



۸. شارش انرژی در جانداران

چند برگ درخت ممکن است به نظر شما چندان خوشمزه نباشند، اما غذای عمده این بزرگ است. جانداران برای ادامه زندگی به نیاز دارند.

پیش نیازها

- پیش از مطالعه این فصل باید بتوانید :
- پیوندهای شیمیایی مولکول ها را شرح دهید،
- ترازهای انرژی را در یک اتم یا مولکول تعریف کنید،
- ویژگی های مواد آلی را نام ببرید،
- میتوکندری و کلروپلاست را با یک دیگر مقایسه کنید،
- انواع انتقال (ترابری) را از غشای سلولی بیان کنید.

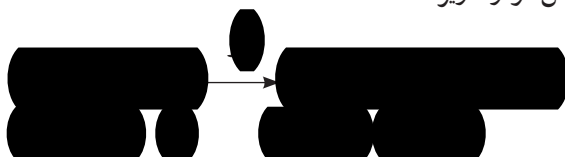


فتوسنتزکنندگان از [] استفاده می کنند.

حدود [] از انرژی نور خورشید را که به زمین می رسد، به دام می اندازند و آن را در فرآیند فتوسنتز به [] تبدیل می کنند. در نگاهی کلی، فتوسنتز سه مرحله اصلی دارد (شکل ۱- ۸- ب):

مرحله ۱: []
مرحله ۲: انرژی نوری به [] تبدیل می شود و به طور موقت در [] و [] ذخیره می شود.

مرحله ۳: []: [] شکل [] را از [] ممکن می سازد.
محل انجام فتوسنتز در سلول های گیاهی و جلبک ها در [] (شکل ۱- ۸- الف) و در باکتری های فتوسنتزکننده [] است.
خلاصه فرآیند فتوسنتز به شکل موازنه زیر است:



این موازنه چیزی از [] فتوسنتز نشان نمی دهد، بلکه صرفاً نشان می دهد که چه موادی مصرف و چه موادی تولید می شوند. گیاهان از ترکیب های حاصل از فتوسنتز برای انجام [] خود استفاده می کنند. مثلاً [] این قندها برای ساخت [] و [] برای ساخت [] مصرف می شوند. گیاه در صورت نیاز [] را تجزیه و از آن برای ساخت [] مورد نیاز متابولیسم سلولی، استفاده می کند. حاصل تجمع و تغییر بخش هایی از قندهای []

* آدنوزین تری فسفات

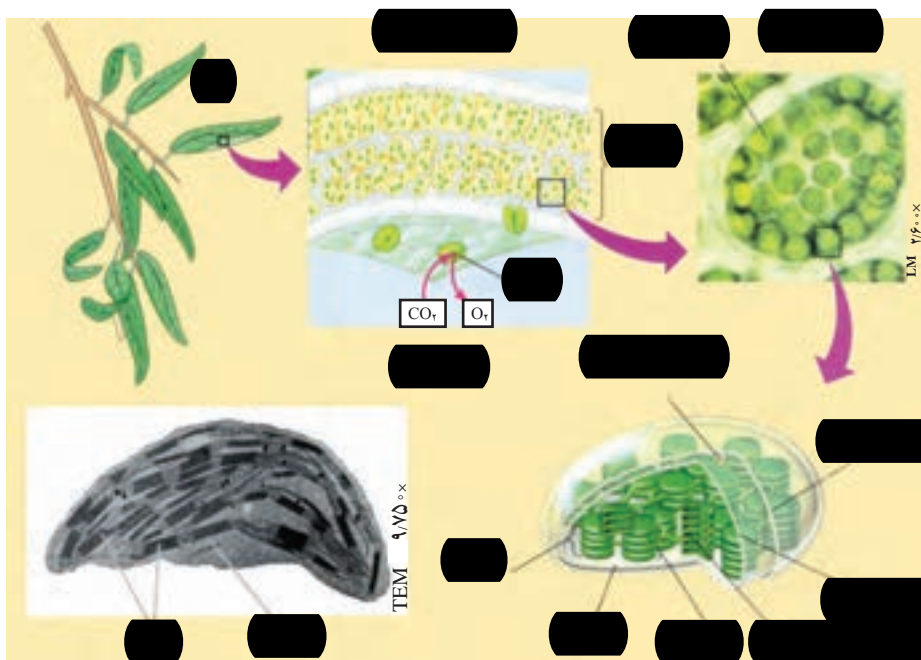
* نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات

ساخته شده در گیاه هستند.

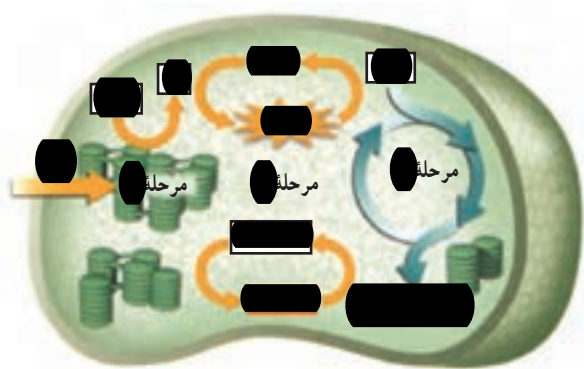
بیشتر بدانید



به موازنه فتوسنتز دقت کنید. اکسیژنی که در فتوسنتز تولید می شود از شکستن مولکول آب حاصل می شود یا CO_2 ؟ تا مدت ها دانشمندان تصور می کردند که اکسیژنی که در فتوسنتز آزاد می شود، از تجزیه دی اکسید کربن به وجود می آید. گروهی از دانشمندان با انجام فتوسنتز در جلبک تک سلولی کلرلا، با استفاده از دی اکسید کربن نشاندار شده با ایزوتوپ رادیواکتیو اکسیژن، مشخص کردند که اکسیژن تولیدی در فتوسنتز از تجزیه مولکول های آب حاصل می شود و نه دی اکسید کربن. زیرا اتم های تشکیل دهنده گاز اکسیژن تولید شده در این آزمایش، نشاندار نبودند.



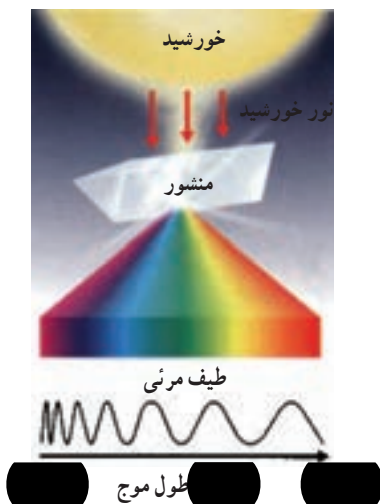
شکل ۸-۱ الف - موقعیت و ساختار کلوروبلاست ها



شکل ۱- ۸ - ب - فتوسنتز - فرآیند فتوسنتز در مرحله انجام می شود.

در مرحله ۱ جذب می شود.

واکنش هایی که در مراحل ۱ و ۲ رخ می دهند نامیده می شوند. این واکنش ها بدون نور انجام می شود. پرتوهای نور خورشید از آسمان به زمین می آید. ما فقط قادر به دیدن نور مرئی هستیم (شکل ۲ - ۸).



شکل ۲ - ۸ - طیف نور مرئی. نور خورشید

طول موج های مرئی را دارد. اگر نور خورشید را از منشور عبور دهیم، به رنگ های مختلف تجزیه می شود.



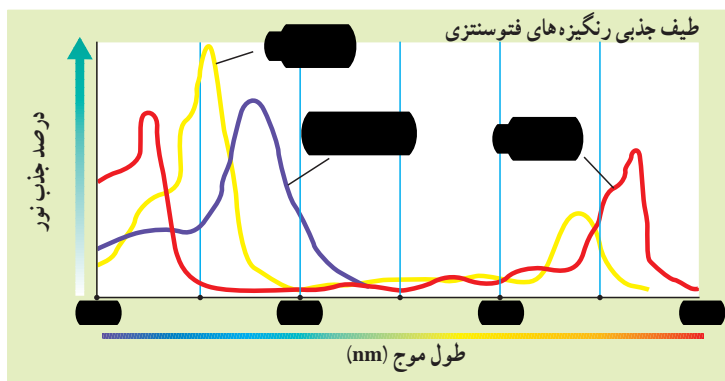
DARTKHOONA.IR

گروه آموزشی
دور خون

DARTKHOONA.IR

گروه آموزشی
دور خون

طول موج های مختلف نور را جذب می کنند : چگونه چشم انسان و یا یک برگ، نور را جذب می کنند؟ این ساختارها موادی دارند که نور را جذب می کنند. به این مواد گفته می شود. رنگیزه ها بعضی از طول موج ها را در بعضی دیگر را جذب می کنند. رنگیزه ها در فتوسنتز است، بخش اعظم نور را جذب و نور را منعکس می کند. انعکاس نور موجب می شود که گیاهان، به خصوص برگ های آنها دیده شوند. گیاهان و جلبک های سبز نوع کلروفیل دارند. هر دو نوع کلروفیل در گیاه نقش مهمی دارند. گروهی دیگر از رنگیزه ها هستند که موجب پیدایش رنگ های در گیاه می شوند. طول موج هایی که کاروتنوئیدها جذب می کنند با طول موج هایی که کلروفیل ها جذب می کنند است؛ به همین علت استفاده از این دو گروه رنگیزه موجب می شود تا توسط گیاه بیشتر شود. در شکل ۳ - ۸ طیف جذبی کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها را در طول موج های مختلف نور مشاهده می کنید.



شکل ۳-۸ - نور هنگام فتوسنتز جذب می شود. کلروفیل ها نور را بیشتر جذب می کنند. در حالی که کاروتنوئیدها نور را بیشتر جذب می کنند.

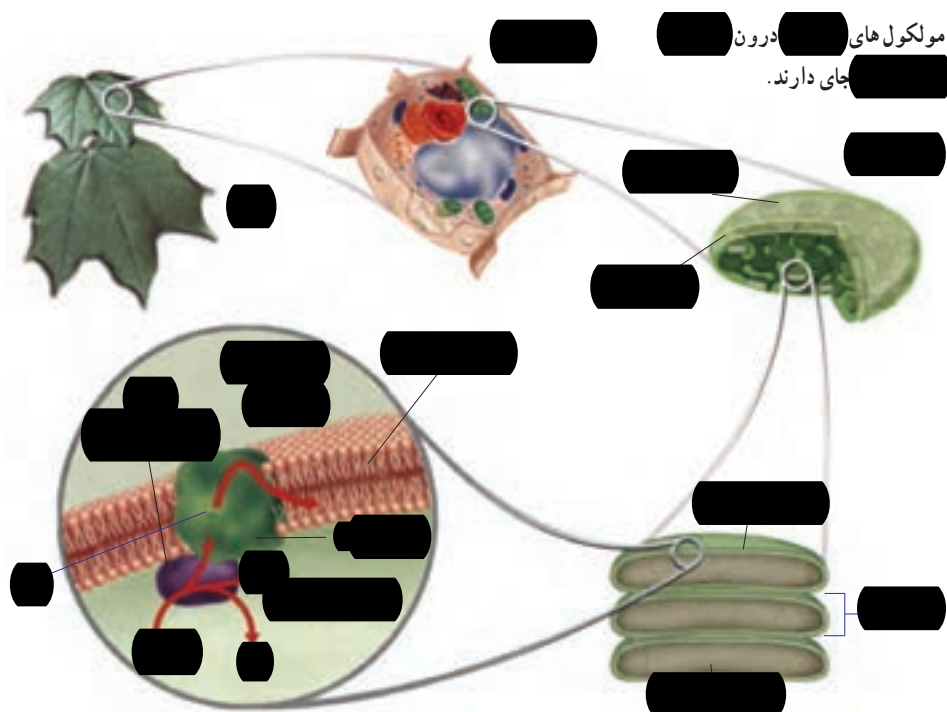
رنگیزه های فتوسنتزی درون قرار دارند : درون کلروپلاست ساختارهای شکل به نام وجود دارند. تیلاکوئیدها در واقع ساختارهایی از جنس هستند. دسته های رنگیزه درون جای گرفته اند (شکل ۴-۸). این رنگیزه ها به

۱-Pigment

۲-Thylakoid



همراه [] دو گروه ساختاری به نام [] و [] را درون [] سازمان
می دهند. در هر فتوسیستم نوع خاصی از کلروفیل [] وجود دارد. حداکثر جذب نوری کلروفیل [] در
فتوسیستم I [] و در فتوسیستم II [] نانومتر است؛ به همین دلیل به این کلروفیل ها [] و
[] گفته می شود. مولکول هایی به نام [] دو فتوسیستم را به هم وصل می کنند. انرژی
نوری که به تیلاکوئیدها برخورد کرده است با فعالیت هم زمان [] جذب،
متمرکز و به کلروفیل های [] منتقل می شود. این انرژی []
چنین الکترون هایی را که دارای انرژی اضافی شده اند [] می نامند. الکترون های
برانگیخته کلروفیل [] و [] فتوسیستم ها را ترک می کنند. این فتوسیستم ها کمبود الکترونی
خود را چگونه جبران می کنند؟ الکترون هایی که فتوسیستم [] از دست می دهد با الکترون های خارج
شده از فتوسیستم [] و الکترون هایی که از فتوسیستم [] خارج شده اند با الکترون های حاصل از []
جانشین می شوند. در واقع اتم های [] حاصل از تجزیه آب، الکترون های خود را به کلروفیل
می دهند که نتیجه آن تشکیل [] است. اکسیژن های حاصل نیز با هم ترکیب می شوند
و گاز اکسیژن [] را تولید می کنند.

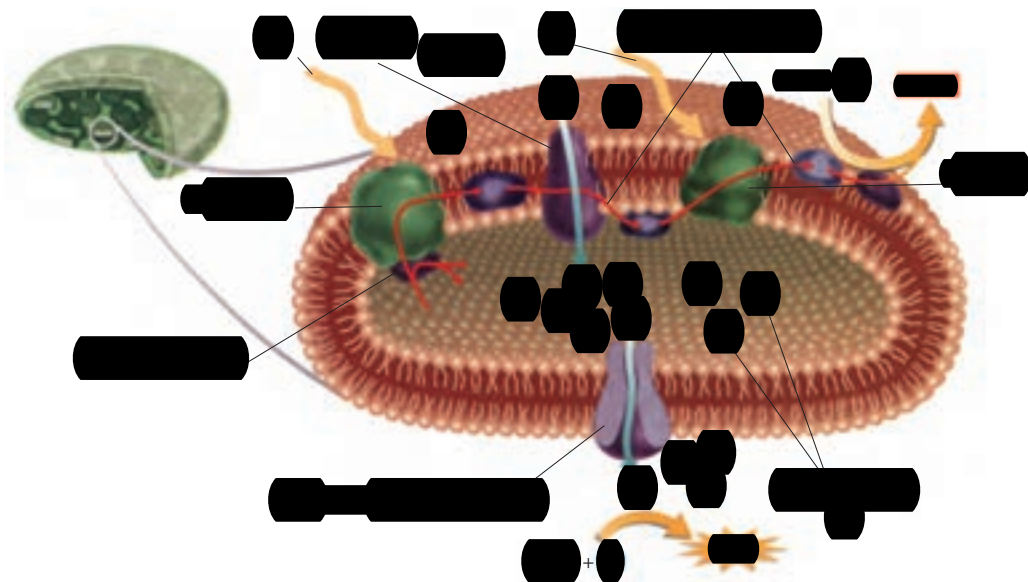


شکل ۴-۸ - کلروپلاست درون سلول



در مرحله دوم، انرژی به انرژی تبدیل می شود.

الکترون های برانگیخته که مولکول های را ترک کرده اند، صرف تولید مولکول هایی می شوند که مانند . الکترون برانگیخته در غشای تیلاکوئید از یک مولکول به مولکول مجاور می رود، در واقع الکترون برانگیخته، واقع در غشای تیلاکوئید را یکی پس از دیگری پشت سر می گذارد. برای درک این مطلب در نظر بگیرید به همراه چند نفر از دوستانتان در یک ردیف ایستاده اید و توبی را دست به دست می کنید. در این مثال توپ نقش الکترون برانگیخته و هر یک از شما نقش مولکول هایی را بازی می کند که در غشای تیلاکوئید قرار دارند و الکترون برانگیخته را دریافت می کنند. این مولکول ها در غشای تیلاکوئید را تشکیل می دهند. مسیر عبور الکترون های برانگیخته را در زنجیره انتقال الکترون در شکل ۵ - ۸ مشاهده می کنید.



شکل ۵ - ۸ - زنجیره های انتقال الکترون در فتوسنتز. زنجیره های انتقال الکترون انرژی را به انرژی تبدیل می کنند.

عملکرد زنجیره های انتقال الکترون : چگونه از زنجیره های انتقال الکترون برای ایجاد مولکول های ذخیره کننده انرژی استفاده می شود؟ یکی از اجزای زنجیره های انتقال الکترون در غشای تیلاکوئیدی دارای () است که همانند یک () عمل می کند (شکل ۵ - ۸). الکترون های



DARTSKHOONA.IR

گروه آموزشی
دور خون

DARTSKHOONA.IR

گروه آموزشی
دور خون

رانگیخته از فتوسیستم هنگام عبور از این پمپ مقداری از H_2O خود را از دست می دهند. این پمپ از H_2O برای O_2 استفاده می کند. به یاد دارید که هنگام شکستن مولکول آب نیز مقداری H_2O درون تیلاکوئید تولید می شود. با ادامه این روند تراکم یون های هیدروژن درون تیلاکوئید، نسبت به بیرون H_2O می یابد. در نتیجه یک پتانسیل دو سوی غشای تیلاکوئید به وجود می آید. بنابراین یون های هیدروژن، بر اساس شیب غلظت خود، تمایل دارند به بیرون از تیلاکوئید انتشار یابند. هیدروژن ها از طریق ATP که در H_2O قرار دارند، از تیلاکوئید خارج می شوند. این پروتئین ها از این نظر که H_2O منحصر به فردند، یعنی در حال عبور دادن یون های هیدروژن از بخش کانال خود، به H_2O گروه می افزایند و H_2O تولید می کنند. به تولید ATP در فتوسنتز H_2O می گویند، زیرا انرژی عامل اولیه روند تولید ATP در کلروپلاست هاست. در حالی که یک H_2O انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم می کند، زنجیره انتقال الکترون دیگری انرژی مورد نیاز برای ساخت H_2O را تأمین می کند. یک مولکول H_2O است که الکترون های پرانرژی را برای ساخت H_2O در مرحله H_2O فراهم می کند. برای ساخت H_2O الکترون های برانگیخته در این زنجیره انتقال الکترون، به یون های H_2O می پیوندند و موجب تبدیل یک H_2O به نام H_2O^+ به مولکول H_2O می شوند (شکل ۵-۸).

در مرحله سوم انرژی در H_2O ذخیره می شود.

حاصل مرحله اول و دوم فتوسنتز تولید مولکول های H_2O و H_2O است. این مولکول ها به طور موقت H_2O ذخیره می کنند. در مرحله سوم یا مرحله پایانی فتوسنتز از اتم های H_2O گاز H_2O برای ساخت H_2O استفاده می شود. این ترکیب H_2O در خود ذخیره دارند. استفاده از دی اکسید کربن برای ساخت ترکیب های آلی H_2O نامیده می شود. واکنش هایی را که منجر به تثبیت دی اکسید کربن می شوند، واکنش های H_2O یا واکنش های H_2O می نامند.

موجودات فتوسنتز کننده به روش دی اکسید کربن را تثبیت می کنند:

چرخه کالوین: چرخه کالوین روش تثبیت CO_2 در جانداران H_2O است. طی این چرخه مجموعه ای از واکنش ها در نهایت منجر به تولید H_2O می شوند (شکل ۶-۸).



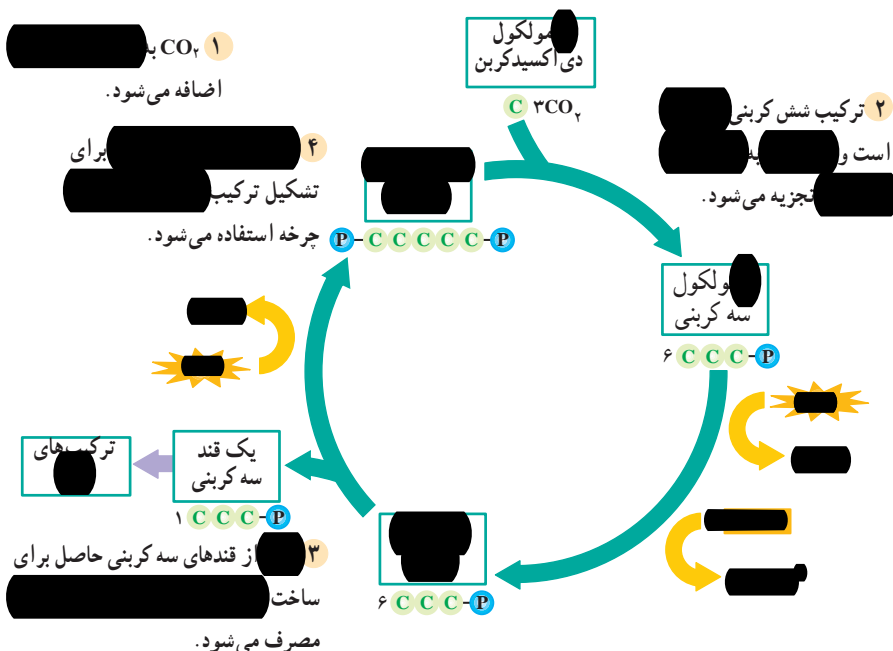
گام ۱: هر مولکول [] با کمک [] به یک ترکیب [] اضافه می شود و یک ترکیب [] تولید می کند.

گام ۲: ترکیب شش کربنی حاصل [] از افزودن انرژی [] و الکترون های [] به این ترکیب [] تشکیل می شود.

گام ۳: تعدادی از قندهای سه کربنی حاصل برای ساخت [] مانند [] به مصرف می رسند.

گام ۴: از تعدادی دیگر از قندهای سه کربنی برای تولید [] استفاده می شود. در نتیجه آن، چرخه یک بار دیگر آغاز می شود.

این واکنش ها به طور چرخه ای انجام می گیرند، زیرا ترکیب پنج کربنی را بازسازی می کنند. در مجموع برای تشکیل هر مولکول قند سه کربنی، [] مولکول دی اکسید کربن وارد چرخه می شود، به عبارتی [] چرخه کالوین یک قند سه کربنی ساخته و از چرخه خارج می شود. ATP و NADPH حاصل از واکنش های [] مورد نیاز چرخه کالوین را فراهم می کند.



شکل ۶-۸ - چرخه کالوین. چرخه کالوین رایج ترین روش [] است.



بیشتر بدانید



چگونه چرخه کالوین کشف شد؟

در سال ۱۹۵۴ گروهی از پژوهشگران به سرپرستی «ملوین کالوین»، با استفاده از ایزوتوپ رادیواکتیو کربن در واکنش های فتوسنتزی به این نتیجه رسیدند که در کلروپلاست ها، دی اکسید کربن پس از انجام مجموعه ای از واکنش های آنزیمی چرخه ای به قند تبدیل می شود. آنان جلبک کلرلا را در معرض دی اکسید کربن نشاندار قرار دادند و با جداسازی و شناسایی ترکیب های حاصل، دریافتند که پس از حدود پنج ثانیه، یک ترکیب سه کربنی نشاندار در جلبک به وجود آمده است. با استفاده از این روش، پژوهشگران چرخه کالوین را کشف کردند.

عوامل مؤثر بر فتوسنتز : عوامل **فتوسنتز** تأثیر می گذارند. محسوس ترین

عامل **فتوسنتز** است. به طور کلی سرعت فتوسنتز با افزایش **فتوسنتز** تا حدی که **فتوسنتز** زیاد می شود. در این حالت فتوسنتز به نقطه **فتوسنتز** خود می رسد، زیرا رنگیزه ها در این حالت نمی توانند نور **فتوسنتز** جذب کنند. تا حدی معین نیز موجب افزایش سرعت فتوسنتز می شود.

فتوسنتز مانند سایر فرآیندهای متابولیکی، مرتبط با **فتوسنتز** است. به یاد دارید که **فتوسنتز** برای فعالیت آنزیم ها مناسب است. به همین دلیل فتوسنتز در دامنه ای خاص از دماهای محیطی **فتوسنتز** انجام می شود. دماهای خارج از این دامنه ممکن است موجب **فتوسنتز** سطح بهینه فتوسنتز هر گیاه خاص، به **فتوسنتز** بستگی دارد.

مانع فتوسنتز است : تنفس نوری فرآیندی وابسته به **فتوسنتز** است که طی آن **فتوسنتز** جذب و آزاد می شود. این فرآیند در **فتوسنتز** گیاهان همراه با **فتوسنتز** تنفس نوری مانع از **فتوسنتز** می شود و به همین دلیل به عنوان فرآیندی مخالف با **فتوسنتز** در نظر گرفته می شود. همان طور که قبلاً گفته شد هر مولکول دی اکسید کربن که وارد چرخه کالوین می شود ابتدا با یک مولکول **فتوسنتز** ترکیب می شود. آنزیمی که این واکنش را کاتالیز می کند **فتوسنتز** نام دارد. در ادامه این واکنش نیز **فتوسنتز** تشکیل می شود. آنزیم روپیسکو می تواند



نیز واکنش دهد، به عبارتی این آنزیم نه تنها موجب [redacted] می شود، بلکه [redacted] را نیز کاتالیز می کند. به همین دلیل این آنزیم [redacted] مشهور شده است. بنابراین مقادیر نسبتاً بالای CO_2 به نفع فرایند [redacted] و مقادیر نسبتاً بالای اکسیژن به نفع فرایند [redacted] است.

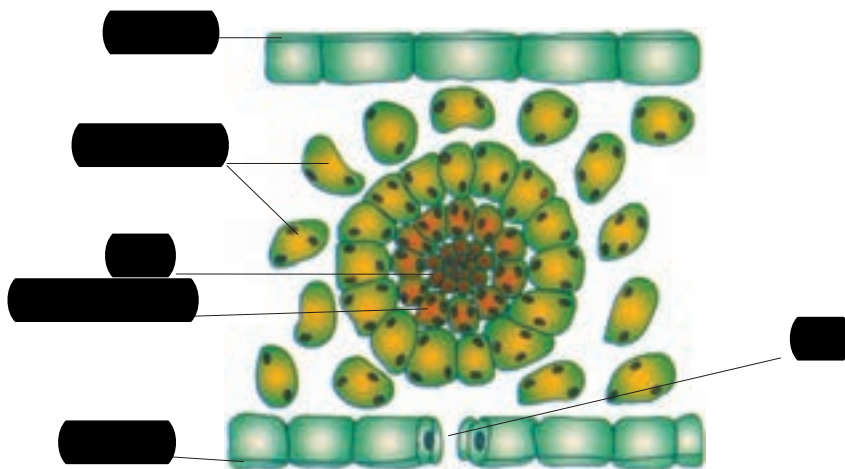
در تنفس نوری، مولکول [redacted] که به [redacted] ترکیب شده است، تجزیه و از آن [redacted] حاصل می شود. [redacted] از [redacted] خارج و با واکنش هایی که بخشی از آنها در [redacted] انجام می شود آزاد می کنند. توجه داشته باشید که در فرایند تنفس نوری برخلاف تنفس سلولی، مولکول [redacted] تولید نمی شود (فرایند تنفس سلولی را در ادامه این فصل می خوانید).

سازگاری های ویژه ای تنفس نوری را کاهش می دهند: هوای [redacted] تعرق گیاه را افزایش می دهد. از طرفی افزایش تعرق باعث می شود تا گیاه آب را از راه [redacted] از دست بدهد. به همین دلیل روزه های [redacted] گیاهان در هوای گرم و خشک [redacted] می شوند. بسته بودن روزه ها ممکن است [redacted] را به حدی پایین آورد که وضع را برای انجام [redacted] مناسب سازد، زیرا CO_2 نه فقط وارد برگ نمی شود، بلکه با انجام فتوسنتز [redacted] نیز می شود. این وضع سبب کاهش [redacted] و در نتیجه مناسب شدن شرایط لازم برای فعالیت [redacted] می شود. برای مقابله با این وضع چه سازگاری هایی در گیاهان انجام شده است؟

گیاهان C_4

گیاهان برای تثبیت دی اکسیدکربن [redacted] استفاده می کنند. به این گیاهان، گیاهان C_4 می گویند زیرا اولین مولکول پایداری که در آنها تشکیل می شود [redacted] است. در بعضی گیاهان، مانند [redacted]، [redacted] قبل از چرخه کالوین واکنش های دیگری انجام می گیرد. حاصل تثبیت دی اکسیدکربن در این واکنش ها [redacted] است. به همین دلیل این گیاهان را گیاهان C_4 می نامند. سلول های میانبرگ این گیاهان به دو شکل یافت می شوند:

۱- لایه ای از سلول های [redacted] به نام سلول های [redacted] که دور تا دور [redacted] را احاطه می کند (شکل ۷-۸).



شکل ۷-۸ - آناتومی برگ یک گیاه C_4

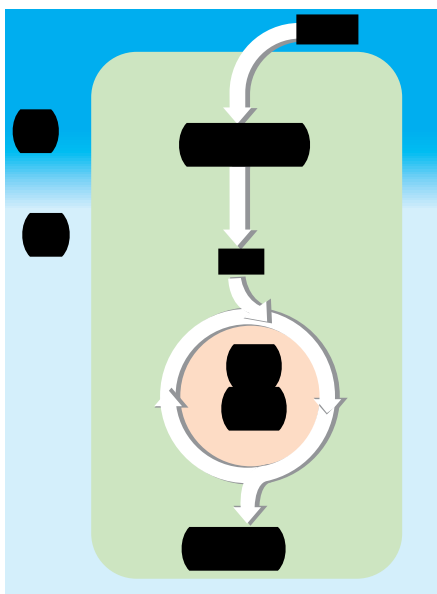
۲- سلول‌های [] که در تماس با [] هستند و در اطراف سلول‌های [] قرار دارند.

گیاهان C_4 برای تثبیت CO_2 از مسیری [] مرحله‌ای استفاده می‌کنند. در این مسیر دو سیستم آنزیمی متفاوت و مجزا درگیر هستند. اولین سیستم در سلول‌های [] عمل می‌کند. این سیستم آنزیمی در واکنش‌های مربوط به ترکیب [] شرکت می‌کند. [] حاصل به سلول‌های [] منتقل می‌شود. دومین سیستم آنزیمی در سلول‌های [] عمل می‌کند. در این سلول‌ها [] آزاد و وارد [] می‌شود و همانند چرخه کالوین در گیاهان [] را می‌سازد.

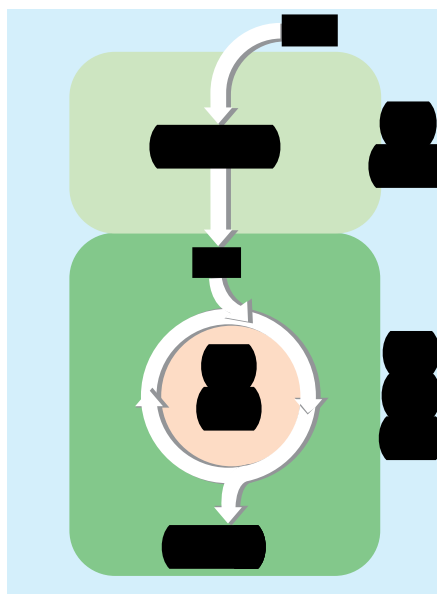
سیستم آنزیمی که در سلول‌های میانبرگ وجود دارد به طور مؤثری منجر به [] می‌شود. بنابراین تراکم CO_2 درون سلول‌های غلاف آوندی در مقایسه با جو [] است. این حالت وضع را برای انجام [] مناسب می‌کند و مانع از انجام [] می‌شود. وجود [] در اطراف [] در گیاهان [] سبب شده است که حتی با وجود [] عوامل مناسب برای تنفس نوری، این گیاهان بر تنفس نوری غلبه کنند. بنابراین گیاهان C_4 می‌توانند در حالی که روزنه‌های آنها [] است در دماهای بالا و شدت‌های زیاد نور به [] عمل کنند و هم چنین مانع از [] شوند. به همین دلیل گیاهان C_4 در [] سریع‌تر از گیاهان C_3 رشد می‌کنند. کارایی گیاهان C_4 در [] تقریباً برابر گیاهان C_3 است.



نوعی دیگر از اختصاصی شدن فتوسنتز در [redacted] مانند [redacted] وجود دارد. این نوع فتوسنتز را [redacted] یا [redacted] می نامند. این نوع فتوسنتز، سازشی مهم برای گیاهان ساکن [redacted] یا در وضعیت های [redacted] است. روزه های گیاهان [redacted] برخلاف گیاهان [redacted] در شب باز می شود. این گیاهان در شب [redacted] را به صورت [redacted] تثبیت و سپس در [redacted] ذخیره می کنند. طی روز که [redacted] بالا می آید، روزه ها [redacted] تا از انجام [redacted] می تواند برای گیاه مرگ آور باشد، ممانعت کنند. [redacted] که در شب تشکیل شده اند، در روز [redacted] آزاد می کنند. دی اکسید کربن به درون [redacted] انتشار می یابد و وارد [redacted] می شود که مولکول های پرانرژی مورد نیاز خود را از [redacted] گرفته است. کارایی فتوسنتز نوع CAM چندان بالا [redacted] گیاهانی که این نوع فتوسنتز را انجام می دهند، گرچه قادر به حفظ بقای خود در گرمای شدیدند، اما [redacted] رشد می کنند.



ب



الف

شکل ۸-۸ - تثبیت کربن در گیاهان C₃ (الف) و CAM (ب)



فعالیت

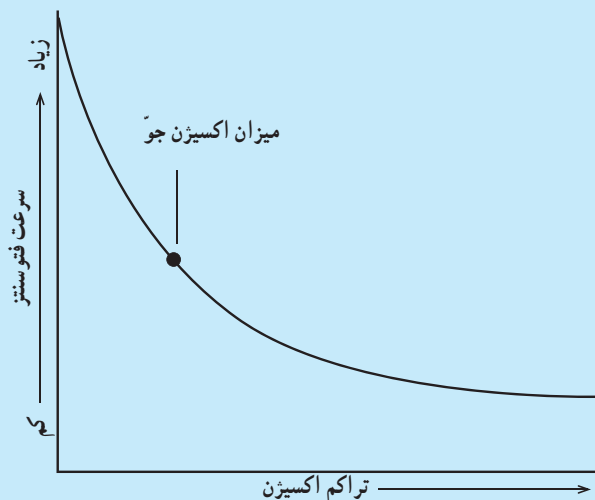


- ۱- گیاهان گلدانی در [] رشد می کنند، اما بعضی دیگر از آنها به [] نیاز دارند. چند گونه از گیاهان گلدانی را که در گلخانه ها، یا گل فروشی ها موجودند از این نظر بررسی کنید. گیاهان گلدانی که در خانه ها نگهداری می شوند بیشتر در کدام دسته قرار می گیرند؟
- ۲- همان طور که در شکل ۷-۸ مشاهده می کنید، بین سلول های غلاف آوندی فضای سلولی یافت نمی شود و این سلول ها به هم فشرده اند. آیا می توانید دلیلی برای این به هم فشردگی سلول های غلاف آوندی ارائه دهید؟

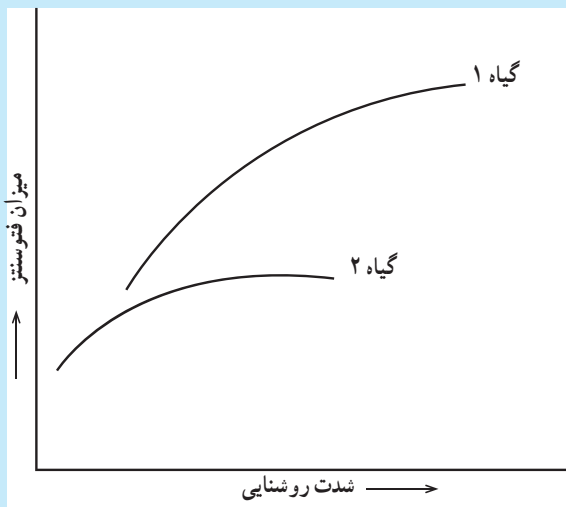
فعالیت



- ۱- نمودار زیر را تفسیر کنید.



۲- با توجه به نمودار زیر درباره نوع فتوسنتز گیاهان ۱ و ۲ بحث کنید.



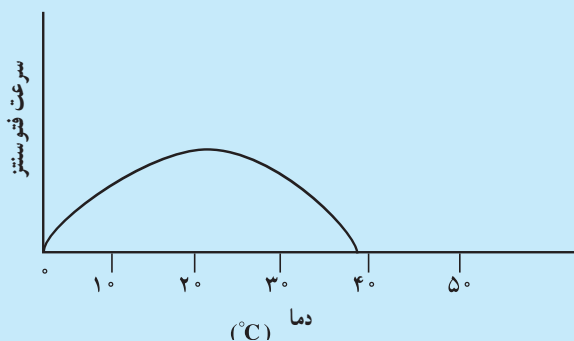
فعالیت



نمودار زیر اثر دما را بر سرعت فتوسنتز نشان می دهد. با توجه به نمودار به این سؤال ها پاسخ دهید.

۱- اثر دماهای بالا و پایین را بر فتوسنتز شرح دهید.

۲- بهترین دامنۀ دمایی برای فتوسنتز کدام است؟





خودآزمایی



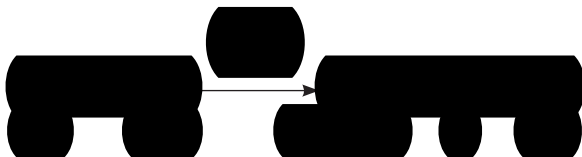
- ۱- تنفس نوری را توضیح دهید و تأثیر آن را بر فتوسنتز بنویسید.
- ۲- ویژگی فتوسنتز گیاهان CAM چیست؟
- ۳- به طور خلاصه بگویید که موجودات فتوسنتزکننده چگونه انرژی نور را به دام می‌اندازند؟
- ۴- نقش مولکول‌های آب و یون‌های هیدروژن را در زنجیره‌های انتقال الکترون مقایسه کنید.
- ۵- نقش چرخه کالوین را در سومین مرحله از فتوسنتز شرح دهید.
- ۶- نقش هر یک از موارد زیر را در فتوسنتز بیان کنید.
نور، آب، رنگیزه‌ها، ATP، NADPH و دی‌اکسیدکربن
- ۷- عوامل محیطی مؤثر بر فتوسنتز را نام ببرید.
- ۸- NADPH و ATP در چه بخشی از کلروپلاست تشکیل می‌شوند؟
- ۹- اکسیژن حاصل از فتوسنتز از چه واکنشی منشأ می‌گیرد؟

تنفس سلولی تولید می کند.

غذاهایی که می خوریم دارای هستند. انرژی غذاها در بدن ما به تبدیل می شود. سلول های بدن ما و موجودات زنده از طریق فرآیندی به نام که مجموعه ای از است، انرژی موجود در مخصوص را به تبدیل می کنند. کارآیی تولید ATP را افزایش می دهد، البته بدون حضور اکسیژن نیز مقداری ساخته می شود. فرآیندهای متابولیکی را که نیازمند اکسیژن هستند، فرآیندهای می نامند. فرآیندهای متابولیکی که نیاز به اکسیژن ندارند، فرآیندهای نام دارند.

تولید مولکول های ATP: ATP به دو راه در سلول ها تشکیل می شود. یک راه تولید ATP در سطح است. به این مفهوم که از انتقال یک گروه فسفات از مولکولی فسفات دار به ADP، مولکول ATP ساخته می شود (همان طور که خواهید دید مقداری از ATP حاصل از این شکل ساخته می شود). راه دیگر تشکیل ATP است. در این راه با استفاده از ساخته می شود.

نگاهی کلی به تنفس سلولی: بخشی از انرژی ترکیب های آلی، به ویژه گلوکز، هنگام آزاد می شود. رابطه زیر خلاصه ای از مجموع واکنش های شکستن گلوکز را در تنفس سلولی نشان می دهد:



تنفس سلولی در مرحله کلی رخ می دهد (شکل ۹-۸):
مرحله ۱: گلوکز به تبدیل و مقدار کمی و تولید می شود. این مرحله

۱ - Aerobic

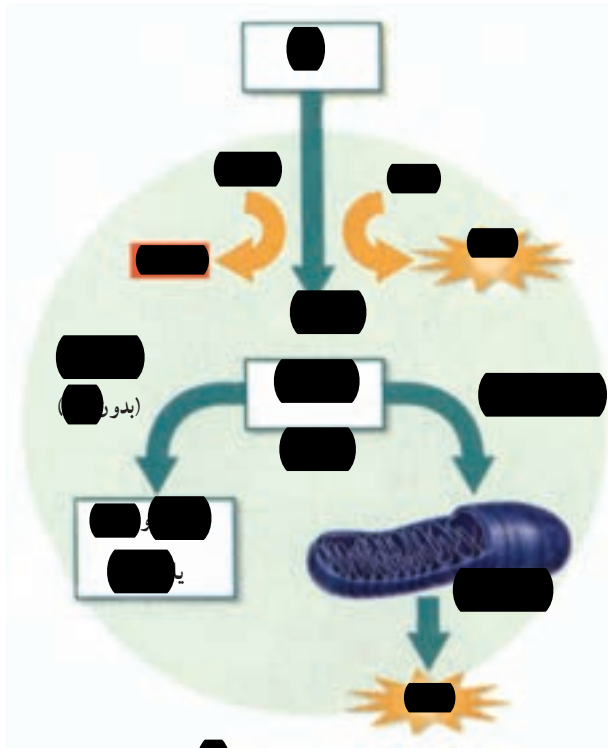
۲ - Anaerobic

* نیکوین آمید آدنین دی نوکلئوتید



امیده می شود و مرحله تنفس را تشکیل می دهند.

مرحله ۲: در حضور [] مانند []
برای ساختن [] استفاده می شود (مرحله تنفس). محل این مرحله از تنفس
در سلول های یوکاریوتی [] و در سلول های پروکاریوتی [] است. پیرووات در
نبود اکسیژن به [] تبدیل می شود.
در مرحله [] در فرآیند [] شکسته می شود.
گلوکز [] است و از [] حاصل
می شود. اگر میزان کربوهیدرات ها به قدری [] باشد که پاسخ گوی نیاز موجود زنده نباشد، آن گاه
مولکول های دیگری، مانند [] شکسته می شوند و برای ساخت ATP به مصرف می رسند.



شکل ۹-۸ - تنفس سلولی. فرایند تنفس سلولی در [] مرحله انجام می شود.

۱- گلوکز در مرحله اول به [] شکسته می شود. ۲- در مرحله دوم []
[] تعیین کننده ادامه فرایند است که آیا [] باشد یا []

* فلاوین آدنین دی نوکلئوتید



DARTSKHOONA.IR

گروه آموزشی

دور خون



DARTSKHOONA.IR

گروه آموزشی

دور خون

میز برای ساخت ATP به کار می روند؛ گرچه سلول ها به طور معمول از آنها برای ساخت بخش های مهم خود استفاده می کنند. اولین مرحله تنفس سلولی است. این فرآیند درون [redacted] رخ می دهد. گلوکز در این فرآیند به [redacted] تبدیل می شود. پیرووات، شکل یونی یک [redacted] است (یون به مولکولی گفته می شود که الکترون گرفته یا از دست داده باشد).

در ضمن شکسته شدن گلوکز تعدادی از [redacted] آن به یک [redacted] به نام [redacted] منتقل می شود. حاصل این واکنش تشکیل نوعی [redacted] به نام [redacted] است. برای این که تنفس سلولی ادامه یابد، [redacted] به دیگر ترکیبات آلی داده می شود که در نتیجه آن [redacted] یعنی [redacted] تشکیل می شود. با گرفتن الکترون مجدداً به [redacted] تبدیل می شود. خلاصه گلیکولیز را در شکل ۱۰-۸ مشاهده می کنید. گلیکولیز را می توان در چهار گام و به شرح زیر بیان کرد:

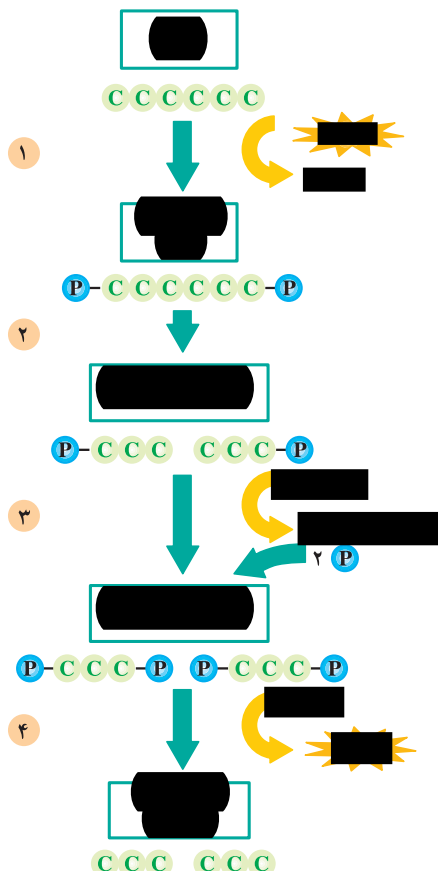
گام ۱: [redacted] از [redacted] مولکول [redacted] به [redacted] منتقل می شوند.
گام ۲: ترکیب حاصل به [redacted] مولکول [redacted] کربنی شکسته می شود (هر مولکول سه کربنی [redacted] گروه فسفات دارد).

گام ۳: [redacted] مولکول [redacted] حاصل می شود و به هر مولکول [redacted] یک گروه [redacted] دیگر نیز منتقل می شود.

گام ۴: هر مولکول [redacted] حاصل در گام ۳، به [redacted] تبدیل می شود. در این فرآیند [redacted] مولکول ATP تولید می شود.

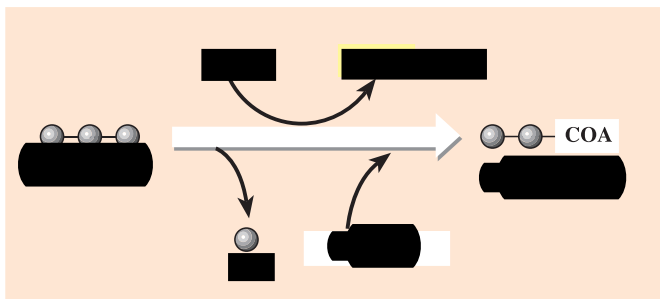
در آغاز مسیر گلیکولیز [redacted] مولکول ATP به کار می رود و در پایان این مسیر [redacted] مولکول ATP تولید می شود؛ بنابراین بازده خالص گلیکولیز [redacted] مولکول ATP است؛ هم چنین با انجام واکنش هایی انرژی ذخیره شده در مولکول [redacted] آزاد و از آن برای تولید [redacted] بیشتر استفاده می شود.

در دومین مرحله تنفس سلولی، [redacted] بیشتری ساخته می شود. پیرووات حاصل از گلیکولیز در صورت [redacted] وارد میتوکندری ها می شود و در آن جا به یک [redacted] تبدیل می شود. هم چنین در این واکنش [redacted] نیز تولید می شود. بنیان استیل به مولکولی به نام [redacted] می پیوندد



شکل ۱۰-۸ - گلیکولیز. در گلیکولیز به صورت مستقیم مولکول ATP تشکیل می شود.

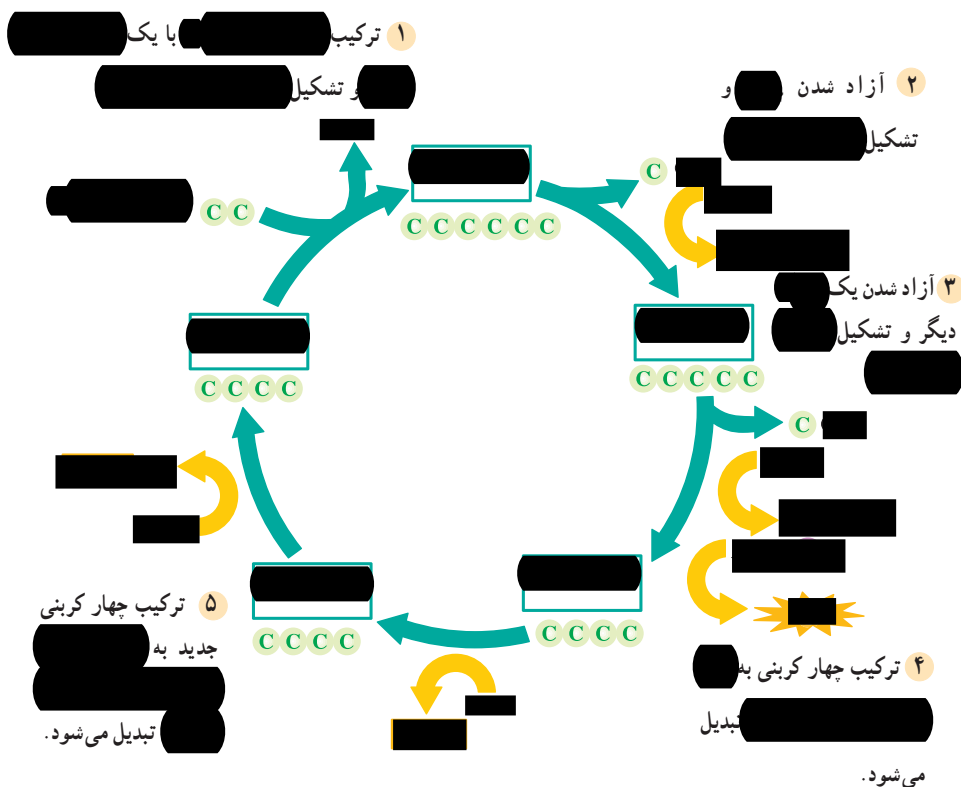
و ترکیبی به نام [] تشکیل می دهد. این ترکیب سپس وارد چرخه ای به نام [] می شود.



شکل ۱۱-۸ - تشکیل استیل کو آنزیم A



چرخه کربس : چرخه کربس با ترکیب با یک مولکول به نام شروع می شود. محصول این واکنش تشکیل مولکولی شش کربنی، به نام است. همراه با تشکیل نیز جدا می شود. در ادامه چرخه کربس با انجام مجموعه ای از واکنش های آنزیمی و طی مراحل مختلف مولکول آزاد می شوند. همچنین و مولکول های پرانرژی و تولید می شوند. با خروج دو مولکول CO_2 از چرخه، مجدداً تشکیل می شود (شکل ۸-۱۲).



شکل ۸-۱۲ - چرخه کربس

همان طور که در شکل ۸-۱۲ می بینید، چرخه کربس در پنج گام به شرح زیر انجام می شود:

گام ۱: به یک مولکول پیوندد و یک مولکول تولید می کند. نیز جدا می شود.

گام ۲: با جدا شدن از مولکول کربنی، یک مولکول کربنی تولید می شود. الکترون های



حاصل نیز به [] منتقل می شوند و مولکول [] را می سازند.
گام ۳: با خروج [] از مولکول [] مولکول [] ساخته می شود؛ هم چنین یک مولکول [] و یک مولکول [] تولید می شود.
گام ۴: ترکیب چهار کربنی به [] تبدیل می شود. الکترون های حاصل از این تبدیل به یک [] به نام [] منتقل می شوند و یک مولکول [] تولید می کنند.
 $FADH_2$ نوعی مولکول [] است.
گام ۵: مولکول چهار کربنی حاصل از گام [] به [] تبدیل و [] دیگری نیز تولید می شود.
در چرخه کربس نه تنها مولکول های [] و [] که پتانسیل هستند، ایجاد می شوند، بلکه مولکول [] نیز مجدداً تولید می شود. چرخه با ورود یک مولکول دیگر [] مجدداً آغاز می شود.

تفکر نقادانه

آنزیمی که در تبدیل پرووات به استیل کوآنزیم A کمک می کند به [] نیاز دارد. [] در بدن انسان ساخته [] بر این اساس چه استدلالی در مورد نیازهای تغذیه ای انسان می کنید؟ کمبود تیامین در سلول ها چگونه بر کار آنها تأثیر می گذارد؟

بیشتر بدانید



چگونه یک دانشمند موفق باشیم؟

قبلاً اشاره کردیم که در پدیده تنفس سلولی، گلوکز طی مجموعه ای از مراحل شیمیایی اکسید می شود. بسیاری از این مراحل را دانشمندی آلمانی، به نام «هانس کربس» کشف کرد و به همین دلیل نیز موفق به کسب جایزه نوبل در سال ۱۹۵۳ شد. او پیشنهادهای مفید و جالبی راجع به خصوصیات دانشمند موفق دارد که چند مورد از آنها را در این جا به اختصار می آوریم:

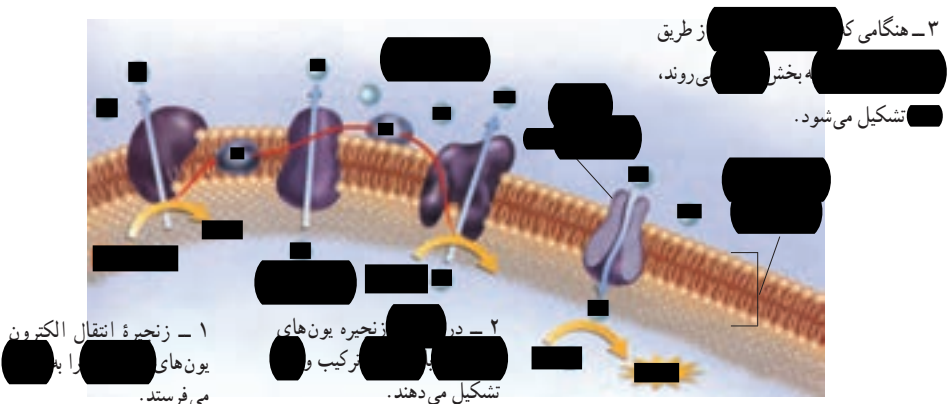
- از شرایط لازم برای موفقیت در کار علمی، دارا بودن مهارت های فنی و علمی است.
- مهارت های فنی و علمی شخص را یاری می دهند تا با امکانات موجود موفقیت بیشتری کسب کند.
- پژوهشگر باید در راه رسیدن به هدفش سختی ها را تحمل کند و نتایج به دست آمده را صریح و روشن بیان کند.

— شاید مهم ترین خصوصیت یک پژوهشگر، تواضع و فروتنی او باشد. این خصوصیت شخص را به استقلال در تفکر و تحلیل می‌رساند و او را در ادامه تحقیقاتش ثابت قدم می‌کند.

— هدف اولیه از تحقیق باید رسیدن به قوانین ارزشمند و اصول صحیح و بنیادی مطلب مورد مطالعه باشد.

علاوه بر ویژگی‌هایی که کریس برشمرده است، توجه به جنبه‌های اخلاقی و کاربرد درست یافته‌های علمی از موارد مهمی است که دانشمندان و پژوهشگران باید آن را در نظر داشته باشند. چنین ضرورتی سبب شده است تا دانشمندان و صاحب‌نظران با تلفیق علم و اخلاق، شاخه‌های جدیدی از علم مانند اخلاق زیستی، اخلاق پزشکی و اخلاق نانو فناوری را شکل دهند.

زنجیره انتقال الکترون : در تنفس هوازی الکترون‌های مولکول‌های [redacted] و [redacted] از [redacted] می‌گذرند (شکل ۱۳-۸). زنجیره انتقال الکترون سلول‌های یوکاریوتی در [redacted] قرار دارد. انرژی الکترون‌هایی که از این زنجیره می‌گذرند، برای [redacted] مصرف می‌شود. با تجمع یون‌های هیدروژن در [redacted] یک شیب غلظت بین [redacted] تولید می‌شود. به همین دلیل یون‌های هیدروژن تمایل دارند که وارد [redacted] شوند. یون‌های هیدروژن از طریق نوعی [redacted] به بخش [redacted] میتوکندری می‌روند. این پروتئین هنگام [redacted] با افزودن گروه [redacted] به [redacted] مولکول [redacted] می‌سازد. در زنجیره نقل و انتقال الکترون‌ها به ازای هر مولکول NADH [redacted] مولکول ATP و به ازای هر مولکول [redacted]



شکل ۱۳-۸- زنجیره انتقال الکترون در تنفس هوازی. زنجیره انتقال الکترون در غشای درونی میتوکندری ATP می‌سازد.



DARTKHOONA.IR

گروه آموزشی
دور خون

DARTKHOONA.IR

گروه آموزشی
دور خون

FADH₂ مولکول ATP تولید می‌شود. در زنجیره انتقال الکترون، یون‌های [redacted] می‌پیوندند و مولکول‌های [redacted] تولید می‌کنند. بنابراین در زنجیره انتقال الکترون نقش آخرین پذیرنده الکترون را دارد.

در نبود اکسیژن [redacted] رخ می‌دهد: اگر اکسیژن کافی برای انجام تنفس هوازی نباشد چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ چون آخرین پذیرنده الکترون یعنی [redacted] وجود ندارد، زنجیره انتقال الکترون کارآمد [redacted] بنابراین الکترون‌ها از [redacted] منتقل نمی‌شوند و [redacted] بازسازی نمی‌شود. به همین علت وقتی اکسیژن نباشد به طریق دیگری بازسازی می‌شود. در تخمیر الکترون‌هایی که [redacted] حمل می‌کند به [redacted] منتقل می‌شوند و آن را [redacted] می‌کنند که در نتیجه [redacted] بازسازی می‌شود. این فرایند، یعنی [redacted] با استفاده از [redacted] تخمیر نامیده می‌شود. به عبارت دیگر تخمیر تجزیه [redacted] در عدم حضور [redacted] است. باکتری‌ها بیش از [redacted] انواع تخمیر انجام می‌دهند و از پذیرنده‌های آلی مختلفی برای [redacted] استفاده می‌کنند. تخمیر [redacted] و تخمیر [redacted] دو نوع تخمیر هستند. از تخمیر لاکتیک اسید که [redacted] از [redacted] انجام می‌دهند، برای تولید [redacted] استفاده می‌شود.

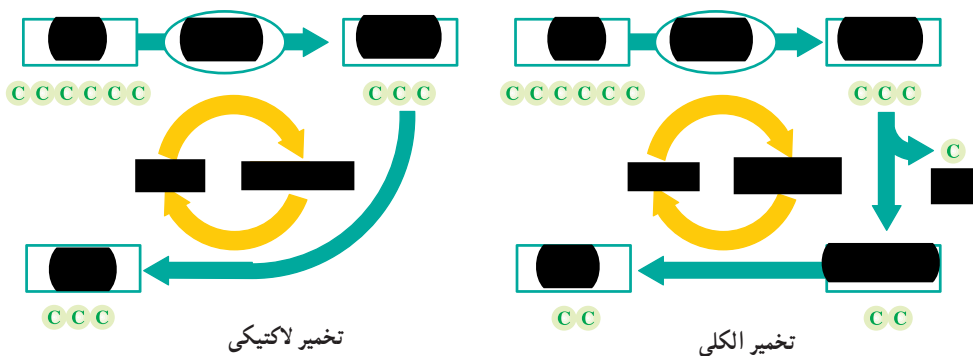
تخمیر لاکتیک/اسید: بعضی از موجودات زنده با استفاده از تخمیر لاکتیک اسید [redacted] را به [redacted] که آن [redacted] کربنی است، تبدیل می‌کنند (شکل ۱۴-۸). لاکتات یون [redacted] است. مثلاً هنگام ورزش شدید، پیروواتی که در [redacted] وجود دارد، در صورت [redacted] در سلول‌های ماهیچه‌ای، به [redacted] تبدیل می‌شود. تخمیر موجب می‌شود در صورت کمبود اکسیژن نیز تا موقعی که [redacted] در سلول وجود دارد، فرایند [redacted] انجام و [redacted] تولید شود. لاکتات اضافی به [redacted] از سلول‌های ماهیچه‌ای دور می‌شود. در صورتی که لاکتات از سلول‌های ماهیچه‌ای خارج نشود، مقدار آن افزایش می‌یابد و موجب [redacted] می‌شود.

تخمیر الکلی: در جاندارانی که [redacted] رخ می‌دهد، به [redacted] تبدیل می‌شود. در این فرایند [redacted] آزاد می‌شود. تخمیر الکلی یک فرایند مرحله‌ای است (شکل ۱۴-۸): نخست [redacted] آزاد شدن [redacted] به ترکیبی [redacted] تبدیل می‌شود، سپس به این ترکیب دو کربنی منتقل و [redacted] تولید می‌شود. در این نوع تخمیر نیز مولکول [redacted] بازسازی می‌شود و بنابراین با انجام گلیکولیز تولید [redacted] ادامه می‌یابد.



پرووات در تخمیر لاکتیک به **لکاتیک** تبدیل می شود.

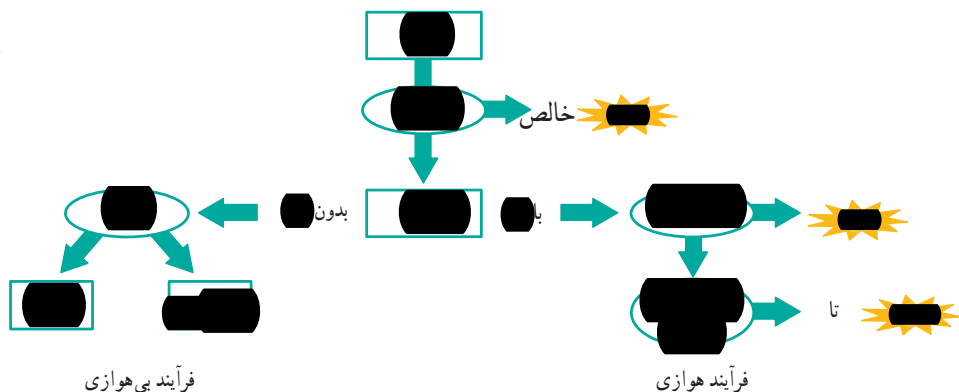
پرووات در تخمیر الکلی به **الکلی** تبدیل می شود و گاز **تولید** می کند.



شکل ۸-۱۴ - دو نوع تخمیر. در نبود اکسیژن با انجام **تخمیر** بازسازی می شود.

از جاندارانی هستند که تخمیر الکلی انجام می دهند و در **تخمیر** کاربرد دارند. **تخمیر** موجب ور آمدن خمیر می شود **تخمیر** برای مخمرها سمی و کشنده است. مخمرها تا غلظت حدود **تخمیر** درصد الکل را می توانند تحمل کنند.

مقایسه فرآیندهای تنفس بی هوازی با تنفس هوازی: مقدار کلی ATP که سلول می تواند از مولکول قند وارد شده به گلیکولیز برداشت کند، به **تخمیر** بستگی دارد. سلول ها در **تخمیر** از بیشترین مقدار انرژی بهره مند می شوند (شکل ۸-۱۵). گلوکز در اولین مرحله از تنفس سلولی (گلیکولیز) به مولکول **تخمیر** شکسته می شود. گلیکولیز فرآیندی **تخمیر** است. در این مرحله بازده خالص ATP **تخمیر** است. در مرحله دوم تنفس سلولی، پرووات یا از مسیر **تخمیر** یا از مسیر **تخمیر** عبور می کند. وقتی اکسیژن موجود باشد **تخمیر** رخ می دهد و اگر اکسیژن موجود نباشد **تخمیر** صورت می گیرد. **تخمیر** در تخمیر تولید می شود، تولید مداوم ATP را ممکن می سازد. بنابراین در تخمیر نیز مقدار کمی **تخمیر** تولید می شود؛ اگرچه بیشترین مقدار ATP سلولی حاصل **تخمیر** است. به ازای هر مولکول گلوکزی که شکسته می شود **تخمیر** مولکول ATP به طور مستقیم در چرخه کربس تولید می شود و حدود **تخمیر** مولکول ATP بعداً در زنجیره انتقال الکترون تولید می شوند.



شکل ۱۵-۸ اثر اکسیژن بر تولید ATP

فعالیت



- ۱- تفاوت‌های اساسی بین تنفس هوازی و بی‌هوازی را شرح دهید.
- ۲- سرنوشت اتم‌های کربن حاصل از تنفس چیست؟
- ۳- توضیح دهید چرا تخمیر فقط تا مدت زمان مشخصی ادامه دارد؟
- ۴- در چه موقعیت‌هایی در گیاهان و سلول‌های جانوری به مدت کوتاهی تنفس بی‌هوازی رخ می‌دهد؟

فعالیت



- ۱- درباره مواردی که در آنها از تخمیر برای تهیه غذا استفاده می‌کنند و میکروارگانیسم‌هایی که این کار را انجام می‌دهند، تحقیق کنید.
- ۲- درباره نقش تخمیر الکلی در تهیه نان تحقیق کنید.
- ۳- گزارشی از یافته‌های خود بنویسید و در کلاس ارائه دهید.



تفکر نقادانه

گلوکز اضافی خون در چه صورتی ذخیره می شود. بدن چگونه می فهمد که چه موقع باید گلوکز را به گلیکوژن و چه موقع گلیکوژن را به گلوکز تبدیل کند؟

خودآزمایی



- ۱- محصولات گلیکولیز را نام ببرید. نقش هریک از آنها در تنفس سلولی چیست؟
- ۲- نقش چرخه کربس و زنجیره های انتقال الکترون را در تنفس هوازی به طور خلاصه بیان کنید.
- ۳- نقش تخمیر را در دومین مرحله تنفس سلولی شرح دهید.
- ۴- تخمیر لاکتیک اسید و تخمیر الکلی را با هم مقایسه کنید.
- ۵- چرا تنفس سلولی با حضور اکسیژن کارایی بیشتری دارد؟