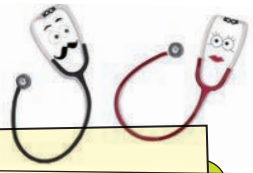
فصل اول
از یاخته تا گیاه

امروزه گیاهان آوندی، به‌ویژه نهان‌دانگان **بیشترین** گونه‌های گیاهی روی زمین را تشکیل می‌دهند. این گیاهان گرچه در جای خود ثابت‌اند؛ اما مانند جانوران به ماده و انرژی نیاز دارند. گیاهان برخلاف جانوران نمی‌توانند برای تأمین ماده و انرژی مورد نیاز خود از جایی به جای دیگر بروند و با احساس خطر، فرار یا به عامل خطر حمله کنند. اما ویژگی‌هایی به گیاهان کمک می‌کند تا بتوانند بر محدودیت ساکن بودن در محیط غلبه کنند. بعلاوه گیاهان می‌توانند در محیط‌های متفاوت زندگی کنند. از طرفی گیاهان افزون بر این‌که منبع اصلی غذا برای بسیاری از مردم کره زمین‌اند، تأمین‌کنندهٔ مواد اولیهٔ صنایعی، مانند داروسازی و پوشاک نیز هستند.

در ادامه به ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی و چگونگی سازمان‌یابی یاخته‌ها در گیاهان آوندی و شکل‌گیری پیکر آن‌ها می‌پردازیم.



خانم دکتر و آقای دکتر آینده توجه کنید:

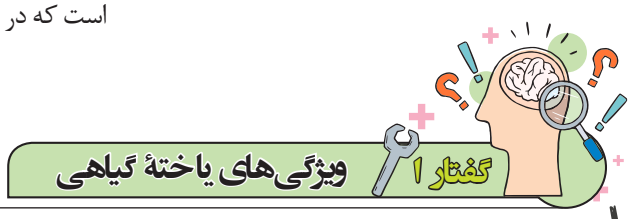
لازم است توجه داشته باشید که یاخته‌های گیاهی، دارای شباهت‌های بسیاری با یاخته‌های جانوری‌اند و تنها در مورد چند اندامک خاص، با یاخته‌های جانوری دارای تفاوت‌اند؛ مثلاً هسته، شبکهٔ آندوپلاسمی، دستگاه گلژی و راکیزه، هم در یاخته‌های گیاهی و هم در یاخته‌های جانوری یافت می‌شوند و دارای اعمال کلی مشابه‌اند؛ اما یاخته‌های گیاهی دارای دیواره و متعلقات آن [مثل لان]، انواعی از دیسه‌ها و همچنین کریچه‌های بزرگ و مرکزی‌اند که مشابه آن‌ها در یاخته‌های جانوری وجود ندارد. یک یاختهٔ گیاهی از دو بخش کلی تشکیل شده‌است: یکی دیواره که دور تا دور آن‌را فرا گرفته‌است و دیگری پروتوپلاست، که درواقع معادل با یاختهٔ جانوری است و شامل غشا، میان‌یاخته (سیتوپلاسم) و هسته می‌باشد. یاخته‌های گیاهی علاوه بر دیواره، در وجود انواعی از دیسه‌ها (پلاست‌ها) مثل سبزدیسه‌ها، رنگ‌دیسه‌ها و نشادیسه‌ها با یاخته‌های جانوری تفاوت دارند؛ به علاوه در یاخته‌های گیاهی ممکن است کریچه‌های بزرگ و تمایز یافته‌ای دیده شود که در فرایندهایی مثل پلاسمولیز

و تورژسانس دارای نقش اساسی‌اند و همچنین کریچه‌های بزرگی که در بعضی از یاخته‌های گیاهی بیشترین حجم یاخته را به خود اختصاص می‌دهند ولی در یاخته‌های جانوری دیده نمی‌شوند. ضمناً توجه داشته باشید که بسیاری از ترکیباتی که درون کریچه‌ها یا انواع دیسه‌ها دیده می‌شوند، مثل سبزینه (کلروفیل) و انواع کاروتنوئیدها [مانند کاروتن]، آنتوسیانین و نشاسته، در یاخته‌های جانوری وجود ندارند.

در ادامهٔ مطالب، با ویژگی‌های دیواره، دیسه‌ها و کریچه‌های بزرگ یاخته‌های گیاهی آشنا خواهید شد و سپس انواع یاخته‌ها و بافت‌های گیاهی را مورد بررسی قرار خواهیم داد ...

یاختهٔ گیاهی

- دیواره
  - **تیغهٔ میانی:** لایه‌ای از جنس پلی‌ساکارید پکتین است که بعد از تقسیم هسته توسط پروتوپلاست ایجاد شده و مانند چسب، دو یاخته را در کنار هم نگه می‌دارد.
  - **دیوارهٔ نخستین:** واجد رشته‌های سلولزی در زمینه‌ای از پروتئین و پلی‌ساکاریدهای غیررشته‌ای (خمیری شکل) است و مانند قالبی، پروتوپلاست را دربرمی‌گیرد و از آنجا که قابلیت گسترش و کشش دارد، مانع رشد پروتوپلاست نشده و همراه با رشد پروتوپلاست افزایش اندازه می‌دهد.
  - **دیوارهٔ پسین:** استحکام و تراکم بیشتری از دیوارهٔ نخستین دارد و با تشکیل آن، رشد یاخته متوقف می‌شود.
- پروتوپلاست (هم‌ارز یاخته در جانوران)
  - **غشای پلاسمایی:** عبور و مرور به یاخته را کنترل می‌کند.
  - **هسته:** محل اصلی قرارگیری مادهٔ ژنتیک محسوب می‌شود.
  - **کریچه (واکوئل):** اندامکی حاوی شیرهٔ کریچه‌ای شامل آب، ترکیبات پروتئینی مثل گلوتن و ترکیبات اسیدی و رنگی مثل آنتوسیانین است و در زمان جذب آب توسط یاخته، حجیم شده، سبب ایجاد حالت تورژسانس می‌شود و در زمانی که یاخته آب از دست می‌دهد، کم حجم شده و سبب ایجاد حالت پلاسمولیز می‌شود.
  - **شبکهٔ آندوپلاسمی:** مجموعه‌ای از کیسه‌های غشایی بهم مرتبط است.
  - **دستگاه گلژی:** مجموعه‌ای از کیسه‌های غشایی منفصل است.
  - **راکیزه (میتوکندری):** محلی برای وقوع تنفس یاخته‌ای محسوب می‌شود.
  - **دیسه (پلاست):**
    - **سبزدیسه (کلروپلاست):** نوعی دیسه است که حاوی سبزینه و کاروتنوئید می‌باشد.
    - **رنگ‌دیسه (کروموپلاست):** نوعی دیسهٔ حاوی رنگیزه‌هایی به‌نام کاروتنوئیدها می‌باشد.
    - **نشادیسه (آمیلوپلاست):** نوعی دیسهٔ فاقد رنگیزه و حاوی مقادیر فراوانِ نشاسته است که در بخش خوراکی سیب‌زمینی [یعنی ساقهٔ آن]، به وفور دیده می‌شود.



گفتار ۱ ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی

دیوارهٔ یاخته‌ای

شکل ۱- میکروسکوپ ابتدایی رابرت هوک و آنچه مشاهده کرد.

دو تفاوت مهم بین یاخته‌های گیاهی و جانوری وجود سبزدیسه (کلروپلاست) و دیواره در یاخته‌های گیاهی است. یاخته، اولین بار در چوب‌پنبه، مشاهده شد. چوب‌پنبه از یاخته‌های مرده تشکیل‌شده است. یاخته‌های این بافت در مشاهده با میکروسکوپ به‌صورت مجموعه حفره‌هایی دیده می‌شوند که دیواره‌هایی آن‌ها را از یکدیگر جدا کرده‌اند. این دیواره‌ها، دیوارهٔ یاخته‌ای و تنها بخش باقی‌مانده از یاختهٔ گیاهی در بافتی مرده‌اند.

نکته ۱

واژهٔ یاخته برای اولین‌بار با مشاهدهٔ چوب‌پنبهٔ مربوط به یاخته‌های مرده، وارد زیست‌شناسی شد؛ یعنی برای اولین‌بار زمانی از واژهٔ یاخته استفاده شد که هنوز یاختهٔ زنده مشاهده نشده بود و آنچه توسط رابرت هوک با میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت، در واقع مجموعه حفره‌هایی بود که دیواره‌ای سوبرینی یا چوب‌پنبه‌ای آنها را از یکدیگر جدا کرده بود؛ یعنی اولین یاخته‌های مورد بررسی رابرت هوک فاقد پروتوپلاست بوده‌اند.

نکته ۲

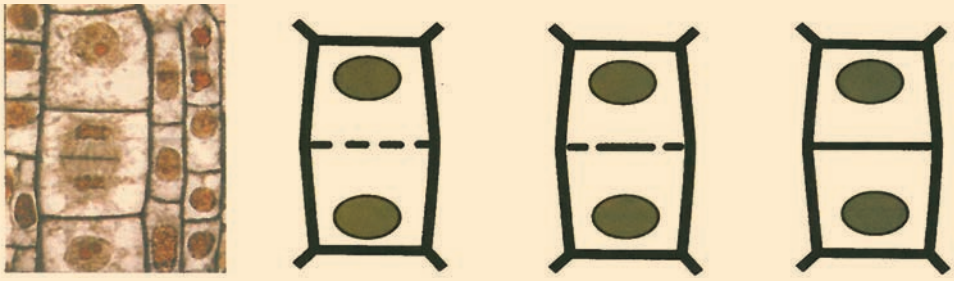
دیوارهٔ یاخته‌ای در بافت‌های زندهٔ گیاه، بخشی به نام **پروتوپلاست** را در برمی‌گیرد. پروتوپلاست هم‌ارز یاخته در جانوران است.

نکته ۳

دیواره عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل یاخته‌ها، استحکام یاخته‌ها و درنتیجه استحکام پیکر گیاه، واپایش تبادل مواد بین یاخته‌ها در گیاه و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا؛ از کارهای دیوارهٔ یاخته‌ای است.

نکته ۴

با توجه به شکل روبه‌رو از کتاب درسی، مشخص است که در بعضی از یاخته‌های بالغ گیاهی، بیشترین حجم یاخته به کریچهٔ آن اختصاص دارد.



و با توجه به شکل فوق از کتاب درسی درمی‌یابیم که: آنچه باعث تبدیل یک یاختهٔ گیاهی به دو یاخته می‌شود، تیغهٔ میانی است که پس از پایان مرحلهٔ تلوفاز تشکیل می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت: ساخت تیغهٔ میانی توسط یک یاخته صورت می‌پذیرد اما ساخت دیوارهٔ نخستین و سپس دیوارهٔ پسین، توسط دو یاختهٔ گیاهی مجاور هم و در سطح داخلی تیغهٔ میانی صورت می‌پذیرد.

به این نکته توجه داشته باشید که به منظور تقسیم میان‌یاخته در یاخته‌های گیاهی و تشکیل یاخته‌های جدید، ابتدا ریزکیسه‌هایی حاوی محتویات تیغهٔ میانی مثل پکتین، توسط دستگاه گلژی ایجاد شده و در بخش میانی یاخته جمع می‌شوند؛ سپس این ریزکیسه‌ها به هم می‌پیوندند و ریزکیسه‌های بزرگتری را می‌سازند تا در نهایت یک ریزکیسهٔ بزرگ ساخته شود و تیغهٔ میانی یا صفحهٔ یاخته‌ای را تشکیل دهد.

نکته ۵

در تقسیم یاختهٔ گیاهی بعد از تقسیم هسته، لایه‌ای به نام **تیغهٔ میانی** تشکیل می‌شود. این لایه، میان‌یاخته (سیتوپلاسم) را به دو بخش تقسیم می‌کند و درنتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغهٔ میانی از پلی‌ساکاریدی به نام **پکتین** ساخته‌شده است. پکتین مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را در کنار هم نگه می‌دارد.

نکته ۶

پس از تشکیل تیغهٔ میانی، پروتوپلاست **هریک** از یاخته‌های تازه تشکیل‌شده، لایه یا لایه‌های دیگری به نام **دیوارهٔ نخستین** می‌سازند. در این دیواره، رشته‌های سلولز وجود دارند که در زمینه‌ای از پروتئین و انواعی از پلی‌ساکاریدهای غیررشته‌ای قرار می‌گیرند. دیوارهٔ نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در برمی‌گیرد؛ اما مانع رشد آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات سازندهٔ دیواره، اندازهٔ آن نیز **افزایش** می‌یابد.

نکته ۷

در **بعضی** یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آن‌ها **دیوارهٔ پسین** می‌گویند. استحکام و تراکم این دیواره از دیوارهٔ نخستین **بیشتر** است. رشد یاخته بعد از تشکیل دیوارهٔ پسین متوقف می‌شود.

با توجه به این تصاویر باید بدانیم:

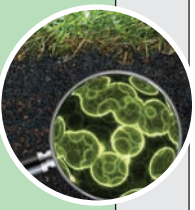
۱) با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین، تیغهٔ میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.

۲) از آنجا که دیواره‌سازی از بیرون به درون صورت می‌گیرد، اولاً همواره داخلی‌ترین لایهٔ دیواره، جوان‌ترین و قطورترین لایهٔ آن بوده و مجاور به غشای یاخته است و ثانیاً با افزایش فرایند دیواره‌سازی، هر چند حجم بخش زندهٔ یاخته، یعنی پروتوپلاست، کاهش می‌یابد اما حجم کلّی یاخته ثابت است!

۳) در حد فاصل بین دو یاخته با دیوارهٔ پسین، حداقل ۵ لایه دیواره، یعنی یک تیغهٔ میانی، دو دیوارهٔ نخستین و دو لایهٔ مربوط به دیوارهٔ پسین وجود دارد.

۴) در هر یک از لایه‌های دیوارهٔ پسین، رشته‌های سلولزی به شکل موازی با یکدیگر قرار گرفته‌اند؛ اما این رشته‌ها در لایه‌های مجاور دیوارهٔ پسین با هم موازی نیستند. ضمناً این لایه‌ها به صورت یک در میان، نیز دارای رشته‌های موازی با یکدیگر می‌باشند.

۵) هر چند دیوارهٔ پسین، جوان‌ترین لایهٔ دیواره است [یعنی آخرین لایه‌ای است که ساخته می‌شود.] اما تشکیل این دیواره در یاخته‌های مسن رخ می‌دهد؛ یعنی در یاخته‌هایی که تازه تشکیل شده‌اند و جوان محسوب می‌شوند، هنوز دیوارهٔ پسین به‌وجود نیامده است.



نکته ۸

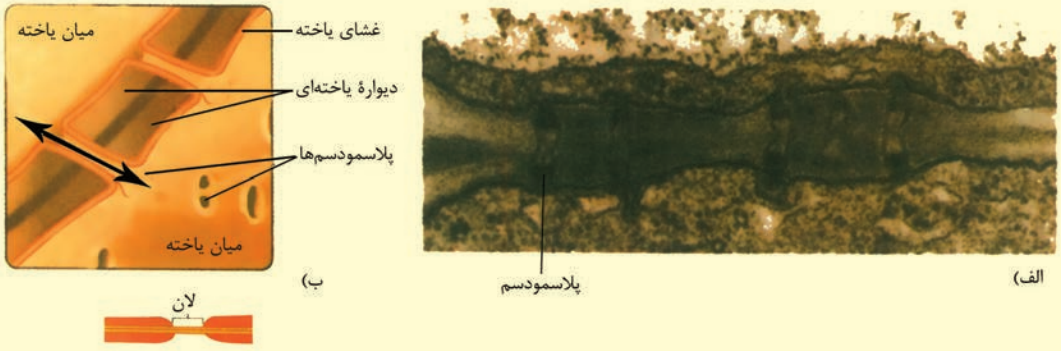
اعمال دیواره شامل حفظ شکل یاخته‌ها، استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، واپایش تبادل مواد بین یاخته‌ها در گیاه و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا است و ساختار دیواره شامل تیغهٔ میانی [که از پلی‌ساکاریدی به نام پکتین ساخته شده است] دیوارهٔ نخستین [که شامل سلولز در زمینه‌ای از پروتئین و پلی‌ساکاریدهای غیررشته‌ای است] و دیوارهٔ پسین می‌باشد.

نکته ۹

از آنجا که در کتاب درسی می‌خوانیم:«پروتوپلاست هریک از یاخته‌های تازه تشکیل شده، لایه یا لایه‌های دیگری به نام دیوارهٔ نخستین می‌سازند.» و همچنین با توجه به این جمله که: «در بعضی از یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آنها دیوارهٔ پسین می‌گویند.» می‌توان گفت: اولاً همهٔ یاخته‌های گیاهی، تیغهٔ میانی و دیوارهٔ نخستین را دارند اما دیوارهٔ پسین تنها در بعضی از یاخته‌های گیاهی تشکیل می‌شود؛ ثانیاً دیواره‌های نخستین و پسین برخلاف تیغهٔ میانی می‌توانند دارای چند لایه باشند.

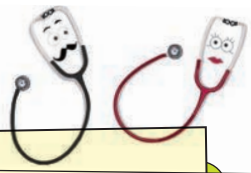
نکته ۱۰

در یاخته‌های زندهٔ گیاهی کانال‌های میان‌یاخته‌ای از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها، **پلاسمودسم** می‌گویند. مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر بروند. پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام لان، به **فراوانی** وجود دارند. **لان** به منطقه‌ای گفته می‌شود که دیوارهٔ یاخته‌ای در آنجا نازک مانده است.



شکل ۵- تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی (الف)، لان در دیوارهٔ یاخته‌ای (ب)

لان‌ها مناطقی‌اند که در آنها دیوارهٔ یاخته‌ها نازک مانده است. اما پلاسمودسم‌ها کانال‌های میان‌یاخته‌ای می‌باشند که از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگری کشیده شده‌اند و مواد مغذی و ترکیبات دیگر مثل پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی می‌توانند از راه آن‌ها، بین یاخته‌ها مبادله شوند. پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام لان، به فراوانی وجود دارند و همواره توسط غشای پلاسمایی پوشیده شده‌اند. ضمناً انتقال مواد در عرض ریشه به سه روش انجام می‌شود که در یکی از این روش‌ها که به انتقال سیمپلاستی معروف است، مواد از طریق پلاسمودسم‌ها، از پروتوپلاستِ یک یاخته به یاختهٔ مجاور انتقال می‌یابند.



خانم دکتر و آقای دکتر آینده توجه کنید:

توجه داشته باشید که ترکیب شیمیایی دیواره در یاخته‌های متفاوت، متناسب با کاری که انجام می‌دهند و حتی در طول عمر یک یاخته فرق می‌کند. نمودار زیر نشان‌دهندهٔ تغییراتی است که می‌تواند در دیوارهٔ یاخته‌های گیاهی رخ دهد:

تغییرات دیواره‌ای

۱ چوبی شدن: با رسوب لیگنین (چوب) در یاخته‌هایی مثل عنصرهای آوندی یا نایدیس‌های تشکیل‌دهندهٔ آوندهای چوبی و یا با رسوب لیگنین در یاخته‌هایی مثل یاخته‌های سفت‌آکنه‌ای (اسکلرانشیمی) که سبب استحکام اندام می‌شوند و شامل اسکلرئیدها و فیبرهااند، همراه است و اغلب سبب مرگ یاخته می‌شود.

۲ کانی شدن: با اضافه‌شدن ترکیبات کانی مثل سیلیس به دیوارهٔ یاخته‌ای همراه است.

۳ ژله‌ای شدن: با جذب آب توسط پکتینِ تیغهٔ میانی و متورم و ژله‌ای شدن دیواره همراه است.

۴ کوتینی شدن: با رسوب ترکیبات لیپیدی مانند کوتین روی سطح خارجی یاخته‌های روپوستی همراه است.

۵ چوب‌پنبه‌ای شدن: با رسوب ترکیبات لیپیدی به نام سوبرین در دیوارهٔ یاخته‌هایی مثل یاخته‌های تشکیل‌دهندهٔ چوب‌پنبهٔ اطراف بخش‌های مُسن گیاه همراه است و اغلب سبب از بین رفتن یاخته می‌شود.

انواعی از یاخته‌های گیاهی پس از تشکیل شدن و در مسیر تکاملی‌شان، دچار تغییراتی در ترکیبات شیمیایی دیواره می‌شوند. مثلاً در فرایند چوبی شدن، پروتوپلاست برخی از یاخته‌های گیاهی، لیگنین یا چوب را ایجاد کرده و به دیوارهٔ یاخته‌ای اضافه می‌کنند تا استحکام آن بیشتر شود. این فرایند وجود درختانی با ارتفاع چند ده متر و حتی چند صد متر را امکان‌پذیر ساخته‌است. فرایند چوبی شدن در نایدیس‌ها (تراکئیدها) و عنصرهای آوندیِ تشکیل‌دهندهٔ آوند چوبی و همچنین در اسکلرئیدها و فیبرهای تشکیل‌دهندهٔ بافت سفت‌آکنه‌ای رخ می‌دهد.

یکی دیگر از تغییرات دیواره‌ای، کانی‌شدن است و طی آن ترکیبات کانی به دیوارهٔ یاخته‌ای اضافه می‌شوند؛ مثلاً در برگ گیاه گندم، سیلیس به سطحی از روپوست که مجاور هواست اضافه می‌شود و این امر سبب می‌شود که سطح برگ گندم زبر شود. همچنین در فرایند کوتینی‌شدن، انواعی از ترکیبات لیپیدی مانند کوتین توسط یاخته‌های روپوستی به سطحی از روپوست که مجاور هواست، ترشح می‌شوند و لایه‌ای را روی این سطح خارجی تشکیل می‌دهند که پوستک نام دارد. این لایه از ورود نیش حشرات و عوامل بیماری‌زا به گیاه جلوگیری کرده و در حفظ گیاه در برابر سرما، نقش دارد؛ ضمناً پوستکِ ضخیم بعضی از گیاهان به جلوگیری از تبخیر آب از سطح آنها کمک می‌کند.

در فرایند ژله‌ای شدن، پکتین تیغهٔ میانی با جذب آب متورم و ژله‌ای می‌شود و سبب جدا شدن تعدادی از یاخته‌های گیاهی از یکدیگر و تشکیل بخش‌های ژله‌مانند می‌شود. به همین علت در بعضی از گیاهان مقدار پکتین به قدری زیاد است، که برای تولید ژله‌های گیاهی استفاده می‌شود. مثلاً ژله یا لعابی که از خیساندن دانه‌های گیاهانی مثل دانهٔ به یا تخم شربتی در آب ایجاد می‌شود، به علت ترکیبات پکتینی در این دانه‌هاست.

و نهایتاً در فرایندچوب‌پنبه‌ای شدن، انواعی از ترکیبات لیپیدی به نام سوبرین به دیوارهٔ یاخته افزوده می‌شوند و بافتی به نام بافت چوب‌پنبه را تشکیل می‌دهند که نسبت به گازها نفوذناپذیر است و مانع از دست دادن آب شده و جلوی ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه را می‌گیرد و اغلب این یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده، مرده‌اند. فرایند چوب‌پنبه‌ای شدن همچنین در بخش‌هایی از گیاه ، در اطراف اندام‌های مسن، دیده می‌شود.

ترکیب دیواره تغییر می‌کند

ترکیب شیمیایی دیواره در یاخته‌های متفاوت، متناسب با کاری که انجام می‌دهند، و حتی در طول عمر یک یاخته فرق می‌کند. چوبی شدن، کانی شدن و ژله‌ای شدن از این تغییرات‌اند.

نکته ۱

اینکه چه نوع تغییر دیواره‌ای در یک یاخته رخ دهد؛ اولاً به کاری که آن یاخته انجام می‌دهد بستگی دارد و ثانیاً وابسته به طول عمر یاخته است؛ برای مثال بعضی از یاخته‌ها، در ابتدای تشکیل که جوان‌اند، فاقد لیگنین یا چوب‌پنبه در ساختار خود می‌باشند؛ اما با افزایش سنِّ این یاخته‌ها، لیگنین یا چوب‌پنبه به ترکیبات دیواره‌شان افزوده می‌شود.

نکته ۲

دیوارهٔ آوندهای چوبی، به علت تشکیل ماده‌ای به نام **لیگنین** (چوب)، **چوبی** شده است. پروتوپلاستِ این یاخته‌ها لیگنین می‌سازد و آن را به دیوارهٔ یاخته‌ای اضافه می‌کند. لیگنین سبب استحکام **بیشتر** دیواره می‌شود. به همین علت وجود درختانی با ارتفاع چند ده متر و حتی چند صد متر ممکن شده‌است.

نکته ۳

زبری سطح برگ گیاه گندم، به علت افزوده شدنِ سیلیس به دیوارهٔ یاخته‌هایی است که در سطح برگ قرار دارند. این تغییر از نوع کانی شدن است؛ زیرا در این تغییر، ترکیبات کانی به دیوارهٔ یاخته‌ای اضافه می‌شوند.

نکته ۴

دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار ساده‌ای نیست و وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره، به سخت شدن آن و در نتیجه افزایش توان این سدّ فیزیکی کمک می‌کند.

نکته ۵

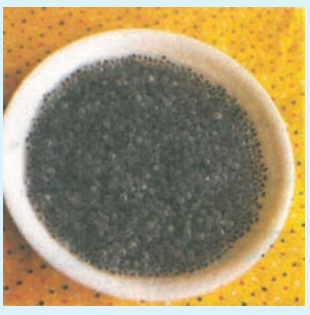
هر یاختهٔ گیاهی چوبی‌شده یا چوب‌پنبه‌ای‌شده و مرده، دارای نقش در استحکام اندام‌های گیاه است.

نکته ۶

توجه داشته باشید که کلسیم در استحکام دیواره‌های گیاهی دارای اهمیت فراوان است.

نکته ۷

پکتین دیواره، با جذب آب، متورم و ژله‌ای می‌شود، به این تغییر **ژله‌ای شدن** می‌گویند. مقدار پکتین در **بعضی** گیاهان به‌قدری **فراوان** است که از آن برای تولید ژله‌های گیاهی استفاده می‌کنند. ژله یا لعابی که از خیساندن دانه‌هایی مانند دانه بِه در آب ایجاد می‌شود، به علت فراوانی ترکیبات پکتینی در این دانه‌هاست.



تخم شربتی مقدار فراوانی ترکیبات پکتینی دارد

نکته ۸

توجه داشته باشید که در زمان ریزش برگ‌ها، در قاعدهٔ دمبرگ، لایهٔ جداکننده‌ای تشکیل می‌شود و یاخته‌ها در این منطقه، به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده و ایجاد حالت ژله‌ای، از هم جدا شده و به تدریج از بین می‌روند و این امر سبب افتادن برگ می‌شود.

نکته ۹

کوتینی شدن و **چوب‌پنبه‌ای شدن** از تغییرات دیگر دیواره در یاخته‌های گیاهی‌اند که در **کاهش** ازدست‌دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه نقش دارند. کوتین و چوب‌پنبه از ترکیبات لیپیدی هستند.

نکته ۱۰

بعد از ریزش برگ از شاخهٔ درختان، یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار داشته‌اند، با چوب‌پنبه‌ای‌شدن، لایهٔ محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌کنند.

نکته ۱۱

اغلب یاخته‌هایی که چوبی شده‌اند [یعنی در دیوارهٔ آن‌ها لیگنین رسوب کرده است] مانند نایدیس‌ها، فیبرها، اسکلرئیدها و عناصر آوندی، مرده‌اند. به‌علاوه چوب پنبه‌ای شدن نیز می‌تواند سبب مرگ یاخته‌ها شود، هر چند در مواردی با وجود رسوب چوب‌پنبه در یاخته‌ها، مرگ یاخته‌ای صورت نمی‌پذیرد؛ مثلاً با این‌که یاخته‌های درون‌پوست ریشه، در دیوارهٔ جانبی خود دارای چوب‌پنبه یا سوبرین هستند که به آن نوار کاسپاری گفته می‌شود، آب و مواد محلول را به استوانهٔ آوندی انتقال می‌دهند. بنابراین، این یاخته‌ها با وجود دارا بودن چوب‌پنبه در دیوارهٔ جانبی خود، زنده و فعال می‌باشند؛ ضمناً بعضی از تغییرات دیواره‌ای به طور متداول سبب مرگ یاخته‌ها نمی‌شوند؛ مثلاً کوتینی شدن و کانی شدن سبب مرگ یاخته‌ها نمی‌شوند.

فعالیت

توجه داشته باشید برای رسیدن میوه، نیاز است تغییرات بسیاری در میوه‌های نارس رخ دهد تا آن‌ها را به میوه‌های رسیده تبدیل کند؛ این تغییرات شامل انواعی از تغییرات دیواره‌ای نیز می‌باشد.

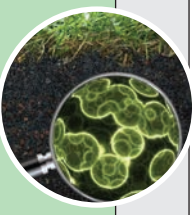
کُریچه (واکوئل)، محلّی برای ذخیره

یکی از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **کُریچه** است. در این اندامک، مایعی به نام شیرهٔ کُریچه‌ای قرار دارد. شیرهٔ کُریچه‌ای ترکیبی از آب و مواد دیگر است. مقدار و ترکیب این شیره، از گیاهی به گیاه دیگر و حتی از بافتی به بافت دیگر فرق می‌کند.

نکته ۱

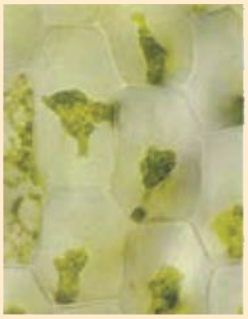
بعضی یاخته‌های گیاهی کُریچهٔ درشتی دارند که **بیشتر** حجم یاخته را اشغال می‌کند (شکل ۲). وقتی مقدار آب در محیط **بیشتر** از مقدار آن در یاخته باشد، کُریچه‌ها حجیم و پرآب‌اند و سبب می‌شوند که پروتوپلاست به دیواره بچسبد و به آن فشار آورد (شکل ۶ـ الف). دیوارهٔ یاخته‌ای در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود، اما پاره نمی‌شود. یاخته در این وضعیت در حالت **تورژسانس** یا تورم است. حالت تورم یاخته‌ها در بافت‌های گیاهی سبب می‌شود که اندام‌های غیرچوبی، مانند برگ و گیاهان علفی استوار بمانند. ضمناً شادابی گیاهان پژمرده بعد از آبیاری نشان از وقوع تورژسانس دارد.

تورژسانس



نکته ۲

اگر به هر علتی آب کم باشد، حجم کُریچه **کاهش** می‌یابد و پروتوپلاست جمع می‌شود و از دیواره فاصله می‌گیرد. این وضعیت، **پلاسمولیز** نامیده می‌شود (شکل ۶ ـ ب). اگر پلاسمولیز طولانی‌مدت باشد، پژمردگی حتی با آبیاری فراوان نیز رفع نمی‌شود و گیاه به دنبال مرگ یاخته‌هایش، می‌میرد.



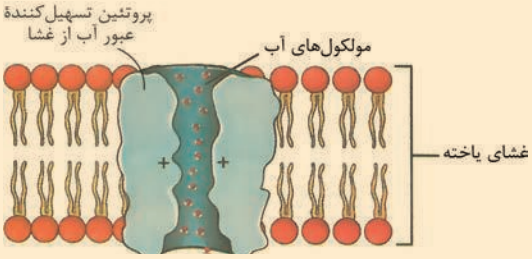
پلاسمولیز

نکته ۳

توجه داشته باشید که پتاسیم، دارای نقش مهمی در تنظیم میزان آب یاخته می‌باشد.

نکته ۴

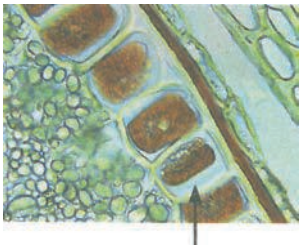
برای انتقال آب در عرض غشای بعضی یاخته‌های گیاهی و جانوری و غشای کریچهٔ بعضی یاخته‌های گیاهی، کانال‌های پروتئینی ویژه‌ای وجود دارد که سرعت ورود جریان آب را به درون یاخته و کریچه، افزایش می‌دهد، هنگام کم آبی، ساخت این پروتئین‌ها تشدید می‌شود.



فعالیت

- یاخته‌های گیاه بر اساس تفاوت فشار اسمزی با محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز در می‌آیند.
- در حالت تورژسانس، اندازه و وزن بافت گیاهی بیشتر و در حالت پلاسمولیز، کمتر خواهد شد.

برای بررسی این فرایند، می‌توان قطعه‌ای از روپوست پیاز قرمز را در آب مقطر و قطعه‌ای دیگر را در محلول ۱۰٪ نمک قرار داد؛ در این حالت، آب براساس قوانین اسمز، از غشای پروتوپلاست و کریچهٔ یاخته‌هایی که در آب مقطر قرار گرفته‌اند، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کرده و سبب ایجاد حالت تورژسانس در این یاخته‌ها می‌شود؛ در صورتی که یاخته‌هایی که در محلول ۱۰٪ نمک بودند، آب از دست داده و در حالت پلاسمولیز قرار می‌گیرند. ضمناً توجه داشته باشید که اگر به جای آب مقطر از آب معمولی استفاده کنیم، به دلیل وجود املاح مختلف در آب معمولی، باز هم آب از درون یاخته‌های گیاهی خارج شده و به محیط وارد می‌شود و حالت پلاسمولیز در این یاخته‌ها ایجاد می‌گردد.



شکل ۷- یاخته‌هایی که گلوتن در کُریچهٔ آنها ذخیره شده است.

به‌جز آب، کُریچه محل ذخیرهٔ ترکیبات پروتئینی، اسیدی و رنگی است که در گیاه ساخته می‌شوند؛ **آنتوسیانین** یکی از ترکیبات رنگی است که در کُریچه ذخیره می‌شود. آنتوسیانین در ریشهٔ چغندر قرمز، برگ کلم بنفش و میوه‌هایی مانند پرتقال توسرخ، به مقدار **فراوانی** وجود دارد. جالب است که رنگ آنتوسیانین در pH های متفاوت تغییر می‌کند.

نکته ۱

پروتئین یکی از ترکیباتی است که در کریچه ذخیره می‌شود. درون کریچه‌های خارجی‌ترین یاخته‌های تشکیل‌دهندهٔ آندوسپرم بذر گندم و جو، پروتئین گلوتن وجود دارد که هنگام رویش بذر برای رشد و نمو رویان به مصرف می‌رسد. این ماده دارای ارزش غذایی است؛ اما بعضی افراد به آن حساسیت دارند و با خوردن فراورده‌های گلوتن‌دار، دچار اختلال رشد و مشکلات جدی در سلامت می‌شوند. در واقع، در افراد مبتلا به حساسیت به پروتئین گلوتن [یا همان بیماران مبتلا به سلیاک] در اثر مصرف گلوتن، یاخته‌های روده تخریب می‌شوند، ریزپرزها و حتی پرزها از بین می‌روند و سطح جذب مواد کاهش شدیدی پیدا می‌کند؛ بنابراین بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز بدن جذب نمی‌شوند و بدن درگیر اختلالات ناشی از عدم جذب مواد مورد نیازش خواهد شد، تشخیص قطعی وجود حساسیت به گلوتن، تنها با انجام آزمایش‌های پزشکی مقدور است.

نکته ۲

در کریچه‌های بعضی از گیاهان، امکان ذخیرهٔ موادی مثل آلومینیوم نیز وجود دارد؛ مثلاً وقتی گیاه ادریسی، در خاک‌های اسیدی رشد می‌کند، با تجمع آلومینیوم، گلبرگ‌های این گیاه از صورتی به آبی تغییر رنگ پیدا می‌کنند.

نکته ۳

درون کریچه‌های بعضی از گیاهان ساکن مناطق خشک و کم‌آب، انواعی از ترکیبات پلی‌ساکاریدی وجود دارد که مقادیر فراوانی آب به‌خود جذب می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فراوانی به منظور استفادهٔ گیاه در زمان کم‌آبی، در کریچه‌ها ذخیره شود.

فعالیت

- غشای کُریچه مانند غشای یاخته، ورود مواد به کُریچه و خروج از آن را کنترل می‌کند. یعنی می‌توان گفت غشای کریچه، همانند غشای یاخته، دارای نفوذپذیری انتخابی می‌باشد.

رنگ‌ها در گیاهان

جدول رنگ بازی

نوع ترکیب رنگی	محل قرارگیری	رنگ	مثال	خاصیت پاداکسندگی
سبزینه	سبزدیسه	سبز	بخش‌های سبز گیاهان	+
کاروتنوئیدها	رنگ‌دیسه و سبزدیسه	رنگ‌هایی مثل نارنجی، قرمز و زرد	ریشهٔ گیاه هویج به علت دارا بودن کاروتن، به رنگ نارنجی دیده می‌شود.	+
آنتوسیانین	کریچه	وابسته به pH (از قرمز تا بنفش)	ریشهٔ چغندر قرمز، کلم بنفش و پرتقال توسرخ	+

انواعی از رنگ‌ها در گیاهان دیده می‌شود. هرچند **بعضی** رنگ‌ها به علت وجود مواد رنگی در کُریچه است. آیا رنگ زرد یا نارنجی ریشهٔ هویج، و رنگ قرمز میوهٔ گوجه‌فرنگی مربوط به ترکیبات رنگی در کُریچه نیست.

یکی دیگر از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **دیسه (پلاست)** است. انواعی از دیسه‌ها در گیاهان وجود دارد (شکل ۸). **سبزدیسه (کلروپلاست)** به‌مقدار **فراوانی** سبزینه دارد. به همین علت گیاهان، سبز دیده می‌شوند. نوع دیگری دیسه وجود دارد که در آن، رنگیزه‌هایی به نام **کاروتنوئیدها** ذخیره می‌شوند. به این دیسه‌ها، **رنگ‌دیسه (کروموپلاست)** می‌گویند؛ مثلاً رنگ‌دیسه‌ها در یاخته‌های ریشهٔ هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** دارند که نارنجی است.

شکل ۸- دیسه در یاخته‌های گیاهان، یاخته‌های دارای سبزدیسه (الف)، رنگ‌دیسه (ب)، نشادیسه (پ).

نکته ۱

ترکیبات رنگی در کُریچه و رنگ‌دیسه، پاداُکسنده (آنتی‌اکسیدان)اند. ترکیبات پاداُکسنده در پیشگیری از سرطان و نیز بهبود کارکرد مغز و اندام‌های دیگر نقش مثبتی دارند. در واقع به دنبال انتقال الکترون‌ها در زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشاء داخلی راکیزه‌ها، یون‌های اکسید تولید می‌شود که لازم است ضمن ترکیب با H^+ به مولکول‌های آب تبدیل شوند. تجمع یون‌های اکسید برای بدن بسیار زیان‌آور است. پاداکسنده‌ها یکی از مهم‌ترین موادی‌اند که از تجمع یون‌های اکسید در اندام‌های مختلف بدن جلوگیری می‌کند.

نکته ۲

بعضی دیسه‌ها رنگیزه ندارند، مثلاً در دیسه‌های یاخته‌های بخش خوراکی سیب‌زمینی، به مقدار فراوانی نشاسته ذخیره شده است که به همین علت به آن **نشادیسه (آمیلوپلاست)** می‌گویند.

ذخیرهٔ نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب‌زمینی، برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب‌زمینی مصرف می‌شود.