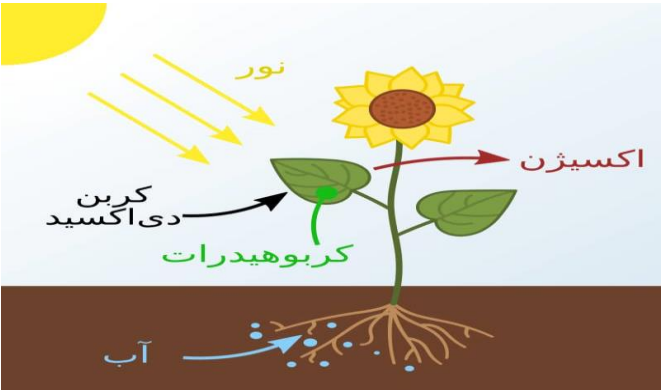




## ۶. جذب انرژی نوری به واسطه نبات:

نباتات دارای رنگدانه‌هایی مانند **کلروفیل** هستند که نور آفتاب را جذب می‌کنند، به‌ویژه نورهای آبی و سرخ. این رنگدانه‌ها در تایلاکوئیدهای کلروپلاست قرار دارند. وقتی نور جذب شد، الکترون‌های کلروفیل تحریک می‌شوند و این انرژی باعث تجزیه آب به  $H^+$  و  $O_2$  و تولید ATP و NADPH می‌شود. این انرژی شیمیایی در مرحله تاریکی ترکیب ضیایی به کار می‌رود تا  $CO_2$  به گلوکوز تبدیل گردد. بنابراین، جذب نور اولین گام اساسی در ترکیب ضیایی است.



## ۷. عوامل مربوط به ترکیب ضیایی: (Factors involved in Photosynthesis)

عوامل مختلفی در انجام موفقانه ترکیب ضیایی سهم دارند. نخست، **کلروفیل** برای جذب نور ضروری است. دوم، **نور آفتاب** باید به‌اندازه‌کافی در دسترس باشد. سوم، نباتات به آب نیاز دارند که از طریق ریشه جذب می‌شود و به برگ می‌رسد. چهارم، **گاز  $CO_2$**  باید از هوا وارد برگ شود. همچنین، وجود **انزیم‌های فعال در کلروپلاست** برای تسهیل واکنش‌های شیمیایی نیز الزامی است. نبود هر یک از این عوامل، عملیه ترکیب ضیایی را کاهش می‌دهد یا متوقف می‌سازد

### عوامل مؤثر بر ترکیب ضیایی: (Limiting Factors)

#### ۱. شدت نور: (Light Intensity)

نور آفتاب منبع اصلی انرژی برای ترکیب ضیایی است. هرچه **شدت نور** بیشتر باشد، میزان انرژی که کلروفیل جذب می‌کند نیز بیشتر می‌شود. این باعث افزایش تولید ATP و NADPH در مرحله نوری می‌گردد که برای مرحله تاریکی ضروری است. اما شدت نور تا یک حد معین مفید است؛ وقتی تمام رنگدانه‌ها اشباع شدند، افزایش نور دیگر تاثیری ندارد. اگر نور خیلی زیاد باشد،

میزوفیل پالیسادی که دارای بیشترین کلروپلاست‌اند، نور را جذب می‌کنند. در زیر آن‌ها، حجرات میزوفیل اسفنجی قرار دارند که فضای میان حجروی زیاد دارند و برای تبادل گازات مؤثر هستند. روزنه‌ها که در اپیدرم تحتانی قرار دارند، با باز و بسته‌شدن، میزان ورود  $CO_2$  را تنظیم می‌کنند.

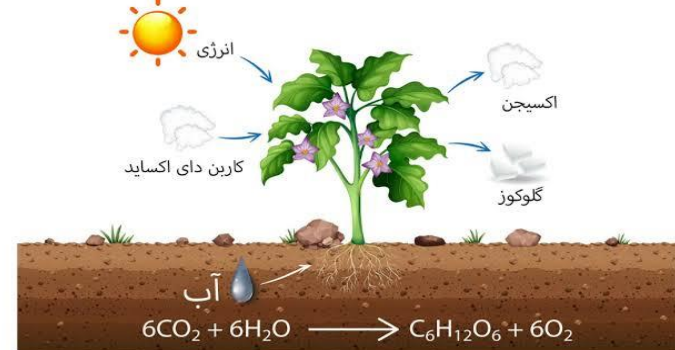
### ساختمان کلروپلاست:

اجزای مهم:

- **تایلاکوئید:** قرص‌های غشایی که حاوی کلروفیل هستند
- **گرانوم:** دسته‌ای از تایلاکوئیدها
- **استروما:** بخش مایع در داخل کلروپلاست

کلروپلاست اندامکی است که تنها در حجرات نباتی سبز یافت می‌شود و محل انجام ترکیب ضیایی است. این اندامک توسط دو غشاء محافظت می‌شود و در داخل آن مایعی به نام **استروما** وجود دارد. در استروما، ساختارهای دیسک‌مانند به نام **تایلاکوئید** وجود دارد که حاوی کلروفیل است. چندین تایلاکوئید روی هم جمع شده و **گرانوم** را می‌سازند. مرحله نوری ترکیب ضیایی در تایلاکوئیدها و مرحله تاریکی در استروما رخ می‌دهد. کلروپلاست‌ها انرژی نوری را گرفته و آن را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کنند

## ترکیب ضیایی



ممکن است به حشرات صدمه بزند یا باعث فتواکسیدیشن گردد، که به رنگدانه‌ها و پروتئین‌ها آسیب می‌زند.

#### ۲ □. غلظت گاز کاربن‌دای‌اکساید: (CO<sub>2</sub> Concentration)

CO<sub>2</sub> ماده خام برای ترکیب ضیایی است که در مرحله تاریکی با استفاده از ATP و NADPH به قندها تبدیل می‌شود. اگر غلظت CO<sub>2</sub> در هوا زیاد باشد، نبات می‌تواند گلوکوز بیشتری تولید کند. اما اگر CO<sub>2</sub> در محیط کم باشد (مثلاً در جاهای بسته یا خشک)، سرعت ترکیب ضیایی کاهش می‌یابد. این عامل نیز مانند نور، تا سطح معینی مؤثر است و سپس به حالت اشباع می‌رسد. در شرایط گلخانه‌ای، افزایش CO<sub>2</sub> یک روش مؤثر برای زیاد کردن حاصل خیزی نباتات است.



#### ۳ ●. میزان آب: (Water Availability)

آب یکی از اجزای اصلی واکنش ترکیب ضیایی است و در مرحله نوری تجزیه می‌شود تا پروتون (H<sup>+</sup>)، الکترون (e<sup>-</sup>) و اکسیجن تولید شود. کمبود آب در نبات باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌گردد تا از تبخیر جلوگیری شود، اما در نتیجه، CO<sub>2</sub> وارد برگ نمی‌شود و ترکیب ضیایی متوقف می‌شود. علاوه بر این، کمبود آب فشار داخلی حجره را کاهش می‌دهد (تورگر کم می‌شود) و ممکن است

حجره‌های برگ صدمه ببینند. بنابراین، تأمین آب کافی برای نباتات شرط اساسی ترکیب ضیایی است.

#### ۴ †. حرارت: (Temperature)

ترکیب ضیایی وابسته به فعالیت آنزیم‌ها است، و آنزیم‌ها در حرارت مناسب بهتر فعالیت می‌کنند. در دمای بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت واکنش‌ها بیشتر می‌شود. اما اگر دما خیلی پایین باشد، آنزیم‌ها فعالیت‌شان را آهسته می‌سازند، و اگر دما بیش از حد بلند شود (بیش از ۳۵-۴۰ درجه)، آنزیم‌ها تخریب می‌شوند (دناتوره شده) و عملیه متوقف می‌شود. حرارت زیاد همچنین تبخیر آب را زیاد می‌سازد که منجر به بسته شدن روزنه‌ها می‌گردد.

#### ۵ □. مقدار کلروفیل: (Chlorophyll Content)

کلروفیل رنگدانه‌ای است که نور را جذب می‌کند و انرژی آن را برای انجام ترکیب ضیایی به کار می‌برد. اگر مقدار کلروفیل در برگ‌ها زیاد باشد، توانایی جذب نور بیشتر شده و در نتیجه انرژی بیشتر برای تولید قند فراهم می‌گردد. شرایط مانند کمبود نایتروژن، فسفر، آهن یا مریضی‌های نباتی ممکن است تولید کلروفیل را کاهش دهد و باعث زردی برگ‌ها (کلوروز) و کاهش ترکیب ضیایی گردد. حفظ سلامت کلروفیل برای مؤثر بودن عملیه بسیار مهم است.

#### ۶ □. فعالیت آنزیم‌ها: (Enzyme Activity)

ترکیب ضیایی شامل مراحل مختلف کیمیایی است که توسط آنزیم‌ها تنظیم می‌شوند. آنزیم‌ها در شرایط مناسب (pH)، حرارت، آب، مواد غذایی (به‌خوبی فعالیت می‌کنند. مثلاً، آنزیم Rubisco در مرحله تاریکی برای جذب CO<sub>2</sub> حیاتی است. اگر شرایط محیطی مناسب نباشد، فعالیت آنزیم‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه سرعت تولید گلوکوز کم می‌شود. نباتاتی که دچار استرس محیطی باشند، معمولاً فعالیت آنزیمی‌شان کاهش می‌یابد.

#### ۷ †\* . ترکیب هوای محیط: (Air Quality)

در محیط‌هایی که آلوده به گازهای زهری مانند SO<sub>2</sub> یا O<sub>3</sub> باشند، ساختار برگ و فعالیت کلروپلاست‌ها ممکن است تخریب شود. همچنین وجود گرد و غبار زیاد روی سطح برگ، جذب نور را کاهش می‌دهد. اگر هوا مرطوب باشد، باز ماندن روزنه‌ها آسان‌تر است، ولی در هوای خشک،

روزنه‌ها زود بسته می‌شوند و تبادل گازات مختل می‌شود. بنابراین، کیفیت و ترکیب هوای اطراف نقش مهمی در میزان ترکیب ضیایی دارد.

نتیجه‌گیری:

تمام این عوامل مانند نور،  $CO_2$ ، آب، حرارت، کلروفیل، انزایم‌ها و شرایط محیطی مانند دانه‌های یک زنجیر هستند؛ اگر یکی کم باشد یا کار نکند، کل عملیه ترکیب ضیایی آسیب می‌بیند یا متوقف می‌شود. به همین دلیل، کشاورزان و باغداران همیشه تلاش می‌کنند این عوامل را متعادل نگه دارند تا رشد نباتات بهتر صورت بگیرد.

سوالات تشریحی :

1. تعریف ترکیب ضیایی را نوشته و دو مرحله آن را توضیح دهید.
2. چگونه ساختار برگ با عملیه ترکیب ضیایی مطابقت دارد؟
3. کلروپلاست را رسم کنید و اجزای آن را نام‌گذاری نمایید.
4. عملیه‌ای که در آن نباتات انرژی نوری را به انرژی کیمیایی تبدیل می‌کنند، نام \_\_\_\_\_ نام دارد.
5. تجزیه آب در مرحله نوری باعث تولید \_\_\_\_\_ می‌شود.
6. بخش مایع داخل کلروپلاست \_\_\_\_\_ نام دارد.
7. مرحله تاریکی در \_\_\_\_\_ انجام می‌شود.
8. نباتات برای ترکیب ضیایی از گاز \_\_\_\_\_ استفاده می‌کنند.