

فصل ۶- از انرژی به ماده

دانستیم انرژی مورد نیاز ما برای انجام فعالیت های حیاتی، از مواد مغذی مانند گلوکز تأمین می شود. اکنون پرسش این است که منشأ انرژی ذخیره شده در ترکیباتی مانند گلوکز چیست؟ چه فرایند یا فرایندهایی در دنیای حیات وجود دارد که با ساختن ماده آلی، انرژی را در آنها ذخیره می کند؟ چه جاندارانی می توانند این فرایندها را انجام دهند و این جانداران چه ویژگی هایی دارند؟

فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

می دانید گیاهان در فرایند فتوسنتز CO_2 را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می کنند. بر این اساس می توان میزان فتوسنتز را با تعیین میزان کربن دی اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، اندازه گرفت.



واکنش کلی فتوسنتز

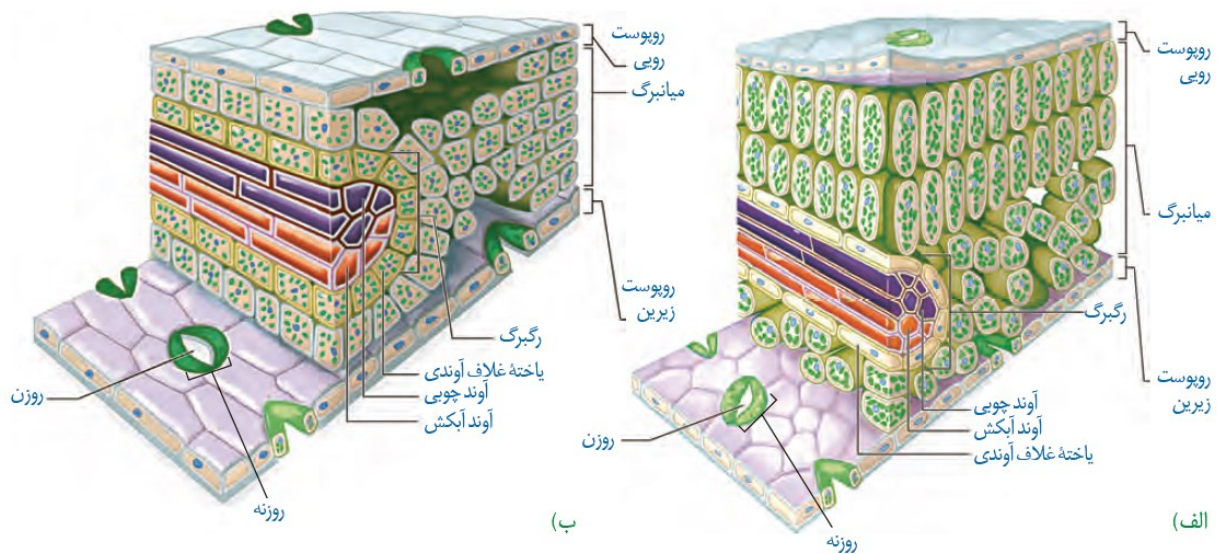
برای اینکه جاندار بتواند فتوسنتز انجام دهد، باید ویژگی هایی داشته باشد. یکی از این ویژگی ها داشتن **مولکول های رنگیزه ای** است که بتوانند انرژی نور خورشید را جذب کنند. همچنین، باید سامانه ای برای تبدیل این انرژی به انرژی شیمیایی وجود داشته باشد. انواعی از جانداران وجود دارند که فتوسنتز می کنند. در ادامه به بررسی این فرایند در **گیاهان** می پردازیم.

برگ ساختار تخصصی یافته برای فتوسنتز

برگ که مناسب ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است، تعداد فراوانی سبزدیسه (کلروپلاست) دارد. همان طور که می دانید، فتوسنتز در سبزدیسه ها انجام می شود.

برگ گیاهان **دو لپه** دارای پهنک و دم برگ است. پهنک شامل **روپوست، میانبرگ و دسته های آوندی (رگبرگ)** است. **روپوست رویی و زیرین** به ترتیب در سطح رویی و زیرین پهنک برگ قرار دارند.

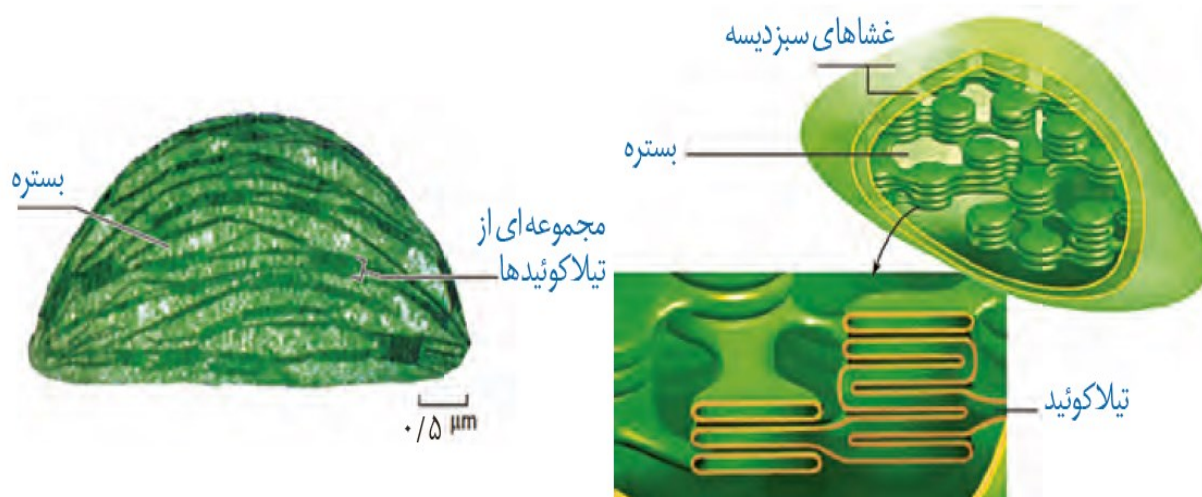
میانبرگ شامل یاخته های **پارانشیمی** است. در شکل الف (دولپه) میانبرگ از یاخته های پارانشیمی نرده ای و اسفنجی تشکیل شده است. همانطور که در این شکل می بینید، یاخته های نرده ای بعد از روپوست رویی قرار دارند و به هم فشرده اند، در حالی که یاخته های اسفنجی به سمت روپوست زیرین قرار دارند. میانبرگ در بعضی گیاهان از یاخته های اسفنجی تشکیل شده است (شکل ب).



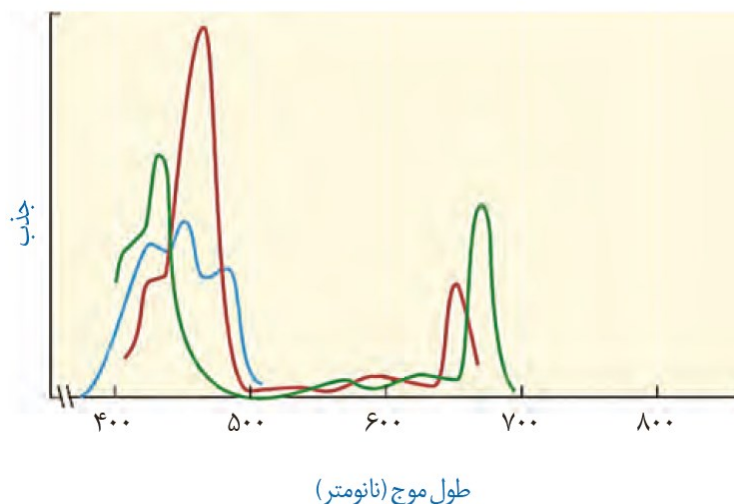
نکات مربوط به ساختار برگ در میزوه گیاهی مطرح شده است!

سبزدیسه (کلروپلاست):

سبزدیسه همانند راکیزه دارای غشای بیرونی و غشای درونی است که از هم فاصله دارند. فضای درون سبزدیسه با سامانه ای غشایی به نام تیلاکوئید به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و بستره تقسیم شده است. تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی و کیسه مانند و به هم متصل هستند. بستره دارای دنا، رنا و رناتن است. بنابراین، سبزدیسه مانند راکیزه می تواند بعضی پروتئین های مورد نیاز خود را بسازد. سبزدیسه نیز می تواند به طور مستقل تقسیم شود.



رنگیزه های فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید قرار دارند. افزون بر سبزینه (کلروفیل) که بیشترین رنگیزه در سبزیسهاست،



شکل ۳- طیف جذبی رنگیزه های فتوسنتزی. سبزینه a (سبز)، سبزینه b (قرمز) و کاروتنوئیدها (آبی)

کاروتنوئیدها نیز در غشای تیلاکوئید وجود دارند. وجود رنگیزه های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش می دهد.

در گیاهان سبزینه های a و b وجود دارند. بیشترین جذب هر دو نوع سبزینه در محدوده های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (بنفش - آبی) و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (نارنجی - قرمز) است. سبزینه همان طور که از نامش پیداست، به رنگ سبز دیده می شود. اگر چه حداکثر جذب آنها در هر یک از این محدوده ها با هم فرق می کند.

کاروتنوئیدها به رنگ های زرد، نارنجی و قرمز دیده می شوند و بیشترین جذب آنها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.

فتوسیستم: سامانه تبدیل انرژی

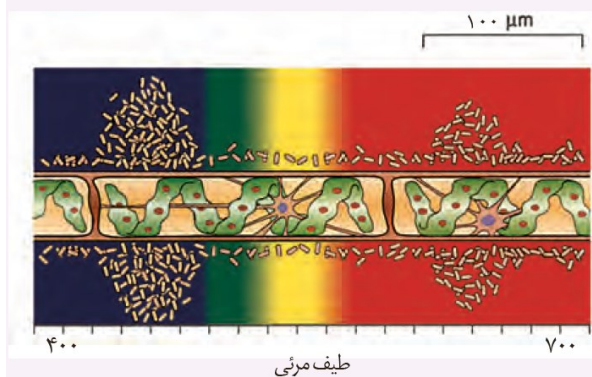
رنگیزه های فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه هایی به نام **فتوسیستم ۱ و ۲** قرار دارند. هر فتوسیستم شامل آنتن های گیرنده نور و یک مرکز واکنش است. هر آنتن که از رنگیزه های متفاوت (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را می گیرد و به مرکز واکنش منتقل می کند. مرکز واکنش، شامل مولکول های کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.

حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر و حداکثر جذب آن در فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است. بر همین اساس، **به سبزینه a در فتوسیستم ۱، P۷۰۰ و در فتوسیستم ۲، P۶۸۰** می گویند. فتوسیستم ها در غشای تیلاکوئید قرار دارند و با مولکول هایی به نام **ناقل الکترون** به هم مرتبط می شوند. این مولکول ها می توانند الکترون بگیرند یا اینکه الکترون از دست بدهند (کاهش و اکسایش).

آیا همه طول موج های نور مرئی به یک اندازه در فتوسنتز نقش دارند؟

می توان با استفاده از اسپروژیر (جلبک سبز رشته ای)، نوعی باکتری هوازی، چشمه نور و منشور برای تجزیه نور، آزمایشی را برای پاسخ به این پرسش انجام داد.

اسپیروژیر سبز دیسه های نواری و دراز دارد. اگر همه طول موج های نور به یک اندازه در فتوسنتز مؤثر باشند، انتظار داریم که تراکم اکسیژن در اطراف جلبک رشته ای یکسان باشد. در آزمایشی که برای بررسی این فرض انجام شد، جلبک را روی سطحی ثابت کردند و درون لوله آزمایشی شامل آب و باکتری های هوازی قرار دادند. لوله آزمایش در برابر نوری قرار گرفت که از منشور عبور کرده و به طیف های متفاوت تجزیه شده بود. بعد از گذشت مدتی، مشاهده شد که باکتری ها در بعضی قسمت ها تجمع یافته اند. از این آزمایش می توان نتیجه گرفت که سبزینه، رنگیزه اصلی در فتوسنتز است.

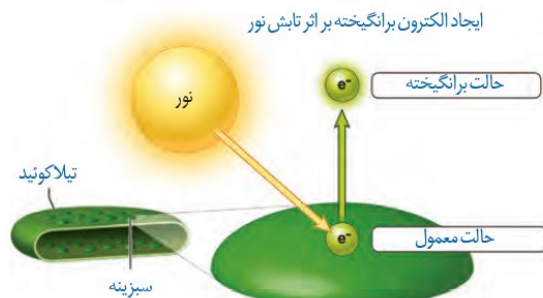


همه ی طول موج های نور مرئی به یک اندازه در فتوسنتز نقش ندارند

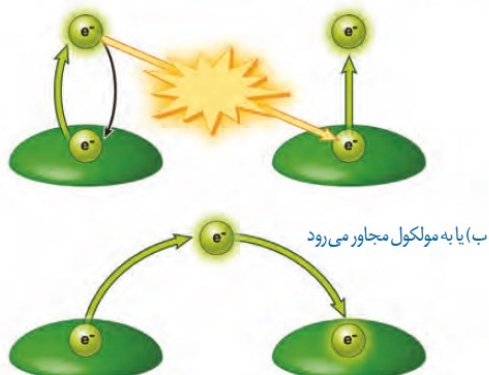
اسپیروژیر (آغازی جلبک سبز رشته ای) سبزدیسه های نواری و دراز دارد

واکنش های فتوسنتزی

واکنش های فتوسنتزی را در دو گروه واکنش های وابسته به نور و مستقل از نور قرار می دهند. در ادامه به معرفی این دو نوع واکنش می پردازیم.

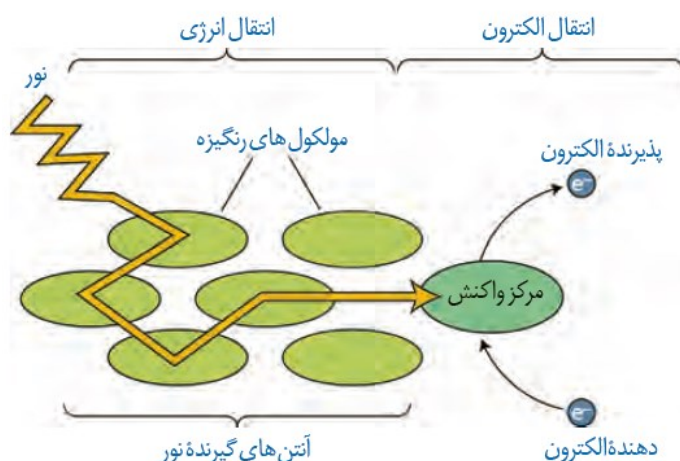


الف) الکترون برانگیخته انرژی را به مولکول مجاور منتقل می کند و به سطح انرژی قبلی خود برمی گردد.



واکنش های وابسته به نور : واکنش های تیلاکوئیدی

وقتی نور به مولکول های رنگیزه می تابد، الکترون انرژی می گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود، به چنین الکترونی، **الکترون برانگیخته** می گویند، زیرا پر انرژی و از مدار خود خارج شده است. الکترون برانگیخته ممکن است با انتقال انرژی به مولکول رنگیزه بعدی، به مدار خود برگردد یا از رنگیزه خارج و به وسیله ی رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود.



در فتوسنتز، **انرژی الکترون** های برانگیخته در رنگیزه های موجود در **آنتن ها** از رنگیزه ای به رنگیزه دیگر منتقل و در نهایت، به **مرکز واکنش** می رود و در آنجا سبب ایجاد الکترون برانگیخته در سبزینه a و **خروج الکترون** از آن می شود.

الکترون برانگیخته از **فتوسیستم ۲** بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون به مرکز واکنش در **فتوسیستم ۱** می رود. همچنین الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۱ در نهایت به مولکول NADP^+ می رسد. (نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات)

دو نوع زنجیره ی انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد. یک زنجیره بین **فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱** و دیگری بین **فتوسیستم ۱ و NADP^+** قرار دارد. NADP^+ با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می کند و با ایجاد پیوند با پروتون به مولکول NADPH تبدیل می شود.

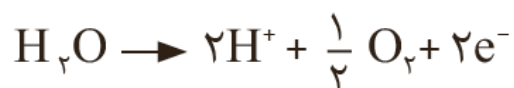


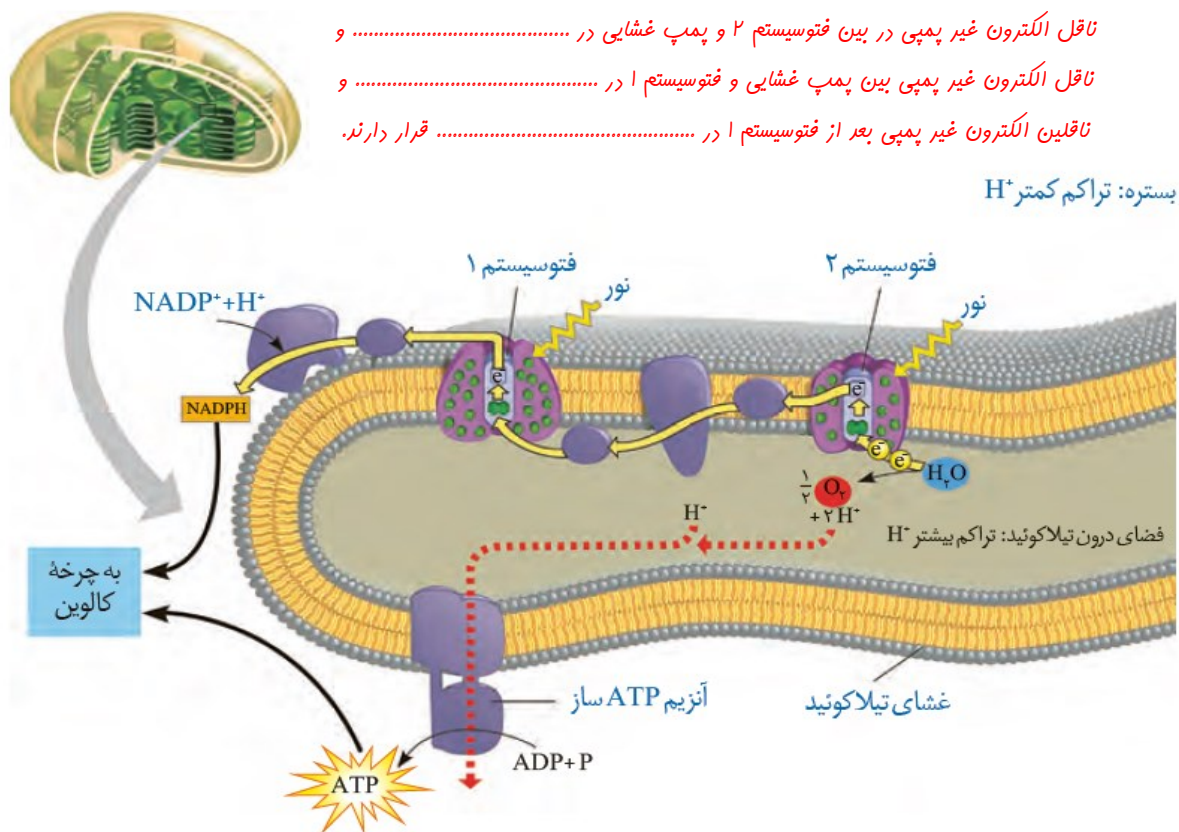
با توجه به شکل در می یابیم الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۱ را جبران می کند، اما کمبود الکترون سبزینه ی a در فتوسیستم ۲ چگونه جبران می شود؟

تجزیه نوری آب:

در شکل بعد می بینید، مولکول های آب تجزیه می شوند و الکترون های حاصل از آن به فتوسیستم ۲ می روند. تجزیه ی آب به علت فرآیندهایی است که به **اثر نور** مربوط می شود. بنابراین به آن، **تجزیه ی نوری آب** می گویند.

تجزیه ی نوری آب در فتوسیستم ۲ و در **سطح داخلی** تیلاکوئید انجام می شود. حاصل تجزیه ی آب در فتوسیستم ۲، **الکترون، پروتون و اکسیژن** است. الکترون ها، کمبود الکترونی سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می کنند و پروتون ها در فضای درون تیلاکوئیدها تجمع می یابند.





ساخته شدن ATP در فتوسنتز

یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون که بین فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارد، پروتئینی است که یون های H^+ را از بستره به فضای درون تیلاکوئیدها پمپ می کند. بنابراین، با گذشت زمان تعدادی پروتون از بستره به فضای درون تیلاکوئید وارد می شود. همچنین دانستیم که تعدادی پروتون از تجزیه ی آب، درون فضای تیلاکوئید به وجود می آید. در نتیجه، به تدریج تراکم پروتون ها در فضای درون تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می شود. پروتون ها بر اساس شیب غلظت خود می خواهند از فضای درون تیلاکوئید به بستره بروند، اما نمی توانند از طریق انتشار از غشای تیلاکوئید عبور کنند. پس، پروتون ها از چه راهی به بستره می روند؟

در غشای تیلاکوئید مجموعه ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز وجود دارد. این آنزیم مشابه آنزیم ATP ساز در راکیزه است. پروتون ها فقط از طریق این آنزیم می توانند به بستره منتشر شوند. همانند آنچه در راکیزه رخ می دهد، همراه با عبور پروتون ها از این آنزیم، ساخته می شود. به ساخته شدن ATP در واکنش های نوری، ساخته شدن نوری ATP می گویند، زیرا حاصل فرایندی است که با نور به راه می افتد.

- پمپ پروتون در غشا تیلاکوئید با یون های H^+ را از به منتقل می کنند که این سبب موضعی pH در تیلاکوئید می شود.
- کاتال مجموعه پروتئینی آنزیم ATP ساز با یون های H^+ را از به منتقل می کنند که این سبب موضعی pH در تیلاکوئید می شود.

- ۵- تجمع یون های پروتون در فضای درون غشاء تیلاکوئیدها، توسط کدام است؟
 (۱) تجزیه آب و عملکرد زنجیره انتقال الکترون
 (۲) تجزیه آب و NADPH
 (۳) عملکرد پروتئین های کانالی با فعالیت آنزیمی
 (۴) عملکرد کانال های آنزیمی و تجزیه آب

- ۶- کدام عبارت درباره واکنش های وابسته به نور در سلول های برگ گیاه علفی نادرست است؟ (د ۹۴)
 (۱) انتقال الکترون های تحریک شده از p680 به p700، تولید ATP را به دنبال دارد.
 (۲) انرژی الکترون های برانگیخته از P700، پمپ غشایی تیلاکوئید را فعال می کند.
 (۳) پروتئین ATP ساز، در کاهش تراکم H^+ درون تیلاکوئید موثر می باشد.
 (۴) کمبود الکترون های P680 با تجزیه مولکول آب جبران می گردد.

- ۷- چند مورد، در ارتباط با واکنش های نوری فتوسنتز یک گیاه علفی، درست است؟ (خ ۹۴)
 الف- پمپ غشایی تنها عامل موثر در افزایش تراکم H^+ درون تیلاکوئیدهاست.
 ب- الکترون های پرانرژی P680 با از دست دادن انرژی به P700 منتقل می شوند.
 ج- الکترون های برانگیخته کلروفیل P700، پمپ غشایی تیلاکوئیدها را فعال می کند.
 د- یک زنجیره انتقال الکترون، انرژی لازم برای تولید ATP و NADPH را فراهم می کند.

- ۸- کدام می تواند در تامین انرژی لازم برای انتقال H^+ از درون بستره به تیلاکوئید نقش داشته باشد؟
 (۱) ATP (۲) P_{700} (۳) کاروتینوئید (۴) NADPH

- ۹- پروتئین های کانالی موجود در غشای تیلاکوئید حسن یوسف، با صرف انرژی می کنند.
 (۱) ATP را به ADP تبدیل
 (۲) ADP را به ATP تبدیل
 (۳) یونهای هیدروژن را به تیلاکوئید وارد
 (۴) یونهای هیدروژن را از تیلاکوئید خارج

- ۱۰- کدام مورد در رابطه با ساختار برگ گیاه لوبیا صحیح می باشد؟

- (۱) سلولهای غلاف آوندی دارای سبزدیسه می باشند.
 (۲) آوند های چوبی نسبت به آوند های آبکش به روپوست زیرین نزدیکتر است.
 (۳) رگبرگ شامل آوندهای آبکش، چوب و غلاف آوندی می باشد.
 (۴) میانبرگ اسفنجی به هم فشرده و به سمت روپوست زیرین می باشد.

۱۱- چند مورد از موارد زیر در رابطه با فتوسنتز صحیح می باشد؟

- میزان فتوسنتز را با تعیین میزان اکسیژن مصرف شده و یا کربن دی اکسید تولید شده، می توان اندازه گرفت.
- در طی فتوسنتز اکسیژن های موجود در کربن دی اکسید به شکل گاز اکسیژن آزاد می شوند.
- همه واکنش های فتوسنتز وابسته به نور می باشند.
- محل انجام فتوسنتز در همه جانداران فتوسنتزکننده، کلروپلاست است.
- برگ مناسب ترین ساختار برای فتوسنتز در همه گیاهان است.

۱۲- کدام مورد در رابطه با ساختار سبزدیسه صحیح می باشد؟

- دارای ساختارهای غشایی و کیسه مانند و غیر متصل بنام تیلاکوئید می باشد.
- همانند راکیزه دارای رناتن بوده و همه پروتئین های مورد نیاز خود را می سازد.
- همانند راکیزه در بخش داخلی آن توسط فعالیت نوعی آنزیم مولکول آب تولید می شود.
- در همه سلول های پاراننشیمی و نگهبان روزنه وجود دارد.
- در پائیز ساختار سبزدیسه ها در بعضی گیاهان تغییر می کنند و به رنگ دیسه تبدیل می شوند.

۱۳- چند مورد در رابطه با رنگیزه های فتوسنتزی صحیح می باشد؟

- همواره در غشای تیلاکوئیدها قرار دارند.
- بیشترین و اصلی ترین رنگیزه در سبزدیسه ها، سبزینه ها می باشند.
- بیشترین جذب کاروتنوئیدها در بخش زرد، نارنجی و قرمز نور مرئی است.
- بیشترین جذب هر دو نوع سبزینه **a** و **b** در بخش سبز نور مرئی است.
- درصد جذب سبزینه **a** در ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر بیشتر از سبزینه **b** است.

۱۴- کدام عبارت، در ارتباط با هر فتوسیستم موجود در غشای تیلاکوئید گیاه آفتابگردان، صحیح است؟ (۹۷)

- (۱) با دارا بودن کلروفیل های P_{680} و P_{700} حداکثر جذب نوری را دارد.
- (۲) کمبود الکترونی آن، از طریق الکترون های حاصل از تجزیه آب جبران می گردد.
- (۳) انرژی جذب شده در آن، باعث می شود تا الکترون ها از کلروفیل های **a** آزاد شوند.
- (۴) الکترون های خارج شده از آن، با عبور از پمپ غشایی، مقداری انرژی از دست می دهند.

۱۵- به ترتیب محل تجزیه ی آب و تولید ATP در واکنش های نوری فتوسنتز، کدام است؟

- (۱) درون تیلاکوئید- غشاء تیلاکوئید
- (۲) غشاء تیلاکوئید- بستره
- (۳) بستره - بستره
- (۴) درون تیلاکوئید- بستره

۱۶- کدام عبارت، در مورد هر سامانه‌ی تبدیل انرژی (فتوسیستم) موجود در غشای یک تیلاکوئید گیاه آفتابگردان صحیح است؟ (۹۸د)

- (۱) در هر آنتن گیرنده‌ی نور آن، رنگیزه‌های متفاوتی به همراه انواعی پروتئین وجود دارد.
- (۲) توسط دو مرکز واکنش آن، حداکثر طول موج های ۶۸۰ و ۷۰۰ نانومتر جذب می شود.
- (۳) همواره به ترکیبی الکترون می دهد که با دو لایه فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید در تماس است.
- (۴) تنها با دارا بودن یک آنتن گیرنده‌ی نور، انرژی خورشید را جذب و به مرکز واکنش منتقل می نماید.

۱۷- کدام عبارت، درباره‌ی هر سامانه‌ی تبدیل انرژی در غشای تیلاکوئید گیاه نرگس درست است؟ (۹۸خ)

- (۱) مرکز واکنش آن، انرژی نور را می گیرد و به هر آنتن منتقل می کند.
- (۲) در هر آنتن آن، فقط یک نوع رنگیزه و یک نوع پروتئین یافت می شود.
- (۳) در مرکز واکنش آن، مولکول های سبزینه (کلروفیل) a، در بستری پروتئینی قرار دارند.
- (۴) با دریافت حداکثر جذب طول موج های ۷۰۰ و ۶۸۰ نانومتر فعالیت خود را آغاز می کند.

۱۸- با توجه به ساز و کار اجزای زنجیره انتقال الکترون در برگ لوبیا می توان بیان داشت که با عبور الکترون ها از

..... غشای تیلاکوئید است، می شود. (د ۱۴۰۰)

- (۱) دو جزء (ساختار) از زنجیره که متعلق به هر دو - تعدادی H از بستره به فضای درون تیلاکوئید منتشر
- (۲) یک جزء (ساختار) از زنجیره که متصل به سطح داخلی - الکترون ها به فتوسیستم ۲ منتقل
- (۳) یک جزء (ساختار) از زنجیره که مجاور با هر دو لایه فسفولیپیدی - تجزیه نوری آب انجام
- (۴) دو جزء (ساختار) متوالی از زنجیره که متصل به سطح خارجی - NADPH تولید

۱۹- شکل مقابل مربوط به آزمایشی است که

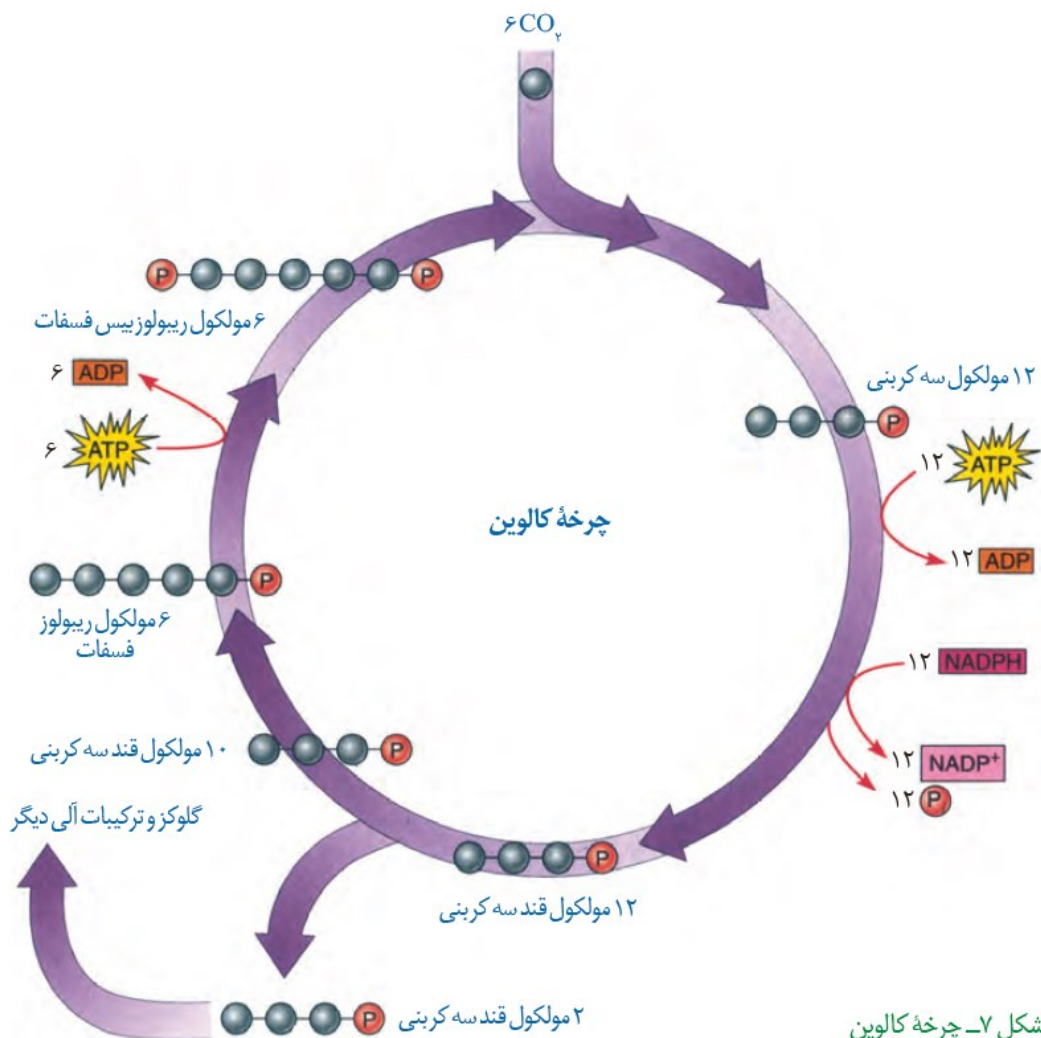


- (۱) هدف آن اثبات آزادشدن مولکول اکسیژن در طی فتوسنتز می باشد.
- (۲) ثابت کرد سبزینه ها رنگیزه اصلی در فتوسنتز می باشند.
- (۳) در آن از باکتری های فتوسنتز کننده اکسیژن زا استفاده شد.
- (۴) ثابت کرد کلروپلاست گیاهان طول موج های مرئی را به میزان متفاوت جذب می کند.

واکنش های مستقل از نور: واکنش های تثبیت کربن

می دانیم که در فتوسنتز، مولکول های CO_2 به قند تبدیل می شوند. ساخته شدن این مولکول همانند تجزیه آن به یکباره رخ نمی دهد. عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن در مولکول CO_2 ، کاهش یافته است، بنابراین گیاه برای ساختن قند، به انرژی و منبعی برای تأمین الکترون نیاز دارد که از واکنش های وابسته به نور تأمین می شوند. ساخته شدن قند در چرخه ای از واکنش ها، به نام **چرخه کالوین** رخ می دهد. این واکنش ها در **بستره سبز دیسه** انجام می شوند.

در چرخه ی کالوین CO_2 با **قندی پنج کربنی** به نام **ریبولوز بیس فسفات** ترکیب و **مولکول شش کربنی ناپایدار** تشکیل می شود. افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی، با آنزیم **روبیسکو** (*ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز*) و فعالیت کربوکسیلازی آن (تشکیل گروه کربوکسیل) انجام می شود. هر مولکول شش کربنی که ناپایدار است، **بلافاصله تجزیه و دو مولکول اسید سه کربنی** ایجاد می کند. این مولکول ها در نهایت به **قندهای سه کربنی** تبدیل می شوند. همانطور که در شکل می بینید، تعدادی از این قندها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوز بیس فسفات به مصرف می رسند.



شکل ۷- چرخه کالوین

گرچه واکنش های کالوین مستقل از نور انجام می شوند، اما انجام این واکنش ها وابسته به ATP و NADPH حاصل از واکنش های نوری است. در چرخه ی کالوین دیدیم که CO_2 برای ساخته شدن ترکیب آلی به کار می رود. به فرآیند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب های آلی **تثبیت کربن** می گویند.

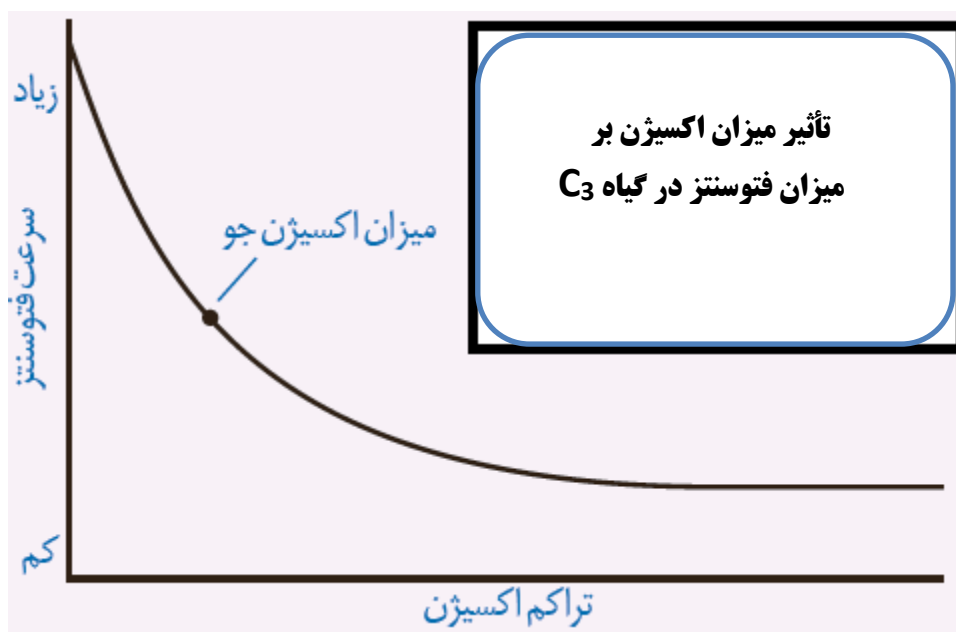
دیدیم اولین ماده آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی سه کربنی است؛ به همین علت به گیاهانی که تثبیت کربن در آنها فقط با چرخه ی کالوین انجام می شود، گیاهان C_3 می گویند. اکثر گیاهان C_3 هستند؛ گرچه انواع دیگری از تثبیت کربن در طول حیات گیاهان روی زمین نیز شکل گرفته است که در گفتار بعد به آنها می پردازیم.

اثر محیط بر فتوسنتز

بدیهی است فرایندی مانند فتوسنتز تحت تأثیر محیط باشد به نظر شما چه عوامل محیطی بر فتوسنتز اثر می گذارند؟

با توجه به واکنش کلی، انتظار داریم **نور و CO_2** از عوامل مؤثر بر فتوسنتز باشند. مشاهدات نشان می دهد، میزان CO_2 ، طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می گذارند.

از طرفی فتوسنتز فرایندی آنزیمی است و می دانیم بیشترین فعالیت آنزیم ها در گستره ی دمایی خاص انجام می شود، بنابراین دما نیز بر فتوسنتز اثر می گذارد. همچنین خواهیم دید که **میزان اکسیژن** نیز بر فتوسنتز اثر دارد.



۲۰- در برگ درخت بید، درگامی از چرخه ی کالوین که می شود، می گردد.

(۲) ATP مصرف – ترکیب شش کربنی ناپایدار تولید

(۱) ATP ساخته – ترکیب ۵ کربنی تجزیه

(۴) NADPH مصرف – ATP تولید

(۳) قند سه کربنی ساخته – NADP^+ تولید

۲۱- در واکنش های تثبیت کربن در اکثر گیاهان واکنش های

(۱) همانند - قند کافت، ATP تولید می شود.

(۲) برخلاف - کربس، نوکلئوتید ها اکسید می شوند.

(۳) همانند - کربس، کربن دی اکسید مصرف می شود.

(۴) برخلاف - قند کافت، ATP مصرف می شود.

۲۲- در هر زنجیره ی انتقال الکترون غشای تیلاکوئیدهای گیاه بنت فنسول، کدام اتفاق روی می دهد؟ (د ۹۵)

(۱) یون های هیدروژن برخلاف شیب غلظت خود، از هر پروتئین غشایی عبور می کنند.

(۲) پیوندهای کربن - هیدروژن به کمک الکترون های پر انرژی ساخته می شوند.

(۳) الکترون های پر انرژی به یون های هیدروژن می پیوندند.

(۴) انرژی به طور موقت در نوعی ترکیب ذخیره می شوند.

۲۳- با توجه به یک سلول فتوسنتز کننده در برگ عشقه کدام گزینه عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (خ ۹۵)

((در تیلاکوئید، کلروپلاست،))

(۱) فضای - همانند فضای میان دو غشای - آنزیم تجزیه کننده ی مولکول آب فعالیت می نماید.

(۲) غشای - برخلاف غشای درونی - مولکول های جاذب نور به همراه تعدادی پروتئین وجود دارند.

(۳) فضای - همانند فضای محصور شده توسط غشای درونی - ترکیب شش کربنی ناپایدار تولید می شود.

(۴) غشای - برخلاف غشای بیرونی - انرژی الکترون های برانگیخته در پیوندهای کربن - هیدروژن ذخیره می گردد.

۲۴- کدام گزینه در رابطه با چرخه کالوین به طور صحیح مطرح شده است؟

(۱) قند های سه کربنی با مصرف NADPH به اسیدهای سه کربنی تبدیل می شوند.

(۲) با مصرف ATP قندهای سه کربنی به ریبولوز بیس فسفات تبدیل می شوند.

(۳) برای تبدیل اسیدهای سه کربنی به قند های سه کربنی ابتدا NADPH سپس ATP مصرف می شود.

(۴) قندهای پنج کربنی با مصرف ATP سبب بازسازی ریبولوز بیس فسفات می شوند.

۲۵- کدام یک پس از تولید توسط پروتئین های غشاء تیلاکوئید به چرخه ی کالوین منتقل می شوند؟

(۱) ATP و NADP^+ (۲) ADP و NADP^+ (۳) ATP و NADPH (۴) ADP و NADPH

۲۶- برای تولید هر مولکول قند سه کربنی در چرخه ی کالوین، لازم است مولکول آب تجزیه شود.

(۱) ۳ (۲) ۶ (۳) ۹ (۴) ۱۲

۲۷- برای تبدیل ۱۵ مولکول قند سه کربنی به ۹ مولکول ریبولوز بیس فسفات در چرخه ی کالوین، چند مولکول ATP لازم است؟

- (۱) ۳ (۲) ۵ (۳) ۹ (۴) ۶

۲۸- برای تولید یک مولکول مالتوز، انرژی چند الکترون مورد نیاز است؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۲۴ (۳) ۴۸ (۴) ۹۶

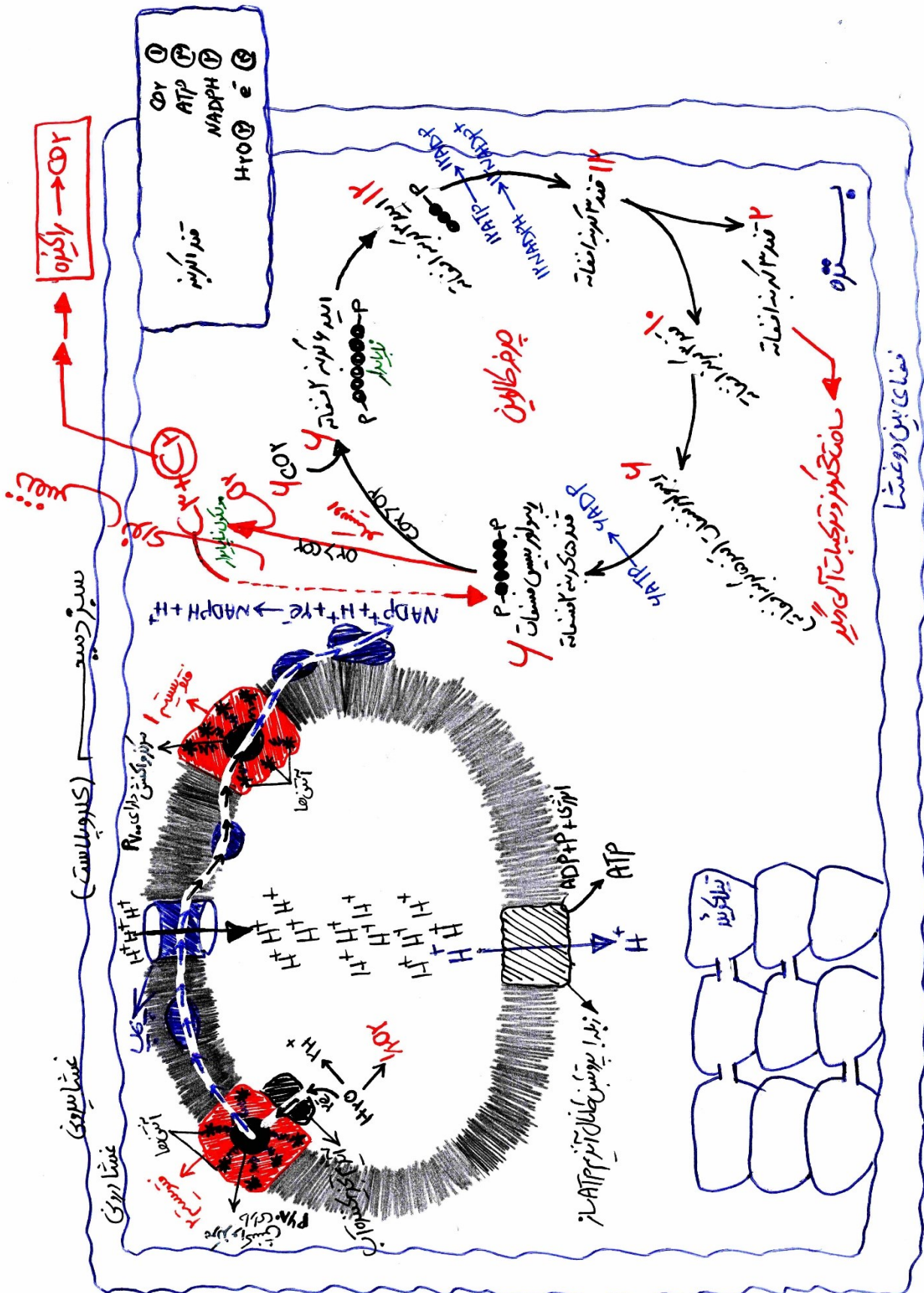
۲۹- برای تولید قند دئوکسی ریبوز، کربن دی اکسید در چرخه کالوین با مصرف ATP تثبیت می گردد.

- (۱) ۱۲-۶ (۲) ۱۵-۵ (۳) ۱۰-۵ (۴) ۱۸-۶

واکنش های وابسته به نور: واکنش های تیلاکوئیدی

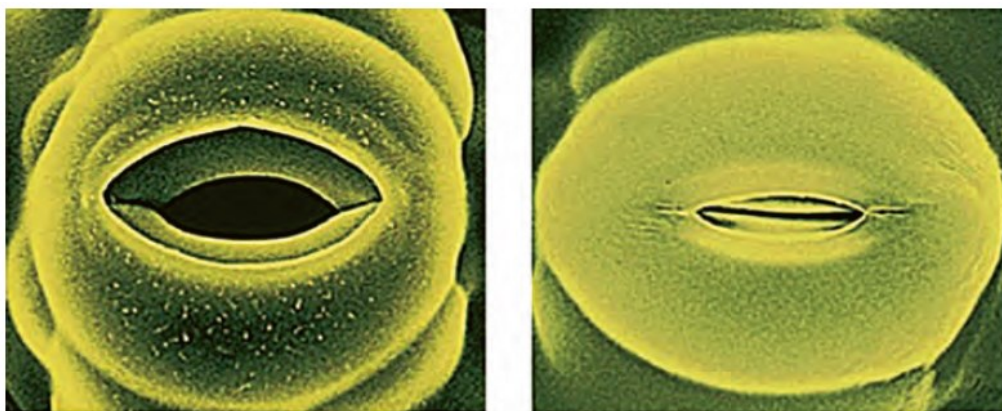
واکنش های فتوسنتزی

واکنش های مستقل از نور: تثبیت کربن در بستره

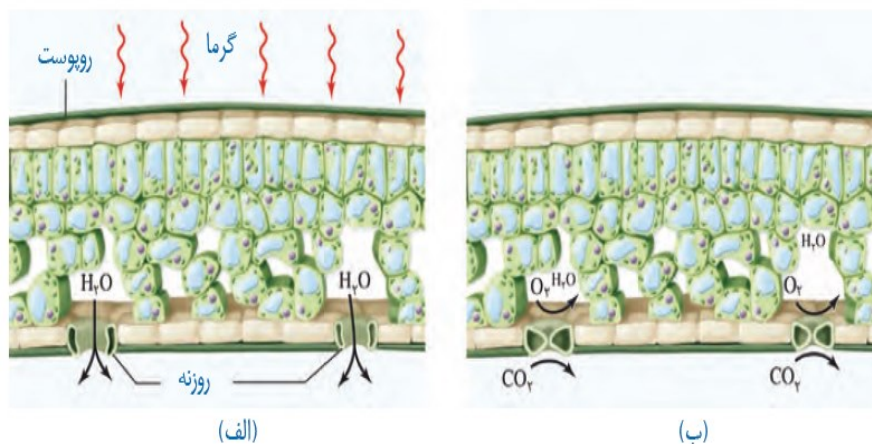


فتوستنز در شرایط دشوار

شکل زیر روزنه را در دو حالت باز و بسته نشان می دهد. چه عواملی سبب بسته شدن روزنه می شود؟ در گیاهان، تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن دی اکسید از مهمترین عوامل محیطی و مقدار آب گیاه و نیز هورمون های گیاهی مثل آبسیزیک اسید، از عوامل درونی مؤثر بر حرکات روزنه های هوایی هستند. به یاد دارید که افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزنه ها می شود. روزنه ها برای حفظ آب گیاه بسته می شوند. بسته شدن روزنه ها چه تأثیری می تواند بر فتوستنز داشته باشد؟



در چنین شرایطی وقتی روزنه ها به منظور کاهش تعرق بسته می شوند، تبادل گازهای اکسیژن و کربن دی اکسید از روزنه ها نیز توقف می یابد، اما فتوستنز همچنان ادامه دارد. بنابراین در حالی که CO_2 برگ کم می شود، اکسیژن در آن افزایش می یابد.



شکل ۹- افزایش میزان اکسیژن در اطراف یاخته ها به علت بسته شدن روزنه ها. وقتی روزنه ها باز هستند (الف) نسبت CO_2 به O_2 بیشتر از زمانی است که روزنه ها برای حفظ آب گیاه بسته شده اند (ب).

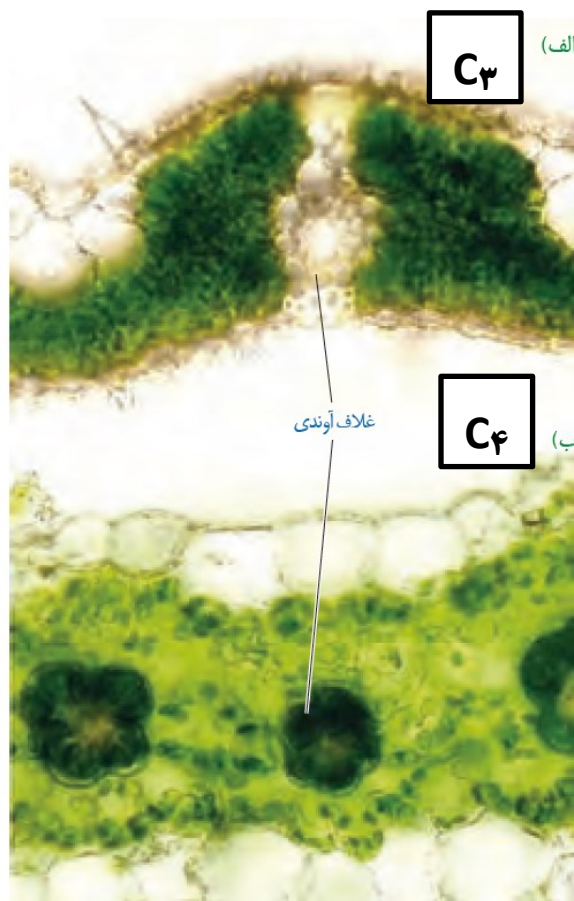
در چنین حالتی، وضعیت برای نقش اکسیژنازی آنزیم روبیسکو مساعد می شود؛ زیرا نقش کربوکسیلازی یا اکسیژنازی این آنزیم به نسبت CO_2 و اکسیژن در محیط عملکرد آن ارتباط دارد. بنابراین با افزایش اکسیژن در برگ، اکسیژن با ریبولوز بیس فسفات ترکیب می شود. مولکول حاصل، ناپایدار است و به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی تجزیه می شود. مولکول سه کربنی به مصرف بازسازی ریبولوز بیس فسفات می رسد. مولکول دو کربنی از کلروپلاست خارج و در واکنش هایی که بخشی از آنها در راکیزه انجام می گیرد، از آن مولکول CO_2 آزاد می شود. چون این فرآیند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن CO_2 و همراه با فتوستنز است، تنفس نوری نامیده می شود.

بنابراین می توان گفت مولکول های و و پیش هاره ها و مولکول های و فرآورده های روبیسکو می باشند.

در تنفس نوری گرچه ماده ی آلی تجزیه می شود، اما برخلاف تنفس یاخته ای، ATP از آن ایجاد نمی شود. بنابراین تنفس نوری باعث کاهش فرآورده های فتوسنتز می شود. به هر حال انواعی از گیاهان (C_4 و CAM) وجود دارند که در محیط های با دمای بالا و تابش شدید نور خورشید زندگی می کنند. این گیاهان با چه ساز و کاری توانسته اند تنفس نوری خود را کاهش دهند؟

فتوسنتز در گیاهان C_4

یکی از ساز و کارها برای ممانعت تنفس نوری، در گیاهانی وجود دارد که به گیاهان C_4 معروف اند. یاخته های غلاف آوندی در این گیاهان سبزدیسه دارند و محل انجام چرخه ی کالوین اند، در حالی که در گیاهان C_3 سبزدیسه ندارند. تثبیت کربن در این گیاهان در دو مرحله، ابتدا در یاخته های میانبرگ و سپس در یاخته های غلاف آوندی انجام می شود که در ادامه به آن می پردازیم.



در گیاهان C_4 ، CO_2 در یاخته های میانبرگ با اسیدی سه کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد می شود. به همین علت به این گیاهان، گیاهان C_4 می گویند؛ زیرا اولین ماده ی پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهار کربنی است.

آنزیمی که در ترکیب CO_2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهار کربنی نقش دارد، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با CO_2 عمل می کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

اسید چهار کربنی از یاخته های میانبرگ از طریق پلاسمودسم ها به یاخته های غلاف آوندی منتقل می شود. در این یاخته ها، مولکول CO_2 از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه ی کالوین می شود. اسید سه کربنی باقیمانده نیز به یاخته های میانبرگ بر می گردد. در گیاهان C_4 با وجود عملکرد آنزیم های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه ای بالا نگه داشته می شود که بازدارنده تنفس نوری است. بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می دهد.

این گیاهان در دماهای بالا، شدت های زیاد نور و کمبود آب، در

حالی که روزه ها بسته شده اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO_2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می دارند. به همین علت کارایی آنها در چنین شرایط بیش از گیاهان C_3 است.

فتوستنز در گیاهان CAM

بعضی گیاهان در مناطقی زندگی می کنند که با مسئله ی دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه اند. در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، **روزنه ها در طول روز بسته و در شب بازند**. برگ، ساقه یا هر دو آنها در چنین گیاهانی **گوشتی و پر آب است**. این گیاهان در واکنش های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می دارند.....

تثبیت کربن در این گیاهان، مانند گیاهان C_4 است، با این تفاوت که تثبیت کربن در آنها در **یاخته های متفاوت نیست** و به عبارتی تقسیم بندی مکانی نشده، **بلکه در زمان های متفاوت** انجام می شود. تثبیت اولیه ی کربن در شب که روزنه ها بازند و چرخه ی کالوین در روز انجام می شود که روزنه ها بسته اند. آناناس و بعضی از کاکتوس ها از گیاهان CAM (متابولیسم اسیر کراسولاسه) است.



آناناس



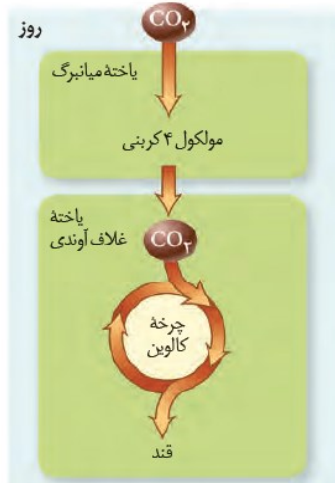
ذرت



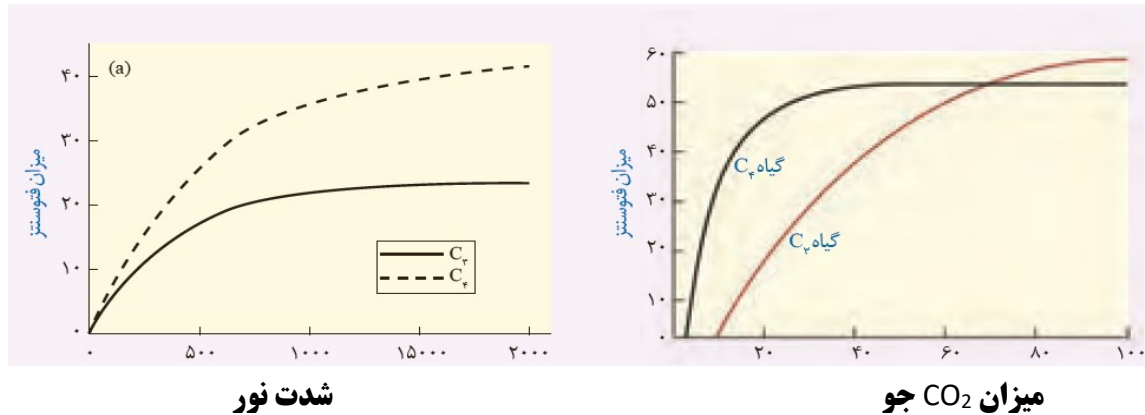
گل رز



CAM

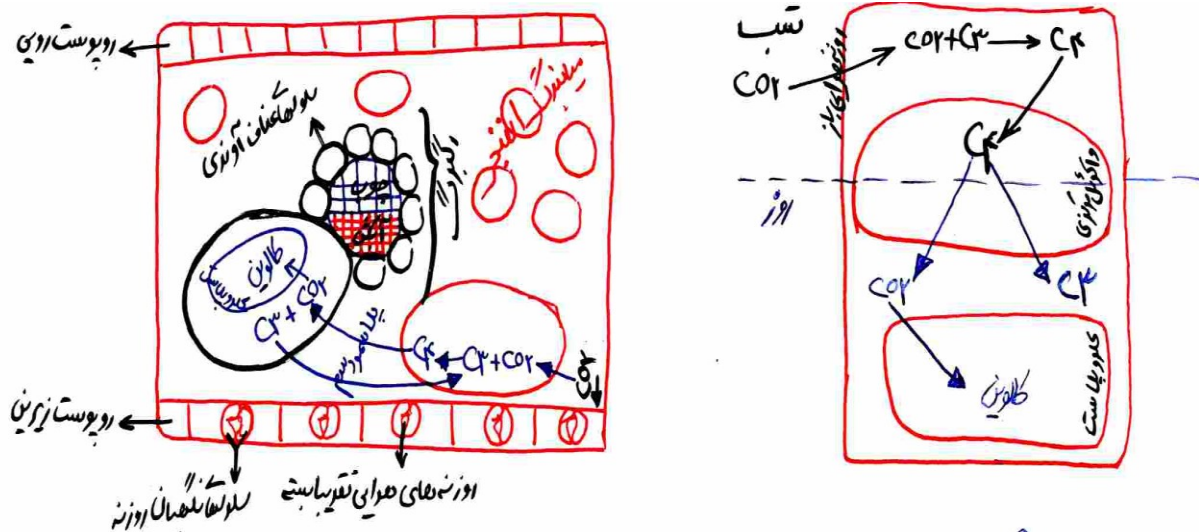
 C_4  C_3

گیاه C_4 و CAM برغلاف گیاه C_3 دو بار تثبیت کربن داشته ولی با این تفاوت که گیاه CAM یکبار در شب به شکل مولکول چهار کربنه و بار دیگر در روز در کلوپلاست همان سلول به شکل پرفه کالوین (قند سه کربنه) تثبیت می کند ولی در گیاه C_4 یکبار در روز در سلول میانبرگ به شکل مولکول چهار کربنه و بار دیگر در روز در کلوپلاست سلول غلاف آوندی به شکل پرفه کالوین (قند سه کربنه) تثبیت صورت می گیرد.



تفاوت های گیاهان C₄ و CAM:

- در شرایط له گیاه دو مرحله تثبیت کربن در یکنوع سلول ولی گیاه دو مرحله تثبیت کربن را در دو نوع سلول انجام می دهد.
- در شرایط له گیاه دو مرحله تثبیت کربن در یک زمان (روز) ولی گیاه دو مرحله تثبیت کربن را در دو زمان (یکی شب و یکی روز) انجام می دهد.
- سلول های غلاف آوندی گیاه بر غلاف گیاه کلروپلاست دارد.
- در گیاه بر غلاف گیاه شب ها روزنه های هوایی باز می باشند.
- در شرایط له کارایی گیاه بیشتر از گیاه است.



بزرگ گیاه C₃ مثل ذرت

سلول میانی گیاه CAM (استایلیم ایید کلمه) بزرگ ساقه یا هر دو گسترش مثل آماناس و بعضی از طاق کبریا

CAM	C _۴	C _۳	
			مثال
			کلروپلاست در غلاف آوندی
			ساز و کار برای ممانعت از تنفس نوری
			چرخه کالوین در روز
			چرخه کالوین در شب
			تثبیت کربن در روز
			تثبیت کربن در شب
			نوع فعالیت روئیسکو در شرایط له
			روزنه های هوایی در روز
			روزنه های هوایی در شب
			تثبیت کربن در مولکول چهار کربنی
			کارایی فتوسنتز در شرایط له
			ساقه و برگ گوشتی
			چرخه کالوین در سلول میانبرگ
			دو تثبیت کربن در یک نوع سلول در شرایط له
			دو تثبیت کربن در دو نوع سلول در شرایط له
			دو تثبیت کربن در دو زمان در شرایط له
			دو تثبیت کربن در یک زمان در شرایط له
			تبدیل C _۳ به C _۴
			تبدیل C _۴ به C _۳
			شدت رشد در شرایط له

۳۰- در تنفس نوری واکنش های

- (۱) همانند- کربس، ATP تولید می شود.
- (۲) برخلاف- کالوین، ریبولوز بیس فسفات کربوکسیله می شود.
- (۳) همانند- تخمیر الکلی، کربن دی اکسید در راکیزه تولید می شود.
- (۴) برخلاف، قندکافت، اکسیژن مصرف می شود.

۳۱- کدام مورد زیر نادرست می باشد؟

- (۱) در اغلب گیاهان تثبیت کربن فقط با چرخه کالوین صورت می گیرد.
- (۲) عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند نسبت به کربن در مولکول CO_2 کاهش یافته است.
- (۳) آنزیم رویسکو در تنفس نوری در راکیزه کربن دی اکسید تولید می کند.
- (۴) در هوای خیلی گرم کارایی گیاهان C_4 بیش از C_3 است.

۳۲- کدام عبارت، درباره‌ی سازگاری گیاهان CAM در پاسخ به گرما و خشکی زیاد، نادرست است؟ (۹۶د)

- (۱) در هنگام شب، دی اکسیدکربن از طریق روزنه ها وارد گیاهان می شود.
- (۲) در هنگام روز، فرآیندی مانع انجام واکنش های چرخه‌ی کالوین می شود.
- (۳) در هنگام روز، دی اکسیدکربن آزاد شده به درون کلروپلاست ها انتشار می یابد.
- (۴) در هنگام شب، اسیدهای آلی ناشی از تثبیت دی اکسیدکربن، در واکوئل ها انتشار می یابد.

۳۳- کدام عبارت در مورد پاسخ گیاهان C_4 به آب و هوای گرم و خشک درست است؟ (۹۷د)

- (۱) همانند گیاهان C_3 ، در پی خروج مولکول دو کربنی از کلروپلاست، CO_2 آزاد می کنند.
- (۲) برخلاف گیاهان CAM، دی اکسید کربن جو را به صورت اسیدهای آلی تثبیت می نمایند.
- (۳) همانند گیاهان CAM، با اضافه کردن CO_2 به ترکیب پنج کربنی، ترکیبی ناپایدار می سازند.
- (۴) برخلاف گیاهان C_3 ، آنزیم تثبیت کننده دی اکسید کربن آنها، به میزان زیاد فعالیت اکسیژنازی انجام می دهد.

۳۴- هر گیاهی که در دمای بالا و شدت زیاد نور قطعاً (۹۴د)

- (۱) از افزایش دفع آب جلوگیری می کند - در هنگام شب روزنه های خود را کاملاً باز می نماید.
- (۲) فزاینده فتوسنتز را متوقف می سازد - می تواند به تولید ATP در غیاب اکسیژن پردازد.
- (۳) به کندی رشد می کند - دی اکسید کربن را در دو نوع سلول خود تثبیت می کند.
- (۴) بر تنفس نوری غلبه می نماید - فتوسنتز را به کارایی بسیار پایینی انجام می دهد.

۳۵- هر گیاهی که قادر است دی اکسیدکربن را فقط تثبیت کند، در نور و گرمای زیاد، (د۹۵)

(۱) هنگام شب - اسیدهای آلی را به درون کلروپلاست‌ها انتشار می‌دهد.

(۲) در ترکیب چهار کربنی - به کمک ATP ، NADH تولید می‌نماید.

(۳) توسط چرخه‌ی کالوین - بدون حضور اکسیژن، NADH می‌سازد.

(۴) هنگام روز - فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو را افزایش می‌دهد.

۳۶- در گیاهانی که روزنه‌ها به طور معمول، به هنگام شب باز می‌شوند، گیاهان C_4 ، به انجام می‌رسد. (د۹۸)

(۱) همانند - واکنش‌های چرخه‌ی کالوین به هنگام روز

(۲) برخلاف - دو مرحله‌ی تثبیت کربن (CO_2) در هنگام شب

(۳) برخلاف - تثبیت کربن (CO_2) جو در ترکیبی سه کربنی

(۴) همانند - دو مرحله‌ی تثبیت کربن (CO_2) در یک نوع یاخته

۳۷- در گیاهانی که روزنه‌ها به طور معمول در هنگام شب باز می‌شوند، کدام مورد صحیح است؟ (خ۹۸)

(۱) برخلاف گیاهان C_3 ، در شرایطی وضعیت برای نقش اکسیژنازی آنزیم روبیسکو مساعد می‌گردد.

(۲) همانند گیاهان C_3 ، دو مرحله از تثبیت کربن را در یک زمان مشابه به انجام می‌رسانند.

(۳) برخلاف گیاهان C_4 ، فقط در صورت بسته بودن روزنه‌ها، کربن را تثبیت می‌کنند.

(۴) فرایند تثبیت کربن آنها، در یک نوع یاخته انجام می‌گیرد.

۳۸- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (د۹۹)

«در همه گیاهانی که تثبیت کربن در آنها، فقط به هنگام روز صورت می‌گیرد، آنزیمی باعث می‌شود».

(۱) ترکیب شدن O_2 با مولکولی پنج کربنی و فسفات دار

(۲) افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی دو فسفات

(۳) تجزیه مولکول پنج کربنی به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی

(۴) ترکیب شدن CO_2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهار کربنی

۳۹- کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (خ۹۹)

«در همه گیاهانی که تولید قند سه کربنی حاصل از فتوسنتز در آنها، فقط به هنگام روز صورت می‌گیرد، به طور حتم آنزیمی

باعث می‌شود».

(۱) ترکیب شدن O_2 با مولکولی پنج کربنی

(۲) افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی دو فسفات

(۳) ترکیب شدن CO_2 با اسید کربنی و تشکیل اسید چهار کربنی

(۴) تجزیه شدن مولکول پنج کربنی به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی

۴۰- کدام عبارت درست است؟ (۱۴۰۰)

- (۱) در گیاه آناناس برخلاف گیاه ذرت، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روپیسکو بالا نگه داشته می‌شود.
- (۲) در گیاه رز همانند گیاه آناناس، تنفس نوری فقط در درون سبزیسه (کلروپلاست) به انجام می‌رسد.
- (۳) در گیاه رز همانند گیاه ذرت، همواره با زیاد شدن CO_2 محیط، میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد.
- (۴) در گیاه ذرت برخلاف گیاه رز، در شدت نور زیاد، میزان فتوسنتز افزایش چشم‌گیری می‌یابد.

تولید و مصرف

تولید CO_2 : ۱- مرحله اکسایش پیرووات در میتوکندری ۲- تخمیر الکلی در سیتوپلاسم

۳- گام ۲ و ۳ چرخه کربس در میتوکندری ۴- تنفس نوری در میتوکندری

مصرف CO_2 : ۱- چرخه کالوین

تولید ATP: ۱- گام چهار قندکافت در سیتوپلاسم ۲- چرخه کربس در میتوکندری

۳- تولید اکسایشی ATP در مجموعه کانالی آنزیم غشا داخلی میتوکندری در بخش داخلی میتوکندری

۴- تولید نوری ATP در مجموعه کانالی آنزیمی غشا تیلاکوئید در بستره

مصرف ATP: ۱- گام یک قندکافت در سیتوپلاسم ۲- چرخه کالوین در بستره کلروپلاست

تولید NADH: ۱- گام سه قندکافت در سیتوپلاسم ۲- مرحله اکسایش پیرووات در میتوکندری

۳- چرخه کربس در بخش داخلی میتوکندری

مصرف NADH: ۱- تخمیر در سیتوپلاسم ۲- زنجیره انتقال الکترون غشا داخلی میتوکندری

تولید NADPH: ۱- زنجیره انتقال الکترون غشا تیلاکوئید در بستره

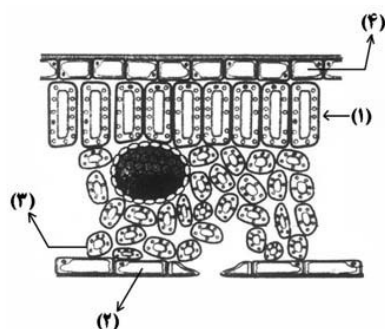
مصرف NADPH: ۱- چرخه کالوین در بستره

تولید FADH_2 : ۱- چرخه کربس در بخش داخلی میتوکندری

مصرف FADH_2 : ۱- زنجیره انتقال الکترون در غشا داخلی میتوکندری

۴۱- با توجه به شکل زیر، که به گیاه C_3 تعلق دارد، چند مورد عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌نماید؟ (۹۳)

بخشی که با شماره نشان داده شده است، می‌تواند



الف) ۱- در هنگام شب، دی اکسید کربن را در واکوئل‌های خود تثبیت نماید.

ب) ۲- با فعالیت ژن‌های خود، آنزیم‌های پوستک ساز را بسازد.

ج) ۳- با آزاد سازی CO_2 از اسید چهارکربنی، قند سه کربنی بسازد.

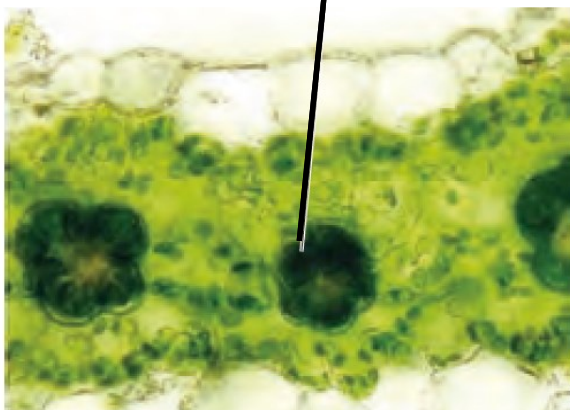
د) ۴- با تبدیل پیروویک اسید به استیل کوآنزیم A، NADH تولید نماید.

۴۲- در گیاه ادریسی، می شود. (۹۲د)

- ۱) در مرحله ی تبدیل مولکول سه کربنی به قند سه کربنی، NADPH تولید
- ۲) در گام سوم از مرحله ی بی هوازی تنفس، NAD^+ مصرف
- ۳) در مسیر تولید پیرووات از ترکیب شش کربنی فسفات دار، ADP تولید
- ۴) در زنجیره ی انتقال الکترون، هم زمان با خروج الکترون از فتوسیستم I، NADPH مصرف

۴۳- چند مورد جمله ی زیر را به طور صحیحی تکمیل می کند. (۹۲د)

سلولهای مشخص شده در تصویر می توانند



- الف) با تثبیت دی اکسید کربن، اسید چهار کربنی بسازند.
- ب) به کمک کوآنزیم مولکول شش کربنی را تولید کند.
- ج) سبب فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو شوند.
- د) تنفس نوری را به مقدار زیاد انجام دهند.

۴۴- کدام عبارت، در خصوص برگ گیاه ادریسی نادرست است؟ (۱۴۰۰د)

- ۱) در طی واکنش های تولید و مصرف مولکولی پنج کربنی، CO_2 آزاد می شود.
- ۲) نوعی پروتئین غشایی، ترکیبی کربن دار را به راکیزه (میتوکندری) وارد می نماید.
- ۳) در واکنش های وابسته به نور، همراه با ساخته شدن ATP ، مولکول آب نیز تولید می گردد.
- ۴) قند پنج کربنی دو فسفات و گروه فسفات، از محصولات نهایی یک مرحله محسوب می شوند.

۴۵- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

((در اندامک های دو غشایی سلول های پارانسیم نرده ای لویا، ممکن است))

- ۱) قند سه کربنی با تولید NADH به اسید سه کربنی تبدیل شود.
- ۲) اسید سه کربنی با تولید NAD^+ به مولکول دو کربنی تبدیل شود.
- ۳) مولکول سه کربنی صرف بازسازی قند پنج کربنی شود.
- ۴) اسید سه کربنی با تولید ATP به قند سه کربنی تبدیل شود.

جانداران فتوسنتز کننده ی دیگر

بخش عمده ی فتوسنتز را جاندارانی انجام می دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی کنند. انواعی از باکتری ها و آغازیان در محیط های متفاوت خشکی و آبی فتوسنتز می کنند که در ادامه به آنها می پردازیم.

باکتری ها :

باکتری هایی که فتوسنتز می کنند، سبز دیسه ندارند، اما دارای رنگیزه های جذب کننده ی نورند. بعضی باکتری ها سبزینه دارند. مثلاً **سیانوباکتری ها سبزینه a دارند** و همانند گیاهان با استفاده از CO_2 و نور ماده آلی می سازند؛ و چون همانند گیاهان در فرایند فتوسنتز اکسیژن تولید می کنند، باکتری های فتوسنتز کننده اکسیژن را نامیده می شوند. گروهی دیگر از باکتری ها، فتوسنتز کننده غیراکسیژن را هستند. **باکتری های گوگردی ارغوانی و سبز** از این گروه اند. رنگیزه فتوسنتزی این باکتری ها، **باکتریوکلروفیل** است. این باکتری ها کربن دی اکسید را جذب می کنند، اما اکسیژن تولید نمی کنند؛ زیرا منبع تأمین الکترون در آنها ترکیبی به غیر از آب است. مثلاً در باکتری های گوگردی منبع تأمین الکترون H_2S است و به جای اکسیژن، گوگرد ایجاد می شود. از این باکتری ها در تصفیه فاضلاب ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده می کنند. هیدروژن سولفید گازی بی رنگ است و بویی شبیه تخم مرغ گندیده است.



آغازیان :

آغازیان نقش مهمی در تولید ماده آلی از ماده معدنی دارند. می دانید که **جلبک های سبز، قرمز و قهوه ای** از آغازیان هستند و فتوسنتز می کنند. **اوکلنایی** که در شکل زیر می بینید، جاندار تک یاخته ای و مثال دیگری از آغازیان فتوسنتز کننده است. این جاندار در حضور نور فتوسنتز می کند و در صورتی که نور نباشد، سبز دیسه های خود را از دست می دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می آورد.



شیمیوسنتز

آیا ساختن ماده ی آلی از ماده معدنی فقط محدود به فتوسنتز و جاندارانی است که از انرژی نور استفاده می کنند؟ آیا تولید کنندگان در اعماق تاریک وجود ندارند؟

امروزه می دانیم **انواعی از باکتری ها در معادن، اعماق اقیانوس ها و اطراف دهانه آتشفشان های زیر آب** وجود دارند که می توانند بدون نیاز به نور از کربن دی اکسید ماده آلی بسازند. زیستن در چنین مناطقی برای بسیاری از جانداران غیرممکن است. دانشمندان بر اساس وضعیت زمین در آغاز شکل گیری حیات، بر این باورند که **باکتری های شیمیوسنتز کننده** از قدیمی ترین جانداران روی زمین اند.

چنین باکتری هایی، **انرژی** مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از **مواد معدنی** را از واکنش های اکسایش به دست می آورند. به این فرایند شیمیوسنتز می گویند. **باکتری های نیترا ساز که آمونیوم را به نیترا تبدیل می کنند**، از باکتری های شیمیوسنتز کننده اند.

رنگیزه فتوسنتزی	منبع الکترون	منبع انرژی	تولید کننده ها (تبدیل کربن دی اکسید به ماده آلی)	
سبزینه و کاروتنوئید در سبز دیسه	آب	نور	بیشتر گیاهان	
سبزینه و کاروتنوئید در سبز دیسه	آب	نور	جلبک سبز مثل اسپروژیر، جلبک قرمز و قهوه ای	برخی از آغازیان
	آب	نور	اوگلناها	
سبزینه a در غشا	آب	نور	اکسیژن زا: سیانوباکتری ها	برخی از باکتری ها
باکتریوکلروفیل در غشا	ترکیبات گوگردی مثل هیدروژن سولفید	نور	غیر اکسیژن زا: گوگردی سبز و ارغوانی	
ندارند.	مواد معدنی مثل آمونیوم	اکسایش مواد معدنی	گروهی از باکتری ها مثل نیترات ساز قدیمی ترین جانداران روی زمین	
			شیمیوسنتز کننده ها	

۴۶ - کدام مورد زیر صحیح می باشد؟

- اسپیروژیر همانند اوگلنا جلبک سبز و دارای سبز دیسه می باشند.
- ریزوبیوم ها همانند باکتری های گوگردی سبز توانایی فتوسنتز دارند.
- باکتری های گوگردی ارغوانی همانند آزولا رنگیزه های فتوسنتزی دارند.
- سیانوباکتری ها همانند باکتری های گوگردی باکتریوکلروفیل دارند.

۴۷ - کدام مورد زیر صحیح می باشد؟

- باکتری های نیترا ساز همانند باکتری های گوگردی از مواد معدنی الکترون می گیرند.
- باکتری های گوگردی ارغوانی برخلاف باکتری های نیترا ساز با جذب کربن دی اکسید، ماده آلی تولید می کنند.
- همه سیانوباکتری ها توانایی تثبیت نیتروژن و تثبیت کربن را دارا می باشند.
- باکتری های نیترا ساز همانند باکتری های گوگردی از مواد معدنی انرژی می گیرند.

