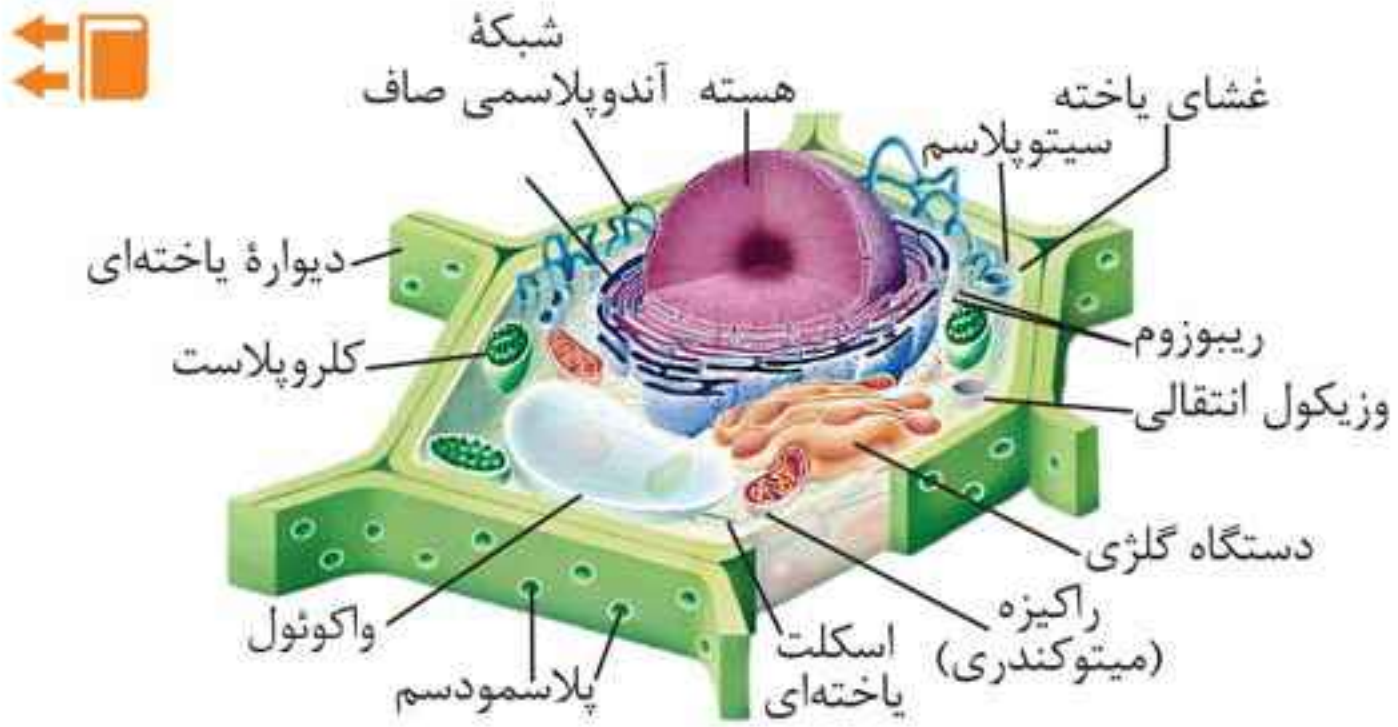
فصل اول

یاختهٔ گیاهی و اجزای آن

یاخته

یاخته، مکان خاصی در سلسله مراتب سازمان‌یابی زیستی دارد؛ زیرا ویژگی حیات در این سطح پدیدار می‌شود. یاخته، پایین‌ترین سطح ساختاری است که همهٔ فعالیت‌های زیستی در آن انجام می‌شود. توجه داشته باشید که همهٔ جانداران از یاخته تشکیل شده‌اند. بعضی جانداران، یک یاخته (جانداران تک‌یاخته‌ای) و بعضی دیگر، تعدادی یاخته (جانداران پریاخته‌ای) دارند.



کشف یاخته

پژوهش‌ها در زمینهٔ شناخت یاخته با ساخت میکروسکوپ ساده توسط یک تاجر هلندی به نام آنتونی ون لیون هوک آغاز گردید. سپس در سال ۱۶۶۵، رابرت هوک (این هوک با هوک قبلی فرق می‌کنه!) فیزیکدان انگلیسی با استفاده از میکروسکوپ ساختگی خود به مطالعهٔ میکروسکوپی برش‌های بافت چوب‌پنبه‌ای درخت بلوط پرداخت. رابرت هوک ابتدا زیر میکروسکوپ ابتدایی که خود ساخته بود، یاخته‌های مرده را در برش‌های چوب‌پنبه مشاهده کرد. این یاخته‌های توخالی و متصل به هم، شکل لانهٔ زنبور داشتند و هوک آن‌ها را «یاخته» نامید که در زبان لاتین به معنی اتاق کوچک است. به عبارتی کشف یاخته و نام‌گذاری آن نخستین بار توسط رابرت هوک انجام شد.

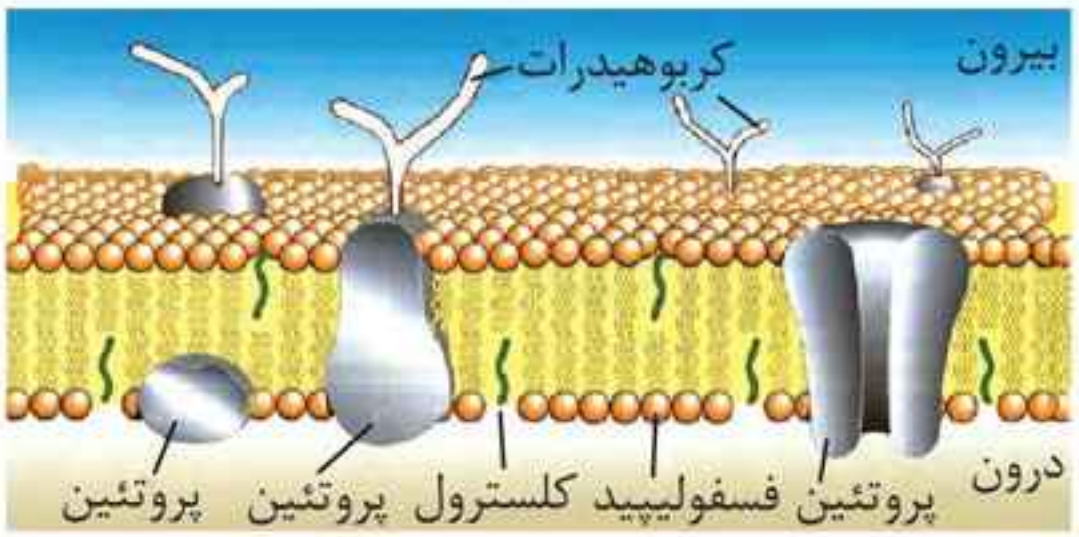
نکتهٔ ترکیبی: همهٔ یاخته‌ها ویژگی‌های مشترکی دارند؛ مثلاً همهٔ یاخته‌ها غشایی دارند که عبور مواد را بین یاخته و محیط اطراف تنظیم می‌کند.
یاختهٔ گیاهی نوعی یاختهٔ یوکاریوتی محسوب می‌شود. در یوکاریوت، دنا درون هسته و اندامک‌هایی مانند میتوکندری و کلروپلاست (در صورت وجود!) قرار می‌گیرد؛ ولی در پروکاریوت‌ها مولکول دنا در سیتوپلاسم است.

اجزای پروتوپلاست

۱ غشای یاخته‌ای

غشای یاخته‌از مولکول‌های لیپید، پروتئین و کربوهیدرات تشکیل شده‌است که اطراف سیتوپلاسم را می‌گیرد و نقش آن کنترل عبور و مرور مواد است. بخش لیپیدی غشا، مولکول‌هایی به نام فسفولیپید و کلسترول دارد که در دو لایه قرار گرفته‌اند. غشای یاخته‌های گیاهی از دو لایهٔ فسفولیپیدی به همراه پروتئین‌های عرضی تشکیل شده و در سطح خارجی نیز دارای پلی‌ساکارید است. غشای یاخته‌های گیاهی برخلاف یاخته‌های جانوری کلسترول ندارد. در نتیجه متوجه می‌شویم که شکل نشان داده شده مربوط به غشای یاختهٔ جانوری است نه یاختهٔ گیاهی!

نکات تصویری: غشای پلاسمایی زیر ذره‌بین



۱ در غشا، انواع مختلفی از رشته‌های کربوهیدراتی مشاهده می‌شود که واجد انشعابات نیز هستند.

تفاوت‌های یاخته‌های گیاهی و جانوری

۱ یاخته‌های جانوری اندازه‌های مختلفی داشته و بیشتر به اشکال گرد یا نامنظم دیده می‌شوند. اما یاخته‌های گیاهی در مقایسه با یاخته‌های جانوری از نظر اندازه بیشتر شبیه یکدیگرند و از نظر شکل نیز معمولاً دارای شکل مشخص (چندوجهی، مکعبی) هستند.

۲ یاخته‌های گیاهی علاوه بر غشا، ساختاری به نام دیوارهٔ یاخته‌ای دارند که در یاخته‌های جانوری وجود ندارد.

۳ یاخته‌های تمایزیافته و زندهٔ گیاهی اندامکی به نام واکوئول دارند که در جانوران وجود ندارد.

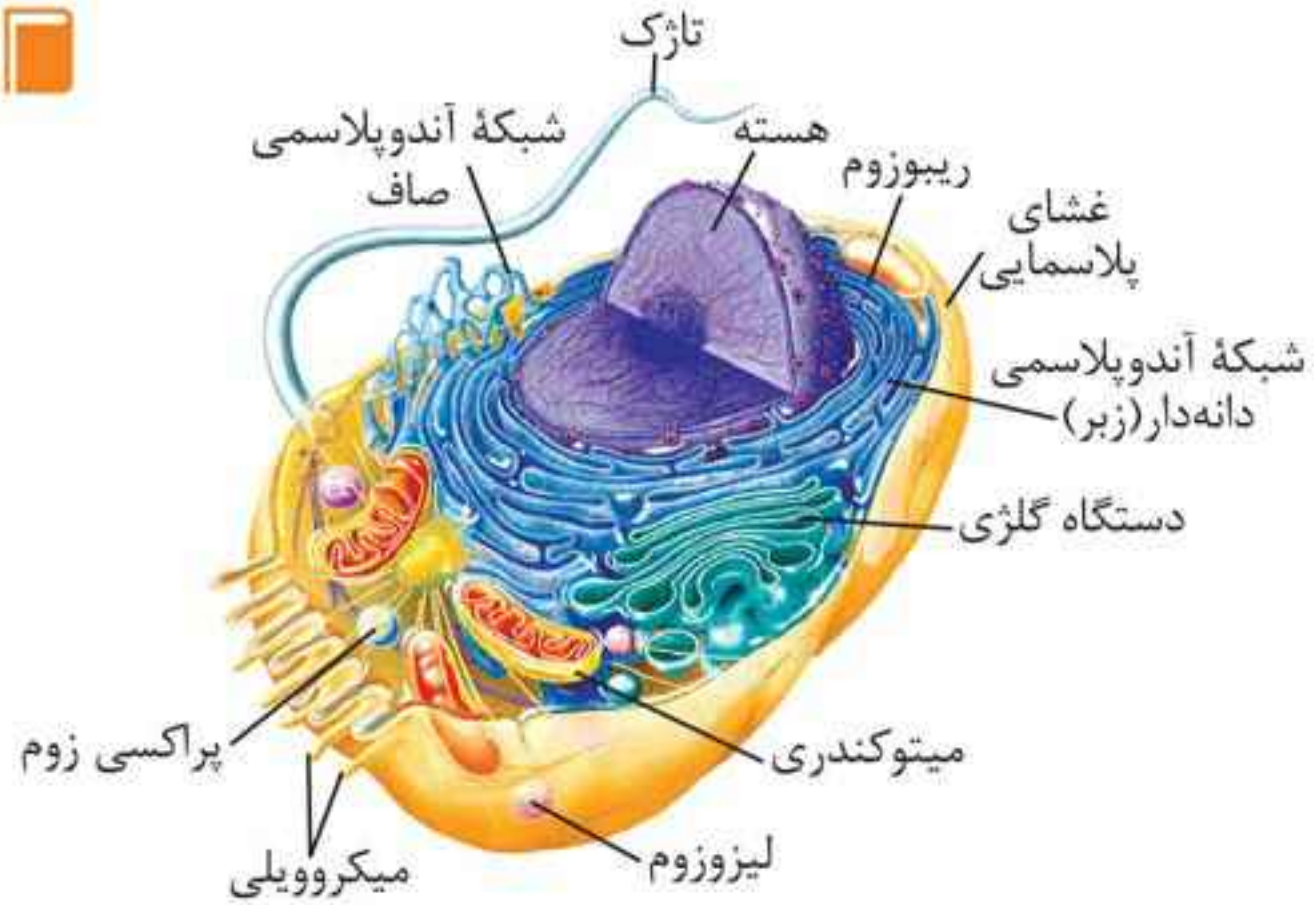
۴ در یاخته‌های جانوری، تنها یاخته‌های بنیادی قادرند به انواع یاخته‌های دیگر تبدیل شوند؛ اما در گیاهان بیشتر انواع یاخته‌های گیاهی قادر به تمایز به یاخته‌های دیگر هستند.

نکته: واکوئول در یاخته‌های مریستمی، یاخته‌های مردهٔ گیاهی و یاخته‌های آوند آبکشی وجود ندارد.

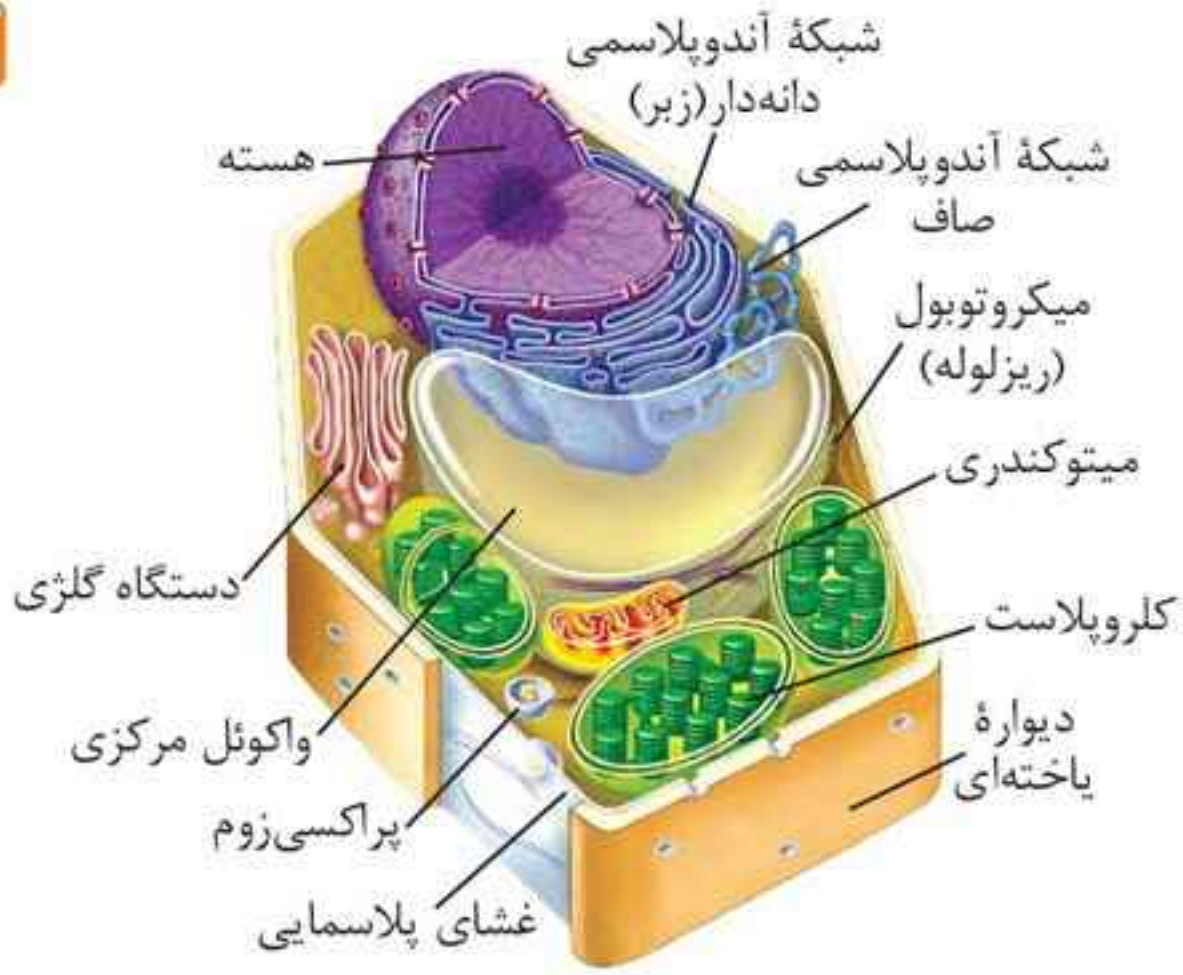
۵ گیاهان دارای اندامکی به نام پلاست یا دیسه هستند (کلروپلاست، کروموپلاست و آمیلوپلاست) که در یاخته‌های جانوری وجود ندارد.

۶ یاخته‌های گیاهان عالی (نهاندانگان و بازدانگان)، میانک یا سانتریول ندارند، اما یاخته‌های جانوری و گیاهان ابتدایی(خزه و سرخس) سانتریول دارند.

۷ یاخته‌های گیاهی، لیزوزوم (کافنده‌تن) ندارند و آنزیم‌های موردنیاز آن‌ها درون واکوئول ذخیره می‌شود.



یاختهٔ جانوری

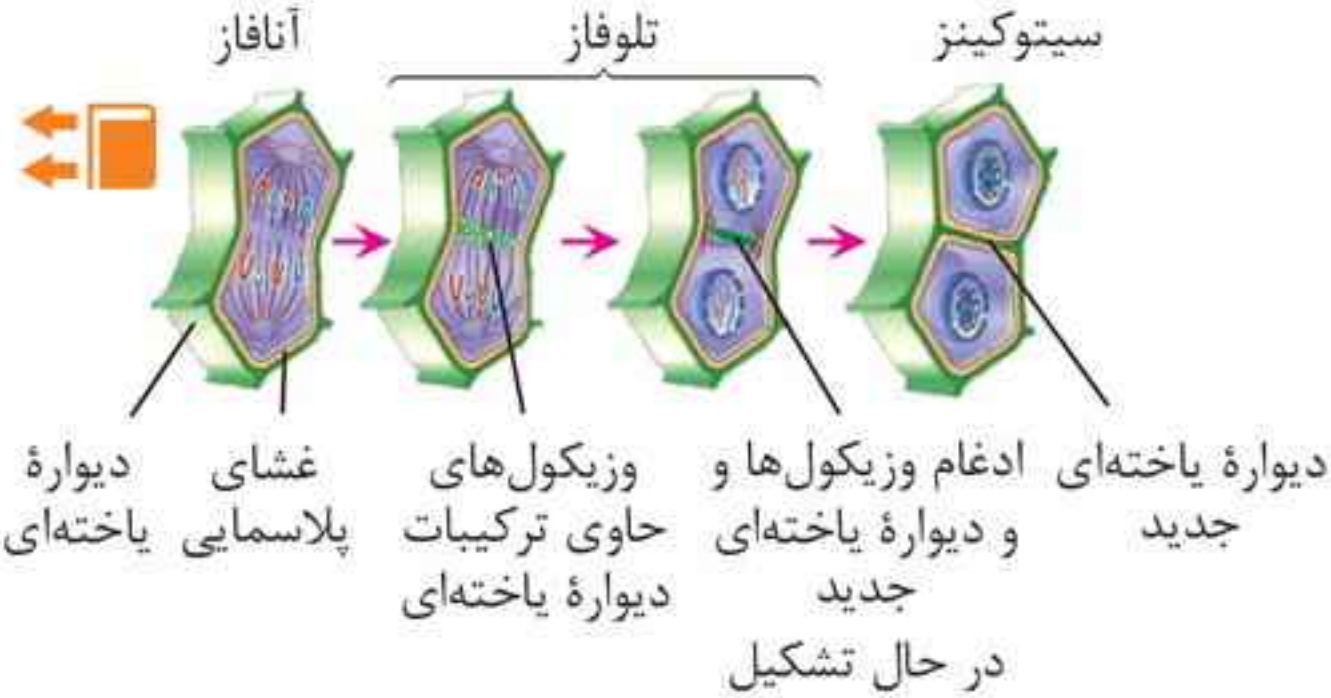


یاختهٔ گیاهی

۸ تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز) در یاخته‌های جانوری توسط کمربند پروتئینی که از پروتئین‌های انقباضی اکتین و میوزین

زیست گیاهی کنکور

تشکیل شده انجام می‌شود، اما در یاخته‌های گیاهی ابتدا یک صفحهٔ یاخته‌ای توسط تجمع ریزکیسه‌هایی (وزیکول‌ها) که از دستگاه گلژی آمده‌اند، تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها دارای پیش‌سازهای تیغهٔ میانی (پکتین) و دیوارهٔ یاخته‌ای (سلولز) هستند. با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری، دو یاختهٔ جدید از یکدیگر جدا می‌شوند.



نکته:
- ریزکیسه‌های تشکیل‌دهندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای در اواخر مرحله آنافاز تشکیل می‌شوند.
- ساختارهای ویژهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای (لان‌ها و پلاسمودسم‌ها) در هنگام تشکیل دیوارهٔ جدید پایه‌گذاری می‌شوند.

۲. دیوارهٔ نخستین

تعریف: دومین لایهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای در گیاهان است که روی تیغهٔ میانی و به سمت داخل یاخته ساخته می‌شود.

جنس: در این دیواره، علاوه بر پکتین، رشته‌های سلولز وجود دارند.

ویژگی: دارای خاصیت کشش و گسترش است و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات سازنده، اندازهٔ آن هم افزایش می‌یابد؛ یعنی مانع از رشد یاخته نمی‌شود.

نکتهٔ ترکیبی: دیوارهٔ نخستین هر یاختهٔ حاصل از تقسیم، توسط پروتوپلاست همان یاخته ساخته می‌شود؛ اما تیغهٔ میانی توسط وزیکول‌هایی که از جسم گلژی یاختهٔ مادری آمده‌اند ساخته می‌شود.

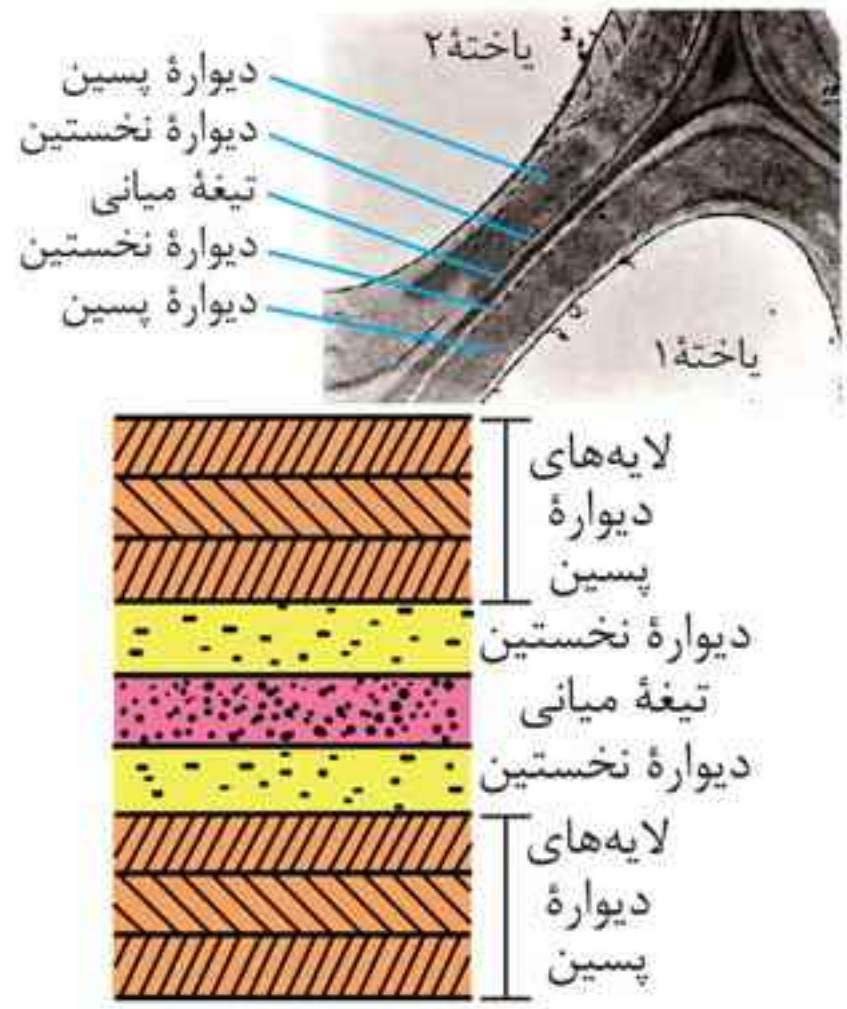
نکات تکمیلی:

۱ در دیوارهٔ نخستین چندین نوع پلی‌ساکارید وجود دارد. اما بخش اصلی دیواره توسط پلی‌ساکاریدی به نام سلولز ساخته شده است

۲ دیوارهٔ نخستین نسبت به تیغهٔ میانی جدیدتر بوده؛ همچنین نسبت به تیغهٔ میانی به غشای پلاسمایی، سیتوپلاسم و اندامک‌ها نزدیک‌تر است.

۳ به دلیل اینکه دیوارهٔ یاخته‌ای خارجی‌تر از غشا است؛ بنابراین محتوای لازم برای تشکیل دیواره که در پروتوپلاست ساخته می‌شود باید از غشای پلاسمایی عبور کند. عبور این مواد و مولکول‌ها از طریق فرایندی به نام برون‌رانی (اگزوسیتوز) صورت می‌گیرد.

نکات تصویری: لایه‌های سازندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای زیر ذره‌بین



۱ به دلیل بیشتر بودن تعداد لایه‌های دیوارهٔ پسین، ضخامت دیوارهٔ پسین از دیوارهٔ نخستین بیشتر است.

۲ در هر لایهٔ دیوارهٔ پسین نحوهٔ قرارگیری رشته‌های سلولزی مشابه هم بوده و به عبارت دیگر رشته‌های سلولزی در هر لایه موازی هم هستند.

۳ در لایه‌های مختلف دیوارهٔ پسین نحوهٔ قرارگیری رشته‌های سلولزی متفاوت است.

۴ در همهٔ لایه‌های دیوارهٔ یاخته‌ای، کربوهیدرات‌های پلی‌ساکاریدی وجود دارد. (تیغهٔ میانی، دیوارهٔ نخستین، دیوارهٔ پسین)

۵ بین دو یاختهٔ گیاهی مجاور، حداقل و حداکثر به‌ترتیب یک و پنج بخش از دیوارهٔ یاخته‌ای وجود دارد.

۶ تیغهٔ میانی در بخش‌هایی از خود می‌تواند بین سه یاختهٔ مجاور قرار بگیرد.

۷ دیوارهٔ پسین (جدیدترین بخش) نسبت به تیغهٔ میانی (قدیمی‌ترین بخش) به پروتوپلاست نزدیک‌تر است.

فصل دوم

بافت‌های گیاهی

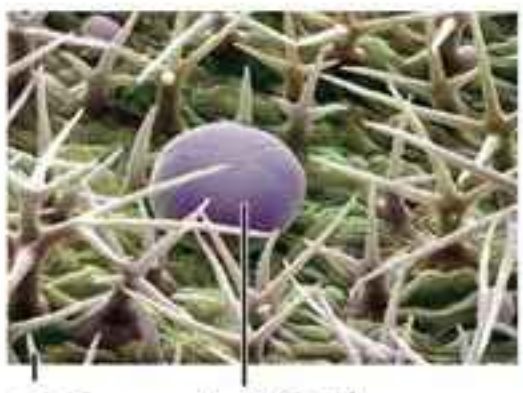
نکات تکمیلی:

۱ پوستک هیچ‌گونه یاخته‌ای ندارد و به عنوان یک مادهٔ محافظتی در سطح یاخته‌های روپوست اندام‌های هوایی گیاهان است.

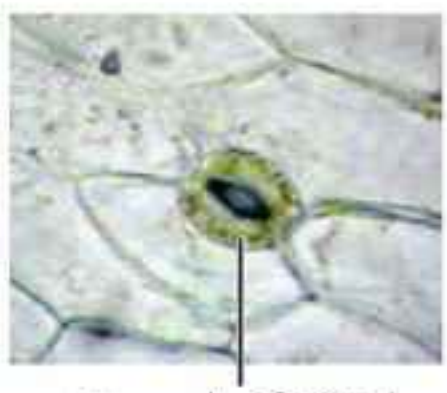
۲ یاخته‌های روپوست به دلیل نداشتن رنگدانه، در زیر میکروسکوپ به صورت بی‌رنگ دیده می‌شوند.

۳ کرک‌ها در برخی گیاهان مناطق خشک مانند خرزهره باعث جلوگیری از تبخیر بیش از حد آب می‌شوند و در برخی گیاهان نقش دفاعی دارند.

۴ یاخته‌های نگهبان روزنه تنها یاخته‌های روپوستی دارای کلروپلاست هستند.



یاختهٔ ترشحی کرک



یاختهٔ نگهبان روزنه

۲ سامانهٔ بافت زمینه‌ای

این سامانه که فضای بین بافت پوششی(روپوستی) و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت پارانشیم (نرم‌آکنه)، کلانشیم (چسب‌آکنه) و اسکلرانشیمی (سخت‌آکنه) تشکیل می‌شود.

۲ یاخته‌های پارانشیم توانایی تقسیم شدن را دارند (همانند یاخته‌های مریستمی).
۳ یاخته‌های پارانشیمی در سامانهٔ بافت آوندی و پوششی (پیراپوست) نیز حضور دارند.
۴ بافت پارانشیم در گیاهان از نظر فضای بین یاخته‌ای، مشابه بافت پیوندی در جانوران است.

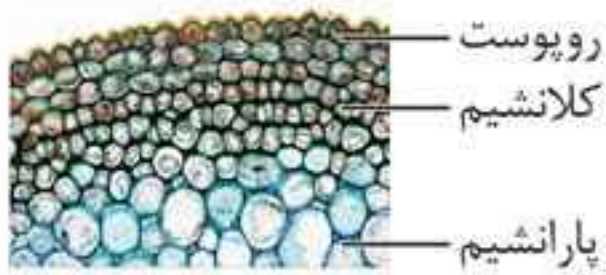
◄ بافت کلانشیم

ویژگی‌ها:

۱ یاخته‌های کلانشیمی دیوارهٔ پسین ندارند و دیوارهٔ نخستین ضخیم دارند؛ یعنی رشد یاخته متوقف نشده است.
۲ دیوارهٔ نخستین در یاخته‌های کلانشیمی به‌طور نامنظم و غیریکنواخت ضخیم شده است؛ به‌طوری که در محل زوایای یاخته ضخامت دیواره بیشتر است.
۳ زنده هستند و همهٔ اندامک‌های یاخته‌ای موردنیاز را دارند.

نقش: بافت کلانشیمی با داشتن دیوارهٔ نخستین ضخیم سبب استحکام گیاه می‌شود و به دلیل نداشتن دیوارهٔ پسین فوق‌العاده انعطاف‌پذیر است.

نکات تصویری: بافت کلانشیمی زیر ذره‌بین



بافت کلانشیمی

یاختهٔ کلانشیم

۱ یاخته‌های پارانشیمی بزرگ‌تر از کلانشیم‌ها هستند.
۲ بین یاخته‌های کلانشیمی فضاهای تیره رنگی دیده می‌شود که مربوط به دیوارهٔ یاخته‌ای کلانشیم‌ها است نه فضای بین یاخته‌ای.
۳ ضخامت دیواره یاخته‌ای کلانشیم‌ها از پارانشیم‌ها بیشتر است

نکته: یاخته‌های کلانشیمی **معمولاً** زیر روپوست قرار دارند.

مقایسهٔ سه سامانهٔ بافتی نهاندانگان

سامانهٔ بافتی	بافت زیر مجموعه	محل	انواع یاخته‌ها	نقش یاخته‌ها	ویژگی یاخته‌ها
پوششی	روپوست	برگ‌ها، ریشه‌ها و ساقه‌های جوان	یاخته‌های معمولی روپوستی	۱ محافظت از گیاه در برابر سرما، نیش حشرات و ورود میکروب‌ها ۲ تولید پوستک ۳ جلوگیری از تبخیر بیش از حد آب	۱ فاقد کلروپلاست ۲ دارای پوستک در سطح خارجی خود
			یاخته‌های نگهبان روزنه	۱ باز و بسته کردن روزنه‌های هوایی ۲ تنظیم ورود و خروج گازها و بخارآب ۳ فتوسنتز	۱ لوبیایی‌شکل ۲ دارای کلروپلاست

سامانهٔ بافتی	بافت زیر مجموعه	محل	انواع یاخته‌ها	نقش یاخته‌ها	ویژگی یاخته‌ها
زمینه‌ای	پارانشیم	در تمام پیکر گیاه	۱ پارانشیم کلروپلاست‌دار	فتوسنتز	دارای دیوارهٔ نخستین نازک و چوبی‌نشده
			۲ پارانشیم ذخیره‌ای	ذخیرهٔ مواد	
			۳ پارانشیم آبی	ذخیرهٔ آب در گیاهان مناطق گرمسیر	
			۴ پارانشیم هوایی	دارای فضای بین یاخته‌ای مملو از هوا است. (شناور ماندن ساقه‌ها و برگ‌های گیاه آبزی مانند نیلوفر آبی)	
	کلانشیم	در زیر پوست گیاه	یاخته‌های کلانشیمی	استحکام و انعطاف‌پذیری اندام‌های گیاهی	۱ دارای دیوارهٔ نخستین ضخیم و چوبی‌نشده ۲ دیوارهٔ پسین ندارند.

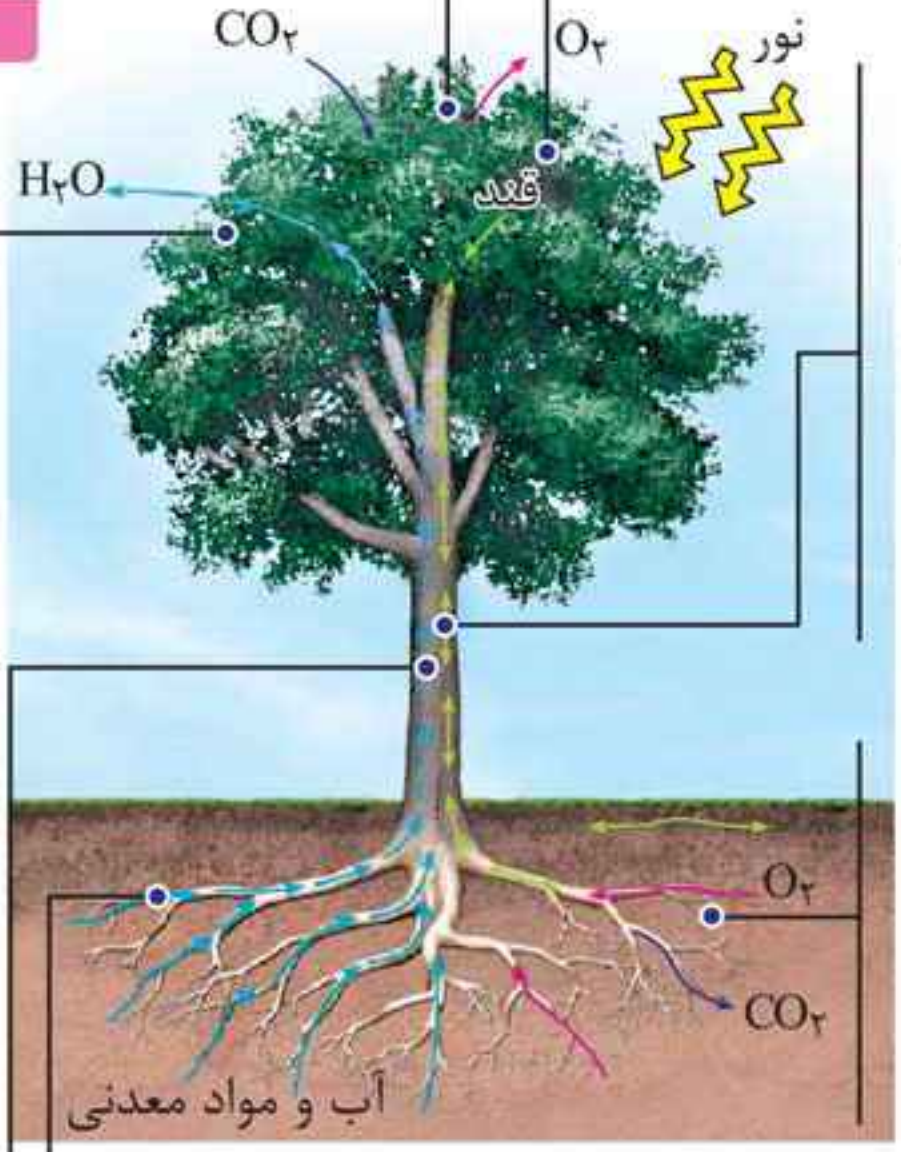
فصل سوم

جذب و انتقال مواد در گیاهان

مروری بر چگونگی کسب منابع و انتقال آن‌ها در یک گیاه آوندی

قندها توسط فتوسنتز در برگ‌ها ساخته می‌شوند.

برگ‌ها از طریق روزنه‌ها، CO_2 را دریافت و O_2 را آزاد می‌کنند.



شیرهٔ آبکشی می‌تواند به‌صورت دوطرفه بین ریشه‌ها و اندام‌های هوایی جریان یابد. این شیره از جایگاه‌های تولید(معمولاً برگ‌ها)، به جایگاه‌های مصرف یا ذخیره حرکت می‌کند.

ریشه‌ها به مبادلهٔ گازها با هوای درون خاک می‌پردازند. آن‌ها O_2 را جذب و CO_2 را آزاد می‌کنند.

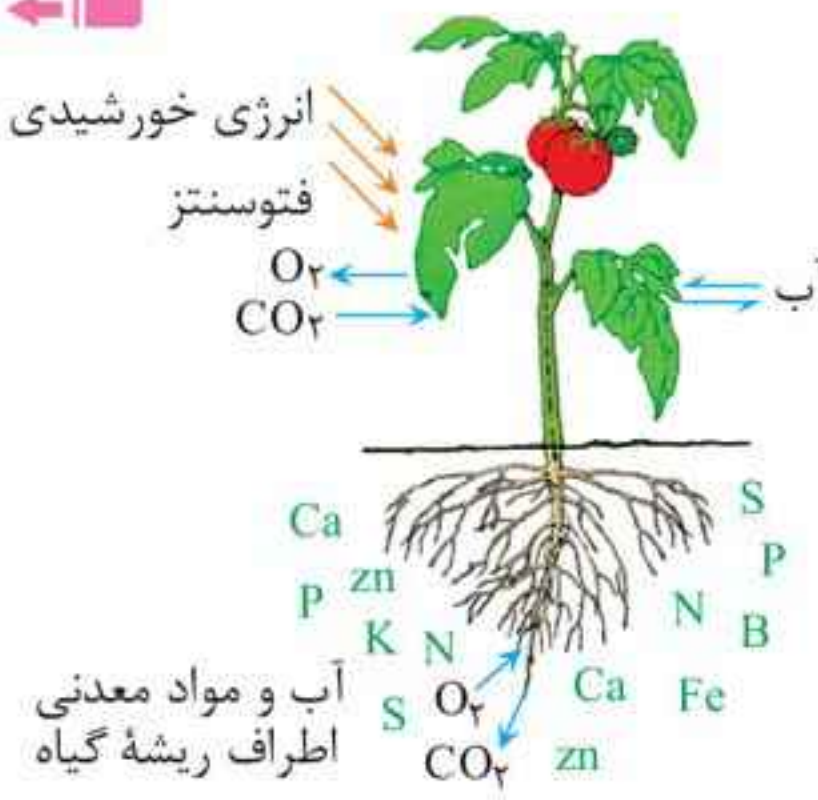
آب و مواد معدنی خاک، به‌وسیلهٔ ریشه‌ها جذب می‌شوند.

آب و مواد معدنی به صورت شیرهٔ خام از ریشه‌ها به طرف اندام‌های هوایی صعود می‌کنند.

تعرق یعنی خروج آب از برگ‌ها (که اساساً از طریق روزنه صورت می‌گیرد)، نیرویی را در برگ‌ها ایجاد می‌کند که سبب کشیده شدن شیرهٔ خام به طرف بالا می‌شود.

نکات تکمیلی:

۱ گیاهان علاوه بر تولید مواد آلی، برای عملکرد مناسب یاخته‌ها (رشد، تولیدمثل و...) به مواد معدنی و آب نیز احتیاج دارند.



۲ جذب آب و مواد معدنی بیشتر توسط ریشه انجام می‌گیرد.

۳ کربن دی‌اکسید، کربن مونواکسید، کربنیک‌اسید و بیکربنات اگرچه کربن دارند، ولی جزء مواد معدنی محسوب می‌شوند.

جذب کربن

◂ **اهمیت کربن:** کربن اساس مادهٔ آلی و یکی از عناصر موردنیاز گیاهان است. مواد آلی، موادی با اسکلت کربنی هستند که درون یاخته‌های جانداران ساخته می‌شوند. (به جز CO_2 و بیکربنات که مواد معدنی هستند.)

نکته: ◂ مواد آلی عبارت‌اند از: کربوهیدرات‌ها (قندها)، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها (DNA و RNA).

◂ تمام مواد آلی حداقل از سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن ساخته می‌شوند و عناصری مثل نیتروژن و فسفر هم در ساختار آمینواسیدها و نوکلئیک‌اسیدها وجود دارند.

زیست گیاهی کنکور

- موادی که دارای اسکلت کربنی هستند و فقط از کربن و هیدروژن ساخته می‌شوند، هیدروکربن نام دارند که در اثر تجزیهٔ پیکر جانداران به خاک برمی‌گردند.
- کربن دی‌اکسید و بیکربنات مواد کربن‌دار معدنی هستند، یعنی اسکلت کربنی ندارند و در خارج از یاخته نیز تولید می‌شوند.

روش‌های جذب کربن

۱ به‌صورت گاز کربن دی‌اکسید به همراه سایر گازها (مثل اکسیژن) و از طریق روزنه‌ها وارد فضای بین یاخته‌ای گیاه می‌شود.

۲ مقداری از کربن دی‌اکسید با حل شدن در آب به صورت یون بیکربنات درمی‌آید که توسط گیاه جذب می‌شود.

نحوهٔ ورود کربن به گیاه: اگر به‌صورت CO_2 جذب شود ابتدا وارد فضای بین یاخته‌ای شده و سپس وارد یاخته‌ها می‌شود؛ اما اگر به صورت بیکربنات جذب شود مستقیماً وارد یاخته می‌شود.

نکته: بیشتر کربن موردنیاز گیاه از اندام‌های هوایی (روزنه‌های هوایی و عدسک) جذب شده و سایر مواد معدنی موردنیاز گیاهان، بیشتر توسط ریشه جذب می‌شوند.

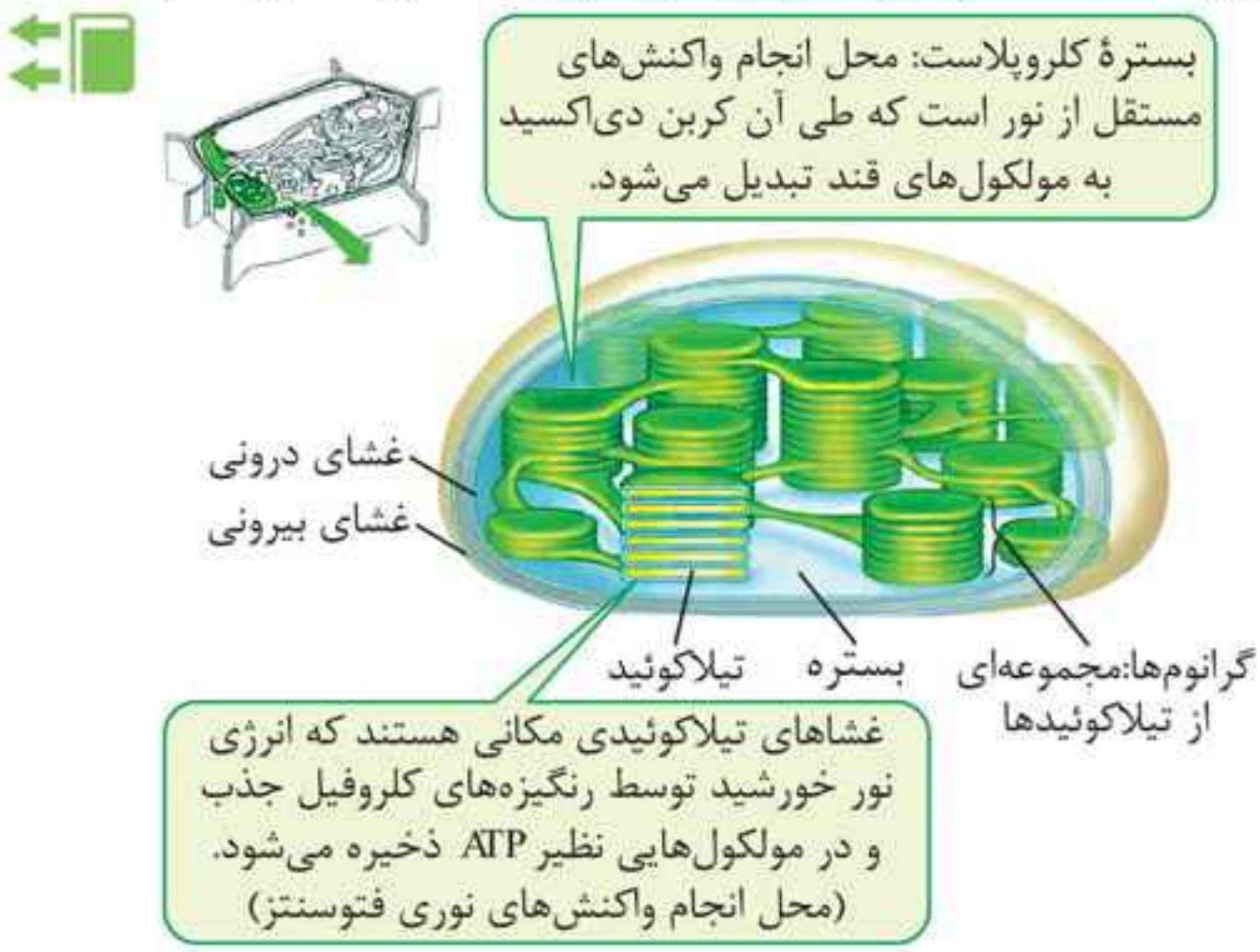
نکتهٔ ترکیبی: برگ‌ها و ساقه‌های جوان از طریق روزنه‌ها و ساقه‌های مسن از طریق عدسک، گازهای موردنیاز گیاهان یعنی اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید را جذب کرده و همچنین بخار آب و گازهای تولید شده در فتوسنتز (اکسیژن) را دفع می‌کنند.

فصل چهارم

فتوسنتز در گیاهان

ساختار سبزدیسه

- سبزدیسه همانند راکیزه دارای غشای بیرونی و غشای درونی است که از هم فاصله دارند.
- فضای درون سبزدیسه با سامانه‌ای غشایی به نام تیلاکوئید به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و بستره تقسیم شده است.
- تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی، کیسه‌مانند و به هم متصل هستند.
- بستره هم‌ارز با سیتوپلاسم یاخته بوده و دارای رِنا، دِنا و رِناتَن (ریبوزوم) است.
- سبزدیسه همانند راکیزه می‌تواند بعضی از پروتئین‌های موردنیاز خود را بسازد (اما همچنان به پروتئین‌های ساخته‌شده در سیتوپلاسم نیازمند است).
- سبزدیسه همانند راکیزه می‌تواند به‌طور مستقل تقسیم شود.



نکته: به طور کلی در سبزدیسه سه فضا وجود دارد:

۱ فضای بین دو غشا

۲ بستره (غشای درونی دربرگیرندهٔ ناحیه‌ای سیال به نام بستره است.)

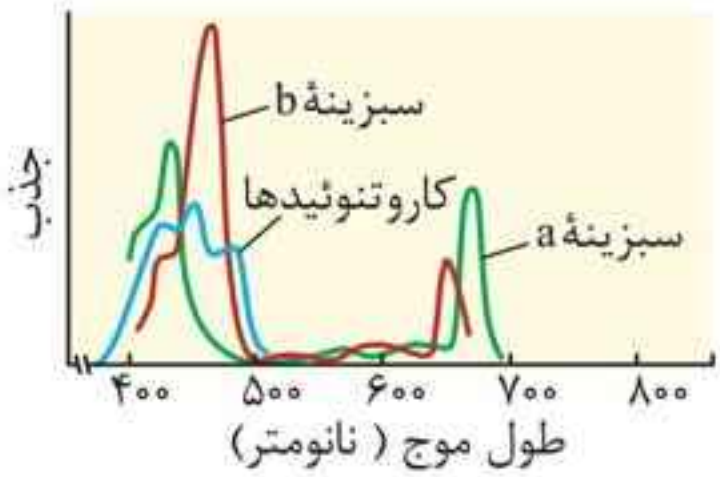
۳ فضای داخل تیلاکوئیدها

رنگیزه‌های فتوسنتزی

این رنگیزه‌ها در غشای تیلاکوئیدها قرار دارند و شامل سبزینه‌های (کلروفیل‌های) a ، b (رنگیزهٔ اصلی فتوسنتز) و کاروتنوئیدها هستند و می‌توانند بعضی از طول موج‌ها را جذب و بعضی دیگر را منعکس کنند.

نکته: رنگیزه‌ها به رنگی دیده می‌شوند که آن را منعکس می‌کنند نه جذب!

نام رنگیزه	طول موج بیشترین جذب (نانومتر)	طیف جذبی در نور مرئی
سبزینهٔ b	۴۰۰ – ۵۰۰	بنفش - آبی
سبزینهٔ a	۶۰۰ – ۷۰۰	نارنجی - قرمز
کاروتنوئیدها	۴۰۰ – ۵۰۰	آبی و سبز



طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی. سبزینهٔ a (سبز)، سبزینهٔ b (قرمز) و کاروتنوئیدها (آبی) است.

نکات تکمیلی:

۱ حداکثر جذب سبزینهٔ b در محدودهٔ ۵۰۰ – ۴۰۰ نانومتر، بیشتر از حداکثر جذب سبزینهٔ a است.

۲ حداکثر جذب سبزینهٔ a در محدودهٔ ۷۰۰ – ۶۰۰ نانومتر، بیشتر از حداکثر جذب سبزینهٔ b است.

۴. سه پروتئین غشایی:

الف.پمپ غشایی: بین فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارد. یون‌های هیدروژن را برخلاف شیب غلظت و به‌صورت فعال از بستره به داخل تیلاکوئید پمپ می‌کند.

ب.آنزیم ATP ساز (کانال یونی): یون‌های هیدروژن را از درون تیلاکوئید و در جهت شیب غلظت به درون بستره می‌فرستد و ATP تولید می‌کند.

پ. کاهش‌دهندهٔ $NADP^+$: با دریافت ۲ الکترون از زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم، $NADP^+$ را کاهش می‌دهد (یک H^+ را به $NADP^+$ می‌افزاید) و NADPH به‌دست می‌آید.

نکات تکمیلی:

۱ پمپ غشایی انرژی موردنیاز خود را از الکترون‌های برانگیخته فتوسیستم۲ تأمین می‌کند نه ATP.

۲ آنزیم ATP ساز جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست.

۳ کاهش دهندهٔ $NADP^+$ در سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار گرفته است.

۴ زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱و۲، اندازه بزرگ‌تری دارد.

واکنش‌های فتوسنتز

۱ واکنش‌های وابسته به نور(واکنش‌های تیلاکوئیدی)

طی این واکنش‌ها که در حضور نور خورشید و درون تیلاکوئیدها انجام شده، مولکول‌های NADPH و ATP و همچنین اکسیژن تولید می‌شود.

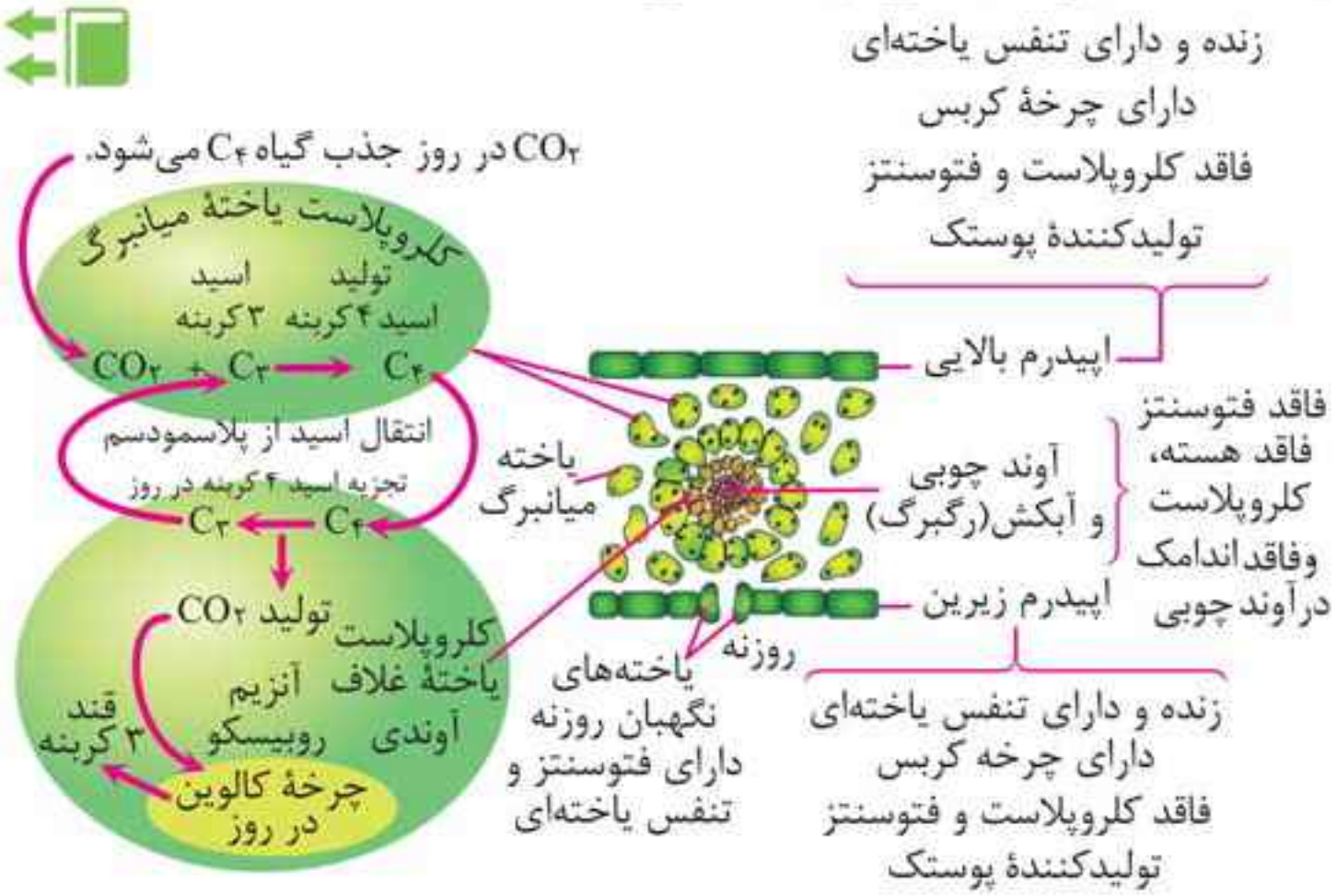
۲ واکنش‌های مستقل از نور

این واکنش‌ها به‌طور مستقیم به نور نیاز ندارند و چرخهٔ کالوین نامیده می‌شوند. با کمک مولکول‌های NADPH و ATP تولیدشده در واکنش‌های وابسته به نور، مولکول‌های CO_2 به گلوکز و سایر مواد آلی تبدیل می‌شوند.این واکنش‌ها در بسترهٔ سبزدیسه انجام می‌شوند.

فتوسنتز در گیاهان C_4

تثبیت کربن در این گیاهان در دو مرحله انجام می‌شود:

۱ CO_2 در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه‌کربنی ترکیب و در نتیجه، اسیدی چهارکربنی ایجاد می‌شود. به همین علت به این گیاهان، گیاهان C_4 می‌گویند؛ زیرا اولین مادهٔ پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهارکربنی است.



نکته: آنزیمی که در ترکیب CO_2 با اسید سه‌کربنی و تشکیل اسید چهارکربنی نقش دارد، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با CO_2 عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

اسید چهارکربنی از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شود.

۲ در یاخته‌های غلاف آوندی، مولکول CO_2 از اسید چهارکربنی آزاد و وارد چرخهٔ کالوین می‌شود. اسید سه‌کربنی باقی‌مانده نیز به یاخته‌های میانبرگ برمی‌گردد.

نکات تکمیلی:

۱ گیاهان C_4 شامل برخی تک‌لپه‌ای‌ها می‌شود و نه تمامی آن‌ها.

۲ در گیاهان C_4، برخلاف گیاهان C_3، یاخته‌های غلاف آوندی دارای کلروپلاست هستند.

۳ در گیاهان C_4 با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه‌ای بالا نگه داشته می‌شود که بازدارندهٔ تنفس نوری است. بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می‌دهد.

۴ در گیاهان C_4 در دماهای بالا، شدت زیاد نور و کمبود آب، در حالی‌که روزنه‌ها بسته شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO_2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می‌دارند. به همین علت کارایی آن‌ها در چنین شرایطی بیش از گیاهان C_3 است.

فتوسنتز در گیاهان CAM (کَم)

ویژگی گیاهان CAM

۱ در مناطقی با درجه حرارت و نور شدید و آب کم زندگی می‌کنند.

۲ در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه‌ها در طول روز بسته و در شب بازند.

۳ برگ، ساقه یا هردوی آن‌ها در چنین گیاهانی گوشتی و پر آب است.

۴ این گیاهان در واکوئول‌های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می‌دارند.

(ترکیبات پلی‌ساکاریدی) تثبیت کربن در گیاهان CAM همانند گیاهان C_4 در دو مرحله انجام می‌شود، اما هردوی این مراحل در یاخته‌های میانبرگ، اما در دو زمان متفاوت (شب و روز) انجام می‌گیرند:

فصل ششم

ژنتیک گیاهی

در این فصل قصد داریم تا با ارائه چندین تکنیک به یک دستورالعمل جامع، برای پاسخگویی به سؤالات ژنتیک گیاهی برسیم. در ضمن برای فهم مطالب این فصل و پاسخگویی به سؤالات آن، تسلط در مطالب تولیدمثل گیاهی (فصل قبلی) الزامی است.

یک مرور اجباری

گیاهان علاوه‌بر تولیدمثل غیرجنسی از طریق تولیدمثل جنسی نیز، تولیدمثل می‌کنند. تولیدمثل جنسی در نهاندانگان از گل شروع می‌شود. همان‌طور که قبلاً خوانده‌ایم، در گل‌های دوجنسی مادگی و پرچم وجود دارند. مادگی گل شامل یک یا چند برچه بوده و هر برچه نیز یک تخمدان دارد. همچنین یک تخمدان نیز می‌تواند یک یا چند تخمک داشته باشد.

پرچم نیز از بخش‌هایی به نام میله و بساک تشکیل شده است.

نخستین پدیده و فرایند برای تولیدمثل جنسی نهاندانگان تقسیم میوز است. هدف از تقسیم میوز تولید گامت‌های نر و ماده است.

نکته: در گیاهان برخلاف جانوران محصول مستقیم میوز، گامت نیست. محصول مستقیم میوز در گیاهان دیپلوئیدی یاخته‌های هاپلوئیدی هستند که تا گامت شدن مسیرهای دیگری را باید بپیمایند.

مادگی

در هر تخمک، از تقسیم میوز یک یاختهٔ بافت خورش، چهار یاختهٔ هاپلوئیدی حاصل می‌شود. توجه داشته باشید در هر تخمک فقط یک میوز رخ می‌دهد. چهار یاختهٔ ایجادشده از لحاظ سیتوپلاسمی نامساوی هستند. به عبارت دیگر تقسیم سیتوپلاسم در میوز یک و دو، نامساوی رخ داده است. از میان این چهار یاختهٔ هاپلوئیدی (n)، تنها یاخته‌ای که سیتوپلاسم بیشتری نسبت به بقیه دارد، زنده می‌ماند. این یاخته (یاخته باقی‌مانده) در ادامه کیسهٔ رویانی را به‌وجود می‌آورد.

بررسی ژنتیکی یاختهٔ بافت خورش

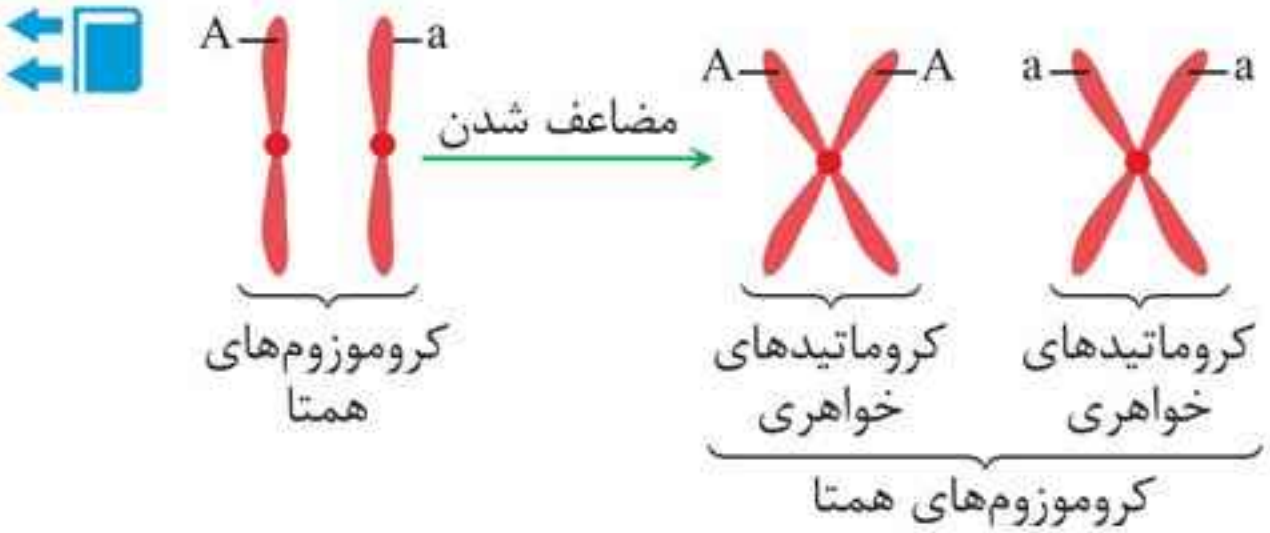
فرض کنید یکی از یاخته‌های میوزکننده بافت خورش $2n = 4$ با ترکیب کروموزومی AaBb باشد.

نکات تکمیلی:

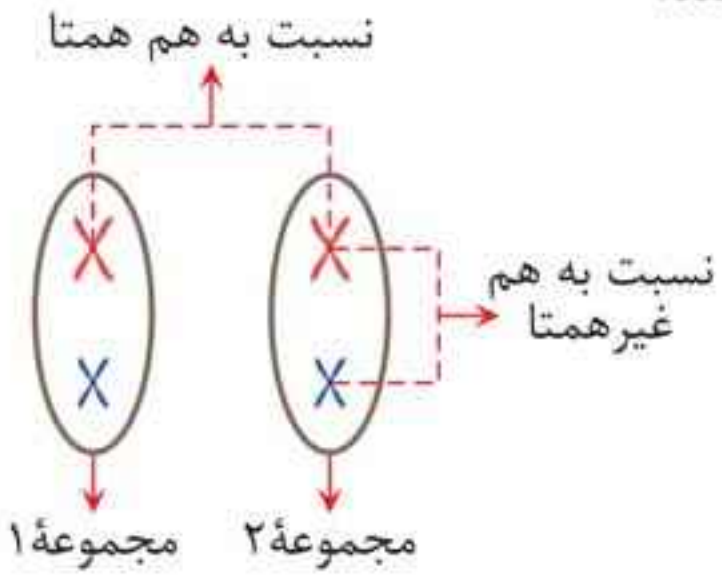
۱ به ترکیب کروموزومی ژن‌نمود (ژنوتیپ) و به صفت بروزیافته رخ‌نمود (فنوتیپ) می‌گوییم.

۲ A و a نسبت به هم و B و b نیز نسبت به هم، دگره (الل) هستند.

۳ A و a روی کروموزوم‌های همتا قرار گرفته‌اند. یعنی اگر یکی از کروموزوم‌ها واجد دگره A باشد کروماتید خواهری آن نیز همان دگره A را دارد ولی کروموزوم همتا دگره a را خواهد داشت.



۴ در یاخته‌ای با عدد کروموزومی $2n = 4$ ، دو مجموعهٔ کروموزومی با چهار کروموزوم وجود دارد. در هر مجموعه، کروموزوم‌ها نسبت به هم غیرهمتا هستند.



لقاح دوم بین یک اسپرم (n) و یاخته دو هسته‌ای (n + n) انجام می‌گیرد. اگر اسپرم (AB) و یاخته دوهسته‌ای (AABB) باشد، تخم ضمیمه AAABBB می‌شود.

سؤال: حال ترکیب کروموزومی یا ژنوتیپ دانه چگونه خواهد بود؟

پاسخ دانه از نمو تخمک لقاح‌یافته حاصل می‌شود. خود دانه از سه بخش تشکیل شده است؛ ۱ پوسته ۲ رویان ۳ اندوختهٔ دانه

◂ **پوسته:** همان پوستهٔ تخمک است. پس ترکیب کروموزومی آن مشابه گیاه مادری است. ژنوتیپ گیاه مادری هم در مثال‌ها AaBb بود.

◂ **رویان:** از رشد تخم اصلی به‌وجود می‌آید. به این موضوع توجه کنید که ژنوتیپ ساقه، ریشه، برگ و لپه‌ها همان ژنوتیپ تخم اصلی است، چرا که این قسمت‌ها از رشد و نمو تخم اصلی حاصل می‌شوند.

◂ **اندوختهٔ دانه:** ۲ حالت دارد. اگر اندوختهٔ دانهٔ آندوسپرم (3n) باشد ژنوتیپی مشابه تخم ضمیمه خواهد داشت، ولی اگر آندوسپرم، جذب لپه‌ها شود ژنوتیپ مشابه رویان خواهد داشت.

حالا می‌تونیم با چند تا تکنیک آشنا بشیم!

تکنیک اول

◂ **تشخیص وضعیت کروموزومی (3n-2n-n):** در سؤالات ژنتیک گیاهی معمولاً تنها نام بخشی از گیاه آورده می‌شود (مثلاً میلهٔ پرچم) و تشخیص این‌که این بخش n، 2n یا 3n است بر عهدهٔ شما است. به جدول زیر توجه کنید.

تخمدان برگ بیدی 2n	پرچم آفتابگردان 2n
کیسهٔ گردهٔ لوبیا 2n	آندوسپرم 3n
خامه 2n	بافت خورش 2n
پوستهٔ دانهٔ نارگیل 2n	یاختهٔ زایشی n
کلالهٔ داوودی 2n	کیسهٔ رویانی n
بساک 2n	رویان لوبیا 2n

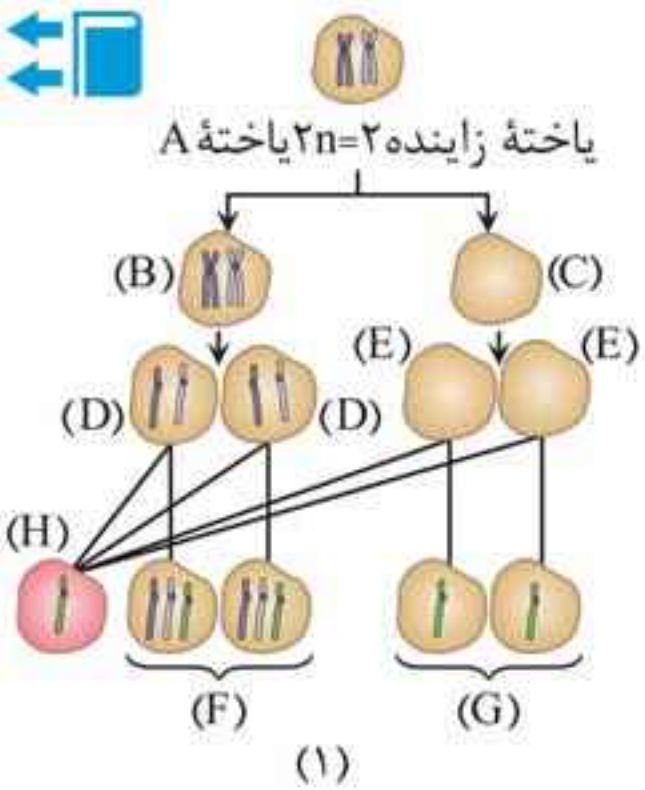
نحوهٔ ایجاد یک گیاه پلی‌پلوئید

خطا در تقسیم میوز یا بهتر است بگوییم خطا در مرحلهٔ آنافاز این تقسیم! در مرحله آنافاز میتوز و آنافاز میوز ۲ کروماتیدهای خواهری کروموزوم‌های مضاعف از یکدیگر جدا می‌شوند و در مرحلهٔ آنافاز تقسیم میوز ۱ نیز باید کروموزوم‌های همتا (نه کروماتیدهای خواهری!) از یکدیگر جدا شوند حال اگر در این مراحل خطایی رخ دهد به طوری که این جدایی‌ها به شکل طبیعی انجام نپذیرد، آنگاه با یاخته‌های غیرطبیعی مواجه خواهیم شد که می‌توانند پلی‌پلوئید شوند و در نتیجه گونه‌زایی هم‌میهنی رخ دهد.

با توجه به این توضیحات می‌شود فهمید که با دو نوع آنافاز (آنافاز میوز ۱ و آنافاز میوز ۲) طرف هستیم و از طرف دیگر اگر در این مراحل خطا رخ دهد مثلاً رخ دادن خطا در آنافاز میوز ۲ باعث می‌شود که دیگر کروماتیدها بین دو یاختهٔ حاصل به‌صورت نصف تقسیم نشوند! به عبارتی خطا در هر کدام از این آنافازها می‌تواند منجر به تولید گیاهان پلی‌پلوئیدی شود؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت گیاهان پلی‌پلوئید در اثر چند مدل خطای آنافازی تشکیل می‌شوند.

مدل اول

در شکل(۱) یاختهٔ A همان یاختهٔ زاینده است که می‌خواهد تقسیم میوز انجام دهد، فقط توجه داشته باشید این یاخته مرحلهٔ S از چرخه یاخته‌ای را گذرانده است به همین دلیل کروموزوم‌های مضاعف دارد.



(۱)

پیوست ۱

گیاه‌نامه

در این فصل همهٔ مطالب مرتبط با هر گیاه را به طور کامل و در یک‌جا برای شما جمع کردیم تا بتوانید به راحتی میان آن‌ها ارتباط برقرار کنید و به تست‌های گیاهی راحت‌تر از قبل پاسخ بدهید.
هم‌چنین برای رفع ابهام دانش‌آموزان و کمک به درک بهتر مطالب، به صورت خارج از کتاب درسی! و حتی در برخی موارد، قابل برداشت از کتاب درسی، گیاهان **تک لپه‌ای** ☝ و **دو لپه‌ای** ✌ را با لوگوهای خاصی برای شما مشخص کرده‌ایم.

۱ آفتابگردان ✌

۱ گیاهی **یک‌ساله و علفی** است.
۲ از دانه‌های روغنی آن به منظور تولید روغن خوراکی و گازوئیل زیستی استفاده می‌شود.

۲ ادریسی ✌

۱ صفت رنگ گل در گیاه ادریسی تحت‌تأثیر محیط قرار می‌گیرد.
۲ رنگ گل‌های گیاهان ادریسی در خاک‌های مختلف از نظر اسیدی از آبی تا صورتی متفاوت است؛ در صورتی‌که این گیاهان از نظر ژنتیکی یکسان هستند.
۳ رنگ گل‌های آن در خاک‌های اسیدی، **آبی** و در خاک‌های خنثی و قلیایی، **صورتی** است.
۴ در بافت‌های خود آلومینیم ذخیره می‌کند.

۸ بلوط

۱ گرده‌افشانی گل‌های آن را **باد** انجام می‌دهد.
۲ گل‌های آن کوچک و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره هستند.

۹ بنت قنسول

۱ گیاهی **روزکوتاه** (شب بلند) است.
۲ اگر یک شب بلند با کمک یک فلاش نوری شکسته شود،گل تشکیل نمی‌دهد.
۳ در گلخانه‌ها با کنترل مصنوعی روز و شب تولید می‌شود؛ بنابراین در طول سال در دسترس است.

۱۰ بید

۱ گل‌های بید با **باد**گرده‌افشانی می‌کنند.
۲ گل‌های آن فاقدگلبرگ وکاسبرگ هستند و مقادیر فراوانی گرده تولید می‌کنند.
۳ با نوع خاصی قارچ نوعی رابطهٔ هم‌زیستی (**قارچ ـ ریشه‌ای**) برقرار می‌کند. به گونه‌ای که قارچ ـ ریشه‌ای‌های پیرامون ریشه به درون آن نفوذ نمی‌کنند.

۱۱ پنبه

۱ دانه‌های گردهٔ پنبه، ظاهری گرزمانند دارند.
۲ از طریق **دانه** تکثیر می‌شود.
۳ نمونه‌ای از **ناپایداری دودمان دورگه** را در گیاه پنبه شاهد هستیم.

۱۲ پیاز

۱ فلس‌های پیاز نوعی **برگ** هستند ولی در یاخته‌های آن هیچ کلروپلاستی پیدا نمی‌شود.

۲ پیاز هم‌چنین نام نوعی **ساقهٔ تغییر شکل یافته** است که در تولیدمثل رویشی نقش دارد. (پیاز در گیاه پیاز، نوعی پیاز است!!!)
۳ یک گیاه **دوساله** است.
۴ در سال اول زندگی آن‌ها، ریشه‌ها عمل ذخیرهٔ مواد غذایی را برعهده دارند.

۱۳ توت فرنگی

ساقهٔ رونده دارد.

۱۴ توبره‌واش

۱ گیاهی حشره‌خوار است.
۲ گیاهی فتوسنتزکننده است.
۳ در مناطق فقیر از نیتروژن زندگی می‌کند.
۴ برخی برگ‌های آن برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده است.
۵ در تالاب‌های شمال کشور می‌روید.
۶ بخش کوزه مانند دارد و گوارش حشرات و لارو آن‌ها درون آن انجام می‌گیرد.

۱۵ توتون

۱ **نیکوتین** ماده‌ای اعتیادآور است که در برگ‌های آن یافت می‌شود.
۲ دود توتون: ۱ باعث تحریک مخاط دهان، بینی و گلو می‌شود ۲ مژه‌های دستگاه تنفسی را از کار می‌اندازد ۳ بافت ریه را سیاه می‌کند ۴ موجب کاهش ظرفیت تنفسی می‌شود.

۱۶ جعفری

۱ گیاهی **دوساله** است.
۲ در سال اول زندگی آن، ریشه‌ها ذخیرهٔ مواد غذایی را برعهده دارند.