بسم الله الرحمن الرحيم

زیست دوازدهم فصل ۶ (از انرژی به ماده)

گفتار دوم (واکنش‌های فتوسنتزی)

به سفارش معاونت علمی ریاست جمهوری

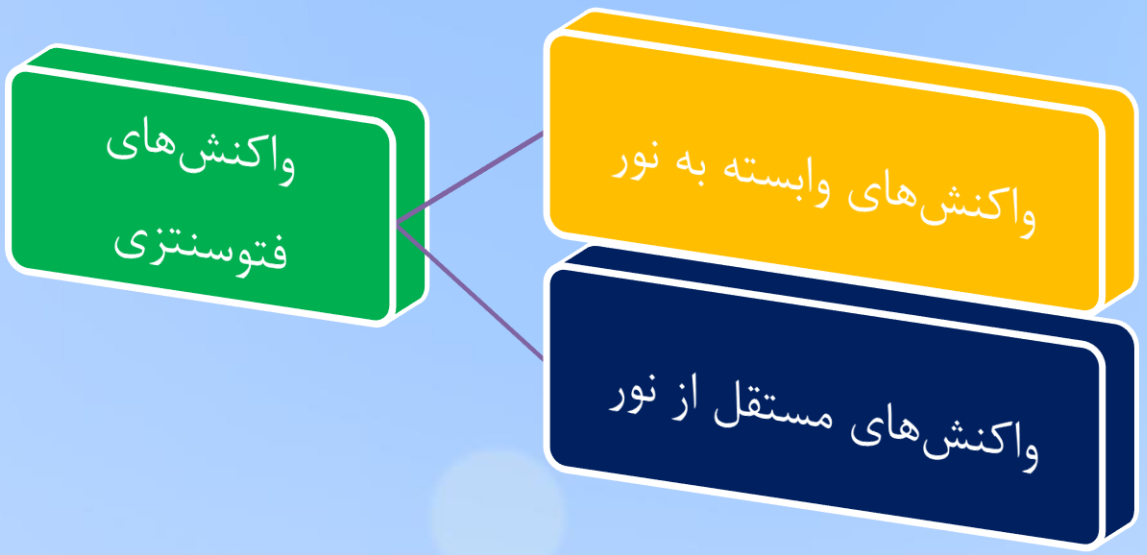
(ستاد توسعه ی زیست فناوری)

گروه زیست فناوری پژوهشسرای دانش آموزی شهید مطهری اسلامشهر

پاییز ۹۹

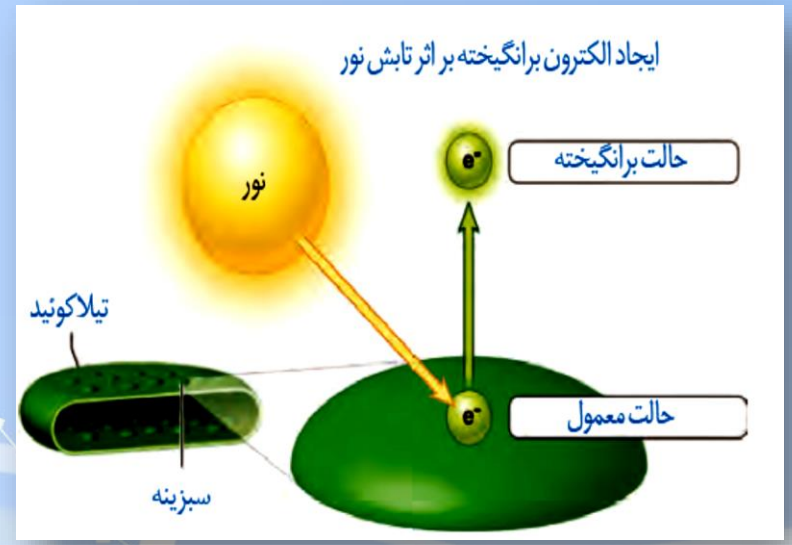
فهرست مطالب

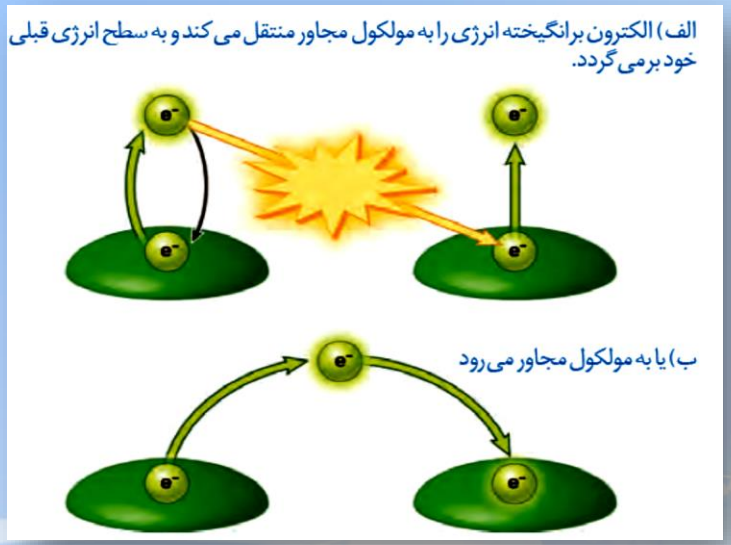
- واکنش‌های فتوسنتزی
- واکنش های وابسته به نور
- تجزیه نوری آب
- ساخته شدن ATP در فتوسنتز
- واکنش های مستقل از نور
- چرخه کالوین
- عوامل موثر بر شدت فتوسنتز
- کاربرد زیست فناوری (سلول های خورشیدی)


واکنش‌های فتوسنتزی
واکنش‌های وابسته به نور
واکنش‌های مستقل از نور

واکنش های وابسته به نور: واکنش های تیلاکوئیدی

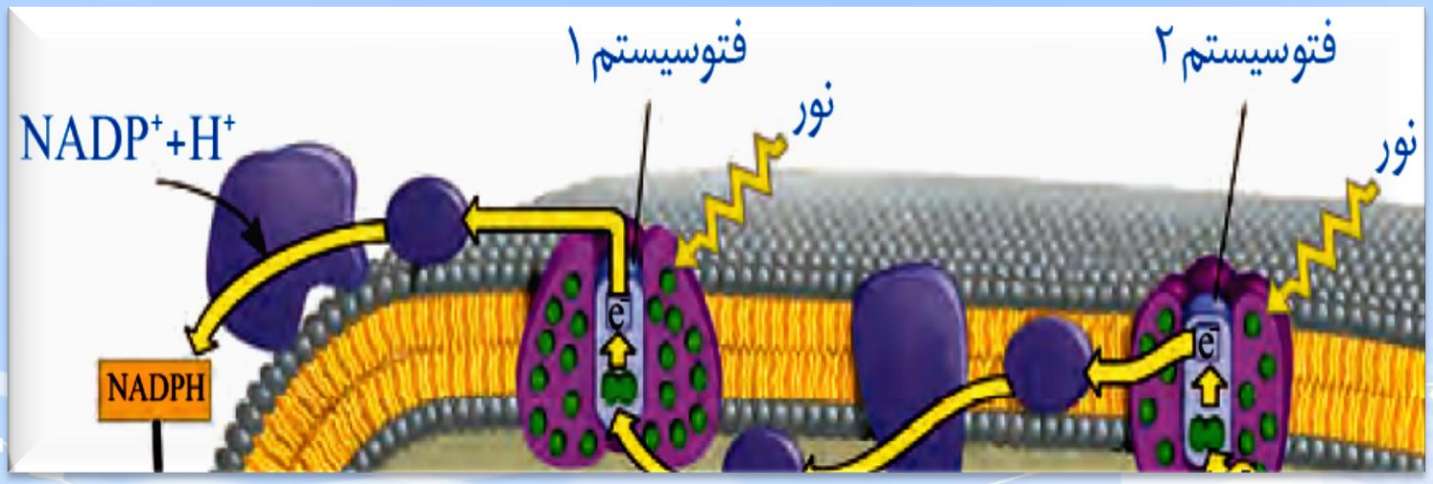
- وقتی نور به مولکول‌های رنگیزه می تابد، الکترون انرژی می گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود. به چنین الکترونی، الکترون برانگیخته می‌گویند، زیرا پرانرژی و از مدار خود خارج شده است.
- الکترون برانگیخته ممکن است با انتقال انرژی به مولکول رنگیزه بعدی، به مدار خود برگردد یا از رنگیزه خارج و به وسیلهٔ رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود.





واکنش های وابسته به نور: واکنش های تیلاکوئیدی

- در فتوسنتز، انرژی الکترون های برانگیخته در رنگیزه های موجود در آنتن ها از رنگیزه ای به رنگیزه دیگر منتقل و در نهایت، به مرکز واکنش می رود و در آنجا سبب ایجاد الکترون برانگیخته در سبزینهٔ a و خروج الکترون از آن میشود. الکترون برانگیخته از فتوسیستم 2 بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون به مرکز واکنش در فتوسیستم 1 می رود. همچنین، الکترون برانگیخته از فتوسیستم 1 در نهایت به مولکول $NADP^+$ می‌رسد.

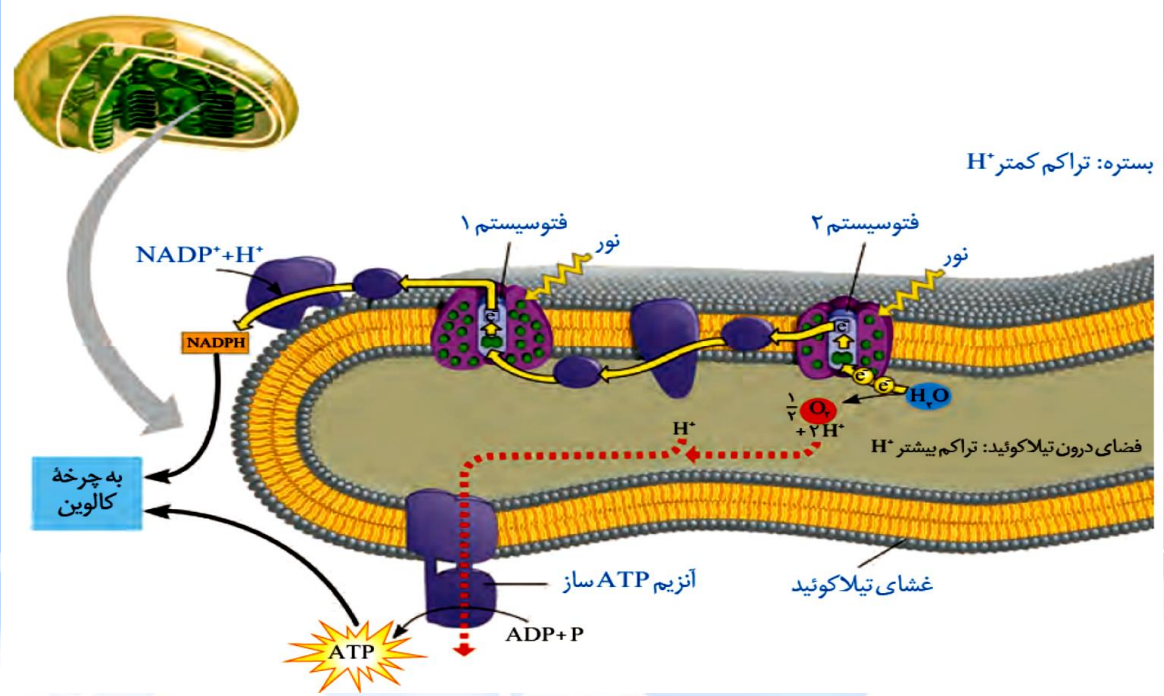


واکنش های وابسته به نور: واکنش های تیلاکوئیدی

دو نوع زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد .یک زنجیره بین فتوسیستم 2 و فتوسیستم 1 و دیگری بین فتوسیستم 1 و$NADP^+$ قراردارد. $NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می کند و با ایجاد پیوند با پروتون به مولکول NADPH تبدیل می شود.

$$NADP^+ + ۲e^- + ۲H^+ \longrightarrow NADPH + H^+$$

الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم 2 می آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم 1 را جبران می‌کند.

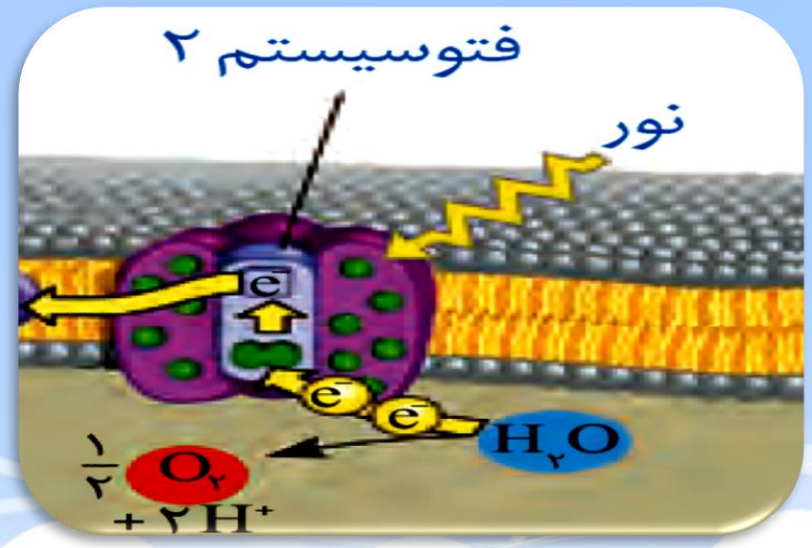


تجزیه نوری آب

- مولکول های آب تجزیه می شوند و الکترون های حاصل از آن به فتوسیستم 2 می‌روند.
- 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 2 و در سطح داخلی تیلاکوئید انجام می شود. حاصل تجزیه آب در فتوسیستم 2، الکترون، پروتون و اکسیژن است.

$$H_2O \longrightarrow 2H^+ + \frac{1}{2} O_2 + 2e^-$$

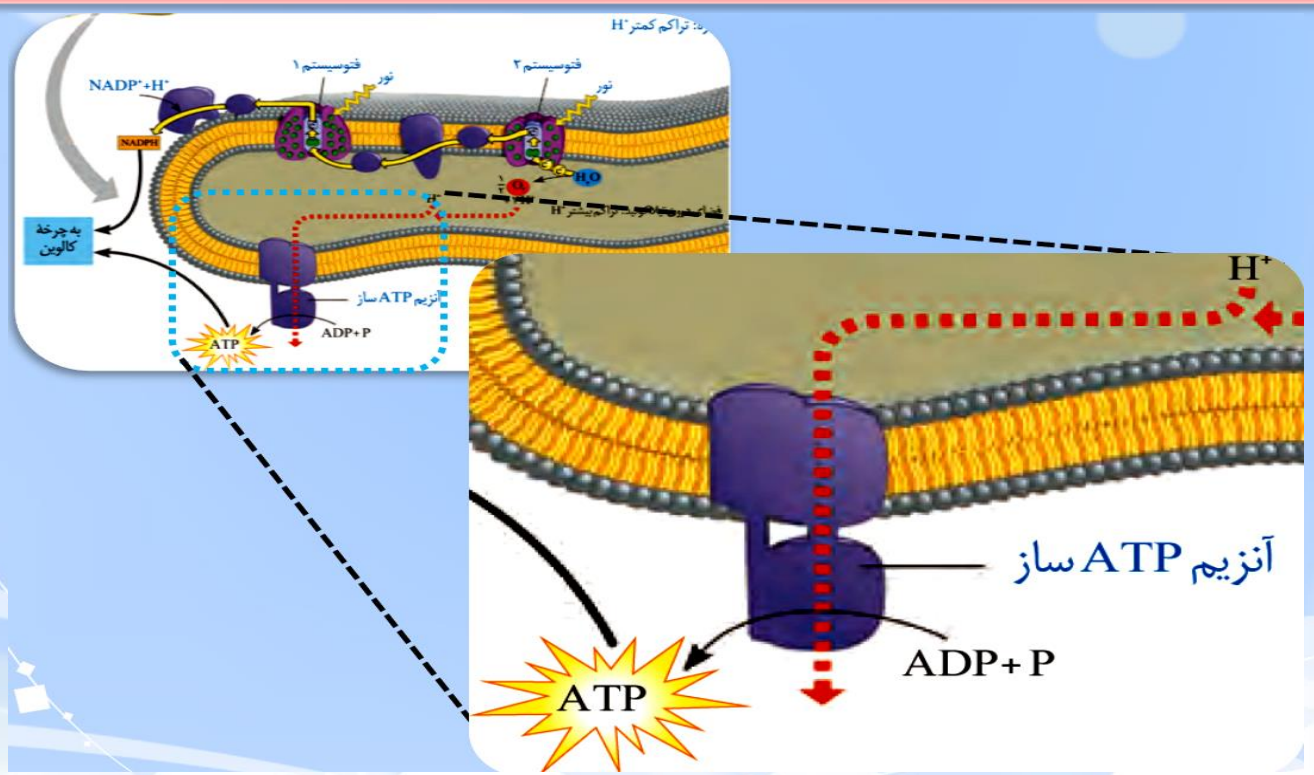
- الکترون ها، کمبود الکترونی سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم 2 را جبران می کنند و پروتون ها در فضای درون تیلاکوئیدها تجمع می‌یابند.

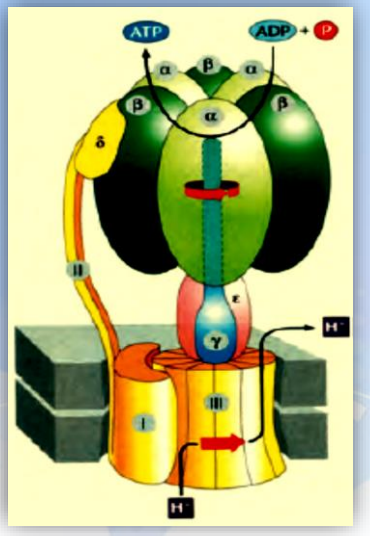


ساخته شدن ATP در فتوسنتز

در غشای تیلاکوئید مجموعه ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز وجود دارد .این آنزیم مشابه آنزیم ATP ساز در راکیزه است. پروتون ها فقط از طریق این آنزیم می توانند به بستره منتشر شوند. همانند آنچه در راکیزه رخ می دهد، همراه با عبور پروتون ها از این آنزیم، 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.





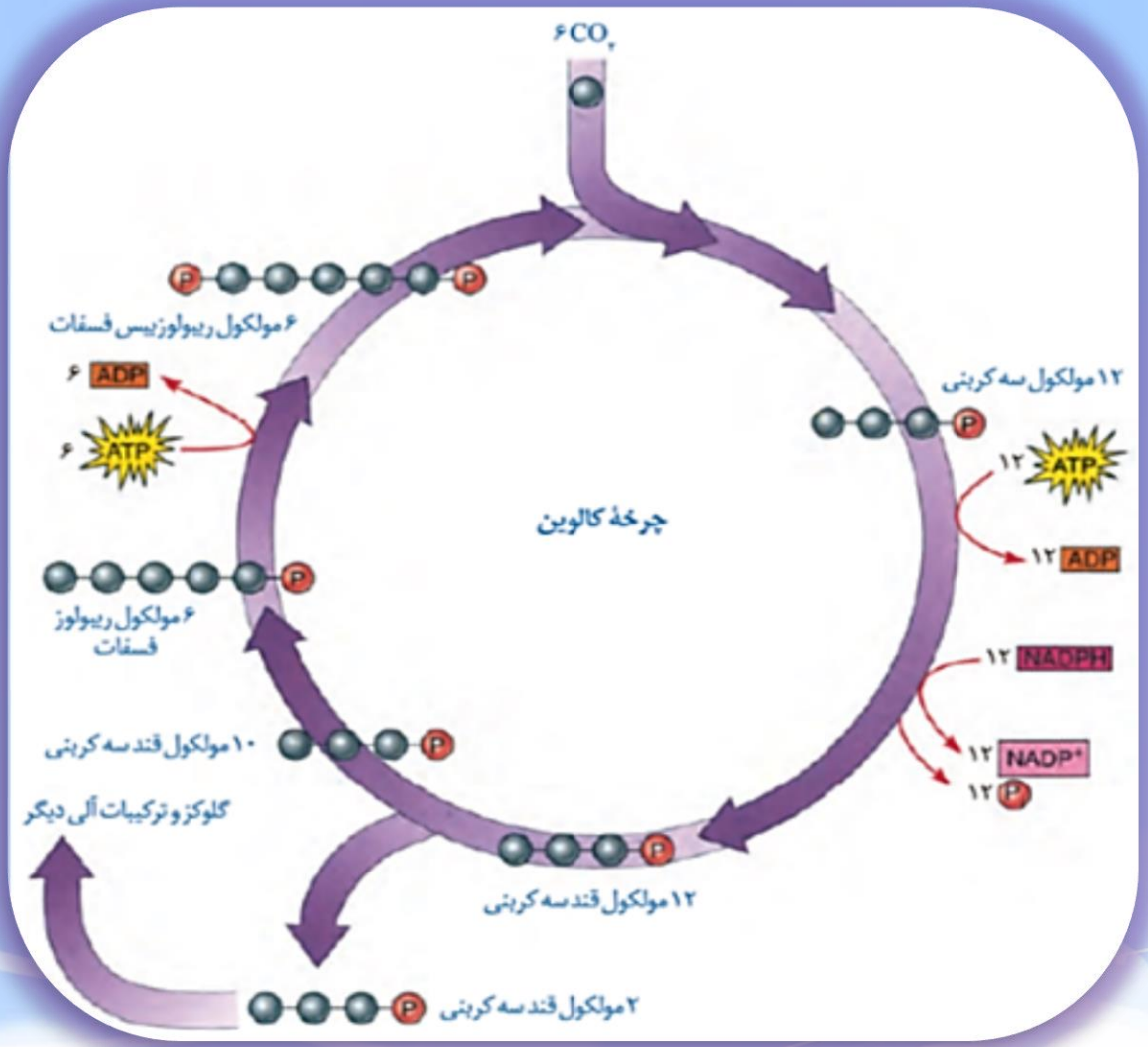
واکنش های مستقل از نور: واکنش های تثبیت کربن

- در فتوسنتز، مولکول هایCO_2 به قند تبدیل میشوند. ساخته شدن این مولکول همانند تجزیه آن به یکباره 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 چرخه‌ای از واکنش ها، به نام چرخهٔ کالوین رخ می‌دهد.
- واکنش ها در بستره سبزدیسه انجام می شوند.

چرخه کالوین

- در چرخه‌ی کالوینCO_2 با قندی پنج کربنی به نام ریبولوزبیس فسفات ترکیب و مولکول شش کربنی ناپایداری تشکیل می شود.
- افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی، با آنزیم روبیسکو (ریبولوزبیس 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.
- تعدادی از این قندها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوزبیس فسفات به مصرف می رسند.
- گرچه واکنش های کالوین مستقل از نور انجام میشوند، اما انجام این واکنش ها وابسته به ATP و NADPH حاصل از واکنش های نوری است.
- در چرخهٔ کالوینCO_2 برای ساخته شدن ترکیب آلی به کار می‌رود. به فرایند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب های آلی تثبیت کربن می‌گویند.
- اولین ماده‌ی 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 C3 می‌گویند. اکثر گیاهان C3 هستند؛ گرچه انواع دیگری از تثبیت کربن در طول حیات گیاهان روی زمین نیز شکل گرفته است.

چرخه کالوین


۶CO۲
۶ مولکول ریبولوزبیس فسفات
۶ ADP
۶ ATP
چرخهٔ کالوین
۱۲ مولکول سه کربنی
۱۲ ATP
۱۲ ADP
۱۲ NADPH
۱۲ NADP+
۱۲ P
۶ مولکول ریبولوز فسفات
۱۰ مولکول قند سه کربنی
گلوکز و ترکیبات آلی دیگر
۱۲ مولکول قند سه کربنی
۲ مولکول قند سه کربنی

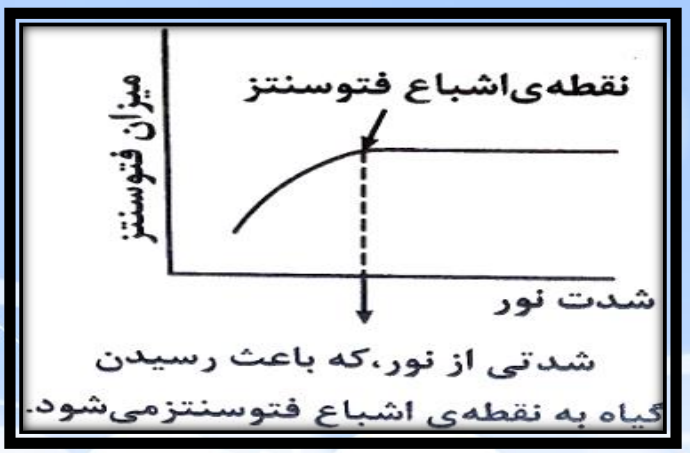
عوامل موثر بر شدت فتوسنتز
شدت نور
دمای محیط
غلظت CO_2 و O_2

شدت نور

- به طور طبیعی با بالا بردن شدت نور، فتوسیستم های بیشتری درگیر واکنش های نوری فتوسنتز می شوند و به همین دلیل، تولید محصولات نوری فتوسنتز (ATP و NADPH) افزایش می یابد. افزایش محصولات نوری باعث افزایش تولید قند در واکنش های تاریکی فتوسنتز می شود. از این رو سرعت و شدت فتوسنتز با افزایش شدت نور، زیاد می شود.

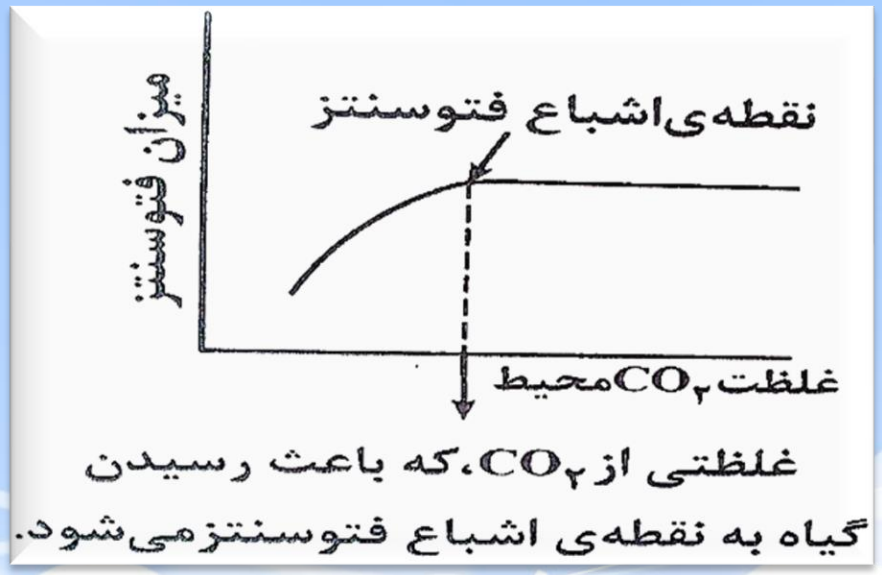
❖آیا هر چقدر که نور را افزایش دهیم، به همان نسبت هم سرعت و شدت فتوسنتز و تولید مواد آلی افزایش می یابد؟

- تعداد کلروپلاست ها در هر سلول و تعداد تیلاکوئید ها در هر کلروپلاست محدود است. تا زمانی می توانیم با بالا بردن شدت نور، سرعت و شدت فتوسنتز را افزایش دهیم، که همه ی زنگیزه ها تحریک نشده باشند. در هر گیاه با توجه به تعداد رنگیزه ها، در یک شدت نور مشخصی، دیگر سرعت و شدت فتوسنتز افزایش نمی یابد، زیرا تمام فتوسیستم ها(رنگیزه های آن) مشغول جذب نور هستند و رنگیزه های اضافه تری وجود ندارد که بتواند نور بیشتری جذب کند. در این حالت فتوسنتز به نقطه‌ی اشباع (saturated point) خود می رسد.



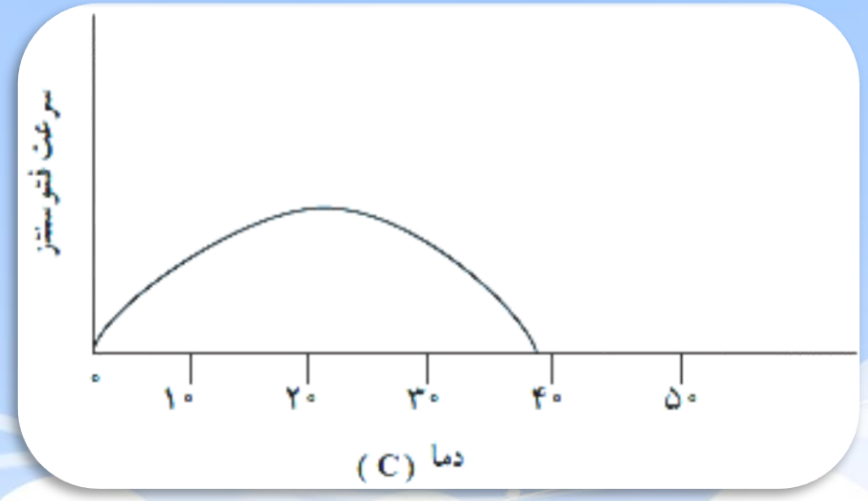
تراکم CO_2

- افزایش تراکم CO2 نیز تاحدی معین، موجب افزایش سرعت و شدت فتوسنتز می شود.
- آیا هر چه قدر تراکم (غلظت) CO_2 را در محیط افزایش دهیم، به همان نسبت هم، سرعت و شدت فتوسنتز و تولید مواد آلی افزایش می یابد؟
- خیر، CO_2 در چرخه ی کالوین استفاده می شود، تعداد قندهای پنج کربنی ریبولوزبیس فسفات و آنزیم های روبیسکو در بستره، محدود است. زمانی که غلظت CO_2 به حدی رسید که تمام روبیسکوها درگیر کار کربوکسیلازی هستند، دیگر بالابردن غلظت CO_2 تاثیری بر روی افزایش سرعت و شدت فتوسنتز ندارد.



دما

- دامنه ی دمایی خاصی، برای فعالیت آنزیم ها مناسب است. به همین دلیل فتوسنتز در دامنه ی دمایی خاص از دماهای محیطی، بیشتر انجام می شود، زیرا این دما باعث فعال شدن آنزیم های مرتبط با فتوسنتز می شوند.
- دامنه ی دمایی خاص، در گیاهان مختلف، با یکدیگر متفاوت است.
- دماهای خارج از این دامنه ممکن است موجب غیر فعال شدن بعضی از این آنزیم ها شوند.
- سطح بهینه ی فتوسنتز هر گیاه خاص (حداکثر میزان فتوسنتز)، به شدت نور، تراکم (غلظت) CO_2 و دمای خاصی بستگی دارد. این میزان ها در گیاهان مختلف، متفاوت است.



سلول های خورشیدی

- چرا وقتی در آسمان بالای سرمان یک نیروگاه برق عظیم نهفته است و انرژی پاک و دائمی، آن هم رایگان، دارد، وقت خود را برای حفاری چاه‌های نفت و بیل زدن زغال‌سنگ تلف می‌کنیم؟خورشید یک گوی آتشین است و تا پنج میلیارد سال دیگر سوخت منظومه شمسی را تأمین می‌کند. سلول خورشیدی می‌تواند این انرژی را به یک منبع برق بی‌پایان و سهل‌لاوصول تبدیل کند.

- مقدار انرژی خورشیدی شگفت‌انگیز است. به طور متوسط، هر متر مربع از سطح زمین ۱۶۴ وات توان خورشیدی دریافت می‌کند. به عبارت دیگر، می‌توان در هر متر مربع از سطح زمین یک لامپ ۱۵۰ واتی قرار داد و با انرژی خورشید کل سیاره را روشن کرد! یا به بیان دیگر، اگر فقط یک درصد از صحرای بزرگ آفریقا را با صفحات خورشیدی بپوشانیم، می‌توانیم برق کافی برای تأمین انرژی کل جهان تولید کنیم.

سلول خورشیدی چیست؟

- «سلول خورشیدی» یک قطعه الکترونیکی است که نور خورشید را می‌گیرد و آن را مستقیم به برق تبدیل می‌کند. هر سلول تقریباً به اندازه کف دست یک فرد بزرگسال، به شکل هشت ضلعی و به رنگ سیاه مایل به آبی است. سلول‌های خورشیدی معمولاً به هم می‌پیوندند و واحدهای بزرگتری به نام «ماژول خورشیدی» را می‌سازند، و این واحدها خود در واحدهای بزرگتری نیز شناخته می‌شوند که به صفحه یا «پنل خورشیدی» معروف هستند.

- همچنین، سلول خورشیدی می‌تواند به شکل تراشه‌های کوچک (برای تأمین برق وسایل کوچک مانند ماشین‌حساب‌های جیبی و ساعت‌های دیجیتال) باشد.

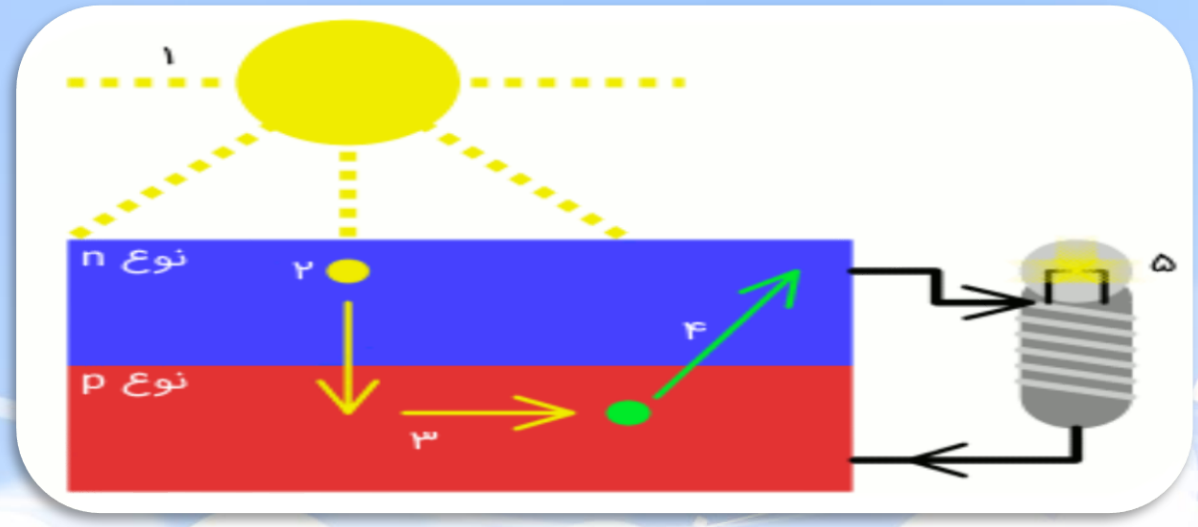
نحوه ی تولید برق توسط سلول خورشیدی

- نور از ذرات ریزی به نام «فوتون» ساخته شده است، بنابراین یک پرتو نور خورشید مانند لوله تفنگی است که تریلیون‌ها تریلیون فوتون را شلیک می‌کند. اگر یک سلول خورشیدی را در مسیر نور قرار دهیم، این فوتون‌های پرانرژی را می‌گیرد و آن‌ها را به جریانی از الکترون تبدیل می‌کند هر سلول چند ولت برق تولید می‌کند، بنابراین کار یک صفحه خورشیدی ترکیب انرژی تولیدی سلول‌ها برای ایجاد مقدار مفید جریان الکتریکی و ولتاژ است.

- هنگامی که نور خورشید به سلول خورشیدی می‌تابد، انرژی الکترون‌ها را به خارج از سیلیکون هدایت می‌کند. این الکترون‌ها می‌توانند در مدار الکتریکی جریان پیدا کنند و انرژی الکتریکی هر چیزی را که با برق کار می‌کند تأمین کنند. این یک توضیح کاملا ساده بود، در ادامه، ماجرا را با نگاهی دقیق‌تر بیان می‌کنیم.

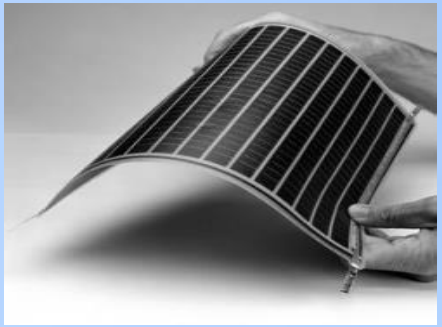
سلول خورشیدی چگونه کار می‌کند؟

- وقتی نور خورشید به سلول می‌تابد، فوتون‌ها (ذرات نور) سطح بالایی را بمباران می‌کنند.
- فوتون‌ها (توده‌های زرد) انرژی خود را از طریق سلول به پایین انتقال می‌دهند.
- فوتون‌ها انرژی خود را به الکترون‌ها (توده‌های سبز) در لایه پایین‌تر و نوع P می‌دهند.
- الکترون‌ها از این انرژی برای پرش از طریق سد به لایه فوقانی نوع n و گردش از مدار استفاده می‌کنند.
- الکترون‌ها با گردش در مدار لامپ را روشن می‌کنند.

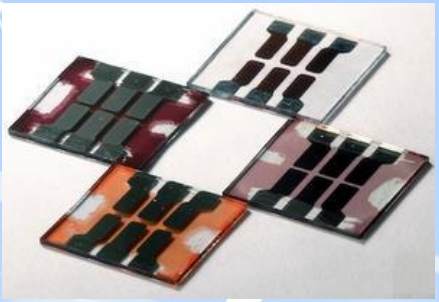


انواع سلول های خورشیدی

- سلول خورشیدی نسل اول (سیلیکون بلوری)



- سلول خورشیدی نسل دوم (سلول نازک نسل اول)



- سلول خورشیدی نسل سوم (ترکیب نسل اول و دوم)

تشکر از حسن توجه شما

تهیه کننده گان:

دکتر سلیمان کرد

دکتر نوید دهنوی

گروه زیست فناوری پژوهشسرای دانش آموزی شهید مطهری اسلامشهر