



## گزینه ۲

۱

در پروکاریوت‌ها، یک نوع رنابسپاراز، ساخت انواع رنا را بر عهده دارد. در همه پروکاریوت‌ها، مولکول رنا (RNA) یافت می‌شود که نوکلئیک‌اسیدهایی خطی با ترکیبات متفاوت در دو انتهای خود به شمار می‌روند. بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) بعضی پروکاریوت‌ها دارای سبزینه جذب‌کننده نور در ساختار غشاء یاخته‌ای خود هستند، نه بیشتر آن‌ها!
- (۳) فرآیند چلیپایی شدن (کراسینگ‌اور) مربوط به تقسیم میوز است. باکتری‌ها فاقد هسته و در نتیجه تقسیم میتوز و میوز هستند.
- (۴) اغلب پروکاریوت‌ها یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای اصلی متصل به غشاء خود دارند، نه بعضی از آن‌ها!

## گزینه ۱

۲

شکل نشان‌دهنده برگ گیاه تک‌لپه است.

پارانشیم موجود در کنار آوندها همانند یاخته‌های همراه در استحکام گیاه نقشی ندارند. بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۲) در ساقه گیاهان تک‌لپه تراکم و دستجات آوندی در مجاورت روپوست بیشتر از مرکز ساقه است.
- (۳) در گیاهان تک‌لپه ممکن است رویش روزمینی و زیرزمینی دیده شود.
- (۴) در گیاهان تک‌لپه مانند گیاهان دولپه تراکم روزنه‌ها در روپوست بالایی نسبت روپوست زیرین کمتر است.

## گزینه ۳

۳

همه سلول‌های پیکری گیاه به دلیل وجود لان دارای دیواره سلولی با ضخامت غیریکنواخت هستند، چراکه لان‌ها مناطق نازک‌تر دیواره سلولی هستند؛ بنابراین وجود آن‌ها باعث غیریکنواخت شدن ضخامت دیواره سلولی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) سلول‌های کلانشیمی در استحکام سلول‌ها نقش دارند ولی قابلیت رشدشان را حفظ کرده‌اند.
- (۲) فقط سلول‌های فتوسنتزکننده می‌توانند با مصرف مولکول NADPH، قند تولید کنند (در چرخه کالوین)، درحالی‌که مثلاً سلول‌های پارانشیمی در استحکام اندام‌های گیاهی نقش ندارند و الزاماً همه آن‌ها فتوسنتزکننده هم نیستند.
- (۴) کلانشیم و برخی از سلول‌های اسکلرانشیم پروتوپلاست خود را حفظ کرده‌اند و به راحتی به تولید و ذخیره انرژی می‌پردازند.

سامانهٔ بافت پوششی در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های جوان گیاه، روپوست نامیده می‌شود. یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف سایر یاخته‌های روپوست، سبزديسه دارند. یکی از روش‌های ساخته شدن ATP، ساخته شدن نوری است که در سبزديسه انجام می‌شود. همچنین سبزديسه دارای دناي حلقوي است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: این گزینه در رابطه با همهٔ یاخته‌های زندهٔ روپوست، صادق است. می‌دانید که فرآیند قندکافت (گلیکولیز) در همهٔ یاخته‌های زنده انجام می‌شود. در آخرین مرحلهٔ قندکافت، مولکول ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌گردد.

گزینهٔ ۲: تعریق از ساختارهای ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی انجام می‌شود. این روزنه‌ها همیشه باز هستند. توجه کنید که یاخته‌های نگهبان روزنه در باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی نقش دارند، نه آبی. گزینهٔ ۴: این گزینه مربوط به یاخته‌های جانوری است و در رابطه با یاخته‌های گیاهی صادق نیست.

هم گیاهان CAM و هم گیاهان  $C_4$  کربن را در دو مرحله تثبیت می‌کنند. در مرحلهٔ اول تثبیت کربن، مادهٔ اسیدی چهار کربنی حاصل می‌شود. همچنین این گیاهان برخلاف گیاهان  $C_3$  سازوکارهایی برای مقابله با شرایط محیطی دشوار دارند. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در گیاهان CAM و  $C_4$ ، در هر دو مرحلهٔ تثبیت کربن، مولکول‌هایی اسیدی (دارای گروه عاملی کربوکسیل) تولید می‌شوند. اما درحالی‌که تثبیت کربن گیاهان  $C_4$  تنها در طی روز انجام می‌شود. همچنین مرحلهٔ دوم تثبیت کربن گیاهان CAM در طول روز انجام می‌شود.

۲) یاخته‌های غلاف آوندی در گیاهان CAM فاقد کلروپلاست هستند و بنابراین توانایی انجام واکنش‌های وابسته به نور تیلاکوئیدی را ندارند. اما یاخته‌های غلاف آوندی در گیاهان  $C_4$  دارای کلروپلاست هستند و توانایی انجام چرخهٔ کالوین را دارند.

۳) هر دو گیاه CAM و  $C_4$ ، توانایی تثبیت کربن در شدت‌های زیاد نور را دارند. تثبیت ثانویهٔ کربن در گیاهان CAM در یاخته‌های پارانشیمی میانبرگ رخ می‌دهد؛ درحالی‌که تثبیت ثانویهٔ کربن در گیاهان  $C_4$  در یاخته‌های غلاف آوندی رخ می‌دهد.

شکل سؤال نشان‌دهنده یک گیاه دولپه‌ای است. بخش شماره (۱) مربوط به دمبرگ و بخش شماره (۲)، پهنک است. دمبرگ تنها در برگ گیاهان دولپه‌ای مشاهده می‌شود.

نکته: در کتاب درسی گفته شده است که پهنک و دمبرگ در برگ دولپه‌ای‌ها مشاهده می‌شوند. اما باید توجه داشته باشید که پهنک مطابق کتاب درسی در برگ همه گیاهان وجود دارد که شامل روپوست، میانبرگ و رگبرگ است. خب خودتون کمی فکر کنید مگر برگ بدون روپوست و میانبرگ می‌باشد؟! پس در نتیجه پهنک در تک‌لپه‌ای‌ها نیز وجود دارد.

ذرت گیاهی تک‌لپه‌ای است. در سال یازدهم خواندیم که مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در قاعده دمبرگ در محل اتصال به شاخه، لایه جداکننده تشکیل می‌شود. یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. باتوجه به این که در گیاهان تک‌لپه‌ای دمبرگ وجود ندارد، نمی‌توان تشکیل لایه جداکننده را در این نوع گیاهان مشاهده کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۴) پهنک در همه گیاهان مشاهده می‌شود و باتوجه به این دارای یاخته‌های فتوسنتزکننده است می‌تواند در تولید مواد زیستی در حین فتوسنتز نقش داشته باشد. از سوی دیگر دستجات آوندی نیز در پهنک قرار دارند که می‌توانند مواد را از محل منبع به سایر نقاط گیاه جابه‌جا کنند.

ترکیب: حرکت ترکیبات آلی درون گیاه از محل منبع به محل مصرف، جابه‌جایی نام دارد.

ترکیب: برگ‌ها از مهم‌ترین محل‌های منبع در گیاهان هستند. همچنین دقت داشته باشید که محل منبع و مصرف دو تعریف نسبی هستند. یعنی یک اندام در موقعیتی می‌تواند محل مصرف و در موقعیتی دیگر محل منبع باشد.

۳) سیانوباکتری‌ها اغلب در محل دمبرگ و درون ساقه گیاهانی همچون گونرا حضور داشته و تثبیت نیتروژن را انجام می‌دهند و از محصولات فتوسنتز گیاهان استفاده می‌کنند.

ترکیب: همه سیانوباکتری‌ها توانایی انجام فتوسنتز را بر عهده دارند اما تنها برخی از سیانوباکتری‌ها هستند که می‌توانند علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن را انجام دهند.

ترکیب: به تبدیل نیتروژن جو به نیتروژن قابل استفاده گیاهان یعنی آمونیوم، تثبیت نیتروژن گفته می‌شود.

این متن دارای دو غلط علمی است. اول اینکه همه سیانوباکتری‌ها نمی‌توانند تثبیت نیتروژن انجام بدهند و دوم اینکه سیانوباکتری‌ها در ساقه و دمبرگ گیاه گونرا زندگی می‌کنند نه در ریشه.

در تنفس نوری، طی فعالیت اکسیژنازی روبیسکو، مولکول  $C_5$  در بستره کلوپلاست تولید می‌شود. در تنفس یاخته‌ای هوازی نیز مولکول  $C_5$  در طی چرخه کربس در بستره میتوکندری ایجاد می‌شود. کلوپلاست و میتوکندری نوعی اندامک دو غشائی هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۱": در تنفس نوری ATP تولید نمی‌شود (ADP مصرف نمی‌شود).

گزینه "۲": نسبت بالای اکسیژن به نفع انجام تنفس نوری است.

گزینه "۳": در تنفس نوری، ماده آلی تجزیه شده ولی ATP تولید نمی‌شود؛ پس با کاهش فرآورده‌های فتوسنتز روبه‌رو هستیم.

در گیاهان  $C_4$ ، اسید چهارکربنه حاصل از نخستین مرحله تثبیت کربن از طریق پلاسمودسم از یاخته میانبرگ به غلاف آوندی انتقال می‌یابد و در این یاخته، کربن دی‌اکسید از ساختار آن جدا شده و وارد چرخه کالوین می‌شود؛ پس در هر دو نوع یاخته این اسید چهارکربنه دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۲": باتوجه به نمودار کتاب درسی، در مقادیر بالای کربن دی‌اکسید محیط، میزان فتوسنتز گیاه  $C_3$  نسبت به گیاه  $C_4$ ، بیشتر است.

گزینه "۳": در گیاهان  $C_4$ ، جهت مقابله با تنفس نوری، نسبت کربن دی‌اکسید به اکسیژن در بستره کلوپلاست، به میزان بالایی نگه داشته می‌شود.

گزینه "۴": در گیاهان  $C_3$ ، به دنبال فعالیت آنزیم روبیسکو در چرخه کالوین جهت تثبیت کربن، نوعی ترکیب شش کربنه ناپایدار حاصل می‌شود.

با کاهش طول روز و کم‌شدن نور ساختار سبزیسه‌ها در بعضی گیاهان تغییر می‌کند و به رنگ‌دیسه تبدیل می‌شوند. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می‌شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) بیشترین میزان جذب در محدوده طول‌موج مرئی توسط نوعی سبزینه b در محدوده طول‌موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر دیده می‌شود؛ درحالی‌که در ساختار مرکز واکنش فتوسیستم سبزینه a قرار دارد.

(۲) کاروتنوئیدها در نور آبی و سبز بیشترین جذب را دارند. این رنگیژه‌ها در غشاء تیلاکوئید قرار گرفته‌اند نه در فضای درونی تیلاکوئید.

(۳) سبزینه a در سیانوباکتری‌ها نیز وجود دارد. بیشترین میزان جذب سبزینه‌های موجود در مرکز واکنش فتوسیستم در بازه ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است.

در چرخه کربس مولکول شش کربنی با از دست دادن  $\text{CO}_2$  به پنج کربنی تبدیل شده و مولکول پنج کربنی هم با از دست دادن  $\text{CO}_2$  به مولکول چهار کربنی تبدیل می شود. همچنین در چرخه کالوین مولکول ریبولوزیس فسفات پنج کربنه در اولین مرحله مصرف و در آخرین مرحله بازسازی می شود؛ اما در قندکافت مولکول پنج کربنی تولید یا مصرف نمی شود.

بررسی سایر گزینه ها:

(۱) در هر سه فرآیند قندکافت و کالوین و کربس مولکول های شش کربنی تولید و مصرف می شود.

(۳) در چرخه کالوین ATP مصرف می شود نه تولید.

(۴) در قندکافت و چرخه کربس NADH تولید شده و  $\text{NAD}^+$  مصرف می شود.

موارد "ب"، "ج" و "د" صحیح هستند.

تثبیت اولیه کربن در گیاهان CAM در طول شب و تثبیت ثانویه در طول روز انجام می گیرد.

بررسی موارد:

(الف) تثبیت کربن در گیاهان CAM تنها در یاخته های پارانشیمی میانبرگ رخ می دهد. درحالی که این یاخته ها به آوندهای چوب و آبکش به طور مستقیم اتصال ندارند.

(ب) تثبیت اولیه کربن در طول شب و تثبیت ثانویه در طول روز رخ می دهد. در شب روزنه های هوایی این گیاهان باز هستند و در طول روز بسته هستند. برای باز شدن روزنه های هوایی، یاخته های نگهبان روزنه باید در حالت تورژسانس قرار بگیرند.

(ج) تثبیت اولیه کربن در این گیاهان در قالب مولکول اسیدی چهار کربنه رخ می دهد. همچنین تثبیت ثانویه در این گیاهان در چرخه کالوین و در قالب مولکول اسیدی سه کربنه رخ می دهد.

(د) تثبیت اولیه کربن در این گیاهان در طول شب انجام می شود؛ درحالی که در طول شب در محیط، نور خورشید وجود ندارد. اما تثبیت ثانویه کربن در طول روز انجام می شود و برای آن، وجود نور خورشید ضروری است.

الکترون های پراثری برای اینکه از فتوسیستم ۲ به فتوسیستم ۱ بروند از ضخامت غشا و بخشی از قسمت درونی تیلاکوئید عبور می کنند.

بررسی سایر گزینه ها:

(۲) آنزیم ATP ساز با صرف انرژی حاصل از حرکت یون های هیدروژن (انرژی حاصل از شیب غلظت) به تولید ATP می پردازد.

(۳) پمپ پروتئینی با مصرف انرژی الکترون های آزاد شده از فتوسیستم ۲، یون های هیدروژن را از بستره وارد تیلاکوئید می کنند و به این ترتیب موجب افزایش pH بستره می شود.

(۴) برای ساخت هر مولکول NADPH توسط ناقل پروتئینی باید یون های هیدروژن موجود در بستره مصرف شوند.

تنها مورد "ج" به درستی بیان شده است.

شکل نشان دهنده تیلاکوئید بوده. مورد "الف" بستره و مورد "ب" جمعی از تیلاکوئیدها است.

(ج) در پاییز با کاهش طول روز و کم شدن نور ساختار سبز دیسه ها در بعضی ها تغییر می کند و به رنگ دیسه تبدیل می شود. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می شود و مقدار کاروتنوئید افزایش می یابد.

بررسی سایر موارد:

(الف) بستره در کلروپلاست همانند میتوکندری توسط غشاء داخلی اندامک احاطه می شود.

(ب) مورد "ب" نشان دهنده مجموعه ای از تیلاکوئیدها است.

(د) ساختارهای غشاء تیلاکوئید با یکدیگر اتصالات غشایی دارند.

پارامسی نوعی آغازی تمایز یافته است که ساکن آب های شیرین است. پارامسی تبادل گازهای تنفسی را به وسیله غشاء خود انجام می دهد.

بررسی سایر گزینه ها:

(۱) دیسک یک مولکول دناي دو رشته ای و حلقوی و خارج فامتنی است که معمولاً درون باکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد و می تواند مستقل از ژنوم میزبان همانند سازی کند.

(۲) اسپیروژیر جلبک سبز رشته ای فتوسنتز کننده است. بیشترین تجمع باکتری های هوازی در اطراف جلبک سبز اسپیروژیر که نشان دهنده بیشترین میزان فتوسنتز است در طول موج ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر در طیف قرمز نور مرئی دیده می شود.

(۴) در جلبک سبز رشته ای آرایش نواری کلروپلاست دیده می شود. در حالی که تغییر شیوه تأمین انرژی در اوگلنا دیده می شود.

سیانوباکتری‌ها و یاخته‌های میان‌برگ موجود در برگ و حفرات کوچک شاخه و دم‌برگ گیاه گوناگونرا فعالیت تثبیت کربن را انجام می‌دهند. موارد (الف) و (ج) و (د) ویژگی مشترک این یاخته‌ها را بیان می‌کند. بررسی موارد:

(الف) سامانه‌های کلروفیل a در سیانوباکتری‌ها در تماس با غشاء پلاسمایی و در یاخته‌های میان‌برگ در تماس با غشاء تیلاکوئید هستند؛ بنابراین در هر دو با فسفولیپیدهای غشا در تماس‌اند و نقش مؤثری در تجزیهٔ آب و تولید اکسیژن دارند.

(ب) این مورد فقط در ارتباط با یاخته‌های میان‌برگ صحیح بوده و در ارتباط با ژن‌های پروکاریوتی در سیانوباکتری‌ها صدق نمی‌کند. ژن‌های پروکاریوتی فاقد بیانه و میانه هستند.

(ج) هم در یاخته‌های یوکاریوتی (هسته‌ای‌ها) و هم در یاخته‌های پروکاریوتی (پیش‌هسته‌ای‌ها)، در مواردی ممکن است یاخته، با تغییر در پایداری رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند، پس این مورد هم برای سیانوباکتری‌ها و هم برای یاخته‌های میان‌برگ صادق است.

(د) در یاخته‌های یوکاریوتی (هسته‌ای) و پروکاریوتی (پیش‌هسته‌ای)، تعداد زیادی رنابسپاراز می‌توانند یک ژن را به‌طور همزمان رونویسی کنند.

در راکیزه و سبزدیسه، پروتون‌ها در جهت شیب غلظت خود از آنزیم ATP‌ساز عبور می‌کنند. همراه با عبور پروتون‌ها از این آنزیم، ATP ساخته می‌شود. البته توجه کنید که آنزیم ATP ساز جزو زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: این گزینه مربوط به زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه است. در محل اکسایش NADH در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، پروتون‌ها از بخش داخلی به فضای بین دو غشا پمپ می‌شوند.

گزینهٔ ۲: این گزینه مربوط به زنجیره‌های انتقال الکترون در غشاء تیلاکوئید است. فتوسیستم‌ها همان سامانه‌های تبدیل انرژی در غشاء تیلاکوئید هستند. رنگیزه‌های فتوسنتزی همراه با انواعی از پروتئین‌ها درون فتوسیستم قرار می‌گیرند. وجود رنگیزه‌های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج‌های متفاوت نور افزایش می‌دهد.

گزینهٔ ۳: این گزینه مربوط به زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه است. اکسیژن با پذیرش الکترون در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون، به یون اکسید تبدیل می‌گردد. یون‌های اکسید با یون‌های هیدروژن ترکیب می‌شوند و در نتیجه مولکول آب به وجود می‌آید اما گاهی پیش می‌آید که درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند، بلکه به صورت رادیکال آزاد در می‌آیند. رادیکال‌های آزاد به علت داشتن الکترون جفت‌نشده در ساختار خود واکنش‌پذیری بالایی دارند و می‌توانند مولکول‌های زیستی را تخریب کنند.

در تنفس نوری که حاصل فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو است، ماده آلی تجزیه شده اما برخلاف تنفس یاخته‌ای، ATP از آن ایجاد نمی‌شود؛ بنابراین تنفس نوری باعث کاهش فرآورده‌های فتوسنتز و کاهش تولید ATP در گیاه می‌شود. از آنجاکه ترابری شیرۀ پرورده نیاز به مصرف ATP دارد (مانند بارگیری و باربرداری آبکشی)، بنابراین به دنبال افزایش بیش‌ازحد فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو، اختلال در جابه‌جایی شیرۀ پرورده قابل‌انتظار است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۱": به دنبال بارگیری آبکشی، قند و مواد آلی در محل منبع به روش انتقال فعال، وارد یاخته‌های آبکش می‌شوند. با افزایش مقدار مواد آلی و به‌ویژه ساکارز، پتانسیل آب یاخته‌های آبکشی کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه آب از یاخته‌های مجاور آوندهای چوبی به آوند آبکش وارد می‌شود. یاخته‌های آوندهای چوبی مرده‌اند و فاقد پروتوپلاست و پلاسمودسم هستند.

گزینه "۲": یاخته‌های درون‌پوست و یاخته‌های زندۀ درون استوانۀ آوندی ریشه با انتقال فعال، یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل در نهایت باعث ایجاد فشار ریشه‌ای می‌شود. با افزایش مصرف ATP توسط این یاخته‌ها، فشار ریشه‌ای افزایش یافته و شرایط برای انجام تعریق، مهیا می‌شود. تعریق از طریق روزنه‌های آبی انجام می‌شود که این روزنه‌ها همیشه باز هستند و لفظ "افزایش مدت‌زمان باز بودن" برای این روزنه‌ها نادرست است.

گزینه "۴": کمتر بودن ضخامت دیوارۀ پشتی یاخته‌های نگهبان روزنه باعث می‌شود که به هنگام تورژسانس این یاخته‌ها، دیوارۀ پشتی بیشتر منبسط شود و یاخته خمیدگی پیدا کند. افزایش طولی و نه عرضی یاخته‌های نگهبان، به هنگام تورژسانس، مدیون آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی موجود در دیوارۀ آن‌ها است که مانند کمربندی دور دیوارۀ یاخته‌های نگهبان روزنه قرار دارند و هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی‌شود.

رنگ‌دیس‌ها در اثر تغییر ساختار سبزدیس‌ها تحت تأثیر کاهش طول روز و کم شدن نور ایجاد می‌شوند. موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد:

(الف) ترکیبات رنگی موجود در رنگ‌دیس‌ها پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان) اند. ترکیبات پاداکسنده در جلوگیری از سرطان نقش دارند. تقسیمات تنظیم‌نشده بدن انسان سبب ایجاد سرطان می‌شود و پاداکسنده‌ها در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد در زنجیرۀ انتقال الکترون مؤثر هستند.

(ب) در این اندامک، سبزینه (کلروفیل) یافت نمی‌شود، بنابراین فاقد سبزینه a و b هستند.

(ج) کاروتنوئیدها، رنگیزه‌هایی هستند که در رنگ‌دیس‌ها یافت می‌شوند. این رنگیزه‌ها در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر بیشترین جذب نور را دارند.

(د) نشادیس (نه رنگ‌دیس) در تأمین انرژی موردنیاز برای رشد جوانه‌ها در گیاه سیب‌زمینی نقش دارد.

نمودار نشان‌داده شده مربوط به تأثیر تراکم اکسیژن جو بر سرعت فتوسنتز می‌باشد. مطابق با نمودار، تغییرات  $O_2$  در غلظت‌های بالا نسبت به غلظت‌های پایین تأثیر کمتری بر کاهش سرعت فتوسنتز دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در انتهای نمودار قابل مشاهده است که حتی با وجود افزایش تراکم اکسیژن جو، تغییری در سرعت فتوسنتز رخ نمی‌دهد. یعنی افزایش میزان اکسیژن جو تا حدی می‌تواند باعث کاهش سرعت فتوسنتز شود. (۲ و ۳) این نمودار به تغییرات تراکم گاز اکسیژن جو بر سرعت فتوسنتز می‌پردازد. طبق این نمودار، افزایش اکسیژن جو باعث کاهش سرعت فتوسنتز می‌شود. همچنین افزایش این گاز، تا حدی می‌تواند سرعت فتوسنتز را کاهش دهد.

نمودار نشان‌دهنده رابطه میان میزان فتوسنتز و شدت نور محیط می‌باشد. نمودار بالایی نشان‌دهنده گیاهان  $C_4$  می‌باشد. گیاهان  $C_4$ ، مولکول اسیدی چهار کربنی حاصل از مرحله اول تثبیت کربن را به یاخته‌های غلاف آوندی از راه پلاسمودسم‌ها انتقال می‌دهند. از این منافذ، پروتئین‌ها، نوکلئیک‌اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی می‌توانند عبور کنند. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) نمودار نشان‌دهنده رابطه میان میزان فتوسنتز و شدت نور محیط می‌باشد. گیاهان  $C_4$ ، تثبیت کربن را تنها در طول روز انجام می‌دهند. (۳) نموداری که بالاتر از نمودار دیگر قرار دارد مربوط به گیاهان  $C_4$  می‌باشد. اغلب گیاهان از نوع  $C_3$  هستند. این گیاهان، تثبیت کربن را تنها با چرخه کالوین انجام می‌دهند. (۴) نمودار نشان‌دهنده رابطه میان میزان فتوسنتز و شدت نور محیط می‌باشد. نموداری که بالاتر از نمودار دیگر قرار دارد مربوط به گیاهان  $C_4$  می‌باشد. در شدت‌های زیاد نور، گیاهان  $C_3$  روزه‌های هوایی خود را می‌بندند. برای این عمل باید ورود آب به یاخته‌های نگهبان روزه کاهش پیدا کند.

پیرووات (نوعی ترکیب سه‌کربنه) با انتقال فعال از غشاء میتوکندری عبور کرده و واد آن می‌شود. کربن دی‌اکسید حاصل از چرخه کربس درون بستره میتوکندری نیز با عبور از آن، وارد سیتوپلاسم یاخته می‌شود. مولکول دوکربنه حاصل از شکسته شدن ترکیب پنج‌کربنه در تنفس نوری نیز از کلروپلاست خارج شده و در واکنش‌هایی که بخشی از آن‌ها در راکیزه انجام می‌شود، شرکت کرده و از آن  $CO_2$  آزاد می‌شود.

منظور صورت سؤال گیاهان  $C_4$  است. علاوه بر فرآیندهای فتوسنتزی غیروابسته به نور که در یاخته‌های مختلف موجود در پهنک برگ انجام می‌شود، کربن دی‌اکسید در یاخته‌های زنده دارای راکیزه در فرآیند چرخه کربس و اکسایش پیرووات مشاهده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) باتوجه به شکل کتاب درسی تراکم روزنه‌ها و یاخته‌های نگهبان روزنه در روپوست فوقانی گیاهان تک‌لپه که می‌توانند  $C_4$  باشند بیشتر از گیاهان دولپه است.

(۲) یاخته‌هایی که  $C_4$  هستند تثبیت نهایی کربن را در یاخته‌های غلاف آوندی انجام می‌دهند. از آنجا که غلاف آوندی تنها در گیاهان تک‌لپه دارای سبزینه است، بنابراین گیاهان  $C_4$  تک‌لپه بوده و فاقد یا دارای پارانشیم نرده‌ای در میانبرگ هستند.

(۳) در گیاهان  $C_4$  تقسیم‌بندی مکانی تثبیت کربن به‌منظور جلوگیری از تنفس نوری به‌ندرت در این گیاهان مشاهده می‌شود.

pH عصاره گیاهان گم در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر است. در این گیاهان، تثبیت کربن دارای تقسیم‌بندی زمانی است.

در گیاهان گم، در طول روز اسید چهار کربنی که در شب تولید شده است، تجزیه می‌شود و مولکول کربن دی‌اکسید از آن آزاد می‌شود. کربن دی‌اکسید آزادشده وارد چرخه کالوین می‌شود و بنابراین با ریبولوز بیس‌فسفات ترکیب می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در گیاهان گم، برای تثبیت کربن، تقسیم‌بندی مکانی وجود ندارد. این مورد در رابطه با گیاهان  $C_4$  صحیح است. در گیاهان  $C_4$ ، اسید چهار کربنی تولیدشده در مرحله اول تثبیت کربن به روش سیمپلاستی (انتقال از راه پلاسمودسم) به یاخته غلاف آوندی منتقل می‌شود.

(۲) در گیاهان گم برخلاف گیاهان  $C_4$  یاخته میانبرگ که مرحله اول تثبیت کربن را انجام داده و موجب تولید اسید چهار کربنی می‌شود، توانایی انجام چرخه کالوین را نیز دارد.

(۴) گیاهان گم در طول شب، مرحله اول تثبیت کربن را انجام می‌دهند. یعنی کربن دی‌اکسید را با اسید سه کربنی ترکیب کرده و موجب تولید اسید چهار کربنی می‌شوند. اما باید توجه داشت که آنزیم انجام‌دهنده این فرآیند، روبیسکو نمی‌باشد.

در حضور سبزدیسه در یک یاخته یوکاریوتی مولکول‌های آلی می‌توانند از منابعی به‌جز فتوسنتز نیز تأمین گردد مانند جذب از ریشه یا گوارش حشرات در گیاهان حشره‌خوار.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۱": گروهی از سیانوباکتری‌ها علاوه بر تثبیت کربن در طی فتوسنتز، تثبیت نیتروژن نیز در سیتوپلاسم خود انجام می‌دهند.

گزینه "۳": شیمیوسنتزکننده‌ها طی واکنش‌های اکسایش، انرژی موردنیاز برای ساخت مواد آلی خود را تأمین می‌کنند.

گزینه "۴": در باکتری‌های فتوسنتزکننده،  $\text{NADH}$  طی تنفس یاخته‌ای و  $\text{NADPH}$  طی فتوسنتز در سیتوپلاسم ساخته می‌شود.