بسم الله الرحمن الرحيم

زیست دوازدهم فصل ۶ (از انرژی به ماده)

گفتار سوم (فتوسنتز در شرایط دشوار)

به سفارش معاونت علمی ریاست جمهوری

(ستاد توسعه ی زیست فناوری)

گروه زیست فناوری پژوهشسرای دانش آموزی شهید مطهری اسلامشهر

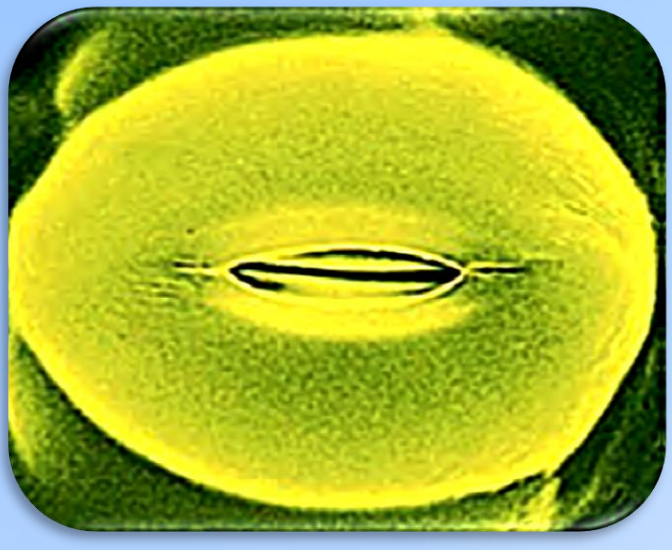
پاییز ۹۹

فهرست مطالب

- فتوسنتز در شرایط دشوار
- تنفس نوری
- فتوسنتز در گیاهان C4
- فتوسنتز در گیاهانCAM
- باکتری‌های فتوسنتز کننده
- آغازیان فتوسنتز کننده
- شیمیوسنتز کننده‌ها
- کاربرد زیست فناوری(نور و تامین آن در گلخانه)

فتوسنتز در شرایط دشوار

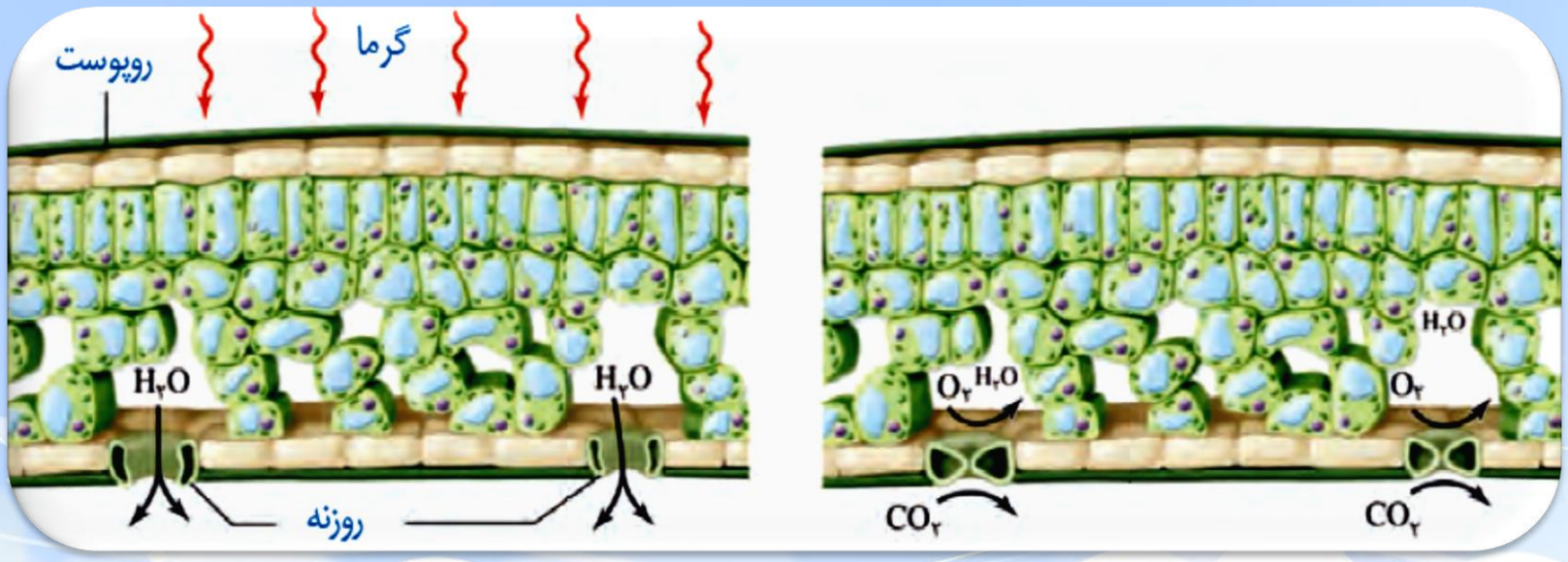
افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود.



بسته شدن روزنه ها چه تأثیری می تواند بر فتوسنتز داشته باشد؟

بسته شدن روزنه

وقتی روزنه ها به منظور کاهش تعرق بسته می شوند، تبادل گازهای اکسیژن و کربن دی‌اکسید از روزنه ها نیز توقف می یابد، اما فتوسنتز همچنان ادامه دارد. بنابراین در حالی که CO2 برگ کم می شود، اکسیژن در آن افزایش می‌یابد در چنین حالتی، وضعیت برای نقش اکسیژنازی آنزیم روبیسکو مساعد می شود؛ زیرا نقش کربوکسیلازی یا اکسیژنازی این آنزیم به نسبت CO2 و اکسیژن در محیط عملکرد آن ارتباط دارد.



تنفس نوری

- فرآیندی است که در نور و دمای شدید و رطوبت کم رخ می دهد و مانع چرخه ی کالوین می شود و اجازه ی قند سازی و مصرف ATP و NADPH ساخته شده در مراحل نوری را نمی دهد. چرا؟

ویژگی های آنزیم روبیسکو

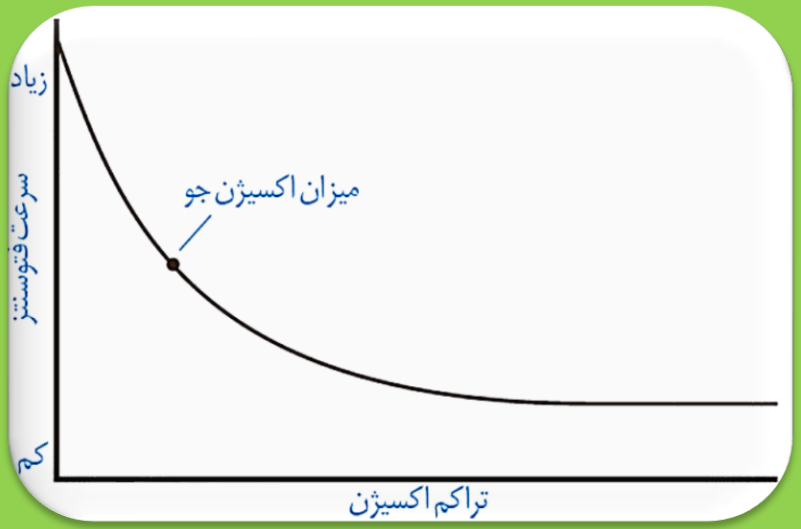
- این آنزیم که همواره در یوکاریوت ها در استروما قرار دارد، دو جایگاه فعال دارد که یکی همواره به قند ریبولوز بیس فسفات (C_5) متصل می شود ولی جایگاه دیگر یک حالت رقابتی بین اکسیژن (O_2) و دی اکسید کربن (CO_2) دارد و هر کدام که در گیاه مقدار بیشتری داشت در آن جایگاه قرار می گیرد.

I. اگر نسبت $\frac{CO2}{02}$ بالا باشد: روبیسکو عمل کربوکسیلازی برای قند C_5 انجام می دهد یعنی ریبولوز بیس فسفات CO_2 را در مرحله ی اول کالوین وارد کرده و تثبیت و قند سازی را انجام می دهد که برای گیاه مفید است و قند سازی همراه مصرف ATP و NADPH صورت می گیرد.

تنفس نوری

II. اگر نسبت $\frac{O2}{C02}$ بالا باشد:

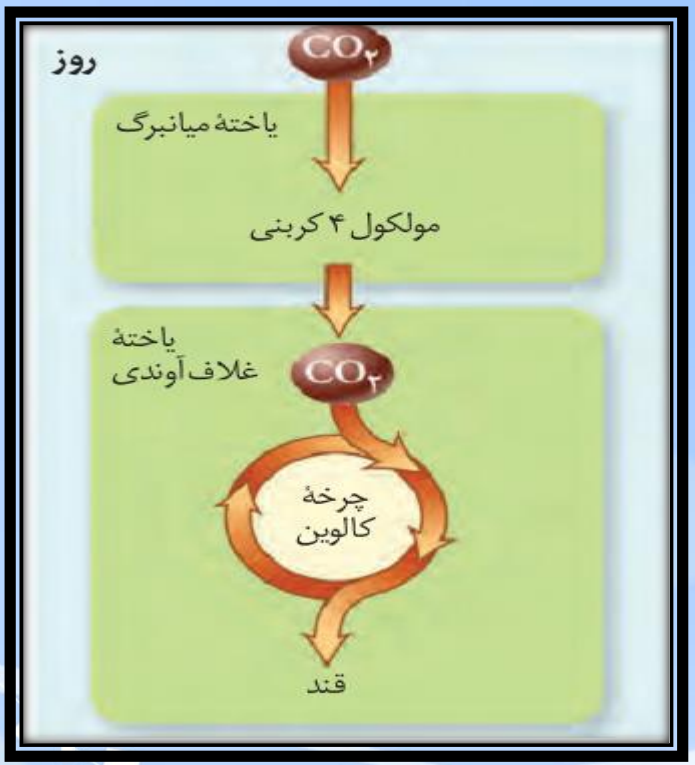
- در این صورت O_2 به روبیسکو متصل شده و روبیسکو عمل اکسیژنازی قند C_5 را انجام می دهد که به آن، تنفس نوری می گوییم، بلافاصله پس از ترکیب O_2 با C_5 ، در استروما C_5 را تجزیه کرده و دو ماده ی C_3 و C_2 می سازد سپس ماده ی دو کربنه (C_2) از استروما به میتوکندری رفته و با واکنش هایی که بخشی از آن در میتوکندری است، یک CO_2 ایجاد می شود ولی ATP ای تولید نمی شود و به ضرر گیاه است، چون قند را می سوزاند ولی انرژی آزاد نمی کند و اجازه ی ورود روبیسکو به چرخه ی کالوین را نمی دهد.

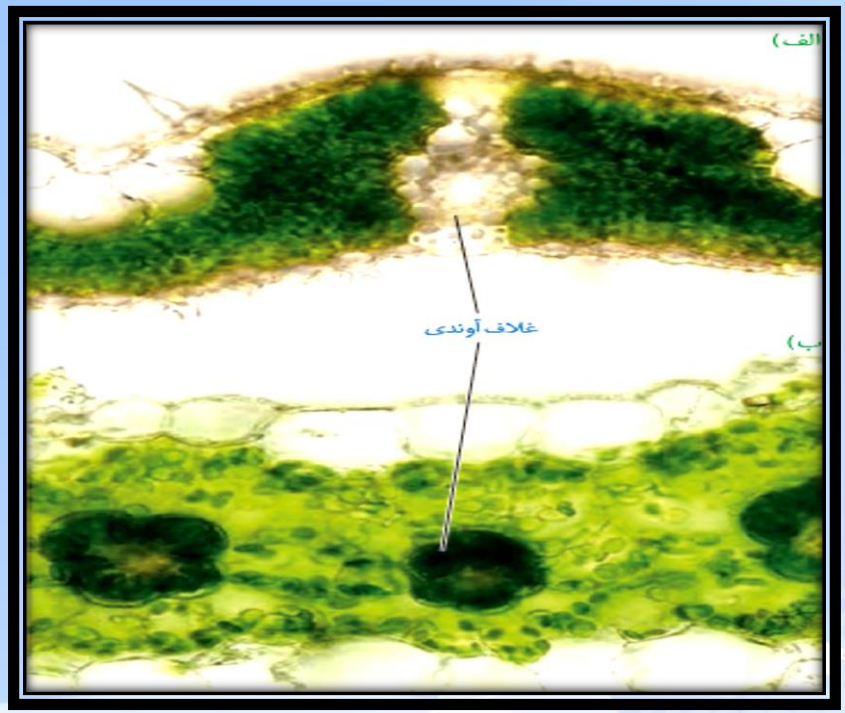


- معمولا در گیاهان این شرایط پیش نمی آید که ۱۰۰٪ روبیسکوها مشغول فعالیت کربوکسیلازی باشند و یا ۱۰۰٪ روبیسکوها مشغول فعالیت اکسیژنازی باشند. این درصد، بستگی به نسبت $\frac{CO2}{02}$ در سلول دارد. هر چه این نسبت بیش تر باشد، درصد بیش تری از آنزیم های روبیسکو مشغول فعالیت کربوکسیلازی هستند.

فتوسنتز در گیاهان C_4

- یکی از سازوکارها برای ممانعت تنفس نوری، در گیاهانی وجود دارد که به گیاهان C4 معروف‌اند. 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 این گیاهان در دو مرحله، ابتدا در یاخته های میانبرگ (مزوفیل) و سپس در یاخته های غلاف آوندی انجام می شود.





فتوسنتز در گیاهان C_4

در گیاهان C4 با وجودعملکرد آنزیم های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته میزان CO2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه ای بالا نگه داشته می شود که بازدارنده‌ی تنفس نوری است. بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می دهد.

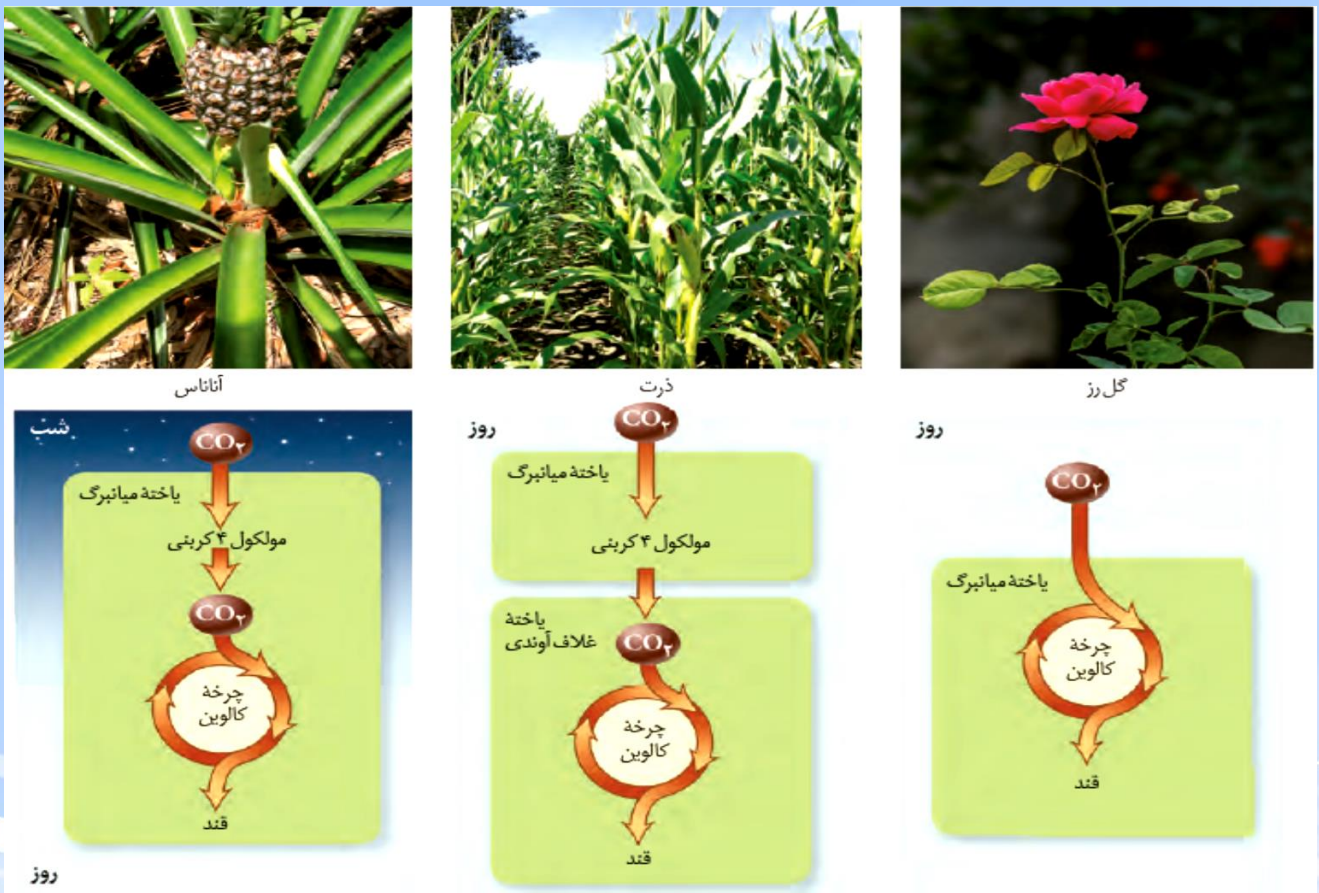
این گیاهان در دماهای بالا، شدت های زیاد نور و کمبود آب، در حالی که روزنه ها بسته‌شده اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می دارند. به همین علت کارایی آنها در چنین شرایطی بیش از گیاهان C3 است.

فتوسنتز در گیاهان CAM

- بعضی گیاهان در مناطقی زندگی می‌کنند که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه‌اند. 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 پرآب است. این گیاهان در واکوئول های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می‌دارند.
- 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 اولیهٔ کربن در شب که روزنه ها بازند و چرخهٔ کالوین در روز انجام میشود که روزنه ها بسته اند. آناناس از گیاهان CAM است.

مقایسه فتوسنتز در گیاهان C_3، C_4 و CAM

CAM **C_4** **C_3**



باکتری‌ها

بخش عمدهٔ 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.

- باکتری هایی که فتوسنتز می کنند، سبزدیسه ندارند، اما دارای رنگیزه های جذب کننده‌ی نورند.
- بعضی باکتری ها سبزینه دارند .مثلاً سیانوباکتری ها سبزینه a دارند و همانند گیاهان با استفاده از CO_2 و نور ماده آلی می سازند؛ و چون همانند گیاهان در فرایند فتوسنتز اکسیژن تولید می‌کنند، باکتری های فتوسنتزکنندهٔ اکسیژن زا نامیده می شوند.
- گروهی دیگر از باکتری ها، فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن زا هستند. باکتری های گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه اند. رنگیزهٔ فتوسنتزی این باکتری ها، باکتریوکلروفیل است .این باکتری ها کربن دی اکسید را جذب‌می کنند، اما اکسیژن تولید نمی‌کنند؛ زیرا منبع تأمین الکترون در آنها ترکیبی به غیر از آب است .مثلاً در باکتری های گوگردی منبع تأمین الکترون H_2S است و به جای اکسیژن، گوگرد ایجاد می شود .از این باکتری ها در تصفیهٔ فاضلاب ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده می کنند.

$$۶CO_۲ + ۱۲H_۲S + \text{نور} \rightarrow C_۶H_{۱۲}O_۶ + ۱۲S + ۶H_۲O$$

آغازیان

آغازیان نقش مهمی در تولید مادهٔ آلی از ماده معدنی دارند. جلبک های سبز، قرمز و قهوه ای از آغازیان هستند و فتوسنتز می کنند. اوگلنا جانداری تک یاخته ای و مثال دیگری از آغازیان فتوسنتزکننده است. این جاندار در حضور نور فتوسنتز می‌کند و در صورتی که نور نباشد، سبزدیسه های خود را از دست می دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می آورد.

شیمیوسنتز کننده‌ها

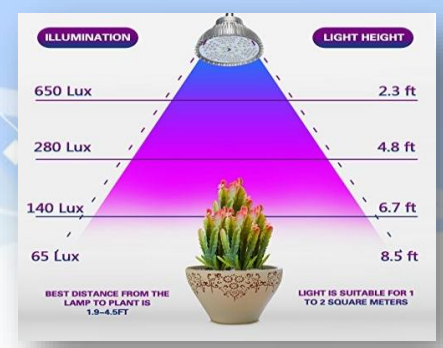
- انواعی از باکتری ها در معادن، اعماق اقیانوس ها و اطراف دهانه‌ی آتشفشان های زیرآب وجود دارند که می توانند بدون نیاز به نور از کربن دی اکسید مادهٔ آلی بسازند. زیستن در چنین مناطقی برای بسیاری از جانداران غیرممکن است.
- دانشمندان بر اساس وضعیت زمین در آغاز شکل گیری حیات، بر این باورند که باکتری های شیمیوسنتزکننده 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 باکتری های شیمیوسنتزکننده اند.

نور و تامین آن در گلخانه

- نور، انرژی خورشیدی است که در همه ساختارهای گیاهی نقش دارد و نتیجه نهایی این فرایندها، در رشد گیاه است که منجر به افزایش ماده خشک می‌شود. در شرایطی که همه عوامل از جمله میزان دی اکسید کربن، دما و رطوبت در حد مطلوب باشد، برای انجام فتوسنتز، به شدت نور در حد مطلوب نیاز است. نور کم باعث کاهش فتوسنتز و رشد گیاه و نور بیشتر باعث صدمه به کلروپلاست ها و کاهش فتوسنتز می‌گردد.

- برای رشد و نمو و تولید محصول در گیاهان گلخانه ای، سه مشخصه اصلی زیر لازم است:

✓ ۱- شدت نور (کمیت نور) ۲- طول دوره نوری ۳- کیفیت (طیف) نور



شدت نور(کمیت نور)

- نور دریافتی از خورشید در گلخانه به عوامل متعددی چون فصول سال، طول و عرض جغرافیایی، ساعات شبانه‌روز، ابری یا صاف بودن هوا، رطوبت نسبی جو، ارتفاع از سطح دریا آلودگی هوا و شفافیت پوشش گلخانه وابسته است.
- به استثنای سایه پسندها، افزایش نور در اواسط پاییز تا اوایل بهار باعث افزایش محصول می‌گردد. ساده بودن قاب های شیشه ای روی گلخانه، ظرفیت قاب ها و افزایش عرض قاب ها، باعث افزایش شدت نور وارده به داخل گلخانه می‌شود. اسکلت چوبی، به طور کاملا محسوس شدت نور را کاهش می‌دهد و بهتر است چهارچوب چوبی را با رنگ سفید رنگ آمیزی کرد تا به به جای جذب نور، آن را منعکس کنند. همچنین بهتر است که قاب های شیشه‌ای پوشش گلخانه را نیز با رنگ سفید رنگ کنند و پوشش بیرونی قاب ها را هر دو سال یکبار و از داخل هر ۵ سال یکبار رنگ آمیزی شود.

طول دوره ی نوری

- **گیاهان بر حسب واکنش به طول دوره روشنایی و تاریکی، به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:**

- ✓ **گیاهان روز بلند:** گیاهانی هستند که برای گل‌دهی به حداقل ۱۰ الی ۱۴ ساعت نور نیاز دارند. در اثر افزایش طول دوره تاریکی، رشد زایشی این گیاهان متوقف شده و به صورت رویشی و طولی رشد می‌کنند. گیاهانی مثل گل سوسن، مینا، اطلسی و نازگل، در این دسته جای دارند.

- ✓ **گیاهان روز کوتاه:** این نوع گیاهان برای تبدیل رشد رویشی به رشد زایشی و تولید اندام و باردهی به کمتر از ۱۲ ساعت نور نیاز دارند. گل داوودی نمونه بارز گیاه روز کوتاه است.

- ✓ **گیاهان روز خنثی:** زمان گل‌دهی در این نوع از گیاهان از تعداد ساعات نوردهی مستقل است، اما افزایش طول دوره نوری، موجب تسریع و افزایش کیفیت رشد گل‌های گیاهان می‌شود. گل‌های بگونیا ژربرا، میخک و انواع صیفی‌جات، در دسته گیاهان روز خنثی جای می‌گیرند.

طول دوره ی نوری

- شدت نور دریافتی از خورشید و طول دوره نوری، باید با توجه به نوع گیاهان کشت شده در محیط گلخانه کنترل شود. برای کاهش شدت نور و یا طول دوره نوری، از سایه‌بان و افزایش شدت نور و یا طول دوره نوری، از سیستم‌های نور مصنوعی استفاده می‌شود.

- در روزهای بلند تابستان، بویژه در مناطق گرمسیر، می‌توان از پاشش مواد کدر کننده (نظیر آهک) بر روی پوشش گلخانه ها برای کاهش شدت نور وارد شده به گلخانه استفاده کرد. تصویری از نصب سایه بان در فضای خارجی گلخانه را نمایش می‌دهد.

کیفیت نور

- نور ماورای بنفش با طول موج کمتر از ۴۰۰ نانومتر برای انسان و گیاه خطرناک است و طولانی شدن روند تابش آن بر گیاه، رشد گیاه را به طور جدی مختل می‌سازد، لذا بهتر است تا در گلخانه ها، از پوشش‌های مقاوم و غیرقابل عبور برای پرتوهای فرابنفش استفاده کرد.
- طیف نور مادون قرمز با طول موجی در بازه ۷۵۰ الی ۸۰۰ نانومتر، بر رشد گیاهان بی‌تاثیر است، اما بر شکل ظاهری گیاه اثر می‌گذارد.
- تشعشعات فعال فتوسنتزی، دارای طول موجی در بازه ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر هستند. طیف نور قرمز با طول موجی در بازه ۶۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر، توسط کلروفیل جذب شده، در رشد و نمو گیاه بسیار م وثر است.
- طیف نور آبی متمایل به بنفش با طول موجی در بازه ۴۰۰ الی ۵۰۰ نانومتر، در رشد رویشی گیاهان و سبزینه سازی تاثیر بسزایی دارد.

نور مصنوعی

- برای افزایش شدت و طول دوره نوری گیاهان، علی‌الخصوص افزایش طول دوره نوری گیاهان روز بلند از تجهیزات مولد نور مصنوعی استفاده می‌شود.
  - ✓ تنگستن
  - ✓ فلورسنت
  - ✓ متال هالید
  - ✓ سدیمی فشار بالا
  - ✓ LED

گلخانه با نور مصنوعی

تشکر از حسن توجه شما

تهیه کننده گان:

دکتر سلیمان کرد

دکتر نوید دهنوی

گروه زیست فناوری پژوهشسرای دانش آموزی شهید مطهری اسلامشهر