فصل ششم

متابولیسم

گیاه شناسی 1

- سلولهای بدن جانداران برای تأمین انرژی لازم، برای ادامهٔ زندگی مولکولهای غذایی را تجزیه می‌کنند و انرژی حاصل از این تجزیه در مولکولهای مخصوصی که به اختصار ATP نامیده‌ایم، اندوخته می‌شود. سپس در موقع نیاز مولکولهای ATP تجزیه و انرژی اندوخته‌ای را آزاد می‌سازند.
- به کمك این انرژی مولکولهای جدید و مورد نیاز در سلول ساخته می‌شوند. این عمل سلول را ماده‌سازی می‌گویند که به رشد سلول منجر می‌شود. به مجموعهٔ این واکنشهای شیمیایی پیوسته که ضمن آن انرژی ذخیره آزاد یا تبدیل می‌شود، متابولیسم (سوخت و ساز) می‌گویند. مهمترین فرآیندی که ضمن آن انرژی لازم برای اعمال حیاتی همه جانداران به دام می‌افتد و ذخیره می‌شود فتوسنتز نام دارد که موضوع این بخش است. موضوع دیگری که در این بخش با آن آشنا می‌شوید تنفس است که شامل واکنشهای انرژی‌زا در درون سلولهاست.

گیاه شناسی 1

1-6 فتوسنتز

- فتوسنتز فرآیند انرژی اندوزی است که در حضور نور در جانداران سبزینه‌دار رخ می‌دهد. ضمن این فرآیند انرژی نور خورشید به دام می‌افتد و در مولکولهای قند که از ترکیب و حاصل می‌آیند ذخیره می‌شود. وقتی در کلروپلاستها آب و دی‌اکسید کربن با هم ترکیب می‌شوند. قند حاصل می‌آید و اکسیژن به عنوان یك مادة دفعی آزاد و وارد جو می‌شود.

گیاه شناسی 1

2-6 دی‌اکسیدکربن

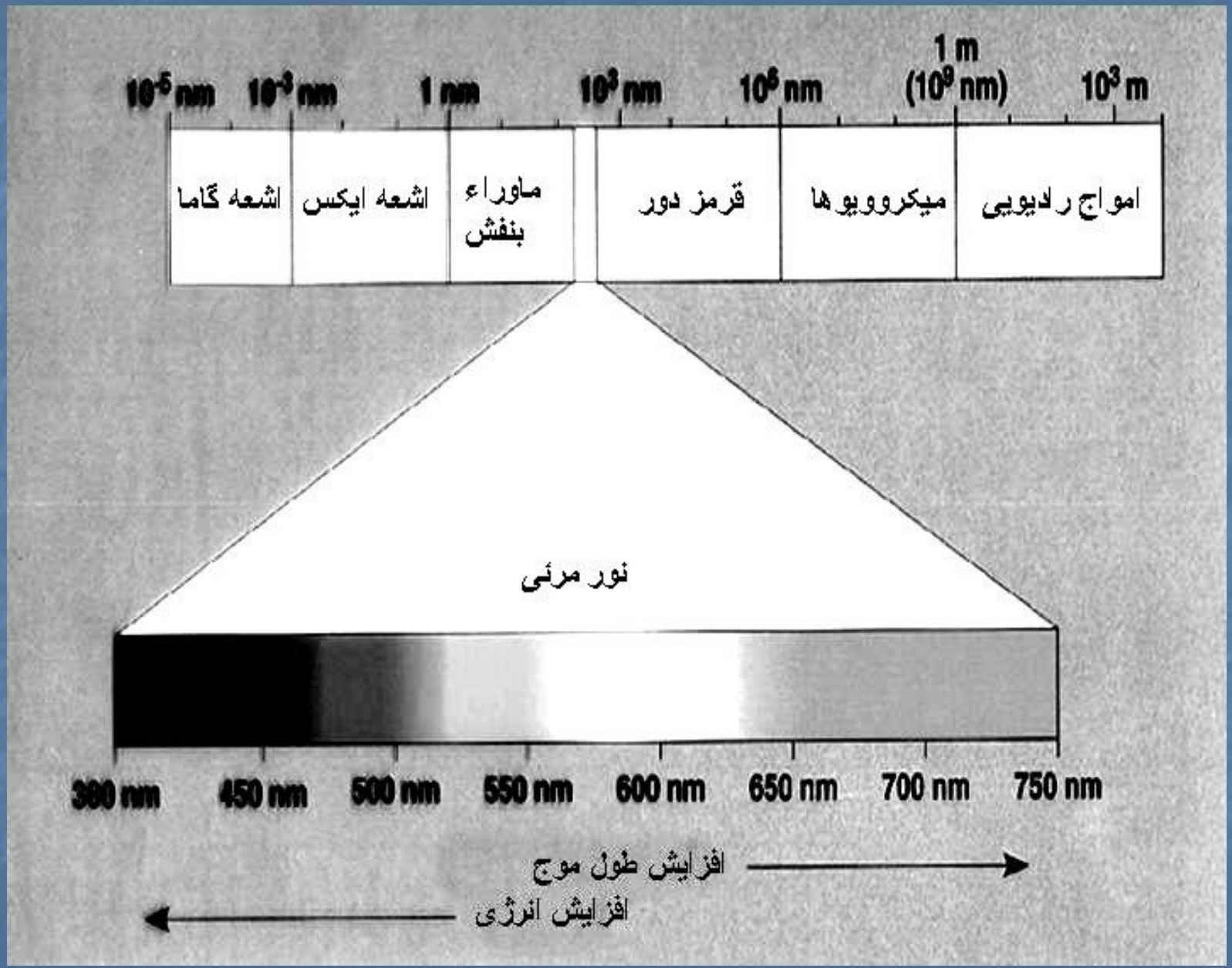
- مقدار این گاز در جو به‌طور متوسط حدود 03/0 درصد است. این گاز از طریق روزنه‌های هوایی وارد برگ می‌شود سپس در لایه نازك آبی که دیواره سلولهای میانبرگ را فراگرفته متصل می‌شود و از طریق انتشار وارد سلولها می‌شود و به کلروپلاستها می‌رسد. مقدار دی‌اکسیدکربن که به‌طور دائم در طول روز به‌وسیله همه گیاهان سبز از جو گرفته می‌شود بسیار زیاد است. برای مثال 10000 بوته ذرت که در یك جریب زمین کاشته شده‌اند در فصل رشد بیش از 2500 کیلوگرم کربن در خود ذخیره می‌کنند. برای تأمین این مقدار کربن حدود 11 تن دی‌اکسیدکربن لازم است. دی‌اکسیدکربن مصرف شده در فتوسنتز، کربن و اکسیژن موجود در ساختمان قند را تأمین می‌کند.

گیاه شناسی 1

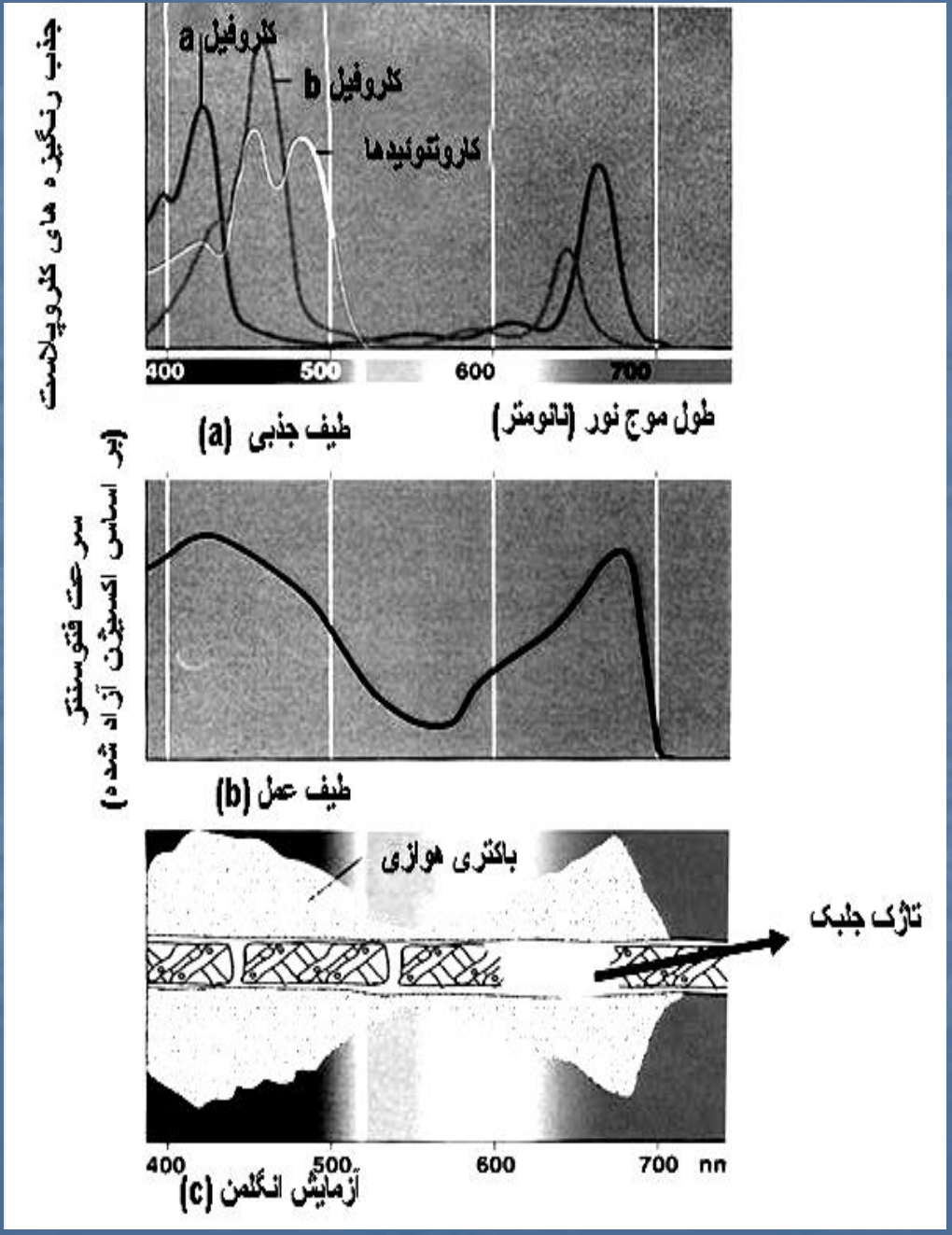
4-6 نور

- طیف وسیعی از پرتوها از خورشید به فضا منتشر می‌شود. میزان انرژی این پرتوها در هر ثانیه معادل یك میلیون برابر تمام ذخایر سوختهای فسیلی کرة زمین محاسبه کرده‌اند. این پرتوها به‌صورت ذرات کوچکی به‌نام فوتون یا کوانتوم متراکم و پراکنده می‌شوند. فوتونها دارای تواتر بوده و انرژی هر فوتون بستگی به میزان تواتر آن دارد. فوتونها یا پرتوهایی که طول موج کمتری داشته باشند انرژی و قدرت نفوذ بیشتر و آنهایی‌که توان موج بیشتری دارا باشند انرژی و قدرت کمتری دارند. در ضمن هر قدر پرتوها دارای انرژی بیشتری باشند نیروی بیشتری برای جابه‌جا کردن الکترونهای یك ماده خواهند داشت.

گیاه شناسی 1


10^{-5} nm
10^{-3} nm
1 nm
10^{3} nm
10^{6} nm
1 m
(10^{9} nm)
10^{3} m
اشعه گاما
اشعه ایکس
ماوراء بنفش
قرمز دور
میکروویو ها
امواج رادیویی
نور مرئی
380 nm
450 nm
500 nm
550 nm
600 nm
650 nm
700 nm
750 nm
افزایش طول موج
افزایش انرژی

گیاه شناسی 1

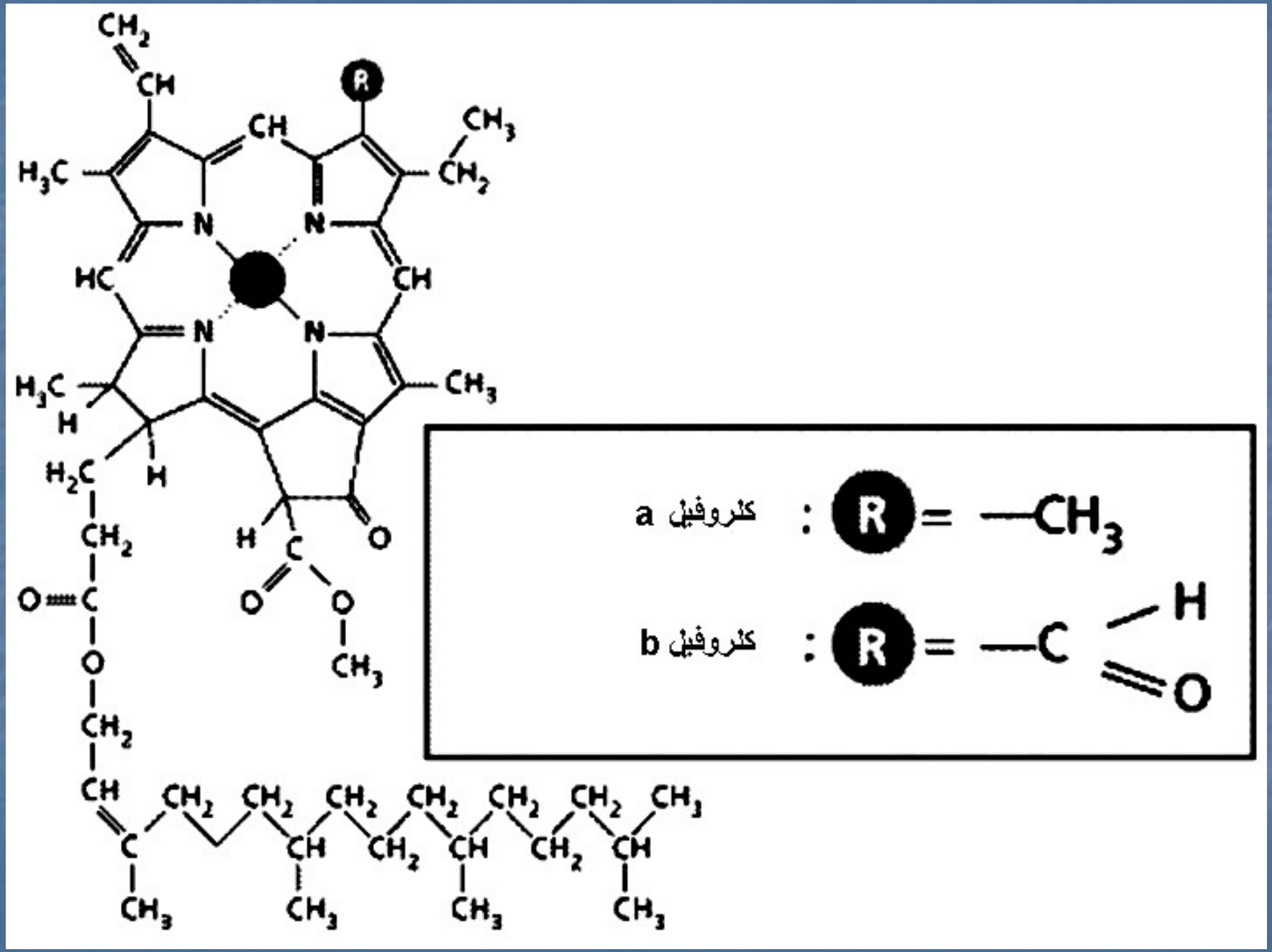

جذب رنگیزه های کلروپلاست
کلروفیل a
کلروفیل b
کاروتنوئیدها
400
500
600
700
طول موج نور (نانومتر)
طیف جذبی (a)
سرعت فتوسنتز
(بر اساس اکسیژن آزاد شده)
طیف عمل (b)
باکتری هوازی
تاژک جلبک
400
500
600
700 nn
آزمایش انگلمن (c)

گیاه شناسی 1

5-6 کلروفیل

- چند نوع کلروفیل شناخته شده است که در همه آنها یك اتم منیزیم وجود دارد. ساختمان کلروفیل با بخش آهن‌دار هموگلوبین خون جانوران شباهت دارد.
- غشای تیلاکوئیدهای کلروپلاستهای بیشتر گیاهان دو نوع کلروفیل دارد. کلروفیل a و کلروفیل b. کلروفیل a سبز روشن و کلروفیل b سبز متمایل به زرد است. به‌طور معمول مقدار کلروفیل a در کلروپلاست 3 برابر مقدار کلروفیل b است.

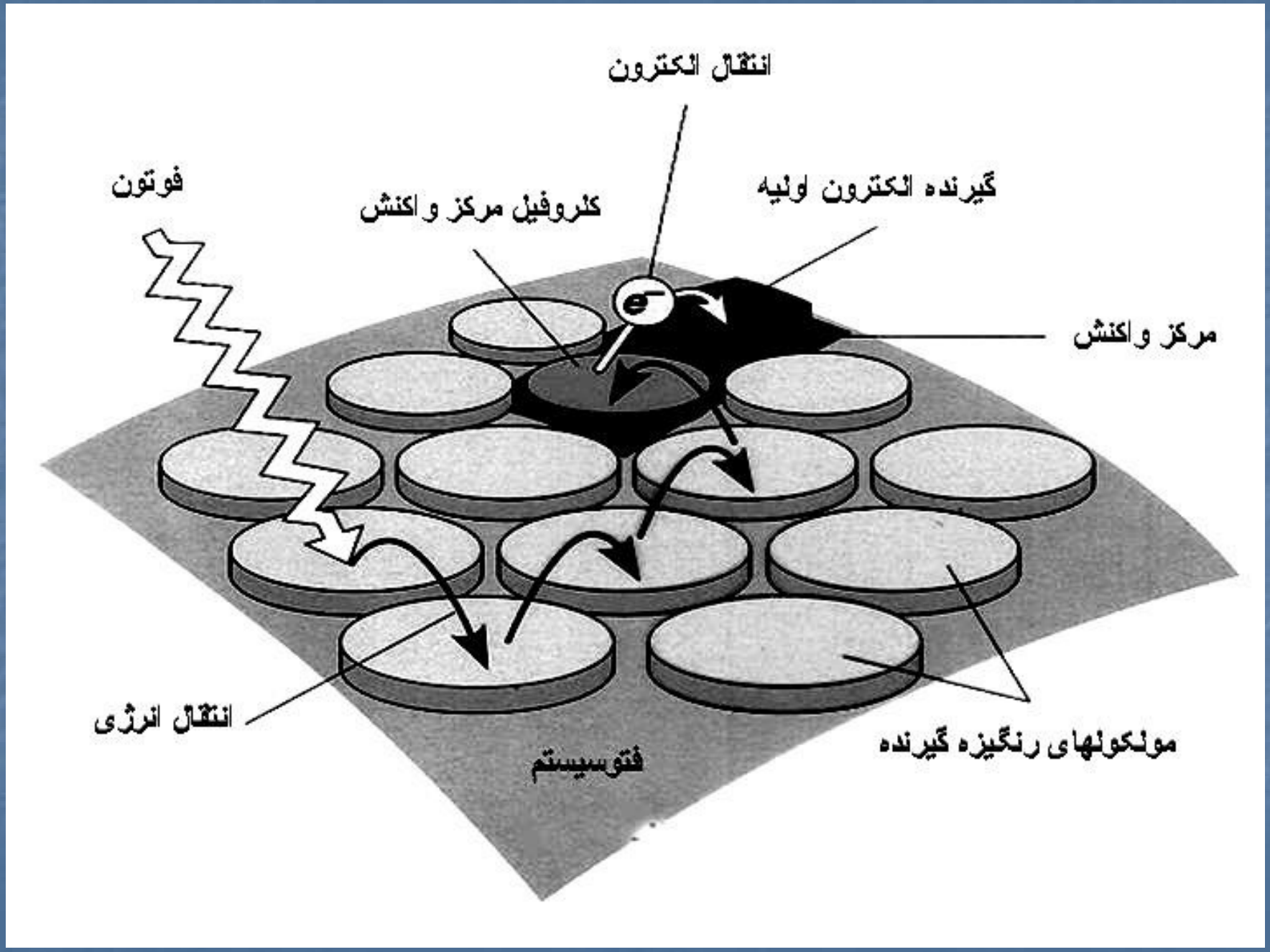
گیاه شناسی 1



6-6 فتوسیستمها

- بر روی تیلاکوئیدهای کلروپلاستها مجموعه‌هایی از حدود 250 تا 400 مولکول از رنگیزه‌های مختلف (به‌طور عمده کلروفیل a، کمی کلروفیل b و کاروتنوئیدها) همراه با برخی پروتئینها گرد هم‌آمده و مجموعه‌هایی به‌نام فتوسیستم به‌وجود می‌آورند. فتوسیستمها محل به دام انداختن انرژی نوری هستند. در هر فتوسیستم مولکولهای کلروفیل a مرکز واکنش‌اند و بقیهٔ رنگیزه‌ها انرژی نوری را گرفته و به مولکولهای کلروفیل a انتقال می‌دهند.

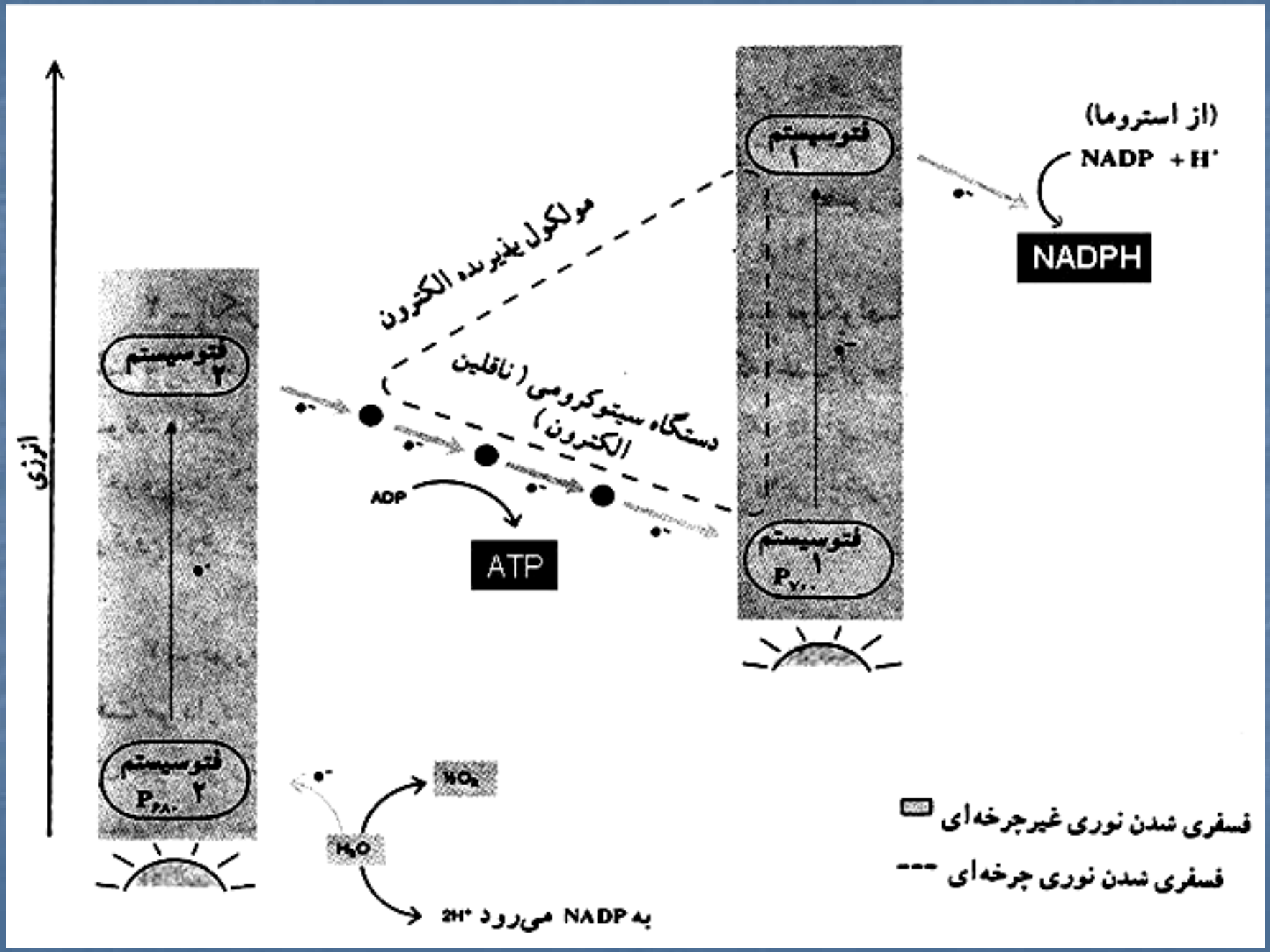
گیاه شناسی 1


انتقال الکترون
فوتون
کلروفیل مرکز واکنش
گیرنده الکترون اولیه
مرکز واکنش
انتقال انرژی
فتوسیستم
مولکولهای رنگیزه گیرنده

7-6 واکنشهای شیمیایی فتوسنتز

- یک دسته از واکنشهای فتوسنتز در حضور نور انجام می‌شوند. اینها را واکنشهای وابسته به نور (واکنشهای روشنایی) می‌نامند. دسته دوم واکنشهایی هستند که برای انجام آنها وجود نور الزامی نیست. این واکنشها که هم در تاریکی و هم در روشنایی انجام می‌شوند واکنشهای مستقل از نور (واکنشهای تاریکی) نام دارند.

گیاه شناسی 1


انرژی
فتوسیستم ۲
$P_{۶۸۰}$
فتوسیستم ۱
$P_{۷۰۰}$
مولکول پذیرنده الکترون
دستگاه سیتوکرومی (ناقلین الکترون)
ADP
ATP
(از استروما)
NADP + H⁺
NADPH
H_2O
$\frac{1}{2}O_2$
به NADP می‌رود $2H^+$
فسفری شدن نوری غیرچرخه‌ای
فسفری شدن نوری چرخه‌ای

9-6 واکنشهای مستقل از نور

- این واکنشها بهطور مستقیم به نور وابسته نیستند. در این مرحله CO_2 احیاء و اولین ترکیبات آلی ساخته می‌شوند. برای احیاء دی‌اکسیدکربن هیدروژن و انرژی لازم است.

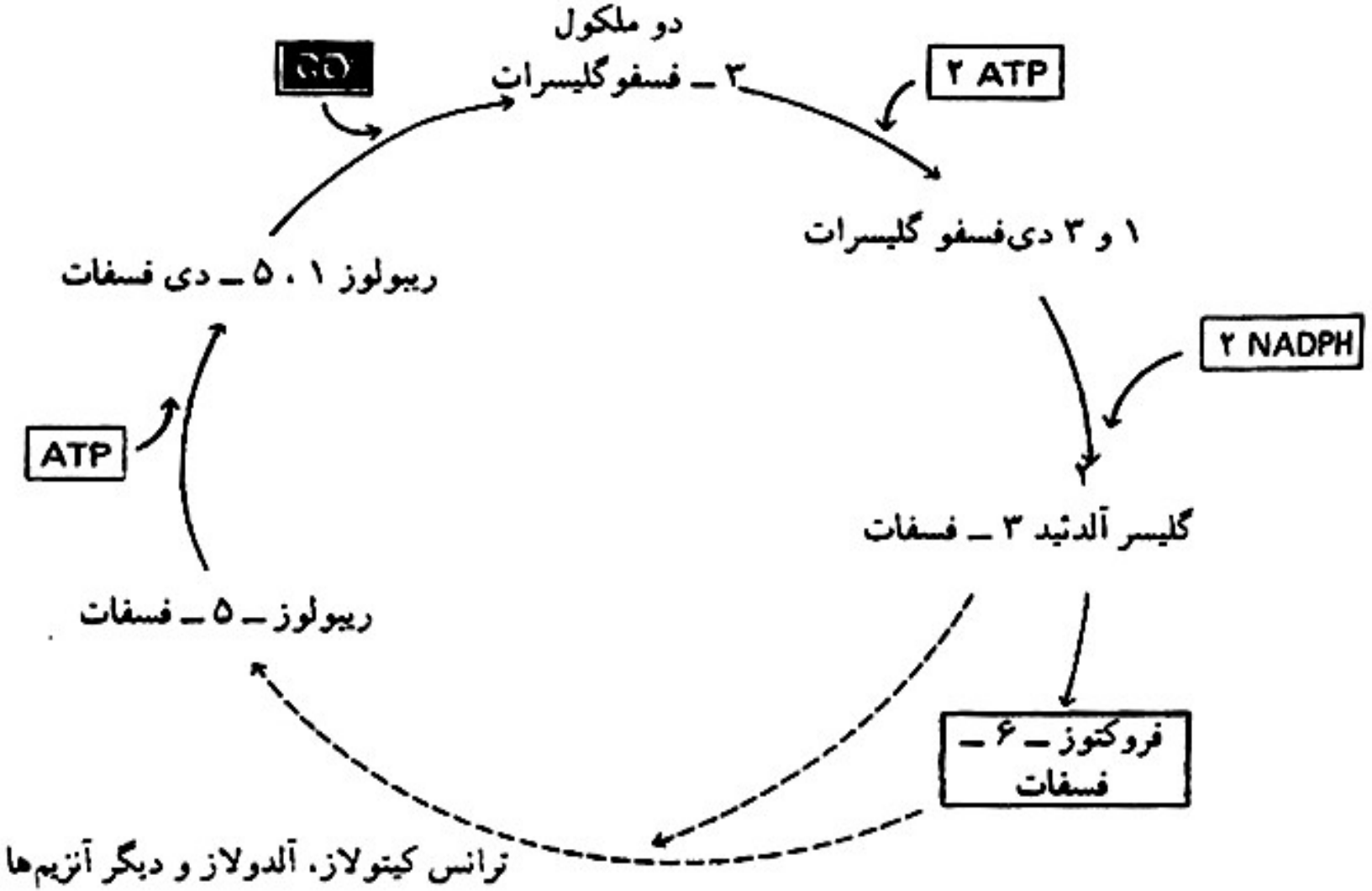
گیاه شناسی 1

چرخهٔ کالوین

- احیای دی‌اکسیدکربن طی یکسری واکنشها به‌نام چرخه کالوین، در درون استرومای کلروپلاستها صورت می‌گیرد.

گیاه شناسی 1

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$



گیاه شناسی 1

10-6 بازده فتوسنتز

- بازده یك دستگاه از طریق اندازه‌گیری انرژی مصرف شده نسبت به انرژی دستگاه تعیین می‌شود. طبق قانون دوم ترمودینامیك تبدیل انرژی در هیچ دستگاهی صددرصد نیست، یعنی همه انرژی داده شده به یك دستگاه به انرژی قابل استفاده تبدیل نمی‌شود. در واقع هیچ تبدیلی در انرژی صورت نمی‌گیرد مگر این که همراه آن مقداری از انرژی به‌صورت گرما هدر رود. بر این اساس از کل انرژی خورشیدی که به برگ می‌تابد حدود 5/0-5/3 درصد در انجام فرآیند فتوسنتز مصرف و در صورت انرژی شیمیایی نهفته در مواد آلی مانند هیدراتهای کربن اندوخته می‌شود و بقیه آن به‌صورتهای مختلف مانند بازتابش گرما، تبخیر و غیره هدر می‌رود.

11-6 عوامل مؤثر بر شدت فتوسنتز

- شدت فتوسنتز را از میزان اکسیژنی که در واحد زمان از یك گیاه متصاعد می‌شود و یا میزان دی‌اکسیدکربنی که در واحد زمان جذب گیاه می‌شود محاسبه می‌کنند. عوامل درونی و عوامل بیرونی در شدت فتوسنتز مؤثرند.

گیاه شناسی 1

12-6 تنفس

- گیاهان و سایر جانداران موقعی می‌توانند به زندگی ادامه دهند که قدرت تجزیه مولکولهای پیچیدهٔ مواد آلی (غذا) و استفاده از انرژی اندوخته شده در آنها را دارا باشند. عمل اکسیداسیون مواد آلی که منتهی به آزاد شدن انرژی می‌شود مستلزم جذب اکسیژن از راه منافذ روی برگ، ساقه و ریشهٔ گیاه است. بنابراین تظاهرات خارجی تنفس عبارت است از جذب O_2 و دفع CO_2 یعنی مبادلات گازی بین گیاه و محیط. ولی به‌طوری که در زیست‌شناسی جانوری مطالعه می‌کنید تنفس واقعی یعنی واکنشهای شیمیایی اساسی که منجر به شکسته شدن مولکولهای مواد آلی و رها شدن انرژی می‌شود در درون سلولها انجام می‌پذیرد و ما از آن به عنوان تنفس سلولی نام می‌بریم.

گیاه شناسی 1

13-6 شدت تنفس

- مقدار اکسیژن جذب شده و یا دی‌اکسیدکربن دفع شده را در واحد زمان، شدت تنفس می‌گویند. اگر تعریف شدت فتوسنتز را به خاطر بیآوریم ملاحظه می‌کنیم که تبادلات گازی در این دو فرآیند عکس یکدیگرند. در تنفس اکسیژن و هیدرات کربن به مصرف می‌رسد و آب و CO_2 تولید می‌شود. در صورتی که در فتوسنتز آب و CO_2 به مصرف می‌رسد و اکسیژن و کربوهیدراتها به‌وجود می‌آیند.

15-6 کسر تنفسی

- اگر گازهای تنفسی گیاه را به‌طور دقیق بررسی کنیم می‌بینیم که معمولاً حجم دی‌اکسیدکربن دفع شده از گیاه برابر حجم اکسیژن جذب شده نیست. نسبت بین این دو را کسر تنفسی می‌نامیم. این کسر بر حسب مراحل مختلف رویش و گل دادن گیاه متفاوت بوده و تا حدودی نوع ماده‌ای که در واکنشهای تنفسی تجزیه می‌شود را مشخص می‌سازد.