



زیست دوازدهم

فصل ۶: از انرژی به ماده



FEBRUARY 11, 2021

عبدالعزیز بلوچ

دیپر زیست شناسی کنارک





فصل ۶

از انرژی به ماده



طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همه آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

دانستیم انرژی مورد نیاز ما برای انجام فعالیت‌های حیاتی، از مواد مغذی مانند گلوکز تأمین می‌شود.

اکنون پرسش این است که منشأ انرژی ذخیره شده در ترکیباتی مانند گلوکز چیست؟

چه فرایندها یا فرایندهایی در دنیای حیات وجود دارد که با ساختن ماده آلی، انرژی را در آنها ذخیره می‌کند؟

چه جاندارانی می‌توانند این فرایندها را انجام دهند و این جانداران چه ویژگی‌هایی دارند؟

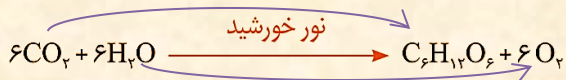


فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

گفتار ۱



می دانید گیاهان در فرایند فتوسنتز CO₂ را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می کنند. (واکنش زیر) بر این اساس می توان میزان فتوسنتز را با تعیین میزان کربن دی اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده اندازه گرفت.



برای اینکه جاننداری بتواند فتوسنتز انجام دهد، چه ویژگی هایی باید 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 فتوسنتزی می کنند. در ادامه به بررسی این فرایند در گیاهان می پردازیم.

انواع جانداران از نظر سوخت و ساز

الف) جانداران مصرف کننده (هتروتروف): این جانداران که شامل همه جانوران، همه قارچ ها، اغلب باکتریها و برخی آغازیان می شوند، که قدرت تولید مواد آلی را از مواد کانی (معدنی) ندارند. (یعنی انرژی مورد نیاز را از مواد آلی می گیرند)

ب) جانداران تولید کننده (اتوتروف): این جانداران می توانند با استفاده از انرژی و الکترون ها، مواد معدنی را به مواد آلی تبدیل کنند. که براساس منبع انرژی به دو دسته فتوسنتز کننده و شیمیوسنتز کننده تقسیم می شوند.

جانداران فتوسنتز کننده: در این جانداران منبع انرژی فقط نور خورشید است اما منبع الکترون متفاوت است. (در انتهای فصل خواهیم گفت) و شامل گیاهان، برخی آغازیان و برخی از باکتری ها است.

جانداران شیمیوسنتز کننده: در این جانداران منبع انرژی به جای نور خورشید، از مواد معدنی می باشد. و منبع الکترون هم مواد معدنی هستند. و شامل باکتری هایی می شوند که در مناطق بدون نور خورشید زندگی می کنند. مثل باکتری هایی که آمونوم را به نیترات تبدیل می کنند.

دقت کنید در همه تولید کننده ها، COP مصرف و مواد قندی تولید می شود. اما OP لزوماً در هر فتوسنتز کننده ای تولید نمیشود (مثل باکتری فتوسنتز کننده غیر اکسیژن زا) پس نمی توان از طریق اندازه گیری OP، میزان فتوسنتز را در هر جاننداری اندازه گرفت.



۱) یاخته هایی که مصرف CO₂ دارند عبارتند از: یاخته فتوسنتز کننده، یاخته شیمیوسنتز کننده، یاخته مصرف کننده (مثل یاخته کبدی انسان که با ترکیب CO₂ و امونیاک، اوره تولید می کند)

۲) یاخته هایی که توانایی فتوسنتز دارند عبارتند از: یاخته یوکاریوتی (گیاهی یا آغازیان)، پروکاریوتی (باکتری های گوگردی و سیانو باکتری)

(توجه کنید در گیاهانی که انگلی هستند فتوسنتز وجود ندارد. مثل سس و گل جالیز)

۳) یاخته هایی که می توانند مواد معدنی را به مواد آلی تبدیل کنند عبارتند از: یاخته های تولید کننده (فتوسنتز کننده و شیمیوسنتز کننده) و یاخته های مصرف کننده (یاخته کبدی انسان)

نکته ها

۱) در واکنش فتوسنتزک بالا منبع اکسیژن مولکول H_2O و منبع اکسیژن که در ساختار گلوکز وجود دارد از CO_2 اکسید کربن است.

۲) گفتیم برای انجام فتوسنتز به رنگیزه و سامانه تبدیل انرژی نیاز داریم. رنگیزه ها و سامانه تبدیل انرژی در گیاهان که کلروپلاست دارند در غشا ک تیلاکوئید (نه غشا ک یاخته یا غشا ک داخله و خارج کلروپلاست) و در باکترک ها فتوسنتز کننده در غشا ک یاخته قرار دارند .

۳) هر یاخته که فتوسنتز دارد قطعاً گیرنده نورک دارد اما هر یاخته ای که گیرنده نورک دارد فتوسنتز انجام نمک دهد مثل یاخته ها ک استوانه ای و مخروطی در چشم انسان .

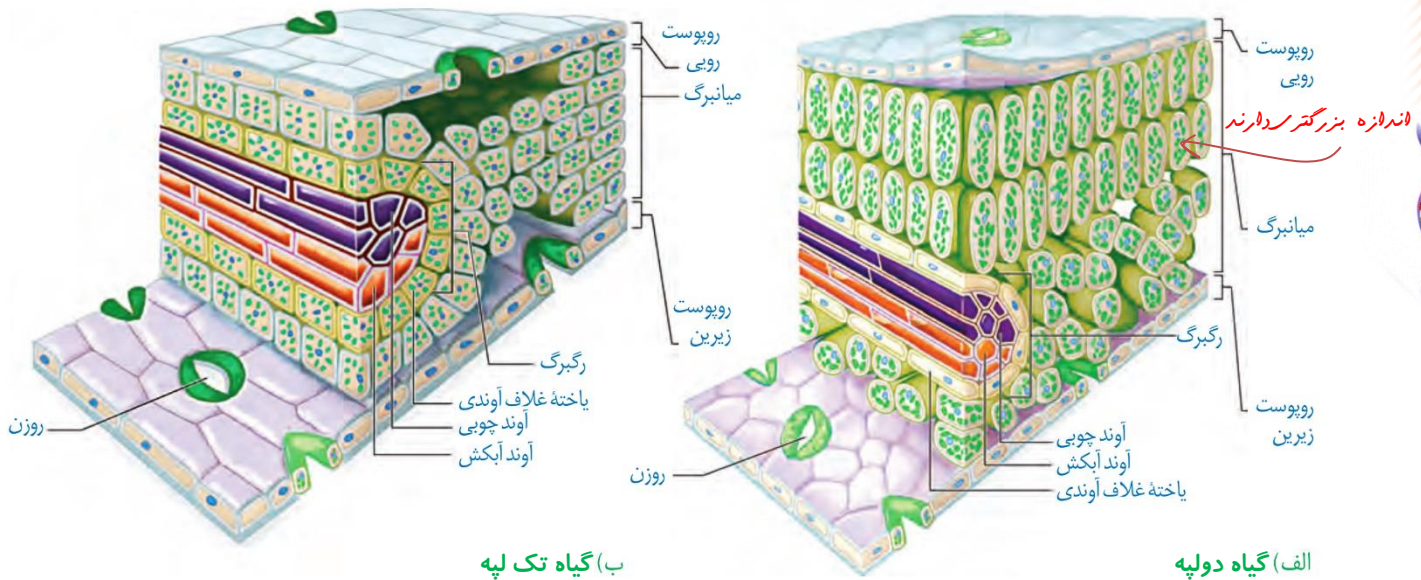
متن کتاب

برگ ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز

برگ که مناسب ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است و تعداد فراوانی سبز دیسه دارد.
مثلاً نرگه برگ ندارد

همان طور که می دانید، فتوسنتز در سبز دیسه ها انجام می شود. برگ گیاهان دو لپه دارای **پهنک** و **دمبرگ** 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. میان برگ شامل یاخته های نرم **آکنه** است. (شکل الف)

میانبرگ از یاخته های نرم آکنه ای نرده ای و اسفنجی تشکیل شده است. همانطور که در این شکل می بینید، یاخته های نرده ای بعداز روپوست **روی** 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).



ب) گیاه تک لپه

الف) گیاه دولپه



نکته های شکل



- ۱) روپوست از یک لایه یاخته ای تشکیل شده است که سطح بالایی و پایینی برگ را احاطه کرده است و فاصله بین یاخته ای آنها اندک است . و تعداد روزنه های هوایی آن در سطح پایینی بیشتر از سطح بالایی است . (توجه کنید روزنه های آبی در انتهای آوندهای چوبی قرار دارند که در تک لپه ای ها که رگبرگ موازی دارند در انتهای برگ و در دولپه ای ها که رگبرگ انشعابی دارند در حاشیه برگ ها قرار دارند .)
- ۲) کرک ، نگهبان روزنه و یاخته هایی دیگر (مثل یاخته ترشخی) از جمله یاخته های روپوستی هستند . که از آنها فقط نگهبان روزنه فتوسنتز دارند .
- ۳) یاخته های روپوستی ترکیبات لیپیدی را می سازند و به سطح بیرونی ترشح می کنند که به آن پوستک می گویند . (البته تار کشنده هم یاخته روپوستی هست که در سطح بیرونی آن پوستک وجود ندارد)
- ۴) یاخته های میانبرگ از بافت نرم آکنه ای (پارانیشیمی) هستند که قدرت فتوسنتز دارند . و به دو صورت نرده ای و اسفنجی دیده می شوند که در دولپه ای ها یاخته نرده ای به صورت فشرده (دولایه) در زیر روپوست بالایی و یاخته های اسفنجی که فاصله بیشتری دارند به سمت روپوست پایینی قرار دارند . اما در تک لپه ای ها معمولاً میانبرگ فقط از یاخته های اسفنجی است .
- ۵) رگبرگ دارای غلاف آوندی ، آوند چوبی و آوند آبکشی است ، که آوند چوبی به روپوست بالایی و آوند آبکشی به روپوست پایینی نزدیک ترند .
- ۶) یاخته های به هم فشرده اطراف آوند ها ، غلاف آوندی گفته می شود و یاخته پارانیشیمی هستند (نه آوندی) که در گیاهان C_4 مثل تک لپه ای ها توانایی فتوسنتز دارند . ولی در گیاهان C_3 یاخته های غلاف آوندی فتوسنتز ندارند .
- ۷) روپوست بالایی در تک لپه ای ها با میانبرگ نرده ای و در دولپه ای ها با میانبرگ اسفنجی تماس دارد اما روپوست پایینی در تک لپه ای و دولپه ای با میانبرگ اسفنجی در تماس است . (توجه کنید از بین سه نوع بافت زمینه ای ، در برگ فقط یک نوع آن که همان نرم آکنه ای هست وجود دارد .

نکته ها

- ۱) هر یاخته پارانیشیمی الزاماً فتوسنتز کننده نیست . (مثل یاخته غده سیب زمینی که نقش ذخیره ای دارد) و همچنین هر یاخته فتوسنتز کننده الزاماً پارانیشیمی نیست . (مثل نگهبان روزنه)
- ۲) یاخته ها آوند آبکش و چوب میتوکندرک و هسته ندارند به جز یاخته ها که همراه در آوند آبکش .
- ۳) دقت کنید روپوست همواره یک لایه ای نیست مثلاً در خرزهره چند لایه ای است و پوستک ضخیم دارد .
- ۴) دقت کنید هر برگ فتوسنتز ندارد مثل برگ گوشتی پیاز یا برگ ها گیاهان انگله مثل سس و جالیز
- ۵) گاهی برای بروز یک فنوتیپ فقط ژن کافی نیست مثلاً در گیاهان ساخته شدن کلروفیل علاوه بر ژن به نور هم نیاز دارد .





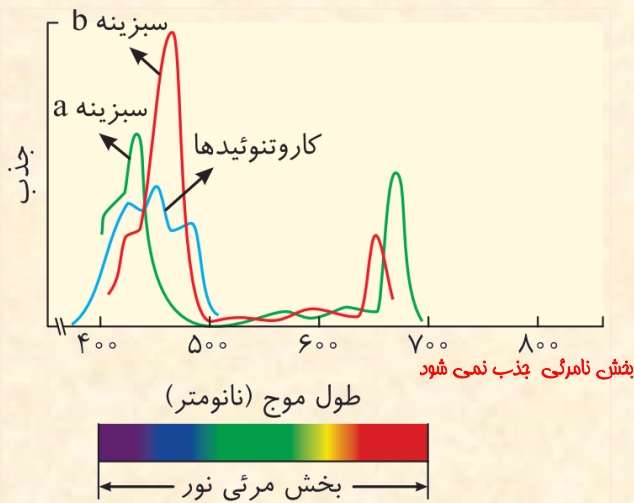
سبزدیسه (کلروپلاست)

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.



- ۱) سبزدیسه دارای سه فضا است . ۱) فضای بین دو غشا که بیرونی ترین فضا است . ۲) فضای درون سبزدیسه که دناهای حلقوی ، رناتن ها و انواع رناها در آن قرار دارند . ۳) فضای درون تیلاکوئید که درونی ترین فضا هست . (البته دقت کنید در این فضا ریبوزوم ، دنا و رنا یافت نمی شوند .)
- ۲) با توجه به شکل می توان گفت تیلاکوئیدها از طریق تیغه هایی از جنس غشا به هم متصل هستند و به هم راه دارند .
- ۳) کلروپلاست از پلاست هایی هست که به طور حتم کلروفیل (سبزینه) و کاروتنوئید دارد اما هر پلاستی کلروفیل ندارد مثل کروموپلاست در ریشه هویج که کلروفیل ندارد ولی کاروتنوئید دارد . (هر پلاستی فتوسنتز ندارد مثل کروموپلاست و آمیلوپلاست که فتوسنتز ندارند اما دو غشایی ، و دارای دنا ی حلقوی و رونویسی و ترجمه هستند) .
- ۴) پروتئین هایی که ژن آن ها بر روی دنا ی خطی هسته می باشد، توسط رناتن های آزاد در سیتوپلاسم ساخته شده اند و ژن این پروتئین ها توسط رنا بسیار از ۲ رونویسی شده است.





«طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی»

رنگیزه های فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید قرار دارند. افزون بر سبزینه که بیشترین رنگیزه در سبزدیسه هاست، کاروتنوئیدها نیز درغشای 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. گرچه 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.

نکته ها

- ۱) توجه کنید سبزینه b به رنگ سبز دیده می شود علت آن این است که کلروفیل ها نور سبز را جذب نمی کنند بلکه آن را منعکس می کنند.
- ۲) برحسب شرایط محیطی مختلف مثل کاهش طول روز و کم شدن نور در پاییز سبزینه برگ ها میتوانند تجزیه شوند و به کاروتنوئیدها تبدیل شوند.
- ۳) دقت کنید در هر دیسه که کلروفیل دارد کاروتنوئید هم دارد اما در رنگ دیسه (ریشه هویج) کاروتنوئید وجود دارد ولی کلروفیل ندارد. (کاروتنوئید موجود در رنگ دیسه و آنتوسیانین موجود در کریچه ها ترکیبات رنگی هستند نه رنگیزه)
- ۴) در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر سبزینه a قبل از سبزینه b به قله و حداکثر جذب می رسد. اما در طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ سبزینه b قبل از سبزینه a به قله و حداکثر جذب می رسد. (به عبارت دیگر کلروفیل a در طول موج کمتر از کلروفیل b به اوج جذب خود می رسد.)
- ۵) در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر بیشترین جذب متعلق به سبزینه b سپس سبزینه a و سپس کاروتنوئید است اما در طول موج ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بیشترین جذب مربوط به سبزینه a و سپس سبزینه b است. (یا اینکه حداکثر جذب کلروفیل b از حداکثر جذب کلروفیل a بیشتر است و کلروفیل a از کاروتنوئید بیشتر است.)
- ۶) دقت کنید در همه دیسه ها (سبزدیسه، نشادیسسه و رنگ دیسه) دناک حلقه داریم اما فتوسنتز فقط در
- ۷) هر دو رنگیزه یعنی کلروفیل و کاروتنوئید، نور آبی را جذب می کنند.



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، P700 و در فتوسیستم ۲، P680 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).

در هر فتوسیستم، می تواند چندین آنتن گیرنده ی نور، وجود داشته باشد ولی در هر فتوسیستم، فقط یک مرکز واکنش (نه مراکز) وجود دارد چوخ هر فتوسیستم فقط یک مرکز واکنش دارد .



نکته ها

- در ساختار آنتن ها هم کاروتنوئید و هم سبزینه ها a و b به کار رفته است اما در ساختار مرکز واکنش فقط یک نوع رنگیزه یعنی سبزینه a به کار رفته است! ول پروتئین هم در آنتن ها و هم در مرکز واکنش وجود دارد
- دقت کنید P680 و P700 نام فتوسیستم ها نیستند بلکه کلروفیل a هستند .
- توجه کنید در مرکز واکنش سبزینه b و کاروتنوئید وجود ندارند ولی در آنتن وجود دارند . اما پروتئین در آنتن و مرکز واکنش وجود دارند .
- رنگیزه ها متفاوت واقع در آنتن ها (نه در مرکز واکنش) کارایه گیاه را در استفاده از طول موج ها متفاوت نور افزایش می دهد.
- در یوکاریوت ها فتوسنتز کننده مانند (.....) ، فتوسیستم ها و رنگیزه ها (که در فتوسیستم ها قرار دارند) در غشای تیلاکوئید قرار دارند نه غشاها که در پلاست است . ول در باکتری ها فتوسنتز کننده رنگیزه ها در غشای پلاسمای یاخته قرار دارند .

یاد داشت ها



@Biologykonarak

فعالیت ها

فعالیت ۱

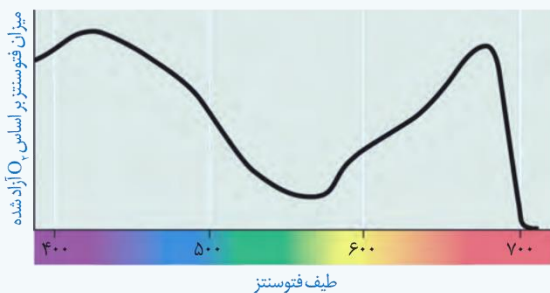
گفت و گو کنید

سبزینه همان طور که از نامش پیداست، به رنگ سبز دیده می شود. با توجه به آنچه در سال گذشته درباره بینایی آموختید، توضیح دهید این رنگیزه چرا به رنگ سبز دیده می شود؟ **دلیل سبزی دیدن ، مقدار زیاد سبزینه آنهاست که رنگ سبز را جذب نمی کنند بلکه آن را منعکس می کنند .**

فعالیت ۲

ارائه دلیل

نمودار زیر میزان فتوسنتز یک گیاه را نشان میدهد. این نمودار را با نمودار شکل ۳ مقایسه کنید و نتایج را که از آن به دست می آورید، بنویسید؟



با توجه به نمودار بیشتترین جذب سبزینه ها در محدوده های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (بنفش و آبی) و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (نارنجی و قرمز) است. که در همین محدوده بیشترین فتوسنتز را داریم .

فعالیت ۳

گفت و گو کنید

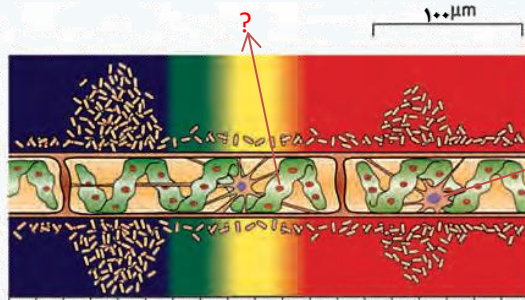
آیا همه طول موج های نور مرئی به یک اندازه در فتوسنتز نقش دارند؟ (خیر) می توان با استفاده از اسپروژیر (جلبک سبز رشته ای)، نوعی باکتری هوازی، چشمه نور و منشور - برای تجزیه نور - آزمایشی را برای پاسخ به این پرسش انجام داد.

اسپیروژیر سبزیسه های نواری و دراز دارد (شکل الف). 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 باکتریهای 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 قسمتها تجمع یافته اند (شکل ب).

الف) چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ با چه آزمایشی میتوانید درستی این توضیح را بررسی کنید؟ **محدوده آبی که رنگیزه ها بیشترین جذب را دارند در آن محدوده فتوسنتز نیز بیشترین است پس تولید O2 نیز بیشتر است و همچنین تجمع باکتری های هوازی نیز در آن محدوده بیشتر می شود چون در طول اسپروژیر تجمع باکتری ها یکسان نیست پس همه طول موج ها به یک اندازه در فتوسنتز نقش ندارند.**

ب) آیا از این آزمایش میتوان نتیجه گرفت که سبزینه، رنگیزه اصلی در فتوسنتز است؟ پاسخ خود را توضیح دهید **بله چون تجمع باکتری ها در محدوده آبی است که کلروفیل ها حداکثر جذب نوری را دارند.** (تجمع باکتری ها در محدوده رنگ زرد، سبز و بنفش کمتر است و در نواحی قرمز و آبی بیشتر است)



ب) ترسیمی از نتیجه آزمایش

هسته توسط زواندر بریم غش متصل است



الف) اسپروژیر

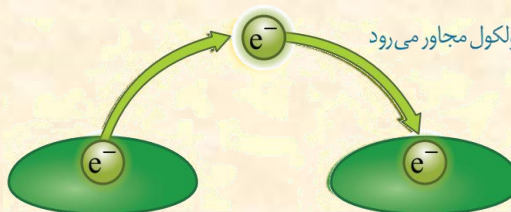


واکنش های فتوسنتزی را در دو گروه واکنش های وابسته به نور و مستقل از نور قرار می دهند. در ادامه به معرفی این دو نوع واکنش می پردازیم

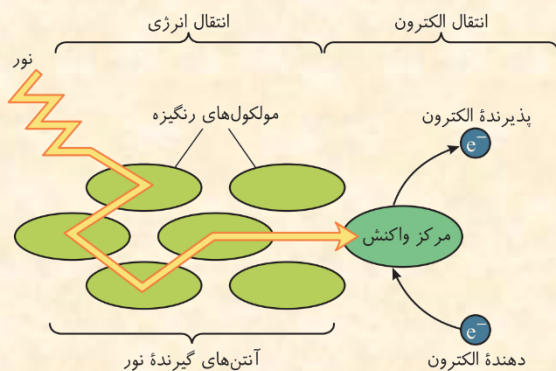
واکنش های وابسته به نور: واکنش های تیلاکوئیدی



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 پرا 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 رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود (شکل زیر)



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



در فتوسنتز انرژی الکترون های برانگیخته در رنگیزه های موجود در آن تنها از رنگیزه ایی 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. (شکل مقابل)

نکته ها

- آنتن ها گیرنده نور فقط انرژی (نه الکترون) را انتقال می دهند و در نهایت این انرژی توسط دو کلروفیل مرکز واکنش دریافت می شود و باعث برانگیخته شدن الکترون در مرکز واکنش می شود که اگر انرژی کافی داشته باشد از مرکز واکنش خارج می شود و به زنجیره انتقال الکترون وارد می شود. (پس الکترون ها زنجیره از آنتن ها نیستند)
- ممکن است همه آنتن ها در انتقال انرژی به مرکز واکنش شرکت نکنند. ولی همه می توانند نور خورشید را جذب کنند.
- توجه کنید در مرکز واکنش فقط یک نوع کلروفیل وجود دارد (کلروفیل a) و کاروتنوئید و کلروفیل b ندارد.



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. (شکل زیر)

پس فتوسیستم ها جز زنجیره انتقال الکترون نیستند

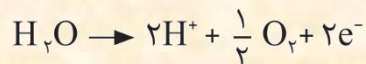
دو نوع زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد. یک زنجیره بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ و دیگری بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ قرار دارد. با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می کند و با ایجاد پیوند با پروتون به مولکول $NADPH$ تبدیل می شود.



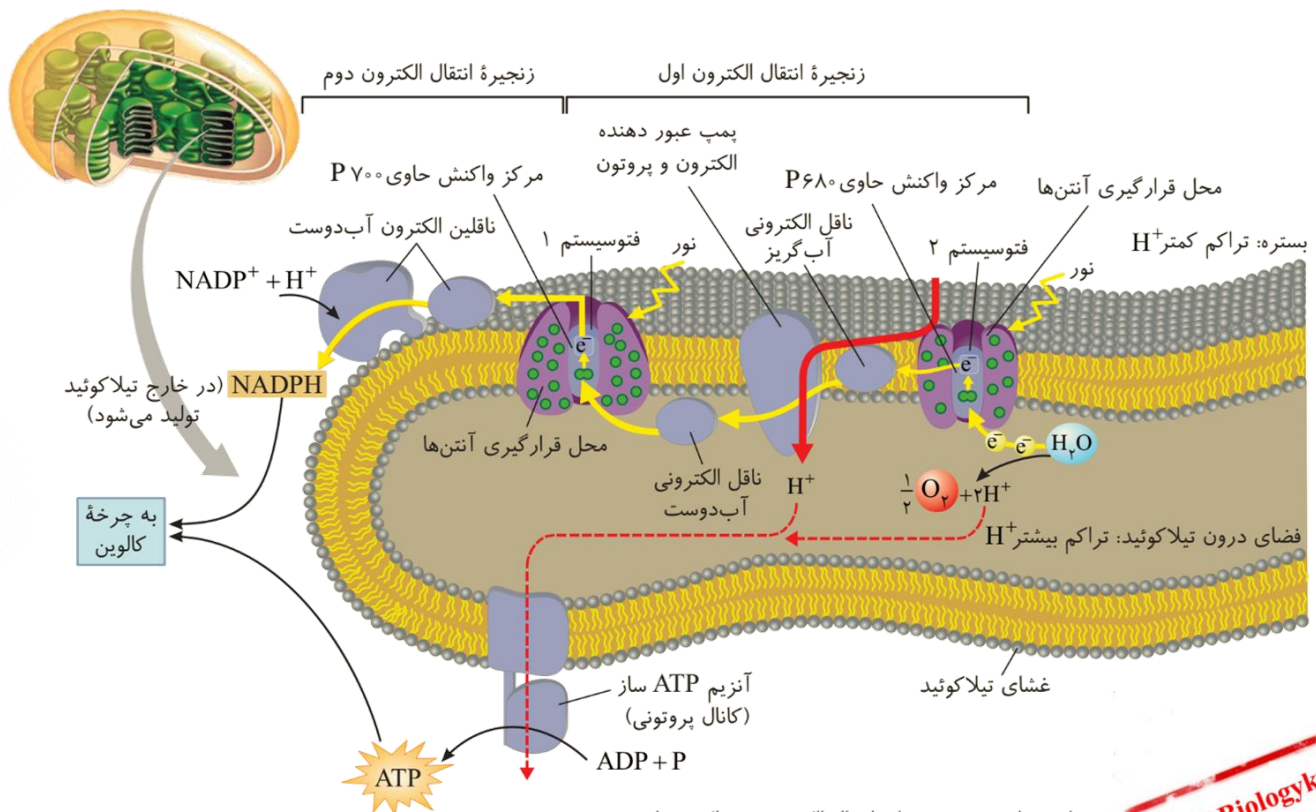
با توجه به شکل زیر درمی یابیم الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۱ را جبران می کند، اما کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۲ چگونه جبران می شود؟

تجزیه نوری آب: به شکل زیر نگاه کنید در این شکل می بینید، مولکول های آب تجزیه می شوند و الکترون های حاصل از آن به فتوسیستم ۲ می روند. تجزیه آب به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط می شود. بنابراین به آن، تجزیه نوری آب می گویند.

تجزیه نوری آب در فتوسیستم ۲ در سطح داخلی تیلاکوئید انجام می شود. حاصل تجزیه 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 پروتونها در فضای درون تیلاکوئیدها تجمع می یابند.



«طرحی از فتوسیستم ها و انتقال الکترون در واکنش های نوری»





ساخته شدن ATP در فتوسنتز

یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون که بین فتوسیستم ۲ و اقرار 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 آب، درون فضای تیلاکوئید به وجود می آید. در نتیجه، به تدریج بر تراکم پروتون ها در فضای درون تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می شود. پروتونها 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، پروتونها 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. پروتونها فقط از طریق این آنزیم می توانند به بستره منتشر شوند. همانند آنچه در راکیزه رخ می دهد، همراه با عبور پروتونها از این آنزیم، ATP 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.



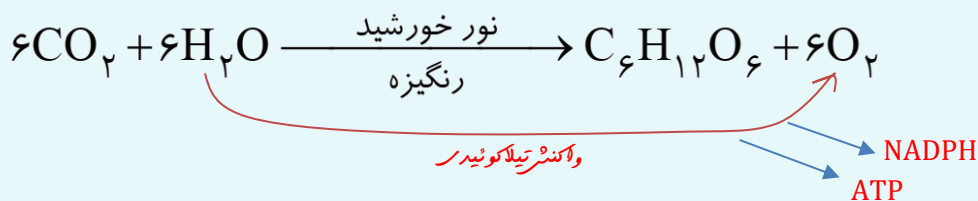
واکنش های تیلاکوئیدی

واکنش ها وابسته به نور

(۱) در ابتدا پرتو های خورشید باعث پراکنجته شدن الکترون رنگیزه ها، در آنتن های هر دو فتوسیستم می شود که انرژی این الکترون ها به مرکز هر فتوسیستم انتقال می شود و در آنجا باعث پراکنجته شدن الکترون کلروفیل a می شود چون هر مرکز دو کلروفیل دارد بنابراین از مرکز هر فتوسیستم دو الکترون خارج می شود و وارد زنجیره انتقال الکترون می شود. (رنگیزه مرکز واکنش از دو منبع انرژی می گیرد نور خورشید و آنتن ها)

(۲) الکترون های خارج شده از فتوسیستم ۲ وارد زنجیره اول می شوند که انرژی آنها برای پمپ کردن یون H^+ و در نهایت ساختن ATP مورد استفاده قرار می گیرد و مهم تر اینکه در نهایت این الکترون ها به مرکز واکنش فتوسیستم (وارد می شوند و کمبود الکترونی آن را جبران می کنند و الکترون های خارج شده از فتوسیستم (وارد زنجیره دوم می شوند و در نهایت به گیرنده الکترونی به نام $NADP^+$ می رسند.

البته کمبود الکترونی فتوسیستم ۲ نیز از طریق تجزیه نوری آب که در داخل تیلاکوئید رخ می دهد تامین می شود. و با تجزیه نوری آب مولکول O_2 تولید می شود.



نکته های بحث واکنش های تیلاکوئیدی

۱) در غشای تیلاکوئید (نه کلروپلاست) فتوسیستم ها و اجزای هر زنجیره انتقال الکترون می توانند الکترون بگیرند و از دست بدهند یعنی هم اکسایش می یابند و هم کاهش. (البته سبزینه ابتدا اکسایش و سپس کاهش اما اجزای زنجیره ابتدا کاهش و سپس اکسایش می یابند.)

۲) الکترون های خارج شده از فتوسیستم ۱، از پمپ هیدروژن عبور نمی کنند و نقشه در ورود یون های H^+ به درون تیلاکوئید و همچنین تولید ATP ندارند.

۳) فعالیت پمپ هیدروژن در زنجیره اول و تجزیه نورک آب باعث افزایش تراکم H^+ در درون تیلاکوئید و کاهش PH می شوند و فعالیت آنزیم ATP ساز باعث کاهش تراکم H^+ در درون تیلاکوئید می شوند. (البته با فعالیت آنزیم ATP ساز تراکم H^+ در درون بستره بیشتر می شود و باعث کاهش PH درون بستره می شود.)

۴) می توان گفت فعالیت زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید باعث تجزیه مولکول آب و فعالیت زنجیره در میتوکندری باعث تشکیل آب می شود.

۵) انرژی لازم برای تجزیه آب در تیلاکوئید از خورشید تامین می شود نه ATP و با تجزیه آب محیط درون تیلاکوئید غلیظ می شود و فشار اسمزی آن افزایش می یابد.

۶) می توان گفت در یاخته های فتوسنتز کننده سه نوع زنجیره انتقال الکترون وجود دارد که عبارتند از

۷) هر دو زنجیره الکترون را مستقیماً از کلروفیل a دریافت می کنند اما توجه داشته باشید که یکی از این زنجیره ها الکترون را به کلروفیل a انتقال می دهد اما زنجیره انتقال الکترون دوم الکترون را به $NADP^+$ انتقال می دهد. (یعنی گیرنده نهایی الکترون ها در هر زنجیره هستند)

۸) زنجیره اول برخلاف زنجیره دوم: (۱) در دو سمت خود فتوسیستم دارد. (۲) دارای پمپ غشایی است. (۳) الکترون های آن از درون تیلاکوئید عبور می کنند. (پس الکترون خروجی از فتوسیستم ۲ از درون تیلاکوئید عبور نمی کند)

۹) در پی فعالیت هر دو زنجیره (۱) انرژی در نوع ترکیب آبی ذخیره می شود. (۲) تراکم H^+ در بستره کاهش می یابد. (پس PH بستره را افزایش می دهند)

۱۰) پس می توان گفت الکترون 700 p از پمپ غشایی و الکترون 680 p از پمپ غشایی عبور می کنند.

۱۱) در غشای تیلاکوئید در اثر فرایند فتوسنتز می توان چهار روش عبور مواد را مشاهده کرد: (۱) انتشار ساده (۲) انتشار تسهیل شده (۳) انتقال فعال (۴) اسمز. ورود آب به تیلاکوئید

۱۲) در درون تیلاکوئید همواره تراکم H^+ بیشتر است پس فضای درون تیلاکوئید اسیدک است پس نتیجه می گیریم آنزیم تجزیه کننده آب که در مجاورت فتوسیستم ۲ قرار دارد در محیط اسیدک فعالیت می کند.

۱۳) زنجیره آبی که باعث کاهش 700 P می شود دارای پمپ هیدروژن و زنجیره آبی که باعث اکسایش 700 P می شود الکترون ها را فقط در سطح غشای بیرون منتقل می کند.

۱۴) هر چه فعالیت زنجیره اول بیشتر باشد: تراکم غلظت H^+ درون تیلاکوئید بیشتر. مقدار PH کمتر. مقدار O_2 بیشتر. فعالیت آنزیم ATP ساز بیشتر. تولید ATP و NADPH در بستره بیشتر می شود.



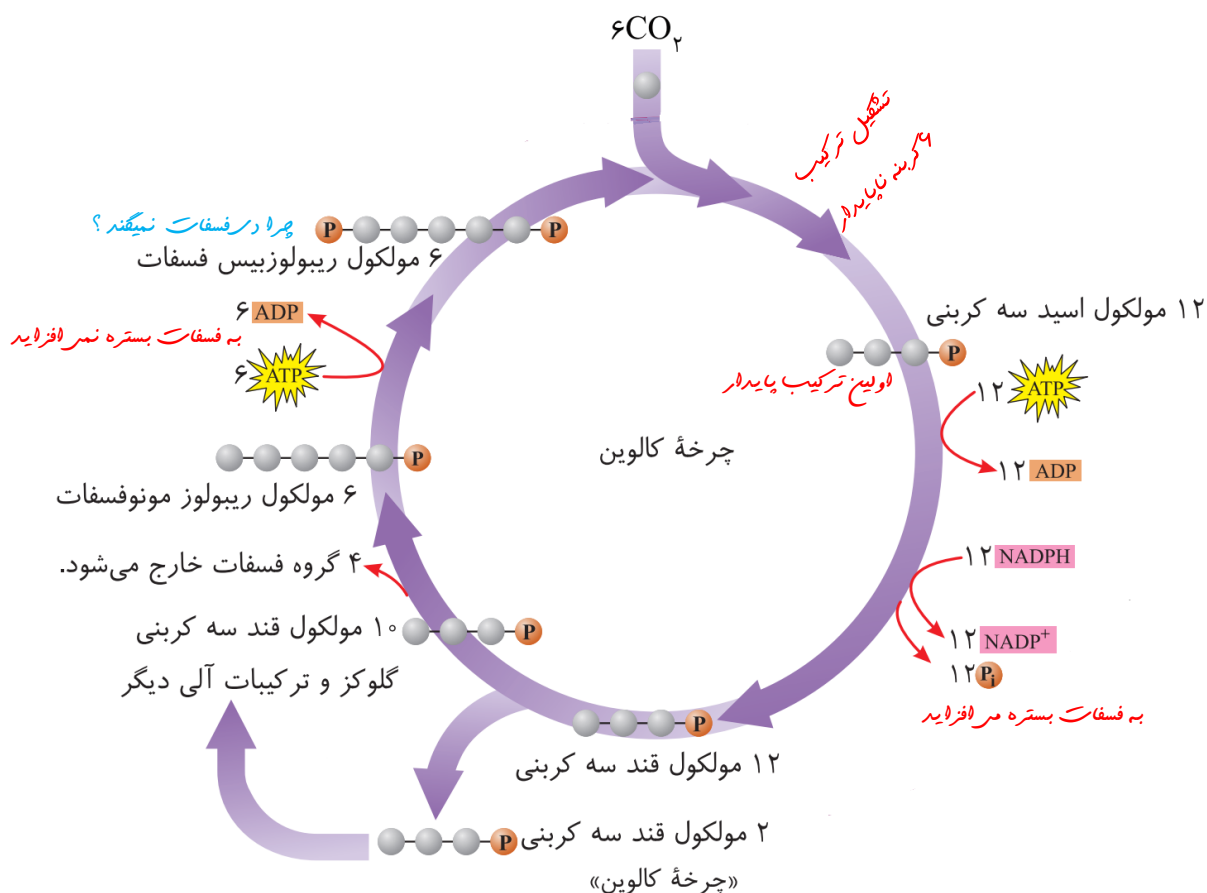
ادامه نکته ها بحث واکنش ها تیلاکوئید

- ۱۵) هر پروتئینی که در غشای تیلاکوئید H^+ را عبور می دهد منظور پمپ غشایی و آنزیم ATP ساز هستند که هر دو سراسر هستند و در تولید ATP نقش دارند .
- ۱۶) در بسته کلروپلاست تولید ATP و NADPH ، تثبیت CO_2 و فعالیت رویسکو . ریبوزوم و دناک حلقوی ، همانند سازک و رونویس داریم . که در این فضا مرکز تولید O_2 یا تجزیه نورک آب نداریم .
- ۱۷) توجه داشته باشید NADPH در زنجیره انتقال الکترون احیا می شود و $NADH$ در زنجیره انتقال الکترون اکسایش می یابد .
- ۱۸) می توان گفت غلظت H^+ درون تیلاکوئید در روز بیشتر از شب است پس در روز درون تیلاکوئید اسیدک تر است .
- ۱۹) می توان گفت هر فتوسیستمی در ورود یون هیدروژن به تیلاکوئید موثر است . یعنی اگر فتوسیستم ۱ از کار بیفتد دیگر ...
- ۲۰) در جانداران فتوسنتز کننده یوکاریوتی مثل گیاهان و آغازیان (اسپروژیر و اوکلنا) هر یاخته فتوسنتز کننده . میتوکندری هم دارد پس اکسیژن تولید شده با عبور از ۵ غشا (غشای تیلاکوئید - ۲ غشای کلروپلاست و ۲ غشای میتوکندری) یا لایه فسفولیپید به میتوکندری می رود و نقش آخرین پذیرنده الکترون را باز می کند یا اینکه با عبور از ۴ غشا (غشای تیلاکوئید - ۲ غشای کلروپلاست و غشای سلول) از سلول خارج می شود .
- ۲۱) نمی توان گفت در گیاهان ، در هر اندامی که پروتئین سازک در مجاورت دناک حلقوی آن انجام می شود می تواند پروتون ها را از مجموعه پروتئینی آنزیم ATP ساز عبور دهد چون در پلاست ها غیر از کلروپلاست آنزیم ATP ساز یا فتوسنتز وجود ندارد .
- ۲۲) نمی توان گفت در هر فتوسنتز کننده O_2 در درون تیلاکوئید تولید می شود (مثل سیانوباکترک ها) و همچنین نمی توان گفت در هر فتوسنتز کننده ابی منبع الکترون اولیه آب است (مثل باکترک ها کوگرد) .
- ۲۳) در واکنش ها تیلاکوئید گیرنده نهایی الکترون یک ترکیب آبی ($NADP^+$) است و همچنین در می توان گفت در واکنش ها تیلاکوئید آب تولید و مصرف می شود . (تولید آب در بسته به همراه ساختن ATP رخ می دهد) .
- ۲۴) توجه کنید در غشا تیلاکوئیدها یک زنجیره انتقال الکترون ، انرژی لازم را برای ساخت ATP فراهم می آورد .



واکنش های مستقل از نور: واکنش های تثبیت کربن

می دانیم که در فتوسنتز، مولکولهای CO_2 به قند تبدیل می شوند. ساخته شدن این مولکول همانند تجزیه آن به یکپاره رخ نمی دهد. عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن در 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 (شکل زیر). این واکنش ها در پستره سبز انجام می شوند. در چرخه کالوین CO_2 با قندی پنج کربنی به نام ریبولوزیسی فسفات ترکیب و مولکول شش کربنی ناپایداری تشکیل می شود. افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی، با آنزیم روبیسکو (ریبولوزیسی 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 زیر می بینید، تعدادی از این قندها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوزیسی فسفات به مصرف می رسند. 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 کالوین دیدیم که CO_2 برای ساخته شدن ترکیب آلی به کار می رود. به فرایند 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 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.

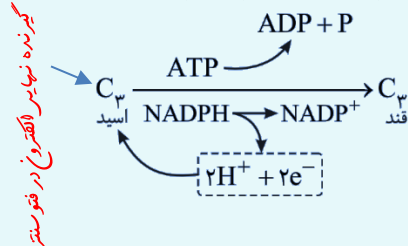




واکنش های تثبیت کربن

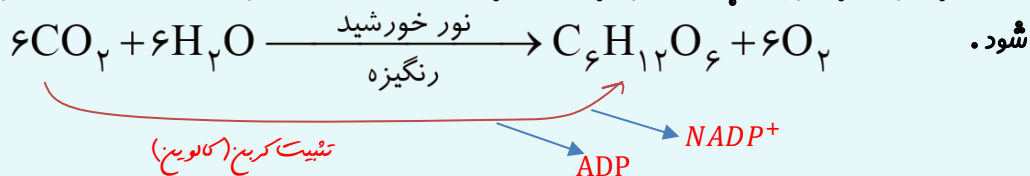
واکنش ها مستقل از نور

قبل از هر چیزی بهتر است بدانیم که چرخه کالوین در بسته و در روز انجام می شود (نه شب) و غیر مستقیم به نور خورشید نیاز دارد. و مورد دیگری که مهمه این هست که عدد اکسایش کربن در گلوکز کمتر از CO_2 هست پس برای اینکه CO_2 به گلوکز تبدیل بشه باید الکترون بگیره و کاهش یابد و این اتفاق زمانی می افتد که اسید سه کربنی به قند سه کربنی تبدیل میشه یعنی به صورت زیر:



و مطلب دیگر اینکه ایجاد پیوند بین عناصرها در هنگام ساخت گلوکز از CO_2 به انرژی نیاز دارد که این انرژی از مولکول های ATP و NADPH تامین می شود.

اگر به چرخه کالوین دقت کنید می بینید که برای ساختن یک گلوکز (یا دو قند سه کربنه) ، ۶ عدد CO_2 مصرف می شود یا به عبارت دیگر این چرخه ۶ بار انجام می شود یعنی برای هر انجام هر بار چرخه کالوین، یک CO_2 ، ۳ عدد ATP ، ۲ عدد NADPH مصرف می شود (اینا در کالوین هرگز تولید نمی شنند فقط مصرف میشنند) و یک عدد ریپولوز پیس فسفات تولید و مصرف می شود. و بد نیست بدانیم که چرخه کالوین برخلاف کربس انرژی خواه است و این مصرف انرژی در کالوین در دو مرحله انجام می



یادداشت ها



- ۱) در چرخه کالوین برخلاف کربس مولکول حامل الکترون تولید می‌شود و همچنین در کالوین همانند گلیکولیز در هر مرحله ترکیب فسفات دار مصرف می‌شود. (در مرحله اول گلیکولیز و کالوین ترکیب ۶ کربنه دو فسفات، تولید می‌شود)
- ۲) $NADP^+$ و فسفات که در کالوین و در مرحله تبدیل اسید سه کربنه به قند سه کربنه تولید می‌شوند در واکنش‌ها تیلاکوئید به مصرف می‌رسند.
- ۳) نمی‌توان گفت در هر فتوسنتز کننده ای: الف) چرخه کالوین در بستره کلروپلاست انجام می‌شود (مثل سیانوباکتر) (ب) فقط از طریق کالوین تثبیت کربن انجام می‌دهند (مثل گیاهان C_4) (ج) منبع تامین الکترون آب است (مثل باکترک گوگرد)
- ۴) در چرخه کالوین هر جا که NADPH مصرف می‌شود، ATP نیز مصرف می‌شود اما نمی‌توان گفت هر جا که ATP مصرف می‌شود NADPH نیز مصرف می‌شود. و همچنین در چرخه کالوین هر جا که ATP مصرف می‌شود نوعی قند به وجود می‌آید اما نمی‌توان گفت در هر بخش از چرخه کالوین که قند تولید می‌شود، ATP نیز مصرف می‌شود. مثلاً تبدیل قندها که سه کربنه یک فسفات، به قندها که پنج کربنه یک فسفات، بدون مصرف ATP است.
- ۵) در چرخه کالوین در هر مرحله که NADPH مصرف می‌شود: الف) نوعی اسید سه کربنه احیاء می‌شود یا اولین ترکیب پایدار به مصرف می‌رسد. ب) الکترونها که NADPH به اسید سه کربنه انتقال می‌یابد.
- ۶) آنزیم روبیسکو دارا که دو جایگاه فعال هست که یک برای ریبولوز بیس فسفات و یک برای CO_2 یا O_2 .
- ۷) در چرخه کالوین در هر مرحله که NADPH مصرف می‌شود: الف) نوعی اسید سه کربنه احیاء می‌شود یا اولین ترکیب پایدار به مصرف می‌رسد. ب) الکترونها که NADPH به اسید سه کربنه انتقال می‌یابد.
- ۸) در کالوین تعداد کمتر از قندها صرف ساخته شدن مواد آلی می‌شوند و تعداد بیشتر از این قندها که سه کربنه، صرف بازسازی ریبولوز بیس فسفات می‌شوند.





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 فتوسنتز، 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 میدانیم بیشترین فعالیت آنزیم ها در گستره دمایی خاص انجام می شود، بنابراین دما نیز بر فتوسنتز اثر می گذارد. همچنین خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر دارد.

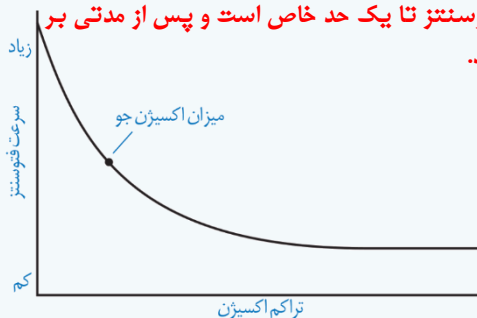
نکته ها

- ۱) توجه کنید عواملی مثل سطح برگ، تنوع رنگیزه ها و تعداد روزنه ها نیز بر فتوسنتز اثر می گذارند اما عوامل محیطی مؤثر بر فتوسنتز عبارتند از: میزان CO_2 ، میزان O_2 ، دما، شدت و مدت زمان تابش نور و طول موج
- ۲) افزایش میزان CO_2 تا حد معینی باعث افزایش فتوسنتز می شود. و از طرفی کاهش میزان اکسیژن باعث افزایش شدت فتوسنتز می شود.
- ۳) افزایش شدت نور باعث افزایش میزان فتوسنتز می شود البته تا زمانی که تمام رنگیزه ها مورد استفاده قرار بگیرند. (باید توجه کرد که نور بسیار شدید باعث بسته شدن روزنه ها و کاهش ورود CO_2 به برگ و کاهش فتوسنتز و در نتیجه افزایش تنفس نورک می شود).
- ۴) افزایش دما نیز موجب افزایش فتوسنتز می شود ولی اگر از یک حد خاصی بیشتر شود باعث غیرفعال شدن آنزیم ها و کاهش شدت فتوسنتز می شود. (باید توجه کرد که دما که باعث بسته شدن روزنه ها و در نتیجه کاهش ورود CO_2 به برگ و کاهش میزان فتوسنتز و افزایش تنفس نورک می شود)
- ۵) می توان گفت که پیک ها که شیمیایی مثل آبسزیک اسید نیز بایستن روزنه ها بر میزان فتوسنتز تأثیر می گذارند.

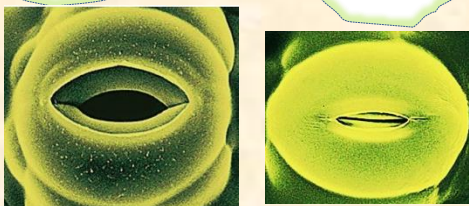
تفسیر کنید

فعالیت ۴

در گفتار بعد خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر دارد. نمودار مقابل تأثیر میزان اکسیژن بر میزان فتوسنتز گیاهی C_3 را نشان می دهد. با توجه به نمودار، ارتباط بین میزان اکسیژن و فتوسنتز این گیاه را توضیح دهید؟ هر چقدر تراکم اکسیژن جو بیشتر شود و افزایش یابد، میزان فتوسنتز کاهش می یابد! البته این کاهش میزان فتوسنتز تا یک حد خاص است و پس از مدتی بر روی یک مقدار، ثابت می ماند و هیچ گاه میزان فتوسنتز به صفر نمی رسد.

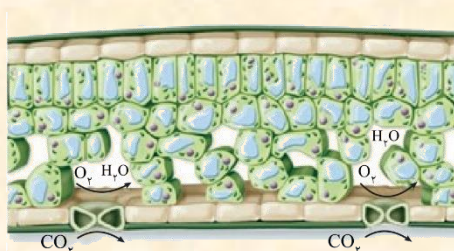
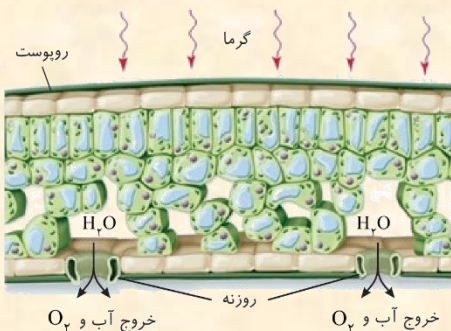


فتوسنتز در شرایط دشوار



شکل مقابل روزنه را در دو حالت باز و بسته نشان می دهد. چه عواملی سبب بسته شدن روزنه می شود؟ به یاد دارید که افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزنه ها می شود. بسته شدن روزنه ها چه تأثیری می تواند بر فتوسنتز 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 فتوسنتز همچنان ادامه دارد. بنابراین در حالی که CO_2 برگ کم می شود، اکسیژن در آن افزایش می یابد. (شکل زیر)



در چنین حالتی، وضعیت برای نقش اکسیژن نازی آنزیم روبیسکو مساعد می شود؛ زیرا نقش کربوکسیلازی یا اکسیژن نازی این آنزیم به نسبت CO_2 و اکسیژن در محیط عملکرد آن ارتباط دارد. بنابراین با افزایش اکسیژن در برگ، اکسیژن با ریبولوزیس 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 ریبولوزیس 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 فرایند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن CO_2 و همراه با فتوسنتز است، تنفس نوری نامیده می شود.

در تنفس نوری گرچه ماده 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.

۱) در شرایط نامساعد محیطی (مثل افزایش بیش از حد دما و نور)، گیاه با ترشح هورمون آبسزیک اسید باعث بسته شدن روزنه های هوایی می شود تا تعرق را کاهش دهد. و باز شدن روزنه ها هم نیز با تابش نور انجام می شود به این صورت که نور باعث تجمع ساکارز و یون های GL^- و k^+ در سلول نگهبان می شود در نتیجه فشار اسمزی آن افزایش می یابد و آب را جذب می کند و در پی آن روزنه باز می شود.

(فراموش نکنید افزایش بیشتر پیرازید در دما سافتار آنزیم ها را تغییر می دهد و مانع هر فعالیت روبیسکو و در نتیجه مرگ گیاه می شود.)

۲) وقتی که روزنه های هوایی بسته می شوند، O_2 و H_2O از برگ خارج نمی شوند و CO_2 نیز وارد برگ نمی شود و با فعالیت اکسیژن نازی روبیسکو ترکیب ۵ کربنه ناپایداری بوجود می آید که ترکیب ۲ کربنی حاصل وارد میتوکندری می شود و CO_2 تولید می شود و این CO_2 می تواند باعث انجام فتوسنتز در حین تنفس نوری می شود.

نکته‌ها



۱) توجه کنید تنفس نورک: ۱) در یاخته‌ها کلروپلاست دار رخ می‌دهد. ۲) زمانه که مقدار O_2 نسبت به CO_2 بیشتر باشد انجام می‌شود (دما و نور شدید نه شرایط عادی) ۳) بخشه در کلروپلاست و بخشه دیگر در میتوکندریک انجام می‌شود ۴) ATP تولید نمی‌کند. ۵) ریبولوز بیس فسفات که برای فتوسنتز لازم است را می‌سوزاند پس باعث کاهش محصولات فتوسنتز می‌شود و رشد گیاه را کاهش می‌دهد.

۲) با بستن روزنه‌ها که هوا به تعلق متوقف نمی‌شود بلکه کاهش می‌یابد چون مقدارک تعلق از طریق پوستک و عدسک نیز انجام می‌شود. (دقت کنید روزنه‌ها که همیشه باز هستند و باز و بسته شدن آنها تحت تاثیر این عوامل نیست)

۳) تنفس نورک و تنفس یاخته‌ها که هوا در مصرف اکسیژن، تولید CO_2 ، اینک بخشه از هر دو فرایند در میتوکندریک صورت می‌پذیرد. دارا اشتراک اند. اما تنفس نورک برخلاف تنفس یاخته‌ها مخصوص یاخته‌ها فتوسنتز کننده هست. مصرف ATP ندارد. فقط در روز انجام می‌شود و ماده اولیه آن ریبولوز بیس فسفات (ه کربنه) هست نه گلوکز.

۴) فعالیت اکسیژنازک و کربوکسیلازک روییسکو همواره در روز انجام می‌شوند ولی دقت کنید به دنبال فعالیت اکسیژنازک و کربوکسیلازک روییسکو ترکیب سه کربنه تولید می‌شود اما تولید ترکیب دو کربنه فقط به دنبال فعالیت اکسیژنازک روییسکو می‌باشد.

۵) در یاخته‌ها فتوسنتز کننده گیاهه مصرف O_2 در دو مکان صورت می‌گیرد یکی درون کلروپلاست (تنفس نورک) و دیگری در میتوکندریک. پس دقت کنید در کلروپلاست اکسیژن هم تولید و هم مصرف می‌شود (درون تیلاکوئید تولید می‌شود) و همچنین نمی‌توان گفت هر اندامک که مصرف اکسیژن دارد چرخه کربس هم دارد. مثل کلروپلاست

۶) در هر پلاسته (دیسک) تنفس نورک انجام نمی‌شود چون روییسکو ندارند بلکه در کلروپلاست انجام می‌شود پس گیاهانه مثل سس و گل جالبز تنفس نورک و روییسکو ندارند.

۷) نمی‌توان گفت هر CO_2 که در راکیزه تولید می‌شود حاصل فرایند تنفس یاخته‌ها است ممکن است بر اثر تنفس نورک تولید شود.

۸) در طه تخمیر الکل نیز همانند تنفس نورک، ترکیب دو کربنه به وجود می‌آید! اما ترکیب دو کربنه تنفس نورک در بستره کلروپلاست و ترکیب دو کربنه تخمیر الکل در ماده زمینه‌ها که سیتوپلاسم تولید می‌شود!

۹) اکسیژن تولید شده در کلروپلاست می‌تواند در کلروپلاست مصرف شود. (در تیلاکوئید تولید و با تنفس نورک در بستره مصرف شود.)

فتوسنتز در گیاهان C4

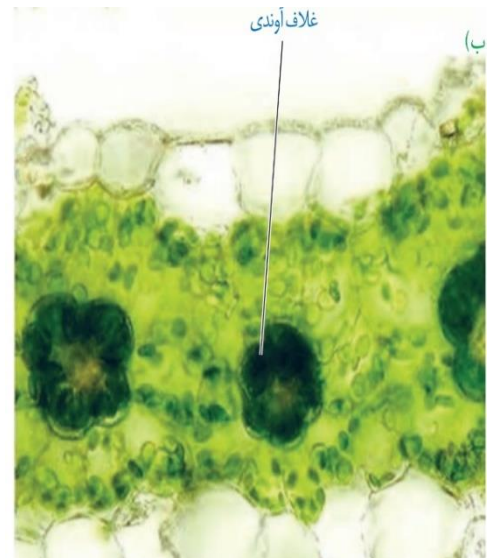
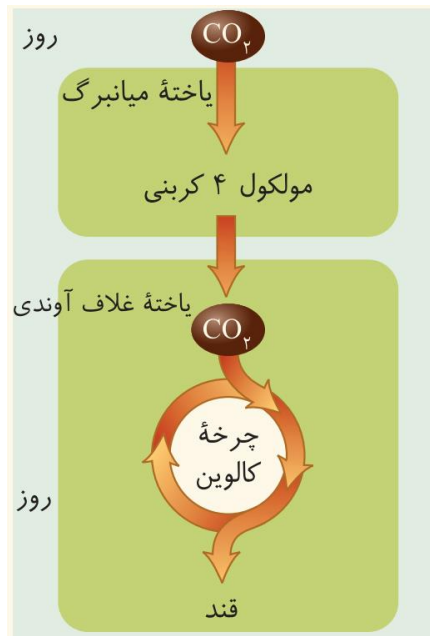
به هر حال انواعی از گیاهان وجود دارند که در محیط های با دمای بالا و تابش شدید نور خورشید زندگی می کنند. این گیاهان با چه سازوکاری توانسته اند تنفس نوری خود را کاهش دهند؟

یکی از سازوکارها برای ممانعت تنفس نوری، در گیاهانی وجود دارد که به گیاهان C4 معروف اند. **یاخته های غلاف آوندی** در این گیاهان سبزدیسه دارند و محل انجام چرخه کالوین اند، در حالی که در گیاهان C3، سبزدیسه ندارند. تثبیت کربن در گیاهان C4 در دو مرحله، ابتدا در یاخته های میانبرگ و سپس در یاخته های غلاف آوندی انجام می شود. به این صورت که در این گیاهان CO2، 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 C4 می گویند؛ زیرا اولین ماده پایدار حاصل از تثبیت کربن، **ترکیبی چهار کربنی** است. آنزیمی که در ترکیب CO2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهار کربنی نقش دارد، برخلاف روییسکو به طور اختصاصی با CO2 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 CO2 از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می شود. اسید سه کربنی باقیمانده نیز به یاخته های میانبرگ برمی گردد. در گیاهان C4 با وجود عملکرد آنزیم های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO2 در محل فعالیت آنزیم روییسکو، 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 حالیکه روزنه ها بسته شده اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO2 را در محل عملکرد آنزیم روییسکو بالا نگه می دارند. به همین علت کارایی آنها در چنین شرایطی بیش از گیاهان C3 است.



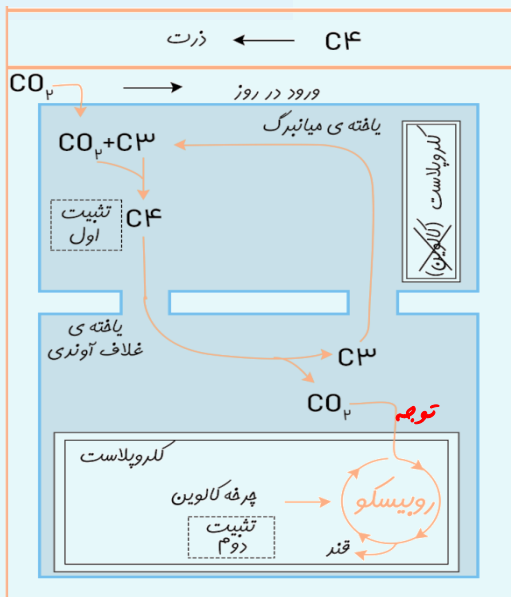
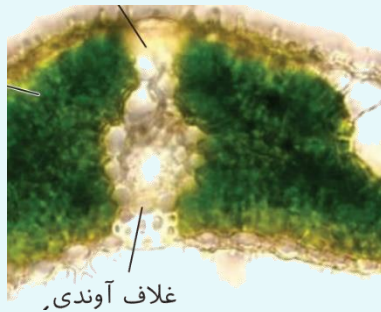
ذرت



گیاهان C_3 و C_4

گیاهان C_3 که اکثر گیاهان را شامل می‌شود، کرپن را فقط به کمک روییسکو و به روش کالوین تثبیت می‌کنند، در این گیاهان یاخته‌های غلاف آوندی سپرینه ندارند و قوتوسنتز انجام نمی‌دهند. چالپ است بدانید که این گیاهان در شرایط محیطی مناسب، روزنه‌ها را باز می‌کنند و با انجام قوتوسنتز ترکیبات آلی را تولید می‌کنند و این گیاهان با در اختیار داشتن این ترکیبات آلی خوب رشد می‌کنند اما در صورتی که شرایط نامساعد شود (نور و دمای شدید) این گیاهان با بستن روزنه‌ها شرایط را برای فعالیت اکسیژنازی روییسکو فراهم می‌کنند در نتیجه تنفس نوری مانع قوتوسنتز و کاهش محصولات قوتوسنتزی می‌شود و گیاه رشد مناسبی نخواهد داشت.

روز

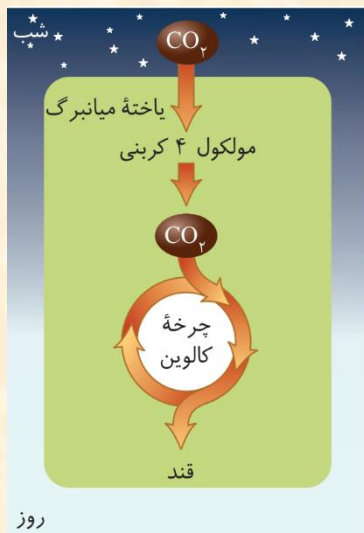


گیاهان C_4 ، گیاهانی هستند که کرپن را به دو روش تثبیت می‌کنند که یک روش به کمک روییسکو و کالوین و روش دیگر به کمک آنزیمی دیگر که فقط با CO_2 واکنش می‌دهد و اسید چهار کربنی می‌سازد. در این گیاهان غلاف آوندی سپرینه دارند و کالوین در یاخته‌های غلاف آوندی (نه میانبرگ) انجام می‌شود. این گیاهان در شرایط محیطی مساعد، روزنه‌ها را باز می‌کنند و قوتوسنتز انجام می‌دهند ولی پرتی آنها نسبت به گیاهان C_3 این است که در شرایط سخت (دما و نور شدید یا کمبود آب) با اینکه روزنه‌ها را می‌بندند اما CO_2 برای انجام چرخه کالوین زیاد هست و قوتوسنتز را انجام می‌دهند و در این شرایط سخت، رشد خود را حفظ کرده‌اند.

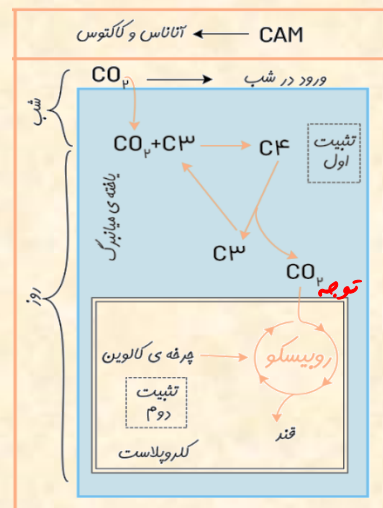
یادداشت‌ها

فتوسنتز در گیاهان CAM

بعضی گیاهان در مناطقی زندگی می کنند که با مسئله 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 هردوی آنها در چنین گیاهانی گوشتی و پر آب است. این گیاهان در کریچه های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می دارند. تثبیت کربن در این گیاهان، مانند گیاهان C4 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 کربن در شب که روزنه ها بازند و چرخه کالوین در روز انجام می شود که روزنه ها بسته اند. آناناس از گیاهان CAM است



آناناس (CAM)



نکته ها

- چرخه کالوین در گیاهان C4، فقط در یاخته های غلاف آوندک صورت می گیرد. یعنی چرخه کالوین در یاخته های سبزیسه دار میانبرگ نرده ای یا اسفنجی آنها رخ نمی دهد.
- هر یاخته سبزیسه دار گیاه در حضور نور قدرت انجام واکنش های نورک فتوسنتز و تولید ATP، O₂ و NADPH را دارد ولی واکنش های چرخه کالوین آنها بستگی به نسبت CO₂ به O₂ گیاه و نوع یاخته دارد. (در گیاهان C4، واکنش های مستقل از نور فتوسنتز (چرخه کالوین) فقط در غلاف آوندک رخ می دهد یا به عبارتی مصرف ATP و نورک و NADPHها فقط در غلاف آوندک آنها رخ می دهد).
- در گیاهان CAM در یک یاخته دو نوع تثبیت کربن وجود دارد ولی در دو زمان مختلف انجام می شوند و همچنین امکان تثبیت کربن در عدم حضور نور را دارد و تنها گیاهانی هستند که همواره (در هر زمانی) تثبیت کربن را انجام می دهند.
- آنزیم که در ترکیب CO₂ با اسید سه کربنه نقش دارد و اسید ۴ کربنی را می سازد فقط نقش کربوکسیلاز دارد.

۵) مقایسه کارایی فتوسنتز در شرایط محیطی مختلف: $CAM < C_3 < C_4$

در شرایط افزایش نور: $C_3 < C_4$

ادامه نکته ها

- ۶) دقت کنید در شرایط کم آب تعداد کانال های پروتئینی که در انتقال آب از عرض غشای نقش دارند (آکوپورین ها) افزایش می یابد .
- ۷) اگرچه گیاهان CAM قادر به حفظ بقاء خود در گرما شدیدیند و بر تنفس نورک غلبه می کنند اما معمولاً به کندک رشد می کنند به همین دلیل کارایی فتوسنتز چندان بالا نیست .
- ۸) در گیاهان C_4 محل تولید اسید چهار کربنه و تثبیت اولیه کربن درون یاخته های میانبرگ است؛ اما محل تولید اسید سه کربنه چرخه کالوین ، فعالیت روییسکو ، تثبیت دوم کربن و اکسایش NADPH درون یاخته های غلاف آوندک است .
- ۹) زمانه که روزنه های در گیاهان CAM باز است یاخته های نگهبان روزنه در حالت تورژسانس و انبساط طولی هستند . شب است . تثبیت کربن در یک مرحله رخ می دهد . واکنش های وابسته به نور غیر فعال اند و از زنجیره های انتقال الکترون غشای تیلاکوئید الکترون عبور نمی کند . تجزیه نورک آب و چرخه کالوین انجام نمی شود . روییسکو فعالیت ندارد و NADPH و ATP درون کلروپلاست تولید و مصرف نمی شوند .
- ۱۰) در همه گیاهان فتوسنتز کننده تثبیت کربن طی چرخه کالوین مشاهده می شود که این نوع تثبیت در گیاهان C_4 در یاخته های غلاف آوندک و در گیاهان C_3 و CAM در یاخته های میانبرگ انجام می شود .
- ۱۱) به موارد زیر توجه کنید :

الف) هر گیاهی که به هنگام انبساط طولی نگهبان روزنه کربن را در دو مرحله تثبیت می کند : گیاه C_4

ب) یاخته ای که بدون روییسکو و کالوین می تواند CO_2 را تثبیت کند : یاخته میانبرگ C_4

ج) یاخته ای که هم تولید و هم مصرف ترکیب چهار کربنه دارد : یاخته میانبرگ C_4 (تولید در تثبیت اول و مصرف در چرخه کربس)

۱۲) در گیاهان CAM برخلاف C_3 و C_4 :

زمانه که سلول نگهبان انبساط طولی دارد ← یاخته نگهبان k^+ و Cl^- جذب کردند و تورژسانس دارند و سلول اپیدرمی مجاور پلاسمولیز دارند ← قطعاً شب است و تثبیت کربن فقط یک مرحله ای است و به صورت اسید ۴ کربنه ← فتوسیستم ها غیرفعال . تجزیه نورک آب ، تولید ATP ، NADPH ، اکسیژن درون کلروپلاست ندارد ، روییسکو و کالوین ندارد . (البته در میتوکندری تولید CO_2 ، ATP دارد)

و زمانه که سلول نگهبان پلاسمولیز و سلول مجاور تورژسانس دارد روزنه بسته و روز است بنابراین

۱۳) توجه کنید فرایند هایی که در آنها تولید CO_2 داریم عبارتند از : (۱) اکسایش پیرووات (۲) کربس (۳) تخمیر الکلی (۴) بخشه از تنفس نورک و اما مکان هایی که مصرف CO_2 داریم : (۱) چرخه کالوین (پیش ماده روییسکو) (۲) کبد (پیش ماده آنزیم اوره ساز) (۳) گویچه قرمز خون (پیش ماده انیدراز کربنیک)

۱۴) توجه کنید فرایند هایی که در آنها تولید O_2 داریم عبارتند از : تجزیه نورک آب و اما مکان هایی که مصرف O_2 داریم : (۱) در تنفس هوازی (۲) تنفس نورک

۱۵) در گیاهان CAM در طول روز CO_2 می تواند از طریق تجزیه اسید ۴ کربنه ، کربس یا از طریق شیریه خام وارد کلروپلاست شود .

۱۶) در گیاهان CAM زمانه که یون هیدرژن به درون تیلاکوئید پمپ می شود قطعاً تثبیت کربن یک مرحله ای و به صورت قند سه کربنه است (کالوین) و روزنه ها نیز بسته و از مقدار اسید ۴ کربنه کربن کاسته و بر مقدار اسید ۳ کربنه سیتوپلاسم (نه بسته) افزوده می شود .



جدول مقایسه ای گیاهان

گیاهان	ویژگی ها
C_4 و CAM	(۱) گیاهانی که CO_2 را در ماده زمینه ایی سیتوپلاسم تثبیت می کنند.
C_3 و C_4 ، CAM	(۲) گیاهانی که CO_2 را در کلروپلاست تثبیت می کنند.
C_3 و C_4 ، CAM	(۳) گیاهانی که CO_2 را به صورت سه کربنه تثبیت می کنند.
C_4 و CAM	(۴) گیاهانی که CO_2 را به صورت ۴ کربنه تثبیت می کنند.
C_3 و C_4 ، CAM	(۵) گیاهانی که چرخه کالوین دارند.
C_3	(۶) گیاهانی که فقط یک نوع تثبیت کربن دارند.
C_3 و C_4	(۷) گیاهانی که فقط در روز تثبیت کربن انجام می دهند. (فقط شب هیچ گیاهی)
CAM	(۸) گیاهانی که فقط در شب روزنه ها را باز می کنند.
CAM	(۹) گیاهانی که در طول شب کربن را تثبیت می کنند.
C_3	(۱۰) گیاهانی که اولین ماده پایدار آنها در تثبیت کربن، سه کربنه است.
C_4	(۱۱) گیاهانی که در طول روز کربن را در دو مرحله تثبیت می کنند.
C_3 و CAM	(۱۲) گیاهانی که در طول روز کربن را در یک مرحله تثبیت می کنند.
CAM	(۱۳) گیاهانی که در یک سلول کربن را در دو مرحله تثبیت می کنند.
C_3 و C_4	(۱۴) گیاهانی که در یک سلول کربن را فقط در یک مرحله تثبیت می کنند.
C_3 و C_4 ، CAM	(۱۵) گیاهانی که ضمن تثبیت کربن، ترکیب سه کربنه ایجاد می کنند.
C_3 و C_4	(۱۶) گیاهانی که تثبیت کربن را در فقط در یک زمان انجام می دهند.
C_3 و CAM	(۱۷) گیاهانی که در یاخته های میانبرگ تثبیت کربن دارند.
CAM	(۱۸) گیاهانی که در یاخته های میانبرگ دو نوع تثبیت کربن دارند.
CAM	(۱۹) گیاهانی که محل تولید و تجزیه اسید ۴ کربنه در یک یاخته است.
CAM	(۲۰) گیاهانی که زمان باز بودن روزنه ها و چرخه کالوین متفاوت است.
C_3 و C_4 ، CAM	(۲۱) اولیت ترکیب پایدار آنها می تواند در یاخته میانبرگ تولید شود.
C_4 و CAM	(۲۲) گیاهانی که برای زندگی در شرایط سخت سازو کار مقاومتری دارند.
C_4 و CAM	(۲۳) گیاهانی که تنفس نوری ندارند. (یا به ندرت)
C_3 و C_4 ، CAM	(۲۴) گیاهانی که در طول شب، واکنش های نوری و کالوین انجام نمی دهند.
C_3 و C_4 ، CAM	(۲۵) گیاهانی که در شب همانند روز تنفس یاخته ایی انجام می دهند.

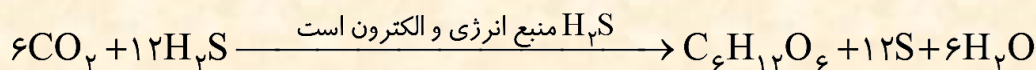




جانداران فتوسنتزکننده دیگر

بخش عمده 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.

باکتریها: باکتری هایی که فتوسنتز می کنند، سبز دیسه ندارند، اما دارای رنگیزه های جذب کننده نورند. بعضی باکتری ها سبزینه دارند. مثلا سیانوباکتری ها سبزینه 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 فتوسنتزکننده اکسیژن را نامیده می شوند. گروهی دیگر از باکتری ها، فتوسنتزکننده غیراکسیژن زا هستند. باکتری های گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه اند. رنگیزه فتوسنتزی این باکتریها، باکتروکلروفیل 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. مثلا 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 دارد.



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. اوگلنایی که در شکل زیر می بینید، جاندار تک یاخته ای و مثال دیگری از آغازیان فتوسنتزکننده 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 آلی از ماده معدنی فقط محدود به فتوسنتز و جاندارانی است که از انرژی نور استفاده می کنند؟ آیا تولیدکنندگان 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 باکتریهای شیمیوسنتزکننده 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 نیترات ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می کنند، از باکتریهای شیمیوسنتزکننده اند.



- شامل تمام جانوران، تمام قارچ ها، و برخی آغازیان و باکتری ها
- منبع انرژی آنها مواد آلی هستند.

الف) مصرف کننده ها
(هتروتروف)

- منبع انرژی نور خورشید و منبع الکترون آب می باشد.
- شامل گیاهان C_3 ، C_4 و CAM هستند.
- انواع رنگینه ها مثل سپرینه ها و کاروتنوئید ها را دارند.

الف) گیاهان

- منبع انرژی نور خورشید و منبع الکترون آب می باشد.

ب) آغازیان

- مثل جلبک سپر، قرمز، قهوه ای، اسپروتریتر و اوکلنا.

- اوکلنا در عدم حضور نور مصرف کننده می شود چون سپر دیسه ها را از دست می دهد.

الف) اکسیژن زا

- منبع انرژی نور خورشید و منبع الکترون آب می باشد.

ج) باکتری ها

- شامل سیانوباکتری ها می شوند.
- در غشای خود سپرینه a دارند.

الف) فتوسنتز

کننده

- 1- هر فتوسنتز کننده ایس سبز ریس ندارد اما کلمه رنگینه و زناص مقور دارد.
- 2- در هر فتوسنتز کننده ایس منبع انرژی رنگساز اس که منبع تامین الکترون متفاوت است.
- 3- هر فتوسنتز کننده ایس تولید نور ATP و حرفه کالوین دارد. (س روشرافت ATP)

- 1- منبع تامین الکترون در هر تولید کننده یک ماده غیر آکس (معدن) است.
- 2- در هر تولید کننده ایس منبع انرژی نور نور خورشید نیست. (مثل فیسیوسنتز کننده)
- 3- هر تولید کننده ایس فتوسنتز کننده ایس و اس کلمه تثبیت کربن دارد.

انواع جانداران

- شامل باکتری های گوگردی (ارغوانی و سپر) هستند.
- رنگینه فتوسنتزی باکتروکلروفیل هست.

ب) غیراکسیژن زا

- منبع انرژی نور خورشید و منبع الکترون ماده معدنی (غیر آب) است.
- در فتوسنتز به جای O_2 به تولید گوگرد می پردازند.
- از H_2S به عنوان منبع الکترون استفاده میکنند.

ب) تولید کننده ها
(اتوتروف)

- شامل باکتری های معدن، اعماق اقیانوس ها و اطراف دهانه آتشفشان های زیر آب می باشند. مثل باکتری های نیترات ساز.
- منبع انرژی و الکترون یک نوع ماده معدنی است.
- این باکتری ها رنگینه ندارند.

ب) شیمیوسنتز
کننده



از انرژی به ماده

عبدالعزیز بلوچ

نکته‌ها



- ۱) هر باکترک تولید کننده که منبع الکترون و انرژی متفاوتی داشته باشد لزوماً فتوسنتزکننده است و هر باکترک تولیدکننده با منبع الکترون و انرژی یکسان، شیمیوسنتزکننده می باشد.
- ۲) ریزوبیوم‌ها تثبیت نیتروژن دارند و فتوسنتز نمی کنند و باکترک‌هاک نیترات ساز نه فتوسنتزکننده اند و نه تثبیت نیتروژن دارند. ضمناً سیانوباکترک‌ها همگی فتوسنتزکننده اند اما همه سیانوباکترک‌ها لزوماً تثبیت نیتروژن ندارند و باکترک‌هاک گوگردک، فتوسنتزکننده اند اما تثبیت نیتروژن نمی کنند.
- ۳) هر باکترک که در آن منبع انرژی مواد آلی است، هتروتروف است و هر باکترک که در آن منبع انرژی مواد معدنی است شیمیوسنتزکننده است و هر باکترک که در آن منبع انرژی نور است، فتوسنتزکننده است.
- ۴) ریزوبیوم همانند سیانوباکترک توانایی تثبیت نیتروژن را دارند ولی ریزوبیوم برخلاف سیانوباکترک توانایی فتوسنتز و تثبیت کربن را ندارد.
- ۵) توجه کنید سیانوباکترک‌ها با آزولا و گونرا (با دم‌برگ و ساقه نه ریشه) همزیستی دارند یعنی تثبیت نیتروژن انجام می دهند و از محصولات فتوسنتزک گیاه استفاده می کنند .
- ۶) باکترک‌هاک شیمیوسنتزکننده همانند گیاهان CAM می توانند در شب (عدم حضور نور) و در روز کربن دک اکسید را تثبیت کنند.
- ۷) برخی باکترک‌هاک شیمیوسنتزکننده، نیترات ساز هستند و منبع انرژی و الکترون شان از آمونیوم است مثل باکترک‌هاک نیترات ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می کنند. (قطعاً غیر اکسیژن زا است و قطعاً فاقد رنگیزه و فاقد فتوسیستم است و توانایی فتوسنتز ندارد . منبع تامین انرژی ماده غیر آلی است و توانایی ATP سازک نورک را ندارد.)
- ۸) هر جاندار فتوسنتزکننده پرسلولی (قطعاً یوکاریوتی و داراک کلروپلاست) و هر جاندار فتوسنتزکننده تک سلولی (می تواند اوکلنا (یوکاریوت) و یا سیانو باکترک باشد).
- ۹) باکترک نیترات ساز توانایی تثبیت کربن دارند اما توانایی فتوسنتز و تثبیت نیتروژن ندارند و باکترک ریزوبیوم توانایی تثبیت نیتروژن دارند اما توانایی فتوسنتز و تثبیت کربن ندارند .
- ۱۰) باکترک‌هاک گوگردک به هوازک اند پس اکسایش پیروات و کربس ندارند اما دقت کنید چرخه کالوین دارند .
- ۱۱) توانایی فتوسنتز در اوکلنا، یک صفت تحت تاثیر محیط محسوب می شود . یعنی علاوه بر ژن‌ها، شرایط محیطی نیز در نحوه بروز آن نقش دارند. (و اوکلنا در هر حالت حداقل یک نوع زنجیره انتقال الکترون دارد)
- ۱۲) نمی توان گفت هر باکترک تولید کننده غیر اکسیژن زا قطعاً باکتریوکلروفیل دارد چون در
- ۱۳) سیانو باکترک‌هاک در همزیستی با گیاه گونرا و آزولا به سر می برند. با این که فتوسنتزکننده هستند اما بخشی از مواد آلی مورد نیاز خود را از گیاه می گیرند یا اوکلنا نیز در شرایطی به نورک مواد آلی مصرف می کند .



فعالیت ۵

گفت و گو کنید

سه گیاه الف، ب و پ داریم. با فرض اینکه فتوسنتز هیچ یک از این گیاهان یکسان نباشد، به پرسشهای زیر پاسخ دهید.
۱- الف) عصاره برگ هر یک از این گیاهان در دو زمان، یکی در آغاز تاریکی (شب) و دیگری در آغاز روشنایی (صبح) استخراج و pH آنها اندازه گیری شد. pH عصاره گیاه ب در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی تر بود. گیاه «ب» چه نوع فتوسنتزی دارد؟ گیاه «پ» نوعی

گیاه CAM است، چون در شب، کربن دی اکسید به صورت اسید چهار کربنی تثبیت شده است.

ب) برای تشخیص نوع فتوسنتز گیاه الف و پ چه راهی پیشنهاد می‌دهید؟ آیا ساختار این گیاهان در تشخیص نوع فتوسنتز به شما کمک میکند؟ اگر غلاف آوندی آن دارای کلروپلاست باشد، این گیاه نوعی گیاه C4 است ولی اگر غلاف آوندی فاقد کلروپلاست باشد، نوعی گیاه C3 است.

۲- نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب اثر کربن دی اکسید جوو شدت نور را بر فتوسنتز دو گیاه C3 و C4 نشان می‌دهند. چه نتیجه ای از این نمودارها می‌گیرید؟

با توجه به نمودار ۱ که اثر کربن دی اکسید بر فتوسنتز دو گیاه C3 و C4 را نشان می‌دهد می‌توان گفت:

الف) میزان فتوسنتز در گیاهان C4 نسبت به گیاهان C3 به مقدار کمتری به میزان CO2 چو بستگی دارد.

ب) در مقدار CO2 های پایین محیط، میزان فتوسنتز در گیاهان C4، از گیاهان C3 بیشتر است.

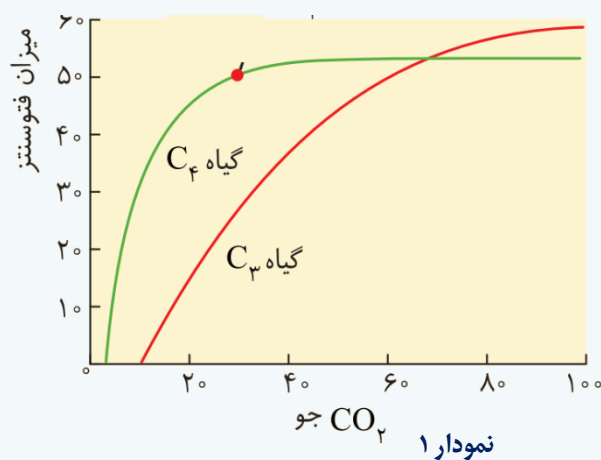
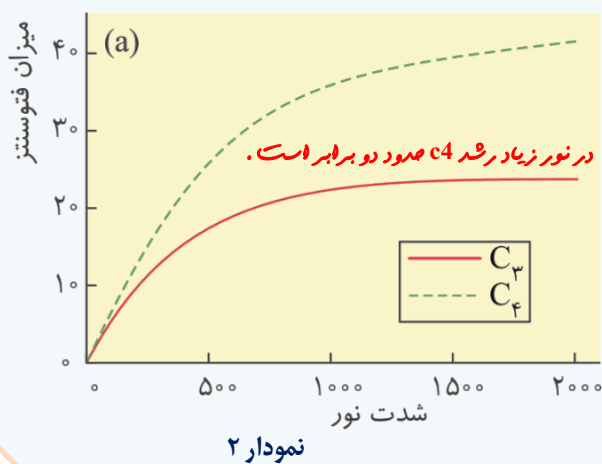
ج) افزایش CO2 چو بر روی میزان فتوسنتز گیاهان C3 نسبت به گیاهان C4 اثر بیشتری دارد. چون گیاهان C4 در غلظت های پایین تری از CO2 و زودتر به حد اشباع می‌رسند. (یعنی از یک حد معین به بعد میزان فتوسنتز گیاهان C3 بیشتر می‌شود)

با توجه به نمودار ۲ که اثر شدت نور بر فتوسنتز دو گیاه C3 و C4 را نشان می‌دهد می‌توان گفت:

الف) گیاهان C4 با سازشی که برای غلبه بر تنفس نوری دارند در شرایط نامساعد رشد بیشتری دارند.

ب) در هر شدت نوری، میزان فتوسنتز در گیاهان C4 از گیاهان C3 بیشتر است.

ج) در شدت نورهای بالاتر، اختلاف میزان فتوسنتز بین گیاهان C4 و C3 بیشتر می‌شود. (گیاهان C3 نسبت به گیاهان C4 در شدت نور پایین تری به حالت اشباع در فتوسنتز می‌رسند)





تست های کنکور دهه ۹۰

۱- کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

((در همه گیاهانی که تثبیت کربن در آن ها ، فقط به هنگام روز صورت می گیرد ، آنزیمی باعث می شود .))

(سراسری - ۹۹)

۱) ترکیب شدن O_2 با مولکولی پنج کربنه و فسفات دار

۲) افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنه دو فسفاته

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

۴) ترکیب شدن CO_2 با اسید سه کربنه و تشکیل اسید چهار کربنه

۲- کدام عبارت نادرست است؟

(سراسری - ۹۹)

۱) همه تک یاخته ای های موثر در ساخت نیترات از آمونیوم ، با استفاده از فسفات معدنی و واکنش انتقال الکترون ها ، ATP می سازند.

۲) همه تک یاخته ای های ایجاد کننده لاکتات ، در مرحله ایی از تنفس یاخته ایی خود NAD^+ تولید می کنند .

۳) همه تک یاخته ای های تولید کننده اکسیژن ، با کمک مواد معدنی ، مواد آلی مورد نیاز خود را می سازند .

۴) همه تک یاخته ای های تثبیت کننده کربن ، رنگیزه های فتوسنتزی دارند .

۳- در گیاهانی که روزنه ها به طور معمول، به هنگام شب باز می شوند، گیاهان C_4 ، به انجام می رسد؟

(سراسری - ۹۸)

۱) همانند - واکنش های چرخه کالوین به هنگام روز

۲) برخلاف - دو مرحله تثبیت کربن در هنگام شب

۳) برخلاف - تثبیت کربن جو در ترکیبی سه کربنی

۴) همانند - دو مرحله تثبیت کربن در یک نوع یاخته

پاسخ تشریحی سوالات

۱) **گزینه ۲** تثبیت کننده کربن فقط در روز، منظور گیاهان C_4 و C_3 هستند، که در هر دو چرخه کالوین یا فعالیت کربوکسیلازی روییسکو وجود دارد .

گزینه ۳) در گیاهان C_4 به ندرت تنفس نوری مشاهده می شود . (عملاً غیر ممکن)

گزینه ۴) ترکیب دی اکسید کربن با اسید سه کربنه در گیاهان C_4 (تفاتیق می افتد ولی در گیاهان C_3 نه.

۲) **گزینه ۴** باکتریهای شیمیوسنتزی می توانند در تثبیت کربن نقش داشته باشند در حالیکه فاقد رنگیزه های فتوسنتزی هستند .

گزینه ۱) باکتری های نیترات ساز می توانند در فرآیند تنفس یاخته ای و با استفاده از فسفات معدنی و واکنش های ژنچیره انتقال الکترون، ATP تولید کنند.

گزینه ۲) همه یاخته های زنده می توانند NAD^+ را مصرف و تولید کنند.

گزینه ۳) باکتریهای فتوسنتز کننده که گروهی از آنها (مانند سیانوباکتریها) اکسیژن زا هستند می توانند از مواد معدنی، مواد آلی تولید کنند.

۳) **گزینه ۱** توجه داشته باشید که همه گیاهان فتوسنتز کننده چرخه کالوین دارند و چرخه کالوین همواره در روز صورت گرفته و در شب امکان وقوع ندارد به

همین دلیل گزینه (صحیح و گزینه ۲ نادرست است ضمناً علت نادرست بودن گزینه ۳ آن است که در گیاهان CAM و C_4 کربن ابتدا در ترکیبی چهار کربنه

تثبیت می شود و علت نادرست بودن گزینه ۴ آن است که در گیاهان C_4 دو مرحله تثبیت کربن در یک نوع یاخته صورت نمی پذیرد.



(سراسری - ۹۸)

۴- کدام مورد، دربارهٔ دو گروه مهم باکتری های همزیست با گیاهان صادق است؟

- ۱) در بخش های زیرزمینی گیاه مستقر می شوند.
- ۲) در شکل مولکولی نیتروژن جو تغییر ایجاد می کنند.
- ۳) واکنش های مربوط به تثبیت کربن را انجام می دهند.
- ۴) همهٔ مواد آلی مورد نیاز خود را از گیاهان به دست می آورند.

۵- کدام عبارت، در مورد هر سامانهٔ تبدیل انرژی (فتوسیستم) موجود در غشای یک تیلاکوئید گیاه آفتابگردان صحیح است؟

(سراسری - ۹۸)

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

۶- دو گروه مهم باکتری های همزیست با گیاهان برخلاف قارچ های هم زیست با ریشهٔ گیاهان دانه دار چه مشخصه ای دارند؟

(سراسری خارج - ۹۸)

- ۱) با کمک انرژی نور خورشید، مادهٔ آلی می سازند.
- ۲) برای گیاهان، مواد معدنی و فسفات فراهم می کنند.
- ۳) مواد آلی را از اندام های غیرهوایی گیاهان دریافت می کنند.
- ۴) نیتروژن جو را به نیتروژن قابل استفادهٔ گیاهان تبدیل می کنند.

۷- در گیاهانی که روزنه ها به طور معمول در هنگام شب باز می شوند، کدام مورد صحیح است؟

(سراسری خارج - ۹۸)

- ۱) برخلاف گیاهان C3، در شرایطی وضعیت برای نقش اکسیژنازی آنزیم روپیسکو مساعد می گردد.
- ۲) همانند گیاهان C3، دو مرحله از تثبیت کربن را در یک زمان مشابه به انجام می رسانند.
- ۳) همانند گیاهان C4، فقط در صورت بسته بودن روزنهها، کربن را تثبیت می کنند.
- ۴) برخلاف گیاهان C4، فرایند تثبیت کربن آنها، در یک نوع یاخته انجام می گیرد.

پاسخ تشریحی سوالات

۴) **گزینه ۲** صورت سؤال اشاره به ریزوپایوم و سیانوباکتریها دارد که هر دوی آنها از باکتریهای تثبیت کنندهٔ نیتروژن اند و نیتروژن جو را تغییر می دهند. اما سیانوباکتری ها می توانند در بخش هایی از جمله ساقه و دمپرگ گیاهانی چون کونرا نیز یافت شوند [رد گزینه ۱] و ریزوپایوم ها نقشی در تثبیت کربن ندارند [رد گزینه ۳] و سیانوباکتریهای فتوسنتز کننده، خود، مواد غذایی خود را می سازند {رد گزینه ۴}

۵) **گزینه ۱** در آنتن هر فتوسیستم رنگیزه های متفاوتی یعنی کلروفیل های a و b و کاروتنوئیدها به همراه انواعی از پروتئین ها وجود دارند بنابراین گزینه (اصحیح) است. گزینه ۲ نادرست است چون در یک فتوسیستم دو مرکز واکنش وجود ندارد. گزینه ۳ نادرست است چون اولین دریافت کنندهٔ الکترون از فتوسیستم (با یکی از دو لایه فسفولیپیدی غش در تماس است) و گزینه ۴ نیز نادرست است چون آنتن های گیرندهٔ نور در یک فتوسیستم متعددند.

۶) **گزینه ۴** از باکتریهای همزیست با گیاهان میتوان سیانوباکتریها و ریزوپایومها را نام برد که تثبیت کنندهٔ نیتروژن بوده و نیتروژن جو را به نیتروژن قابل استفادهٔ گیاهان یعنی آمونیوم تبدیل می کنند اما قارچهای همزیست با گیاهان دانه دار، تثبیت کنندهٔ نیتروژن نیستند [تأیید گزینه ۴] ریزوپایوم ها فتوسنتز کننده نبوده و با نور خورشید، ماده آلی نمی سازند [رد گزینه ۱] تأمین فسفات برای گیاه پرمودهٔ ریزوپایوم و سیانو باکتری نیست [رد گزینه ۲] و سیانو باکتریها می توانند در اندام های هوایی گیاه یافت شوند و مواد آلی را از آن دریافت کنند {رد گزینه ۳}

۷) **گزینه ۴** منظور از گیاهانی که در آنها روزنه ها به طور معمول در هنگام شب باز می شوند گیاهان CAM است که در آنها برخلاف گیاهان C4 فرایند تثبیت کربن در یک نوع یاخته صورت می پذیرد بنابراین گزینه ۴ صحیح است. گزینه (ب) دلیل آن که در گیاهان CAM و C4 برخلاف گیاهان C3 به ندرت روپیسکو اکسیژن آزاد می کند و گزینه ۲ به دلیل آن که اولاً گیاهان C3 دو مرحله تثبیت CO2 ندارند و ثانیاً دو مرحله تثبیت CO2 در گیاهان CAM در دو زمان مختلف به انجام می رسد و گزینه ۳ به دلیل آن که تثبیت CO2 در گیاهان CAM هم در روز که روزنه ها بسته است و هم در شب که روزنه ها باز است، صورت می پذیرد نادرست هست.



- ۸- کدام عبارت، درباره هر سامانه تبدیل انرژی در غشای تیلاکوئید گیاه نرگس درست است؟
 (۱) مرکز واکنش آن، انرژی نور را میگیرد 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، مولکولهای سبزینه a (کلروفیل a) در بستری پروتئینی قرار دارند.
 (۴) با دریافت حداکثر جذب طول موج های ۷۰۰ تا ۶۸۰ نانومتر فعالیت خود را آغاز می کند.
- ۹- کدام عبارت، در مورد پاسخ گیاهان C4 به آب و هوای گرم و خشک درست است؟
 (۱) همواره همانند گیاهان C3، در پی خروج مولکول دو کربنی از کلروپلاست، CO₂ آزاد می کنند.
 (۲) برخلاف گیاهان CAM، دی اکسیدکربن جو را به صورت اسیدهای آلی تثبیت می نمایند.
 (۳) همانند گیاهان CAM، با اضافه کردن CO₂ جو ترکیب پنج کربنی، ترکیبی ناپایدار می سازند.
 (۴) برخلاف گیاهان C3، آنزیم تثبیت کننده دی اکسیدکربن آنها، به میزان زیاد فعالیت اکسیژنازی انجام می دهد.
- ۱۰- کدام عبارت، در ارتباط با هر فتوسیستم موجود در غشای تیلاکوئید گیاه آفتابگردان، صحیح است؟
 (۱) با دارا بودن کلروفیلهای P700 و P680 حداکثر جذب نوری را دارد.
 (۲) کمبود الکترونی آن، از طریق الکترونها حاصل از تجزیه آب جبران می گردد.
 (۳) انرژی جذب شده در آن، باعث میشود تا الکترونها از کلروفیل های a آزاد شوند.
 (۴) الکترونها خارج شده از آن، با عبور از پمپ غشایی، مقداری انرژی از دست می دهند.
- ۱۱- کدام عبارت، در مورد پاسخ گیاهان C4 به آب و هوای گرم و خشک صادق است؟
 (۱) همانند گیاهان CAM، آنزیم تثبیت کننده دی اکسیدکربن آنها، به میزان زیاد فعالیت اکسیژنازی هم انجام می دهد.
 (۲) برخلاف گیاهان C3، اسیدهای آلی حاصل از تثبیت دی اکسیدکربن جو را به یاخته های میانبرگ اسفنجی انتقال می دهند.
 (۳) برخلاف گیاهان C3، با تجزیه یک ترکیب دو کربنی در خارج از کلروپلاست، CO₂ تولید می کنند.
 (۴) همانند گیاهان CAM، توانایی انجام واکنش های مستقل از نور فتوسنتز را دارند.

پاسخ تشریحی سوالات

- ۸) **گزینه ۳** در مرکز هر فتوسیستم کلروفیل a و پروتئین وجود دارد بنابراین گزینه ۳ صحیح است. گزینه (په دلیل آن که انرژی از مرکز به آنتن منتقل نمی شود، گزینه ۲) به دلیل آن که در آنتن رئیکره های متنوعی وجود دارد و گزینه ۴) به دلیل آن که در یک فتوسیستم طول موج های ۷۰۰ و ۶۸۰ نانومتر هم حداکثر جذب ندارند نادرست اند.
- ۹) **گزینه ۳** همه گیاهان فتوسنتزکننده، چرخه کالوین انجام می دهند و طی آن با اضافه کردن CO₂ به ترکیب ریبولوزیسی فسفات پنج کربنه، ترکیب شش کربنه ناپایدار می سازند [تأیید گزینه ۳] گیاهان C4 تنفس نوری ندارند. طی تنفس نوری مولکول دو کربنه از کلروپلاست خارج شده و در میتوکندری، CO₂ آزاد می کند. همچنین آنزیم روپیسکو فعالیت اکسیژنازی زیادی انجام می دهد [رد گزینه های (۱) و (۴) گیاهان C4 همانند گیاهان CAM کربن دی اکسید جو را به صورت اسید آلی چهار کربنه تثبیت میکند [رد گزینه ۲].
- ۱۰) **گزینه ۳** با برخورد نور خورشید به فتوسیستم ها، انرژی الکترون های پراکنده شده در آنتن ها به مرکز فتوسیستم منتقل شده و کلروفیل a آنها یک جفت الکترون از دست می دهند [تأیید گزینه ۳] یک فتوسیستم نمی تواند هر دو کلروفیل P700 و P680 را داشته باشد [رد گزینه (۱) فقط کمبود الکترونی فتوسیستم با تجزیه آب جبران می شود [رد گزینه ۲] و الکترونها خارج شده از فتوسیستم (از پمپ غشایی عبور نمی کنند [رد گزینه ۴].
- ۱۱) **گزینه ۴** واکنش های مستقل از نور فتوسنتز در همه گیاهان فتوسنتزکننده انجام می شوند [تأیید گزینه ۴] طی تنفس نوری مولکول دو کربنه از کلروپلاست خارج شده و در میتوکندری، CO₂ آزاد میکند، همچنین آنزیم روپیسکو فعالیت اکسیژنازی زیادی انجام می دهد (اما گیاهان C4 تنفس نوری ندارند [رد گزینه های (۱) و (۳) گیاهان C4 اسید آلی چهار کربنه حاصل از کربن دی اکسید جو را به یاخته های غلاف آوندی انتقال می دهند [رد گزینه ۲]

۱۲- کدام عبارت، دربارهٔ سازگاری گیاهانی با برگ و ساقهٔ گوشتی و پر آب که در طول روز با دما و نور شدید و کمبود آب مواجه اند، در پاسخ به گرما و خشکی زیاد، **نادرست** است؟

(سراسری - ۹۶)

۱) در هنگام شب، کربن دی اکسید از طریق روزنه ها وارد گیاه می شود.

۲) در هنگام روز، فرآیندی مانع انجام واکنش های چرخهٔ کالوین می شود.

۳) در هنگام روز، کربن دی اکسید آزاد شده به درون سبزیسه ها انتشار می یابد.

۴) در هنگام شب، اسیدهای آلی ناشی از تثبیت کربن دی اکسید، در سیتوپلاسم ذخیره می شود.

۱۳- کدام عبارت، دربارهٔ هر یاخته ای که توانایی همهٔ فعالیت های متابولیسمی خود را دارد و غشای پلاسمایی آن فاقد رنگیزه های جاذب نور است درست است؟

(سراسری خارج - ۹۶)

۱) با مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن، ترکیبات مختلف سه کربنی ایجاد می کند.

۲) هر مولکول ATP را می تواند با کمک انرژی حاصل از انتقال الکترون ها بسازد.

۳) با اضافه کردن یک مولکول کربن دی اکسید به مولکول پنج کربنی، ترکیبی شش کربنی می سازد.

۴) الکترون های NADH را به پیرووات حاصل از قندکافت یا یک پذیرندهٔ آلی دیگر منتقل می نماید

۱۴- در هر زنجیره انتقال الکترون غشاء تیلاکوئیدهای گیاه داوودی، کدام اتفاق روی می دهد؟

(سراسری - ۹۵)

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

۲) الکترون ها به نوعی سبزینه a منتقل می شوند.

۳) الکترون های پرانرژی به یونهای هیدروژن می پیوندند.

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

۱۵- هر گیاهی که قادر است کربن دی اکسید را فقط تثبیت کند، در نور و گرمای زیاد،

(سراسری - ۹۵)

۱) هنگام شب - اسیدهای آلی را به درون سبزیسه ها انتشار می دهد.

۲) در ترکیب چهار کربنی - به کمک ATP ، NADH تولید می نماید.

۳) توسط چرخه کالوین - بدون حضور اکسیژن، NADH می سازد.

۴) هنگام روز - فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو را افزایش می دهد

پاسخ تشریحی سوالات

۱۲) **گزینه ۳** منظور سوال گیاهان CAM است که در آنها به دلیل مکانیسمهایی که ایجاد شده است در طول روز ممانعتی از واکنشهای چرخه کالوین صورت نمی پذیرد یعنی تنفس نوری وجود ندارد بنابراین **گزینه ۲ نادرست** است. **گزینه های ۱ ، ۳ و ۴** به وقایع مختلفی که به منظور تثبیت CO₂ در گیاهان CAM صورت می پذیرد اشاره دارند و صحیح اند.

۱۳) **گزینه ۱** سلولهای یوکاریوتی فاقد رنگیزههایی جاذب نور در غشای پلاسمایی (یاخته ای) خود می باشند. هر سلول زندهای در کلایکولیز یا مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن ترکیبات مختلف سه کربنی ایجاد می کند: دلیل رد **گزینه ۲** این است که گلبولهای قرمز فاقد میتوکندری بوده و قادر به تنفس هوازی نمی باشند و زنجیره انتقال الکترون ندارند. در **گزینه ۳** فقط سلولهای قنوسنتز کننده قادر به انجام چرخه کالوین می باشند و سلولهای دیگر قادر به انجام چرخه کالوین نمی باشند. در **گزینه ۴** همه سلول ها تخمیر انجام نمی دهند.

۱۴) **گزینه ۴** بر اثر عملکرد زنجیره انتقال الکترون در غشا تیلاکوئیدها، انرژی الکترون ها به طور موقت و به شکل انرژی شیمیایی در ساختار نوعی ترکیب NADPH یا ATP ذخیره می شود [تأیید **گزینه ۴**] در زنجیره انتقال الکترون دوم که بین قنوسیستم او NADP⁺ قرار دارد، یونهای هیدروژن چابہ جا نشده و الکترونها به NADP⁺ منتقل می شوند، نه سبزینه a [رد **گزینه های ۱ و ۲**] در زنجیره های انتقال الکترون تیلاکوئیدها، الکترونها به یونهای هیدروژن نمی پیوندند [رد **گزینه ۳**].

۱۵) **گزینه ۳** هر یاخته زنده قادر به انجام کلایکولیز و تولید ATP و NADH بدون حضور اکسیژن است. دلیل رد **گزینه ۱**: هیچ گیاهی CO₂ را فقط در شب تثبیت نمی کند. **گزینه ۲**: گیاهی که CO₂ را فقط در ترکیب چهار کربنه تثبیت کند وجود ندارد. **گزینه ۴**: گیاهان C₄ فقط هنگام روز CO₂ را تثبیت می کنند اما در نور و فعالیت زیاد، فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو را افزایش نمی دهند



(سراسری خارج - ۹۴)

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

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۷- هر گیاهی که در دمای بالا و شدت زیاد نور قطعاً

(سراسری - ۹۴)

- ۱) از افزایش دفع آب جلوگیری می کند- در هنگام شب روزنه های خود را کاملاً باز می نماید.
 ۲) فرایند فتوسنتز را متوقف می سازد- می تواند به تولید ATP در غیاب اکسیژن بپردازد.
 ۳) فتوسنتز می کند- کربن دی اکسید را در دو نوع یاخته خود تثبیت می کند.
 ۴) بر تنفس نوری غلبه می نماید- فتوسنتز را با کارایی بسیار پایینی انجام می دهد.
 ۱۸- همه ی باکتری های می توانند، نمایند.

(سراسری - ۹۳)

- ۱) نیترات ساز - در غیاب اکسیژن، ATP تولید
 ۲) تثبیت کننده ی نیتروژن - کربن دی اکسید جو را تثبیت
 ۳) فتوسنتز کننده ارغوانی - برای تولید ماده ی آلی، سولفید هیدروژن را تولید
 ۴) فتوسنتز کننده غیر گوگردی - از ترکیبات آلی به عنوان منبع الکترون برای فتوسنتز، استفاده

(سراسری خارج - ۹۳)

۱۹- هر باکتری می تواند

- ۱) فتوسنتز کننده - از میزان سولفید هیدروژن محیط بکاهد.
 ۲) نیترات ساز - پیروویک اسید را تولید و مصرف نماید.
 ۳) مصرف کننده - از طریق زنجیره ی انتقال الکترون، NAD^+ را بازسازی نماید.
 ۴) تثبیت کننده ی نیتروژن - با استفاده از کربن غیر آلی، ترکیبات آلی متنوعی بسازد

پاسخ تشریحی سوالات

۱۶) **گزینه ۱** فقط پ درست است، چون الکترونهای پر انرژی خارج شده از P680 ضمن از دست دادن انرژی، به P700 منتقل می شوند.

۱۷) **گزینه ۲** همه گیاهان گلیکولیز و تولید ATP در شرایط پی هوائی را دارند [تأیید گزینه ۲] سایر گزینه ها نادرست اند چون همه گیاهان دارای روزنه، وقتی در پراپر دمای بالا و شدت نور زیاد قرار می گیرند، میتوانند دهانه روزنه هایشان را ببندند اما بسته شدن روزنه ها در این شرایط ربطی به باز شدن آنها در شب ندارد و این ویژگی مخصوص گیاهان CAM است. [رد گزینه ۱] علاوه گیاهان CAM در دمای بالا و نور زیاد فتوسنتز می کنند اما کربن دی اکسید را در دو بخش یک سلول خود، تثبیت میکنند نه دو نوع سلول [رد گزینه ۳] و گیاهان C4 در دمای بالا و شدت نور زیاد پر تنفس نوری غلبه می کنند اما فتوسنتز را با کارایی بالا انجام میدهند. [رد گزینه ۴]

۱۸) **گزینه ۱** توجه داشته باشید، به هر حال همه باکتری ها، مرحله اول تنفس سلولی یعنی گلیکولیز را دارند و در این مرحله پی هوائی، ATP تولید می شود [تأیید گزینه ۱] دلیل رد گزینه ۲؛ غلط است چون در پیرن باکتریها، همه تثبیت کننده های نیتروژن، فتوسنتز کننده نیستند، یعنی نمی توانند کربن دی اکسید جو را تثبیت کنند (مثل ریزوبیوم). گزینه ۳ غلط است چون باکتری های فتوسنتز کننده ارغوانی H_2S را مصرف می کنند و نهایتاً گزینه ۴ یک نکته بسیار جالب دارد، دقت کنید که منظور از باکتری فتوسنتز کننده غیر گوگردی، سیانوباکتریها است که منبع الکترون آن برای تولید ترکیبات آلی آب است

۱۹) **گزینه ۲** توجه داشته باشید که هر یاخته زنده قادر به تولید و مصرف، ATP پیرووات و NADH می باشد.
 بررسی سایر گزینه ها: گزینه ۱: هر باکتری فتوسنتز کننده، لزوماً گوگردی نیست. گزینه ۳: هر باکتری مصرف کننده، لزوماً هوائی نیست.
 گزینه ۴: هر باکتری تثبیت کننده نیتروژن لزوماً فتوسنتز کننده نیست.

