل از نور فتوسـنتز می‌باشـد کـه فقط در حضور نور صـورت می‌گیرند تا ضمن مصـرف ATP و NADPH مرحلهٔ نوری، بـه تولید مواد آلی بپردازند. این چرخه مراحلی دارد و محصول نهایی آن قند C_3 یا سه کربنه است که با تثبیت کربن‌های ۳ مولکول CO_2 تولید می‌شود. چون **اولین مادهٔ پایدار** در آن یک **اسید سه کربنه** است به آن تثبیت کربن به صورت C_3 هم می‌گویند.

نکته: در این چرخه قند پنج کربنه دوفسفاته، هم تولید و هم مصرف می‌شود (همانند ماده C_4 شروع‌کنندهٔ چرخهٔ کربس).

مراحل کالوین: (واکنش‌ها را برای تولید گلوکز نشان داده‌ایم)

مرحلهٔ اول: قند پنج کربنهٔ دوفسفاته (ریبولوزبیس فسفات) به کمک آنزیم روبیسکو طی عمل کربوکسـیلاز با CO_2 ترکیب و ترکیب شـش کربنهٔ پرانرژی ناپایدار می‌سازد و سپس با تجزیهٔ هر مادهٔ شش کربنی، دو مولکول اسید سه کربنی پایدار ایجاد می‌شود.

$$6C_5 + 6CO_2 \xrightarrow{\text{روبیسکو}} \underset{\text{ناپایدار}}{6C_6} \rightarrow \underset{\text{اسید پایدار}}{12C_3}$$

مرحلـهٔ دوم: در ایـن مرحلـه بـه ترتیب بـا مصـرف ATP و NADPH، بـا الکترون‌گیری اسیدهای سه کربنی، مولکول‌های قندی سه کربنه ساخته می‌شوند (در این مرحله پروتون‌ها به درون ساختار قند وارد می‌شوند).

$$\underset{\text{اسید}}{12C_3} \xrightarrow[12NADPH \rightarrow 12NADP^+]{12ATP \rightarrow 12ADP} \underset{\text{قند}}{12C_3}$$

مرحلهٔ سوم: از هر ۱۲ قند سه کربنه دو تا از چرخه خارج و به مصرف یاخته می‌رسد و ۱۰ تای دیگر دوباره در چرخه مصرف می‌شود.

$12C_3$:
- $\rightarrow 2C_3$ خارج می‌شود $\rightarrow$ گلوکز می‌سازد
- $\rightarrow 10C_3$ به چرخه برمی‌گردد

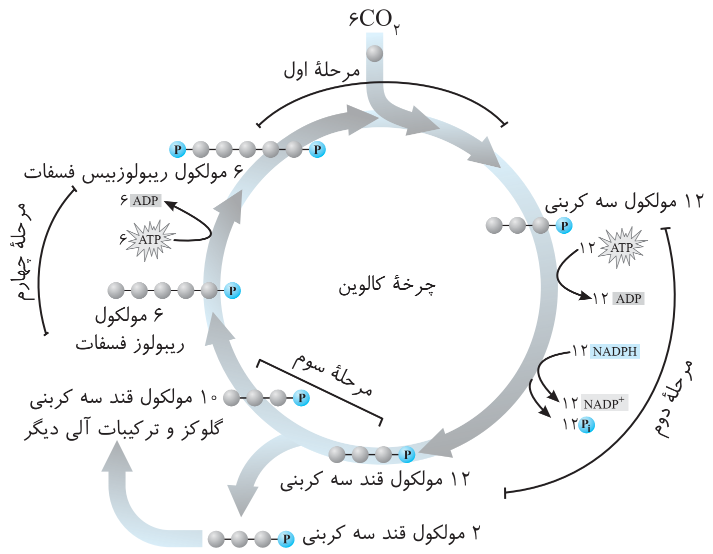
مرحلهٔ چهارم: ۱۰ قند C_3 ابتدا به ۶ قند C_5 یک‌فسفاته تبدیل شده و هرکدام با مصرف یک ATP به قند C_5 دو فسفاتهٔ اولیه تبدیل شده و چرخه دوباره تکرار می‌شود.

$$10C_3 \rightarrow \underset{\text{یک فسفاته}}{6C_5} \xrightarrow{6ATP \rightarrow 6ADP} 6C_5$$

نکته: برای ساخت قند C_6 باید $6CO_2$، $18ATP$ و $12NADPH$ مصرف شود.

نکته: در هر چرخهٔ کالوین مقدار مصرف ATP، در مرحلهٔ تبدیل اسید سه کربنی به قند سه کربنی دو برابر مرحلهٔ تبدیل C_5 یک‌فسفاته به C_5 دوفسفاته، می‌باشد.

◄ در مرحلهٔ خروج قند از چرخهٔ کالوین، قندهای سه کربنهٔ 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 اسـت و در **بستره** سبزدیسـه 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 درسـی، الکترون برانگیخته اگر از مدار خارج شـود، به وسـیلهٔ **رنگیزه یا مولکول** دیگری گرفته می‌شـود 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 به قید «بلافاصله» دقت کنید!).

C ۱۶۶ — 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 سه کربنی و پنج کربنی دوفسفاته مصرف می‌شود و NADPH نیز فقط در مرحلهٔ تبدیل اسید به قند سه کربنی در چرخهٔ کالوین مصرف می‌شود.

تله‌های تستی الف) درست است. منظور **NADPH** می‌باشد که الکترون‌های برانگیخته از P۷۰۰ در فتوسیستم ۱ را به کمک پروتئین‌های ناقل الکترونی می‌گیرد و مستقیماً در بستره به چرخهٔ کالوین می‌آورد تا سبب الکترون‌رسانی به اسید سه کربنی 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 سه کربنی و دیگری مرحلهٔ تبدیل قند پنج کربنی یک‌فسفاته به دوفسفاته می‌شود.

A ۱۶۷ — 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 ۱۶۸ — 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 ۱۲

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:

$O_2 + C_5$ ← روبیسکو (بستره) ← C_5 ناپایدار ← 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 ۱۶۹ — 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 NADPهای 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 مهم

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 $CO_۲$ یا چرخهٔ کالوین نیز فقط در حضور نور انجام می‌شوند ولی وجود نور در راه‌اندازی آن‌ها نقش غیرمستقیم با تولید ATP و NADPH دارد).

نکته

۱ در فصل قبل خواندیم که برخی یاخته‌های گیاهی در شرایط کمبود $O_۲$، قادر به تخمیر الکلی یا لاکتیکی می‌باشند که واکنش‌های بی‌نیاز از $O_۲$ می‌باشند (رد گزینهٔ (۳)).

۲ 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)).

C ۱۷۰ 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 $C_۳$ معروف هستند، اگر نور از حد خاصی بیشتر شود، طی فرایندهایی مانع وارد شدن $CO_۲$ 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)).

C ۱۷۱ 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 ⟵ $CO_۲ + C_۵$ ⟵(روبیسکو / مرحلهٔ اول چرخهٔ کالوین) $C_۶$ ناپایدار ⟵ تجزیه به دو اسید سه کربنی ⟵ تولید مادهٔ آلی

B : اکسیژنازی روبیسکو ⟵ $O_۲ + C_۵$ ⟵(روبیسکو / شروع تنفس نوری) $C_۵$ ناپایدار ⟵ تجزیه:
- مادهٔ سه کربنی ⟵ دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌کند
- مادهٔ دو کربنی ⟵ در راکیزه $CO_۲$ می‌سازد

ب) درست است. در بررسی عبارت (الف) توضیح دادم که مادهٔ سه کربنی 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 فتوسنتز، همان واکنش‌های نوری فتوسنتز بوده است، چون در برخی گیاهان، این شرایط سبب توقف در فعالیت روبیسکو مرحلهٔ آخر فتوسنتز 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 سه کربنی تولید شده به چرخه می‌باشد ولی در تنفس نوری، مادهٔ سه کربنی حاصل از تجزیه $C_۵$، در همان بستره می‌ماند و بعداً به مصرف بازسازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد.

A ۱۷۲ 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.

B ۱۷۳ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در تنفس نوری، مولکول سه کربنی مورد نیاز برای دوباره‌سازی قند ریبولوزبیس فسفات، در بسترهٔ سبزدیسه تولید و مصرف می‌شود.

تنفس نوری

ایستگاه ۱۳

در واکنش‌های تنفس نوری که در حالت نسبت بالای $\frac{O_۲}{CO_۲}$ در بستره شروع می‌شود به صورت زیر می‌باشد:

A) ابتدا آنزیم روبیسکو با عمل اکسیژناسیون در بسترهٔ سبزدیسه سبب ترکیب قند ریبولوزبیس فسفات با $O_۲$ می‌شود که یک ماده $C_۵$ ناپایدار ایجاد می‌شود.

$O_۲ + C_۵$ ⟵(بستره / روبیسکو) $C_۵$ ناپایدار

B) مولکول $C_۵$ ناپایدار در سبزدیسه تجزیه می‌شود که به دو مادهٔ سه کربنی و دو کربنی تبدیل می‌شود.

$C_۵$ ⟵(بستره / تجزیه):
- ماده $C_۳$ ⟵ در بستره به دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌پردازد.
- ماده $C_۲$ ⟵ وارد راکیزه شده تا $CO_۲$ ایجاد کند ولی ATP نمی‌سازد.

C) مولکول سه کربنی حاصله در همان بسترهٔ سبزدیسه برای بازسازی قند ریبولوزبیس فسفات مصرف می‌شود. پس مولکول سه کربنه از سبزدیسه خارج نمی‌شود.

مولکول $C_۳$ ⟵(بستره) دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات (درستی الف)

D) مادهٔ $C_۲$ حاصل از تجزیهٔ $C_۵$، از سبزدیسه خارج شده و به درون راکیزه می‌رود و بخشی از واکنش‌های خود برای تولید $CO_۲$ را در راکیزه انجام می‌دهد.

مولکول $C_۲$ ⟵(بستره) وارد مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم شده ⟵(عبور از دو غشا / (یک صاف و یک چین‌خورده)) وارد راکیزه می‌شود ⟵ $CO_۲$ ایجاد می‌شود (نادرستی ب، ج و د)

(با عبور از دو غشای صاف).

C ۱۷۴ ۴ 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 سه کربنی** تبدیل می‌شود ولی در عمل اکسیژنازی، مادهٔ C_5 ناپایدار می‌سازد که پس از تجزیه به مواد دو کربنی و **سه کربنی** 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 ولو 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.

B ۱۷۵ ۲ در تنفس نوری و با اکسیژنازی ریبولوزبیس فسفات، مادهٔ پنج کربنهٔ ناپایداری ایجاد می‌شود که از تجزیهٔ آن یک مادهٔ سه کربنی و یک مادهٔ دو کربنی تولید می‌شود.

نکته

در تنفس نوری از هر ریبولوزبیس فسفات، یک مادهٔ سه کربنی ایجاد می‌شود ولی در چرخهٔ کالوین از هرکدام، در نهایت دو اسید سه کربنی تولید می‌شود.

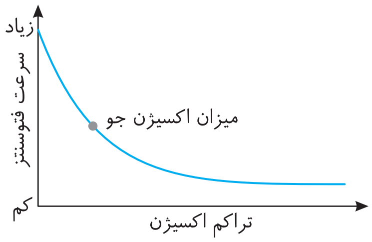
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در هنگام تنفس نوری، روزنه‌های هوایی گیاهان تقریباً بسته می‌باشند و آب و مواد معدنی مثل CO_2 و O_2 از آن عبور نمی‌کند ولی برای بسته شدن روزنه‌های هوایی، یاخته‌های نگهبان باید به یاخته‌های روپوستی مجاور خود آب و املاح بدهند و آن‌ها را تورژسانس کنند ولی خود یاختهٔ نگهبان، پلاسمولیز می‌شود (دقت کنید که باز بودن 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.

B ۱۷۶ ۴

نکته

در تنفس نوری، ATP تولید نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)) 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 گزینهٔ (۴)). 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 گزینهٔ (۲) و (۳)).

B ۱۷۷ ۲ نمودار سؤال مقایسه شدت فتوسنتز در اثر **مقدار** O_2 **محیط** در گیاه C_3 می‌باشد که با هم رابطهٔ عکس دارند. زیادی O_2 در گیاه، تنها فعالیت اکسیژنازی روبیسکو و تنفس نوری را زیاد کرده و سبب 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.



C ۱۷۸ ۲ فقط مورد (ب) درست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. دقت کنید قندی که از چرخهٔ کالوین خارج می‌شود، **سه کربنی** 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 ATP **نوری** 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.)

B ۱۷۹ ۱ منظور این سؤال مادهٔ دو کربنی 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 دو کربنی 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 ۱۸۰ 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 سه کربنی 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.

B ۱۸۱ ۴ با توجه به درسنامهٔ گیاهان C_4 به راحتی می‌توانید گزینهٔ (۴) را انتخاب کنید (در این سؤالات دقت کنید که یاخته‌های نرده‌ای و اسفنجی، همگی یاخته‌های میانبرگ سبزدیسه‌دار هستند. البته اغلب گیاهان C_4، فقط میانبرگ اسفنجی 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 اسید C_4 در میانبرگ، در غلاف آوندی سبزدیسه‌دار آن‌ها چرخهٔ کالوین و تثبیت کربن به صورت اسید سه کربنی انجام می‌گیرد.

نکته

۰۱ 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.

۰۲ غلاف آوندی خارجی‌ترین یاخته‌های رگبرگی می‌باشد که در گیاهان C_4 برخلاف C_3ها سبزدیسه دارند.

روبیسکو و تنفس نوری

ایستگاه ۱۴

آنزیم روبیسکو یا ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز اکسیژناز، آنزیمی است که در بسترهٔ 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 روبیسکو: اگر در گیاه نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ بالا باشد، روبیسکو باعث عمل کربوکسیلاز برای قند پنج کربنهٔ ریبولوزبیس فسفات می‌شود و با ورود به چرخهٔ کالوین، قندسازی و مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز را به راه می‌اندازد. این واکنش‌ها باعث تثبیت کربن به صورت اسید C_3 در چرخهٔ کالوین شده و مصرف ATP و NADPHهای مرحلهٔ نوری فتوسنتز افزایش می‌یابند.

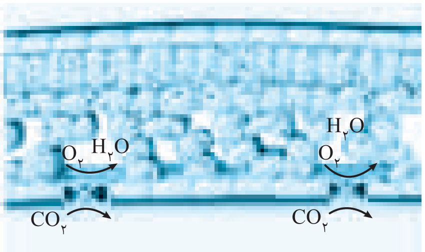
ب) عمل اکسیژنازی روبیسکو: اگر در گیاه نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ زیاد باشد که در نور و دمای شدید و رطوبت کم همراه با روزنه‌های هوایی مسدود شده رخ می‌دهد، روبیسکو باعث واکنش **اکسیژنازی قند** C_5 و ورود به **تنفس نوری** می‌شود. این واکنش‌ها مخالف مرحلهٔ **قندسازی** یا همان چرخهٔ کالوین فتوسنتزی می‌باشند. تنفس نوری به صورت دو مرحله‌ای صورت می‌گیرد، مرحلهٔ اول در **بستره سبزدیسه** است که روبیسکو با ترکیب کردن ریبولوزبیس فسفات با O_2 یک ترکیب پنج کربنی **ناپایدار** ساخته که ضمن تجزیه شدن آن، مولکول سه کربنه و مادهٔ دو کربنه حاصل می‌شود. در مرحلهٔ بعد که **بخشی** از آن در راکیزه رخ می‌دهد، مادهٔ دو کربنه در راکیزه به CO_2 تبدیل می‌شود ولی تنفس نوری برخلاف تنفس یاخته‌ای، ATP تولید نمی‌کند. مادهٔ سه کربنی نیز در همان بسترهٔ سبزدیسه به مصرف دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد.

◀ در تنفس نوری، قند ریبولوزبیس فسفات با اکسیژن ترکیب شده و ضمن اکسایش، پرانرژی می‌شود.

$C_5 + O_2$ ──روبیسکو (درون بسترهٔ سبزدیسه)──► $C_5 - O_2$ (ناپایدار)
- C_3 اسید ──► دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات
- C_2 ماده ──بسترهٔ میتوکندری──► CO_2 + ~~ATP~~

چرا فعالیت اکسیژنازی روبیسکو، در نور و دمای شدید رخ می‌دهد؟

در نور و دمای شدید و رطوبت کم، روزنه‌های هوایی به کمک هورمون **آبسیزیک اسید** 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 و 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.

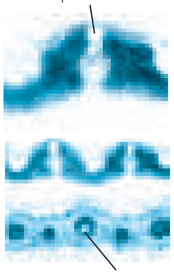


گیاهان C_4

ایستگاه ۱۵

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 به‌جز کالوین). این واکنش در اثر ترکیب اسید سه کربنی با CO_2 و تولید اسید چهار کربنی صورت می‌گیرد و آنزیم مؤثر در این عمل با روبیسکو متفاوت است و **فقط** به‌طور اختصاصی قدرت اتصال اسید سه کربنی 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 یک بار 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.

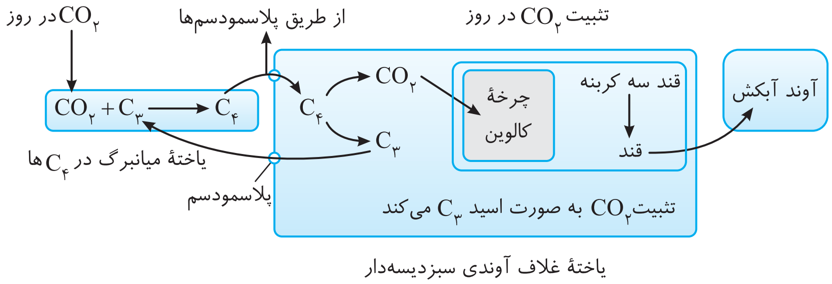
۶) حتی در دماهای بالا و شدت نور زیاد بر تنفس نوری غلبه دارند و **به ندرت** در آن‌ها تنفس نوری رخ می‌دهد.

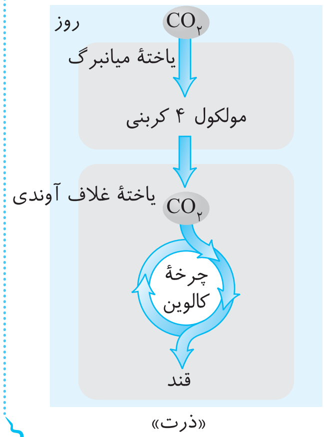
۷) آنزیم‌های گوناگونی در تثبیت کربن در مناطق مختلف گیاه فعالیت می‌کنند و میزان زیادی CO_2 را در غلاف آوندی وارد می‌کنند.

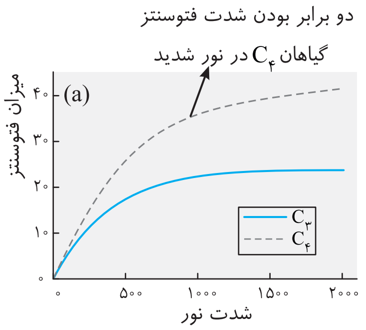
۸) روزنه‌های هوایی آن‌ها در طول روز در اقلیم گرم و خشک **تقریباً بسته** است (به دلیل بالا بودن هورمون آبسیزیک‌اسید).

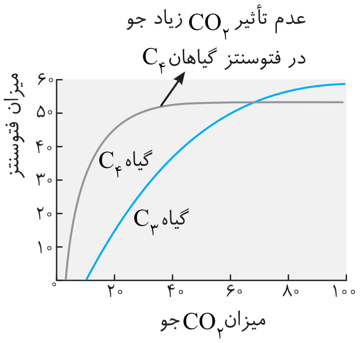
ایستگاه ۱۵

◀ 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.









گیاهان CAM (کَم مثل آناناس)

ایستگاه ۱۶

◀ 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.

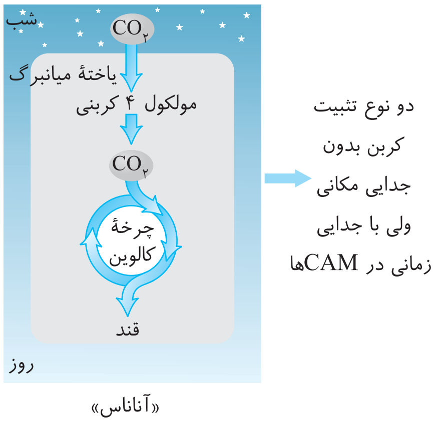
◀ در این نوع از گیاهان برخلاف گیاهان C_4، تثبیت کربن در دو زمان متفاوت ولی در **دو بخش متفاوت یک یاخته** انجام می‌شود.

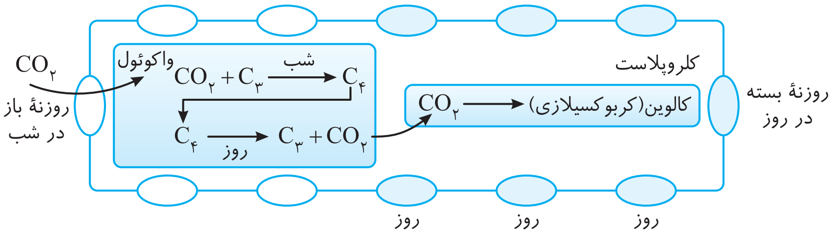
◀ شب که روزنه‌های هوایی **باز** می‌شوند، CO_2 زیادی از جو وارد گیاه شده و با اسید سه کربنی ترکیب شده و اسید آلی چهار کربنی (با مکانیسم کراسولاسه‌ای) تشکیل می‌دهد (تثبیت اول). این اسید آلی سبب نگهداری آب در واکوئول‌های گیاه می‌شود.

◀ 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.





نکته: برگ، ساقه یا هر دوی آن‌ها در گیاهان CAM، شکل **گوشتی پرآب** دارند و حاوی ترکیباتی برای **نگهداری آب** در **واکوئول‌های** خود می‌باشند.

B ۱۸۲ ۱ در هوای گرم و خشک، تنفس نوری در گیاهان C_3 رخ می‌دهد که از تجزیهٔ مادهٔ C_5 ناپایدار **مواد دو و سه کربنی** ایجاد می‌شود. مادهٔ دو کربنی به تولید CO_2 می‌پردازد و مادهٔ سه کربنی به مصرف دوباره‌سازی **ریبولوزبیس فسفات** می‌رسد (همان‌طور که می‌دانید CO_2 **و ریبولوزبیس فسفات** دو مادهٔ آغازگر چرخهٔ کالوین می‌باشند) (گزینه‌های (۲) و (۴) تنها در مورد عمل کربوکسیلازی روبیسکو می‌باشند که رد می‌شوند). گزینهٔ (۳) نیز در مورد محل تولید مادهٔ دو کربنی در سبزدیسه و محل مصرف آن در راکیزه رد می‌شود.

B ۱۸۳ ۲ 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 (۲): درست است. تولید ATP نوری توسط پروتئین انتقالی کانالی ولی واکنش‌های تنفس نوری در **راکیزه و سبزدیسه** صورت می‌گیرد. / 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.

B ۱۸۴ 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 طولانی مدت روی تولید NADPH نیز اثر می‌گذارد.

B ۱۸۵ ۴

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.

B ۱۸۶ 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 دیسه‌های خود).

C ۱۸۷ 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.

A ۱۸۸ 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، دنابسپاراز و رنابسپاراز فعال وجود دارد).

B ۱۸۹ ۱ تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. فقط گیاهان C_4، اسید چهار کربنی 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. / 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 چهار کربنی، 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 ۱۹۰ 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.

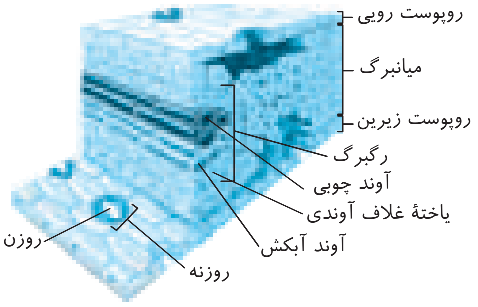
تله‌های تستی گزینهٔ (۲): CO_2 و سایر گازهای تنفسی، با انتشار تبادل می‌یابند. / گزینهٔ (۳): دقت شود که نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در محیط برای تنفس نوری مهم است، نه فقط مقدار CO_2 یا O_2! / گزینهٔ (۴): چرخهٔ کالوین وابسته به نور نیست ولی **فقط در روز** و به کمک ATP و NADPH رخ می‌دهد. در بین روش‌های تثبیت کربن، اولین تثبیت کربن در گیاهان CAM، در **شب** و در نبود نور صورت می‌گیرد.

C ۱۹۱ 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 پیرووات، به تولید NADH نیز می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در گیاهان تک‌لپه مثل ذرت که از نوع گیاه C_4 می‌باشـد، تثبیت کربـن طـی دو مرحلـه در یاخته‌هـای متفاوتی با سیسـتم آنزیمی مجزایـی انجام می‌گیـرد. در ابتدا دی‌اکسـید کربن جو در یاخته‌های میانبرگ اسـفنجی با مولکولی سـه کربنی، ترکیب شده و تشکیل مولـکول چهـار کربنه‌ای می‌دهد تا بدیـن صورت اولین مرحلهٔ تثبیت کربن انجام گیرد. سـپس این مولکول چهار کربنی به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل شده و دی‌اکسید کربن آن آزاد می‌شود و طی چرخهٔ کالوین و تشکیل قند سـه کربنی، دوباره تثبیت کربن انجام می‌شـود. اگر خوب دقت کرده باشـید از یاخته‌های رگبرگ که حاوی پارانشـیم آبکش هم می‌باشـند، سخنی به میان نیامد، پس این گزینه نادرست است. (دقت کنید که CO_2 جو را فقط یاخته‌های میانبرگ دارای فضای بین‌یاخته‌ای زیـاد تثبیـت می‌کنند.) / گزینـهٔ (۲): آنزیم‌های چرخهٔ کالوین، تنهـا درون یاخته‌های غلاف آوندی اسـتفاده می‌شـود و تثبیـت کربـن در میانبـرگ اسـفنجی دارای سیسـتم آنزیمی مجزایی اسـت. / گزینـهٔ (۳): تولیـد ATP، NADH، CO_2 و $FADH_2$ در مراحـل مختلـف چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد ولی هر مرحلهٔ آن به تولید همهٔ مواد نمی‌پردازد.



۱۹۲ (B) گزینهٔ ۱ — گیاهان C_4، طی فتوسـنتز در غلاف آوندی (نزدیک‌ترین یاخته‌ها به دسـتجات آوندی) اسید چهار کربنی 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.

۱۹۳ (C) گزینهٔ 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 سبزدیسـه به صورت C_3 انجام می‌دهد ولی دقت کنید که روزنه‌های **آبی** آن‌ها همانند سـایر گیاهان **همواره باز** می‌باشـند (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.

۱۹۴ (C) گزینهٔ 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) شـروع واکنش‌های تنفس نوری در سبزدیسـه و بخشـی از آن در راکیزه (میتوکندری) صورت می‌گیرد. / ب) تنفس نوری در نور زیاد رخ داده و ماننـد تنفـس یاختـه‌ای، O_2 می‌گیرد و CO_2 تولید می‌کند. / ج) در برخی گیاهان تنفس نوری همراه فتوسـنتز صورت می‌گیرد ولی در **اغلب گیاهان** که C_3 هسـتند تنفس نوری باعث کاهش فتوسنتز و عمل روبیسکو می‌شوند.

۱۹۵ (B) گزینهٔ ۴ — در گیاهان C_4، به دلیل بسـته بودن روزنه‌ها در روز، افزایش CO_2 جو تا حد کمی در افزایش سـرعت فتوسـنتز مؤثر اسـت (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 چهار کربنی، 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.

۱۹۶ (C) گزینهٔ ۲ — فقط مورد (د) صحیح می‌باشد.

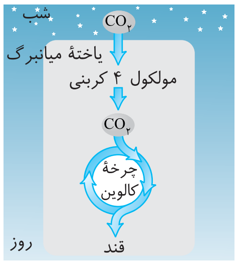
تله‌های تستی الف) نادرسـت اسـت. واکنش‌های چرخهٔ کالوین، مسـتقل از نور و وابسته به CO_2 انجام می‌شـوند ولی چون انجام واکنش‌های آن محتاج ATP و NADPH محصولات نوری می‌باشند، به همین دلیل واکنش‌های چرخهٔ کالوین و کل فرایند فتوسنتز **فقط در حضور نور** انجام می‌شود. / ب) نادرست است. از واکنش‌های وابسـته به نور گیاهان دو نوع را می‌توان مثال زد یکی واکنش‌های وابسـته به نور فتوسـنتزی 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) نادرسـت اسـت. گیاهان C_3 که اغلب گیاهان طبیعت را شـامل می‌شوند، گیاهانی هستند که کربن CO_2 را در فتوسـنتز خـود **فقط** در چرخهٔ کالوین تثبیـت می‌کنند. دقت کنید که گیاهان C_4 و CAM نیز قادر به انجام چرخهٔ کالوین می‌باشـند ولی به آن‌ها گیاه C_3 گفته نمی‌شود (چون اولین مولکول حاصل از تثبیت کربن آن‌ها سه کربنی 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.

۱۹۷ (A) گزینهٔ 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.

۱۹۸ (C) گزینهٔ 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 شـب به صورت اسـید 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 دسـت می‌آورند ولی شـب هنگام، روزنه‌های هوایی خود را باز می‌کنند و کربن را در اسید چهار کربنی تثبیت و ذخیره می‌کنند. جدا شدن CO_2 از اسید چهار کربنی آن‌ها در طی **روز** صورت می‌گیرد تا وارد سبزدیسه شود.



«آناناس»

◀ این گیاهان یک تثبیت را در شب (به صورت اسید چهار کربنی) و تثبیت دیگر را در روز (به صورت اسید سه کربنی) انجام می‌دهند.

B ۱۹۹ 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 گفتم 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.

C ۲۰۰ 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 $O_۲$، ATP و NADPH تا حدی در گیاهان زیاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): در حالتی که روزنه‌های هوایی گیاهان مسدود می‌شوند، خروج $O_۲$ حاصل از مراحل نوری فتوسنتز و ورود $CO_۲$ مختل می‌شود. در این حالت نسبت $\frac{O_۲}{CO_۲}$ در اغلب گیاهان بالا رفته و روبیسکو به سمت اکسیژنازی و تنفس نوری می‌رود و مصرف ATP و NADPHهای فتوسنتزی در چرخهٔ کالوین اغلب گیاهان که $C_۳$ 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 شش کربنی یا پنج کربنی **ناپایدار** می‌سازد که بلافاصله تجزیه می‌شود.

C ۲۰۱ ۱ موارد (ب) و (ج) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. گیاهان CAM، در واکوئول‌های خود ترکیباتی آب‌دوست برای **نگهداری** آب دارند. این گیاهان برخلاف انواع $C_۳$ و $C_۴$، قادر به تثبیت کربن در شب می‌باشند. / ب) نادرست است. ترکیبات درون واکوئول CAMها 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 $C_۴$ و CAM که کربن را در دو نوبت به صورت $C_۳$ و $C_۴$ تثبیت می‌کنند، همواره تثبیت اول را در یاختهٔ میانبرگی و به صورت $C_۴$ انجام می‌دهند.

B ۲۰۲ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است چون محل این فعالیت در میانبرگ می‌باشد که در خارج رگبرگ قرار گرفته‌اند.

- هم تشکیل و هم تجزیهٔ $C_۴$ به $C_۳$ و $CO_۲$ در یاختهٔ سبزدیسه‌دار غلاف آوندی صورت می‌گیرد (نادرستی ب).
- یاخته‌های گیاهی در شرایط نامساعد کمبود $O_۲$ قادر به انجام تخمیر می‌باشند (فصل ۵) (نادرستی ج).
- چرخهٔ کالوین و دوباره‌سازی $NADP^+$ در **غلاف آوندی** رخ می‌دهد که در مجاور آوندها می‌باشد نه روپوست (نادرستی د).

B ۲۰۳ ۳ چرخهٔ کالوین و تثبیت کربن در اسید سه کربنی در بسترهٔ سبزدیسه هر دو گیاه در روز دیده می‌شود. در خزه‌گیان که از گیاهان $C_۳$ به حساب می‌آیند، بافت آوندی از جمله تراکئید دیده نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)). هر دو از نور خورشید انرژی می‌گیرند (نادرستی گزینهٔ (۲)). گیاهان $C_۳$، $CO_۲$ را طی دو مرحله تثبیت نمی‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

B ۲۰۴ ۱ سؤال در مورد گیاهان $C_۴$ و CAM می‌باشد که قدرت سازش و مقابله با تنفس نوری دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. تثبیت کربن در اسید سه کربنی، همان واکنش‌های چرخهٔ کالوین است که در هر گیاهی، فقط در روز انجام می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. عبور $C_۳$ و $C_۴$ از پلاسمودسم بین دو یاخته، ویژهٔ گیاهان $C_۴$ و جدایی مکانی محل دو نوع تثبیت کربن آن‌هاست. / گزینهٔ (۳): نادرست است. بی‌دقتی نکن! چرخهٔ کالوین، فقط یک‌بار کربن را به صورت اسید سه کربنی تثبیت می‌کند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. واکوئول پر از ترکیبات پلی‌ساکاریدی، تنها ویژگی گیاهان CAM است.

B ۲۰۵ ۴ در برگ $C_۴$، همانند سایر برگ‌ها، یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف سایر یاخته‌های روپوستی دارای سبزدیسه هستند ولی هیچ‌کدام قدرت تثبیت کربن به صورت $C_۴$ ندارند. غلاف آوندی در سطح خارجی هر رگبرگ که مجموع آوندهای چوبی و آبکش است وجود دارد. نکتهٔ مهم این است که برگ گیاهان $C_۴$، فاقد پارانشیم نرده‌ای می‌باشد. (غلاف آوندی همان لایهٔ فشردهٔ خارجی‌ترین لایهٔ رگبرگ در گیاهان $C_۴$ می‌باشد.)

C ۲۰۶ ۱ **سؤال بسیار جالب و پرنکته‌ای است.**

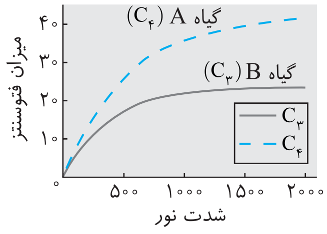
نکته

۰۱ گیاهان $C_۴$، $C_۳$ 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 $CO_۲$ به $O_۲$ در گیاه بستگی دارد.

۰۲ در گیاهان $C_۴$ و CAM، علاوه بر روبیسکو، آنزیم دیگری نیز برای تثبیت کربن وجود دارد که اصلاً قدرت اتصال به $O_۲$ ندارد و فقط اختصاصی با $CO_۲$ واکنش می‌دهد. این آنزیم‌ها سبب ترکیب $CO_۲$ با اسید سه کربنی شده و اسید چهار کربنی می‌سازد. نوعی از آنزیم‌های مذکور در گیاهان $C_۴$ در روز و در یاخته‌های **میانبرگی** فعالیت می‌کند ولی فعالیت نوع دیگر این آنزیم در گیاهان CAM در شب رخ می‌دهد.

B ۲۰۷ ۴ چون با شدت نور زیاد، گیاه A بیشتر و تقریباً دو برابر B رشد کرده است، گیاه A، نوعی گیاه $C_۴$ و گیاه B، از نوع $C_۳$ می‌باشد. حالا به بررسی گزینهٔ نادرست می‌پردازیم:

در هوای گرم و خشک فعالیت اکسیژنازی در گیاه $C_۳$ 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.



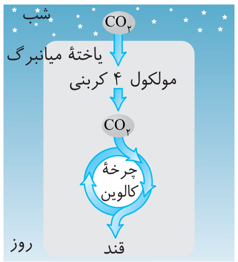
نکته

در گیاه $C_۴$ چرخهٔ کالوین فقط در غلاف آوندی رخ می‌دهد ولی در گیاهان $C_۳$، این چرخه در هر یاختهٔ سبزدیسه‌داری در شرایط مساعد رخ می‌دهد.

C ۲۰۸ – ۲ فقط مورد (ج) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. تثبیت کربن در هر گیاهی یا در یک اسید سه کربنی (چرخهٔ کالوین) و یا در اسید چهار کربنی صورت می‌گیرد. / ب) درست است. میانبرگ گیاه C_4 فقط نقش تثبیت کربن در اسید چهار کربنی 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_2 ها می‌توانند از تنفس نوری یا تنفس یاخته‌ای تأمین شوند. / ج) **نادرست** است. گیاهان CAM در شب قدرت تثبیت کربن به صورت **اسید چهار کربنی** دارند که باعث افزایش تولید مادهٔ اسیدی در شب و **کاهش** pH یاختهٔ میانبرگی می‌شود. / د) درست است. در گیاهان C_4 ، اسید چهار کربنی حاصل از تثبیت اولیه کربن از میانبرگ گیاه و از راه پلاسمودسم‌ها وارد غلاف آوندی می‌شود. (غلاف آوندی قسمت خارجی رگبرگ می‌باشد.)

B ۲۰۹ – 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.

A ۲۱۰ – 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.

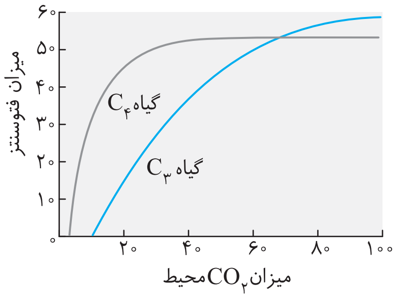
نکته
قطر هر یاختهٔ نگهبان به دلیل وجود رشته‌های سلولزی شعاعی آن‌ها، در حالت بسته یا باز شدن روزنه، همواره ثابت می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

B ۲۱۱ – ۱ فقط مورد (ج) نادرست است. تبدیل یا تجزیهٔ مادهٔ پنج کربنی 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.

تله‌های تستی 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 دو کربنی حاصل از تنفس نوری رخ می‌دهد.

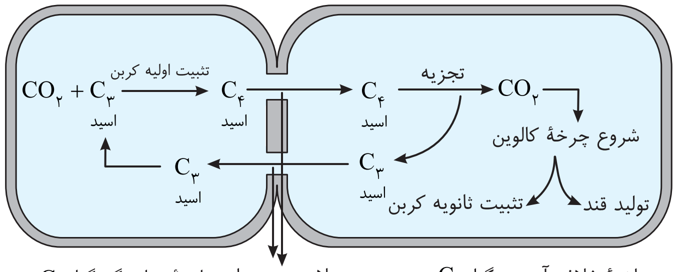
C ۲۱۲ – ۳ این سؤال نیز بسیار جالب و پرنکته می‌باشد.

بررسی درستی گزینهٔ (۳): گیاهان C_4 و CAM توانایی دارند یک کربن را دو بار 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 می‌باشد 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 ۲۱۳ – 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 سه کربنی 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 زیر دقت کنید).



یاختهٔ میانبرگ گیاه C_4 در روز — پلاسمودسم‌ها — یاختهٔ غلاف آوندی گیاه C_4 در روز

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): مادهٔ پنج‌کربنهٔ 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.

۲۱۴ **۳** موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

منظور سؤال **واکوئول‌های گیاه CAM** (آناناس) 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.

۲۱۵ **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، قطعاً آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن، توانایی ترکیب با اکسیژن دارد) (نادرستی ب و درستی الف).

ایستگاه ۱۷

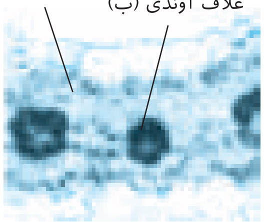
آنزیم‌های تثبیت‌کنندهٔ کربن

نوع آنزیم	مخصوصِ...	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)	$O_2 + C_5 \rightarrow$ C_5 ناپایدار $\rightarrow$ ورود به تنفس نوری $CO_2 + C_5 \rightarrow$ C_6 ناپایدار $\rightarrow$ مصرف ATP و NADPH↑ / قندسازی↑
آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن در یک اسید چهار کربنی	میانبرگ C_4ها	روز	**ندارد**	دارد	$CO_2 +$ اسید C_3 $\xrightarrow{\text{میانبرگ، روز}}$ اسید C_4 $\rightarrow$ انتقال C_4 به غلاف آوندی
	میانبرگ CAMها	شب	**ندارد**	دارد	$CO_2 +$ اسید C_3 $\xrightarrow{\text{میانبرگ، شب}}$ اسید C_4 $\rightarrow$ تجزیهٔ آن در روز $\rightarrow$ انتقال CO_2 به سبزدیسه / مواد نگهدارندهٔ آب در واکوئول‌ها دارند.

◀ عبارت‌های (ج) و (د) نادرست هستند که در جدول بالا توضیح داده‌ایم.

۲۱۶ **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 سه کربنی دارد (درستی گزینهٔ (۴)).

۲۱۷ **۲** فقط منظور زنجیرهٔ انتقال الکترون بعد از فتوسیستم ۱ است که ناقل NADPH ایجاد می‌کند (این زنجیره فاقد پمپ پروتونی است).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. قند سه کربنی یک‌فسفاته در مرحلهٔ قندکافت هم ایجاد می‌شود که از شکستن قند شش کربنی ایجاد شده است (نباید فقط به چرخهٔ کالوین توجه کنید!). / گزینهٔ (۳): نادرست است. اسید سه کربنی که در غلاف آوندی ذرت، در اثر تجزیهٔ اسید چهار کربنی 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.

۲۱۸ **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 سه کربنی 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.

۲۱۹ (C) **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 چهار کربنی تثبیت می‌کنند ولی در روز که روزنه‌های هوایی بسته می‌باشند، CO_2 جو وارد گیاه نمی‌شـود و همان کربن تثبیت شـدهٔ دیشـب، دوباره باید به صورت اسید سه کربنی در چرخهٔ کالوین تثبیت شود. / ب) نادرست است. **آنزیم روبیسکو**، فقط طی روز فعال اسـت که در عمل کربوکسیلاسـیون خود، سـبب تثبیت کربن در اسـید سه کربنی چرخهٔ کالوین می‌شـود. آنزیمی که در تثبیت به صورت اسید چهار کربنی شرکت می‌کند، روبیسکو نمی‌باشد. / ج) درست است. در گیاهان CAM برخلاف C_4 ها، تثبیت CO_2 یک‌بار در شب و یک بار 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 سه کربنی تثبیت می‌کنند.

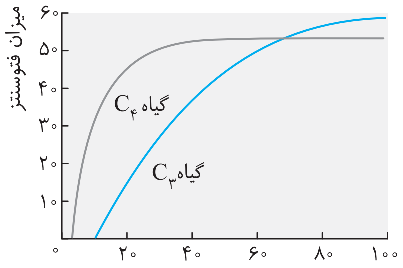
۲۲۰ (A) **۳** تولید ATP در طی روز در سبزدیسـه ولی در **شب و روز در راکیزه** برای تنفس یاخته‌ای صورت می‌گیرد ولی گیاهان CAM در روز از اسـید چهار کربنی، CO_2 آزاد می‌کنند و اسید سه کربنی را دوباره‌سازی می‌کنند.

۲۲۱ (C) **۱** گیاه A از نوع C_3 ، گیاه B از نوع CAM و گیاه C از نوع C_4 می‌باشد.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرسـت اسـت. گیاهان C_4 و CAM، دوبار قادرند تا یک کربن را تثبیت کنند. / گزینهٔ (۲): درسـت 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 سه کربنی و ترکیب کردن آن با CO_2 برای ایجاد اسید چهار کربنی مبادرت کنند.

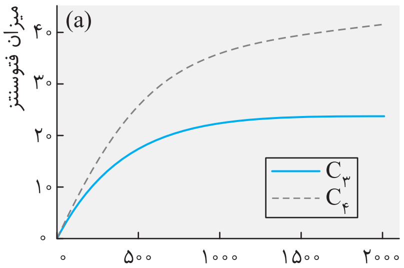
۲۲۲ (C) **۱** **عمل اکسیژنازی فقط مخصوص روبیسکو نمی‌باشد.** بلکه در هر واکنشی که O_2 به ترکیبی اضافه می‌شود مانند واکنش‌های تنفس هوازی، عمل اکسیژنازی صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۱)).

نکته
یاخته‌های غلاف آوندی در گیاهان C_4 ، نوعی پارانشـیم فتوسـنتزکننده می‌باشـند. به عبارتی از نوع بافت پارانشـیم می‌باشـند ولی برخلاف سـایر پارانشـیم‌ها، فضای بین‌یاخته‌ای ندارند و به هم فشـرده‌اند و از آوندها محافظت می‌کنند. فعالیت زیاد روبیسـکو (چرخهٔ کالوین)، قدرت میتوز برای ترمیم زخم‌ها، توانایی فتوسـنتز و انتقال شـیرهٔ پرورده به آوند آبکش (بارگیری آبکشـی) و مجاور یاخته‌های آوندی بودن ویژگی غلاف آوندی می‌باشـد (در گیاهان گلدار، هم تراکئید با منافذ باریک و هم عناصر آوندی لوله‌ای و هم آوند آبکش با صفحهٔ منفذدار درشت وجود دارد).

۲۲۳ (C) **۴** با توجه به دو نمودار زیر 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
۱ 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.
۲ با دقت در نمودار (۱) متوجه می‌شوید که وقتی مقدار CO_2 محیط از حدی (۶۰ به بالا) بالاتر برود، مقدار فتوسنتز در گیاهان C_3 از C_4 بالاتر می‌رود (رد گزینهٔ (۲)).
۳ گیاهان C_4 برخلاف گیاهان C_3 و CAM ، در روز ابتدا شروع به تثبیت کربن به صورت اسید چهار کربنی می‌کنند ولی در گیاهان C_3 و CAM در روز فقط تثبیت کربن را در اسید سه کربنی 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.

۲۲۴ (B) **۱**

نکته
۱ در گیاهان CAM مثل آناناس، تثبیت کربن در شـب به صورت اسـید چهار کربنی (متابولیسـم کراسولاسـیون) و در روز نیز به صورت اسید سه کربنی 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 اسـید C_4 و چرخهٔ کالوین صورت می‌گیرد و جذب CO_2 در روز از تعداد کمی از روزنه‌هایی که باز هسـتند، صورت می‌گیرد و در شـب نیز برحسـب نیاز می‌توانند روزنه را باز کرده و CO_2 جذب کنند ولی همهٔ CO_2 ها در گیاه C_4 در روز تثبیت می‌شـوند (نادرستی گزینهٔ (۳) و (۴)).

C ۲۲۵ ۳ مرحلهٔ اول تثبیت در گیاهان C_4 در میانبرگ اسفنجی با فضای بین‌یاخته‌ای زیاد صورت می‌گیرد (و بالعکس مرحلهٔ دوم در یاخته‌های به هم 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 سه کربنی و یا چهار کربنی 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.

C ۲۲۶ 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 CAMها 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 CAMها در حال چرخهٔ کالوین است، CO_2 جو که در شب گرفته شده است در فوتسنتز 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 سه کربنی و تولید اسید چهار کربنی رخ می‌دهد.

C ۲۲۷ ۴ گیاهان CAM، CO_2 مورد نیاز فوتسنتز در کالوین را در روز از تجزیهٔ اسید آلی چهار کربنی تأمین می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در گیاهان C_3، **برای فوتسنتز**، 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 CAMها 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).

C ۲۲۸ ۳ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. ترکیب دو کربنه 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 پنج کربنی 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 NADPHهای تولید شده در مرحلهٔ نوری، مصرف نمی‌شوند.

A ۲۲۹ ۲

نکته دقت کنید که تولید قند C_3 در گیاهان CAM در روز اتفاق می‌افتد که به ترتیب باید CO_2 از اسید چهار کربنی جدا شود (گزینهٔ (۳))، بعد در مرحلهٔ نوری فتوسنتز در کانال پروتونی، ATP بسازد (گزینهٔ (۱))، بعد در مرحلهٔ دوم چرخهٔ کالوین ترکیب شش کربنهٔ 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 ۲۳۰ ۱

منبع انرژی جانداران مختلف

ایستگاه ۱۸

جانداران	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 قارچ 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).

(B) ۲۳۱ — 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 اولین تثبیت کربن در گیاهان C_4 و CAM رد 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.

(C) ۲۳۲ — 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 به عنوان 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 این‌گونه جانداران بررسی شده‌اند). / د) نادرست است. باکتری‌های گوگردی، فتوسنتزکننده هستند و از نور خورشید انرژی می‌گیرند ولی تولید O_2 نمی‌کنند.

(A) ۲۳۳ — 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 ۱۹

◀ 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 (CAMها) 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.

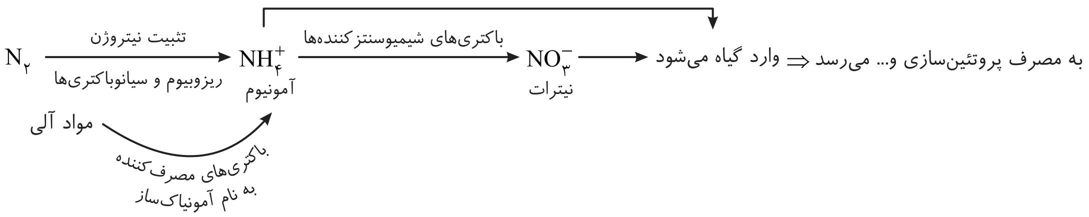
◀ مصرف‌کننده‌ها، جاندارانی هستند که **انرژی** و **الکترون** خود را از **مواد آلی** که توسط دیگر جانداران تولیدکننده ساخته شده‌اند، به دست می‌آورند.

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.

نشر الگو

C ۲۳۴ — ۲ 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 مناطق 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. / هـ) 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.)

C ۲۳۵ — ۱ 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).

C ۲۳۶ — ۱

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.

B ۲۳۷ — ۳ 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 ۲۳۸ — ۳

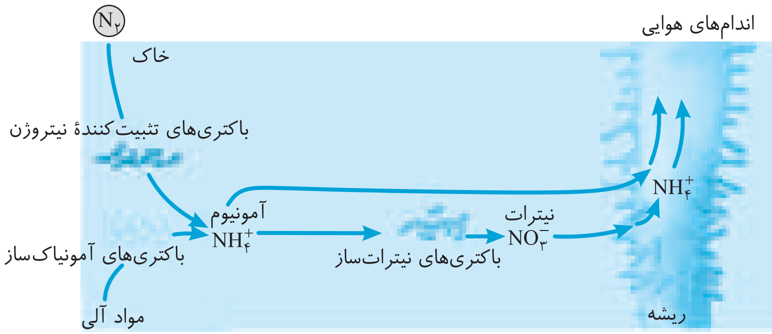
نکته

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.

B ۲۳۹ — ۴ سیانوباکتری‌ها و Ecoli (اشرشیاکلای) 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)).

C ۲۴۰ 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 ۲۴۱ 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.

C ۲۴۲ ۴ همهٔ باکتری‌های تولیدکننده، منظور هم فتوسنتز و هم شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشد که همگی تثبیت کربن دارند و NADH را در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم (فندکافت) 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)).

B ۲۴۳ 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 ۲۴۴ 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 ۲۴۵ 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).

A ۲۴۶ ۲ 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!!

C ۲۴۷ 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، می‌تواند 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.

B ۲۴۸ ۳

نکته یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده و سیانوباکتری‌ها از آب (مادهٔ 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)).

C ۲۴۹ 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 (مثل 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.

B ۲۵۰ 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 می‌دهد تا خود 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 دو کربنه الکترون‌گیری می‌کند نه پیرووات.

B ۲۵۱ 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 ۲۵۲ 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 ۲۵۳ ۴

نکته
هرگاه بعد از قندکافت در تستی عنوان شد، پیرووات **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 پیرووات 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.

C ۲۵۴ 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.

A ۲۵۵ 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.

B ۲۵۶ ۳ همهٔ باکتری‌ها با یک نوع رنابسپاراز، همهٔ انواع RNAهای خود را می‌سازند.

علت نادرستی 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. علت نادرستی گزینهٔ (۴): صدبار گفتم!! باکتری‌های نیترات‌ساز، تثبیت نیتروژن را انجام نمی‌دهند.

C ۲۵۷ — ۳ منظور سؤال باکتری‌های گوگردی و شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشند که:
گزینهٔ (۱): نادرست است. مثلاً باکتری‌های گوگردی که از $H_۲S$ 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 $H_۲S$ 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.

B ۲۵۸ — ۴ در واکنش‌های تولیدکنندگی جانداران، **همواره** مقداری **آب** تولید می‌شود. این آب از ترکیب اکسیژن مولکول $CO_۲$ و هیدروژن‌های منبع الکترونی به دست می‌آید $(۶CO_۲+۱۲H_۲x \rightarrow C_۶H_{۱۲}O_۶+۱۲x+۶H_۲O)$.

◀ مصرف آب مخصوص گیاهان، آغازیان و سیانوباکتری‌های فتوسنتزکننده بوده که طی واکنش‌های فتوسنتزی خود هم به تولید و هم به مصرف آب می‌پردازند.

B ۲۵۹ — ۳ باکتری 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 ۲۶۰ — 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 ۲۶۱ — ۳ اوگلنا نیز مانند هر جاندار دیگری برای شروع تنفس یاخته‌ای خود، واکنش‌های قندکافت انجام می‌دهد که طی آن مواد شش کربنی فسفات‌دار را به بنیان‌هایی به نام پیرووات تبدیل می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید $O_۲$ 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 تولیدکنندگی 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.)

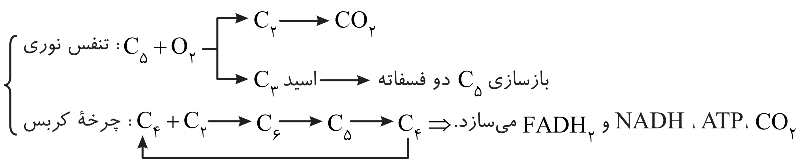
C ۲۶۲ — ۱ فقط مورد (الف) درست می‌باشد.

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.

A ۲۶۳ — 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 آزمون دوره فصل پنجم و ششم

B ۱ — ۱ فقط عبارت (ب) صحیح است. در هر دو فرایند چرخهٔ کربس و تنفس نوری $CO_۲$ تولید می‌شود و مادهٔ پنج کربنی نیز وجود دارد.



تله‌های تستی الف) در تنفس نوری، گیرندهٔ الکترونی نقشی ندارد. / ج) چرخهٔ کربس وابسته به نور نیست و در هر شرایطی رخ می‌دهد ولی در هر دو فرایند، $CO_۲$ تولید می‌شود. / د) مرحلهٔ ابتدایی تنفس نوری در سبزدیسه و بخشی دیگر در راکیزه صورت می‌گیرد ولی چرخهٔ کربس کاملاً در راکیزه رخ می‌دهد.

B ۲ — ۴ چند بار توضیح دادم! در قندکافت در مرحلهٔ اول ۲ATP مصرف و در مرحلهٔ آخر تعدادی ATP تولید می‌شود که این عمل در همهٔ یاخته‌های زنده رخ می‌دهد. طی گلیکولیز (قندکافت) از گلوکز و مادهٔ شش کربنی دوفسفاته، در نهایت دو مولکول پیرووات تولید می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. قندکافت به نور وابسته نمی‌باشد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. قندکافت در هر گیاهی رخ می‌دهد ولی ربطی به تثبیت کربن ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. تنفس نوری مانع مرحلهٔ تولیدکنندگی فتوسنتز است که در آن ATP تولید نمی‌شود.

C ۳ — ۴ در قندکافت که تبدیل گلوکز به دو تا پیرووات صورت می‌گیرد، تولید $CO_۲$ صورت نمی‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در روز در گیاهان CAM، اسید چهار کربنی که در شب تولید شده است، ابتدا در روز $CO_۲$ از آن جدا شده و سپس برای انجام چرخهٔ کالوین به سبزدیسه می‌رود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. ۲۳٪ کربن دی‌اکسید بافت‌ها با هموگلوبین ترکیب شده که در مویرگ مجاور شش‌ها از آن جدا می‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در تنفس نوری از تجزیهٔ مادهٔ دو کربنی، در واکنش‌هایی که بخشی از آن در راکیزه انجام می‌شود، $CO_۲$ تولید می‌شود.

(C) ۴ ۴ تجزیهٔ نوری آب ویژهٔ فتوسنتز می‌باشد که در فضای درون تیلاکوئید رخ می‌دهد نه بستره! ولی تولید ATP در سطح پیش‌ماده در بستره راکیزه در واکنش‌های چرخهٔ کربس رخ می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در بستره راکیزه و سبزدیسه‌ها، دنابسپاراز برای دنای حلقوی اندامک همانندسازی می‌کند. / گزینهٔ (۲): ATP نوری در هنگام روز در بستره سبزدیسه و ATP اکسایشی در طول شبانه‌روز در بستره راکیزه تولید می‌شود. / گزینهٔ (۳): تولید CO_2 از تجزیهٔ پیرووات به استیل در بستره راکیزه و مصرف CO_2 در چرخهٔ کالوین در هنگام روز می‌تواند رخ دهد.

(C) ۵ ۲ فقط مورد (الف) درست است.

تله‌های تستی الف) درست است. هر استیل وارد یک چرخهٔ کربس شده و با اکسایش خود ATP مستقیم، مقداری NADH و $FADH_2$ ایجاد می‌کند ولی اکسایش پیرووات یک مرحله اضافه‌تر یعنی تبدیل پیرووات به استیل دارد که در این واکنش نیز یک NADH برای تولید ATP ایجاد می‌شود. / ب) نادرست است. افزایش غلظت O_2، شرایط را برای تنفس نوری آماده می‌کند نه زیادی روبیسکو!! / ج) نادرست است. در تخمیر لاکتیکی، تولید CO_2 صورت نمی‌گیرد. د) نادرست است. مثانه نوعی ماهیچهٔ **صاف** می‌باشد و قدرت تخمیر ندارد. این یاخته‌ها فقط NAD^+ را توسط تنفس هوازی و در زنجیرهٔ انتقال الکترون بازسازی می‌کنند. (تخمیر لاکتیکی در ماهیچهٔ اسکلتی رخ می‌دهد.)

(C) ۶ ۴ هورمون‌های تحریک‌کنندهٔ گیاهی مثل جیبرلین‌ها، اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها، سبب افزایش رشد و فتوسنتز گیاهان می‌شوند که این عمل را با افزایش فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو انجام می‌دهند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انسولین با پایین آوردن گلوکز خون، **انرژی در دسترس یاخته‌ها را کاهش می‌دهد.** انسولین روی همهٔ یاخته‌های بدن اثر دارد و نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز را زیاد می‌کند. (محیط داخلی بدن، شامل خون، لنف و آب سیتوپلاسمی می‌باشد.) / گزینهٔ (۲): غدهٔ تیروئید در بالای دیافراگم با افزایش سوخت‌وساز بدن و غدهٔ لوزالمعده در زیر دیافراگم با تولید هورمون گلوکاگون برای بالا بردن گلوکز خون، در نهایت سبب افزایش اکسایش گلوکز در تنفس یاخته‌ای می‌شود. / گزینهٔ (۳): هورمون‌های اتیلن و آبسیزیک‌اسید، اثر منفی در رشد گیاه داشته و مقدار فتوسنتز را در آن‌ها کاهش می‌دهد.

(C) ۷ ۱ دقت کنید که در سؤال گفته کدام «نادرست» نمی‌باشد، یعنی گزینهٔ درست را می‌خواهد.
در مرحلهٔ وابسته به نور فتوسنتز، انرژی نوری به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود و ضمن تجزیهٔ آب، مولکول‌های ATP و NADPH تولید می‌شوند (درستی گزینهٔ (۱)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): پرتوی فروسرخ از آن جهت که طول موج بیشتر از ۷۰۰ نانومتر دارد برای ما مرئی نیست ولی جانورانی مثل برخی مارها می‌توانند این پرتو را به صورت گرما احساس کنند (در حقیقت زنبور عسل، فرابنفش را می‌بینند ولی ما گرمای آن را احساس می‌کنیم!). / گزینهٔ (۳): برخی واکنش‌های تنفس نوری در راکیزه نیز رخ می‌دهد. تنفس نوری، واکنشی وابسته به نور می‌باشد ولی راکیزه فاقد رنگیزه می‌باشد. (واکنش‌های نوری فتوسنتز و تنفس نوری، از واکنش‌های وابسته به نور گیاهان می‌باشد.) / گزینهٔ (۴): دقت شود که به سبزینه a ای که در فتوسیستم قرار دارد P۶۸۰ و P۷۰۰ می‌گوییم که در سیانوباکتری‌ها نیز وجود دارند ولی سبزینه‌ها، فاقد پروتئین هستند. (P۶۸۰ یا P۷۰۰، فقط شامل سبزینهٔ a موجود در مرکز فتوسیستم‌ها می‌باشد.)

(B) ۸ ۴ مواد دفعی نیتروژن‌دار از تجزیهٔ کامل و متابولیسم **آمینواسیدها** و **بازهای آلی نیتروژن‌دار** ایجاد می‌شوند. در تنفس نوری هیچ مادهٔ نیتروژن‌داری شرکت ندارد و حتی ATP نیز تولید نمی‌شود، پس مادهٔ زائد نیتروژن‌داری نیز ایجاد نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): محصولات چرخهٔ کربس CO_2، ATP، NADH و $FADH_2$ می‌باشند که به‌جز CO_2، بقیه حاوی باز آلی نیتروژن‌دار آدنین بوده و از تجزیهٔ آن‌ها مادهٔ زائد نیتروژن‌دار ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۲): محصولات نوری فتوسنتز شامل O_2، ATP و NADPH می‌باشد که در بین آن‌ها ATP و NADPH ذخیره‌کنندهٔ انرژی و دارای باز آلی آدنین بوده که در اثر تجزیه می‌تواند به مادهٔ زائد نیتروژن‌دار تبدیل شود. / گزینهٔ (۳): محصولات مرحلهٔ قندکافت (گلیکولیز)، علاوه بر پیرووات‌های نهایی که فاقد نیتروژن می‌باشند، موادی مثل ATP و NADH بوده که از تجزیهٔ باز آلی آن‌ها می‌توان مادهٔ زائد نیتروژن‌دار را ایجاد کرد.

(A) ۹ ۲ در تنفس نوری، تجزیهٔ مولکول C_5 ناپایدار در سبزدیسه توسط روبیسکو و خروج CO_2 از C_2 در راکیزه صورت می‌گیرد ولی تبدیل پنج کربنه به چهار کربنه در چرخهٔ کربس راکیزه رخ می‌دهد (گزینهٔ (۴) نیز در واکنش‌های متابولیسمی رخ نمی‌دهد).

(C) ۱۰ ۴ واکنش‌های چرخهٔ کالوین و کل فرایند فتوسنتز هر گیاهی فقط در روز انجام می‌شود.
واکنش‌های فتوسنتزی دو مرحله دارند:

- **الف)** وابسته به نور
  - تجزیهٔ آب و تولید O_2 دارند.
  - زنجیرهٔ انتقال الکترون دارند
    - زنجیرهٔ بین دو فتوسیستم ۲ و ۱ ← انرژی ساخت ATP را فراهم می‌کند.
    - زنجیرهٔ بعد از فتوسیستم ۱ ← انرژی ساخت NADPH را فراهم می‌کند.
- ب) مستقل از نور ← چرخهٔ کالوین (محتاج CO_2 می‌باشد.)
  - ATP نوری و NADPH را مصرف می‌کند.
  - قند سه کربنی، ADP و $NADP^+$ می‌سازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آنزیم روبیسکو دو نوع فرایند تنفس نوری و چرخهٔ کالوین را با یک پیش‌مادهٔ ریبولوزبیس فسفات انجام می‌دهد. / گزینهٔ (۲): چرخهٔ کالوین، واکنشی در هر گیاهی است که فقط کربن موجود در CO_2 را تثبیت می‌کند. / گزینهٔ (۳): آنزیم روبیسکو واکنش تنفس نوری را فقط در حضور نور و دمای شدید انجام می‌دهد ولی واکنش‌های مستقل از نور چرخهٔ کالوین را نیز انجام می‌دهد که این عمل نیز در طی روز و روشنایی صورت می‌گیرد. ولی واکنش‌های آن، مستقیماً به انرژی نورانی نیازمند نمی‌باشند.

(C) ۱۱ ۱ همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

تله‌های تستی الف) دقت کنید که سبزدیسه توانایی تثبیت کربن به صورت اسید C_3 را در همهٔ گیاهان جلبک‌ها دارد. از طرفی هر یاختهٔ فتوسنتزکننده، اگر پروکاریوت باشد، در DNA اصلی و اگر یوکاریوت باشد، در سبزدیسهٔ خود، DNA حلقوی دارد. / ب) دقت شود که آنزیم **روبیسکو در سبزدیسه** دیده می‌شود، از طرفی سبزدیسه دارای رناتن‌های کوچکی در خود بوده و عامل آزادکننده ترجمه نیز در آن دیده می‌شود تا پلی‌پپتید تولید شده را از tRNA موجود در جایگاه P رناتن جدا کند. / ج) دیوارهٔ دوم چوبی شده مخصوص اسکلرانشیم‌ها و بافت هادی چوبی می‌باشد که برخلاف پارانشیم‌ها قدرت فتوسنتز ندارند. / د) فعالیت زیستی در یاخته‌های **زندهٔ** گیاهی دیده می‌شود. از طرفی تمام یاخته‌های زنده، درون سیتوپلاسم خود، توانایی انجام قندکافت با تولید پیرووات را دارند.

(C) ۱۲ — ۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. اکسیداسیون پیرووات قطعاً طی تولید استیل CoA و تنفس هوازی رخ می‌دهد ولی واکنش‌های کاهشی آن طی الکترون‌گیری در تنفس بی‌هوازی یا تخمیر لاکتیکی درون مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم انجام می‌گیرد. / ب) **نادرست** است. گیاهی که دارای متابولیسم اسید کراسولاسه می‌باشد، از نوع CAM مثل آناناس بوده که برگ یا ساقهٔ گوشتی آبدار دارد و برای سازش با محیط گرم و خشک دارای روزنه‌های کمتری می‌باشد که فرو رفته در روپوست هستند. (نه برآمده!) / ج) درست است. جانداران تولیدکنندهٔ طبیعت، چه فتوسنتز کنند و چه شیمیوسنتزکننده باشند، در هر صورت کربن $CO_۲$ را در یک اسید آلی تثبیت می‌کنند تا از مواد معدنی بتوانند مواد آلی تولید کنند. / د) **نادرست** است. تبدیل اسید سه کربنی به قند سه کربنی یکی از مراحل چرخهٔ کالوین می‌باشد که لزوماً در سبزدیسه گیاهان رخ می‌دهد که حاوی فتوسیستم ۱ و ۲ می‌باشد.

(C) ۱۳ — ۳ موارد (الف) و (د) درست است.

تله‌های تستی الف) **درست** است. دقت کنید که هر یاختهٔ گیاهی که دارای سبزدیسه با تولید NADPH است، دارای راکیزه‌ای با تولید NADH نیز می‌باشد ولی حواستان باشد که برعکس آن صادق نیست، مثل یاخته‌های کرک روپوستی، سبزدیسه ندارند ولی راکیزه دارند. (دقت کنید یاخته‌های نگهبان روزنه، یاخته‌های تمایز یافتهٔ روپوستی هستند ولی برخلاف یاخته‌های روپوستی دیگر دارای سبزدیسه‌اند.) / ب) نادرست است. تبدیل پیرووات به لاکتات در تخمیر لاکتیکی فقط در یاخته‌های ماهیچه‌ای انسانی دیده می‌شود. (گیرنده‌های بینایی توانایی تخمیر لاکتیکی ندارند.) / ج) نادرست است. دقت شود که در طی مرحلهٔ اول تخمیر یا همان قندکافت، مصرف NAD^+ دیده می‌شود و NADH ایجاد می‌شود ولی آزاد شدن $CO_۲$ بعد از قندکافت صورت می‌گیرد. / د) **درست** است. پروتئین مسئول سنتز NADPH در اوگلناهای فتوسنتزکننده به دلیل وجود سبزدیسه، در سطح خارجی غشای تیلاکوئید دیده می‌شود که الکترون‌های خارج شده از P۷۰۰ را به $NADP^+$ می‌رساند.

(C) ۱۴ — ۲ دقت کنید که در گیاهان، **اندامکی** که دارای روبیسکو می‌باشد، سبزدیسه‌ها بوده که فقط قدرت تثبیت کربن به صورت اسید $C_۳$ در چرخهٔ کالوین دارند (در این گزینه دقت کنید که **اندامک** موردنظر بوده است نه یاخته!!).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): دقت کنید که جانداران تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن سیانوباکتری‌ها و ریزوبیوم‌ها که همگی پروکاریوت هستند را شامل می‌شود و از آنجایی که پروکاریوت‌ها، طی تقسیم دوتایی تقسیم می‌شوند، تشکیل دوک در آن‌ها دیده نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): با توجه به توضیحات گزینهٔ (۱)، جانداران تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، سیانوباکتری‌ها (دارای یک نوع رنابسپاراز پروکاریوتی) و ریزوبیوم (دارای یک نوع رنابسپاراز پروکاریوتی) را شامل می‌شود. / گزینهٔ (۴): دقت کنید که یاخته‌ای که فاقد روبیسکو است، یعنی سبزدیسه ندارد، ولی می‌تواند **شبکهٔ گلژی** متشکل از تعدادی کیسه‌های غشادار داشته باشد.

(B) ۱۵ — ۲

نکته

باکتری‌های رودهٔ بزرگ مقدار کمی ویتامین B و K می‌سازند، که بالا رفتن ویتامین $B_۱$ (تیامین)، تولید استیل‌کوآنزیم A در نتیجه تنفس یاخته‌ای را افزایش می‌دهد و از طرفی غدهٔ تیروئید موجود در گردن نیز در افزایش سوخت‌وساز یاخته‌ها مؤثر می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ترکیب چهار کربنی در گیاهان CAM، در شب ایجاد می‌شود و دی‌اکسید کربن حاصل از تجزیهٔ این ترکیب چهار کربنی در روز، به درون سبزدیسه انتشار می‌یابد (نه خود آن) تا در همان یاخته به سمت ایجاد چرخهٔ کالوین برود. / گزینهٔ (۳): دقت کنید که **تمام** گیاهان چرخهٔ کالوین دارند. گیاهان $C_۳$ فقط توانایی تثبیت کربن در چرخهٔ کالوین دارند، ولی گیاهان $C_۴$ و CAM علاوه بر چرخهٔ کالوین، می‌توانند قبل از آن، کربن را در یک اسید چهار کربنی تثبیت کنند. / گزینهٔ (۴): باکتری‌ها سبزدیسه ندارند ولی تمام مراحل فتوسنتز را در صورت تولیدکننده بودن انجام می‌دهند. تنفس هوازی، چرخهٔ کربس و تولید استیل CoA نیز در باکتری‌های هوازی رخ می‌دهند.

(C) ۱۶ — ۳ دقت کنید که هر یاختهٔ گیاهی سبزدیسه‌داری، قطعاً حاوی راکیزه نیز می‌باشد پس ATP نوری در سبزدیسه و ATP اکسایشی را در راکیزه‌های خود ایجاد می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اگر اوگلناهای فتوسنتزکننده مدتی در عدم حضور نور قرار بگیرند، سبزدیسه‌ها و روبیسکو خود را از دست داده و به عنوان یک آغازی مصرف‌کننده از مواد آلی محیط، انرژی‌گیری می‌کنند. / گزینهٔ (۲): دقت کنید که در گیاهان CAM، تثبیت کربن طی دو مرحله و عمل آنزیمی متفاوت صورت می‌گیرد که تمامی این مراحل درون یک یاخته ولی در دو اندامک مجزا انجام می‌گیرد، ابتدا طی عمل کربوکسیلازی آنزیمی که فقط قدرت اتصال با $CO_۲$ دارد (نه خود روبیسکو)، مولکول $CO_۲$ با یک اسید سه کربنه ترکیب و اسید چهار کربنه‌ای با متابولیسم کراسولاسیون تشکیل می‌دهد، این یعنی غیر از روبیسکو در اندامک دیگری نیز، آنزیمی جهت کربوکسیلاز وجود دارد. / گزینهٔ (۴): مژک‌دارانی مثل پارامسی واکوئول‌های تنظیم آب و حفرهٔ دهانی در یاخته دارند.

(C) ۱۷ — ۲ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست تکمیل می‌کنند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. تولید اکسیژن مولکولی در تولیدکنندگانی مثل گیاهان، جلبک‌ها، برخی اوگلناها و سیانوباکتری‌ها رخ می‌دهد ولی باکتری‌های فتوسنتزی غیراکسیژن‌زا و شیمیوسنتزکننده‌ها قدرت تولید $O_۲$ ندارند. / ب) نادرست است. رنگیزهٔ گیرندهٔ نور در یاخته‌های استوانه‌ای و مخروطی چشم انسان نیز وجود دارد پس لزوماً هر جاندار دارای رنگیزه گیرندهٔ نور، تولیدکنندهٔ مواد آلی از معدنی نمی‌باشد. / ج) **درست** است. جانداران فتوسنتزکننده، از نور خورشید به‌طور مستقیم انرژی می‌گیرند و با تثبیت کربن مولکول $CO_۲$ در یک اسید آلی به تولید مواد آلی می‌پردازند. / د) نادرست است. سبزینه a در سیانوباکتری‌ها، گیاهان و جلبک‌ها وجود دارد ولی تولید مواد آلی در **سبزدیسه‌ها** مخصوص یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده می‌باشد و در سیانوباکتری‌ها صدق نمی‌کند.

(B) ۱۸ — ۴ هر نوع تولید ATP یاخته‌ای، به صورت سنتز آبدهی، طی ترکیب ADP و فسفات با واکنش انرژی‌خواه صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در تولید ATP اکسایشی و نوری، فسفات به صورت آزاد تأمین می‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. تولید ATP با کراتین فسفات به صورت پیش‌ماده‌ای است (نه اکسایشی). / گزینهٔ (۳): نادرست است. تولید ATP نوری و اکسایشی توسط مجموعهٔ آنزیمی ATPساز در کانال H^+ ایجاد می‌شود که این کانال جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست.

B ۱۹ — ۴

نکته

همهٔ فتوسنتزکنندگان، به‌جز باکتری‌های غیراکسیژن‌زا، از **آب** به عنوان منبع الکترون (نه گیرندهٔ الکترون!) استفاده می‌کنند. این باکتری‌ها برخلاف سیانوباکتری‌ها، O_2 تولید نمی‌کنند و یادتون باشه که باکتری‌ها، فتوسنتز را در غشای خود (و نه درون تیلاکوئید) انجام می‌دهند و می‌دانید که آب بیشترین مادهٔ طبیعت و بدن انسان است. شایان توجه است که هر جاندار تولیدکننده‌ای از جمله گوگردی‌ها، طی فتوسنتز خود به تولید مقدار کمی آب نیز می‌پردازد.

◄ آب ماده‌ای است که منشأ اکسیژن طی عمل فتوسنتز گیاهان و جلبک‌ها می‌باشد که از این ماده در سیانوباکتری‌ها نیز استفاده می‌شود.

B ۲۰ — ۴ موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

◄ تا اینجا خیلی گفتیم که تولید مواد آلی از مواد معدنی در فتوسنتزکنندگان و شیمیوسنتزکننده‌ها رخ می‌دهد ولی این به معنی همهٔ مواد آلی مورد نیاز جاندار می‌باشد. دقت کنید که در کبد انسان نیز مواد معدنی CO_2 و NH_3 می‌توانند به مادهٔ آلی اوره تبدیل شوند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها برخلاف فتوسنتزکننده‌ها، عمل تولیدکنندگی خود را بدون جذب نور انجام می‌دهند. / ب) نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها برخلاف فتوسنتزکننده‌ها، عمل تولیدکنندگی خود را بدون نیاز به سامانه‌های تبدیل انرژی نوری به شیمیایی انجام می‌دهند. / ج) درست است. هر جاندار برای ادامهٔ حیات به قندکافت و واکنش فوق محتاج است. / د) درست است. DNA حلقوی در سبزدیسه یوکاریوت‌های تولیدکننده یا به صورت DNA اصلی باکتری‌های تولیدکننده وجود دارند (در کبد انسان نیز، راکیزه‌ها، دنای حلقوی دارند).

B ۲۱ — ۱ موارد (الف) و (د) درست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) درست است. در یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده، مولکول **آب**، دهندهٔ الکترون واکنش‌های فتوسنتزی می‌باشد. / ب) نادرست است. مولکول $NADP^+$ به زنجیرهٔ انتقال الکترون واقع در **غشای تیلاکوئید** وارد شده و پس از تبدیل به NADPH، به بستره می‌رود. / ج) نادرست است. تحریک فتوسیستم ۱ (توسط نور) باعث **خروج الکترون** پرانرژی از آن و اکسید شدن P۷۰۰ (سبزینه a) می‌شود. / د) درست است. روبیسکو آنزیمی برای مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز و عامل تولیدکنندهٔ ATP، پروتئین کانالی است که هر دو از زیرواحدهای **آمینواسیدی** تشکیل شده‌اند و روی DNA حلقوی یاخته، رمزهای وراثتی سه‌حرفی دارند.

A ۲۲ — ۱ راکیزه سبب تبدیل نوعی انرژی شیمیایی (گلوکز) به شیمیایی دیگر (ATP) می‌شود ولی سبزدیسه سبب تبدیل انرژی نوری به شیمیایی (گلوکز) می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): سبزدیسه غشای چین‌خورده ندارد. / گزینهٔ (۳): داخلی‌ترین فضای راکیزه، بستره است و محل تجمع H^+ نیست. / گزینهٔ (۴): برخی پروتئین‌های راکیزه و سبزدیسه توسط ژن‌های هسته‌ای رمز می‌شوند.

B ۲۳ — ۱ یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده (گیاهان و جلبک‌ها) و سیانوباکتری‌ها دارای سبزینه a می‌باشند. در طیف نور مرئی که بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر طول موج دارند، سبزینهٔ a در دو طیف ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر حداکثر جذب را دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): پلاسمودسم راه ارتباطی سیتوپلاسمی ویژهٔ گیاهان می‌باشد ولی در سیانوباکتری‌ها وجود ندارد. / گزینهٔ (۳): الکترون‌گیری از H_2S ویژهٔ باکتری‌های گوگردی و برخی شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشد که همگی فاقد سبزینه a می‌باشند. / گزینهٔ (۴): سیانوباکتری‌ها همانند هر پروکاریوت دیگری فقط یک نوع رنابسپاراز دارند.

B ۲۴ — ۲ باکتری‌های گوگردی با استفاده از الکترون‌های H_2S و سیانوباکتری‌ها با استفاده از آب که هر دو مادهٔ معدنی هستند، در تثبیت کربن، با مولکول CO_2 به تولید مواد آلی می‌پردازند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): علاوه بر شیمیوسنتزکننده‌ها، باکتری‌های گوگردی و سیانوباکتری‌ها نیز برای تأمین الکترون در ساخت مادهٔ آلی، از مواد معدنی استفاده می‌کنند ولی بدانیم که فقط گروه شیمیوسنتزکننده‌ها، انرژی فعالیت خود را نیز از همین مادهٔ معدنی به دست می‌آورند. / گزینهٔ (۳): در بین باکتری‌ها، فقط سیانوباکتری‌ها، اکسیژن‌زا می‌باشند (در این گزینه، قید «برخلاف» سبب نادرستی شده است چرا که هر دو قادر به تولید O_2 نمی‌باشند). / گزینهٔ (۴): **برخی** شیمیوسنتزکننده‌ها همانند همهٔ گوگردی‌ها از H_2S الکترون می‌گیرند.

C ۲۵ — ۲ فقط مورد (الف) صحیح می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. بخش عمدهٔ فتوسنتز طبیعت را جاندارانی انجام می‌دهند که **گیاه نمی‌باشند** و در **خشکی زندگی نمی‌کنند.** / ب) نادرست است.

نکته

انواعی از باکتری‌ها و آغازیان در محیط‌های مختلف خشکی یا آبی فتوسنتز می‌کنند.

ج) نادرست است. سؤال در مورد جانداران فتوسنتزکننده می‌باشد نه باکتری‌های فتوسنتزکننده! دقت کنید که در بین انواع اکسیژن‌زای جانداران، گیاهان و جلبک‌ها، سبزدیسه‌دار می‌باشند. / د) نادرست است. در بین باکتری‌های فتوسنتزکننده غیراکسیژن‌زا، فقط گوگردی‌ها (سبز و ارغوانی) از H_2S الکترون می‌گیرند.

B ۲۶ — ۱ در بین باکتری‌های فتوسنتزکننده، فقط سیانوباکتری‌ها مشابه گیاهان، سبزینه a دارند که این گروه از آب (نوعی مادهٔ معدنی) الکترون‌گیری کرده و O_2 تولید می‌کنند (اکسیژن‌زا هستند).

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): رنگیزه باکتریوکلروفیل ویژهٔ همهٔ باکتری‌های فتوسنتزکننده غیراکسیژن‌زا می‌باشد که یکی از انواع گوگردی سبز و ارغوانی می‌باشند که از H_2S الکترون‌گیری می‌کنند. / گزینهٔ (۳): سیانوباکتری‌ها را می‌توان برای مثال نقض این عبارت به کار برد که از مادهٔ معدنی H_2O الکترون می‌گیرد ولی اکسیژن‌زا می‌باشد. / گزینهٔ (۴): گوگردی سبز و ارغوانی هر دو رنگیزه فتوسنتزی باکتریوکلروفیل دارند و نمونه‌ای از باکتری‌های غیراکسیژن‌زا می‌باشند ولی از نظر ظاهری، یکی سبز و دیگری ارغوانی می‌باشد.

C ۲۷ — ۳ در طبیعت به‌جز سیانوباکتری‌ها، سایر باکتری‌ها، غیراکسیژن‌زا می‌باشند. یعنی همهٔ باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، همهٔ باکتری‌های مصرف‌کننده و هر باکتری فتوسنتزکننده به‌جز سیانوباکتری از نوع غیراکسیژن‌زا می‌باشند. همهٔ این جانداران در ابتدای تنفس یاخته‌ای خود، طی واکنش‌های قندکافت قدرت تولید NADH و ATP دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): رنگیزه باکتریوکلروفیل فقط در **فتوسنتزکننده‌های غیر از سیانوباکتری** وجود دارد اما در مصرف‌کننده‌ها وجود ندارد. / گزینهٔ (۲): مصرف O_2 در باکتری‌های هوازی دیده می‌شود که می‌توانند شیمیوسنتزکننده یا مصرف‌کننده باشند. / گزینهٔ (۴): تولید مواد آلی از معدنی ویژهٔ باکتری‌ها و کلاً جانداران تولیدکننده می‌باشد ولی در بین باکتری غیراکسیژن‌زا برخی نیز مصرف‌کننده‌اند و قدرت تولید مواد آلی از مواد معدنی ندارند.

B ۲۸ ۲ فقط مورد (الف) در بین **باکتری‌های گوگردی** و **برخی شیمیوسنتزکننده‌ها** یکسان می‌باشد. زیرا فقط این دو گروه از H_2S الکترون می‌گیرند و تولیدکننده هستند.

تله‌های تستی الف) مشترک است. اکسیژن‌زایی و دارا بودن سبزینه a ویژهٔ باکتری‌هایی به نام سیانوباکتری می‌باشد. / ب) غیرمشترک است. از باکتری‌های گوگردی فقط برای تصفیه فاضلاب‌ها در حذف سولفید هیدروژن استفاده می‌کنند. / ج) غیرمشترک است. باکتری‌های گوگردی، شیمیوسنتزکننده نیستند. / د) غیرمشترک است. انواع سبز و ارغوانی و انرژی‌گیری از نور خورشید ویژهٔ گوگردی‌هاست ولی در شیمیوسنتزکننده‌ها دیده نمی‌شود.

B ۲۹ ۳ در فتوسنتز هر جانداری وجود نور و CO_2 الزامی است.

نکته
رنگیزه فتوسنتزی باکتری‌ها در سیانوباکتری‌ها از نوع سبزینه a ولی در سایر فتوسنتزکننده‌ها از نوع باکتریوکلروفیل می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در بین باکتری‌های فتوسنتزکننده‌ای که رنگیزه باکتریوکلروفیل دارند، فقط گوگردی‌ها از H_2S الکترون می‌گیرند. / گزینهٔ (۲): $P680$ یا $P700$ همان سبزینه a می‌باشد که مشابه آن‌ها در سیانوباکتری‌ها نیز دیده می‌شود. ولی این باکتری‌ها از نور خورشید، انرژی می‌گیرند و **از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند** (نه انرژی). / گزینهٔ (۴): قدرت زندگی در اعماق اقیانوس‌ها و مناطق بدون نور ویژهٔ شیمیوسنتزکننده‌هاست که فتوسنتزکننده نمی‌باشند.

C ۳۰ ۱ فقط مورد (الف) ویژگی مشترک باکتری‌های گوگردی و برخی شیمیوسنتزکننده‌هاست که از H_2S که گازی بی‌رنگ با بویی شبیه تخم‌مرغ گندیده می‌باشد، الکترون می‌گیرند.

تله‌های تستی الف) درست است. همهٔ تولیدکننده‌های طبیعت، کربن مولکول CO_2 را در یک مادهٔ آلی تثبیت می‌کنند تا به تولید مواد آلی مورد نیاز خود بپردازند. / ب) نادرست است. فقط شیمیوسنتزکننده‌ها قادر به زندگی در معادن، دهانهٔ آتشفشان‌ها و اعماق اقیانوس یعنی محیط بدون نور می‌باشند. / ج) نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها قادر به جذب نور خورشید نیستند و رنگیزه فتوسنتزی ندارند. / د) نادرست است. باکتری‌های گوگردی برخلاف شیمیوسنتزکننده‌ها از نور خورشید انرژی می‌گیرند.

B ۳۱ ۳ آزاد شدن گروه‌های فسفات و مصرف CO_2 در چرخهٔ کالوین (مستقل از نور) صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): گیرندهٔ الکترون $NADP^+$ است که در مرحلهٔ نوری مصرف شده ولی قند در مستقل از نور (کالوین) تولید می‌شود. / گزینهٔ (۲): تولید O_2 در مرحلهٔ نوری ولی تثبیت CO_2 در مرحلهٔ مستقل از نور است. / گزینهٔ (۴): آب در هر واکنش فتوسنتزی مصرف نمی‌شود (مثل گوگردی‌ها).

B ۳۲ ۲ اگر تنفس نوری و تجزیهٔ C_5 در آن را در نظر بگیریم، این عمل و تولید $NADP^+$ هردو در بسترهٔ سبزدیسه صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): اکسایش استیل در راکیزه ولی اکسایش NADPH در بسترهٔ سبزدیسه صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): مصرف CO_2 در سبزدیسه ولی آزاد شدن CO_2 از ترکیب دو کربنی در انتهای تنفس نوری در راکیزه رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): قسمت اول در سبزدیسه ولی قسمت دوم در راکیزه رخ می‌دهد.

C ۳۳ ۱ موارد (الف) و (د) ویژگی مشترک شیمیوسنتزکننده‌هاست.

منظور سؤال باکتری‌های شیمیوسنتزکننده می‌باشد که با استفاده از انرژی و الکترون **مواد معدنی**، به تولید مواد آلی می‌پردازند.

تله‌های تستی الف) درست است. شیمیوسنتزکننده‌ها می‌توانند از مواد معدنی مثل H_2S یا NH_3، هم‌زمان به عنوان منبع انرژی و الکترون استفاده کنند. / ب) نادرست است. نیترات‌سازی، عمل برخی شیمیوسنتزکننده‌های خاک در چرخهٔ نیتروژن می‌باشد. / ج) نادرست است. شیمیوسنتزکننده‌ها رنگیزه‌ای برای جذب نور و فتوسنتز ندارند. / د) درست است. پروتئین‌های مهارکننده یا فعال‌کننده در تنظیم منفی و مثبت رونویسی در بیان ژن‌های **پروکاریوتی** مؤثرند. / هـ) نادرست است. کروموزوم کمکی (دیسک) در **برخی** باکتری‌ها وجود دارد.

B ۳۴ ۲ تولید $2ATP$ در واکنش‌های قندکافت از مرحلهٔ اول هر تخمیری در هر یاختهٔ زنده‌ای صورت می‌گیرد (کل واکنش‌های تخمیری از هر نوعی که باشند، بازدهی دو مولکول ATP در همان قندکافت دارند) ولی چرخهٔ کالوین و تنفس نوری قدرت تولید ATP ندارند.

B ۳۵ ۴ باکتری‌ها تولیدکننده یا فتوسنتزکننده‌اند و از نور انرژی می‌گیرند و یا شیمیوسنتزکننده‌اند و از مواد معدنی انرژی می‌گیرند (نور در سوخت‌وساز و فرایندهای شیمیوسنتزکننده‌ها تأثیر ندارد).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): سیانوباکتری‌ها از آب الکترون می‌گیرند که فقط سبزینهٔ a دارند. / گزینهٔ (۲): برخی شیمیوسنتزکننده‌ها نیز علاوه بر گوگردی‌ها، H_2S الکترون می‌گیرند ولی از نور خورشید استفاده نمی‌کنند. / گزینهٔ (۳): فقط برخی سیانوباکتری‌ها به تثبیت نیتروژن می‌پردازند.

B ۳۶ ۱ هر نوع تنفسی به‌جز تخمیر لاکتیکی، قدرت تولید CO_2 دارد. (تنفس نوری، هوازی و الکلی، CO_2 تولید می‌کنند.)

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): چرخهٔ کالوین، همانند تخمیر لاکتیکی به تولید CO_2 نمی‌پردازد. / گزینهٔ (۳): هم در چرخهٔ کربس و هم در تخمیر الکلی، تولید CO_2 صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۴): هم تنفس نوری و هم تخمیر الکلی به تولید CO_2 می‌پردازند.

C ۳۷ ۳ موارد (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

- در فتوسنتز دو مرحله وجود دارد. در مرحلهٔ نوری ADP مصرف شده تا ATP نوری ساخته شود و در مرحلهٔ مستقل از نور (چرخهٔ کالوین)، ATP تجزیه شده و ADP تولید می‌شود.
- تنفس هوازی دو مرحله دارد، مرحلهٔ اول آن قندکافت است که **تولید و مصرف** ADP و ATP صورت می‌گیرد ولی در مرحلهٔ دوم یا بخش هوازی آن فقط مصرف ADP یا همان تولید ATP صورت می‌گیرد.

B ۳۸ 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.

A ۳۹ ۱ آنزیم روبیسکو از آنزیم‌های چرخهٔ کالوین است و طی کربوکسیلاسیون، مراحل چرخهٔ کالوین را آغاز می‌کند. طی این چرخه مولکول‌های NADPH و ATP تولید شده در زنجیرهٔ انتقال الکترون، مصرف می‌شوند. (تنفس نوری در اثر عمل اکسیژنازی روبیسکو رخ می‌دهد.)

B ۴۰ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) به نادرستی تکمیل می‌کنند.

نکته
ATP شکل رایج و قابل استفادهٔ انرژی در یاخته است که در واکنش‌های تنفس نوری برخلاف هر نوع تنفس یاخته‌ای تولید نمی‌شود.

ایستگاه ۲۰

مقایسهٔ تنفس نوری و تنفس یاخته‌ای

تنفس نوری	تنفس یاخته‌ای
در جانداران سبزینه‌دار در نور و دمای شدید رخ می‌دهد.	در همهٔ جانداران در همه زمان رخ می‌دهد.
قند C_5 دو فسفاتهٔ پرانرژی تولید و تجزیه می‌شود.	قند C_6 ابتدا دوفسفاته پرانرژی شده و سپس تجزیه می‌شود (رد ج).
O_2 می‌گیرد و CO_2 می‌دهد (رد ب).	O_2 می‌گیرد و CO_2 می‌دهد. ← CO_2 **برای فتوسنتز لازم می‌باشد** (رد ب).
در سبزدیسه و راکیزه رخ می‌دهد.	در سیتوپلاسم و راکیزه رخ می‌دهد (رد د).
ATP نمی‌دهد و آنزیم روبیسکو می‌خواهد (درستی الف).	ATP می‌دهد ولی روبیسکو نمی‌خواهد.

پاسخ آزمون جمع‌بندی

C ۱ ۴ اولین گیرندهٔ الکترونی در چرخهٔ کالوین، **اسید سه کربنه** می‌باشد که از NADPH، الکترون‌گیری می‌کند تا کاهش یابد ولی در تخمیر لاکتیکی اولین مادهٔ گیرندهٔ الکترون NAD^+ می‌باشد که ساختار نوکلئوتیدی دارد (دقت کنید که قندکافت، مرحلهٔ اول 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 قند پنتوز در هر نوکلئوتید خود می‌باشد) ولی در مرحلهٔ نوری فتوسنتز اولین گیرندهٔ الکترونی $NADP^+$ است که از P۷۰۰ 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 سه کربنی گیرندهٔ الکترونی چرخهٔ کالوین، هر دو از مواد سه کربنی می‌باشند.

ایستگاه ۲۱

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 سه کربنی	-
کل فتوسنتز	$NADP^+$	اسید سه کربنی

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 (P۷۰۰, P۶۸۰) 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 P۷۰۰ 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 حفظ کننده مولکول‌های زیستی از اثر رادیکال‌های آزاد دارند که آنتوسیانین در دیسه‌ها یافت نمی‌شـود (بلکه در واکوئول‌ها هسـتند). / گزینهٔ (۲): کاروتنوئیدها در پاییز زیاد می‌شـوند که بالاتر از طول موج ۵۲۰ یا ۵۳۰ نانومتر دیگر قدرت جذب نور ندارند. / گزینهٔ (۴): در سیانوباکتری‌ها، سبزینهٔ a وجود دارد ولی باباجون هر فتوسیستم، یک مرکز که بیشتر نداره! (بعد از این همه تست دیگه نباید بی‌دقتی 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 فتوسیسـتم ۱، پروتئینی با نقش انتقال پروتون ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرسـت اسـت. قسـمت 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 چکارا!) (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.

زنجیره‌های انتقال الکترونی

ایستگاه ۲۲

نوع زنجیره	فعالیت	محصولات مستقیم	محصولات غیرمستقیم	عوامل غیرزنگیزه‌دار 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

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 فتوسیسـتم ۱ قرار دارد در تولید ATP نقشـی ندارد ولی زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و زنجیرهٔ انتقال الکترون بین دو فتوسیسـتم تیلاکوئید در تولید ATP در کانال H^+ نقش دارند.

B ۷ ۴

نکته

در مرحلهٔ نوری، آب (مادهٔ معدنی) به ترکیب آلی یا همان سـبزینهٔ a (P۶۸۰) موجود در فتوسیسـتم ۲ الکترون می‌دهد، در مرحلهٔ مسـتقل از نور، مادهٔ آلی NADPH، دهندهٔ الکترون به اسید سه کربنی 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 سه کربنی از اسید سه کربنی 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 شـش کربنی ناپایدار توسـط آنزیم روبیسـکو 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 ③ چرخهٔ کالوین به تولید ADP و $NADP^+$ (گیرندهٔ الکترونی) 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 ② 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. (باز هم یادآوری می‌کنم که در مرحلهٔ تبدیل اسید به قند سه کربنی چرخهٔ کالوین، **ابتدا** تجزیهٔ ATP صورت می‌گیرد و **سپس** NADPHها اکسایش می‌یابند.)

B ۱۱ ④

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 ② 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.

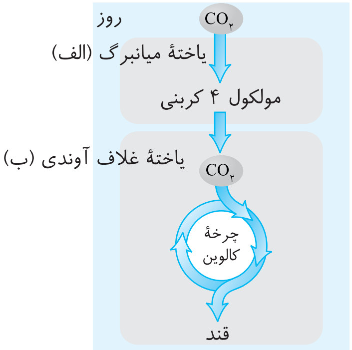
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در چرخهٔ کالوین به دلیل اینکه مادهٔ شش کربنهٔ دوفسفاته ناپایدار است، خود به خود شکسته شده و به دو **اسید** سه کربنی تبدیل می‌شود ولی در قندکافت، از شکسته شدن مادهٔ شش کربنی، دو تا **قند** سه کربنی ایجاد می‌شود. / گزینهٔ (۳): ترکیب شش کربنهٔ حاصله از چرخهٔ کربس، نصف نمی‌شود بلکه 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!!).

C ۱۳ ④ منظور تولید ATP (تک‌نوکلئوتیدی) در واکنش نوری فتوسنتز است که انرژی آن از شیب غلظت و انتشار تسهیل شده 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.

C ۱۴ ① 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.



C ۱۵ ① 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)).

C ۱۶ ④ 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 یک‌طرفه است و هیچ‌گاه اسید سه کربنه از میانبرگ به غلاف آوندی نمی‌رود).

C 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 به هم 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.

C 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 اوگلناها) ۳- باکتری‌های فتوسنتزکننده (اکسیژن‌زا و غیراکسیژن‌زا)

C 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 حالی که باکتری‌های گوگردی از H_2S به عنوان منبع **الکترون** استفاده می‌کنند چون انرژی خود را از نور خورشید می‌گیرند.

پاسخ آزمون برگزیدهٔ سؤالات قلم‌چی

C ۱ ۲ سبزینه‌های a و b می‌توانند در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر انرژی نور را جذب کنند. سبزینه‌ها در برخورد با نور، الکترون برانگیخته ایجاد می‌کنند.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر سه رنگیزهٔ کاروتنوئید، سبزینه a و سبزینه b، در آنتن‌های گیرندهٔ نور فتوسیستم‌ها دیده می‌شوند. تنها سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم‌ها دیده می‌شود. / گزینهٔ (۳): کاروتنوئیدها گروهی از رنگیزه‌های فتوسنتزی موجود در سبزدیسه‌ها هستند که می‌توانند در رنگ‌دیسه‌ها (کروموپلاست‌ها) نیز وجود داشته باشند. بیشترین جذب کاروتنوئیدها در بخش آبی و سبز نور مرئی است. / گزینهٔ (۴): هر سه رنگیزهٔ کاروتنوئید، سبزینه a و سبزینه b، حداکثر جذبشان در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است. تنها سبزینه‌ها رنگیزهٔ اصلی در فتوسنتز محسوب می‌شوند.

A ۲ ۲ در پلاسمودسم سیتوپلاسم‌های میانبرگ و غلاف آوندی در گیاهان C_4، اسیدهای سه کربنی و چهار کربنی در حالت تبادل است.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آنزیم مؤثر در تثبیت CO_2 در یاخته‌های میانبرگ در اطراف یاخته‌های غلاف آوندی، میلی برای اتصال به O_2 ندارد. / گزینهٔ (۳): در صورتی که تثبیت از طریق کالوین باشد، درست می‌باشد ولی یاخته‌های میانبرگ، تثبیت غیرکالوینی دارند و اسید سه کربنه و CO_2 مصرف می‌کنند تا اسید چهار کربنه تولید کنند. / گزینهٔ (۴): در یاخته‌های نگهبان روزنه تثبیت CO_2 به صورت یک مرحله‌ای است.

C ۳ ۳ گیاهان CAM، شب‌ها روزنه‌های هوایی خود را برای جذب CO_2 باز می‌کنند و واکوئول‌های آن‌ها حاوی ترکیبات نگهدارندهٔ آب است.
تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در گیاهان C_4، یاخته‌های اطراف دسته‌های آوندی برگ‌های آن‌ها سبزینه دارند و فتوسنتز می‌کنند، اما توجه کنید چوبی شدن دیواره اغلب سبب مرگ یاخته می‌گردد نه همیشه. / گزینهٔ (۲): یاخته‌های پارانشیمی فتوسنتزکننده می‌توانند از نقاط وارسی عبور کنند و تقسیم شوند. / گزینهٔ (۴): برای یاخته‌های گیاهان CAM صادق نیست.

(B) ۴ ۱ باکتریوکلروفیل نوعی رنگیزه می‌باشد و منجر به جذب انرژی نورانی می‌شود و ممکن نیست مستقیماً $CO_۲$ را جذب کند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): باکتری‌های آمونیاک‌ساز موجب ساخت آمونیوم می‌شوند و باکتری‌های نیترات‌ساز این آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند. / گزینهٔ (۳): سیانوباکتری‌ها می‌توانند به کمک سبزینهٔ a، موجب جذب انرژی نوری شوند و موجب تثبیت نیتروژن در برخی گیاهان تالاب‌های شمال کشور می‌شوند. / گزینهٔ (۴): به عنوان مثال باکتری‌های گوگردی در فتوسنتز به جای مصرف آب، از ترکیبات گوگردی استفاده می‌کنند اما با توجه به واکنش کلی فتوسنتز، در این باکتری‌ها آن‌ها آب را تولید می‌کنند.

(C) ۵ ۴ در گیاهان $C_۳$ ، $C_۴$ با افزایش بیش از حد دما و نور، روزنه‌ها جهت جلوگیری از تبخیر آب بسته می‌شوند و در گیاهان CAM هم در روز روزنه‌ها بسته‌اند. در این شرایط، در گیاهان $C_۴$ و CAM، ریبولوزبیس فسفات عمدتاً در واکنش‌های چرخهٔ کالوین و در گیاهان $C_۳$ ، ریبولوزبیس فسفات در واکنش‌های تنفس نوری در یاختهٔ میانبرگ مصرف می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در گیاهان $C_۴$ و CAM با افزایش بیش از حد دما و نور، سازوکاری سبب کاهش تنفس نوری می‌شود. گیاهان CAM تثبیت کربن را هم در روز و هم در شب انجام می‌دهند. / گزینهٔ (۲): در همهٔ گیاهان $C_۳$ ، $C_۴$ و CAM با افزایش بیش از حد دما و نور، آنزیم روبیسکو به فعالیت خود ادامه می‌دهد. دقت کنید که در این شرایط آنزیم روبیسکو در گیاهان $C_۳$ ، فعالیت اکسیژنازی دارد. گیاهان $C_۳$ نمی‌توانند کربن دی‌اکسید را با اسیدی سه کربنی ترکیب کنند. / گزینهٔ (۳): در گیاهان $C_۴$ و CAM، با افزایش بیش از حد دما و نور، میزان کربن دی‌اکسید در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه داشته می‌شود. گیاهان $C_۴$ کربن را در زمان‌های متفاوت تثبیت نمی‌کنند (فقط به هنگام روز تثبیت می‌کند).

(B) ۶ ۴ در گیاهان $C_۴$ تثبیت کربن دی‌اکسید در دو یاختهٔ متفاوت انجام می‌شود، اما در گیاهان CAM در یک یاخته و در دو زمان متفاوت انجام می‌شود. گیاهان همانند سایر جانداران در تمام طول عمر خود توانایی انجام گلیکولیز را دارند. در گلیکولیز NAD^+ به NADH تبدیل می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در تنفس نوری، ATP تولید نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): دقت کنید که گیاهان CAM برای مقابله با تنفس نوری، با استفاده از اسیدهای آلی، غلظت کربن دی‌اکسید را در میانبرگ افزایش می‌دهند نه اینکه غلظت اکسیژن را کاهش دهند. چون تجزیهٔ مولکول‌های آب برای فتوسنتز رخ می‌دهند و $O_۲$ تولید می‌شود. / گزینهٔ (۳): دقت کنید که ترکیب شش کربنی ناپایدار است و خودبه‌خود به دو اسید سه کربنی تجزیه می‌شود.

(C) ۷ ۲ واکنش‌های مستقل از نور به صورت مستقیم نیازی به نور ندارند، اما نبود ATP، موجب توقف چرخهٔ کالوین در مرحلهٔ تولید قند سه کربنی از مولکول سه کربنی می‌شود (و همین‌طور مرحلهٔ تبدیل ریبولوز فسفات به مولکول ریبولوزبیس فسفات).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): تولید ATP از ADP و گروه فسفات همراه با تولید مولکول آب خواهد بود. با توجه به شکل کتاب، در صورت اختلال در آنزیم ATPساز، مولکول آب نیز از این طریق تولید نخواهد شد. / گزینهٔ (۳): اولین مولکول کربن‌دار پایدار تولید شده در چرخهٔ کالوین، یک مولکول سه کربنی است. واکنش تولید این مولکول نیازمند انرژی و ATP نمی‌باشد. / گزینهٔ (۴): با افزایش تراکم یون‌های هیدروژن در تیلاکوئید و عدم خروج از طریق کانال آنزیم ATPساز، pH فضای درونی تیلاکوئید کاهش یافته و در مقابل pH بستره افزایش می‌یابد.

(B) ۸ ۳ واکنش‌های تثبیت کربن در گیاهان $C_۳$ ، همان واکنش‌های چرخهٔ کالوین است که $CO_۲$ را مصرف می‌کند (برخلاف چرخهٔ کربس).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در تخمیر لاکتیکی، الکترون‌های NADH به ترکیباتی سه کربنی (پیرووات) منتقل می‌شوند. دقت کنید که در چرخهٔ کالوین، الکترون‌های NADPH (نه NADH) به ترکیبات سه کربنی منتقل می‌شوند. / گزینهٔ (۳): در واکنش‌های چرخهٔ کربس، مولکول کربن دی‌اکسید تنها تولید می‌شود و مصرف نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): در واکنش‌های قندکافت، مولکول‌های آدنوزین دی‌فسفات هم تولید و هم مصرف می‌شوند. اما در واکنش‌های چرخهٔ کالوین، مولکول‌های آدنوزین دی‌فسفات فقط تولید می‌شوند. / گزینهٔ (۴): در واکنش‌های گلیکولیز، گلوکز که ترکیبی شش کربنی است، ابتدا دوفسفاته شده و سپس به دو ترکیب سه کربنی تجزیه می‌شود. در چرخهٔ کالوین نیز، ترکیبی شش کربنی و ناپایدار تولید می‌شود که به دو اسید سه کربنی تجزیه می‌شود.

(C) ۹ ۲ عبارت‌های (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. برای اوگلنا (نوعی آغازی تک‌یاخته‌ای) صادق نیست. / ب) نادرست است. باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش‌های شیمیایی، **به ویژه** اکسایش ترکیبات معدنی به دست می‌آورند. / ج) گیاهان و گروهی از آغازیان دارای کلروپلاست و تیلاکوئید هستند که همگی از مولکول آب برای تأمین الکترون برای زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ استفاده می‌کنند. / د) نادرست است. برای آغازیان فتوسنتزکنندهٔ آبزی صادق نیست.

(B) ۱۰ ۱ جبران الکترون‌های برانگیخته شده از فتوسیستم دارای P۷۰۰ توسط پروتئینی واقع در سمت داخلی غشای تیلاکوئید تأمین می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): پروتون‌ها توسط پروتئین‌ها از بستره به فضای درون تیلاکوئیدها پمپ می‌شوند، نه انتشار. / گزینهٔ (۳): با توجه به شکل کتاب درسی، واکنش تشکیل مولکول‌های آب می‌تواند در محل ناقل پروتئینی که مجاور مجموعهٔ آنزیمی ATPساز است، انجام شود. / گزینهٔ (۴): مولکول‌های NADH (حامل الکترون و نوکلئوتیددار) تولید شده در مرحلهٔ چرخهٔ کربس بدون عبور از غشاهای راکیزه در واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای داخلی راکیزه شرکت می‌کنند.

(B) ۱۱ ۳ در هنگامی که روزنهٔ برگ بسته است تبادل گازهای کربن دی‌اکسید از روزنه‌ها متوقف می‌شود اما تجزیهٔ آب و تولید اکسیژن همچنان ادامه دارد. بنابراین در حالی که میزان کربن دی‌اکسید برگ کم می‌شود، میزان اکسیژن در آن افزایش می‌یابد. در چنین حالتی وضعیت برای فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو مساعد می‌شود. در پی ترکیب اکسیژن و ریبولوزبیس فسفات ترکیب ناپایداری ایجاد می‌شود که به دو مولکول دو کربنی و سه کربنی تجزیه می‌شود. مولکول سه کربنی برای بازسازی ریبولوزبیس فسفات مصرف می‌شود (درستی گزینهٔ (۳)).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در تنفس نوری برخلاف تنفس یاخته‌ای ATP ایجاد نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): ترکیب ریبولوزبیس فسفات با اکسیژن در کلروپلاست صورت می‌گیرد نه در راکیزه. / گزینهٔ (۴): در این حالت میزان کربن دی‌اکسید در درون برگ برخلاف اکسیژن در حال کاهش است.

(A) ۱۲ ۲ تولید و مصرف NADPH و ATP، هر دو در بستره رخ می‌دهد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ریبولوزبیس فسفات در چرخهٔ کالوین که داخل بستره انجام می‌گیرد با $CO_۲$ ترکیب می‌شود، اما تجزیهٔ آب درون تیلاکوئیدها انجام می‌گیرد. / گزینهٔ (۳): یون هیدروژن در بستره مصرف می‌شود و ارتباطی به فضای تیلاکوئید ندارد. / گزینهٔ (۴): در فتوسنتز، قند ۴ کربنهٔ دوفسفاته نداریم.

B ۱۳ - ۲ هر دو فتوسیستم به وسیلهٔ رنگیزه‌های متفاوت موجود در آنتن‌ها، انرژی حاصل از نور را به مرکز واکنش منتقل می‌کنند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): انرژی حاصل از الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۲ برخلاف الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۱ سبب پمپ یون‌های هیدروژن به درون تیلاکوئید و در نتیجه کاهش میزان pH فضای درون تیلاکوئید می‌شود. / گزینهٔ (۳): دقت کنید هیچ‌یک از فتوسیستم‌ها به‌طور مستقیم این توانایی را ندارند. / گزینهٔ (۴): فقط فتوسیستم ۲ کمبود الکترون‌های خود را از طریق تجزیهٔ مولکول‌های آب جبران می‌کند.

B ۱۴ - ۴ منظور صورت سؤال آنزیم ATPساز است که در ساختار غشای تیلاکوئید قرار دارد و موجب می‌شود تا مولکول لازم برای تغییر اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی تأمین گردد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): بخش برجستهٔ آنزیم ATPساز در سمت بستره قرار دارد. / گزینهٔ (۲): این آنزیم توانایی انتقال یون هیدروژن در جهت شیب غلظت را دارد. / گزینهٔ (۳): این پروتئین برای فعالیت خود به انرژی الکترون‌های برانگیخته نیاز ندارد، بلکه از انرژی شیب غلظت پروتون‌ها استفاده می‌کند. در واقع چنین چیزی راجع به پمپ هیدروژن درست است.

B ۱۵ - ۴ کاهش FAD در چرخهٔ کربس در بسترهٔ راکیزه اتفاق می‌افتد؛ خروج پروتون از بستره از طریق پمپ‌های غشایی و با مصرف انرژی است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): ریبولوزبیس فسفات در طی چرخهٔ کالوین در بسترهٔ سبزدیسه تولید می‌شود؛ خروج پروتون‌ها از تیلاکوئید به صورت غیرفعال و از طریق آنزیم ATPساز رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۲): مصرف استیل کوآنزیم A در بسترهٔ راکیزه است؛ ورود پروتون‌ها به بستره همراه با تولید ATP است؛ نه خروج آن. / گزینهٔ (۳): تولید اکسیژن در اثر تجزیهٔ آب در درون تیلاکوئیدهای سبزدیسه رخ می‌دهد؛ ورود پروتون به درون تیلاکوئیدها از طریق مصرف انرژی زنجیرهٔ انتقال الکترون است نه انرژی زیستی (ATP).

A ۱۶ - ۴ یکی از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون که بین فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارد، پروتئینی است که پروتون‌ها را از بستره به فضای درون تیلاکوئیدها پمپ می‌کند. بنابراین، با گذشت زمان تعدادی پروتون از بستره به فضای درون تیلاکوئید وارد می‌شود. تعدادی پروتون نیز از تجزیهٔ آب، درون فضای تیلاکوئید به وجود می‌آید. در نتیجه، به تدریج بر تراکم پروتون‌ها در فضای درون تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می‌شود؛ پس شیب غلظت پروتون از درون تیلاکوئید به سمت بستره است و پمپ موجود در زنجیرهٔ انتقال الکترون که در نهایت به تولید NADPH ختم می‌شود، پروتون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند. در غشای تیلاکوئید، مجموعه‌ای پروتئینی به نام آنزیم ATPساز وجود دارد. این آنزیم مشابه آنزیم ATPساز در راکیزه است. پروتون‌ها فقط از طریق این آنزیم می‌توانند در جهت شیب غلظت خود و به بستره منتشر شوند. همانند آنچه در راکیزه رخ می‌دهد، همراه با عبور پروتون‌ها از این آنزیم، ATP ساخته می‌شود، پس جابه‌جایی پروتون‌ها در جهت شیب غلظت در تولید NADPH نقشی ندارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۱ در نهایت به $NADP^+$ می‌رسد؛ حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر است. بر همین اساس به سبزینهٔ a در فتوسیستم ۱، P۷۰۰ می‌گویند. / گزینهٔ (۲): تجزیهٔ نوری آب در مجاورت فتوسیستم ۲ و در سطح داخلی تیلاکوئید انجام می‌شود. حاصل تجزیهٔ آب، الکترون، پروتون و اکسیژن است؛ حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است. بر همین اساس به سبزینهٔ a در فتوسیستم ۲، P۶۸۰ می‌گویند. / گزینهٔ (۳): طبق شکل کتاب درسی، پس از تابش نور به مولکول‌های رنگیزه در فتوسیستم ۱، الکترون انرژی می‌گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود که پس از خروج الکترون از این فتوسیستم، الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۱ را جبران می‌کند. هر فتوسیستم شامل آنتن‌های گیرندهٔ نور و یک مرکز واکنش است. هر آنتن که از رنگیزه‌های متفاوت (سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را می‌گیرد و به مرکز واکنش منتقل می‌کند.

B ۱۷ - ۴ مرکز واکنش شامل مولکول‌های سبزینه است نه کاروتنوئید.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. سامانهٔ تبدیل انرژی یا فتوسیستم شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی به همراه انواع پروتئین که در غشای تیلاکوئید قرار دارند. غشای تیلاکوئید بین بستره و فضای درون تیلاکوئید قرار دارد. / گزینهٔ (۲): درست است. هر آنتن گیرندهٔ نور دارای رنگیزه‌های متفاوت است نه یکسان. / گزینهٔ (۳): درست است. فتوسیستم‌های ۱ و ۲ با مولکول‌های ناقل الکترون به هم مرتبط هستند که ناقل‌های الکترون می‌توانند الکترون بگیرند (کاهش) یا اینکه الکترون از دست بدهند (اکسایش).

B ۱۸ - ۲ منظور صورت سؤال رنگیزه‌های سبزینه است که در طول موج‌های بالاتر از ۵۳۰ نانومتر برخلاف کاروتنوئیدها قادر به جذب انرژی نور خورشید هستند. این رنگیزه‌ها در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر دارای حداکثر جذب نوری هستند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): توضیح این گزینه با توجه به شکل کتاب درسی زیست‌شناسی ۳ نادرست است. / گزینهٔ (۳): در ساختار مرکز واکنش فتوسیستم‌ها فقط سبزینه a دیده می‌شود ولی سبزینه b نه! / گزینهٔ (۴): توضیح این گزینه مربوط به کاروتنوئیدها است.

A ۱۹ - ۴ ATP و NADPH که انرژی و الکترون مورد نیاز برای واکنش‌های چرخهٔ کالوین را تأمین می‌کنند، در واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز تولید می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مورد مولکول اکسیژن صحیح نیست. / گزینهٔ (۲): در مورد کربن دی‌اکسید و ریبولوزبیس فسفات صحیح نیست. / گزینهٔ (۳): مواد مورد نیاز برای واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز شامل آب، ADP و فسفات و $NADP^+$ می‌باشد که آب و فسفات از طریق ریشه‌ها جذب گیاه می‌شود و سایر مواد توسط خود گیاه تولید می‌شوند.

C ۲۰ - ۱ تنها مورد (الف) صحیح است.

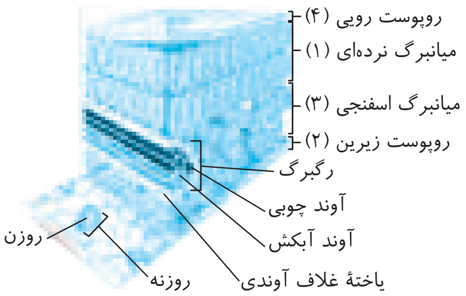
یاخته‌های تولیدکننده و برخی یاخته‌های مصرف‌کننده (مانند یاختهٔ کبدی انسان) می‌توانند کربن دی‌اکسید را مصرف کنند و در مقابل نوعی ترکیب آلی مانند گلوکز و یا اوره تولید کنند.

تله‌های تستی الف) درست است. این مورد کاملاً صحیح است زیرا همهٔ این یاخته‌ها در طی گلیکولیز ترکیبات سه‌کربنی مختلفی تولید می‌کنند. این عبارت عین جملهٔ سؤال کنکور ۹۶ بوده است. / ب) نادرست است. در جانداران فتوسنتزکننده، ترکیبات آلی مختلف از تغییر قندهای سه‌کربنی چرخهٔ کالوین ایجاد می‌شود. اما در یاخته‌های شیمیوسنتزکننده و یاختهٔ کبدی این ویژگی وجود ندارد. / ج) نادرست است. برخی گیاهان دارای تنفس بی‌هوازی هستند و الکترون‌های NADH در آن‌ها به ترکیبات آلی منتقل می‌شود. / د) نادرست است. یاخته‌های شیمیوسنتزکننده و کبدی فتوسنتزکننده نمی‌باشند.

پاسخ آزمون برگزیدهٔ سؤالات سراسری

C ۱ ۲ موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

دقت کنید که شکل مقابل مربوط به یک گیاه $C_۳$ دولپه‌ای می‌باشد، پس تثبیت کربن در شب و در واکوئول ندارد (نادرستی الف) و ایجاد اسید چهار کربنه 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 پیرووات ایجاد می‌کنند (درستی د).



B ۲ 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 $۲NADH\ ,\ H^+$ در قندکافت آن‌ها ایجاد می‌شود.

طراحان کنکور از سال ۹۳ و ۹۴ خیلی به قندکافت و طراحی سؤالات از آن علاقه‌مند بوده‌اند!!

C ۳ ۴ هر گیاهی که در شرایط سخت به کندی رشد می‌کند، زنده است و یاخته‌های آن می‌توانند در قندکافت ATP را بدون حضور $O_۲$ ایجاد کنند (بازم کنکور و قندکافت).

گزینهٔ (۱) در مورد گیاهان $C_۳$، گزینهٔ (۲) در مورد عدم باز بودن کامل روزنه‌های هوایی گیاهان $C_۳$ در شب و گزینهٔ (۳) در مورد گیاهان CAM با کارایی فتوسنتز کم، نادرست می‌باشند.

C ۴ 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 P۶۸۰ پس از عبور از زنجیرهٔ انتقال الکترون کم شدن انرژی آن‌ها به P۷۰۰ می‌رسد. / ج) نادرست است. پمپ H^+ توسط الکترون‌های P۶۸۰ 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.

C ۵ 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.)

B ۶ ۳ هر یاختهٔ زنده‌ای از جمله گیاهان $C_۳$، می‌تواند بدون حضور اکسیژن، در طی عمل قندکافت، NADH و ATP بسازد (بازم قندکافت!).

◀ گزینهٔ (۱) نادرست است چون هر گیاهی چرخهٔ کالوین را در روز فعال می‌کند (هیچ گیاهی وجود ندارد که فقط در شب تثبیت $CO_۲$ کند). گزینهٔ (۲) نادرست است چون هیچ گیاهی قادر نیست $CO_۲$ را فقط به صورت ترکیب چهار کربنه تثبیت کند و در گیاهان $C_۴$ و CAM، پس از تثبیت $C_۴$ باید $CO_۲$ به صورت $C_۳$ نیز در چرخهٔ کالوین تثبیت شود.

◀ گزینهٔ (۴) در مورد گیاهان $C_۴$ و غلبهٔ آن‌ها به تنفس نوری و عمل اکسیژنازی روبیسکو رد می‌شود.

B ۷ 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 NADPHسازی 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 ۸ ۲ منظور طراح گیاهان CAM بیابانی مثل آناناس می‌باشد که در شب کربن را در اسید آلی تثبیت می‌کنند ولی در روز $CO_۲$ آزاد شده را وارد سبزدیسه کرده تا چرخهٔ کالوین را به راه بیاندازند. این گیاهان با این روش بر تنفس نوری فائق می‌آیند.

B ۹ ۱ تست در مورد **یاختهٔ زنده‌ای** صحبت می‌کند که در غشای خود رنگیزهٔ 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 سه کربنهٔ یک‌فسفاته و دوفسفاته و بدون فسفات ایجاد می‌شود (بازم 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) ۱۰ - 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 دو کربنی 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.

(C) ۱۱ - ۳ فتوسیستم ۲ و ۱، هرکدام یک نوع سبزینهٔ a از نوع P۶۸۰ یا P۷۰۰ 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 P۶۸۰ 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) ۱۲ - 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 الگو این سؤال را داده بودیم! کل کشور بسیج می‌شد که (أَیْنَ تذهبون؟!) آهای قیصر کجایی که داشته کشتن! زیست الگو چی نوشته! خداروشکر که کنکور گفته!).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. چرخهٔ کالوین هر گیاهی فقط در روز انجام می‌شود (به‌جز گیاهان انگل). / گزینهٔ (۲): نادرست است. گیاهان CAM، در شب فقط یک نوع تثبیت کربن به صورت اسید چهار کربنه دارند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. گیاهان CAM، کربن CO_2 جو را در شب و در اسید چهار کربنی تثبیت می‌کنند. / گزینهٔ (۴): نادرست است. فقط گیاهان CAM، هر دو نوع تثبیت کربن را در یک یاخته انجام می‌دهند.

(B) ۱۳ - 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) ۱۴ - 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) ۱۵ - 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) ۱۶ - 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 P۶۸۰ **یا** P۷۰۰ می‌باشد نه اینکه هر دو طول موج باعث آغاز واکنش آن شود.

(B) ۱۷ - 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 چهار کربنی 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) ۱۸ - 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 پنج کربنی 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 پنج کربنی 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 ۱۹ 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 تولیدکنندگی بوده است!! که !! (خداروشکر که در الگو بارها گفته بودم 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 ۲۰ 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 سه کربنی تک‌فسفاته در اثر شکستن فروکتوز دوفسفاته صحیح است.