

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ وَبَارِكْ عَلَى سَيِّدِنَا مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِهِ وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ

پیامبر اسلام (ص) فرمود :

در قیامت نزدیک ترین مردم به من کسی است که بیشتر بر من صلوات بفرستد

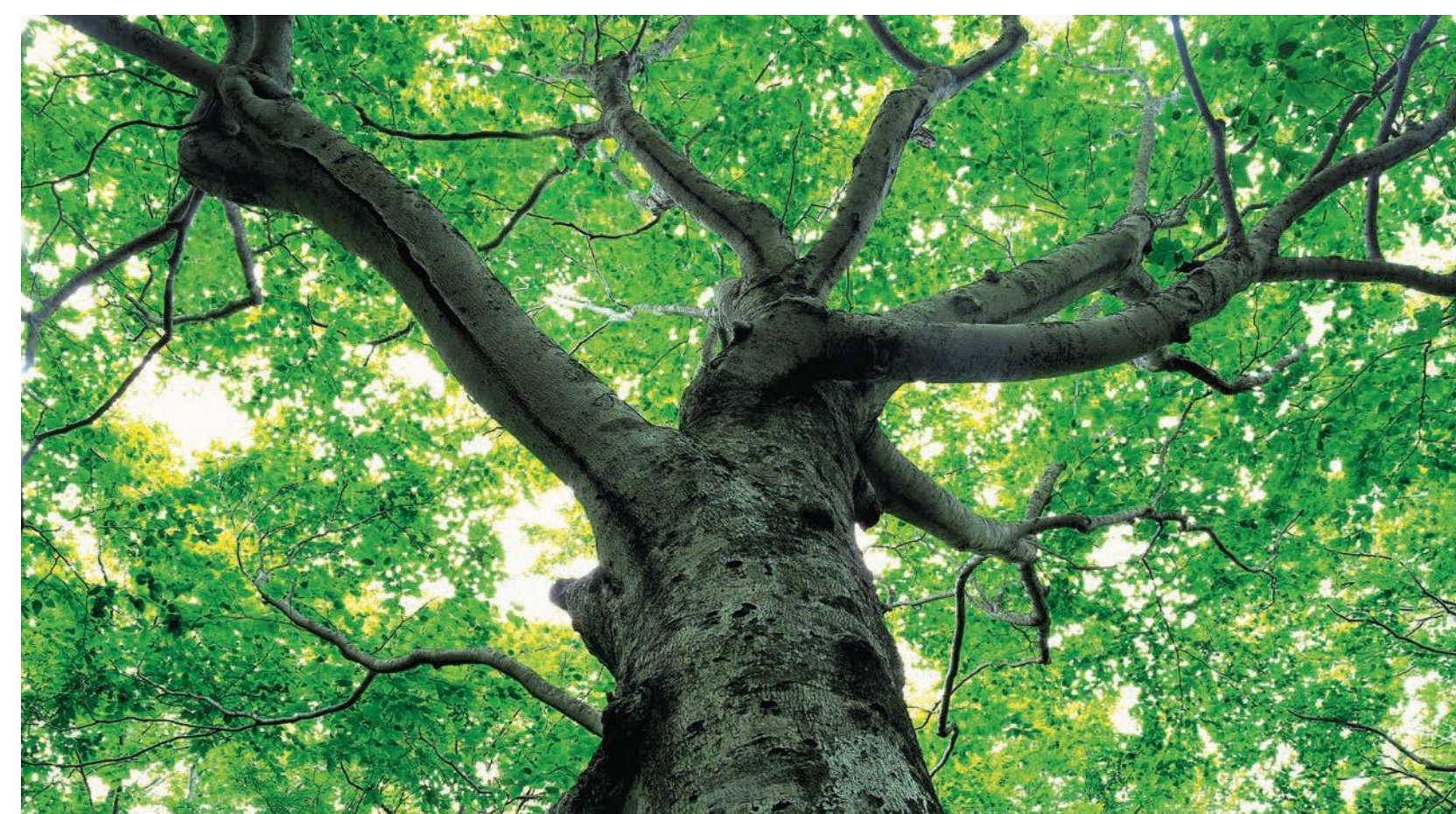
کنز العمال، ج ۱، ص ۴۸۹

فصل ۶

از انرژی به ماده

گفتار ۱

• فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی



• منشأ انرژی ذخیره شده در ترکیباتی مانند گلوکز چیست؟

• چه فرایندها یا فرایندهایی در دنیای حیات وجود دارد که با ساختن ماده آلی، انرژی را در آنها ذخیره می کند؟

• چه جاندارانی می توانند این فرایندها را انجام دهند و این جانداران چه ویژگی هایی دارند؟

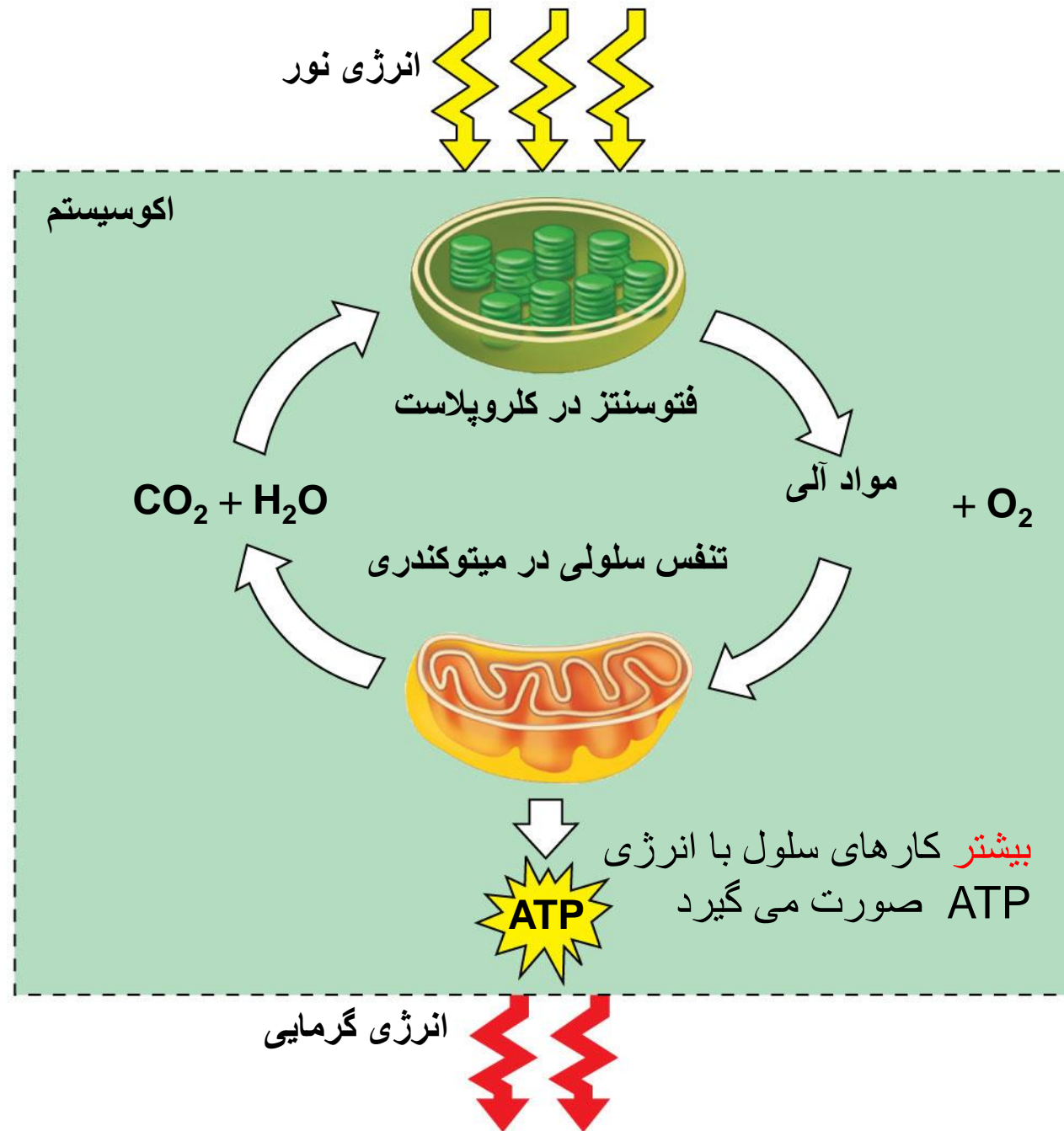
گیاهان در فرایند فتوسنتز CO₂ را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می کنند



کربن

هیدرات

Figure 9.2



ویژگی های جاندار فتوسنتز کننده (دقت کنید نه فقط گیاهان)

برای اینکه **جاندار** (**دقت نگفته گیاهان**) بتواند فتوسنتز انجام دهد، چه ویژگی هایی باید داشته باشد؟

- داشتن مولکول های **رنگیزه ای** است که بتوانند انرژی نور خورشید را جذب کنند.
- داشتن سامانه ای برای تبدیل انرژی نور به **انرژی شیمیایی**

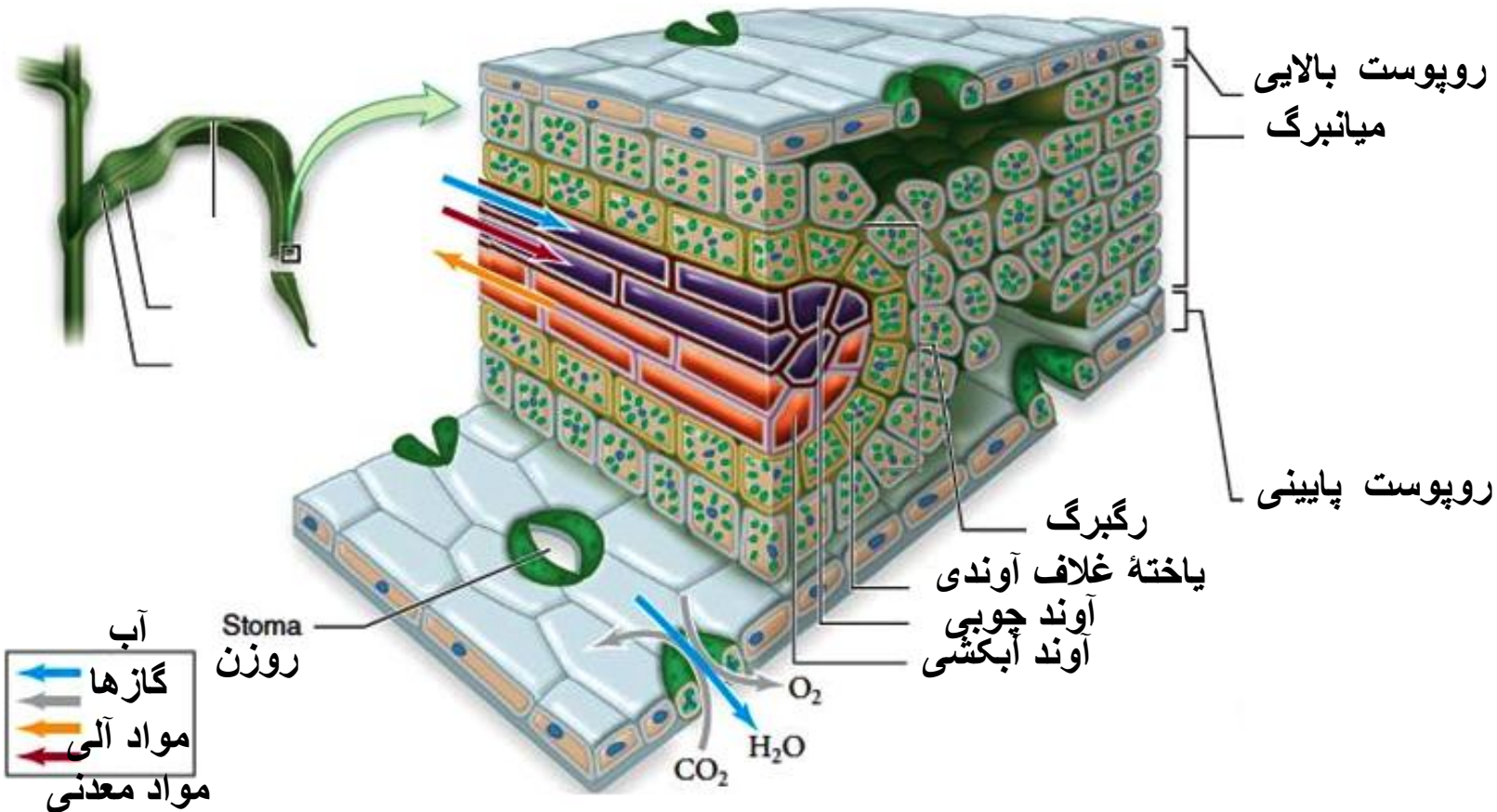
برگ ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز

چرا برگ مناسب ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است؟

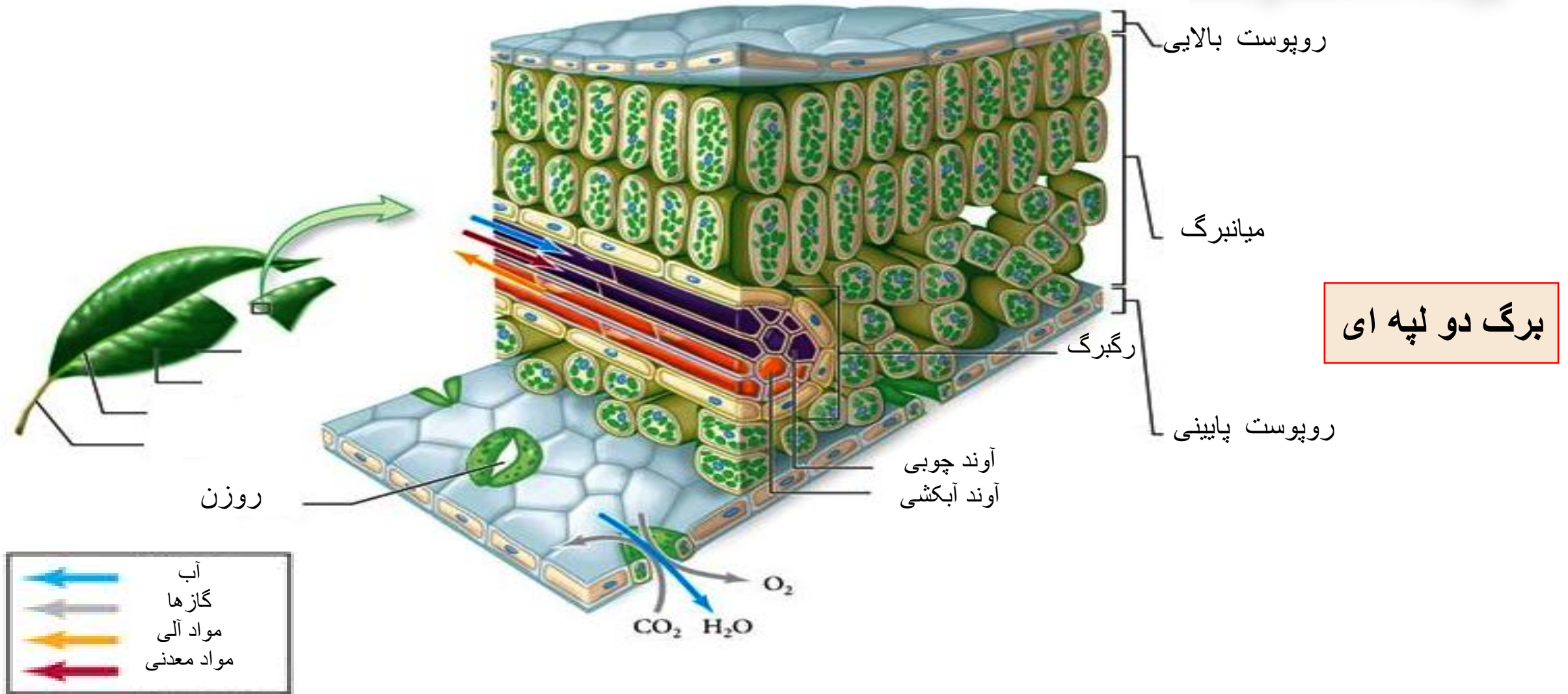
زیرا:

- ۱- تعداد فراوانی کلروپلاست دارد.
- ۲- داشتن سطح مناسب ۳-
- ۳- روزنه و ۴- آوند از دیگر ویژگی های مناسب برگ ها است.

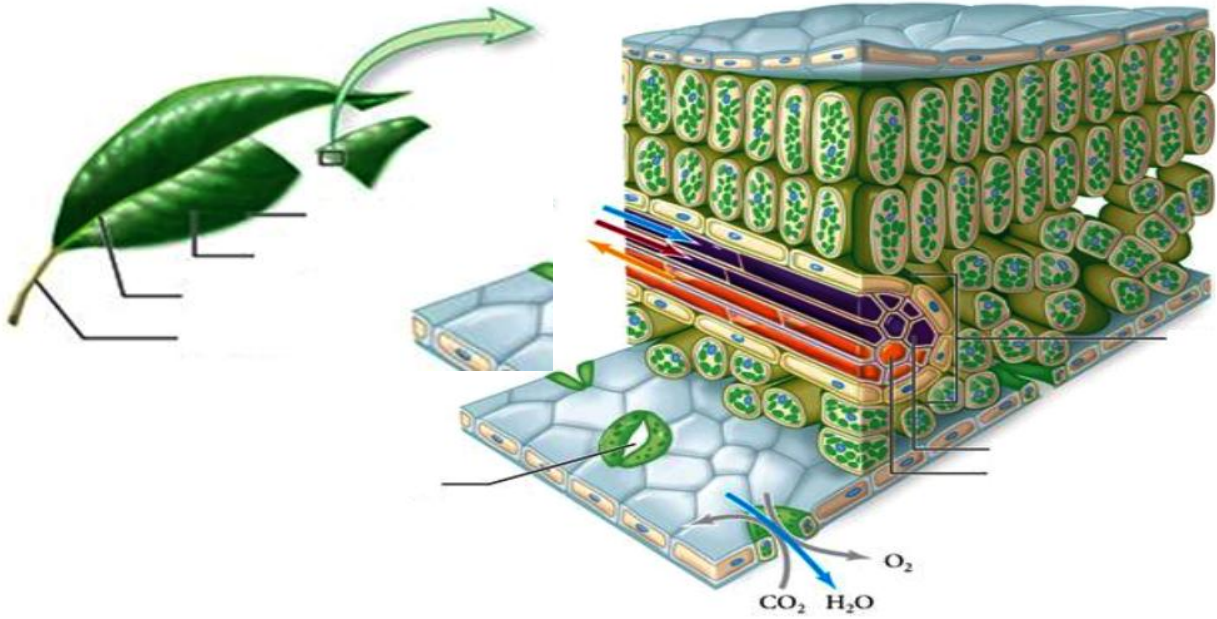
برگ تک لپه ای



برگ ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز



ساختار برگ دو لپه ای



نرده ای

اسفنجی

یاخته های نرم آکنه ای
(پارانشیم)

روپوست رویی

میانبرگ

روپوست زیرین

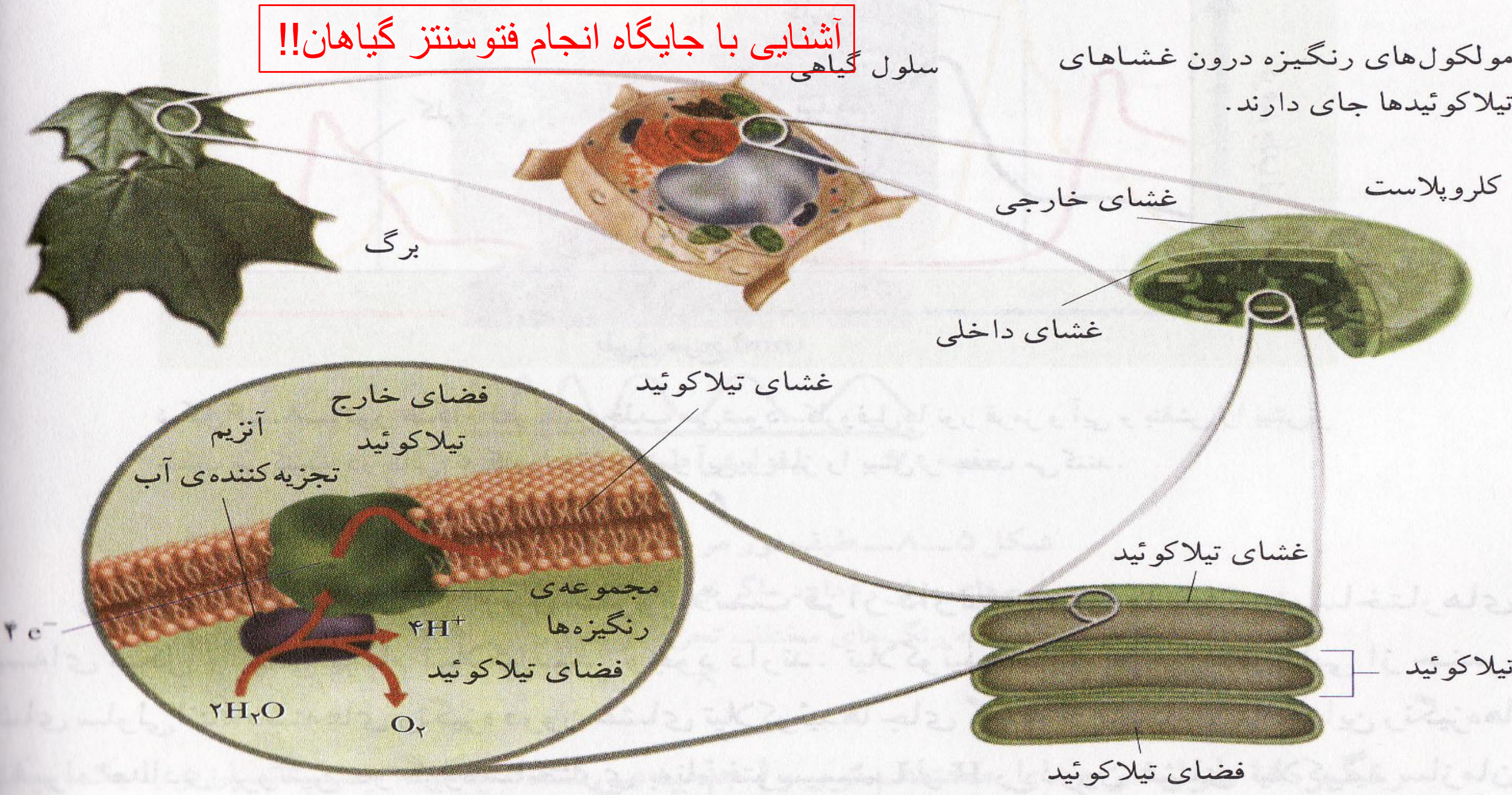
دمبرگ

پهنک

ساختار برگ
گیاهان دو لپه
ای:

میانبرگ در بعضی گیاهان از یاخته های اسفنجی تشکیل شده است

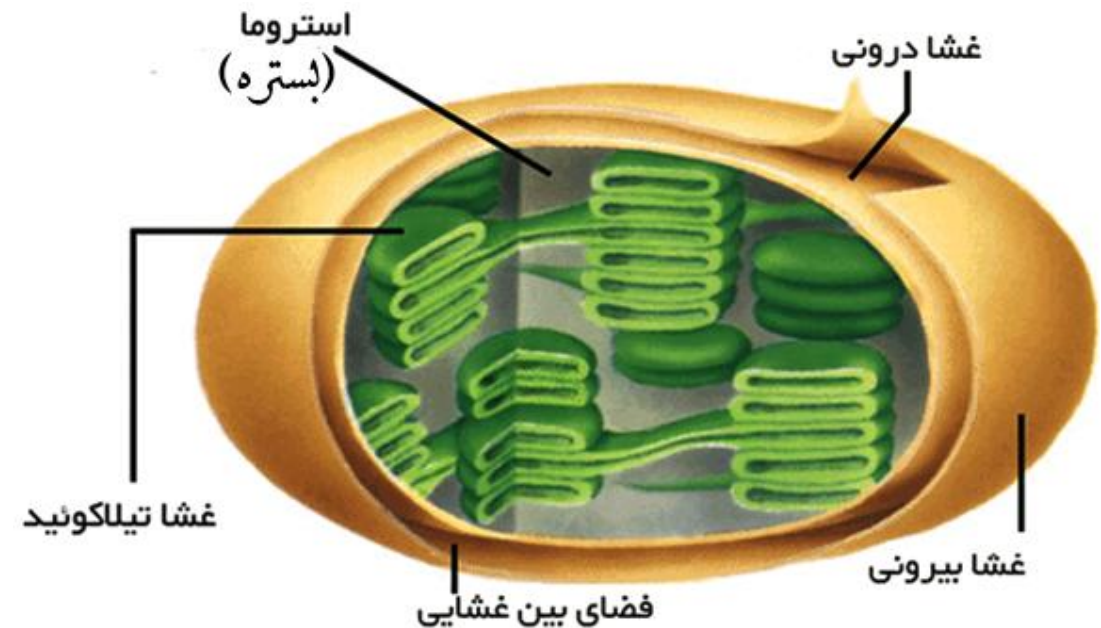
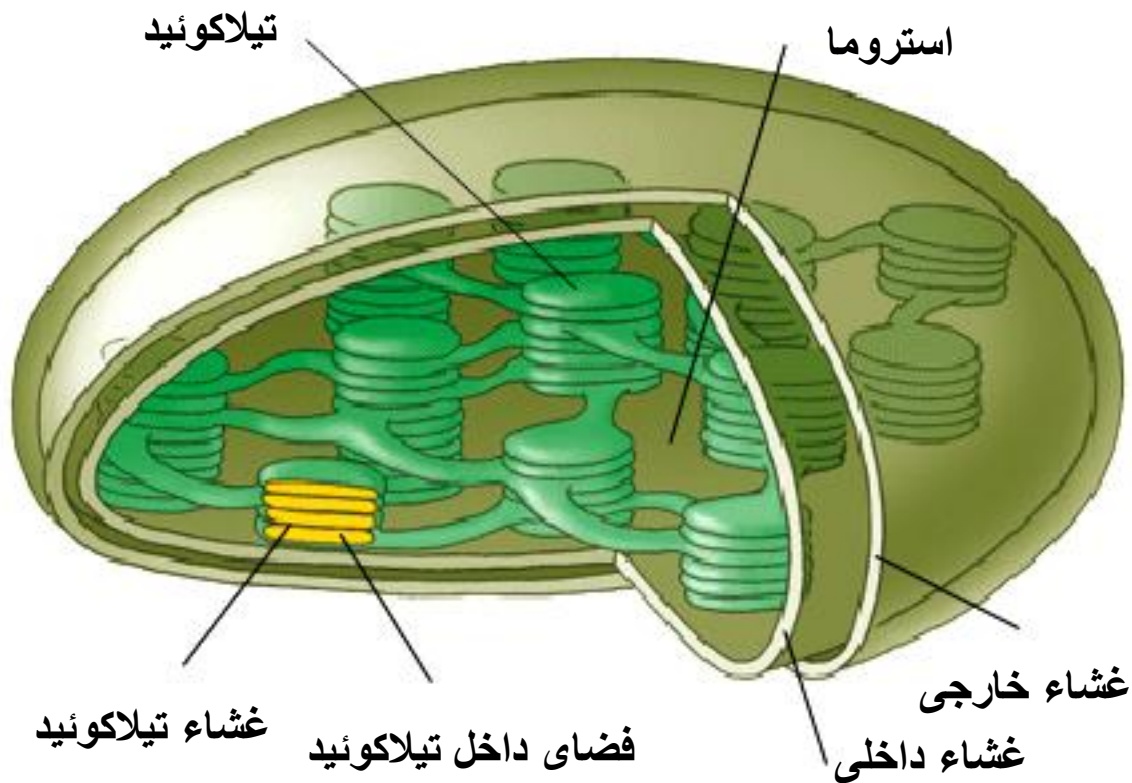
آشنایی با جایگاه انجام فتوسنتز گیاهان!!



شکل ۷-۸- کلروپلاست درون سلول

کلروپلاست:

کلروپلاست: همانند میتوکندری دارای غشای بیرونی و غشای درونی است که از هم فاصله دارند. فضای درون کلروپلاست با سامانه ای غشایی به نام **تیلاکوئید** به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و بستره تقسیم شده است.



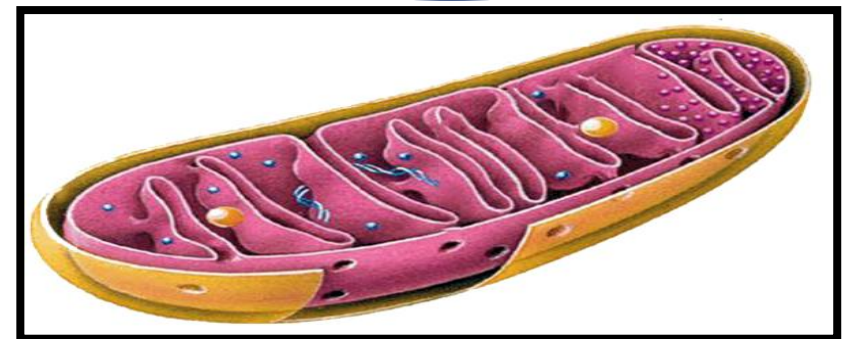
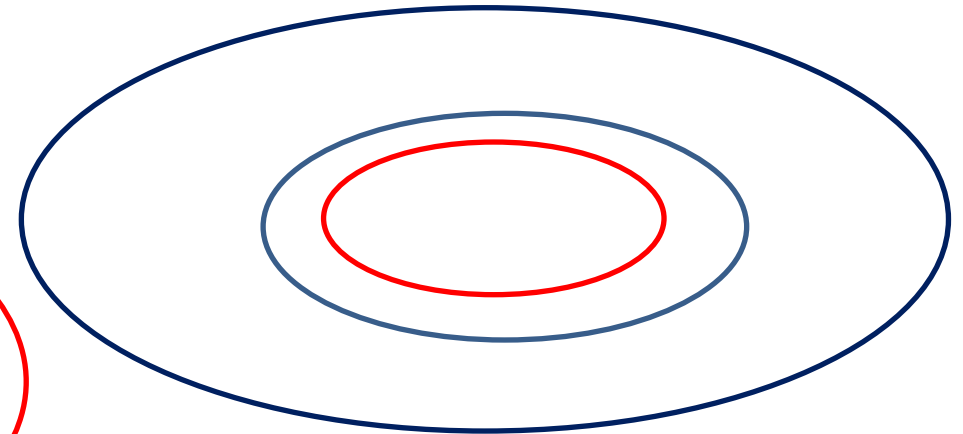
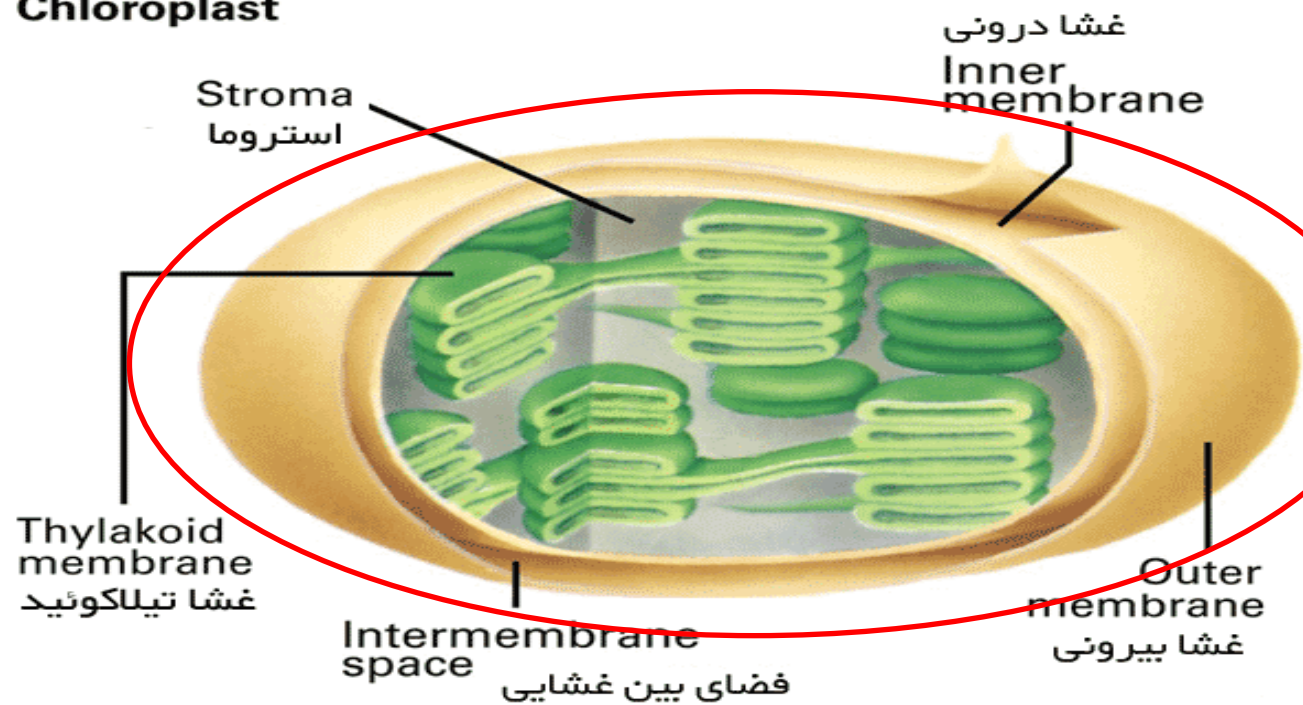
اکسیژن تولیدی در یک کلروپلاست (سبز دیسه) گیاهان برای خروج از کلروپلاست از چند لایه غشایی باید عبور کند؟ ۳ غشاء ۶ لایه

اکسیژن تولیدی در یک کلروپلاست (سبز دیسه) گیاهان برای خروج از آن سلول از چند لایه غشایی باید عبور کند؟ ۴ غشاء ۸ لایه

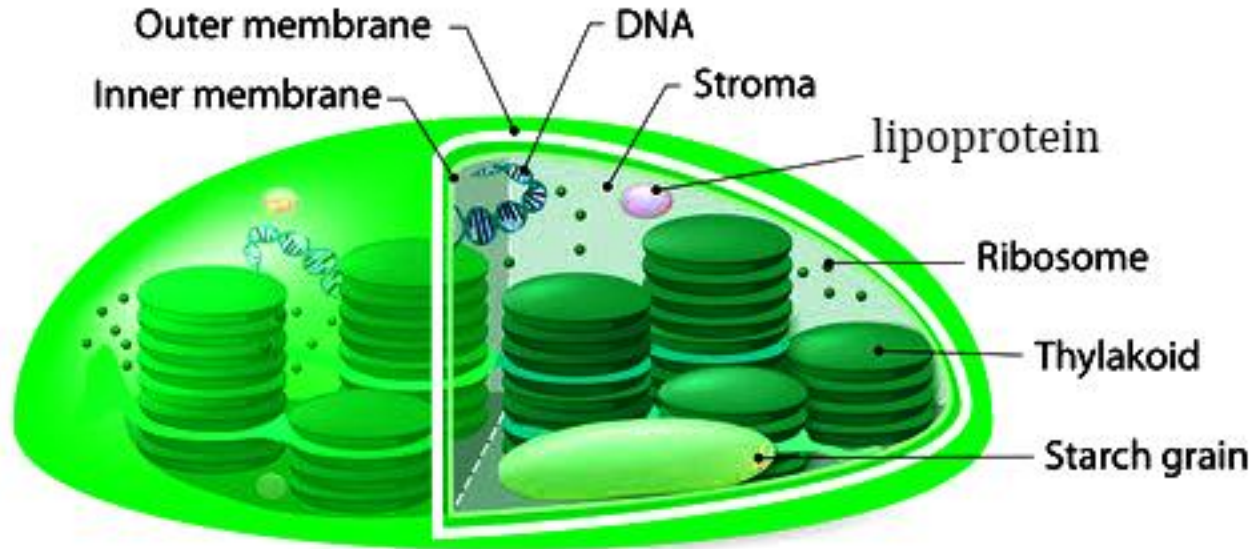
اکسیژن تولیدی در یک سلول گیاهان برای ورود به سلول دیگر از چند لایه غشایی باید عبور کند؟ ۵ غشاء ۱۰ لایه

اکسیژن تولیدی در یک سلول گیاهان برای ورود به سلول یوکاریوت دیگر و استفاده از آن از چند لایه غشایی باید عبور کند؟

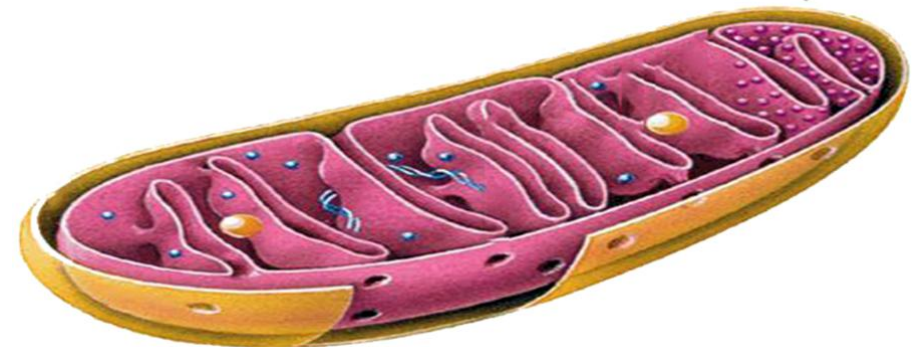
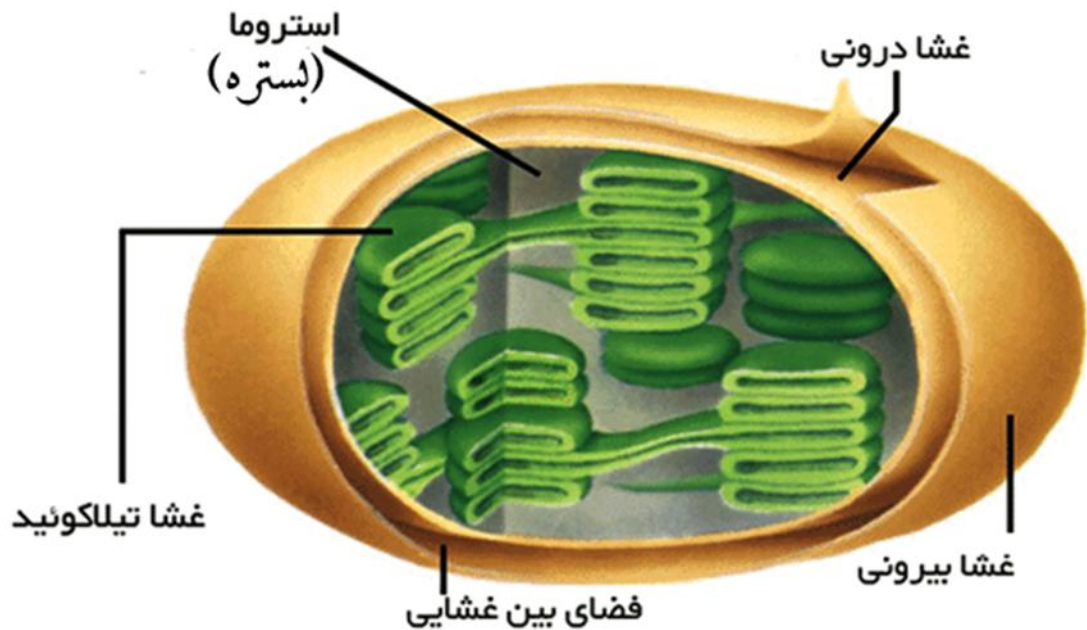
Chloroplast



کلروپلاست:

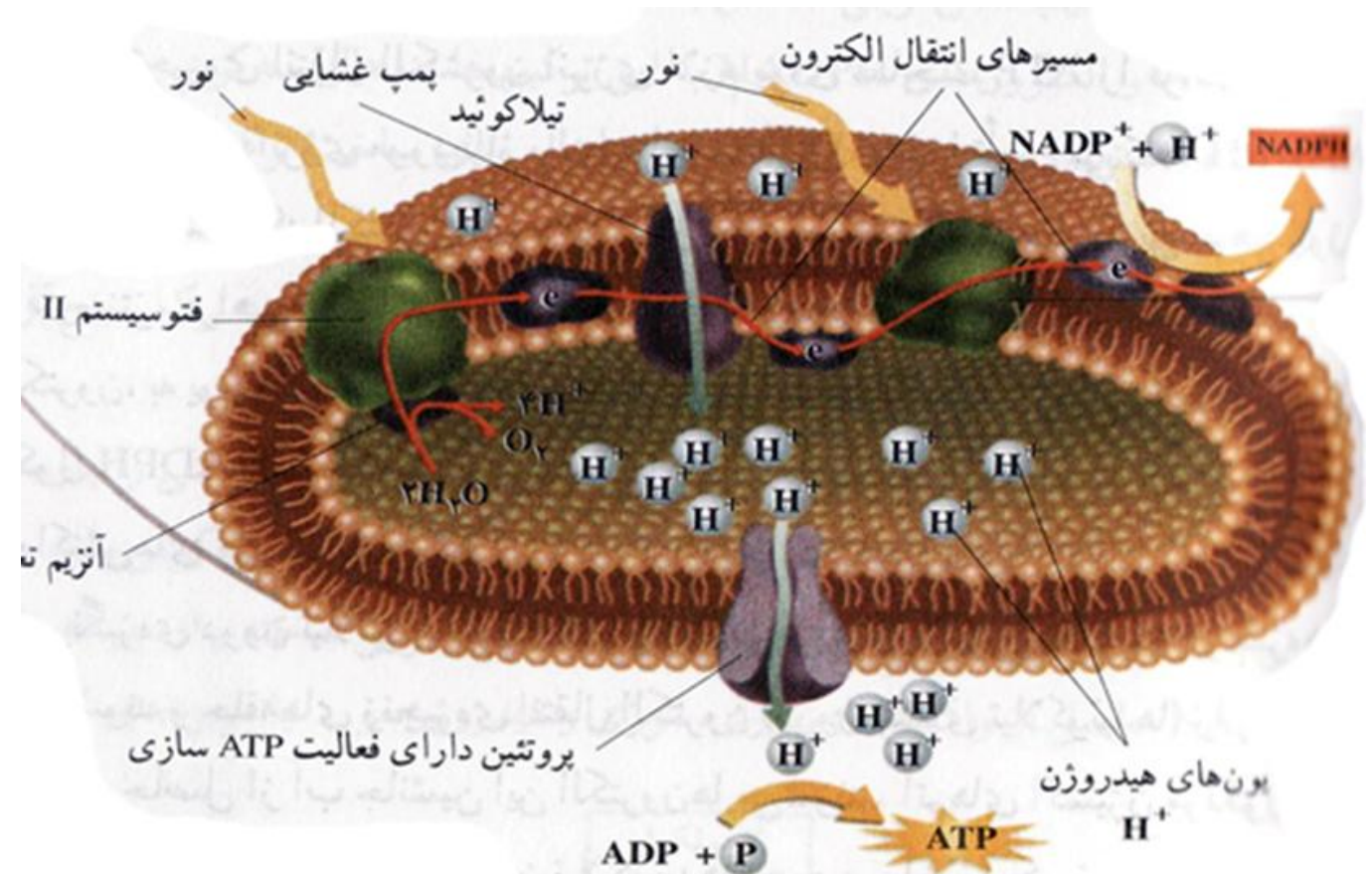
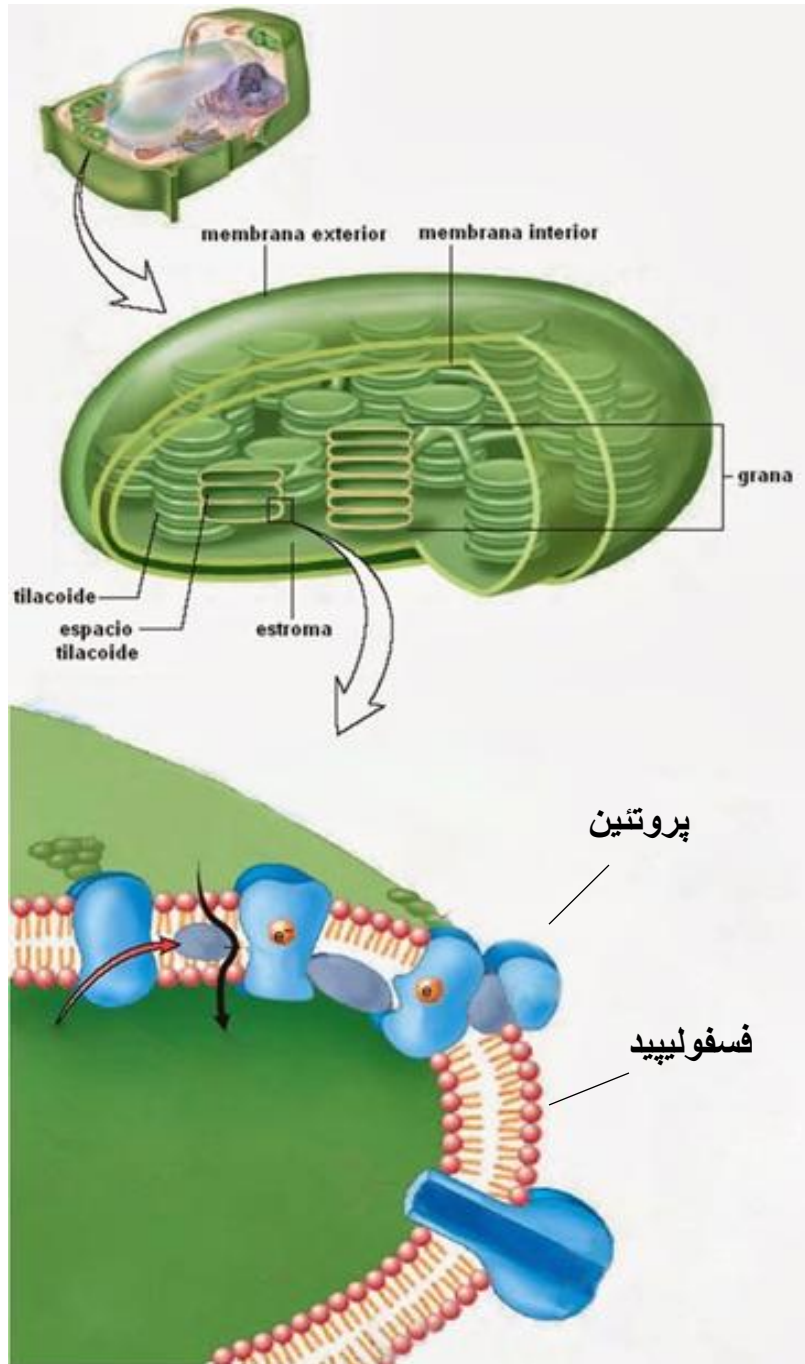


تیلاکوئیدها ساختارهای **غشایی** و **کیسه** مانند و به هم متصل هستند بستره دارای DNA، RNA و ریبوزوم است. بنابراین، کلروپلاست مانند **میتوکندری می تواند** بعضی(نه همه) **پروتئین های مورد نیاز خود را بسازد**. کلروپلاست نیز می تواند به طور مستقل تقسیم شود.



ساختار تیلاکوئید

- تیلاکوئیدها در واقع ساختارهایی از جنس غشای سلولی اند.



نور نوعی انرژی الکترومغناطیسی

- نور یک شکل از انرژی الکترومغناطیسی است که **اشعه** الکترومغناطیسی نامیده می شود.
- مانند سایر انرژی الکترومغناطیسی، نور در امواج ریتمیک حرکت می کند
- **طول موج** فاصله بین قله موج است.
- طول موج نوع انرژی الکترومغناطیسی را تعیین می کند

نفوذپذیری در جو زمین؟



طول موج (متر)



اندازه حدود طول موج



فرکانس (Hz)



۷۰۰ نانومتر

۴۰۰ نانومتر

طیف الکترومغناطیسی

نفوذپذیری در جو زمین؟



طول موج (متر)

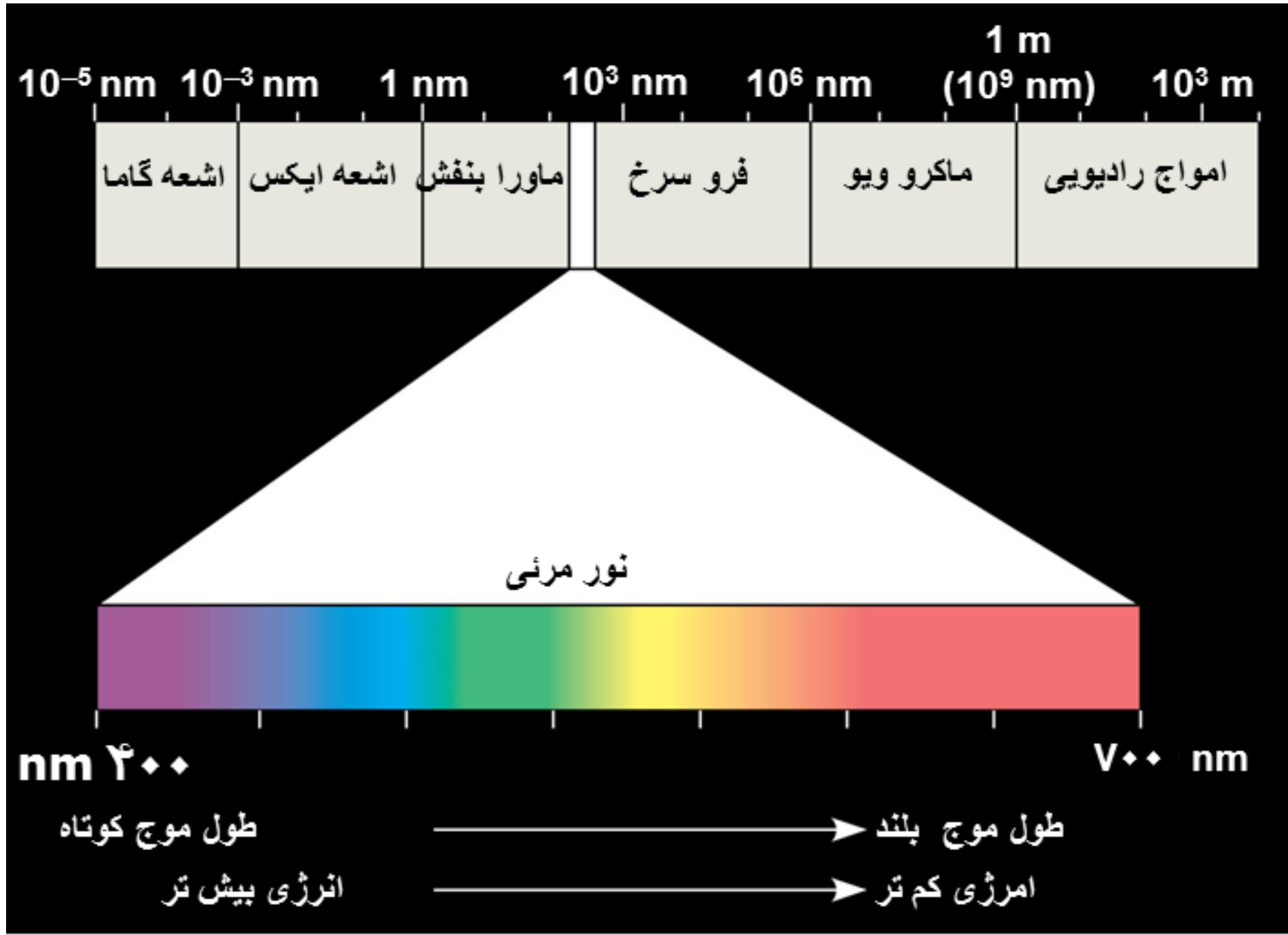


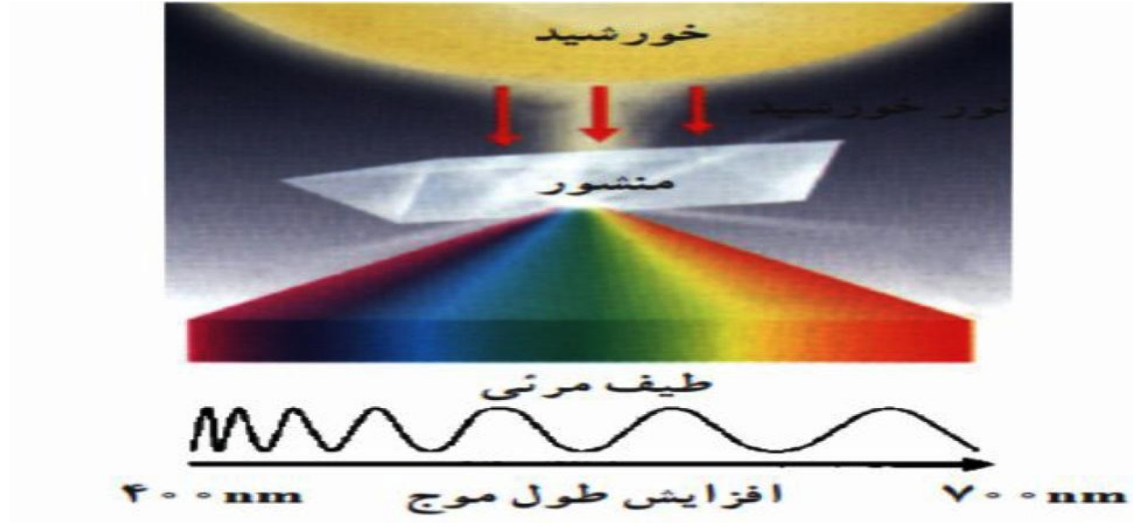
اندازه حدود طول موج



فردکانس (Hz)







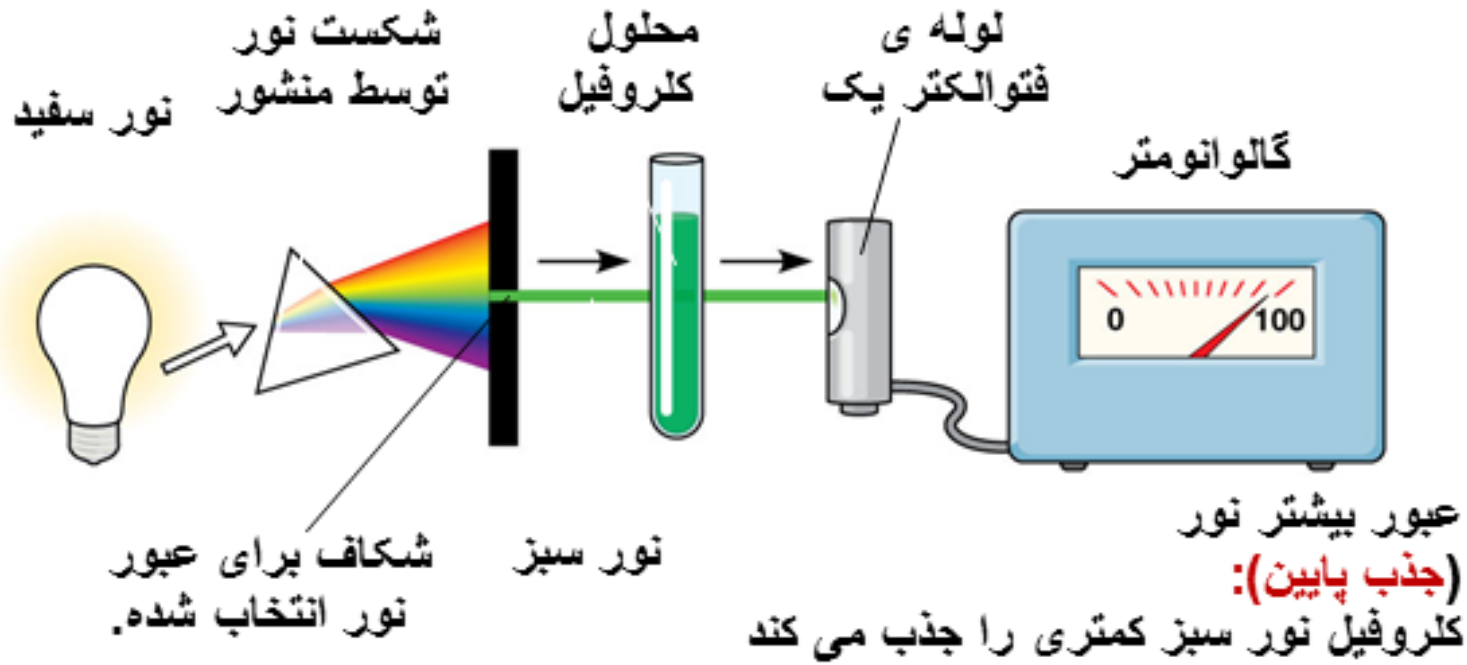
ق ن ز س ا ن ب
 قرمز نارنجی زرد سبز آبی نیلی بنفش

فرو سرخ - مار زنگی -
 احساس گرما



حشرات گرده افشان -
 کمک به شارش ژن گیاهان





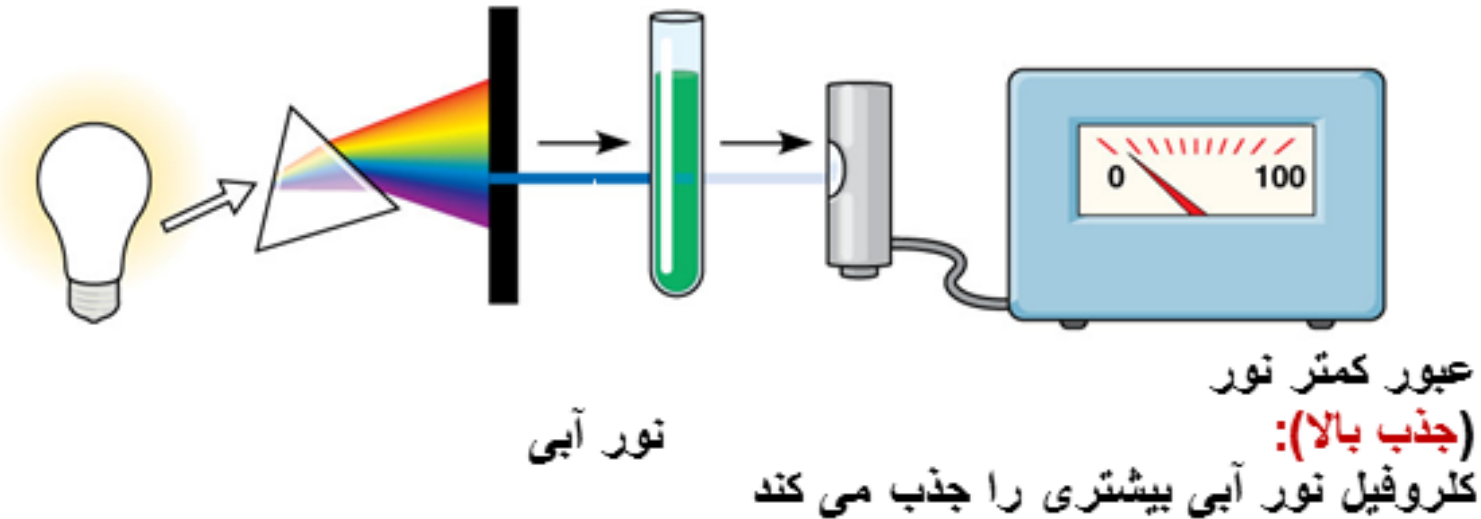
اسپکتروفتومتر توانایی رنگدانه را برای جذب

طول موج های مختلف اندازه گیری می کند.

این دستگاه نور را از رنگدانه ها عبور می دهد.

و میزان نور در هر طول موج را اندازه گیری می

کند



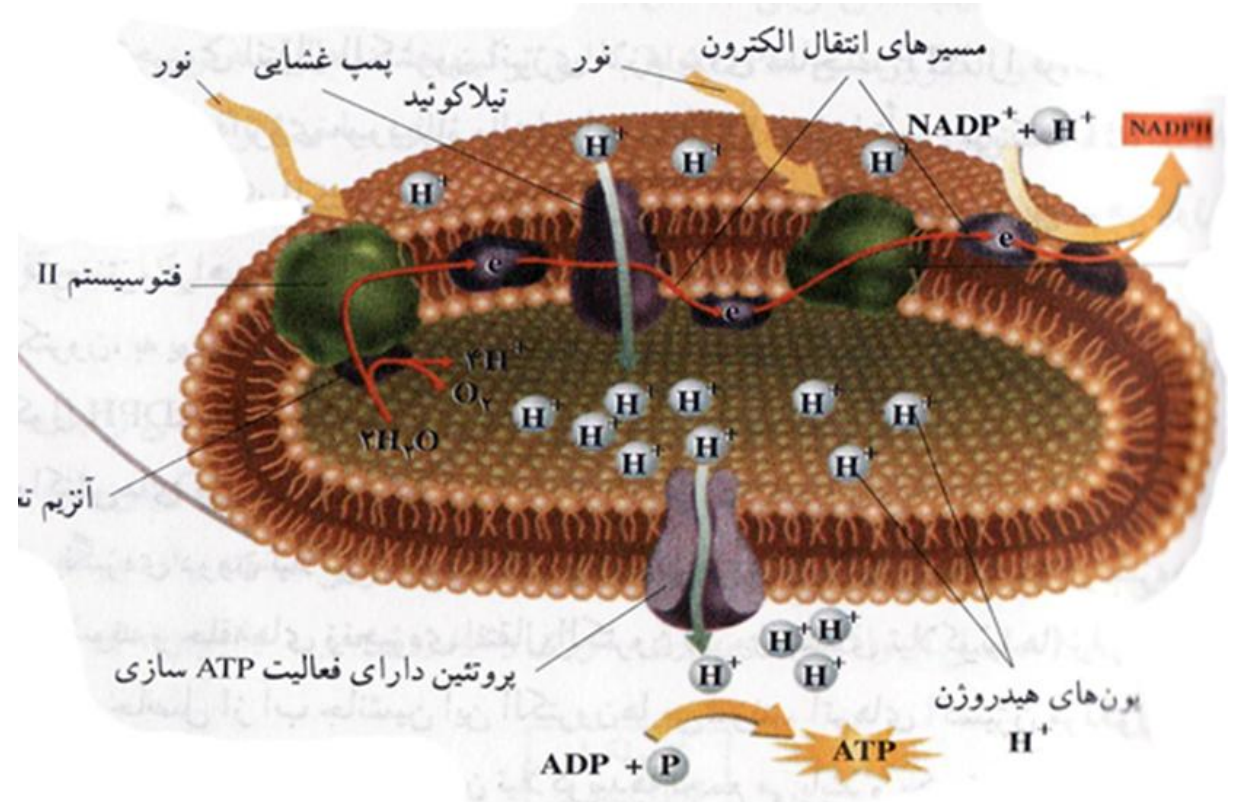
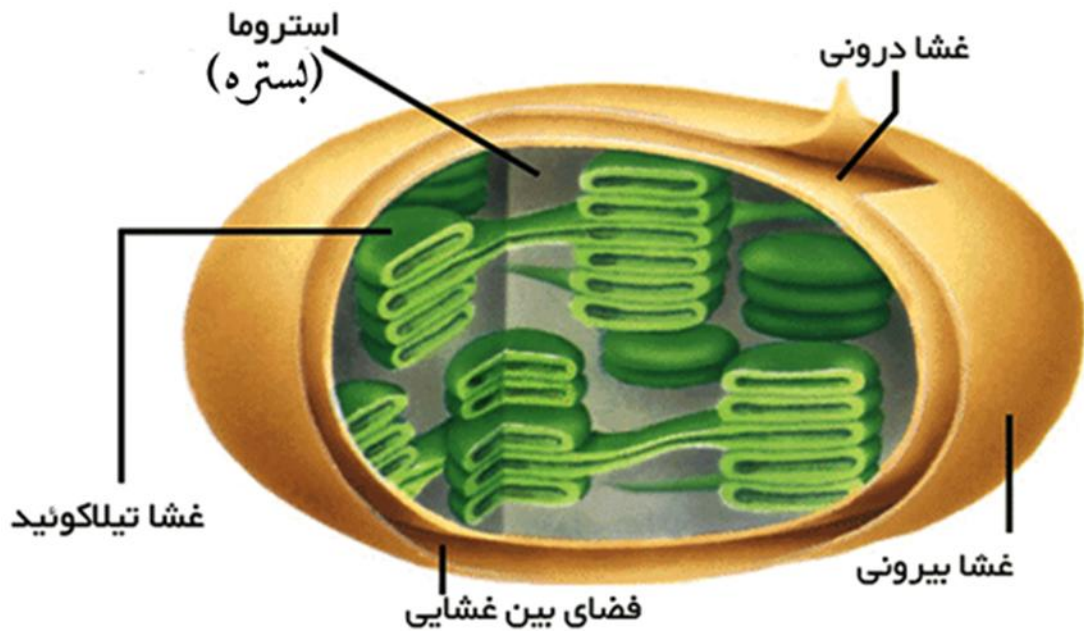
رنگیزه ها طول موج های مختلف نور را جذب می کنند

- 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 **رنگیزه** گفته می شود.
- رنگیزه ها **بعضی** از طول موج ها را **۱-جذب** و **بعضی** دیگر را **۲- منعکس** می کنند.

رنگیزه های فتوسنتزی

رنگیزه های فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید قرار دارند. افزون بر سبزینه (کلروفیل) که بیشترین رنگیزه در کلروپلاست هاست، کاروتنوئیدها نیز در غشای تیلاکوئید وجود دارند.

۱- گیاهان و ۲- جلبک های سبز دو نوع کلروفیل دارند: کلروفیل a و کلروفیل b هر دو نوع کلروفیل در فتوسنتز گیاه نقش مهمی دارند.



رنگیزه های فتوسنتزی

- کاروتنوئیدها گروهی دیگر از رنگیزه ها هستند که موجب پیدایش رنگ های **زرد** و **نارنجی** در برگ های پاییزی، میوه ها و گل ها می شوند.

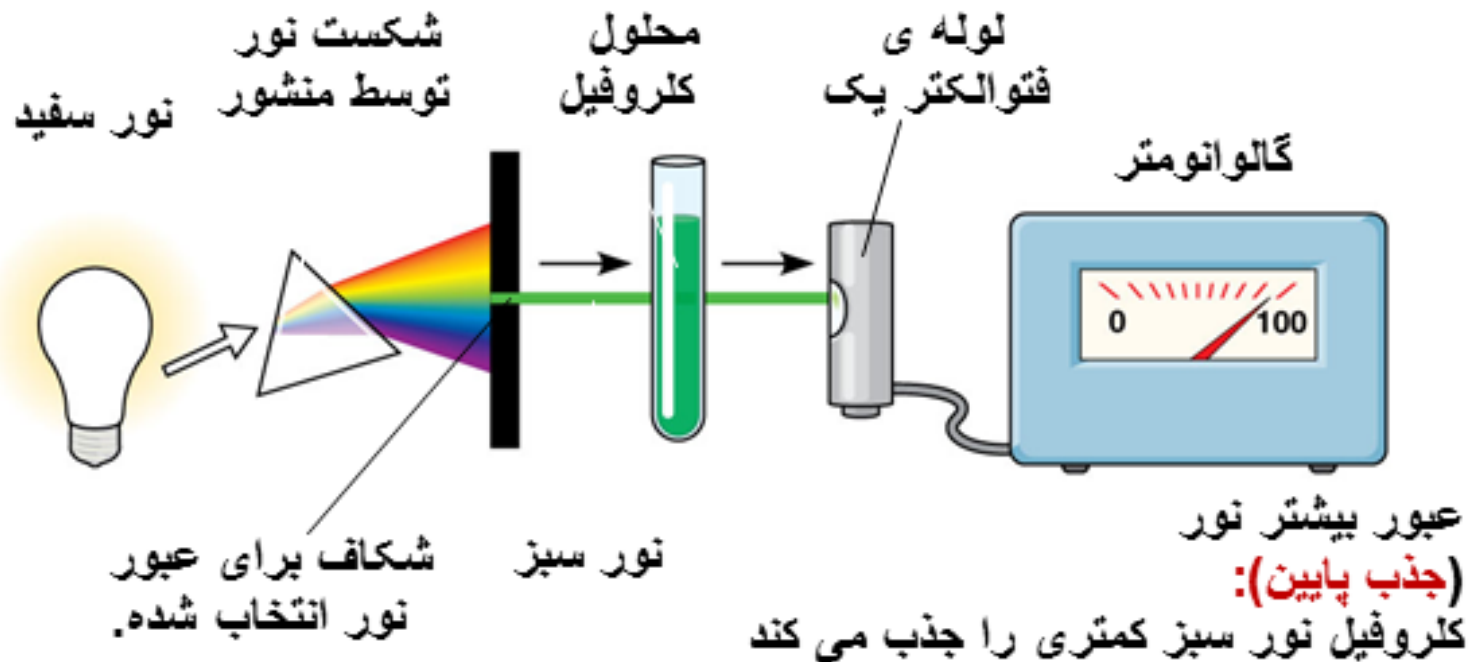
وجود رنگیزه های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش می دهد. نهایی ص ۷۹ زیر فعالیت ۱



Oak leaf
in summer



Oak leaf
in autumn



رنگیزه ها طول موج های مختلف نور را جذب می کنند

کلروفیل که اولین رنگیزه مؤثر در فتوسنتز است، بخش اعظم نور آبی و بنفش (محدوده های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر)

نارنجی و قرمز (۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) را جذب

و نور سبز و زرد را منعکس می کند.

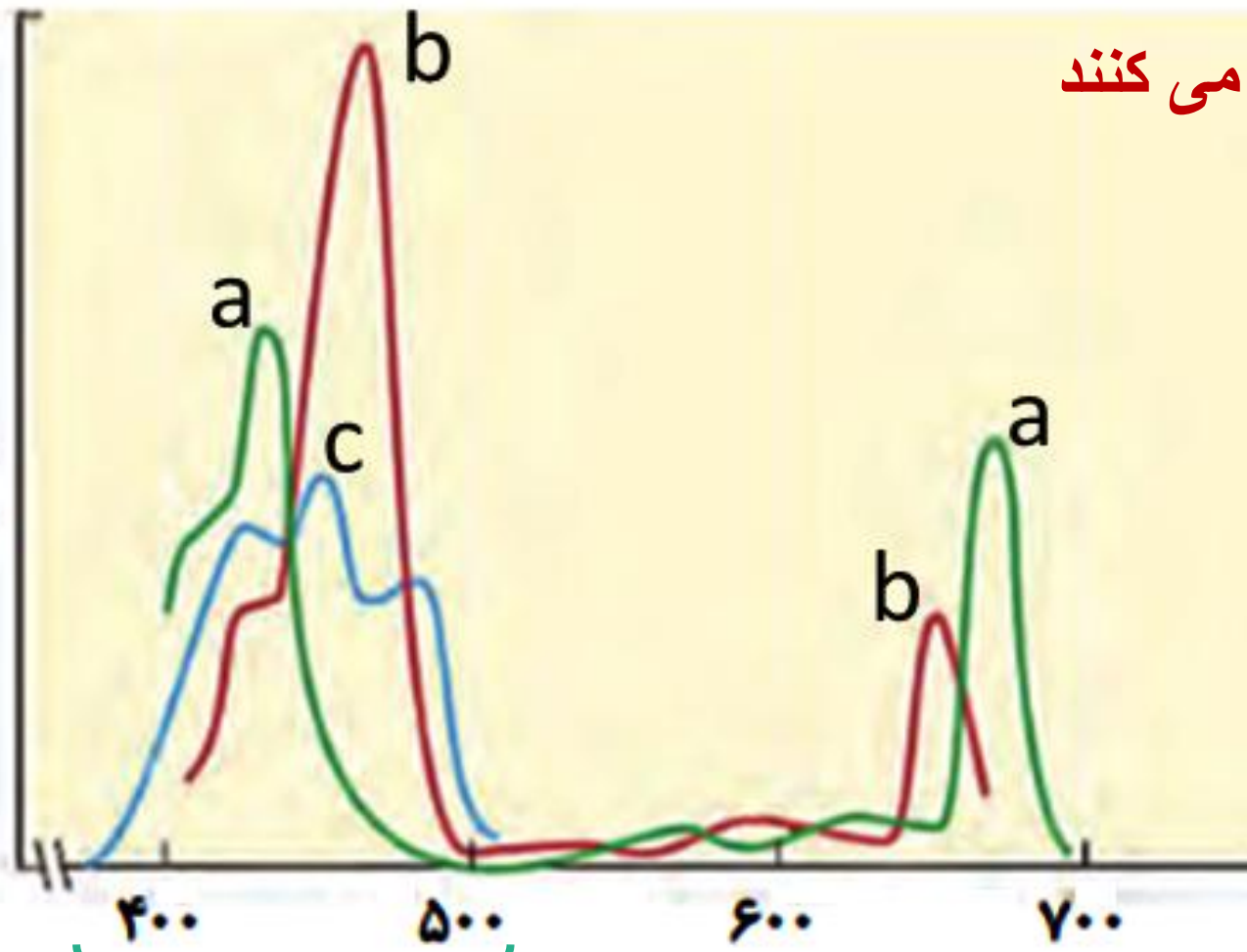
انعکاس نور سبز و زرد موجب می شود که گیاهان،

به خصوص برگ های آنها، سبز دیده شوند.

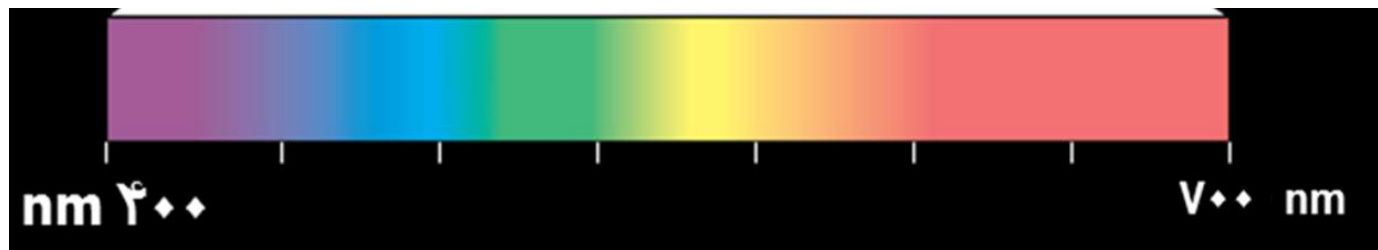
کاروتنوئید ها به رنگ زرد و نارنجی دیده می شوند

بیشترین طول موج جذبی آنها در بخش

آبی و سبز نور مرئی است



بیشترین میزان درگیری رنگیزه ها



کارتنوئید ها یک قله دارن کلروفیل ها دو قله ---
 کلروفیل آ همیشه از هر سمت نفر اول - و فقط 25 نانومتر مونده به ته صف

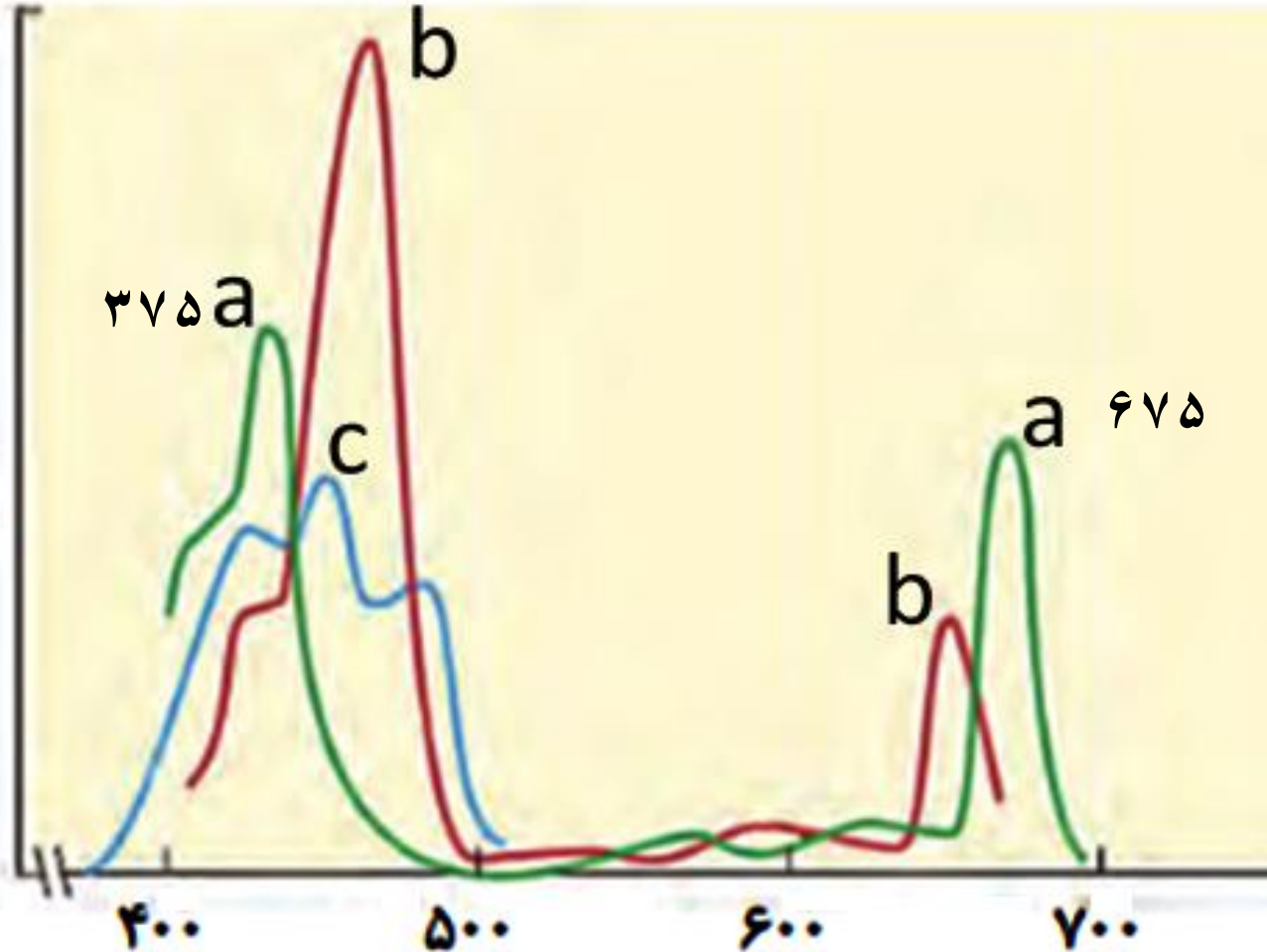


b a

ترتیب آ ب س

ترتیب ارتفاع قله ها

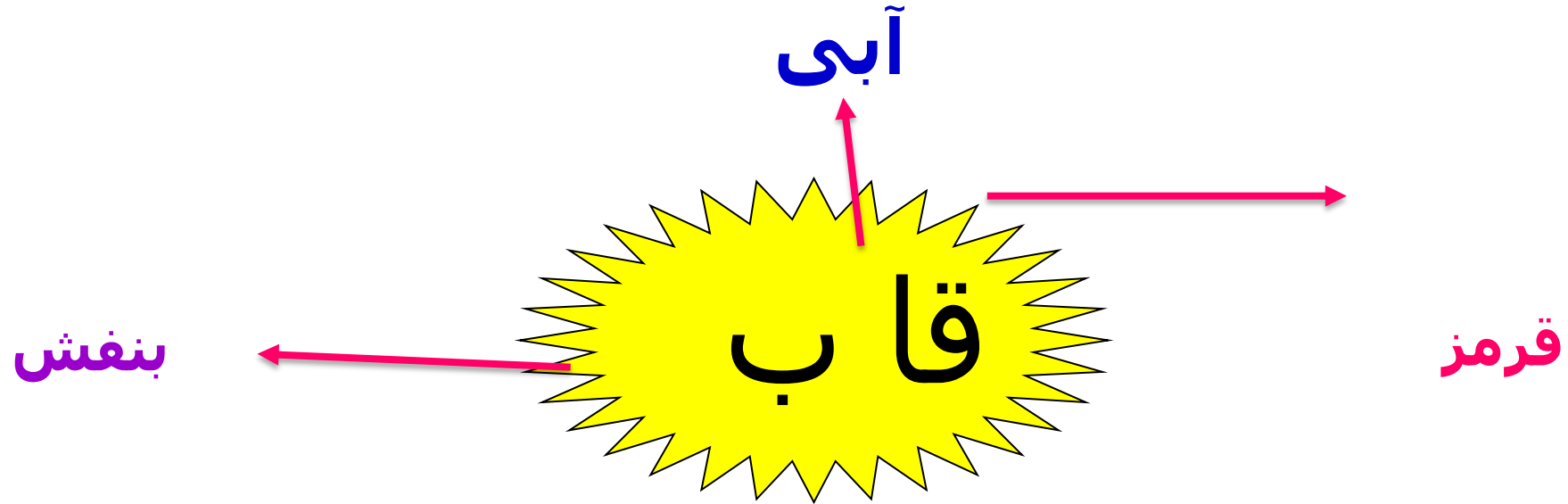
رنگهای را که کلروفیل a-b جذب می کنند.
 وبیشتر در دو انتهای منحنی فعالیت زیاد دارند



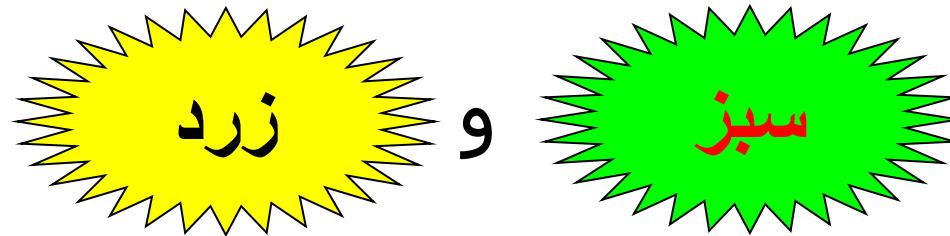
کلروفیل ها دو قله جذبی و
 کارتنوئید ها یک قله جذبی دارند.

رنگهای را که کلروفیل a-b جذب می کنند. و بیشتر در **دو انتهای منحنی** فعالیت زیاد دارند

کلروفیل تیم ملی مایل به پرسپلیس (قرمز+آبی+بنفش)



رنگهای را که کلروفیل a-b جذب نمی کنند

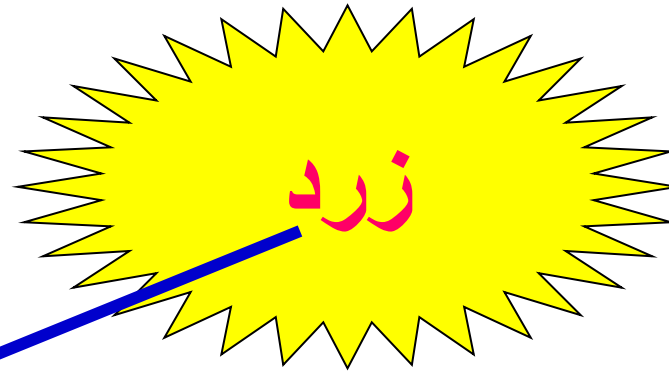
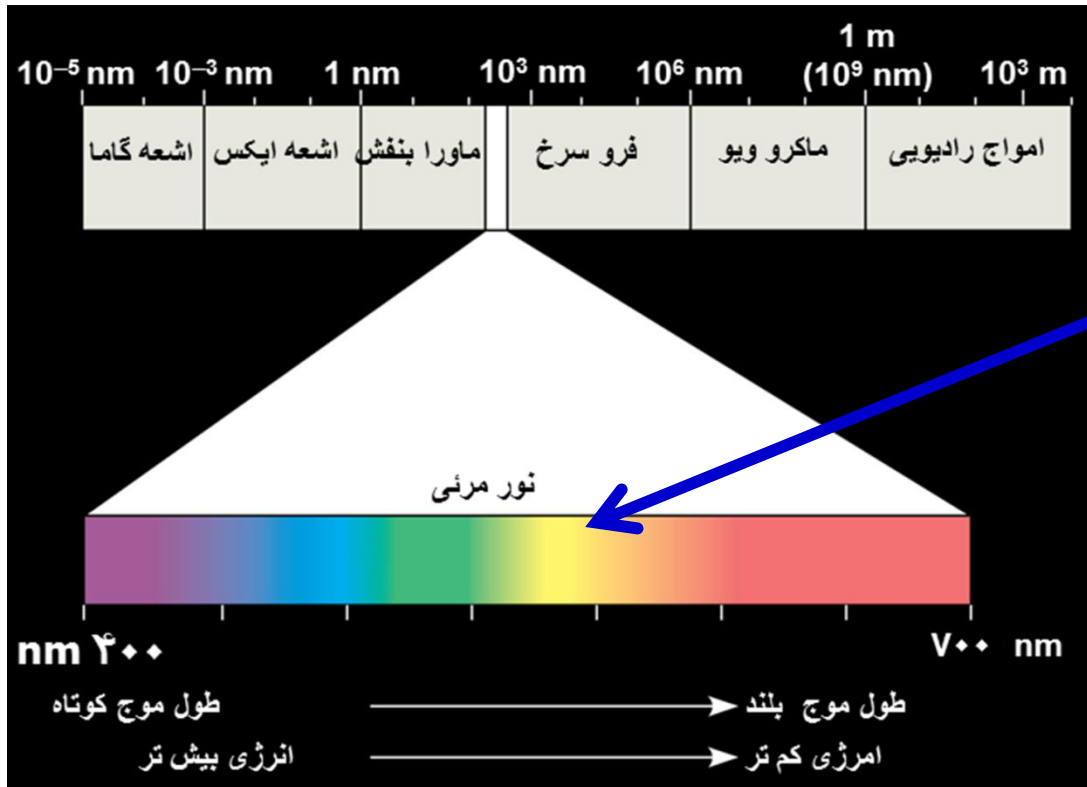


کدام طیف رنگ توسط کارتنوئیدها و کلروفیل جذب می شود؟

آبی

کاروتنوئید استقلالی

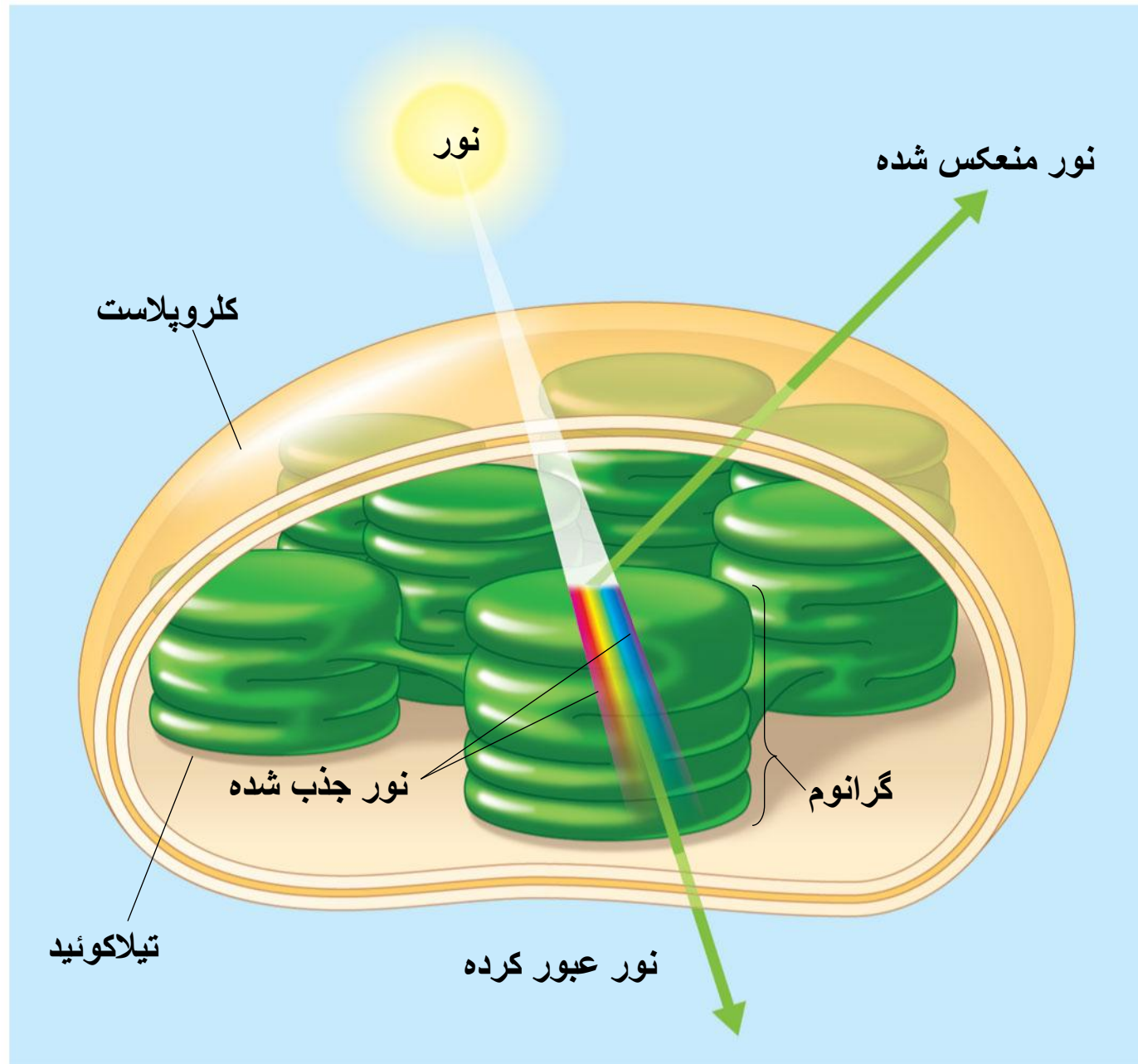
کدام طیف رنگ توسط کارتنوئیدها و کلروفیل جذب نمی شود؟



فعالیت ۱

طراحی آزمایش

سبزینه (کلوفیل) همانطور که از نامش پیداست، به رنگ سبز دیده می‌شود. با توجه به آنچه در سال گذشته درباره بینایی آموختید، توضیح دهید این رنگیزه چرا به رنگ سبز دیده می‌شود؟

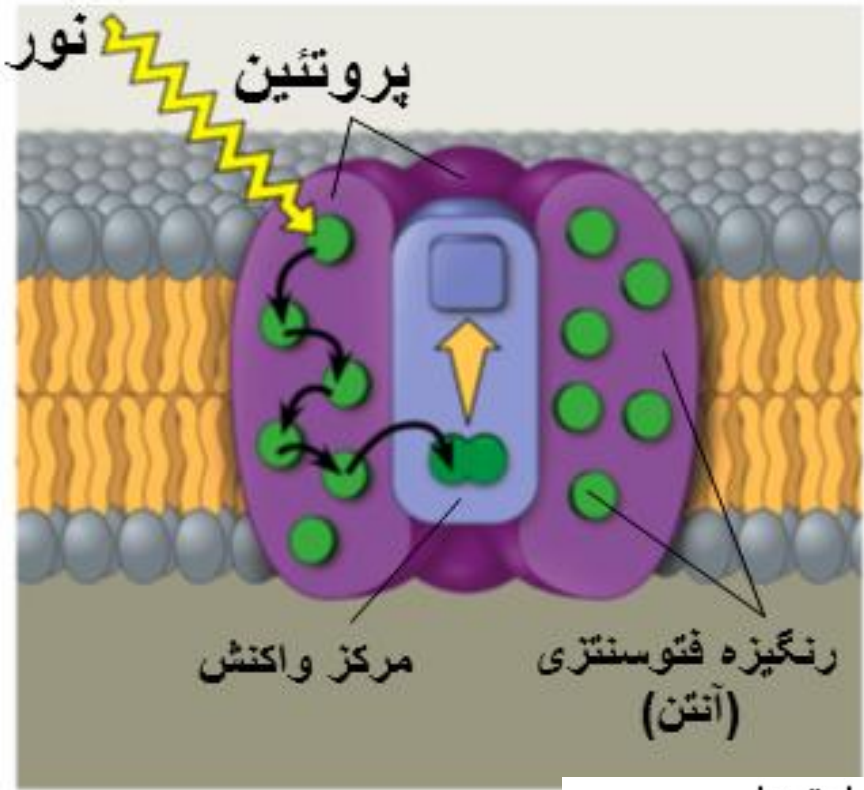


فتوسیستم: سامانه تبدیل انرژی

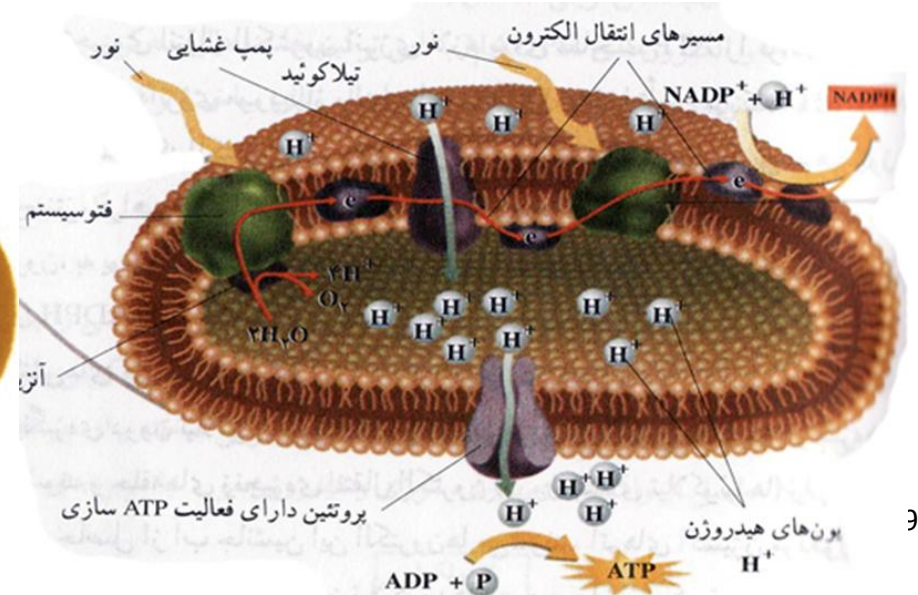
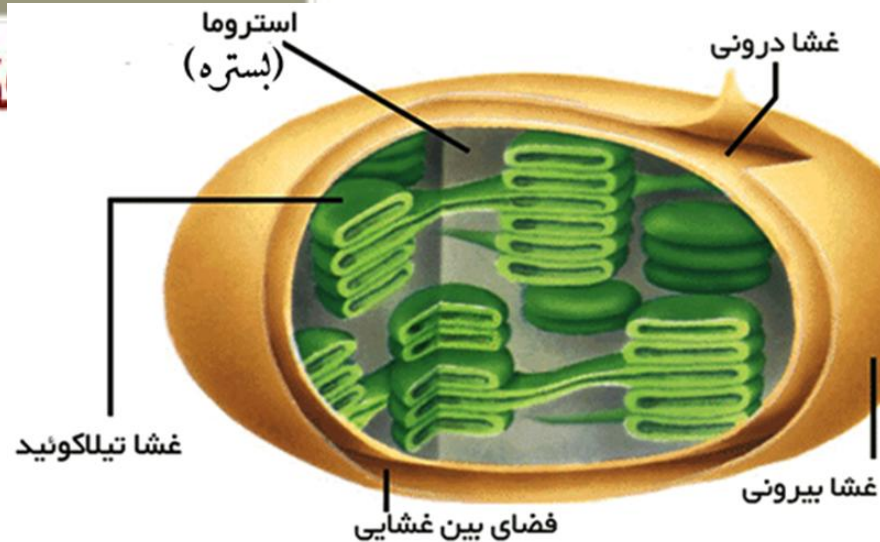
۱- رنگیزه های فتوسنتزی همراه ۲- با انواعی

پروتئین در سامانه هایی به نام فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارند

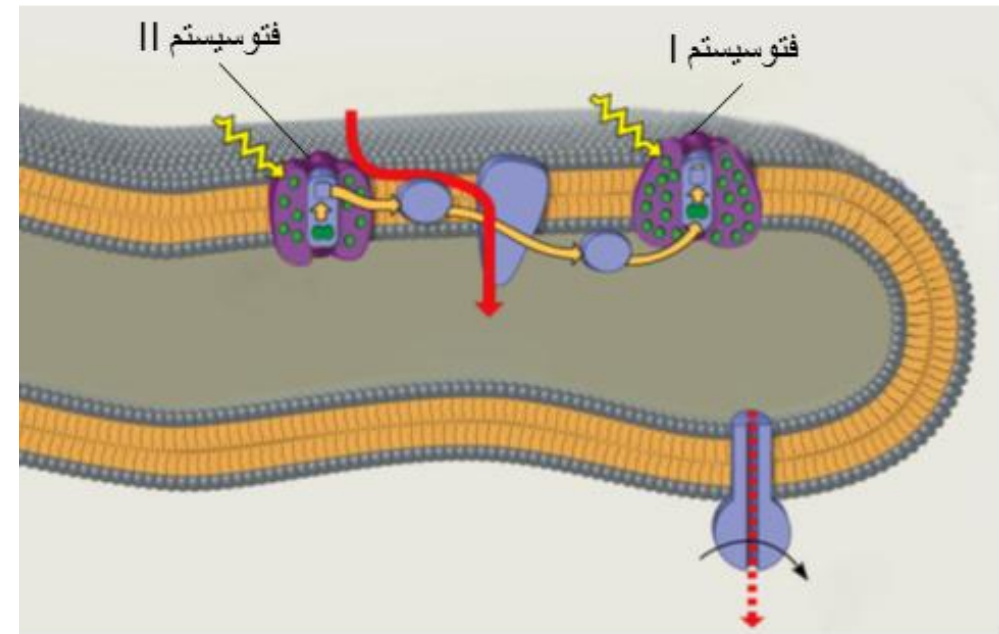
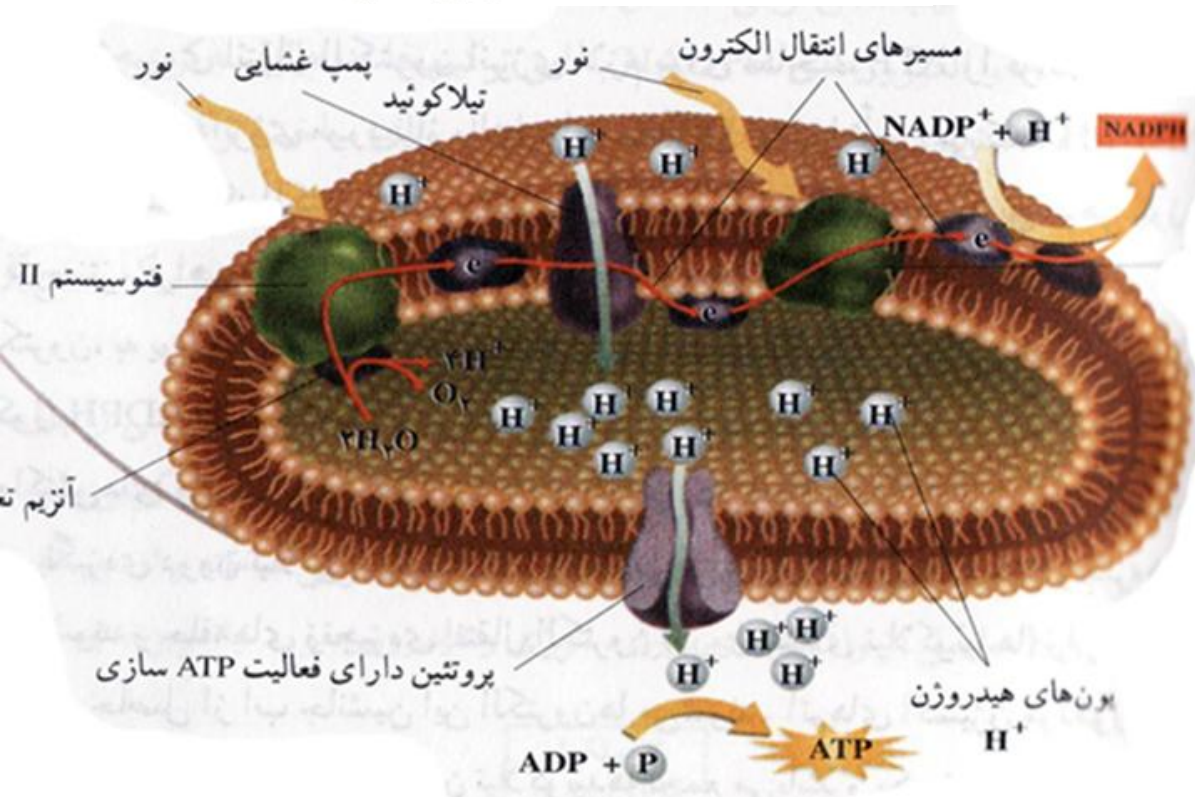
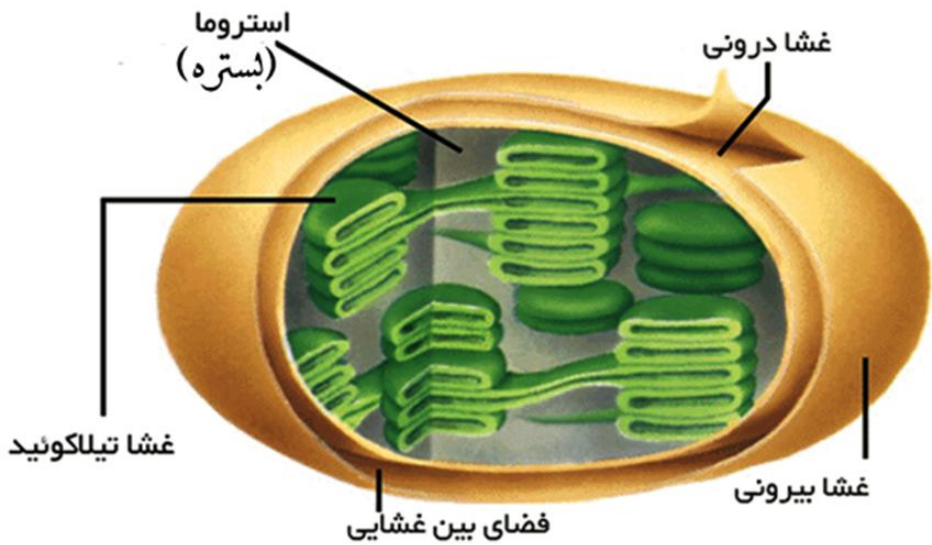
فتوسیستم شامل **آنتن های گیرنده نور** و **یک مرکز واکنش** است. هر آنتن که از رنگیزه های متفاوت (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است،



فتوسیستم



در غشاء تیلاکوئید دو نوع فتوسیستم به نام های **فتوسیستم I (۷۰۰)** و **II (۶۸۰)** وجود دارد.



فتوسیستم:

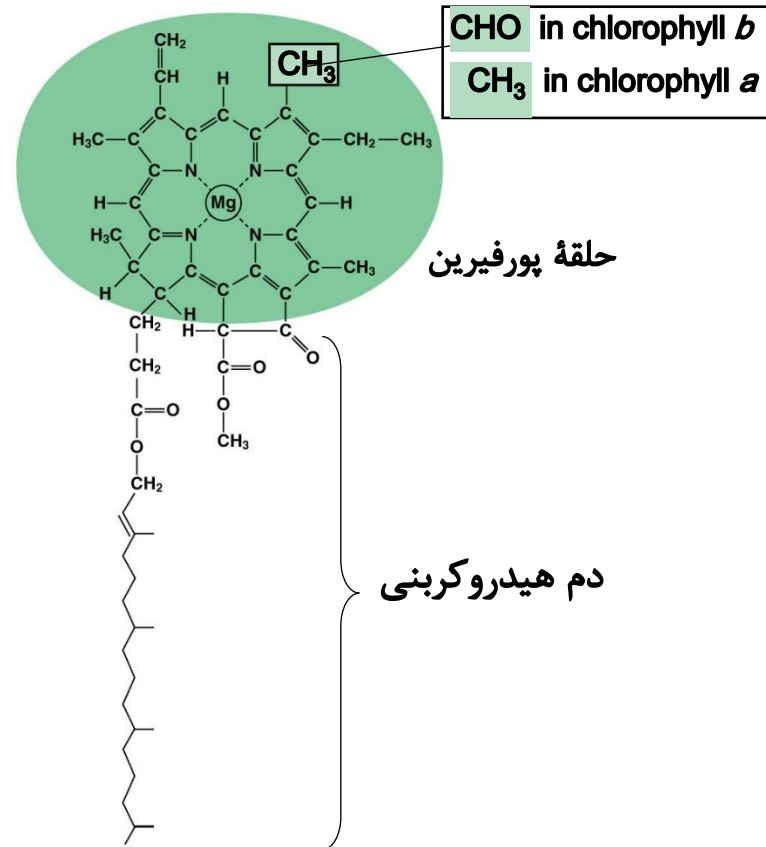
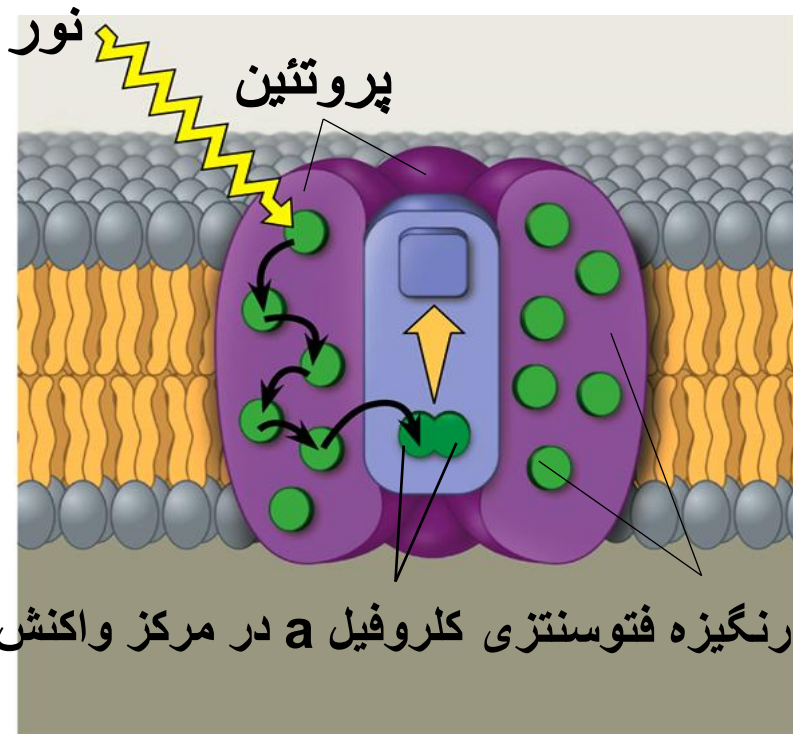
فتوسیستم (رنگیزه+پروتئین)

انرژی نور را می گیرد و به مرکز واکنش منتقل می کند.

مرکز واکنش، شامل مولکول

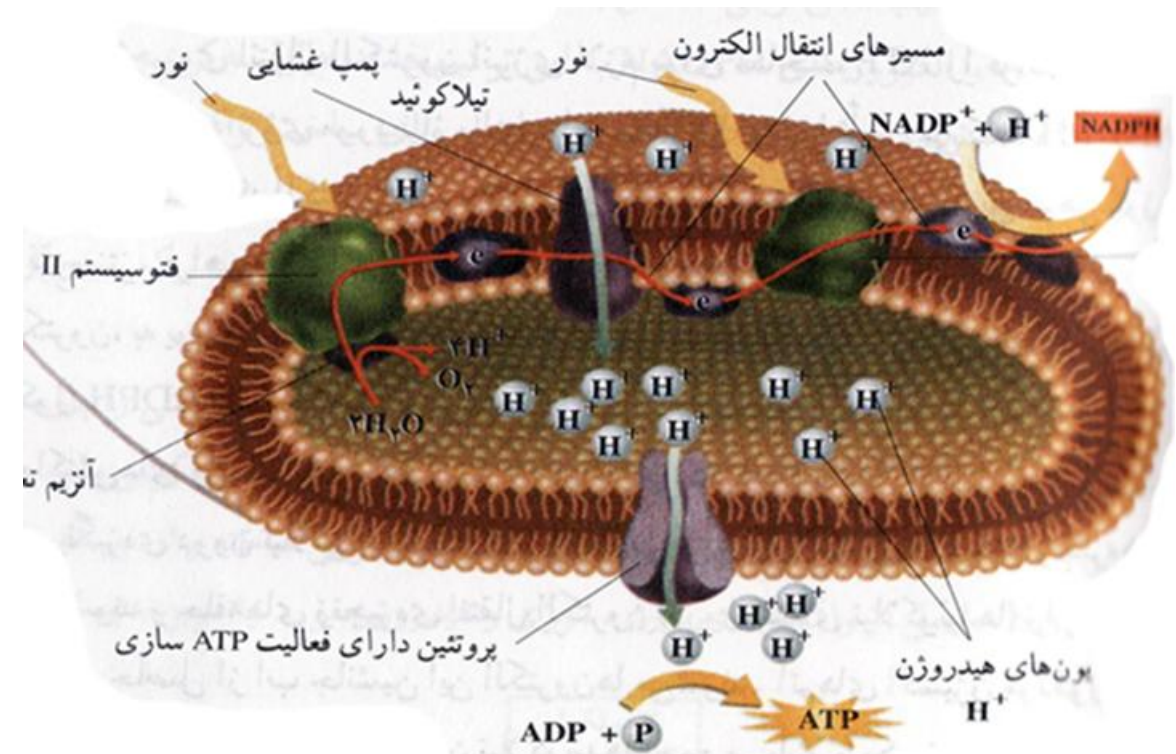
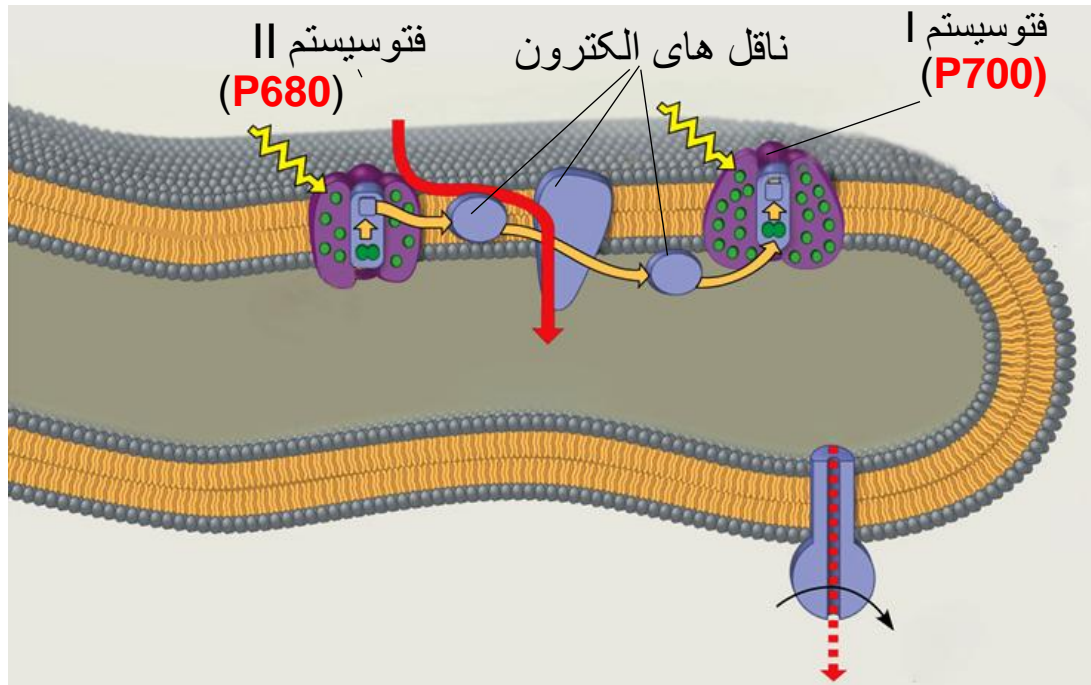
های کلروفیل **a** است که در

بستری پروتئینی قرار دارند.



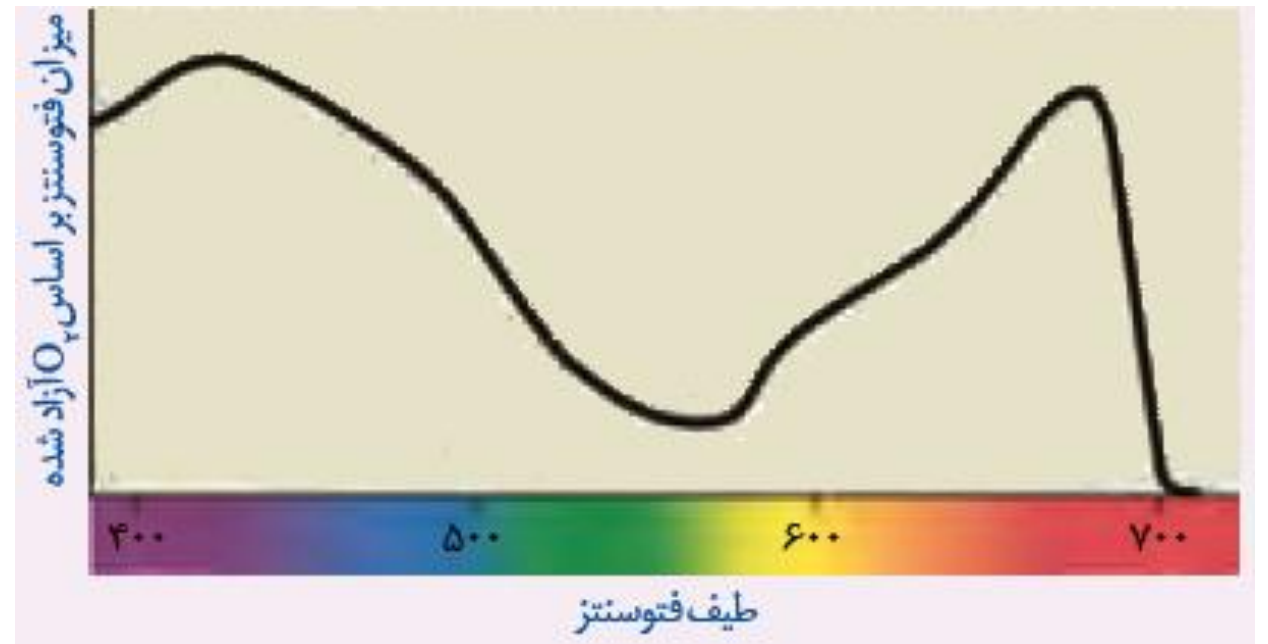
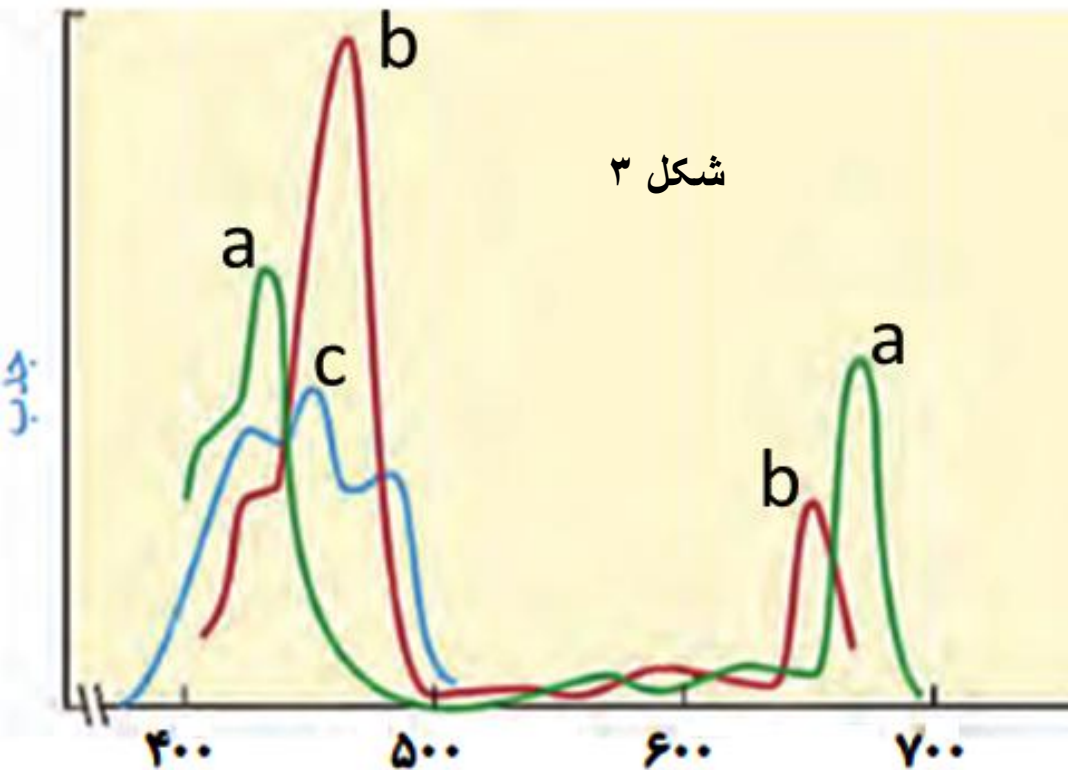
انواع فتوسیستم: • حداکثر جذب سبزینه a در فتوسیستم I 700 و در فتوسیستم II، 680 نانومتر است؛ به همین دلیل به این کلروفیل ها $P700$ و $P680$ گفته می شود.

مولکول هایی به نام **ناقل الکترون** دو فتوسیستم را به هم وصل می کنند. این مولکول ها می توانند الکترون **بگیرند** (کاهش) یا اینکه الکترون از **دست بدهند** (اکسایش)



نمودار زیر میزان فتوسنتز یک گیاه را نشان می دهد. این نمودار را با نمودار شکل ۳ مقایسه کنید و نتایج را که از آن به دست می آورید، بنویسید.

پاسخ مشخص می شود سبزینه ها بیشترین تأثیر را در فتوسنتز دارند

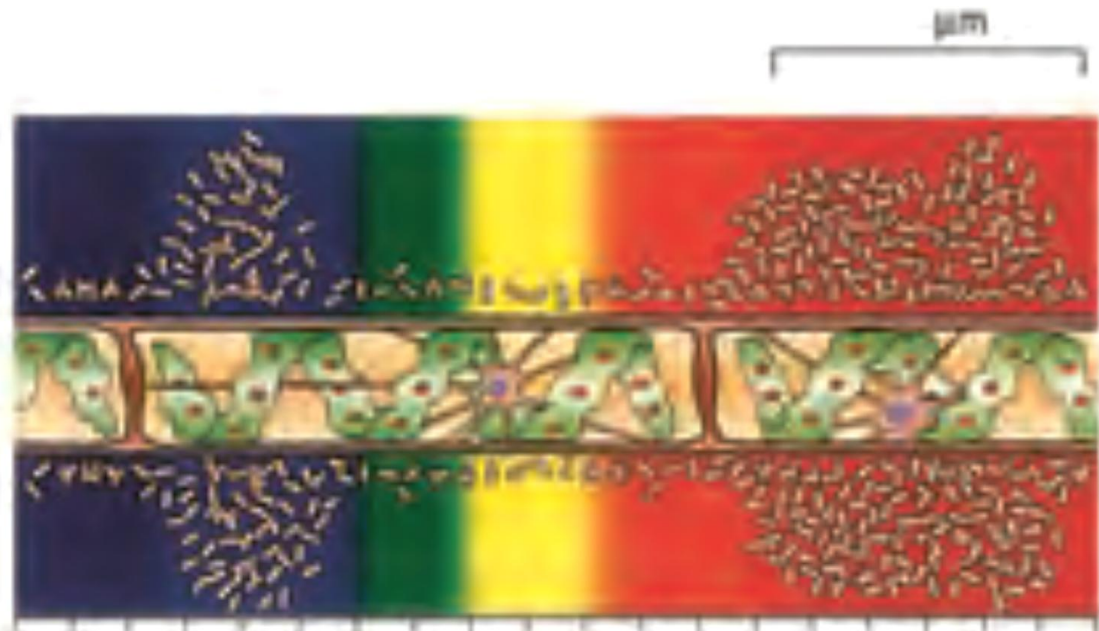


گفت وگو کنید

آیا همه طول موج های نور مرئی به یک اندازه در فتوسنتز نقش دارند؟ می توان با استفاده از اسپروژیر (جلبک سبز رشت های)، نوعی باکتری هوازی، چشمه نور و منشور برای تجزیه نور آزمایشی را برای پاسخ به این پرسش انجام داد.

اسپیروژیر سبز دیسه های نواری و دراز دارد (شکل الف). اگر همه طول موج های نور به یک اندازه در فتوسنتز مؤثر باشند، انتظار داریم که تراکم اکسیژن در اطراف جلبک رشته ای یکسان باشد.

در آزمایشی که برای بررسی این فرض انجام شد، جلبک را روی سطحی ثابت کردند و درون لوله آزمایشی شامل آب و باکتری های هوازی قرار دادند. لوله آزمایش در برابر نوری قرار گرفت که از منشور عبور کرده و به طیف های متفاوت تجزیه شده بود. بعد از گذشت مدتی، مشاهده شد که باکتری ها در بعضی قسمت ها تجمع یافت هاند (شکل ب).



400

طیف مرئی

700

ب) ترسیمی از نتیجه آزمایش

مطالب تکمیلی

اتوتروف: جاندرانی که از انرژی نور خورشید، یا انرژی مواد معدنی، برای ساخت ترکیبات آلی استفاده می کنند

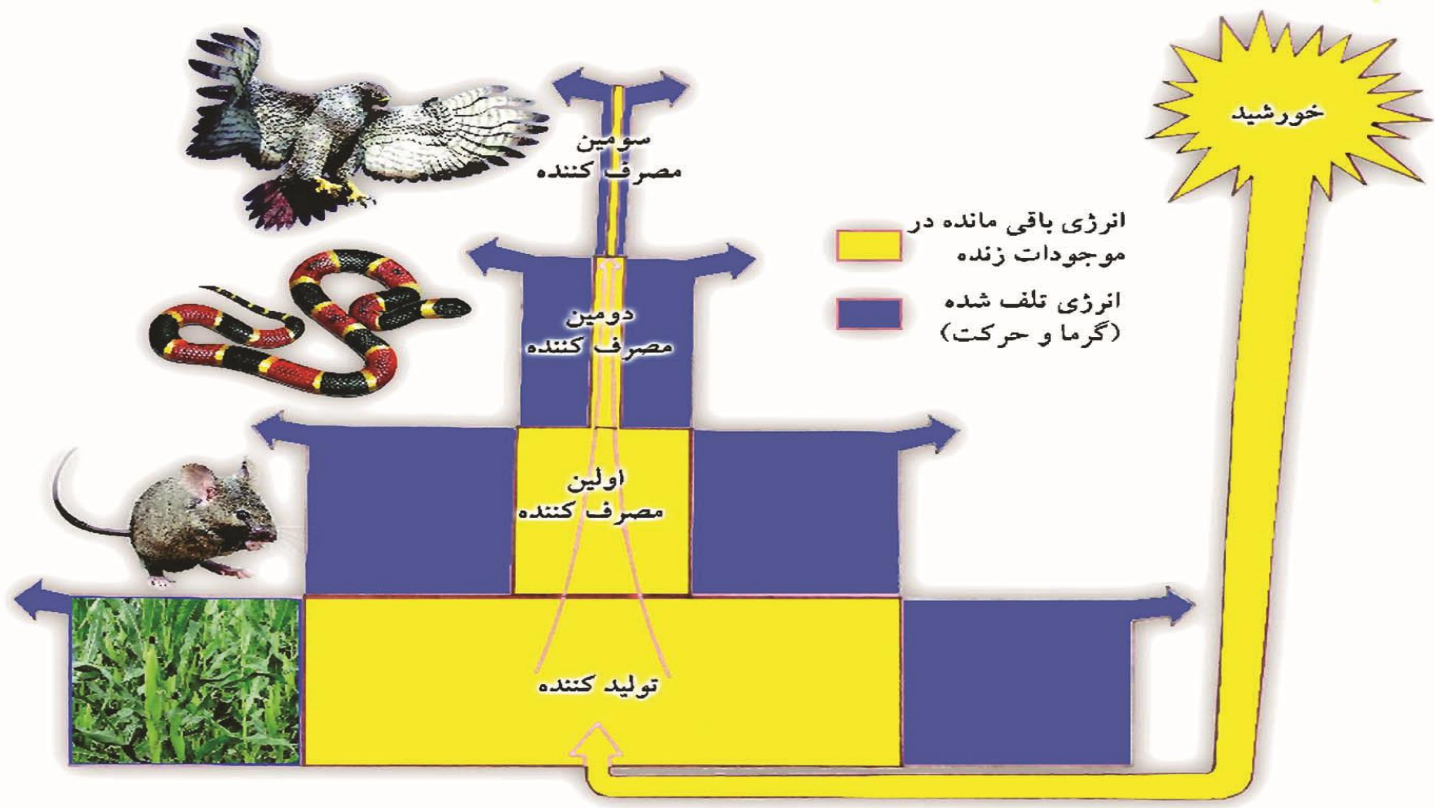
اتوتروف های فتوسنتز کننده (۹۹٪): مانند گیاهان ، پروکاریوت (مانند سیانوباکتر ها،
آغازیان (جلبک ها)

اتوتروف های غیر فتوسنتز کننده (۱٪)، مانند باکتری های ساکن اعماق اقیانوس و مجاور
دهانه آتشفشانها

اتوتروف

شارش انرژی:

یعنی انتقال انرژی از نور خورشید به اتوتروف ها و از آن به هتروتروف ها



منبع کربن و نیتروژن	مثال	منبع انرژی		
مواد آلی	تمام جانوران- تمام قارچ ها- بیشتر باکتری ها- برخی آغازیان	مواد غذایی (آلی)		هتروتروف
مواد معدنی	تمام گیاهان غیر از انگل- برخی آغازیان (مانند جلبک هادیاتومه ها و تاژکداران چرخان)- برخی باکتری ها مانند سیانو باکتری ها و گوگردی	نور خورشید	فتوتروف	اتوتروف
مواد معدنی	نیتروباکتر- نیتروزوموناس	مواد معدنی	شیمیوتروف	

گیاهان

۱- جلبک سبز: کلامیدوموناس - اسپروژیر - کاهوی دریایی - ولوکس

۲- آغازیان

۲- جلبک قهوه‌ای:

۳- جلبکهای قرمز

یوکاریوتی

دارای کلروپلاست

هستند منبع

الکترون از آب

است.

توجه جلبک ها
جزء گیاهان نیستند

۱- سیانوباکترها: آنابنا که منبع الکترون از آب است.

۲- باکتریهای گوگردی سبز و گوگردی ارغوانی که منبع الکترون از H_2S است.

۳- باکتریهای غیر گوگردی ارغوانی منبع الکترون از ترکیبات آلی مثل اسیدها و کربوهیدراتها

پروکاریوتها

فاقد کلروپلاست

❖ نکته: در باکتریها مراحل نوری فتوسنتز در غشاء سیتوپلاسمی انجام می‌گیرد چون کلروپلاست ندارند.

کلروپلاست: اندامک درون سلولی است که محل انجام فتوسنتز است. و محل تثبیت CO_2 است که در یوکاریوتهای فتوسنتز کننده

(گیاهان و جلبکها) وجود دارد.

فتوسیستم‌ها

جایگاه: در غشاء تیلاکوئیدها (گرانوم‌ها) قرار دارند که محل به دام انداختن انرژی خورشید هستند.

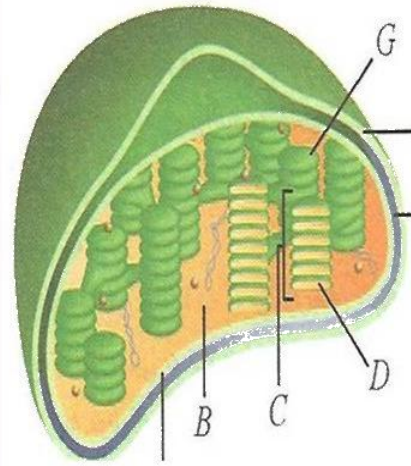
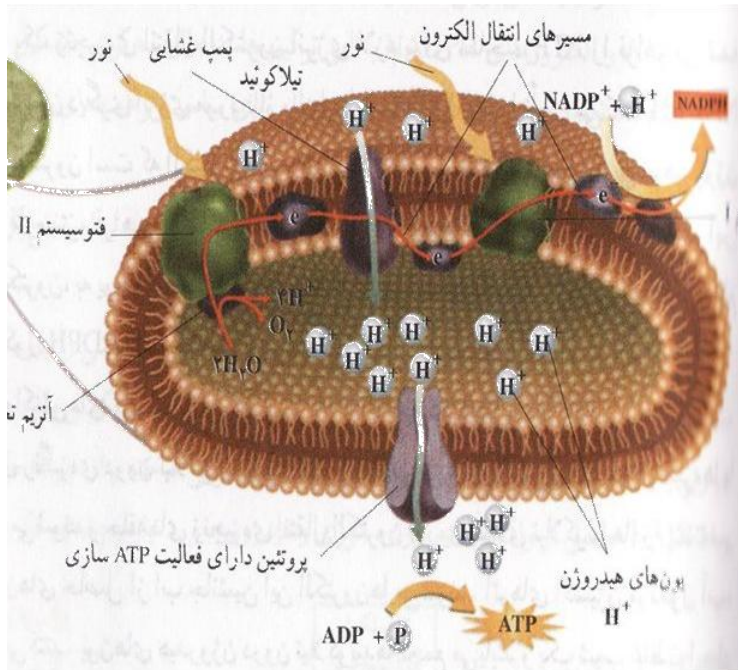
- اجزا
- ۱- تعدادی پروتئین
 - ۲- رنگیزه‌ها (گیرنده نوری)
 - ۱- کلروفیل a و b که نور قرمز، آبی و بنفش را جذب می‌کنند و نور سبز و زرد را منعکس می‌کنند.
 - ۲- کاروتنوئیدها: که نور آبی و سبز را جذب می‌کنند.

کلروفیل تیم ملی مایل به پرس پلیس (قرمز+آبی+بنفش)

قاب

کاروتنوئید مستقلی

فتوسیستم‌ها نور زرد را جذب نمی‌کنند و منعکس



- انواع
- PI: (p700):
 - PII: (p680):

تفاوت PI و PII در نوع کلروفیل a آنهاست.

کلروفیل a اولین رنگیزه مؤثر در فتوسنتز است.

کاروتنوئیدها موجب پیدایش رنگ‌های زرد و نارنجی در برگ‌ها می‌شود.



۱- چند مورد از عبارتهای زیر به درستی بیان نشده است؟

الف) همه اتوتروف ها از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می کنند.

نادرست با کتری های گوگردی سبز و ارغوانی از H_2S و باکتریهای غیر گوگردی از اسید ها و قند ها استفاده می کنند

ب) همه فتوسنتزکنندگان حداقل واجد یک نوع اندامک دوغشایی هستند.

نادرست باکتری های فتوسنتز کننده مانند سیانوباکتر و گوگردی اندامک ندارند

ج) همه فتواتوتروف از انرژی خورشید برای تبدیل موادمعدنی به آلی استفاده می کنند.

درست

د) همه ی شیمیواتوتروف ها انرژی خود را از خورشید، والکترون را از موادمعدنی

دریافت میکنند. نادرست شیمیواتوتروف ها انرژی خود را از مواد شیمیایی بدست می آورند

۴(۴)

۳(۳) 

۱(۲)

۱(صفر)

نکات مهم تستی

نکته ۱- محل انجام فتوسنتز در سلول های گیاهی و جلبک ها کلروپلاست ولی در باکتری ها ی فتوسنتز کننده در غشاء سلولی است.

چون کلروپلاست ندارند

نکته ۲- در بیشتر فتوسنتز کنندگان منبع الکترون آب است. ولی در برخی مانند باکتری های غیر گوگردی از مواد آلی (هیدرات کربن و اسید هی آلی) و در باکتری های گوگردی از H_2S برای همین باکتری های گوگردی به جای اکسیژن گوگرد تولید می کنند.

نکته ۳ بیشتر فتوسنتز کنندگان تولید کننده اکسیژن هستند. برخی از آنها اکسیژن تولید نمی کنند. (در باکتری های گوگردی از H_2S تولید می کنند)

نکته ۴ **بیشتر** فتوسنتز کنندگان هوازی هستند ولی برخی از فتوسنتز کنندگان مانند سیانو باکترها، و باکتری های گوگردی **بی هوازی** هستند

نکته ۵- در **بیشتر** فتوسنتز کنندگان کلروپلاست وجود دارد. ولی برخی مثل باکتری ها کلروپلاست و اندامک ندارند

نکته ۶- **بیشتر** فتوسنتز کنندگان CO_2 را در روز در حضور نور جذب می کنند ولی کاکتوس و گل ناز CO_2 را در شب جذب می کند.

نکته ۷- همه ی فتوسنتز کنندگان رنگیزه (سیستم جذب کننده نور خورشید) دارند. همه فتوسنتز کنندگان DNA حلقوی و ریبوزوم کوچک و ساده دارند

(در یوکاریوت ها این DNA حلقوی و ریبوزوم ساده در کلروپلاست و میتوکندری وجود دارد)

و که یک عمر سرودی «آقا تو کجایی؟» آقا تو کجایی؟
تو پنداشته ای هیچ کسی دل نگران تو نبوده؟
چه کسی قلب تو را سوی خدای تو کشانده؟
چه کسی در پی هر غصه ی تو اشک چکانده؟
چه کسی دست تو را در پس هر رنج گرفته؟
چه کسی راه به روی تو گشوده؟
چه خطرها به دعایم ز کنار تو گذر کرد
چه زمان ها که تو غافل شدی و یار به قلب تو نظر کرد...
و تو با چشم و دل بسته فقط گفتی...
تو کجایی؟! و ای کاش بیایی!

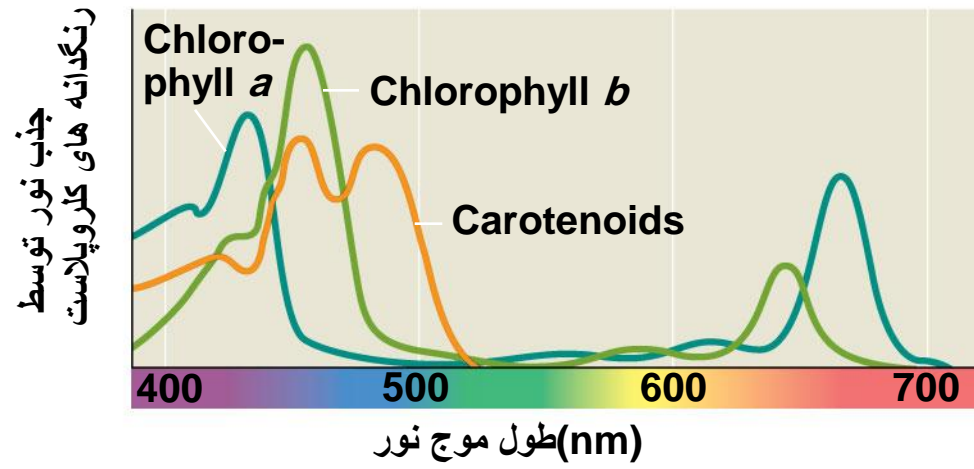
هر زمان خواهش دل با نظر یار یکی بود، تو بودی...

هر زمان بود تفاوت ، تو رفتی ، تو نماندی.

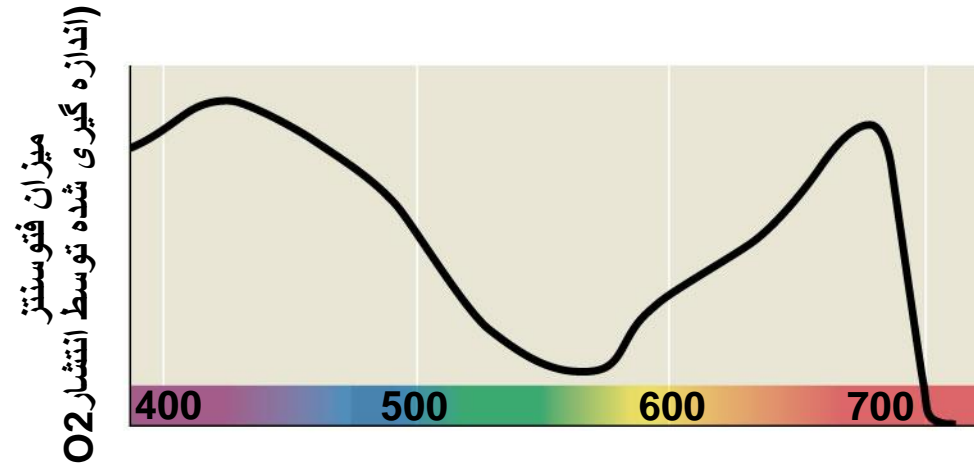
خواهش نفس شده یار و خدایت ،
و همین است که تاثیر نبخشند به دعایت ،
و به آفاق نبردند صدایت و غریب است امامت
من که هستم ، تو کجایی؟
تو خودت ! کاش بیایی به خودت کاش بیایی...!

نتایج

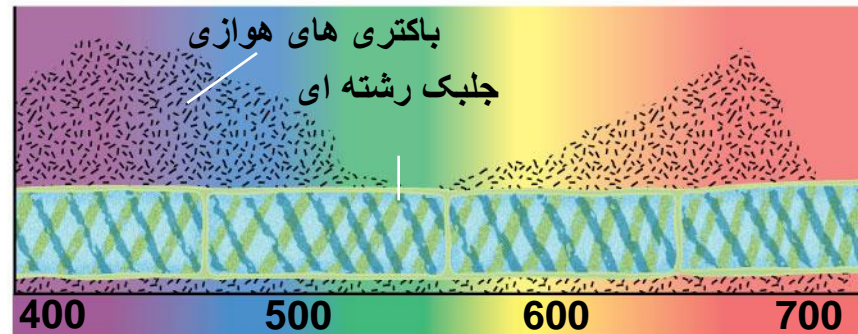
طیف جذبی (a)



طیف فعال (b)



آزمایش انگلن (c)



فعالیت ۲. در مقایسه با نمودار شکل ۳ مشخص می شود که سبزینه ها بیشترین تاثیر را در فتوسنتز دارند.

فعالیت ۳. الف. در محل نورهای قرمز و آبی بیشترین میزان اکسیژن تولید می شود. می توان هر یک از طیف های نور مرئی را جداگانه به کار برد و نتایج حاصل از این آزمایش ها را مقایسه کرد. در واقع در این آزمایش باید گروه شاهد و تیمار طراحی کرد.

ب. با توجه به میزان بیشتر اکسیژن در قسمت های قرمز و سبز که مربوط به سبزینه هاست، پاسخ این پرسش مثبت است.

فعالیت ۴. افزایش اکسیژن سبب کاهش فتوسنتز می شود