



الف

A

آمادگی کنکور ۱۴۰۰

دوپینگ ماز

آزمون دوپینگ ماز – ۱۴۰۰/۰۳/۲۳

دفترچه پاسخ زیست شناسی

مدت پاسخ گویی: ۲۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۳۰

ویراستار

طراحان سوال

شایان تاقی

دپارتمان زیست شناسی ماز



۱- در گروهی از گیاهان نهاندانه، هر برگ دارای پهنک و دمبرگ است. این گیاهان برخلاف گیاهانی که فاقد این ویژگی هستند، دارای چه مشخصه‌ای می‌باشند؟

- ۱) رگبرگ‌ها به روپوست زیرین برگ نزدیک‌تر هستند.
 - ۲) بیشتر یاخته‌های فتوسنتزکننده برگ، میانبرگ هستند.
 - ۳) یاخته‌های میانبرگ اسفنجی با روپوست رویی و زیرین برگ در تماس‌اند.
 - ۴) یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای همانند میانبرگ اسفنجی در تماس با یاخته‌های آوندی قرار دارند.
- پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

برگ گیاهان دولپه دارای پهنک و دمبرگ است ولی در گیاهان تک‌لپه برگ‌ها دمبرگ ندارند. پس اصل این سوال مقایسه گیاهان دولپه و تک‌لپه است.

تعبیر: گیاهانی که برگ آن‌ها دارای پهنک و دمبرگ است = گیاهان دولپه

همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در گیاهان دولپه به علت وجود یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای در مجاورت روپوست بالایی، رگبرگ‌ها به روپوست زیرین برگ نزدیک‌تر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در هر دو گیاه دولپه و تک‌لپه بیشتر یاخته‌های فتوسنتزکننده در برگ، بین روپوست زیرین و رویی قرار دارند و جزء میانبرگ هستند.

تعبیر: بیشترین یاخته‌های فتوسنتزکننده برگ = یاخته‌های میانبرگ

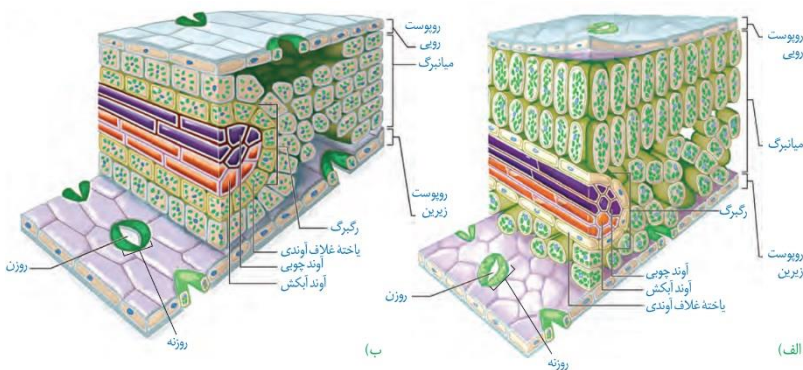
۳) در گیاهان دولپه، یاخته‌های میانبرگ اسفنجی با روپوست رویی برگ تماس ندارند.

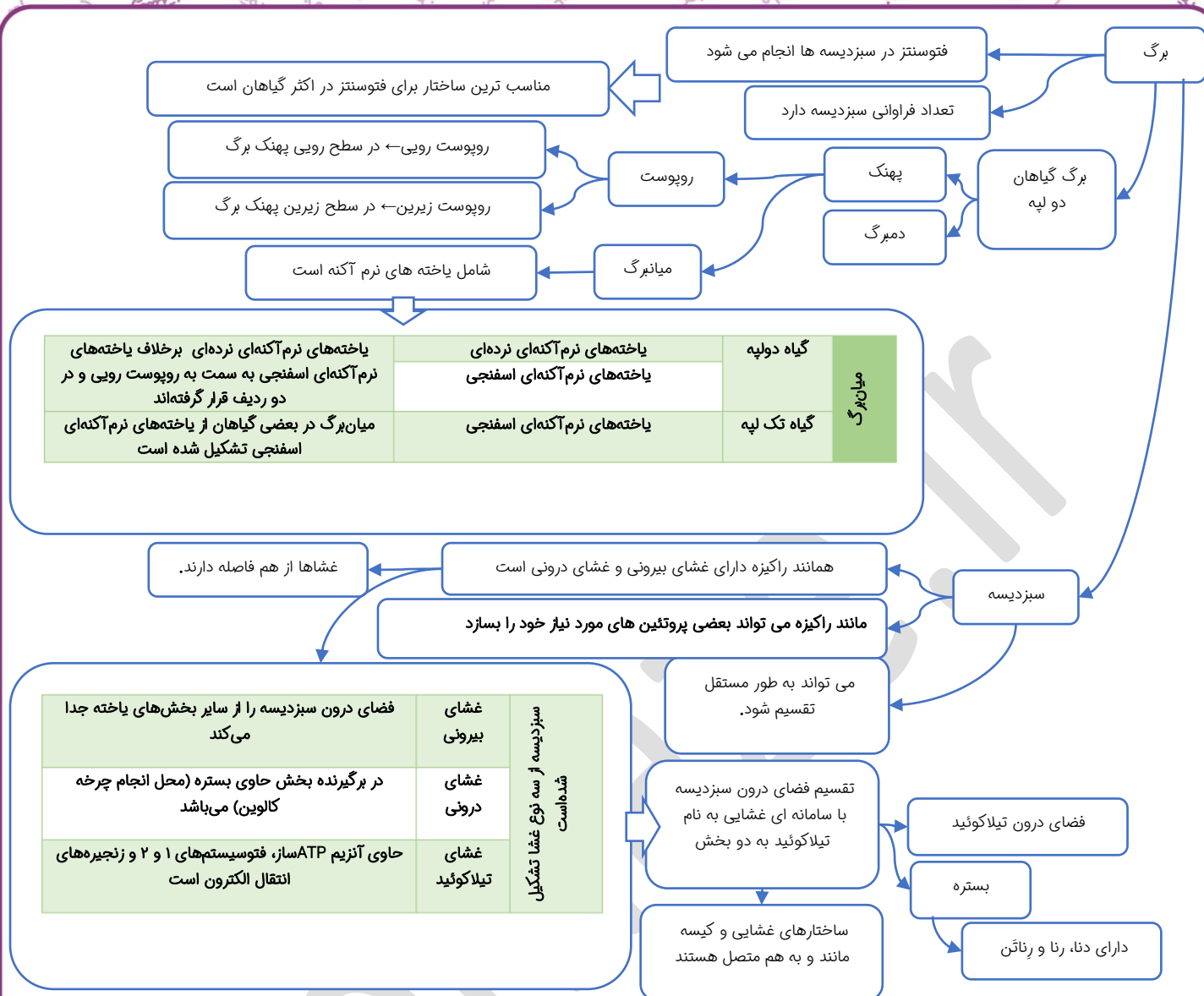
تعبیر: گیاهان فاقد میانبرگ نرده‌ای = گیاهان تک‌لپه

۴) در گیاهان دولپه یاخته‌های میانبرگ می‌توانند در تماس با یاخته‌های غلاف آوندی باشند نه خود یاخته‌های آوندی! در واقع غلاف آوندی مانند پوششی دور تا دور آوندها را احاطه میکند.

طراح اینجوری فکر میکنه!

- ✗ مقایسه گیاهان تک‌لپه و دو‌لپه، از جمله مواردی هست که طراح خیلی دوست داره استفاده کنه. وقتی که تست در این مورد صحبت میکنه، ذهن طراح میتونه به این سمت حرکت کنه:
- ✗ گیاهان تک‌لپه فاقد میانبرگ نرده‌ای هستند. میانبرگ نرده‌ای در گیاهان دو‌لپه در سمت بالا و میانبرگ اسفنجی آن‌ها در سمت پایین قرار گرفته است.
- ✗ رگبرگ دو‌لپه‌ها برخلاف تک‌لپه‌ها در نیمه پایینی برگ قرار دارد.
- ✗ فضای بین یاخته‌های اسفنجی در گیاهان دولپه بیشتر از تک‌لپه‌ای میباشد.
- ✗ یاخته‌های غلاف آوندی اطراف رگبرگ گیاهان تک‌لپه برخلاف گیاهان دو‌لپه دارای کلروپلاست میباشد.
- ✗ تعداد روزنه‌های هوایی در سطح زیرین برگ بیشتر از سطح بالایی آن است.
- ✗ نسبت تعداد روزنه‌های هوایی در سطح زیرین برگ به سطح بالایی آن، در دولپه‌ای‌ها بیشتر از تک‌لپه‌ای‌ها است.
- ✗ ضخامت پوستک در تک‌لپه بیشتر از دو‌لپه است.
- ✗ این موارد رو خیلی خوب یاد بگیر و با همدیگه مقایسه کن، چون طراح خیلی به این مقایسه علاقه‌مند هست.
- ✗ میانبرگ در گیاه دولپه، از یاخته‌های نرم آکنه‌ای نرده‌ای و اسفنجی تشکیل شده است؛ همان‌طور که در این شکل می‌بینید، یاخته‌های نرده‌ای بعد از روپوست رویی قرار دارند و به هم فشرده‌اند، در حالی که یاخته‌های اسفنجی به سمت روپوست زیرین قرار دارند و یاخته‌های اسفنجی فضای بین یاخته‌ای نسبتاً بیشتری دارند.





۲- کدام عبارت، در ارتباط با فتوسنتز در گیاهان، نادرست است؟

- ۱) برای تولید یک قند شش کربنی به کمک فتوسنتز، شش مولکول آب درون تیلاکوئید تجزیه می شود.
- ۲) در بیشتر گیاهان، ساختاری وجود دارد که می تواند انرژی خورشید را به انرژی شیمیایی تبدیل کند.
- ۳) میزان فتوسنتز با اندازه گیری میزان کربن دی اکسید مصرف شده در طی فتوسنتز قابل اندازه گیری است.
- ۴) در گیاهان، یاخته هایی که ژن سازنده روبیسکو را بیان می کنند، فقط در دو نوع سامانه بافتی یافت می شوند.

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

برای تولید یک قند شش کربنی در فتوسنتز باید ۶ مولکول کربن دی اکسید در چرخه کالوین مصرف شود. در این چرخه به ازای هر مولکول کربن دی اکسید، دو NADPH مصرف می شود. از طرفی در واکنش های وابسته به نور فتوسنتز برای تولید هر NADPH دو الکترون لازم است که از یک مولکول آب تأمین می شود؛ بنابراین برای تولید یک قند شش کربنی، ۱۲ مولکول NADPH و ۱۲ مولکول آب لازم است.

بررسی سایر گزینه ها:

۲) فتوسیستم ها، سامانه های تبدیل انرژی نور خورشید به انرژی شیمیایی هستند. این ساختارها در گیاهان فتوسنتز کننده وجود دارند. بیشتر گیاهان توانایی فتوسنتز دارند.

تعبیر: تبدیل انرژی خورشید به انرژی شیمیایی = فتوسنتز

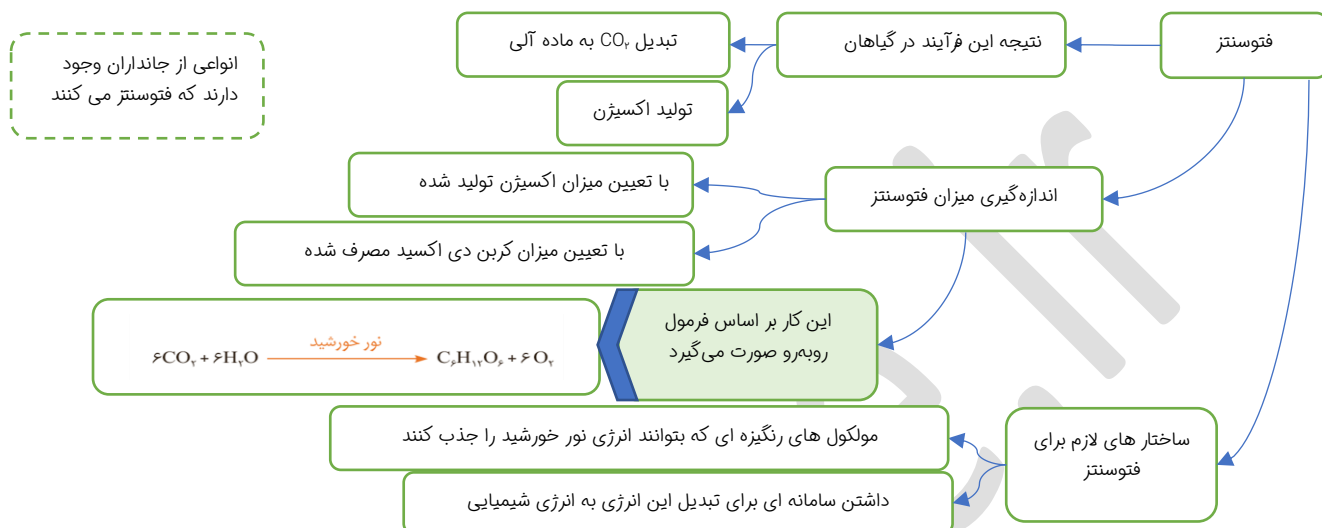
۳) میزان فتوسنتز را می توان با تعیین میزان کربن دی اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده اندازه گرفت.



در هر جاندار فتوسنتزکننده نمی‌توان میزان فتوسنتز را براساس میزان اکسیژن تولید شده اندازه‌گیری کرد چون گروهی از جانداران فتوسنتزکننده با وجود اینکه مصرف کربن دی‌اکسید اما اکسیژن تولید نمی‌کنند و در واقع فتوسنتزکننده غیراکسیژن‌زا هستند.

۴) در گیاهان، ژن سازنده روبیسکو فقط در یاخته‌های فتوسنتزکننده بیان می‌شود. یاخته‌های فتوسنتزکننده گیاهی شامل نگهبان روزنه، میانبرگ نرده‌ای و اسفنجی و غلاف آوندی در گیاهان C_4 است. این یاخته‌ها در سامانه بافتی پوششی و زمینه‌ای قرار دارند.

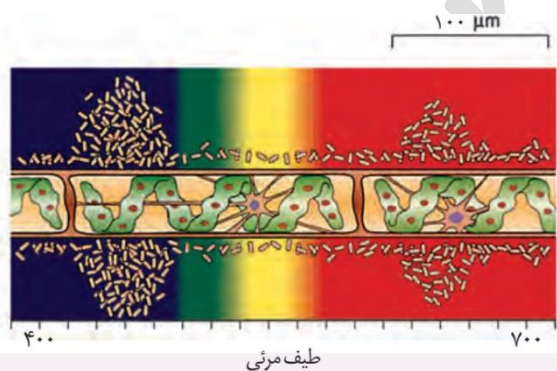
تعبیر: هر سامانه بافتی با توانایی فتوسنتز = سامانه بافت پوششی + سامانه بافت زمینه‌ای
تعبیر: هر یاخته فتوسنتزکننده در گیاهان = یاخته نگهبان روزنه + میانبرگ نرده‌ای + میانبرگ اسفنجی + غلاف آوندی گیاهان C_4



۳- در ارتباط با نوعی جلبک سبز رشته‌ای که سبز دیسه (کلروپلاست)‌های نواری و دراز دارد، کدام عبارت صحیح است؟

- ۱) در حضور نور بنفش نسبت به نور سبز، اسیدهای سه کربنی بیشتری تولید می‌کند.
 - ۲) در حضور نور قرمز همانند زرد، میزان تجزیه آب در تیلاکوئیدهای آن به حداقل می‌رسد.
 - ۳) نمی‌تواند برای تنظیم بیان ژن‌های مؤثر در فتوسنتز، از عوامل رونویسی متصل به افزاینده استفاده کند.
 - ۴) در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر نور، فعالیت مجموعه پروتئینی ATP‌ساز در غشای سبز دیسه آن به حداکثر می‌رسد.
- پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶ - متوسط - مفهومی)

در چرخه کالوین در جانداران فتوسنتزکننده، اسیدهای سه کربنی تولید می‌شود. همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید در جلبک اسپیروژیر میزان فتوسنتز در نور بنفش بیشتر از نور سبز است؛ در نتیجه در این زمان میزان انجام چرخه کالوین در جلبک افزایش می‌یابد. اسپیروژیر نوعی جلبک سبز رشته‌ای است که سبز دیسه‌های دراز و نواری شکل دارد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) از تجزیه آب درون تیلاکوئید، اکسیژن آزاد می‌شود. همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در نور قرمز برخلاف نور زرد میزان تجمع باکتری‌های هوازی در اطراف جلبک اسپیروژیر بیشتر است و این یعنی، در نور قرمز میزان تولید اکسیژن (تجزیه آب درون تیلاکوئید) توسط جلبک بیشتر است.

۳) اسپیروژیر جاندار یوکاریوت است. کلروپلاست برای انجام فتوسنتز به پروتئین‌هایی وابسته است که ژن آنها در دای خطی قرار دارد. رونویسی از این ژن‌ها توسط رنابساز ۲ و به کمک عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز و افزاینده انجام می‌شود.

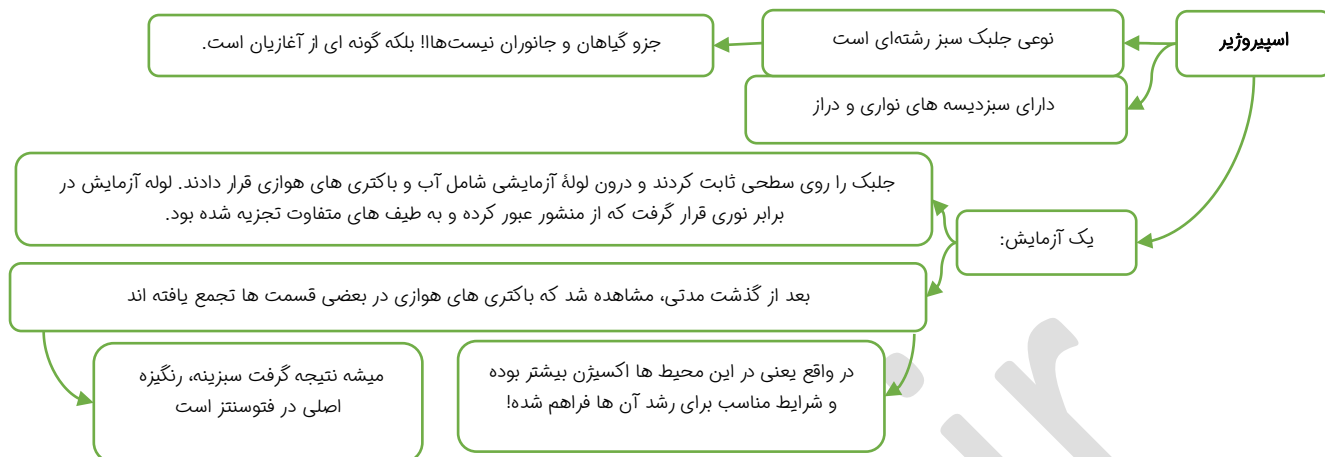
تعبیر: جاندارانی که از عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز و افزاینده استفاده می‌کنند = یوکاریوت‌ها

۴) در این جلبک بیشترین مقدار فتوسنتز در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر نور است ولی دقت کنید که آنزیم ATP‌ساز در غشای تیلاکوئید قرار دارد نه سبز دیسه!

طراح اینجوری فکر می‌کنه! اسپیروژیر نوعی جلبک سبز رشته‌ای است که سبز دیسه‌های دراز و نواری شکل دارد. در مورد اسپیروژیر به نکات زیر توجه کنید: یوکاریوت تک سلولی می‌باشد، بنابراین تمام نکاتی که در مورد یوکاریوت‌ها گفته شد، در مورد اسپیروژیر صادق است. (مثلاً حاوی هسته و اندامک‌ها + حاوی هیستون + حاوی رنابسازهای مختلف + حاوی عوامل رونویسی + فاقد تنظیم مثبت و منفی رونویسی + فاقد اپران و...)



بیشترین میزان فتوسنتز در نور بنفش و آبی و نارنجی و قرمز و کمترین میزان آن، در سایر نورها دیده می‌شود.



۴- چند مورد، در ارتباط با هر سامانه تبدیل انرژی در غشای تیلاکوئید موجود در سبزدیسه (کلروپلاست) یک یاخته نگهبان روزنه، درست است؟

- الف- در آنتن های گیرنده نور همانند مراکز واکنش پروتئین وجود دارد.
 ب- در مرکز واکنش برخلاف آنتن های گیرنده نور، کلروفیل a وجود دارد.
 ج- هر الکترون برانگیخته در آنتن های گیرنده نور از نوعی رنگیزه خارج می‌شود.
 د- الکترون برانگیخته در یک کلروفیل a می‌تواند انرژی خود را به رنگیزه بعدی منتقل کند.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

فقط مورد د درست است.

فتوسیستم‌ها سامانه‌های تبدیل انرژی نور خورشید به انرژی شیمیایی در غشای تیلاکوئید موجود در سبزدیسه (کلروپلاست) هستند.

تعبیر: تبدیل انرژی نور خورشید به انرژی شیمیایی: فتوسنتز
 تعبیر: سامانه‌های تبدیل انرژی نور خورشید به انرژی شیمیایی: فتوسیستم‌ها

بررسی همه موارد:

الف) هر فتوسیستم شامل آنتن‌های گیرنده نور و یک مرکز واکنش است.

طراح اینجوری فکر می‌کند! طراح خیلی علاقه داره که ما رو در دام جمع و مفرد بودن کلمات بیندازه!!
 در حل تست زیست، تک تک کلمات مهم هستند و باید بررسی بشن. پس هر کلمه‌ای که دیدیم، چک می‌کنیم که آیا باید مفرد بکار بره یا جمع.

ب) هر آنتن از رنگیزه‌های متفاوت (کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها) ولی مرکز واکنش از میان رنگیزه‌ها فقط کلروفیل a را دارد.

ج) در آنتن‌های گیرنده نور انرژی الکترون‌های برانگیخته (نه خود الکترون‌ها!) رنگیزه‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزه‌ای دیگر می‌روند.

تعبیر: منتقل شدن انرژی الکترون‌ها: در آنتن‌های گیرنده نور

تعبیر: منتقل شدن خود الکترون‌ها: در مرکز واکنش

د) در صورتی که کلروفیل a در آنتن‌های گیرنده نور باشد، انرژی الکترون برانگیخته خود را به رنگیزه بعدی منتقل کند ولی اگر این کلروفیل a در مرکز واکنش باشد، آنگاه از این رنگیزه خود الکترون برانگیخته خارج می‌شود.

فتوسیستم‌ها	توضیح		سامانه تبدیل انرژی	
	بخش‌های تشکیل- دهنده		آنتن‌های گیرنده نور	رنگیزه های فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه هایی به نام فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارند
				فتوسیستم‌ها با جذب نورخورشید، از انرژی آن برای آغاز واکنش‌های فتوسنتزی وابسته به نور استفاده می‌کنند
				توسط مولکول هایی به نام ناقل‌های الکترون به یکدیگر مرتبط می‌شوند
			تشکیل شده از	رنگیزه‌های متفاوت (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها)
				انواعی از پروتئین‌ها
			دریافت انرژی نور ←انتقال آن به مرکز واکنش	
		تشکیل شده از	کلروفیل a	

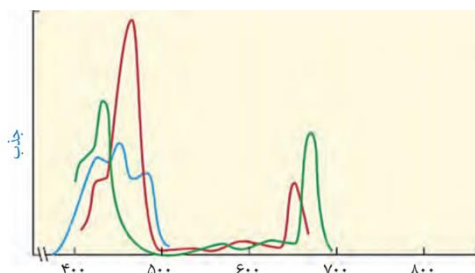
بستری پروتئینی			
اساس نام‌گذاری نیز همین طول موج جذب حداکثر بوده است!	شامل P۷۰۰	فتوسیستم ۱	انواع
	*حداکثر جذب کلروفیل a در فتوسیستم ۱، ۷۰۰ نانومتر است		
	شامل P۶۸۰	فتوسیستم ۲	
	*حداکثر جذب کلروفیل a در فتوسیستم ۲، ۶۸۰ نانومتر است		
		غشای تیلاکوئیدها	محل قرارگیری

۵- در ارتباط با رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان، کدام گزینه صحیح است؟

- حداکثر میزان فتوسنتز در نور سبز و زرد، و حداقل آن در محدوده ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر نور مرئی رخ می‌دهد.
- بیشترین جذب سبزینه b برخلاف سبزینه a در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر نور مرئی است.
- حداکثر میزان جذب کاروتنوئیدها در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر بیشتر از سبزینه a است.
- در محدوده ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، میزان جذب سبزینه a بیشتر از سبزینه b است.

پاسخ: گزینه ۴ (۱۲۶- متوسط - خط به خط)

همان‌طور که در نمودار مقابل مشاهده می‌کنید، در محدوده ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، میزان جذب سبزینه a بیشتر از سبزینه b است. (نمودار سبزینه a به رنگ سبز، سبزینه b به رنگ قرمز و کاروتنوئیدها به رنگ آبی رسم شده است.)



طول موج (نانومتر)

بررسی سایر گزینه‌ها:

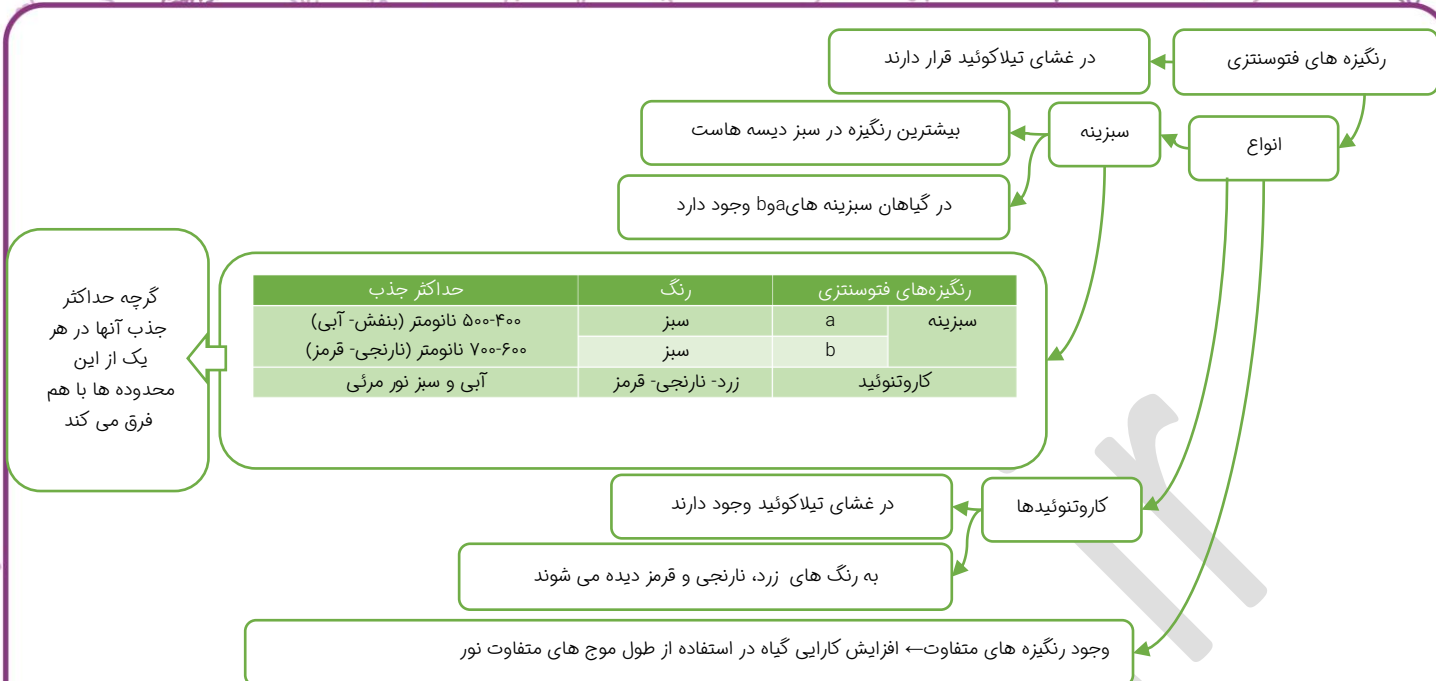
- همان‌طور که در نمودار مقابل مشاهده می‌کنید، حداکثر میزان فتوسنتز در نور بنفش و آبی، یعنی محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و کمترین میزان آن در محدوده ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر نور مرئی است.
- بیشترین جذب سبزینه a و سبزینه b در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر نور مرئی است.
- در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر نور مرئی، حداکثر جذب سبزینه a بیشتر از کاروتنوئیدهاست.

- میزان جذب رنگیزه‌ها در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر نور مرئی: کلروفیل b < کلروفیل a < کاروتنوئید.
- در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر نور مرئی، ابتدا کلروفیل a سپس کاروتنوئید و در نهایت کلروفیل b به حداکثر جذب خود می‌رسند.

طراح اینجوری فکر می‌کنه!

- این شکل هم، از شکل‌هایی هست که طراح خیلی دوستش داره؛ در مورد این نمودار به نکات زیر توجه داشته باشید:
- سبزینه a دارای دو قله می‌باشد. قله اول، بیشترین جذب را دارد که در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر قرار دارد و قله دوم که ماکسیمم نسبی (ماکسیمم نسبی و ماکسیمم مطلق رو از کاربرد مشتق بلد هستی، مگه نه؟) می‌باشد، در محدوده ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر قرار دارد.
- سبزینه b دارای دو قله می‌باشد. قله اول، بیشترین جذب را دارد که در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر قرار دارد و قله دوم که ماکسیمم نسبی می‌باشد، در محدوده ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر قرار دارد.
- در حد فاصل ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، میزان جذب سبزینه a، b بسیار کم می‌شود (دقت کنید که صفر نیست!).
- جذب نور توسط سبزینه a تا ۷۰۰ نانومتر ادامه دارد، اما جذب سبزینه b کمی قبل از ۷۰۰ نانومتر پایان می‌یابد.
- جذب کاروتنوئید برخلاف سبزینه a، b در محدوده فرابنفش (کمتر از ۴۰۰ نانومتر) آغاز می‌شود.
- بیشترین میزان جذب کاروتنوئید در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ است. علاوه بر این قله، دو ماکسیمم نسبی هم برای کاروتنوئید در این محدوده وجود دارد.
- کاروتنوئید فاقد جذب در محدوده‌های بالاتر از ۵۰۰ نانومتر است.





۶- چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«به طور طبیعی در یاخته های گیاهی، هر دیسه ای که است، به طور حتم»

- الف - حاوی مولکول دنا (DNA)ی حلقوی - به کمک مجموعه ای آنزیمی، ATP تولید می کند.
- ب - حاوی کاروتنوئید - انرژی نور آبی و سبز را جذب و به انرژی شیمیایی تبدیل می کند.
- ج - دارای ساختارهای کیسه مانند متصل به هم - در غشای خود، رنگیزه فتوسنتزی دارد.
- د - قادر به تولید اکسیژن در پی تجزیه آب - فرایند رونویسی و ترجمه را در مجاور هم انجام می دهد.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶ - سخت - ترکیبی)

فقط مورد د درست است.

بررسی همه موارد:

الف) در یاخته های گیاهی دنا حلقوی درون راکیزه و دیسه ها قرار دارد. فقط سبز دیسه ها می توانند به کمک یک مجموعه آنزیمی به روش نوری ATP تولید کنند.

تعبیر: هر دیسه ای دارای دنا حلقوی = سبز دیسه + رنگ دیسه + نشاد دیسه

تعبیر: هر دیسه با توانایی فتوسنتز = سبز دیسه

ب) کاروتنوئیدها در سبز دیسه و رنگ دیسه قرار دارند. درون سبز دیسه ها، سبزینه های a و b هم قرار دارند. این رنگیزه ها برخلاف کاروتنوئیدها نمی توانند انرژی نور سبز را جذب کنند.

ج) تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی و کیسه مانند و به هم متصل درون سبز دیسه ها هستند. رنگیزه های فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید قرار دارند نه سبز دیسه!

تعبیر: ساختارهای غشایی و کیسه مانند و به هم متصل درون سبز دیسه ها = تیلاکوئیدها

د) سبز دیسه ها می توانند درون تیلاکوئید به تجزیه نوری آب بپردازند. درون سبز دیسه در فضای بستره، فرایندهای رونویسی، ترجمه و همانند سازی در مجاورت هم انجام می شود.

تعبیر: تجزیه نوری آب = فتوسنتز



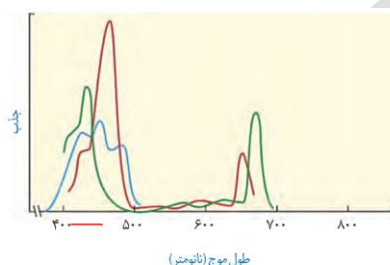
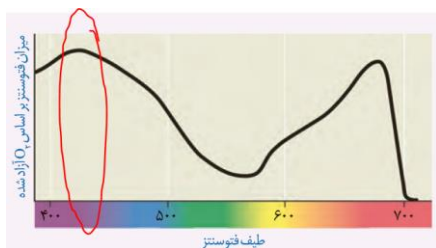
۷- اندازه‌گیری میزان فتوسنتز گیاهان در طیف‌های مختلف نور مرئی نشان می‌دهد که اکسیژن آزاد شده در گیاه، در طول موجی از نور مرئی رخ می‌دهد که

- ۱) بیشترین - حداکثر جذب انرژی توسط سبزینه b صورت می‌گیرد.
 - ۲) کمترین - جذب انرژی نور توسط کاروتنوئیدها بیشتر از سایر رنگیزه‌هاست.
 - ۳) بیشترین - حداکثر جذب انرژی توسط کاروتنوئیدها بیشتر از سبزینه‌هاست.
 - ۴) کمترین - بیشترین رنگیزه‌های درون سبزینه، قادر به جذب انرژی نور نیستند.
- پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

همان‌طور که در شکل‌های مقابل می‌بینید، بیشترین اکسیژن آزاد شده در گیاه، مربوط به طول موج بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است و در این حدفاصل، حداکثر جذب انرژی توسط سبزینه b صورت می‌گیرد.

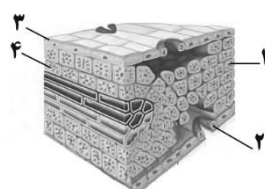
بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۲) کمترین اکسیژن آزاد شده مربوط به طول موج بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر است. کاروتنوئیدها در این طول موج، جذب انرژی ندارند.
- ۳) همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، در این حدفاصل، حداکثر جذب انرژی توسط سبزینه‌ها بیشتر از کاروتنوئیدهاست.
- ۴) بیشترین رنگیزه‌های درون سبزینه، کلروفیل (سبزینه)ها هستند. همان‌طور که در شکل می‌بینید، در این طول موج‌ها، جذب بسیار اندکی از انرژی نور توسط سبزینه‌ها صورت می‌گیرد.



شکل ۳- طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی: سبزینه a (سبز)، سبزینه b (قرمز) و کاروتنوئیدها (آبی)

۸- با توجه به شکل روبه‌رو که مربوط به ساختار برگ از گیاهان می‌باشد، چند مورد به درستی بیان شده است؟



- الف- یاخته ۳ برخلاف ۲، ژن مؤثر در ساخت پوستک را بیان می‌کند.
 - ب- یاخته ۴ برخلاف ۱، ضمن تثبیت کربن، اسیدهای چهارکربنی می‌سازد.
 - ج- آنزیم تثبیت‌کننده کربن در یاخته ۱ همانند ۲، به‌طور اختصاصی با CO_2 عمل می‌کند.
 - د- یاخته ۴ همانند ۳ می‌تواند ضمن مصرف اکسیژن و تجزیه ترکیبات کربن‌دار، CO_2 بسازد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۱ - سخت- مفهومی

فقط مورد د درست است. شکل مربوط به برگ یک گیاه تک‌لپه‌ای و C_4 است. ۱: یاخته میانبرگ (۲) یاخته نگهبان روزنه (۳) یاخته روپوستی (۴) یاخته غلاف آوندی

بررسی موارد:

- الف) یاخته نگهبان روزنه همانند سایر یاخته‌های روپوستی، ژن مؤثر در ساخت پوستک را بیان می‌کند.
- ب) یاخته میانبرگ برخلاف غلاف آوندی، ضمن تثبیت کربن اسیدهای چهارکربنی می‌سازد.
- ج) یاخته نگهبان روزنه برخلاف یاخته میانبرگ حاوی روبیسکو است و آنزیم روبیسکو به صورت اختصاصی با CO_2 عمل نمی‌کند و فعالیت اکسیژنازی نیز دارد.
- د) هر دو یاخته تنفس یاخته‌ای دارند و در طی آن، ضمن مصرف اکسیژن و تجزیه ترکیبات کربن‌دار، کربن‌دی‌اکسید می‌سازند.



۹- مشخصه گیاهان C_3 کدام است؟

- (۱) شدت نور برخلاف مدت تابش نور بر میزان فتوسنتز آن‌ها مؤثر نیست.
 - (۲) به‌طور طبیعی واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز را فقط در طول روز انجام می‌دهند.
 - (۳) بیشترین فتوسنتز را در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و غلظت زیاد اکسیژن انجام می‌دهند.
 - (۴) آنزیم‌های مؤثر در تثبیت کربن‌دی‌اکسید در دماهای متفاوت تمایل یکسانی برای فعالیت کربوکسیلازی دارند.
- پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶- آسان- مفهومی)

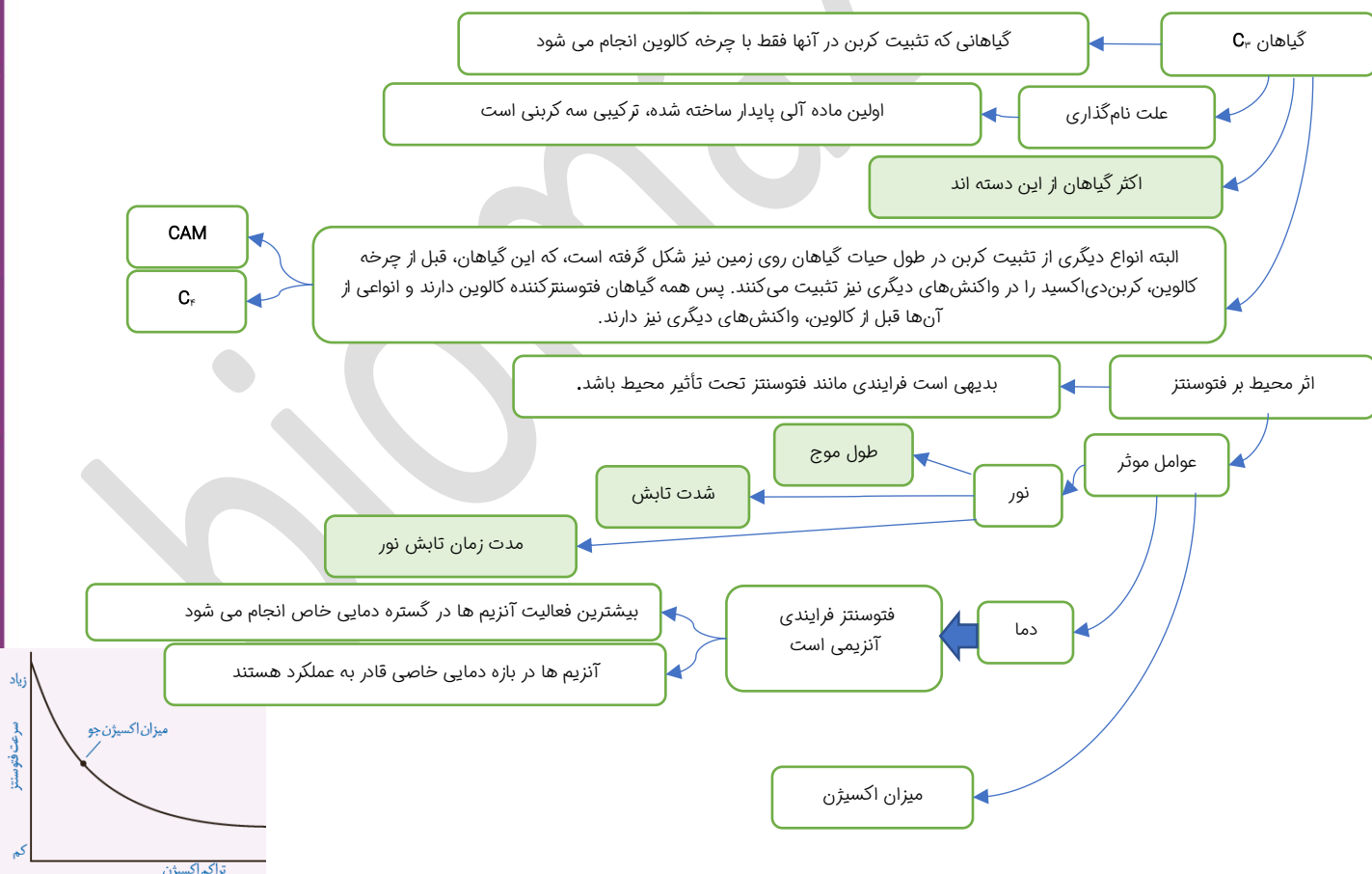
گیاهان C_3 در واکنش‌های مستقل از نور فقط از چرخه کالوین استفاده می‌کنند. چرخه کالوین فقط در روز انجام می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

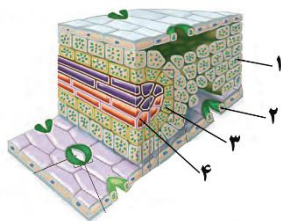
- (۱) میزان کربن دی‌اکسید، طول موج، شدت و مدت زمان تابش بر میزان فتوسنتز مؤثر است.
- (۳) در گیاهان C_3 همان‌طور که در نمودار مقابل مشاهده می‌کنید، با افزایش غلظت اکسیژن میزان فتوسنتز تا حدی کاهش می‌یابد. در واقع در این گیاهان بیشترین میزان فتوسنتز زمانی است که کمترین اکسیژن در گیاه وجود دارد.

- (۴) فتوسنتز فرایندی آنزیمی است و بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در گستره دمایی خاص انجام می‌شود؛ بنابراین آنزیم‌های مؤثر در تثبیت کربن‌دی‌اکسید در دماهای متفاوت تمایل متفاوتی برای فعالیت کربوکسیلازی دارند.

طراح اینجوری فکر میکنه! تسلط بر متن کتاب، چیزی هست که بر هر دانش آموز مازی واجب! خیلی وقتا شده که طراح کنکور مطالب مهم‌تر فصل رو بیخیال میشه و میاد از متن قسمت‌های آسون‌تر کتاب سوال طرح میکنه که برای حل این سوالات نیاز هست که متن کتاب رو کاملا بلد باشین. پس از این به بعد هم متن کتاب رو بفهمین و هم حفظش کنین. (:



۱۰- تصویر روبه‌برو ساختار برگ گیاهی را نشان می‌دهد که در برش عرضی دیده می‌شود، و یاخته مشخص شده با شماره می‌تواند
 (۱) ساقه آن، مغز ساقه - ۴، در دیواره عرضی خود صفحه آبکشی داشته باشد.
 (۲) ریشه آن، آوندهای چوبی در اطراف مغز ریشه - ۲، ATP را به سه روش مختلف بسازد.
 (۳) ریشه آن، آوندهای آبکش به سمت مرکز ریشه - ۳، رنگزه‌هایی برای جذب انرژی نور خورشید تولید کند.
 (۴) ریشه آن، دسته‌های آوندی به صورت پراکنده - ۱، توسط بیش از دو نوع کلروفیل انرژی نور را دریافت کند.



پاسخ: گزینه ۳

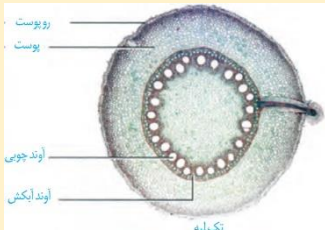
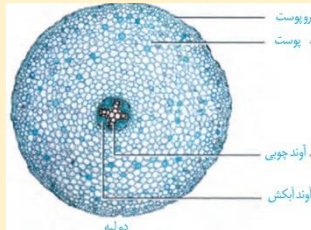
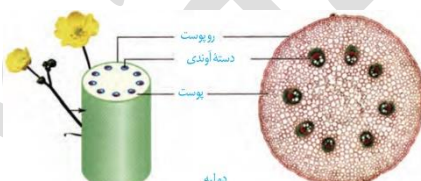
شکل نشان دهنده برگ گیاه تک‌لپه است. ۱، یاخته مربوط به میانبرگ اسفنجی، ۲، یاخته نگهبان روزنه، ۳، غلاف آوندی و ۴ نشان‌دهنده آوند آبکش است. ریشه گیاهان تک‌لپه حاوی مغز ریشه می‌باشد. یاخته‌های نگهبان روزنه، توانایی فتوسنتز دارند؛ بنابراین می‌توانند ATP را به سه روش در سطح پیش‌ماده (در گلیکولیز و چرخه کربس)، اکسایشی (در میتوکندری) و نوری (در کلروپلاست) بسازد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) ساقه گیاهان دولپه حاوی مغز ساقه می‌باشد. داشتن صفحه آبکشی از ویژگی‌های آوند آبکش است.
- (۳) در ریشه گیاهان تک‌لپه، آوند چوبی به سمت مرکز ریشه قرار دارد. غلاف آوندی دارای کلروپلاست و رنگزه‌های برای جذب انرژی نور خورشید می‌باشد.
- (۴) در ریشه گیاهان تک‌لپه، دسته‌های آوندی بصورت پراکنده قرار نگرفته‌اند. یاخته‌های میانبرگ اسفنجی، دارای کلروفیل‌های a و b می‌باشند.
- (۱) در برگ هر دو گیاه تک‌لپه و دولپه، تعداد روزنه‌های هوایی در روپوست رویی کمتر از روپوست زیرین است.
- (۲) یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای نسبت به میانبرگ اسفنجی کشیده‌تر هستند و به فاصله کمتری نسبت به هم قرار دارند.
- (۳) در برگ گیاه دولپه، یاخته‌های نگهبان روزنه (جزء سامانه پوششی) و میانبرگ نرده‌ای و اسفنجی (جزء سامانه زمینه‌ای) فتوسنتزکننده هستند.
- (۴) در برگ گیاه تک‌لپه، یاخته‌های نگهبان روزنه (جزء سامانه پوششی) و میانبرگ اسفنجی (جزء سامانه زمینه‌ای) و غلاف آوندی (جزء سامانه آوندی) فتوسنتزکننده هستند.
- (۵) در برگ گیاه دولپه میانبرگ نرده‌ای به صورت دو لایه‌ای قرار دارد. پس هر یاخته میانبرگ نرده‌ای با روپوست رویی و یا با میانبرگ اسفنجی تماس ندارد. در ضمن هیچ کدام از یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای با روپوست زیرین تماسی ندارند.
- (۶) در هر دو برگ یاخته‌های غلاف آوندی تک‌هسته‌ای هستند ولی در برگ گیاهان دولپه این یاخته‌ها نسبت به گیاه تک‌لپه، طول بیشتر و قطر کمتری دارند.



مقایسه جامع گیاه تک‌لپه و دولپه

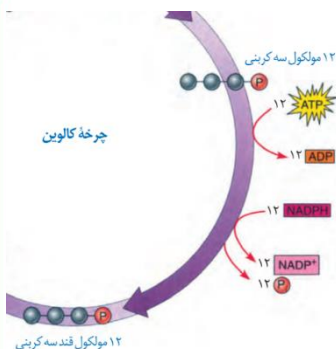
مقایسه جامع گیاه تک‌لپه و دولپه			
تک لپه		دولپه	
قطر بیشتر		قطر کمتر	
آوندها در ریشه به صورت دسته‌ای قرار نمی‌گیرند.		دسته آوندی	
به نسبت دو لپه کمتر است		ضخامت ناحیه پوست	
دارد		لایه آندودرم و ریشه‌زا	
آوند چوب به شکل یک دایره که آوندهای آبکش به شکل دایره‌ای بزرگ‌تر اطراف آنها می‌باشد		آرایش آوندها	
افشان		شکل رویش ریشه	
ندارد		رشد پسین؟	
			
تعداد زیاد ولی اندازه کوچک		تعداد کم ولی اندازه بزرگ	
پوست ندارد (عدم مشخص بودن ناحیه پوست)		کم	
به صورت پراکنده قرار دارند و در نزدیکی روپوست تراکم زیادی دارند		دسته‌های آوندی چوب و آبکش روی یک دایره (نه دایره!) هستند.	
ندارد		ممکن است داشته باشد.	
			
مضربی از سه		مضربی از چهار یا پنج	
دارای پهنک		دارای پهنک و دم‌برگ	
فقط نوع اسفنجی را دارد.		۲ نوع یاخته / نرده ای و اسفنجی (هر دو فتوسنتز کننده)	
موازی		منشعب	
باریک و بلند		پهن (البته لزومن پهن نیست و دارای اشکال مختلفی است)	
در ساقه جوان و در برگ (روپوست زیرین < روپوست رویی)		هوایی	
در نوک برگ		آبی	
دارد و فتوسنتز کننده است. (به شرطی که C۳ باشد)		دارد و غیر فتوسنتز کننده است (به شرطی که C۴ نباشد)	
شامل یاخته ۲n و ۳n است / بیشتر حجم دانه آندوسپرم است.		یاخته ۲n دارد / بیشتر حجم دانه لپه است / فاقد آندوسپرم	
		غلاف آوندی	
		وضعیت دانه در گیاه دیپلوئید	

۱- در مرحله‌ای از چرخه کالوین که ترکیبات سه‌کربنی تک‌فسفاته مصرف و مجدداً ترکیبات سه‌کربنی تک‌فسفاته تولید می‌شوند، صورت می‌گیرد.

(۲) آزاد شدن گروه فسفات بعد از تولید NADPH
(۴) تولید ADP بعد از مصرف NADPH

(۱) تولید ATP قبل از مصرف NADPH
(۳) مصرف NADPH قبل از آزاد شدن گروه فسفات





پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۶- سخت- مفهومی)
همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در چرخه کالوین در زمانی که اسیدهای ۳ کربنی به قندهای سه کربنی تبدیل می‌شوند. ترکیبات سه کربنی تک‌فسفات مصرف و مجدداً ترکیبات سه کربنی تک‌فسفات تولید می‌شوند. در این مرحله ابتدا مولکول ATP تجزیه (یعنی ADP تولید می‌شود) و سپس مولکول NADPH اکسایش می‌یابد و در نهایت گروه فسفات آزاد می‌شود.

در چرخه کالوین مولکول‌های ATP و NADPH فقط مصرف می‌شوند.

۱۲- چند مورد، درباره هر ترکیبی درست است که ضمن تبدیل مولکول‌های اسیدی به قندهای سه کربنی در چرخه کالوین ایجاد می‌شود؟

- الف- مجدداً می‌تواند درون بستره سبزدیسه (کلروپلاست) مصرف شود.
ب- تولید آن نیازمند عبور الکترون‌های پراثرژی از زنجیره انتقال الکترون است.
ج- دارای نوعی عنصر در ساختار خود است که کمبود آن رشد گیاهان را محدود می‌کند.
د- در محلی تولید می‌شود که امکان تجمع رناتن (ریبوزوم)‌ها بر روی رنای پیک وجود دارد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۶- سخت- ترکیبی)

فقط مورد ب نادرست است.

ADP, NADP+ و گروه فسفات، ترکیباتی هستند که در زمان تبدیل مولکول‌های اسیدی به قندهای سه کربنی در چرخه کالوین ایجاد می‌شود.

تعبیر: هر مولکول حاصل از تبدیل مولکول‌های اسیدی به قندهای سه کربنی در چرخه کالوین: گروه فسفات حاصل از تجزیه ADP + ATP حاصل از تجزیه NADP+ + ATP حاصل از مصرف شدن NADPH

بررسی همه موارد:

الف) هر سه ترکیب در واکنش‌های وابسته به نور درون بستره کلروپلاست به مصرف می‌رسند.

ب) تولید ATP و NADPH نیازمند عبور الکترون‌های پراثرژی از زنجیره انتقال الکترون هستند.

ج) کمبود فسفر رشد گیاهان را محدود می‌کند همه این ترکیبات دارای عنصر فسفر هستند.

فسفر از دیگر عناصر معدنی است که کمبود آن، رشد گیاهان را محدود می‌کند. گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به صورت یون‌های فسفات از خاک به دست می‌آورند. گرچه فسفات در خاک فراوان است، اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است. یکی از دلایل آن، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به طور محکمی متصل می‌شود. برخی گیاهان برای جبران، شبکه گسترده تری از ریشه‌ها و یا ریشه‌های دارای تارکشنده بیشتر، ایجاد می‌کنند که جذب را افزایش می‌دهد.

د) برای پروتئین‌هایی که به مقدار زیادی مورد نیاز هستند، ترجمه می‌تواند توسط چندین رناتن بر روی یک رنای پیک به صورت همزمان انجام بگیرد. در کلروپلاست‌ها، ترجمه در بستره انجام می‌گیرد.

واکنش‌های انجام‌شده در چرخه کالوین	نتیجه
شروع چرخه با قندی پنج کربنی به نام ریبولوز بیس فسفات + مولکول CO ₂	تولید مولکول شش کربنی ناپایدار
مولکول شش کربنی که ناپایدار است، بلافاصله تجزیه می‌شود.	این مرحله توسط فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو (ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز اکسیژناز) صورت می‌گیرد.
تغییر مولکول‌های اسید سه کربنی	دو مولکول اسید سه کربنی ایجاد می‌کند.
۱) مصرف ATP و افزوده شدن گروه فسفات به مولکول‌های سه کربنی ۲) مصرف NADPH و افزوده شدن الکترون و پروتون به مولکول‌های سه کربنی	این مولکول‌ها اولین ماده آلی پایدار ساخته شده در چرخه کالوین هستند.
بازسازی ریبولوز بیس فسفات	در نهایت، مولکول‌های سه کربنی به قند سه کربنی تبدیل می‌شوند. تعدادی از این قندها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوز بیس فسفات به مصرف می‌رسند.
۱) قندهای سه کربنی با هم واکنش داده و به مولکول ریبولوز فسفات (قند پنج کربنه تک‌فسفات) تبدیل می‌شوند. ۲) با مصرف ATP و افزوده شدن گروه فسفات به ریبولوز فسفات، مولکول ریبولوز بیس فسفات تولید می‌شود.	



۱۳- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در یک یاخته میانبرگ گیاه دولپه‌ای، ضمن مصرف هر مولکول در چرخه کالوین می‌شود.»

- (۱) پنج کربنی - همانند کربس، ADP تولید
 - (۲) قند فسفات - برخلاف قندکافت، گروه فسفات آزاد
 - (۳) شش کربنی - همانند کربس، مولکول‌های سه کربنی تولید
 - (۴) ترکیب سه کربنه اسیدی - برخلاف قندکافت، ATP مصرف
- پاسخ: گزینه ۴ (۱۲۶- سخت - ترکیبی)

در قندکافت در زمان مصرف ترکیب سه کربنه اسیدی دوفسفات، مولکول ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود. در حالی که در چرخه کالوین، در هنگام مصرف اسیدهای سه کربنی، ATP به مصرف می‌رسد.

تعبیر: ترکیبات ۳ کربنی قندکافت = قند فسفات + اسید فسفات + پیرووات
تعبیر: ترکیبات ۳ کربنی کالوین = اسید ۳ کربنه + قند ۳ کربنه

- (۱) چرخه کربس انرژی‌زا است و در آن مولکول ATP تولید می‌شود نه ADP
- (۲) در واکنش‌های قندکافت، در زمان مصرف قندفسفات و تولید اسید دوفسفات از آن، گروه فسفات آزاد درون سیتوپلاسم مصرف می‌شود نه این که آزاد شود.
- (۴) در چرخه کربس برخلاف کالوین، ترکیب شش کربنی به یک مولکول کربن‌دی‌اکسید و یک ترکیب پنج کربنی تجزیه می‌شود.

۱۴- کدام گزینه، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌نماید؟

«در چرخه کالوین، اولین»

- (۱) ترکیب آلی پایداری که ساخته می‌شود، نوعی قند سه کربنی است.
 - (۲) مولکولی که گروه فسفات را از ATP دریافت می‌کند، نوعی اسید سه کربنی است.
 - (۳) مولکول ناپایداری که ساخته می‌شود، بلافاصله به دو اسید سه کربنی بدون فسفات تجزیه می‌شود.
 - (۴) ترکیبی که با دریافت الکترون از NADPH کاهش می‌یابد، یک ترکیب سه کربنی تک‌فسفات است.
- پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶- متوسط - مفهومی)

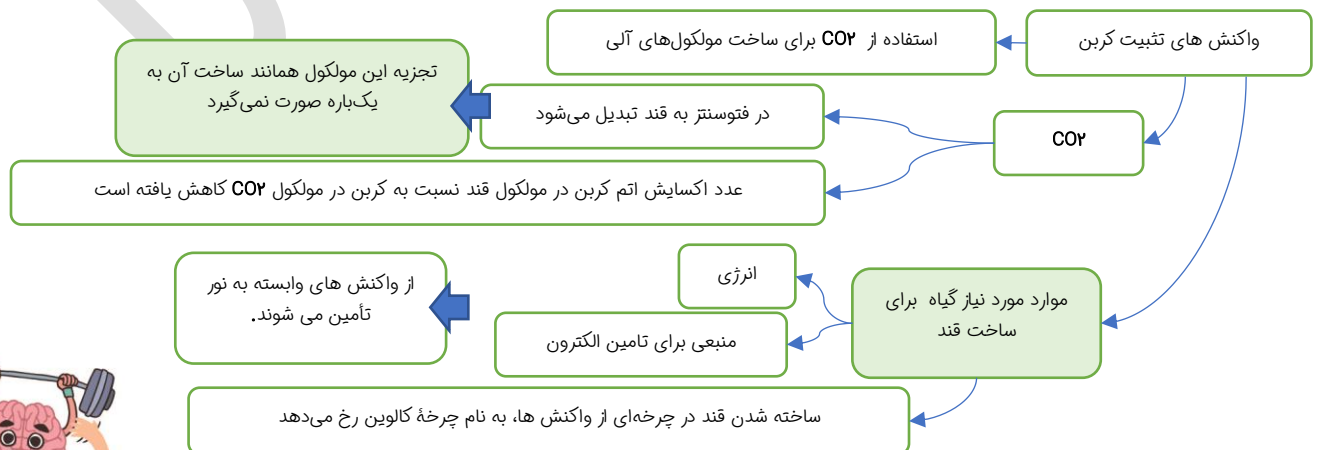
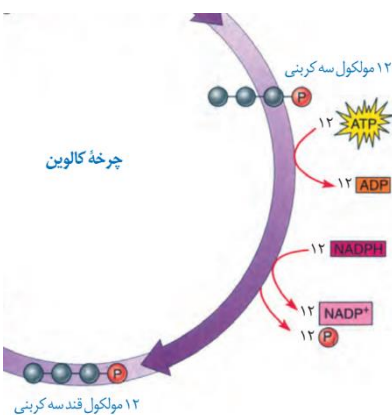
در چرخه کالوین ابتدا در مرحله‌ای که اسیدهای سه کربنی به قندهای سه کربنی تبدیل می‌شوند، تجزیه شده و ADP و گروه فسفات حاصل می‌شود. گروه فسفات ایجاد شده ابتدا به اسید سه کربنی متصل می‌شود ولی بعد از اکسایش NADPH و انتقال الکترون‌ها و پروتون آن به اسید سه کربنی گروه فسفات از اسید سه کربنی جدا می‌شود. در واقع در زمانی که اسید سه کربنی الکترون‌های NADPH را دریافت می‌کند، دارای دو فسفات است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در کالوین اولین ترکیب آلی پایدار نوعی اسید سه کربنی است.

(۲) (به چیز باحال: در گلیکولیز، قند ۳ کربنه تبدیل به اسید ۳ کربنه میشه ولی در کالوین برعکس هست!)

(۳) در چرخه کالوین به دنبال ترکیب کربن دی‌اکسید با قندی ۵ کربنی و دو فسفات (ریبوزبیس‌فسفات) ترکیبی ۶ کربنی و ناپایدار تشکیل می‌شود که بلافاصله به دو ترکیب ۳ کربنی تک‌فسفاتی با خاصیت اسیدی تجزیه می‌شود.



۱۵- چند مورد، در ارتباط با هر زنجیره انتقال الکترون که در غشای تیلاکوئید یاخته‌های میانبرگ لوبیا راه‌اندازی می‌شود، صحیح است؟

الف- در افزایش اختلاف غلظت یون هیدروژن در دو سوی غشا نقش دارد.

ب- در تأمین انرژی مورد نیاز برای فعالیت آنزیم ATP ساز نقش دارد.

ج- الکترون را از دو ناقل الکترونی غیرهم‌اندازه عبور می‌دهد.

د- الکترون برانگیخته را از نوعی کلروفیل a دریافت می‌کند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

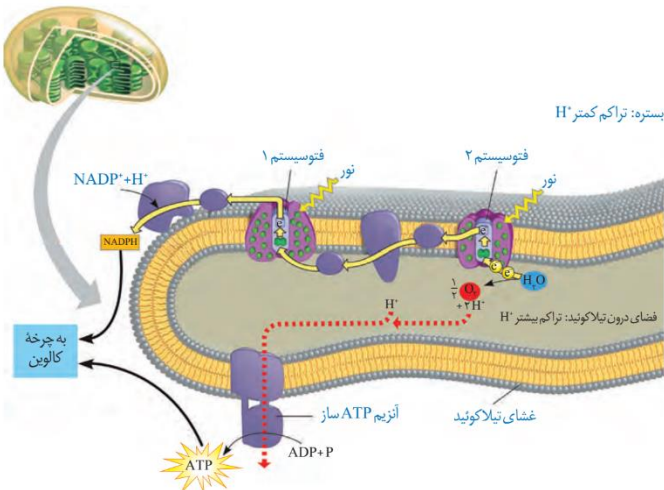
۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

موارد الف و د درست هستند.

در غشای تیلاکوئید یاخته‌های میانبرگ لوبیا، دو نوع زنجیره انتقال الکترون وجود دارد. زنجیره اول بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ و زنجیره دوم بین فتوسیستم ۱ و مولکول NADP^+ .

بررسی همه موارد:



الف) زنجیره اول با وارد کردن یون‌های هیدروژن از بستره به درون تیلاکوئید و زنجیره دوم با مصرف یون‌های هیدروژن برای تولید NADPH در افزایش اختلاف غلظت یون هیدروژن در دو سوی غشای تیلاکوئید نقش دارند.

عوامل موثر بر میزان غلظت یون هیدروژن در فضای بستره و درون تیلاکوئید:

۱- عوامل کاهش‌دهنده میزان غلظت یون هیدروژن در بستره

پمپ درون زنجیره اول + عضو بزرگ‌تر زنجیره دوم

۲- عوامل افزایش‌دهنده میزان غلظت یون هیدروژن در بستره

آنزیم ATP ساز

۳- عوامل افزایش‌دهنده میزان غلظت یون هیدروژن درون تیلاکوئید

پمپ درون زنجیره اول + تجزیه آب توسط فتوسیستم ۲

ب) آنزیم ATP ساز غشای تیلاکوئید از انرژی شیب غلظت یون هیدروژن استفاده

می‌کند. زنجیره اول با افزایش میزان یون هیدروژن درون تیلاکوئید در ایجاد شیب غلظت این یون از تیلاکوئید به بستره نقش دارد و لذا در تأمین انرژی مورد نیاز برای فعالیت آنزیم ATP ساز نقش دارد.

ج) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در زنجیره دوم الکترون از دو ناقل الکترونی غیرهم‌اندازه عبور می‌کند.

د) هر دو زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید، الکترون خارج شده از نوعی کلروفیل a را دریافت می‌کند. زنجیره اول، الکترون خارج شده از کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۲ (P680) و زنجیره دوم، الکترون خارج شده از کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۱ (P700).

۱۶- به هنگام تثبیت مولکول‌های کربن دی‌اکسید در یک یاخته میانبرگ آلبالو، به منظور تولید هر قند سه کربنی در چرخه کالوین، کدام مورد به ترتیب تولید و مصرف می‌شود؟

۲ ATP و ۲ P (۲)

۱ P و ۳ ADP (۴)

۱ ADP و ۱ NADPH (۱)

۲ ATP و ۱ NADP^+ (۳)

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶- ساده- مفهومی)

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، به ازای تولید ۱۲ قند ۳ کربنه از ۱۲ اسید ۳ کربنه، موارد زیر رخ می‌دهند:

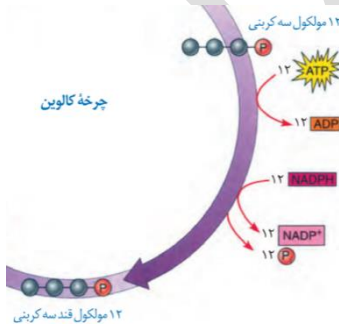
مصرف دوازده ATP و تولید دوازده ADP

مصرف دوازده NADPH و تولید دوازده NADP^+

و در نهایت تولید ۱۲ فسفات

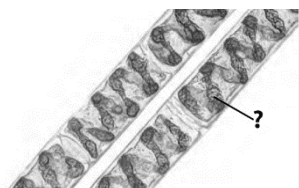
به راحتی و با استفاده از یک تناسب ساده، متوجه می‌شویم به ازای تولید ۱ قند سه کربنی، یک ADP تولید و یک

NADPH مصرف می‌شود.



۱۷- کدام گزینه، عبارت زیر را به درستی کامل می‌نماید؟

«در بخش مشخص شده در شکل مقابل، در واکنش‌های فتوسنتز،»



- (۱) مستقل از نور - به‌منظور تثبیت کربن غیرآلی، عدد اکسایش آن افزایش می‌یابد.
- (۲) وابسته به نور - فتوسیستم ۲ برخلاف فتوسیستم ۱، الکترون برانگیخته ایجاد می‌کند.
- (۳) مستقل از نور - ضمن ایجاد هر قند سه کربنی در کالوین، یک گروه فسفات آزاد می‌شود.
- (۴) وابسته به نور - با تجزیه هر مولکول آب، مولکول اکسیژن و یون هیدروژن ایجاد می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۶ - متوسط - مفهومی)

بخش مشخص شده با علامت (۴) کلروپلاست نواری شکل در جلبک اسپروژیر را نشان می‌دهد. این جلبک در واکنش‌های مستقل از نور، چرخه کالوین را انجام

می‌دهد. همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در مرحله‌ای که قند سه کربنی از اسید سه کربنی ایجاد می‌شود به ازای تولید هر قند سه کربنی، یک مولکول ATP و یک مولکول NADPH مصرف می‌شود و بنابراین یک گروه فسفات، یک مولکول ADP و یک NADP^+ ایجاد می‌شود!

تعبیر: واکنش‌های مستقل از نور = کالوین

تعبیر: واکنش‌های وابسته به نور = واکنش‌های موجود در فتوسیستم

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در واکنش‌های مستقل از نور عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن در CO_2 ، کاهش می‌یابد. الکترون‌های موثر در فرایند کاهش از NADPH تأمین می‌شوند.

(۲) در واکنش‌های وابسته به نور با برخورد نور به فتوسیستم‌ها، الکترون برانگیخته درون هر دو فتوسیستم ایجاد می‌شود.

در برخورد نور به یک فتوسیستم، الکترون برانگیخته در آنتن‌های گیرنده نور و مرکز واکنش ایجاد می‌شود ولی الکترون فقط از مرکز واکنش خارج می‌شود.

(۴) با تجزیه دو مولکول آب، یک مولکول اکسیژن و چهار پروتون (یون هیدروژن) ایجاد می‌شود.

۱۸- نوعی مولکول در چرخه کالوین، الکترون‌های لازم برای تبدیل اسید سه کربنی به قند سه کربنی را تأمین می‌کند. کدام عبارت، درباره واکنش تولید این مولکول درست است؟

- (۱) در این واکنش، ابتدا مولکولی با بار منفی ایجاد می‌شود.
- (۲) با تولید یون‌های هیدروژن و در فضای درونی تیلاکوئید به انجام می‌رسد.
- (۳) انتقال الکترون در این واکنش توسط ناقلی صورت می‌گیرد که از ناقل قبلی خود، کوچک‌تر است.
- (۴) الکترون‌هایی که انرژی خود را صرف فعالیت پمپ پروتون کرده‌اند، به ترکیبی نوکلئوتیددار منتقل می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶ - سخت - مفهومی)

مولکول NADPH الکترون‌های لازم برای تبدیل اسید سه کربنی به قند سه کربنی را تأمین می‌کند. واکنش تولید NADPH به این صورت است که ابتدا مولکول

NADP^+ با دریافت دو الکترون به NADP^- تبدیل می‌شود و سپس با دریافت یک پروتون (H^+) به NADPH تبدیل می‌شود.

تعبیر: ناقل الکترونی موثر در فتوسنتز: NADPH

تعبیر: ناقل‌های الکترونی موثر در تنفس یاخته‌ای: $\text{NADH} + \text{FADH}_2$



بررسی سایر گزینه‌ها:

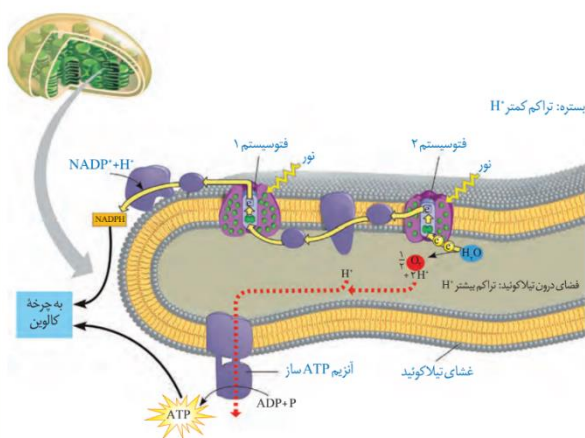
(۲) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در واکنش تولید NADPH یون هیدروژن در فضای بستره مصرف می‌شود!

تعبیر: محل تولید NADPH = بستره

(۳) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، انتقال الکترون به NADP^+ توسط ناقل بزرگ‌تر زنجیره دوم انجام می‌شود.

(۴) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، الکترون‌هایی که انرژی خود را صرف فعالیت پمپ پروتون کرده‌اند از فتوسیستم ۲ خارج شده‌اند و با استفاده از زنجیره اول به کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۲ منتقل می‌شوند. کلروفیل a ترکیبی نوکلئوتیددار نیست.

الکترون‌هایی که از فتوسیستم ۱ خارج می‌شوند: انرژی خود را صرف فعالیت پمپ پروتون موجود در غشای تیلاکوئید نمی‌کنند + از فضای درون تیلاکوئید عبور نمی‌کنند. + از زنجیره دو عضوی عبور می‌کنند. + در نهایت به مولکول دو نوکلئوتیدی منتقل می‌شوند. + در ایجاد انرژی لازم برای فعالیت آنزیم ATP ساز نقشی ندارد.



۱۹- نوعی فتوسیستم در غشای تیلاکوئید، تجزیه نوری آب انجام می‌شود. در این فتوسیستم هر قطعاً

(۱) الکترونی که انرژی نور را دریافت می‌کند- از مدار خود خارج می‌شود.

(۲) رنگیزه‌ای که انرژی را از رنگیزه مجاور خود دریافت می‌کند- نوعی کلروفیل a است.

(۳) الکترون برانگیخته‌ای که در کلروفیل a ایجاد می‌شود- به زنجیره انتقال الکترون وارد می‌شود.

(۴) الکترونی در آنتن‌های گیرنده نور که از مدار خود خارج می‌شود- پس از انتقال انرژی به مدار خود برمی‌گردد.

پاسخ: گزینه ۴ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

تجزیه نوری آب در فتوسیستم ۲ و در فضای داخلی تیلاکوئید انجام می‌شود. در هر فتوسیستم، انرژی الکترون‌های برانگیخته در رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزه دیگر منتقل می‌شود و الکترون برانگیخته به مدار خود برمی‌گردد.

تعبیر: فتوسیستمی که کمبود الکترونی آب توسط تجزیه نوری آب جبران می‌شود= فتوسیستم ۲

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) وقتی نور به مولکول‌های رنگیزه می‌تابد، الکترون انرژی می‌گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود.

(اگر انرژی‌ای که به الکترون می‌رسد به اندازه‌ای باشد که آن را از مدار خود خارج نکند، الکترون در مدار خود باقی می‌ماند.)

(۲) در آنتن‌های گیرنده نور در فتوسیستم‌ها، رنگیزه‌ها می‌توانند انرژی را از رنگیزه مجاور خود دریافت کنند. در آنتن‌ها انواعی از رنگیزه‌های فتوسنتزی وجود دارند.

(۳) در صورتی که کلروفیل a در مرکز واکنش فتوسیستم باشد، الکترون برانگیخته از آن خارج و به زنجیره انتقال الکترون وارد می‌شود.

۲۰- کدام مورد، وجه مشترک مجموعه پروتئینی ATP ساز در غشای تیلاکوئید و غشای داخلی راکیزه (میتوکندری) است؟

(۱) بخش کانالی این پروتئین همانند بخش سازنده ATP به دو لایه فسفولیپیدی متصل است.

(۲) بخش کوچک‌تر مجموعه پروتئینی برخلاف بخش بزرگ‌تر، درون غشا قرار گرفته است.

(۳) از میزان گروه‌های فسفات آزاد در سمتی از غشا که pH بیشتری دارد، می‌کاهد.

(۴) انرژی مورد نیاز جهت فعالیت آن فقط به کمک پمپ پروتون تأمین می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۶- سخت- ترکیبی)

آنزیم ATP ساز غشای تیلاکوئید در فضای بستره و آنزیم ATP ساز غشای داخلی راکیزه در فضای داخلی آن، مولکول ATP تولید می‌کند. هر دوی این فضاها دارای یون هیدروژن کمی هستند و در نتیجه pH بیشتری دارد.

(حواستون هست که pH و غلظت یون هیدروژن یا همون اسیدیته با همدیگه رابطه عکس دارن یا نه؟؟)



بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، بخش سازنده ATP در آنزیم ATP ساز به غشا اتصال ندارد.

تعبیر: هر بخش سازنده مجموعه پروتئینی ATP ساز = بخش کانالی + بخش آنزیمی

(۲) در آنزیم ATP ساز غشای تیلاکوئید بخش بزرگ‌تر مجموعه پروتئینی درون غشا قرار دارد.

تعبیر: بخش بزرگ‌تر مجموعه ATP ساز میتوکندری = بخش آنزیمی

تعبیر: بخش بزرگ‌تر مجموعه ATP ساز تیلاکوئید = بخش کانالی

(۴) انرژی مورد نیاز آنزیم ATP ساز غشای تیلاکوئید به کمک پمپ پروتون غشا و همچنین تجزیه نوری آب توسط فتوسیستم ۲ تأمین می‌شود.

ساخته شدن ATP در فتوستنز

به تدریج تراکم پروتون‌ها در فضای درون تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزایش می‌یابد

شیبی از غلظت پروتون از فضای درون تیلاکوئیدها به سمت بستره ایجاد می‌شود

اما نمی‌توانند از طریق انتشار از غشای تیلاکوئید عبور کنند

پروتون‌ها بر اساس شیب غلظت خود می‌خواهند از فضای درون تیلاکوئید به بستره بروند

پروتون‌ها فقط از طریق آنزیم ATP ساز می‌توانند به بستره منتشر شوند.

در غشای تیلاکوئید قرار دارد

یک مجموعه پروتئینی است.

مشابه آنزیم ATP ساز در راکیزه

همراه با عبور پروتون‌ها از این آنزیم ATP ساخته می‌شود

۲۱- چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در یک یاخته نگرهبان روزنه، در مولکولی تولید می‌شود که این نوع مولکول در به مصرف می‌رسد.»

الف- فضای درونی راکیزه (میتوکندری) - فضای درونی تیلاکوئید

ب- فضای درون تیلاکوئید - فضای بین دو غشای راکیزه (میتوکندری)

ج- فضای بین دو غشای راکیزه (میتوکندری) - در سطح خارجی غشای تیلاکوئید

د- سطح داخلی فتوسیستم ۲ در غشای تیلاکوئید - سطح داخلی غشای درونی راکیزه (میتوکندری)

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶ - متوسط - ترکیبی)

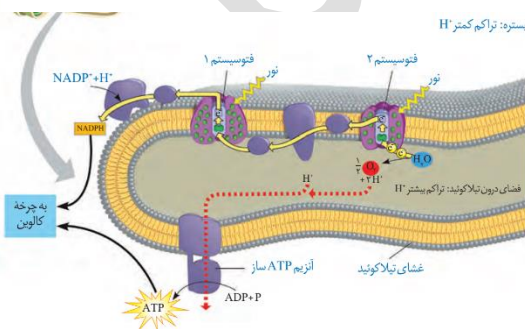
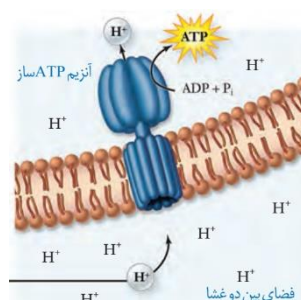
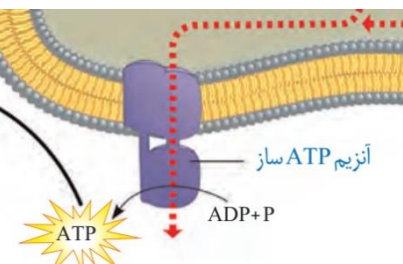
موارد الف و د درست است.

بررسی همه موارد:

الف) در فضای داخلی راکیزه به دنبال ایجاد یون اکسید و ترکیب این یون با دو یون پروتون، مولکول آب ایجاد می‌شود. مولکول آب در فضای داخلی تیلاکوئید توسط فتوسیستم تجزیه می‌شود.

تعبیر: مولکول‌های ایجاد شده مرتبط با زنجیره انتقال الکترون در فضای درونی میتوکندری = آب + $NAD^+ + FAD + ATP$

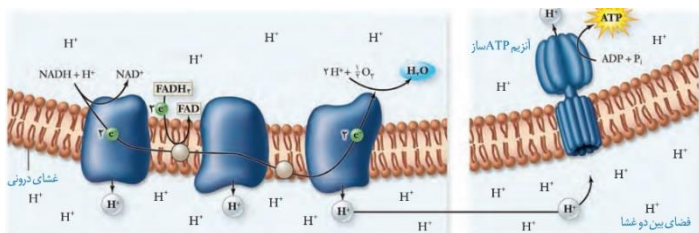
تعبیر: مولکول‌های ایجاد شده مرتبط با فتوسیستم و زنجیره انتقال الکترون در فضای درون تیلاکوئید = پروتون + اکسیژن



ب) در فضای درون تیلاکوئید، اکسیژن و یون‌های پروتون از تجزیه آب حاصل می‌شوند. مولکول اکسیژن و یون پروتون در فضای داخلی راکیزه (نه فضای بین دو غشا) برای تولید مولکول آب مصرف می‌شود.

ج) در فضای بین دو غشای راکیزه مولکولی تولید نمی‌شود.

د) اکسیژن مولکولی است که در سطح داخلی فتوسیستم ۲ در غشای تیلاکوئید تولید می‌شود. اکسیژن در سطح داخلی غشای درونی راکیزه با دریافت الکترون به یون اکسید و سپس با دریافت پروتون به آب تبدیل می‌شود.



۲۲- با توجه به شکل زیر، کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) الکترون‌های حاصل از تجزیه نوری آب، کمبود الکترونی رنگیزه ۴ را جبران می‌کنند.
- ۲) بخش ۱ الکترون را به فتوسیستمی که دارای P_{700} است، منتقل می‌کند.
- ۳) مولکول شماره ۳ ضمن عبور الکترون پراورزی، کاهش و اکسایش می‌یابد.
- ۴) بخش ۲ با صرف انرژی، یون‌های هیدروژن را از بستره خارج می‌کند.

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

رنگیزه ۴ جز آنتن‌های گیرنده نور در فتوسیستم است در حالی که الکترون‌های حاصل از تجزیه نوری آب کمبود الکترونی کلروفیل a موجود در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند.

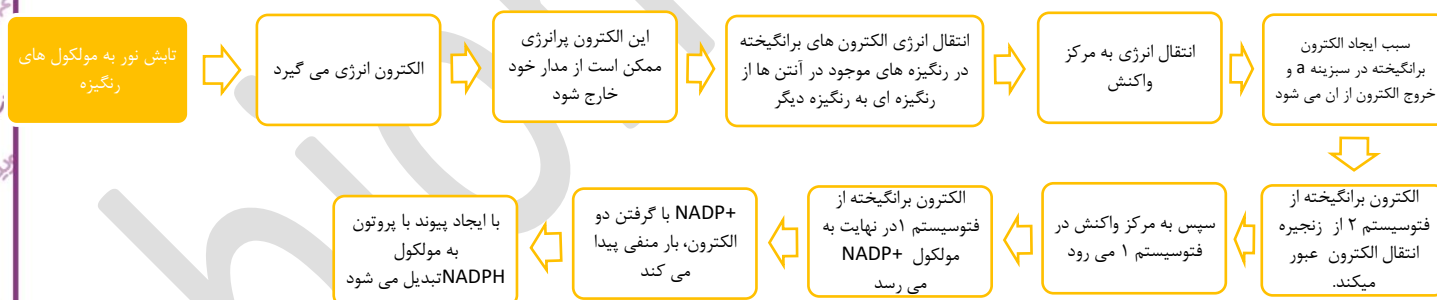
تعبیر: اجزای تشکیل دهنده فتوسیستم = آنتن‌های گیرنده نور + ۱ مرکز واکنش

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، بخش ۱، الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۲ را به کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۲ (P_{700}) منتقل می‌کند.

۳) مولکول شماره ۳، همانند سایر اعضای زنجیره انتقال الکترون با دریافت الکترون کاهش و با از دست دادن آن اکسایش می‌یابد.

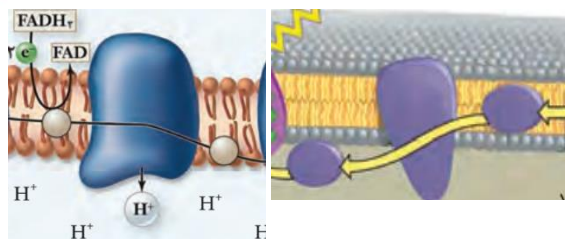
۴) بخش ۲، پمپ هیدروژنی درون زنجیره اول انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید است. این پمپ با مصرف انرژی الکترون خارج شده از کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم ۲، یون‌های هیدروژن را برخلاف شیب غلظت از بستره به درون تیلاکوئید وارد می‌کند.



۲۳- دومین پمپ پروتون (یون هیدروژن) در یک زنجیره انتقال الکترون در غشای راکیزه (میتوکندری) همانند پمپ پروتون در زنجیره اول انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید، دارای چه مشخصه‌ای است؟

- ۱) بین دو مولکول ناقل الکترون قرار گرفته است.
- ۲) الکترون را به فضای بین دو لایه غشا منتقل می‌کند.
- ۳) تراکم یون هیدروژن را در محل تولید خود، افزایش می‌دهد.
- ۴) از انرژی الکترون‌های برانگیخته برای تولید ATP استفاده می‌کند.





پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۶- سخت- مفهومی)

همان‌طور که در شکل‌های مقابل مشاهده می‌کنید، پمپ درون زنجیره انتقال الکترون بین فتوسیستم ۲ و ۱ در غشای تیلاکوئید و دومین پمپ زنجیره انتقال الکترون در راکیزه، بین دو مولکول ناقل الکترون قرار دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) همان‌طور که در شکل‌های مقابل مشاهده می‌کنید، پمپ زنجیره اول انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید، الکترون را به فضای داخل تیلاکوئید و خارج از دو لایه غشا منتقل می‌کند.

۳) پمپ زنجیره اول انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید، غلظت پروتون درون تیلاکوئید را افزایش می‌دهد. این پروتون در بیرون از تیلاکوئید تولید می‌شود.

۴) تولید ATP در غشای تیلاکوئید و راکیزه توسط آنزیم ATP‌ساز انجام می‌گیرد نه پمپ درون زنجیره انتقال الکترون!

طراح اینجوری فکر می‌کند! مقایسه زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری و تیلاکوئید؛ آخه چه سوژه‌ای بهتر از این برای طرح تست؟

❌ هیچکدام از این زنجیره‌ها، مستقیماً توانایی تولید ATP ندارند.

❌ زنجیره بین فتوسیستم ۱ و ۲ تیلاکوئید همانند زنجیره موجود در میتوکندری، انرژی لازم برای ساخت ATP را تامین می‌کنند.

❌ زنجیره‌ی قرار گرفته بعد از فتوسیستم ۱ تیلاکوئید، انرژی لازم برای ساخت NADPH را فراهم می‌کند.

❌ زنجیره موجود در میتوکندری دارای ۵ پروتون است که از این ۵ پروتون، ۳ پروتون پمپی و ۲ پروتون غیرپمپی می‌باشد. (در پی فعالیت پمپی، یون هیدروژن را از فضای درونی میتوکندری به فضای بین دو غشای میتوکندری وارد می‌کند).

❌ زنجیره بین فتوسیستم ۱ و ۲ تیلاکوئید، دارای ۳ پروتون است که تنها پروتون وسطی دارای توانایی پمپی می‌باشد. (در پی فعالیت پمپی، یون هیدروژن را به فضای درون تیلاکوئید وارد می‌کند).

❌ زنجیره‌ی قرار گرفته بعد از فتوسیستم ۱ تیلاکوئید، دارای ۲ پروتون است که هر دوی آنها فاقد توانایی پمپی می‌باشند.

❌ به شکل فضایی پروتون و نحوه قرارگیری پروتون‌ها در غشا حتماً توجه ویژه‌ای داشته باشید!!

۲۴- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در غشای ساختارهای کیسه‌مانند درون کلروپلاست، هر فتوسیستمی که»

۱) انرژی نورانی خورشید را جذب می‌کند، همواره کمبود الکترون‌های خود را، مستقیماً از تجزیه نوعی ماده معدنی تامین می‌کند.

۲) موجب کاهش غلظت یون هیدروژن در فضای بستره می‌شود، با واسطه الکترون‌های برانگیخته خود، نوعی پروتون را کاهش می‌دهد.

۳) انرژی لازم را برای فعالیت پمپ هیدروژن فراهم می‌کند، نمی‌تواند الکترون‌های برانگیخته را در بخش آنتن گیرنده‌های نوری ایجاد کند.

۴) سبب کاهش نوعی ترکیب نوکلئوتیدی می‌شود، می‌تواند با افزودن فسفات به ترکیبی دوفسفاته، شکل رایج انرژی در یاخته را تولید کند.

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶- متوسط- مفهومی)

فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئیدها قرار دارند. هر دو نوع فتوسیستم الکترون برانگیخته ایجاد و آن را به نوعی ناقل پروتئینی در غشای تیلاکوئید منتقل می‌کنند که با انتقال الکترون به پروتون موجب کاهش آن می‌شوند. (ناقل پروتئینی که الکترون را از فتوسیستم ۲ دریافت می‌کند بین دو لایه غشای تیلاکوئید و ناقل الکترونی که الکترون را از فتوسیستم ۱ دریافت می‌کند، در سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارد).

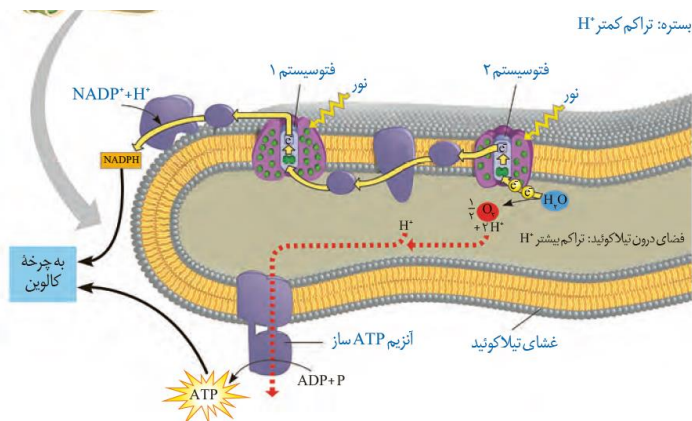


بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) هر دو فتوسیستم، توانایی جذب انرژی نوری خورشید را دارند؛ کمبود الکترون‌های فتوسیستم ۲ از تجزیه آب (ماده معدنی) جبران می‌شود و کمبود الکترون‌های فتوسیستم ۱ نیز، از الکترون‌هایی که از فتوسیستم ۲ می‌آیند، تامین می‌شود.

(۳) به شکل بالا دقت کنید! الکترون‌های فتوسیستم ۲، انرژی لازم برای پمپ هیدروژن را فراهم می‌کند تا یون‌های هیدروژن به درون تیلاکوئید وارد شوند. همه انواع فتوسیستم‌ها، می‌توانند الکترون‌های برانگیخته در آنتن‌های گیرنده نوری خود ایجاد کنند.

(۴) فتوسیستم ۱ با انتقال الکترون‌ها به $NADP^+$ ، سبب کاهش این ترکیب نوکلئوتیدی می‌شود. تولید ATP مربوط به آنزیم ATP‌ساز است که جز زنجیره انتقال الکترون محسوب نمی‌شود.



نکته: آنزیم ATP‌ساز جز زنجیره انتقال محسوب نمی‌شود؛ این آنزیم ضمن عبور یون‌های هیدروژن از درون تیلاکوئید به درون فضای بستره، فسفات را به ADP می‌افزاید و ATP را تشکیل می‌دهد.

۲۵- کدام عبارت، در ارتباط با واکنش‌های مستقل از نور در گیاه لوبیا، به طور درستی بیان شده است؟

(۱) به دنبال تغییر در پیوندهای نخستین ترکیب تولید شده، نوعی قند سه‌کربنه و دارای فسفات ایجاد می‌شود.

(۲) در پی انتقال الکترون‌های مولکول حامل الکترون به اسید فسفات، مولکول‌های قندی و سه‌کربنه تشکیل می‌شوند.

(۳) همزمان با تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه، ایجاد تغییر در پیوندهای پرانرژی نوعی نوکلئوتید، دور از انتظار است.

(۴) به دنبال مصرف هر مولکول ATP در چرخه کالوین، ترکیب لازم برای ساخت گلوکز و ترکیبات آلی دیگر تشکیل می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶- متوسط - مفهومی)

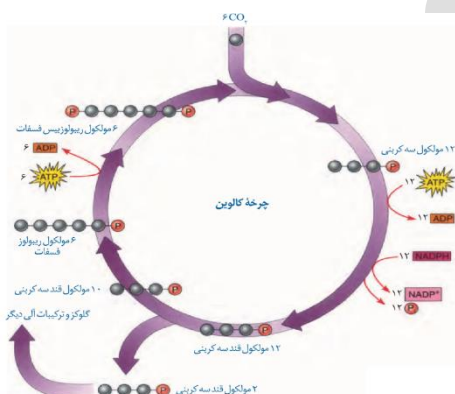
منظور از واکنش‌های مستقل از نور، چرخه کالوین است. الکترون‌های مولکول حامل الکترون NADPH به اسید سه‌کربنه فسفات‌دار منتقل و موجب تولید قند سه‌کربنه فسفات می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) نخستین ترکیب تولید شده در چرخه کالوین، ترکیب شش‌کربنه است که از ترکیب ریبولوز بیس فسفات با CO_2 به وجود می‌آید و ناپایدار است. از شکستن این ترکیب شش‌کربنه، ابتدا اسیدهای سه‌کربنه به وجود می‌آیند نه قند سه‌کربنه!

(۳) در زمان تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه، ابتدا پیوندهای پرانرژی در مولکول ATP تغییر می‌کند و کاهش می‌یابد و به ADP تبدیل می‌شود. سپس $NADPH$ به $NADP^+$ تبدیل می‌گردد.

(۴) همزمان با تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه، مولکول ATP مصرف می‌شود و تعداد کمی قندهای سه‌کربنه تولید شده در آن، صرف ساخت گلوکز و سایر ترکیبات آلی می‌شود. اما دقت کنید که ATP هنگام تبدیل ریبولوزفسفات به ریبولوز بیس فسفات نیز مصرف می‌شود ولی قند تولید نمی‌شود!



نکته: مولکول ATP در دو نقطه از چرخه کالوین مصرف می‌شود: ۱- هنگام تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه ۲- هنگام تبدیل ریبولوزفسفات به ریبولوز بیس فسفات.

۲۶- به طور طبیعی در گیاهان، در سامانه‌ای غشایی که فضای درون سبزدیسه را به دو بخش مختلف تقسیم می‌کند، هر

(۱) ناقل الکترونی که فقط با یک لایه غشا در تماس است، الکترون پرانرژی را به $NADP^+$ منتقل می‌کند.

(۲) فتوسیستمی که با هر دو لایه غشا در ارتباط است، الکترون برانگیخته را به سطح خارجی غشا منتقل می‌کند.

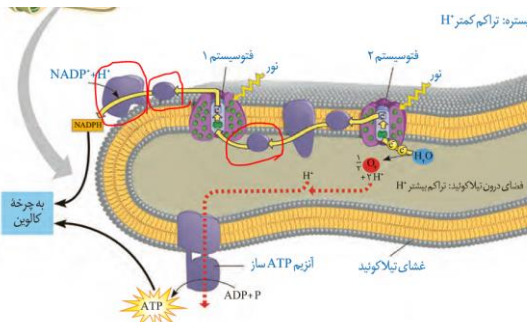
(۳) پروتئینی که یون‌های هیدروژن را از غشا عبور می‌دهد، در تأمین انرژی مورد نیاز برای ساخت ATP نقش دارد.

(۴) جزئی از زنجیره انتقال الکترون که حاوی کاروتنوئید است، فقط توسط یک نوع رنگیزه، الکترون دریافت می‌کند.

پاسخ: گزینه ۴ (۱۲۶- سخت - مفهومی)



سبزدیسه همانند راکیزه دارای غشای بیرونی و درونی است که از هم فاصله دارند. فضای درونی سبزدیسه با سامانه‌ای غشایی به نام تیلاکوئید به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و بستره تقسیم شده است. در غشای تیلاکوئید، کاروتنوئید فقط در ساختار فتوسیستم‌ها یافت می‌شود و هر فتوسیستم دارای یک مرکز واکنش است. در مرکز واکنش هر فتوسیستم، تعدادی کلروفیل a از یک نوع وجود دارد (مثلاً $P680$ یا $P700$) و فقط این نوع رنگیزه‌ها هستند که الکترون برانگیخته خود را از دست داده و الکترون دیگری را دریافت می‌کنند.



بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، سه ناقل الکترونی فقط با یک لایه از غشا در تماس هستند، اما فقط یکی از آن‌ها، الکترون پرنرزی را به $NADP^+$ منتقل می‌کند.

(۲) هر دو نوع فتوسیستم با هر دو لایه از غشا در ارتباط هستند، اما فقط فتوسیستم ۱، الکترون برانگیخته را به سطح خارجی غشا منتقل می‌کند.

(۳) پمپ پروتون در زنجیره انتقال الکترون و همچنین آنزیم ATP ساز، یون‌های هیدروژن را از غشا عبور می‌دهد. پمپ پروتون با انتقال فعال یون‌های هیدروژن در تأمین انرژی مورد نیاز برای ساخت ATP نقش دارد.

۲۷- اکثر گیاهان نهاندانه فتوسنتزکننده، چه مشخصه‌ای دارند؟

(۱) در دماهای بالا و نور شدید، تحت تأثیر آبسیزیک اسید، یون‌های پتاسیم و کلر را از یاخته‌های نگهبان روزنه خارج می‌کنند.
(۲) کربن‌دی‌اکسید جو را به‌طور مستقیم به واکنش‌هایی چرخه‌ای وارد می‌کنند که در طی آن مولکول شش کربنی دوفسفاته به مصرف می‌رسد.

(۳) درون یاخته‌هایی که بلافاصله در مجاورت رگبرگ‌ها قرار دارند، قادر به تولید نوری ATP نیستند.
(۴) در مناسب‌ترین ساختار خود برای فتوسنتز، بیش از یک نوع آنزیم برای تثبیت کربن‌دی‌اکسید دارند.

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶- آسان- ترکیبی)

اکثر گیاهان C_3 هستند، این گیاهان کربن‌دی‌اکسید را فقط در یک مرحله تثبیت می‌کنند و کربن‌دی‌اکسید جو را مستقیم به چرخه کالوین وارد می‌کنند. در این چرخه، مولکول شش کربنی دوفسفاته، تولید و مصرف می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) همه گیاهان نهاندانه فتوسنتزکننده در دماهای بالا و شدت‌های زیاد نور، تحت تأثیر آبسیزیک اسید، یون‌های پتاسیم و کلر را از یاخته‌های نگهبان روزنه خارج کرده و با پلاسمولیز یاخته‌های نگهبان، روزنه‌های هوایی را می‌بندند.

(۳) یاخته‌های میانبرگ بلافاصله در مجاورت رگبرگ‌ها قرار دارند، این یاخته‌ها کلروپلاست دارند و در همه گیاهان نهاندانه فتوسنتزکننده، قادر به تولید نوری ATP هستند.

(۴) برگ مناسب‌ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است. اکثر گیاهان C_3 هستند و فقط یک نوع آنزیم برای تثبیت کربن‌دی‌اکسید دارند.

۲۸- کدام گزینه در ارتباط با نوعی از گیاهان درست است که فقط توسط یک نوع آنزیم قادر به تثبیت کربن هستند؟

(۱) هر مجموعه پروتئینی که ضمن انتشار پروتون‌ها ATP می‌سازد، از غلظت H^+ در تیلاکوئید می‌کاهد.
(۲) هر زنجیره انتقال الکترون که در تأمین انرژی پمپ پروتون نقش دارد، الکترون را از ناقلی بین دو لایه غشا عبور می‌دهد.
(۳) هر ترکیب سه کربنی فسفات‌دار که از تجزیه ترکیب شش کربنی حاصل می‌شود، در واکنش‌های ساخت ATP مصرف می‌شود.

(۴) در طی هر واکنشی که از تجزیه ترکیب سه کربنی CO_2 آزاد می‌شود، قطعاً مولکولی برای اتصال به نوعی کوآنزیم تولید می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۶- سخت- ترکیبی)

در گیاهان C_3 ، فقط یک نوع آنزیم یعنی روبیسکو قادر به تثبیت کربن‌دی‌اکسید است. در این گیاهان، یک نوع زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید و زنجیره‌های انتقال الکترون در غشای میتوکندری در تأمین انرژی پمپ پروتون (پروتئین جابه‌جاکننده یون هیدروژن) نقش دارند. که در هر دو، الکترون از ناقلی که بین دو لایه غشا قرار گرفته است، عبور می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:



(۱) در این گیاهان یک مجموعه پروتئین در غشای تیلاکوئید و یک مجموعه پروتئینی در غشای داخلی میتوکندری، ضمن انتشار پروتون‌ها ATP می‌سازد. مجموعه پروتئینی در غشای داخلی میتوکندری، از غلظت پروتون‌های موجود در فضای بین دو غشای میتوکندری می‌کاهد.

(۳) هم در کالوین و هم در قندکافت، ترکیب سه‌کربنی فسفات‌دار از تجزیه ترکیب شش‌کربنی حاصل می‌شود. در کالوین برخلاف قندکافت، ATP تولید نمی‌شود.

(۴) هم در واکنش‌های اکسایش پیرووات و هم در تخمیرالکلی، از تجزیه یک ترکیب سه‌کربنی، کربن‌دی‌اکسید آزاد می‌شود. در حالی که فقط در واکنش‌های اکسایش پیرووات، استیل تولید می‌شود که در مرحله بعدی به کوآنزیم A متصل می‌گردد.

۲۹- در یک یاخته میانبرگ گل رز، در همه واکنش‌هایی که به دنبال مصرف یک ترکیب پنج‌کربنی دو فسفات تولید می‌گردد، قطعاً می‌شود.

- (۱) ترکیبی ناپایدار - نوعی قند سه‌کربنی برای ساخت مواد آلی یاخته حاصل
 - (۲) کربن‌دی‌اکسید - گروه فسفات از نوعی ماده آلی به آدنوزین دی‌فسفات منتقل
 - (۳) ترکیبات سه‌کربنی فسفات‌دار - شرایط برای انتقال الکترون به نوعی ترکیب کربن‌دار فراهم
 - (۴) نوعی ترکیب اسیدی و سه‌کربنه - به دنبال مصرف هر آدنوزین تری‌فسفات، مولکول $NADP^+$ بازسازی
- پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۶ - سخت - مفهومی)

در یک یاخته گل رز، یک ترکیب ۵ کربنی دوفسفات (ریبولوز بیس فسفات) می‌تواند در واکنش‌های چرخه کالوین و یا در واکنش‌های تنفس نوری به مصرف برسد. که در چرخه کالوین ابتدا یک ترکیب شش‌کربنی ناپایدار حاصل شده و سپس به دو ترکیب سه‌کربنی فسفات‌دار تجزیه می‌شود. در تنفس نوری نیز، ابتدا یک ترکیب ۵ کربنی ناپایدار حاصل شده و سپس به یک ترکیب دوکربنی و یک ترکیب سه‌کربنی تجزیه می‌شود. پس گزینه ۳ که به ترکیبات سه‌کربنی فسفات‌دار اشاره کرده، فقط درباره چرخه کالوین درست است که در طی آن یک ترکیب شش‌کربنی به دو ترکیب سه‌کربنی فسفات‌دار تجزیه می‌شود. در چرخه کالوین شرایط برای انتقال الکترون از NADPH به ترکیب سه‌کربنی کربن‌دار فراهم می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) هم در چرخه کالوین و هم در تنفس نوری، ترکیبی ناپایدار ایجاد می‌شود. در حالی که فقط در چرخه کالوین قند سه‌کربنی ایجاد می‌شود.

(۲) در تنفس نوری برخلاف کالوین، کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود. در تنفس نوری ATP تولید نمی‌شود.

(۴) در چرخه کالوین ترکیب سه‌کربنی اسیدی حاصل می‌شود. در چرخه کالوین به هنگام تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی و همچنین در هنگام تبدیل ریبولوز فسفات به ریبولوز بیس فسفات ATP مصرف می‌شود؛ در حالی که مصرف NADPH فقط در هنگام تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی دیده می‌شود.

۳۰- کدام گزینه عبارت زیر را که در ارتباط با یاخته‌های فتوسنتزکننده درخت بلوط است، به درستی کامل می‌کند؟

«در هر مرحله‌ای از چرخه کالوین که، به طور حتم»

- (۱) پیوندی میان اتم‌ها تشکیل می‌شود - یکی از ترکیبات آغازکننده چرخه تولید می‌شود.
 - (۲) ترکیبی دوفسفات مصرف می‌شود - ماده حاصل نسبت به ماده اولیه تعداد کربن متفاوتی دارد.
 - (۳) پیوند میان فسفات و کربن تشکیل می‌شود - عدد اکسایش فرآورده نسبت به واکنش‌دهنده کاهش یافته است.
 - (۴) به ازای ۶ مولکول کربن‌دی‌اکسید، ۱۲ ترکیب دو فسفات تولید می‌شود - قندهایی سه‌کربنه به منظور تولید گلوکز تشکیل می‌شوند.
- پاسخ: گزینه ۲

در مرحله اول و دوم چرخه کالوین، ریبولوز بیس فسفات و اسید شش‌کربنه ناپایدار دوفسفات مصرف می‌شوند. در مرحله اول، ماده حاصل نسبت به ماده اولیه، یک کربن بیشتر و در مرحله دوم، ماده حاصل نسبت به ماده اولیه، سه کربن کمتر دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در مرحله تولید اسید سه‌کربنه و دوفسفات، (گروه فسفات مولکول ATP به اسید سه‌کربنه تک‌فسفات منتقل شده است و تولید اسید سه‌کربنه دوفسفات کرده است، پس از مصرف NADPH، این فسفات اضافی آزاد می‌شود تا اسید تبدیل به قند شود). تولید ریبولوز فسفات از قندهای سه‌کربنه (تشکیل پیوند میان کربن و کربن) و در مرحله تولید ریبولوز بیس فسفات از ریبولوز فسفات (تشکیل پیوند میان کربن و فسفات)، پیوند تشکیل می‌شود. ریبولوز بیس فسفات از ترکیبات آغازکننده چرخه است.



۳) در مرحله تولید اسید سه کربنه و دوفسفاته و در مرحله تولید ریبولوز بیس فسفات از ریبولوز فسفات، میان کربن و فسفات پیوند تشکیل می‌شود. توجه داشته باشید زمانی عدد اکسایش تغییر می‌کند که حامل الکترون (NADPH) مصرف شود.

۴) به ازای ۶ مولکول کربن دی‌اکسید، در مرحله سوم ۱۲ مولکول ADP و در مرحله آخر، ۶ مولکول ADP و ۶ مولکول ریبولوز بیس فسفات (در مجموع ۱۲ مولکول دوفسفاته) تولید می‌شود. در مرحله آخر قندهای سه کربنه تشکیل نمی‌شوند.

زلبازی

در ارتباط با پرفه کالوین،

- ۱- در مرحله‌ای که پیوند کربن-کربن شکسته می‌شود؛
- ۲- مرحله‌ای که مولکول پرانرژی سه فسفاتی مصرف می‌شود؛
- ۳- پیوند فسفات-فسفات شکسته می‌شود؛
- ۴- مرحله‌ای که NADPH اکسایش می‌یابد؛
- ۵- ترکیب دوفسفاته درون پرفه؛
- ۶- نفستین مولکول فسفات دار مصرفی؛
- ۷- ترکیبی غیر نوکلئوتیدی که در زمان تبدیل به یک مولکول دیگر تعداد فسفات‌هایش تغییر می‌کند؛
- ۸- ترکیبی که بدون تغییر در تعداد کربن‌هایش به ترکیب دیگری تبدیل می‌شود؛
- ۹- ترکیبی غیر نوکلئوتیدی که در زمان تبدیل به یک مولکول دیگر تعداد فسفات‌هایش تغییر می‌کند؛
- ۱۰- مرحله‌ای که با مصرف ATP همراه است ولی تعداد فسفات مولکول واکنش دهنده و فراورده ثابت است؛
- ۱۱- مرحله‌ای که در آن ماهیت مولکول واکنش دهنده عوض می‌شود؛
- ۱۲- ترکیب قندی فسفات دار؛
- ۱۳- ترکیب قندی غیر قندی دوفسفاتی؛
- ۱۴- ترکیب قندی غیر قندی دوفسفاتی؛
- ۱۵- مرحله‌ای که در آن فسفات از پرفه خارج می‌شود؛
- ۱۶- مرحله‌ای که خارج شدن فسفات از پرفه با شکستن پیوند کربن-کربن همراه است؛

پاسخ‌ها:

- ۱- شکستن ترکیب δ کربنه ناپایدار و تبدیل قند δ کربنی به قند δ کربنی ۲- تبدیل اسید δ کربنی به قند δ کربنی و تبدیل ریبولوز فسفات به ریبولوز بیس فسفات
- ۳- همون پاسخ سوال ۲ ۴- تبدیل اسید δ کربنی به قند δ کربنی ۵- ترکیب δ کربنه ناپایدار، ADP و ریبولوز بیس فسفات ۶- اسید δ کربنی تک فسفاته
- ۷- ریبولوز بیس فسفات ۸- اسید δ کربنی و ریبولوز فسفات ۹- ریبولوز فسفات ۱۰- تبدیل اسید δ کربنی به قند δ کربنی ۱۱- تبدیل اسید δ کربنی به قند δ کربنی
- ۱۲- اسید δ کربنی ۱۳- ریبولوز فسفات (تک فسفات و δ کربنی) + ریبولوز بیس فسفات (دوفسفاتی و δ کربنی) + قند δ کربنی تک فسفاتی ۱۴- ADP ۱۵- تبدیل اسید δ کربنی به قند δ کربنی و تبدیل قند δ کربنی به ریبولوز فسفات ۱۶- تبدیل قند δ کربنی به ریبولوز فسفات

نکات پرتکرار فصل ۶ دوازدهم

گفتار یک

- ۱- کلروفیل a هم در بخش آنتن‌های گیرنده نور و هم در مرکز واکنش فتوسیستم‌ها وجود دارد.
- ۲- کلروفیل a در آنتن‌های گیرنده نور نمی‌تواند الکترون از دست بدهد بلکه در صورت برانگیخته شدن الکترون‌های آن، فقط انرژی را از دست می‌دهد.
- ۳- رنگیزه‌هایی که در مرکز فتوسیستم‌ها قرار دارند، هم الکترون دریافت می‌کنند (هنگام جبران الکترون خارج شده) و هم الکترون از دست می‌دهند.
- ۴- همه یاخته‌های تمایز یافته روپوستی توانایی انجام قندکافت و تنفس هوازی را دارند ولی فقط یاخته نگهبان روزنه می‌تواند فتوستنز انجام دهد.
- ۵- فقط در یاخته‌های فتوستنز کننده از اسید سه کربنه، قند تولید می‌شود. در این فرایند مولکول NADPH مصرف می‌شود نه NADH. * حواستون باشه! در هر یاخته زنده از قند، اسید سه کربنه تولید می‌شود (مرحله سوم قندکافت) و در این واکنش NADH تولید می‌شود نه مصرف!
- ۶- همه یاخته‌های زنده روپوستی گیاه، دارای ژن آنزیم روبیسکو هستند ولی در همه یاخته‌ها این ژن بیان نمی‌شود.
- ۷- هسته، میتوکندری و کلروپلاست اندامک‌های دوغشایی هستند.
- ۸- درون هر ۳ اندامک فرایندهای همانندسازی و رونویسی انجام می‌شود ولی ترجمه درون هسته انجام نمی‌شود.
- ۹- هر جاندار فتوستنز کننده دارای رنگیزه جذب کننده انرژی نور خورشید است ولی کلروپلاست ندارد!
- ۱۰- کلروپلاست دو غشای صاف دارد. در بستره این اندامک، سامانه‌های غشایی به نام تیلاکوئید وجود دارند.
- ۱۱- کلروپلاست و میتوکندری همه ژن‌های مورد نیاز برای ساختن همه پروتئین‌های درون خود را ندارند.

۱۰- جلبک اسپروژیر دارای کلروپلاست نواری شکل است.

۱۱- در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ طیف نور مرئی، میزان جذب رنگیزه‌های فتوسنتزی بیشتر از محدوده‌های ۵۰۰ تا ۶۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است.

۱۲- در محدوده ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، میزان جذب کلروفیل a از کلروفیل b بیشتر است.

۱۳- در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر از طیف نور مرئی:

☒ میزان جذب کلروفیل b از کلروفیل a و کاروتنوئیدها بیشتر است.

☒ در این محدوده ابتدا کلروفیل a، سپس کاروتنوئید و در انتهای محدوده کلروفیل b به بیشترین مقدار جذب خود می‌رسند.

گفتار دو

۱- زنجیره انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و مولکول $NADP^+$ در نهایت سبب تولید حامل الکترون در بستره می‌شود.

۲- حرکت الکترون‌ها در زنجیره بین فتوسیستم ۱ و مولکول $NADP^+$ ، در سطح خارجی غشای تیلاکوئید است.

۳- رنگیزه موجود در مرکز فتوسیستم ۲ از آب الکترون دریافت می‌کند و رنگیزه موجود در مرکز فتوسیستم ۱، از فتوسیستم ۲ الکترون دریافت می‌کند.

۴- به دنبال تابش نور به مولکول‌های رنگیزه، الکترون انرژی می‌گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود که در این حالت به آن الکترون برانگیخته می‌گویند.

۵- مولکول‌های CO_2 ، ریبولوزبیس فسفات و اکسیژن پیش‌ماده‌های آنزیم روبیسکو هستند.

۵- در زنجیره بین فتوسیستم ۲ و ۱:

☒ دو مولکول کوچک ناقل الکترون وجود دارند که یکی بین دو لایه فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید و دیگری بر روی لایه فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید قرار دارد.

☒ یک پمپ پروتئینی وجود دارد که پروتون را از بستره به درون تیلاکوئید، برخلاف شیب غلظت منتقل می‌کند.

۶- هر الکترون خارج شده از فتوسیستم ۲ با عبور از سه ناقل پروتئینی به فتوسیستم ۱ می‌رسد ولی الکترون خارج شده از فتوسیستم ۱ با گذشتن از دو ناقل پروتئینی به $NADP^+$ می‌رسد.

۷- اولین مولکولی که الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۱ را دریافت می‌کند، پروتئینی است که در سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارد. ***حواستون باشه!** این پروتئین از ساختاری که از آن مولکول می‌گیرد و ساختاری که به آن الکترون می‌دهد، کوچک‌تر است!

۸- در زنجیره انتقال الکترون بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱، مسیر حرکت الکترون شامل فضای بین دو لایه فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید و سمت داخل غشای تیلاکوئید است ولی در زنجیره بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ الکترون فقط از سمت خارج غشای تیلاکوئید حرکت می‌کند.

۹- در چرخه کالوین:

☒ در زمان اکسایش $NADPH$ ، اسیدهای ۳ کربنه با دریافت الکترون از $NADPH$ به قندهای سه کربنی تک‌فسفات تبدیل می‌شوند.

☒ در زمان تبدیل اسید ۳ کربنه به قند ۳ کربنه و هم‌چنین در زمان بازسازی ریبولوزبیس فسفات، مولکول ATP مصرف می‌شود.

☒ تعداد ATP ‌های مصرفی در زمان تبدیل اسید به قند بیشتر از زمانی است که یک قند به قند دیگری تبدیل می‌شود.

☒ در تبدیل ریبولوزفسفات به ریبولوزبیس فسفات، فسفات جدا شده از ATP به فضای بستره کلروپلاست وارد نمی‌شود؛ بلکه به ریبولوزفسفات متصل می‌شود.

۱۰- فتوسیستم ۲، از فتوسیستم ۱ کوچک‌تر است.

۱۱- آنزیم ATP ‌ساز باعث کاهش غلظت یون‌های پروتون درون تیلاکوئید می‌شود.

۱۲- عوامل زیر سبب افزایش غلظت پروتون درون تیلاکوئید می‌شوند:

☒ تجزیه آب توسط فتوسیستم ۲ برای جبران کمبود الکترونی کلروفیل a در مرکز واکنش این فتوسیستم.

☒ فعالیت پمپ پروتونی بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ ***حواستون باشه!** فعالیت این پروتئین با مصرف انرژی است ولی انرژی از مولکول ATP تأمین نمی‌شود.

۱۳- پروتئینی که یون‌های هیدروژن را از بستره به فضای درون تیلاکوئید پمپ می‌کند، هم با سر و هم با دم فسفولیپیدهای غشای تیلاکوئید در تماس هستند.

۱۴- مولکول ناقلی که $NADP^+$ را به $NADPH$ تبدیل می‌کند، بین دو فتوسیستم قرار نگرفته است.

۱۵- طی چرخه کالوین و کربس گروهی از مولکول‌ها تشکیل و گروهی دیگر تجزیه می‌شوند؛ بنابراین در هر دو چرخه پیوندهای اشتراکی هم تشکیل و هم شکسته می‌شوند.

۱۶- پروتئین کانالی موجود در غشای تیلاکوئید در جهت شیب غلظت یون هیدروژن را جابه‌جا می‌کند و با انرژی حاصل از این جابه‌جایی، به تولید ATP می‌پردازد.

۱۷- ***حواستون باشه!** کانال ATP ‌ساز جزء زنجیره انتقال الکترون نیست ولی فعالیت آن تحت تأثیر عملکرد زنجیره قرار می‌گیرد.

۱۸- در چرخه کالوین در زمان تبدیل اسید سه کربنی به قند سه کربنی، ابتدا ATP و سپس $NADPH$ مصرف می‌شود.

گفتار سه

۱- تنفس نوری در گیاهان C_4 به ندرت رخ می‌دهد. ***حواستون باشه!** در این گیاهان، در صورت رخ دادن تنفس نوری، این فرایند درون یاخته‌های غلاف آوندی خواهد بود نه یاخته‌های میانبرگ!





در گیاهان C_4 هم یاخته‌های میانبرگ و هم یاخته‌های غلاف آوندی، آنزیم تثبیت‌کننده کربن دارند ولی فقط یاخته غلاف آوندی، آنزیم روبیسکو دارد.

۲- محصول آنزیم روبیسکو در فعالیت کربوکسیلازی، مولکولی ۶ کربنی و ناپایدار و در فعالیت اکسیژنازی مولکولی ۵ کربنی و ناپایدار است.

۳- ***حواستون باشه!** در تنفس نوری (اکسیژنه‌شدن ریبولوبیز فسفات) تولید ATP انجام نمی‌شود.

۴- در گیاهان C_3 دی‌اکسید کربن طی یک مرحله توسط روبیسکو و آن هم در روز تثبیت می‌شود ولی در گیاهان C_4 کربن دی‌اکسید دوبار در روز تثبیت می‌شود و در گیاهان CAM نیز یک بار توسط روبیسکو و یک بار توسط آنزیمی به غیر از روبیسکو تثبیت می‌شود.

۵- مولکول‌های ۳ کربنی و ۲ کربنی حاصل از فعالیت اکسیژنازی روبیسکو، می‌توانند در تولید پیش‌ماده‌های آنزیم روبیسکو نقش داشته باشند. ***حواستون باشه!** مولکول ۳ کربنی با ماندن در کلروپلاست و مصرف شدن برای بازسازی ریبولوبیز فسفات و مولکول ۲ کربنی با آزاد کردن کربن دی‌اکسید درون میتوکندری!

۶- تثبیت اولیه کربن دی‌اکسید در گیاهان CAM در شب انجام می‌گیرد و موجب کاهش pH یاخته میانبرگ می‌شود.

۷- کلروپلاست در تنفس نوری و میتوکندری در تنفس یاخته‌ای اکسیژن مصرف می‌کنند.

۸- در گیاهان C_4 مثل ذرت، هم یاخته‌های میانبرگ و هم یاخته‌های غلاف آوندی کلروپلاست دارند ولی چرخه کالوین فقط در یاخته‌های غلاف آوندی انجام می‌شود. ۹- در میتوکندری طی تنفس هوازی و نوری، کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.

۱۰- در شدت نور بالا میزان فتوسنتز گیاه C_4 می‌تواند حدود دو برابر گیاه C_3 باشد.

۱۱- واکنش‌های تیلاکوئیدی و چرخه کالوین هر دو در روز انجام می‌گیرند با این تفاوت که چرخه کالوین خارج از تیلاکوئید انجام می‌شود.

۱۲- در غلظت‌هایی از CO_2 که گیاه C_4 فتوسنتز نمی‌کند، قطع گیاه C_3 نیز فتوسنتز نمی‌کند.

۱۳- گیاه CAM در آغاز تاریکی روزنه‌های خود را باز کرده (تورژسانس) و شروع به جذب کربن دی‌اکسید و ساخت ترکیب ۴ کربنه اسیدی می‌کند. بنابراین در آغاز تاریکی هنوز مولکول اسیدی زیادی ساخته نشده است ولی تولید این مولکول تا آغاز روشنایی ادامه دارد و عصاره برگ این گیاه در آغاز روشنایی کمترین pH را دارد.

۱۴- در گیاهان C_4 مثل ذرت، تثبیت کربن در دو نوع یاخته صورت می‌گیرد ولی در گیاهان CAM این تثبیت در دو زمان متفاوت انجام می‌شود.

۱۵- در گیاهان C_4 و CAM تثبیت اولیه کربن توسط آنزیم روبیسکو انجام نمی‌گیرد.

۱۶- آپسیزیک‌اسید نوعی تنظیم‌کننده رشد در گیاهان است که با بستن روزنه‌های هوایی موجب فراهم شدن شرایط برای انجام تنفس نوری می‌شود.

۱۸- در گیاهان C_4 یاخته‌های میانبرگ دارای کلروپلاست کمتری نسبت به یاخته‌های غلاف آوندی هستند.

