

تلاش در مسیر موفقیت



- دانلود گام به گام تمام دروس 
- دانلود آزمون های قلم چی و گاج + پاسخنامه 
- دانلود جزوه های آموزشی و شب امتحانی 
- دانلود نمونه سوالات امتحانی 
- مشاوره کنکور 
- فیلم های انگیزشی 

 [Www.ToranjBook.Net](http://Www.ToranjBook.Net)

 [@ToranjBook\\_Net](https://ToranjBook_Net)

 [@ToranjBook\\_Net](https://ToranjBook_Net)



فصل ۶

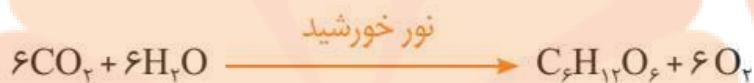
از انرژی به ماده

تهیه و تنظیم: دکتر سروش صفا

## فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

### گفتار ۱

گیاهان در فرایند فتوسنتز  $\text{CO}_2$  را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می‌کنند (واکنش زیر):



**نکته ۱:** فتوسنتز درون سبزدیسه (کلروپلاست) انجام می‌شود.

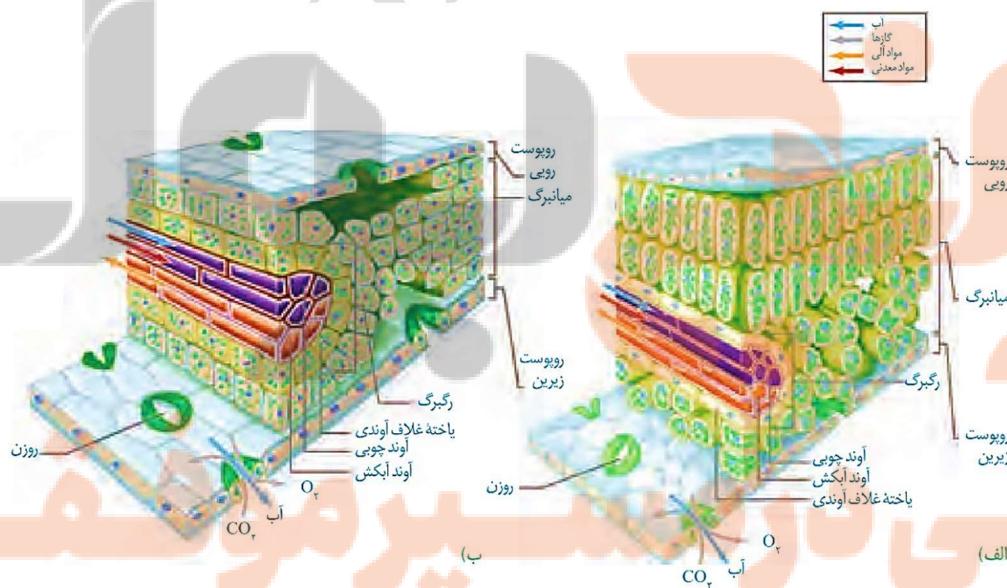
**نکته ۲:** می‌توان میزان فتوسنتز را با تعیین میزان کربن دی اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، اندازه گرفت.

**نکته ۳:** برگ اکثر گیاهان بدلیل دارا بودن مقدار زیادی سبزدیسه، مناسب‌ترین ساختار برای انجام فتوسنتز می‌باشد.

اجزای برگ گیاهان دولپه‌ای:

۱. دمبرگ

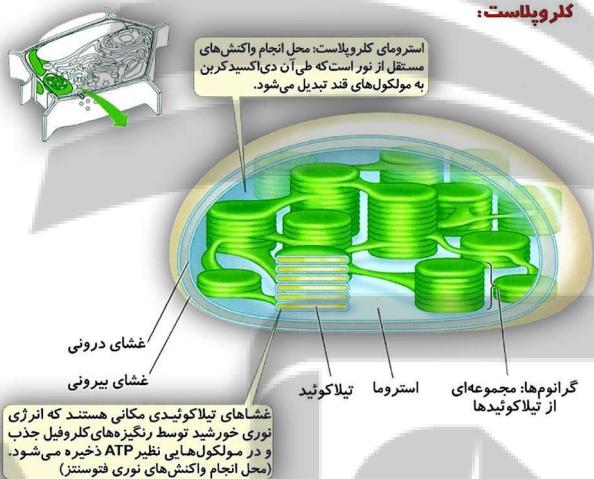
۲. پهنک: پهنک شامل روپوست، میانبرگ و دسته‌های آوندی (رگبرگ) است. روپوست رویو زیرینبه ترتیب در سطح رویی و زیرین پهنک برگ قرار دارند. میانبرگ شامل یاخته‌های نرم آکنه است که شامل دو نوع نرده‌ای و اسفنجی می‌باشد.



## نکات شکل:

- ۱- میانبرگ در دولپهایها (شکل الف) شامل نرم آکنَه اسفنجی و نردهای می‌باشد اما در بعضی گیاهان (تک‌لپهایها)، فقط از یاخته‌های اسفنجی تشکیل شده است (شکل ب).
- ۲- یاخته‌های نردهای بعد از روپوست روبی قرار دارند و به هم فشرده‌اند در حالی که یاخته‌های اسفنجی به سمت روپوست زیرین قرار دارند.
- ۳- در هر رگبرگ، در اطراف آوندهای چوبی و آبکش را یاخته‌های غلاف آوندی قرار دارند. در واقع یاخته‌های غلاف آوندی بین یاخته‌های نرم آکنَه‌ای و استوانه‌آوندی قرار دارند.
- ۴- در هر رگبرگ، آوندهای چوبی در بالای آوندهای آبکشی قرار دارند.
- ۵- جهت حرکت آب و مواد محلول در آوندهای چوبی رگبرگ، از سمت دمبرگ به سمت برگ است، درحالیکه جهت حرکت مواد آلی در آوندهای آبکش رگبرگ، برعکس (از برگ به سمت دمبرگ) می‌باشد.

## کلروپلاست:



## ساختار سبزدیسه:

- 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 (استروم) تقسیم شده است.
- تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی و کیسه مانند و به هم متصل هستند.
- بستره همارز با سیتوپلاسم یاخته بوده و دارای رِنا، دِنا و رِناتن (ریبوزوم) است.
- سبزدیسه همانند راکیزه می‌تواند بعضی از پروتئین‌های مورد نیاز خود را بسازد.
- سبزدیسه همانند راکیزه می‌تواند به طور مستقل تقسیم شود.

**نکته:** به طور کلی در سبزدیسه سه فضا داریم:

- ۱- فضای بین دو غشاء

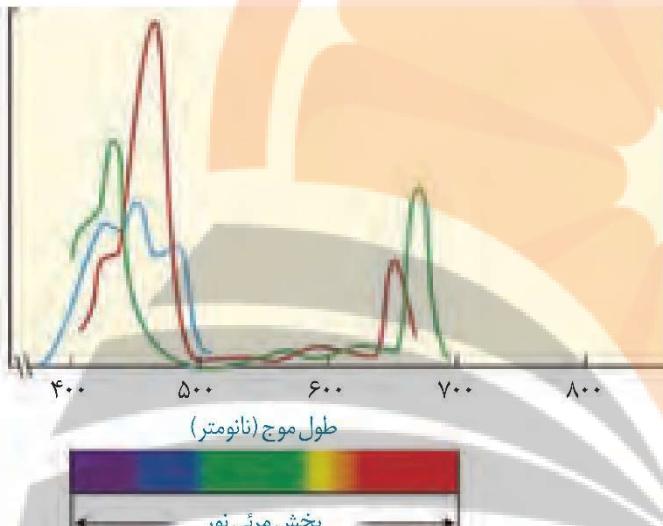
۲- بسترها یا استرومای

۳- فضای داخل تیلاکوئیدها

**رنگیزه‌های فتوسنتزی:**

این رنگیزه‌ها در غشای تیلاکوئیدها قرار دارند و شامل سبزینه‌های (کلروفیل‌های) a و b و کاروتونوئیدها می‌باشند.

نام رنگیزه	طول موج طیف جذبی در نور مرئی (نانومتر)	طیف جذبی در بیشترین جذب (نانومتر)
سبزینه a و b	۴۰۰ - ۵۰۰	بنفش - آبی
	۶۰۰ - ۷۰۰	نارنجی - قرمز
کاروتونوئیدها	۴۰۰ - ۵۰۰	بنفش و آبی و سبز



طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی. سبزینه a (سبز)، سبزینه b (قرمز)

و کاروتونوئیدها (آبی)

**نکات مهم:**

۱. طیف جذبی سبزینه b در محدوده ۴۰۰ - ۵۰۰ نانومتر، بیشتر از طیف جذبی سبزینه a می‌باشد.

۲. طیف جذبی سبزینه a در محدوده ۵۰۰ - ۶۰۰ نانومتر، بیشتر از طیف جذبی سبزینه b می‌باشد.

۳. از نظر میزان جذب نور، رابطه مقابله میان رنگیزه‌ها برقرار است: سبزینه b < سبزینه a < کاروتونوئیدها

۴. بیشترین میزان جذب نور مربوط به سبزینه b و در طیف نور آبی (۵۰۰ - ۴۰۰ نانومتر) می‌باشد.

۵. وجود رنگیزه‌های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش می‌دهد.

**فتوسیستم‌ها:**

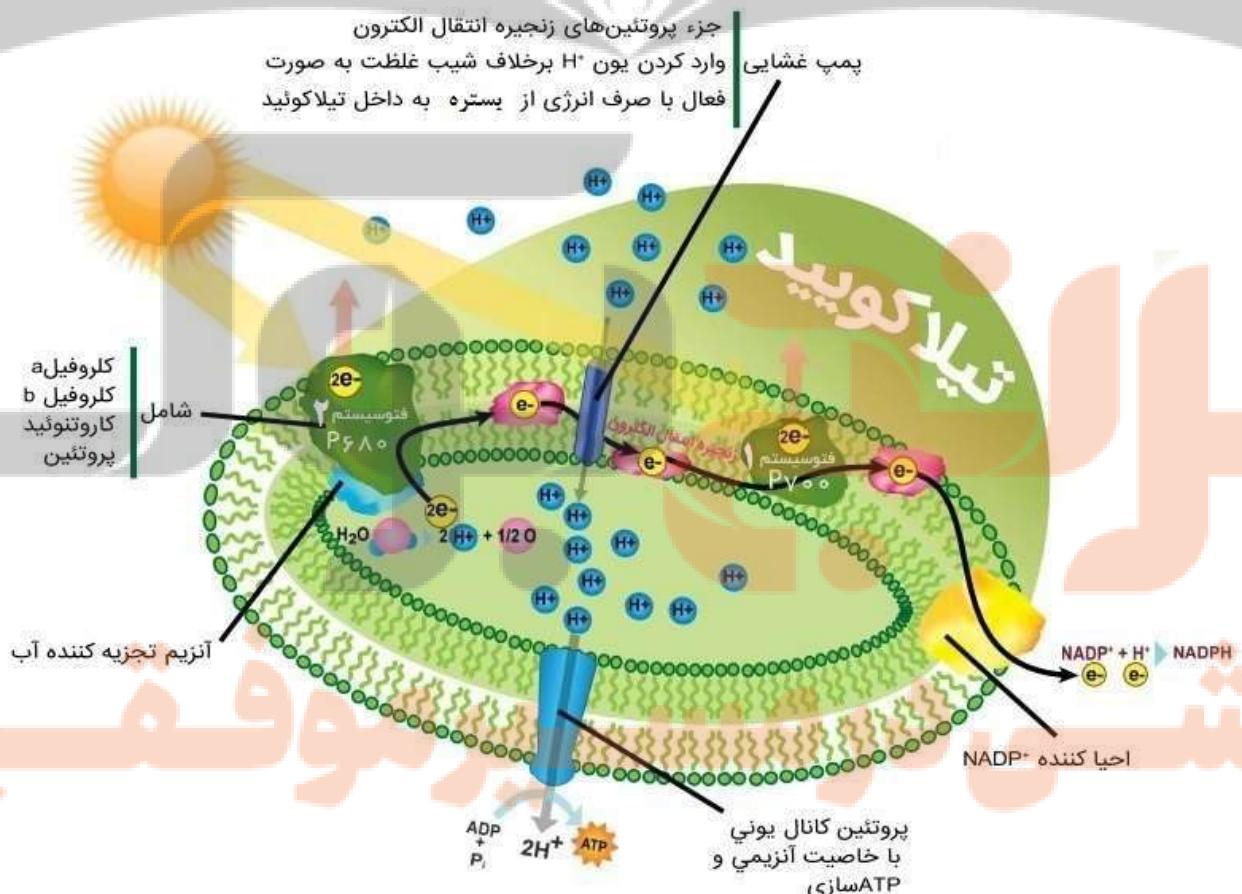
رنگیزه‌های فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه‌هایی به نام فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارند.

## اجزای هر فتوسیستم:

۱. آتن های گیرنده نور: هر آتن که از رنگیزه های متفاوت (سبزینه ها و کاروتوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را میگیرد و به مرکز واکنش منتقل می کند.
  ۲. یک مرکز واکنش: شامل مولکولهای کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارد.
- نکته ۱:** 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، P<sub>7۰۰</sub> و در فتوسیستم ۲، P<sub>۶۸۰</sub> می گویند.
- نکته ۲:** فتوسیستم ها در غشای تیلاکوئید قرار دارند و با مولکولهایی به نام ناقل الکترون به هم مرتبط می شوند. این مولکولها می توانند الکترون بگیرند یا اینکه الکترون از دست بدهند (کاهش و اکسایش).

## واکنش های فتوسنتزی

## گفتار ۲



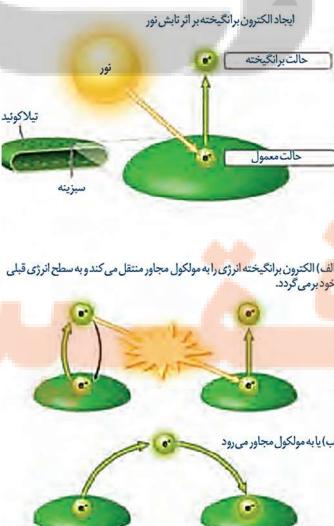
## اجزای مورد نیاز برای فتوسنتز (شکل بالا):

۱. دو عدد فتوسیستم (۱ و ۲)
  ۲. آنزیم تجزیه کننده آب: در اتصال با بخش زیرین فتوسیستم ۲ قرار دارد.
  ۳. دو زنجیره انتقال الکترون: مولکول‌های ناقل الکترون که یکی بین فتوسیستم ۱ و ۲ و دیگری بعد از فتوسیستم ۱ قرار دارد.
  ۴. سه عدد پروتئین غشایی:
    - (الف) پمپ غشایی: بین زنجیره انتقال الکترون اول قرار دارد و یون‌های هیدروژن را برخلاف شیب غلظت و به صورت فعال (با صرف انرژی زیستی) از بستره به داخل تیلاکوئید پمپ می‌کند.
    - (ب) آنزیم ATP ساز (کانال یونی): یون‌های هیدروژن را از درون تیلاکوئید و در جهت شیب غلظت به درون بستره می‌فرستد و ATP تولید می‌کند.
    - (ج) پروتئین احیاء کننده NADP<sup>+</sup>: با دریافت ۲ عدد الکترون از زنجیره انتقال الکترون دوم، NADP<sup>+</sup> را احیاء کرده (یک عدد H<sup>+</sup> را به NADP<sup>+</sup> می‌افزاید) و NADPH بدست می‌آید.
- نکته:** تمام موارد فوق، درون غشای تیلاکوئید قرار دارند.

## واکنش‌های فتوسنتز:

۱. واکنش‌های وابسته به نور (واکنش‌های تیلاکوئیدی): طی این واکنش‌ها که در حضور نور خورشید (روز) و درون تیلاکوئید-ها انجام می‌گیرد، مولکول NADPH و ATP و همچنین اکسیژن تولید می‌شود.
۲. واکنش‌های مستقل از نور: این واکنش‌ها در شب انجام می‌گیرند و طی این واکنش‌ها که چرخه کالوین نامیده می‌شوند، با کمک مولکول‌های NADPH و ATP تولید شده در واکنش‌های مرحله روشنایی، مولکول‌های CO<sub>2</sub> تبدیل به گلوکز و سایر مواد آلی می‌شوند.

## واکنش‌های مرحله روشنایی فتوسنتز



۱. در اثر تابش نور خورشید به فتوسیستم‌ها، الکترون‌های موجود

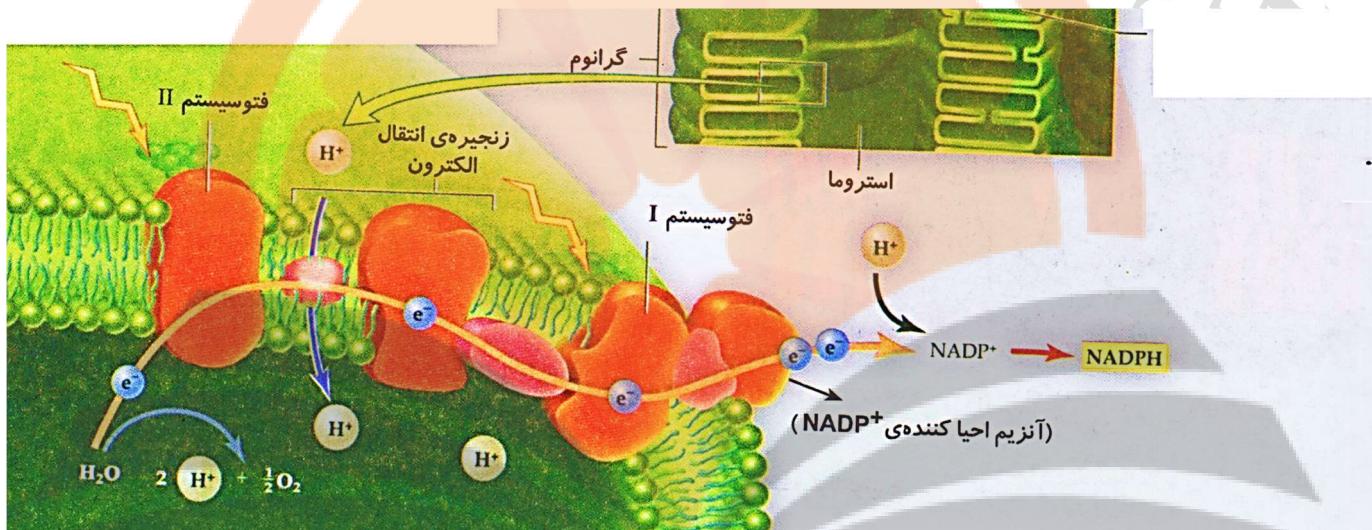
در فتوسیستم‌ها انرژی نور خورشید را دریافت کرده و برانگیخته می‌شوند.

این الکترون‌های برانگیخته شده از فتوسیستم‌ها خارج شده و وارد زنجیره انتقال الکtron می‌شوند.

**نکته:** الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۲ وارد اولین زنجیره انتقال الکtron و الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۱، وارد دومین زنجیره انتقال الکtron می‌شوند.

### مسیر طی شده توسط الکtron‌ها:

فتوسیستم ۲ ← زنجیره انتقال الکtron اول ← فتوسیستم ۱ ← دومین زنجیره انتقال الکtron



۲. الکtron‌های خروجی از فتوسیستم ۱، پس از عبور از زنجیره انتقال الکtron دوم، توسط پروتئین احیاء کننده NADP⁺، به مولکول NADP⁺ منتقل می‌شوند  $\leftarrow$  NADP⁺ با گرفتن دو الکtron، بار منفی پیدا می‌کند و با ایجاد پیوند با پروتون (یون هیدروژن) به مولکول NADPH تبدیل می‌شود:



۳. در اثر خروج الکtron‌های برانگیخته شده از فتوسیستم‌ها، کمبود الکtron در داخل این فتوسیستم‌ها رخ می‌دهد که باید جبران شوند، یعنی الکtron‌های جدیدی به شرح زیر، جایگزین الکtron‌های خارج شده می‌شوند:

الف- کمبود الکترونی فتوسیستم ۲، بوسیله الکtron‌های حاصل از تجزیه مولکول آب توسط آنزیم متصل به سطح داخلی



فتوصیستم ۲ تأمین می‌شود. در طی تجزیه نوری آب محصولات زیر تولید می‌شوند:

- دو یون هیدروژن: موجب افزایش تراکم یون هیدروژن در داخل تیلاکوئید می‌شوند.

- یک اتم اکسیژن

- دو عدد الکtron: که کمبود الکترونی فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند.

ب- کمبود الکترونی فتوسیستم ۱ بوسیله الکtron‌های خروجی از اولین زنجیره انتقال الکtron جبران می‌شود.

۴. الکترون‌های در حال عبور از اولین زنجیره انتقال الکترون، مقداری از انرژی خود را به پمپ هیدروژنی (در بین مولکول‌های زنجیره انتقال الکtron اول) می‌دهند تا این پمپ یون‌های هیدروژن را از بستره به داخل فضای تیلاکوئیدی و در خلاف جهت شیب غلظت انتقال دهد.

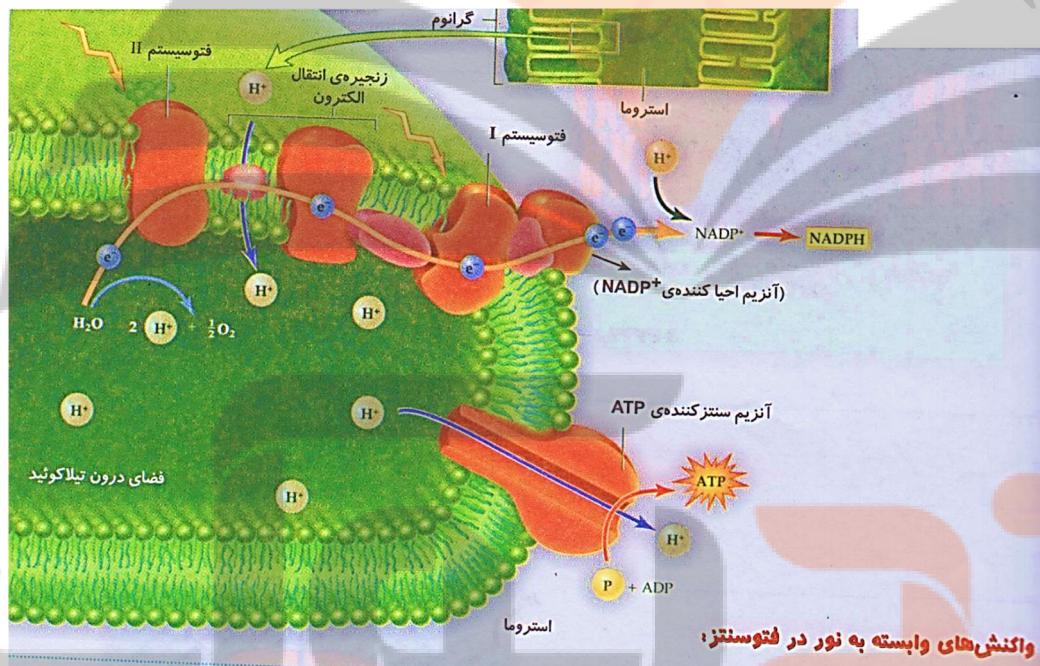
**نکته:** دو عامل موجب افزایش غلظت یون هیدروژن در داخل تیلاکوئید می‌شوند:

ب) تجزیه نوری آب

الف) فعالیت پمپ هیدروژنی

۵. در اثر افزایش غلظت پروتون‌ها درون تیلاکوئید، پروتون‌ها در جهت شیب غلظت و از طریق آنزیم ATP ساز موجود در غشای تیلاکوئیدها از داخل تیلاکوئید به بستره می‌روند که همراه با عبور پروتون‌ها از این آنزیم، ATP ساخته می‌شود.

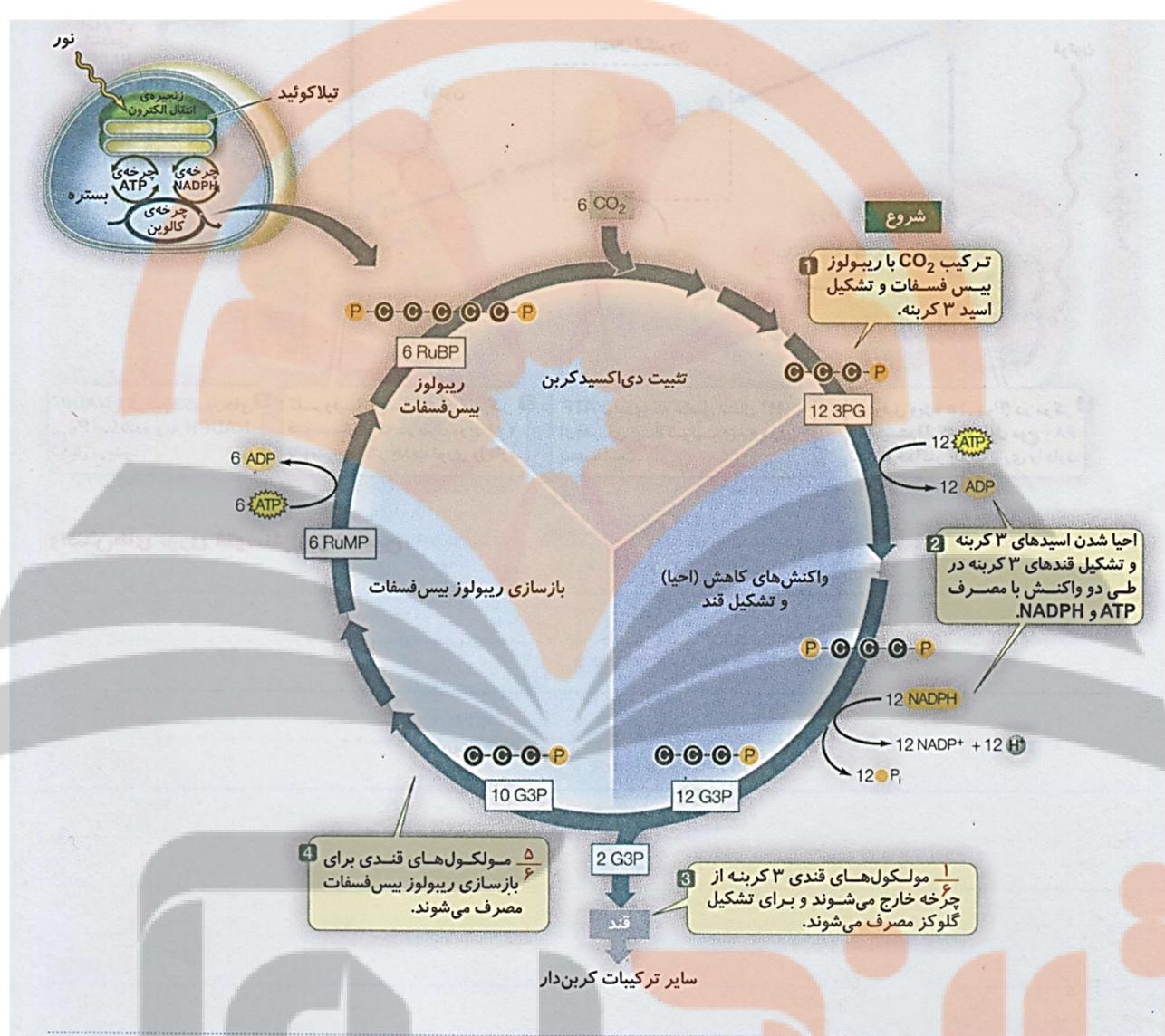
نکته: به ساخته شدن ATP در واکنش‌های نوری، ساخته شدن نوری ATP می‌گویند، زیرا حاصل فرایندی است که با نور به راه می‌افتد.



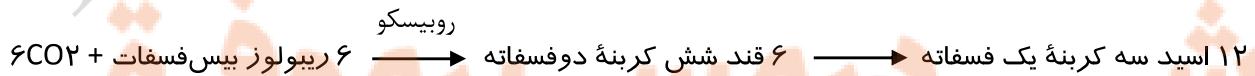
### واکنش‌های مستقل از نور: واکنش‌های تثبیت $\text{CO}_2$

در این مرحله، مولکول‌های  $\text{CO}_2$  با استفاده از مواد تولید شده در مراحل روشنایی یعنی ATP به عنوان منبع انرژی و NADPA به عنوان منبع الکtron، در چرخه‌ای از واکنش‌ها به نام چرخه کالوین، تبدیل به قند می‌شوند.

## مراحل چرخه کالوین:



۱. مرحله اول: ترکیب ۶ مولکول  $\text{CO}_2$  با ۶ مولکول قند پنج کربنی ریبولوز بیس فسفات (هر قند دارای دو فسفات می باشد) توسط آنزیم روپیسکو (ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز)  $\leftarrow$  ایجاد ۶ قند شش کربنی دو فسفات ناپایدار  $\leftarrow$  تبدیل هر کدام از قندهای ۶ کربنی ناپایدار به یک اسید سه کربنی یک فسفاته:

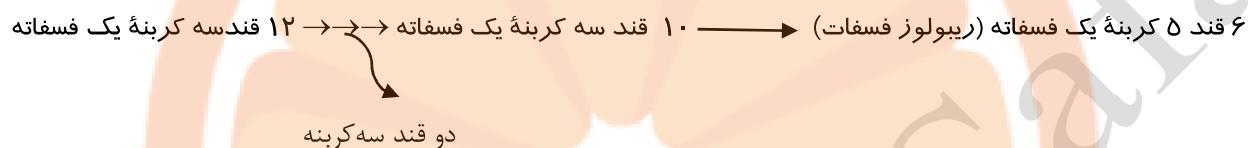


**نکته:** روپیسکو هم فعالیت کربوکسیلازی داشته و هم اکسیژنازی، که در این واکنش، فعالیت کربوکسیلازی دارد.

۲. مرحله دوم: هر یک از اسیدهای تولیدی در مرحله قبل با مصرف یک مولکول ATP و یک مولکول NADPH تبدیل به سه قند سه کربنی یک فسفاته می‌شود.



۳. مرحله سوم: در این مرحله ۲ مولکول قند سه کربنی از واکنش خارج شده و به تولید گلوکز و یا سایر مواد آلبی دیگر می‌رسد و ۱۰ قند سه کربنی باقی مانده، تبدیل به ۶ قند سه کربنی ریبولوز فسفات (یک فسفات دارد) می‌شود.



۴. مرحله چهارم: هر یک از مولکولهای ریبولوز فسفات، با صرف یک مولکول ATP تبدیل به ریبولوز بیس فسفات می‌شوند که در این واکنش، ATP هم به عنوان منبع انرژی و هم منبع فسفات به کار می‌رود. مولکولهای ریبولوز بیس فسفات مجدد آغازگر چرخه بعدی خواهند بود.



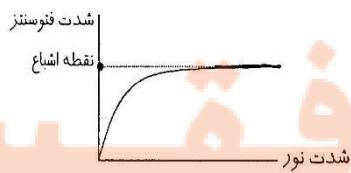
### نکات مهم:

۱- در هر چرخه کالوین ۱۸ مولکول ATP و ۱۲ مولکول NADPH مصرف می‌شود.

۲- چرخه کالوین در تاریکی (شب) انجام می‌گیرد، اما چون مولکولهای ATP و NADPH مورد نیاز این چرخه در واکنش‌های مرحله وابسته به نور تولید می‌شوند، می‌توان گفت که چرخه کالوین نیز به طور غیر مستقیم به نور وابسته است.

۳- اولین ماده آلبی پایدار ساخته شده، ترکیبی سه کربنی است؛ به همین علت به گیاهانی که ثبت کردن در آنها فقط با چرخه کالوین انجام می‌شود، گیاهان  $C_3$  می‌گویند. اکثر گیاهان  $C_3$  هستند.

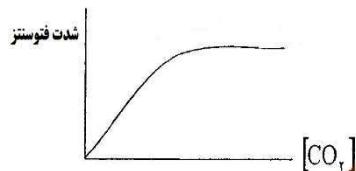
### اثر محیط بر فتوسنتز:



۱. اثر نور در فتوسنتز: افزایش نور در اکثر گیاهان تا حدی موجب افزایش فتوسنتز می‌شود، اما در نور شدید به علت اشباع شدن فتوسیستم‌ها، شدت فتوسنتز تغییری نمی‌کند.

**نکته:** طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می‌گذارند.

۲. اثر غلظت  $\text{CO}_2$  بر فتوسنتز: با افزایش میزان  $\text{CO}_2$ , شدت فتوسنتز تا حدی



افزایش می‌یابد، اما با افزایش بیشتر  $\text{CO}_2$ , بدلیل محدود بودن قندهای ریبولوز

بیسفسفات و آنزیم‌های چربه کالوین، شدت فتوسنتز ثابت می‌ماند (مشابه اثر نور).

۳. اثر دما بر فتوسنتز: افزایش دما تا یک حدی بدلیل افزایش انرژی جنبشی مولکول‌ها،

موجب افزایش فتوسنتز می‌شود، اما در دمای بالا بدلیل بسته شدن روزنه‌های هوایی و

همچنین عدم فعالیت آنزیم‌ها، موجب کاهش شدت فتوسنتز می‌شود.

۴. اثر اکسیژن بر فتوسنتز: افزایش اکسیژن موجب افزایش فعالیت اکسیژن‌ازی

آنزیم رویسکو می‌شود و در نتیجه بجای ترکیب کردن ریبولوز بیسفسفات با  $\text{CO}_2$ ,

این قند را با اکسیژن ترکیب کرده که این عمل، شدت فتوسنتز را کاهش می‌دهد.

**نکته:** با افزایش اکسیژن، شدت فتوسنتز کاهش یافته، اما شدت تنفس نوری افزایش می‌یابد.

## فتوستندر در شرایط دشوار

### گفتار ۳

فتوستندر در شرایط بسته بودن روزنه‌ها:

- ﴿ افزایش بیش از حد دما و نور و همچنین هورمون آبسیزیک اسید، باعث بسته شدن روزنه‌های هوایی جیت کاهش تعرق می‌شوند. ﴾
- ﴿ در شرایط بسته شدن روزنه‌ها، تبادل گازهای اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید نیز متوقف می‌شود. در این حال از میزان کربن‌دی‌اکسید داخل برگ‌ها کاسته می‌شود (بدلیل مصرف در چرخه کالوین) اما میزان اکسیژن در برگ‌ها افزایش می‌یابد (در اثر تجزیه نوری آب). این شرایط موجب افزایش فعالیت اکسیژن‌نازی آنزیم روپیسکو می‌شود. ﴾



شکل ۹ - افزایش میزان اکسیژن در اطراف یاخته‌ها به علت بسته شدن روزنه‌ها.

(الف) روزنه‌های باز روزنه‌ها برای حفظ آب گیاه بسته می‌شوند.  
(ب) وقتی روزنه‌ها باز هستند میزان  $CO_2$  از  $O_2$  بیشتر است.

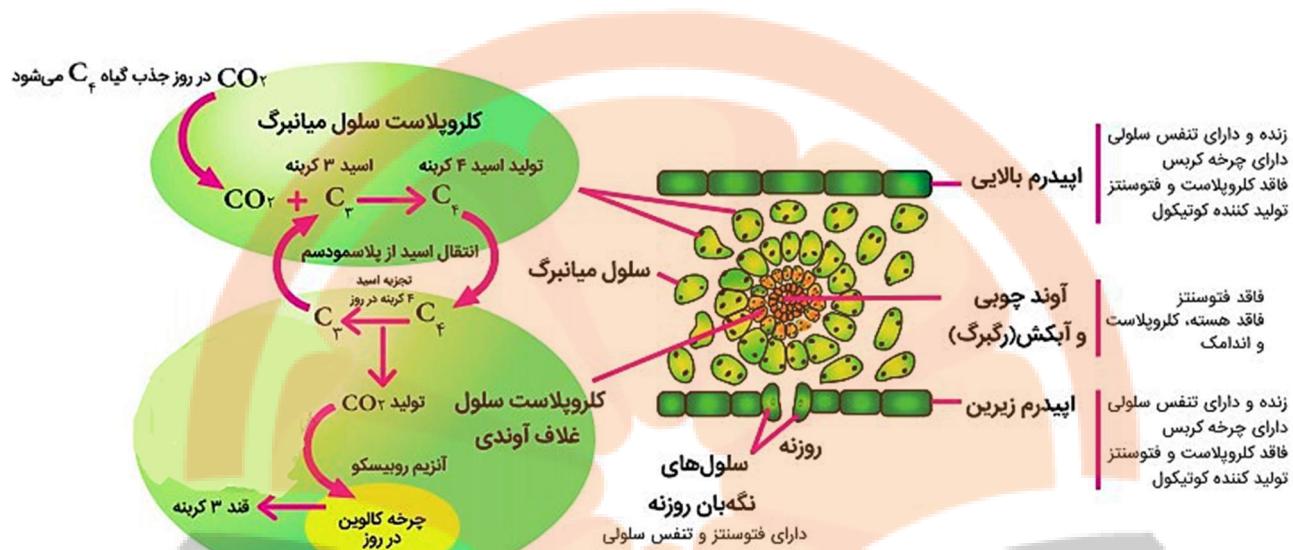
- ﴿ در اثر فعالیت اکسیژن‌نازی آنزیم روپیسکو، ریبولوژیس فسفات با اکسیژن ترکیب می‌شود. مولکول حاصل، ناپایدار است و به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی تجزیه می‌شود: ﴾

۱) مولکول سه کربنی به مصرف بازسازی ریبولوژیس فسفات می‌رسد.

۲) مولکول دو کربنی از کلروپلاست خارج و در واکنشهایی که بخشی از آنها در راکیزه انجام می‌گیرد، از آن مولکول  $CO_2$  آزاد می‌شود. چون این فرایند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن  $CO_2$  و همراه با فتوستندر است، تنفس نوری نامیده می‌شود.

**نکته ۱:** در تنفس نوری گرچه ماده آلی تجزیه می‌شود، اما برخلاف تنفس یاخته‌ای، ATP از آن ایجاد نمی‌شود. بنابراین تنفس نوری باعث کاهش فراورده‌های فتوستندر می‌شود.

**نکته ۲:** فعالیت اکسیژن‌نازی و کربوکسیلازی آنزیم روپیسکو به میزان اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید در محیط عملکرد آن بستگی دارد، یعنی در صورتی که  $O_2 < CO_2$  باشد، این آنزیم فعالیت کربوکسیلازی و در صورتی که  $CO_2 > O_2$  باشد، این آنزیم فعالیت اکسیژن‌نازی خواهد داشت.

فتوصیت در گیاهان  $C_4$ :

ثبتیت کربن در این گیاهان در دو مرحله انجام می‌شود:

۱.  $CO_2$  در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد می‌شود. به همین علت به این گیاهان، گیاهان  $C_4$  می‌گویند؛ زیرا اولین ماده پایدار حاصل از ثبتیت کربن، ترکیبی چهار کربنی است.
۲. در یاخته‌های غلاف آوندی، مولکول  $CO_2$  از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می‌شود. اسید سه کربنی باقیمانده نیز به یاخته‌های میانبرگ بر می‌گردد.

**نکته ۱:** آنزیمی که در ترکیب  $CO_2$  با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهار کربنی نقش دارد، برخلاف رو بیسکو به طور اختصاصی با  $CO_2$  عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

**نکته ۲:** اسید چهار کربنی از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسماها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شود.

## نکات مهم:

۱. در گیاهان  $C_4$ ، برخلاف گیاهان  $C_3$ ، یاخته‌های غلاف آوندی دارای کلروپلاست می‌باشند.
۲. در گیاهان  $C_4$  با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در ثبتیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان  $CO_2$  در محل فعالیت آنزیم رو بیسکو، به اندازه‌ای بالا نگه داشته می‌شود که بازدارنده تنفس نوری است. بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می‌دهد.

۳. در گیاهان  $C_4$ . در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالیکه روزنها بسته شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان  $CO_2$  را در محل عملکرد آنزیم رویسکو بالا نگه می‌دارند. همین علت کارایی آنها در چنین شرایطی بیش از گیاهان  $C_3$  است.

### فتوستز در گیاهان CAM (کم):

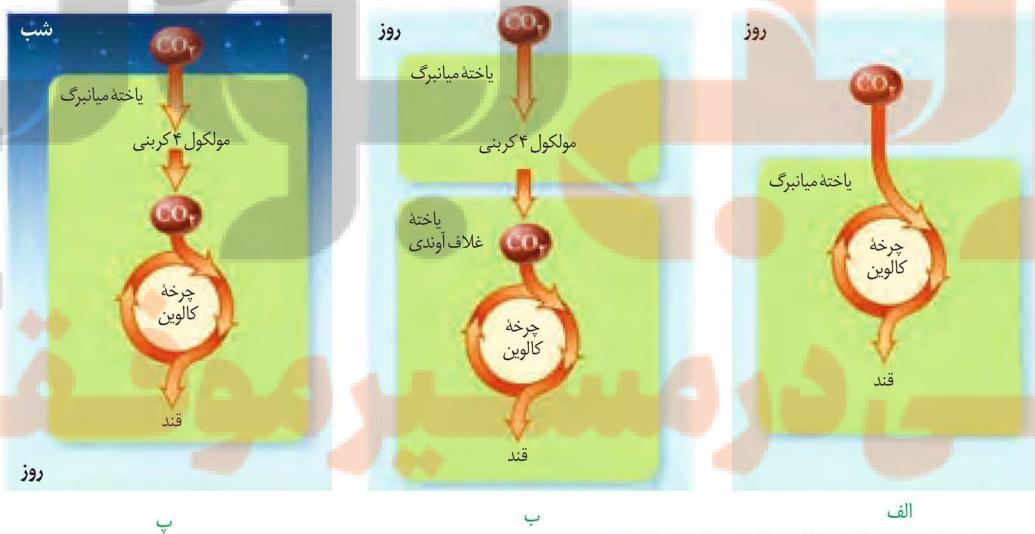
#### ویژگی گیاهان CAM :

۱. در مناطقی با درجه حرارت و نور شدید و آب کم زندگی می‌کنند.
۲. در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنها در طول روز بسته و در شب بازنده.
۳. برگ، ساقه یا هردوی آنها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است.
۴. این گیاهان در کریچه‌های خود ترکیباتی پلی‌ساقاریدی دارند که آب را نگه می‌دارند.

ثبتیت کربن در گیاهان CAM همانند گیاهان  $C_4$  در دو مرحله انجام می‌شود، اما هردوی این مراحل در یاخته‌های میانبرگ اما در دو زمان متفاوت (شب و روز) انجام می‌گیرند:

- در شب (روزنها بازنده): ترکیب  $CO_2$  با اسید سه‌کربنی در یاخته‌های میانبرگ و تولید اسید چهارکربنی.
- در روز (روزنها بسته‌اند): مولکول  $CO_2$  در همان یاخته‌های میانبرگ از اسید چهارکربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می‌شود.

مثال برای گیاهان CAM: کاکتوس، گیاهان تیره گل ناز و آناناس.



شکل ۱۱- مقایسه فتوستز در گیاهان (الف)  $C_4$ ، (ب)  $C_3$  و (پ) CAM

## جدول مقایسه‌ای گیاهان از نظر فتوستنتز

CAM گیاهان	C <sub>4</sub> گیاهان	C <sub>3</sub> گیاهان	
کاکتوس، گیاهان تیره گل‌نار و آناناس	نیشکر	بیشتر گیاهان	مثال
مناطق بسیار گرم و خشک	مناطق گرم	بیشتر مناطق	زیستگاه
چرخه کالوین و سایر واکنش‌ها	چرخه کالوین و سایر واکنش‌ها	فقط چرخه کالوین	واکنش‌های ثبیت کننده CO <sub>2</sub>
اسید ۴ کربنه	اسید ۴ کربنه	اسید سه کربنه	اولین ماده آلی پایدار که از CO <sub>2</sub> ساخته می‌شود
یاخته‌های میانبرگ	یاخته‌های میانبرگ	یاخته‌های میانبرگ	محل ساخت اولین ماده آلی پایدار از CO <sub>2</sub>
یاخته‌های میانبرگ	یاخته‌های غلاف آوندی	یاخته‌های میانبرگ	محل انجام چرخه کالوین
شب	شب	شب	زمان ساخت اولین ماده آلی پایدار از CO <sub>2</sub>
روز	شب	شب	زمان انجام چرخه کالوین
بسته	باز	باز	وضعیت روزندهای هوایی در روز
باز	بسته	بسته	وضعیت روزندهای هوایی در شب

## جانداران فتوستنتز کننده دیگر

بخش عمده فتوستنتز را جاندارانی انجام می‌دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند.  
انواعی از باکتریا و آغازیان در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی فتوستنتز می‌کنند.

**باکتری ها:** باکتری هایی که فتوسنتز می کنند، سبز دیسه ندارند، اما دارای رنگیزه های جذب کننده نور هستند.

جدول مقایسه ای انواع باکتری های فتوسنتز کننده		
انواع باکتری	اکسیژن زا	غیر اکسیژن زا
مثال	سیانوباكتری ها	باکتری های گوگردی ارغوانی و سبز
نام رنگیزه فتوسنتز کننده	a سبزینه	باکتریوکلروفیل
منبع کربن	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
منبع الکترون	(H <sub>2</sub> O) آب	نور خورشید
منبع انرژی	نور خورشید	قدنهای ساده و گوگرد
محصولات فتوسنتزی	قدنهای ساده و اکسیژن	قندهای ساده و گوگرد
واکنش فتوسنتزی	$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{S} + 6\text{H}_2\text{O}$	$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{نور خورشید}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

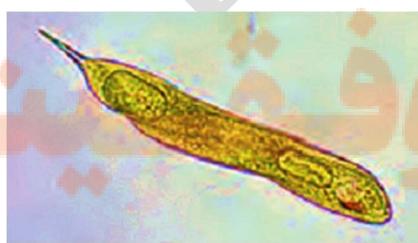
#### نکات:

- چون منبع الکترون باکتری های گوگردی (H<sub>2</sub>S) اکسیژن ندارد، به همین خاطر در اثر تجزیه آن، بجای اکسیژن، گوگرد درست می شود.
- از این باکتریها در تصفیه فاضلابها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده می کنند.
- هیدروژن سولفید گازی بی رنگ است و بویی شبیه تخمر مرغ گندیده دارد.

#### آغازیان:

آغازیان نقش مهمی در تولید ماده آلی از ماده معدنی دارند.

#### انواع آغازیان فتوسنتز کننده



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

**تعریف:** ساختن مواد آلی از مواد معدنی، با استفاده از انرژی واکنش‌های شیمیایی را شیمیوسنتز گویند.

در معادن، اعمق اقیانوس‌ها و اطراف دهانه آتشفسانهای زیرآب وجود دارند.

از قدیمیترین جانداران روی زمین اند.

می‌توانند بدون نیاز به نور از کربن دی‌اکسید ماده آلی بسازند.

انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش‌های شیمیایی، به ویژه اکسایش ترکیبات معدنی (غیرآلی) به دست می‌آورند.

**مثال:** باکتریهای نیترات ساز  $\rightarrow$  آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند

## باکتری‌های

## شیمیوسنتز کننده

**نکته:** زیستن در معادن، اعمق اقیانوس‌ها و اطراف دهانه آتشفسانهای زیرآب برای بسیاری از جانداران غیرممکن است.

دانش آموزان عزیزی که دوست دارند مطالب این پژوهه را به صورت تدریس ویدئویی همراه با هل تست مشاهده کنند، برای اطلاع از زمان پخش ویدئوها می‌توانند به کانال تلگرامی بنده **@ZISTNOVIN** مراجعه کنند. به مضمون آماده شدن ویدئوها، لینک پخش را گلایان ویدئو را در کانال قرار خواهم داد.

♥ با آرزوی موفقیت برای تمام شما عزیزان ♥

فرادران مهربون پشت و پناهتون

سروش صفا

# پلاشی در مسیر موفقیت

تلاشی در مسیر موفقیت



- دانلود گام به گام تمام دروس 
- دانلود آزمون های قلم چی و گاج + پاسخنامه 
- دانلود جزوه های آموزشی و شب امتحانی 
- دانلود نمونه سوالات امتحانی 
- مشاوره کنکور 
- فیلم های انگیزشی 

 [Www.ToranjBook.Net](http://Www.ToranjBook.Net)

 [@ToranjBook\\_Net](https://ToranjBook_Net)

 [@ToranjBook\\_Net](https://ToranjBook_Net)