- فصل ۶ دهم:

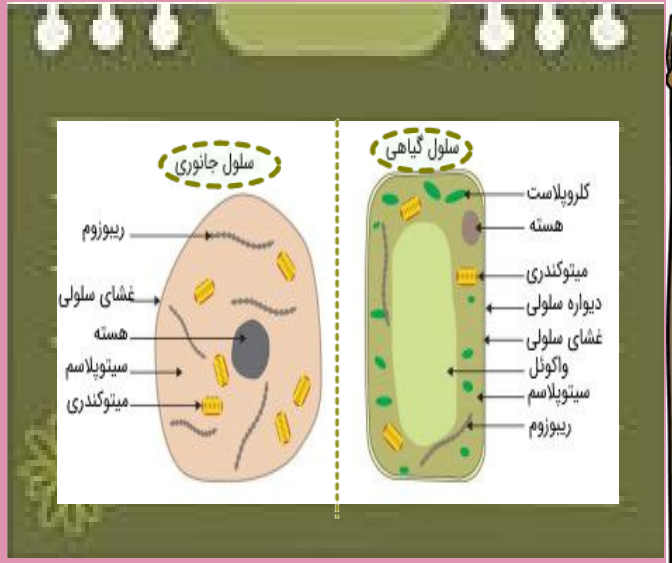
«از یاخته تا گیاه»

همه چی تو همین کتابه !

زیست 1

BIOLOGY BOOK

دکتر زهرا همایونی



ویژگی	یاخته جانوری	یاخته گیاهی
دیواره یاخته‌ای	–	+
غشا و سیتوپلاسم	+	+
پلاست	–	+
واکوئول	غذایی و گوارشی	مرکزی
لیزوزوم	+	–
فتوسنتز	–	+(بیشتر آن‌ها)
تنفس یاخته‌ای	+	+
تنفس نوری	–	+

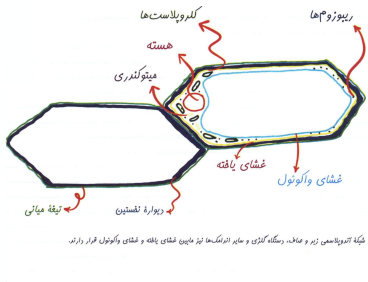
درخت انجیر معابد

فصل ۶

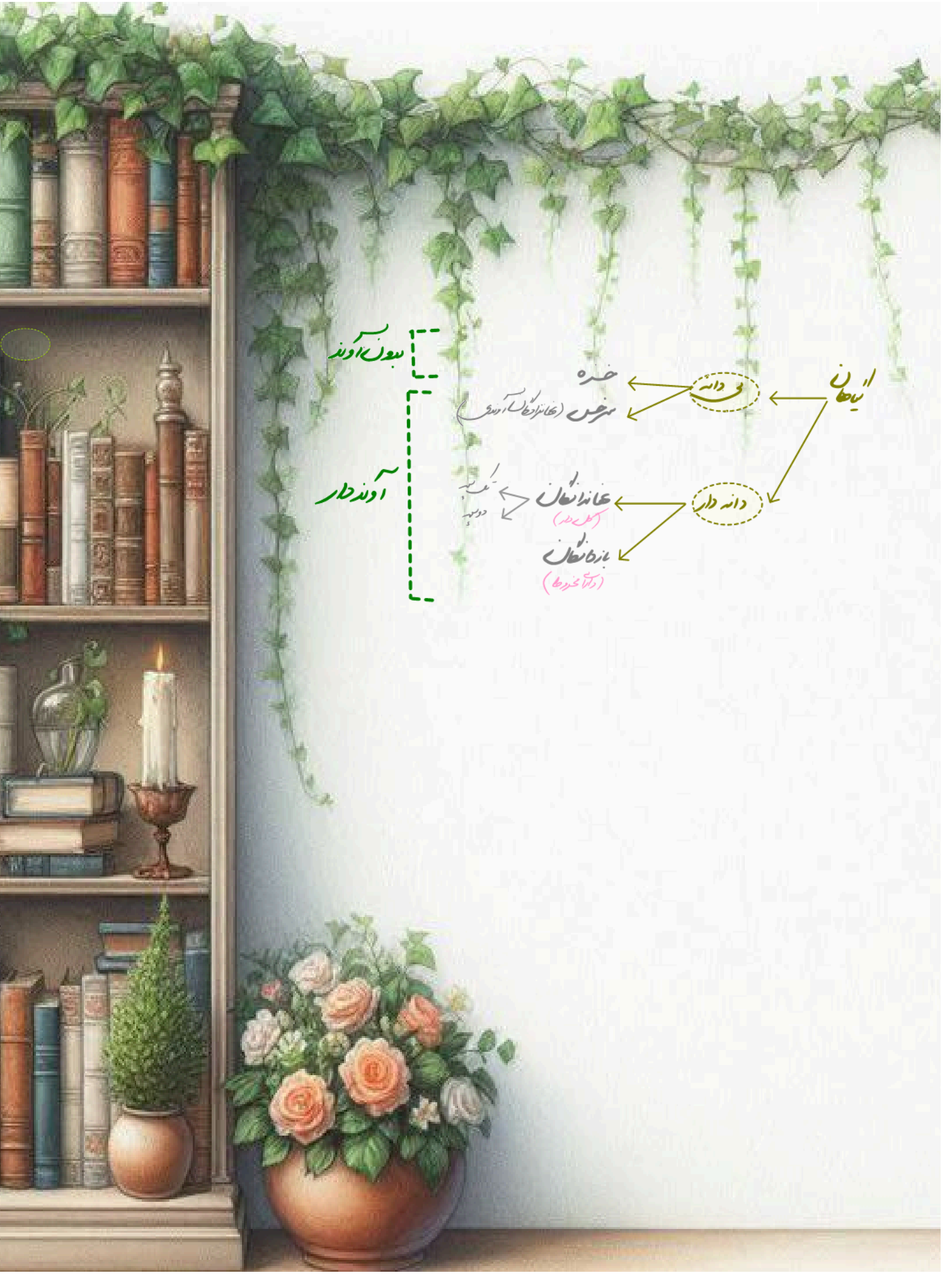
از یاخته تا گیاه

امروزه 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. چه ویژگی‌هایی به گیاهان کمک می‌کند تا بتوانند بر محدودیت ساکن بودن در محیط غلبه کنند؟ چگونه گیاهان می‌توانند در محیط‌های متفاوت، زندگی کنند؟ از طرفی گیاهان افزون بر اینکه منبع غذا برای مردم‌اند، تأمین‌کنندهٔ مواد اولیهٔ صنایعی، مانند داروسازی و پوشاک نیز هستند. گیاهان چه ویژگی‌هایی دارند که مواد اولیهٔ چنین صنایعی را تأمین می‌کنند؟

اولین قدم برای یافتنِ پاسخ چنین پرسش‌هایی، دانستن ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی و چگونگی سازمان‌یابی یاخته‌ها در گیاهان آوندی و شکل‌گیری پیکر آنهاست.



شبکهٔ آندوپلاسمی زبر و خاص، دستگاه گلژی و سایر اندامک‌ها نیز مابین غشای یاخته و غشای واکوئول قرار دارند.


گیاهان
بی دانه
خزه
سرخس (خانواده گل آوندی)
دانه دار
عاندانگان
(گل دار)
تک لپه
دولپه
بازدانگان
(درآمیخته)
بدون آوند
آوند دار

گفتار ۱ ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی

دیوارهٔ یاخته‌ای

اگر از شما بپرسند که یاخته در گیاهان چه تفاوتی با یاخته در جانوران دارد، احتمالاً علاوه بر سبزدیسه (کلروپلاست)، دیواره را نیز نام می‌برید. **یاخته، اولین بار در بافت چوب‌پنبه، مشاهده شد** (شکل ۱). چوب پنبه از یاخته‌های مرده تشکیل شده است. یاخته‌های این بافت درمشاهده با میکروسکوپ به صورت مجموعه حفره‌هایی دیده می‌شوند که دیواره‌هایی آنها را از یکدیگر جدا کرده‌اند. این دیواره‌ها، دیوارهٔ یاخته‌ای و تنها بخش باقی مانده از یاختهٔ گیاهی در بافتی مرده اند.

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

دیوارهٔ یاخته‌ای در بافت‌های زندهٔ گیاه، بخشی به نام **پروتوپلاست** را در بر می‌گیرد. پروتوپلاست شامل غشا، سیتوپلاسم و هسته است (شکل ۲).

دیواره عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل و استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، کنترل تبادل مواد بین یاخته‌ها و جلوگیری از ورود عوامل بیماری زا؛ از کارهای دیوارهٔ یاخته‌ای است. برای پی بردن به نقش دیواره در هر یک از این کارها ابتدا باید ساختار دیواره را بشناسیم.

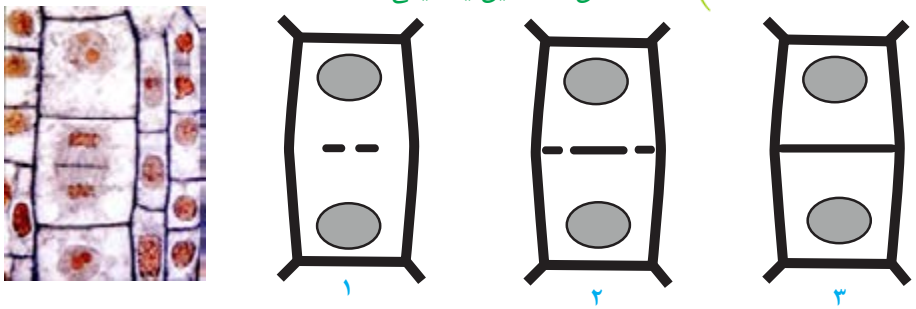
شکل ۲ــ نوعی یاختهٔ گیاهی

مقایسهٔ قسمت‌های مختلف دیواره یاخته‌ای

نام بخش	تیغهٔ میانی	دیوارهٔ نخستین	دیوارهٔ پسین
سن	قدیمی‌ترین بخش	جدیدترین از تیغهٔ میانی	جدیدترین بخش
زمان تشکیل	هنگام تقسیم سیتوپلاسم	هنگام رشد یاخته	در یاختهٔ مسن
ضخامت	کم	متوسط	زیاد
تعداد لایه‌ها	یک لایه	ــــ	چند لایه
جنس	پکتین	پکتین + رشته‌های سلولزی	رشته‌های سلولزی (موازی در یک لایه و زاویه‌دار بین لایه‌ها)
ویژگی	اتصال دو یاختهٔ گیاهی	قالب دربرگیرندهٔ یاخته	ضخیم‌ترین و محکم‌ترین بخش
تأثیر بر رشد یاخته	گسترش همراه با رشد یاخته		توقف رشد یاخته
محل حضور	همهٔ یاخته‌ها		یاخته‌های اسکلرانشیمی، آوند چوبی و چوب‌پنبه‌ای

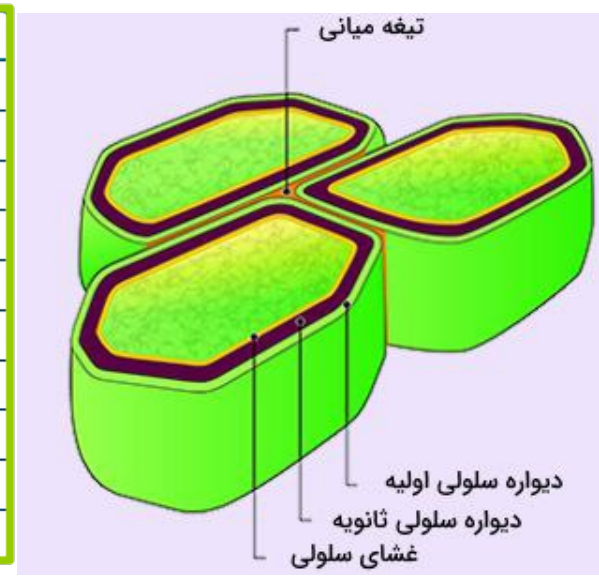
به شکل ۳ توجه کنید! در تقسیم یاختهٔ گیاهی لایه‌ای به نام **تیغهٔ میانی** تشکیل می‌شود. این لایه، سیتوپلاسم را به دوبخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغهٔ میانی از **پکتین** ساخته شده است. پکتین مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را درکنار هم نگه می‌دارد.

شکل ۳ــ تشکیل تیغهٔ میانی



پروتوپلاست هریک از یاخته‌های تازه تشکیل شده، **دیوارهٔ نخستین** را می‌سازد. در این دیواره، علاوه بر پکتین رشته‌های سلولز وجود دارند. دیوارهٔ نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در بر می‌گیرد؛

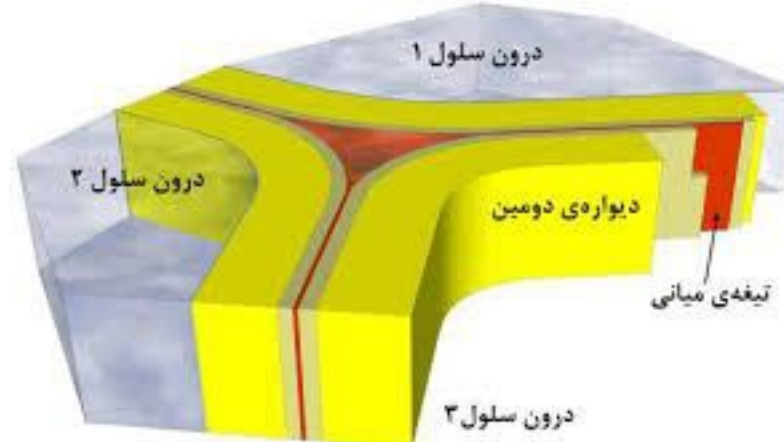
ویژگی	تیغهٔ میانی	دیوارهٔ نخستین	دیوارهٔ پسین
توسط یاختهٔ مادری (اولیه) ساخته می‌شود.	✓	✓	—
در صورت وجود داشتن از همه ضخیم‌تر است.	×	×	✓
مانند چسب دو یاخته را در کنار هم نگه می‌دارد.	✓	×	×
ایجادشدن آن باعث توقف رشد یاخته می‌شود.	×	×	✓
قابلیت گسترش هم‌زمان با رشد یاخته را دارد.	—	✓	×
دورترین لایه نسبت به غشای یاخته است.	✓	×	×
در یاخته‌های جوان، نزدیک‌ترین بخش به غشا است.	×	✓	×
سلولز دارد.	—	✓	✓
پکتین دارد.	✓	✓	—
در هر وضعیتی در محل لان وجود دارد.	✓	✓	×



تعبیرهای دیوارهٔ یاخته‌ای:

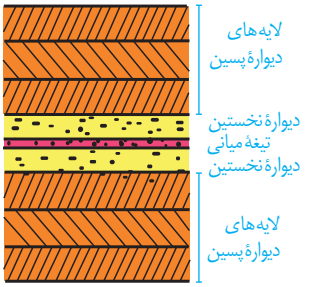
هر بخش از دیوارهٔ یاخته‌ای گیاهی که .....

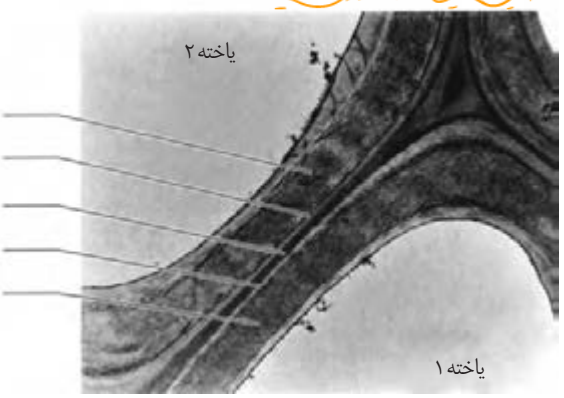
تعبیر	جواب تعبیر
نزدیک‌ترین بخش آن به فضای بین‌یاخته‌ای در یاخته‌های گیاهی است.	تیغهٔ میانی
نزدیک‌ترین بخش آن به مایع سیتوپلاسمی در بسیاری از یاخته‌های گیاهی است.	دیوارهٔ نخستین
نزدیک‌ترین بخش آن به مایع سیتوپلاسمی در برخی از یاخته‌های گیاهی است.	دیوارهٔ پسین
دورترین بخش آن از فضای بین‌یاخته‌ای در برخی از یاخته‌های گیاهی است.	دیوارهٔ پسین
دورترین بخش آن از فضای بین‌یاخته‌ای در بسیاری از یاخته‌های گیاهی است.	دیوارهٔ نخستین
دورترین بخش آن از مایع سیتوپلاسمی در یاخته‌های گیاهی است.	تیغهٔ میانی
قطورترین بخش آن در برخی از یاخته‌های گیاهی است.	دیوارهٔ پسین
نازک‌ترین بخش آن در یاخته‌های گیاهی است.	تیغهٔ میانی
جلوی رشد پروتوپلاست را می‌گیرد.	دیوارهٔ پسین
جوان‌ترین (جدیدترین) بخش آن در برخی از یاخته‌های گیاهی است.	دیوارهٔ پسین
جوان‌ترین (جدیدترین) بخش آن در بسیاری از یاخته‌های گیاهی است.	دیوارهٔ نخستین
مسن‌ترین (قدیمی‌ترین) بخش آن در یاخته‌های گیاهی است.	تیغهٔ میانی
در تماس با دیواره‌های نخستین یاخته‌های مجاور است.	تیغهٔ میانی
می‌تواند فضای بین غشای پلاسمایی و تیغهٔ میانی را در بسیاری از یاخته‌های گیاهی پر کند.	دیوارهٔ نخستین
در یاخته‌های واجد دیوارهٔ پسین، در مناطق نازک‌شدهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای (لان) وجود ندارد.	دیوارهٔ پسین
در مناطق نازک شدهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای (لان) وجود دارد.	تیغهٔ میانی و دیوارهٔ نخستین



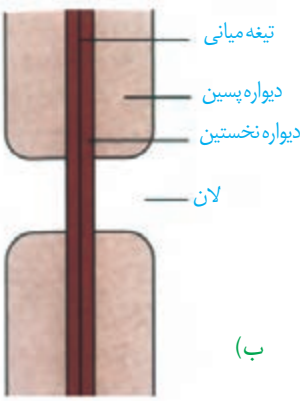
اما مانع رشد آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات سازندهٔ دیواره، اندازهٔ آن نیز افزایش می‌یابد. در بعضی یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آن‌ها **دیوارهٔ پسین** می‌گویند. رشته‌های سلولزی در هر لایه از دیواره پسین با هم موازی و با لایهٔ دیگر زاویه دارند. استحکام و تراکم این دیواره از دیوارهٔ نخستین بیشتر است (شکل ۴). دیوارهٔ پسین مانع از رشد یاخته می‌شود.

شکل ۴ــ چگونگی تشکیل دیوارهٔ یاخته‌ای. با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین، تیغهٔ میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.

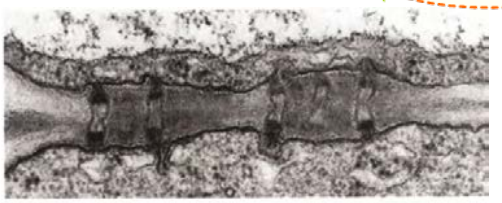




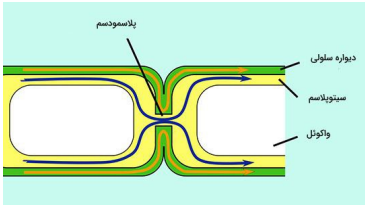
دیدیم که دیوارهٔ یاخته‌ای، دور تا دور یاخته را می‌پوشاند. آیا این دیواره، یاخته‌ها را به‌طور کامل از هم جدا می‌کند؟ مشاهدهٔ بافت‌های گیاهی با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که کانال‌های سیتوپلاسمی از یاختهٔ‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها **پلاسمودسم** می‌گویند (شکل ۵). مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر بروند. پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام لان، به فراوانی وجود دارد. **لان** به منطقه‌ای گفته می‌شود که دیوارهٔ یاخته‌ای در آنجا نازک مانده است.



ب)

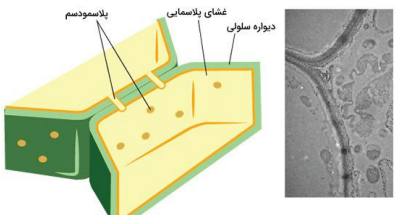


الف)

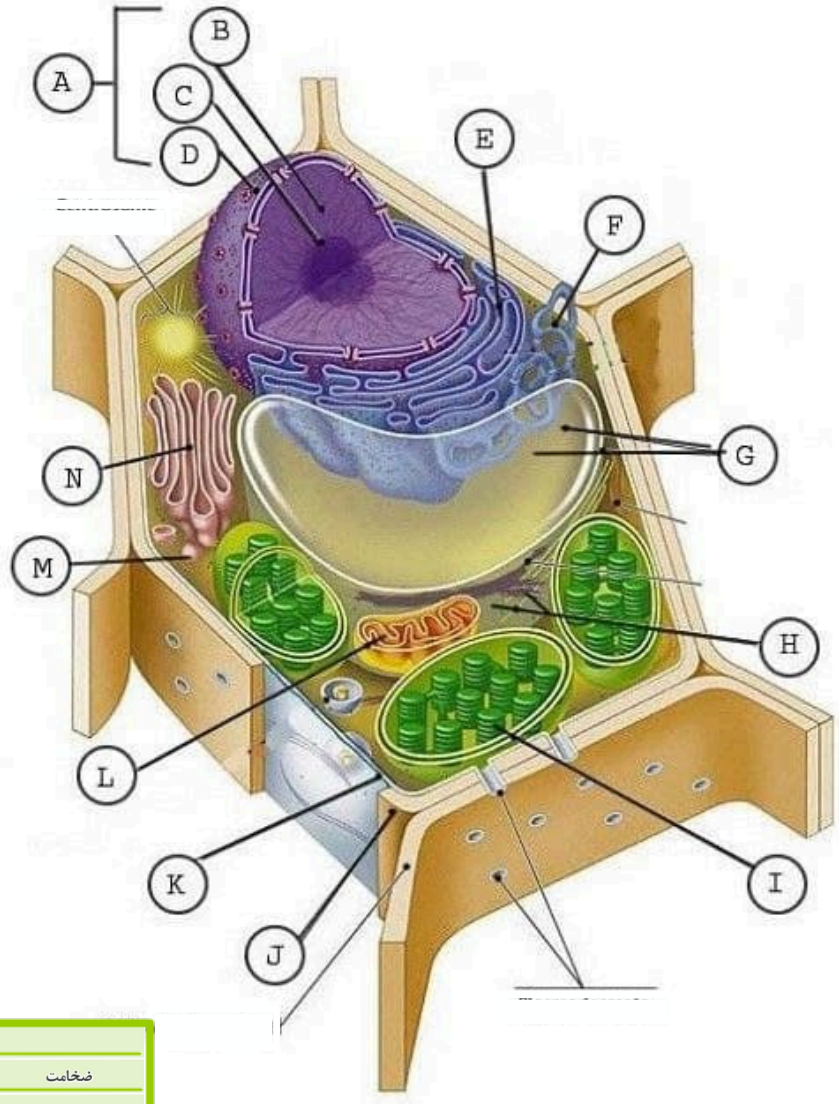


شکل ۵ــ الف) تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی ب)، لان در دیوارهٔ یاخته‌ای

ویژگی	لان	پلاسمودسم
در چه سلولی وجود دارد	زنده و مرده	فقط زنده
تیغه‌ی میانی	دارد	ندارد
دیواره نخستین	دارد	ندارد
دیواره پسین	ندارد	ندارد
تعداد در یک یاخته زنده	کمتر	بیشتر
اندازه‌ی نسبی	بزرگ‌تر	کوچک تر



اجزای یک یاخته گیاهی		
نام	ساختار	عملکرد
دیوارهٔ یاخته‌ای	تیغهٔ میانی (پکتین)، دیوارهٔ نخستین (پکتین و سلولز)، دیوارهٔ پسین (چند لایه سلولزی)	۱ـ حفظ شکل و ۲ـ استحکام یاخته، ۳ـ استحکام پیکر گیاه، ۴ـ کنترل تبادل مواد بین یاخته‌ها، ۵ـ جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا
غشای یاخته	دو لایهٔ فسفولیپیدی (فاقد کلسترول) همراه با پروتئین و کربوهیدرات	کنترل ورود و خروج مواد
واکوئول	کیسهٔ غشایی	ذخیرهٔ مواد مختلف (آب، ترکیبات پروتئینی نظیر گلوتن، ترکیبات اسیدی و ترکیبات رنگی نظیر آنتوسیانین)
هسته	دارای دو غشا و نگه‌دارندهٔ دِنا (DNA)	محل ذخیرهٔ اطلاعات وراثتی و انجام فرایندهای همانندسازی و رونویسی
دیسه — رنگ‌دیسه (کروموپلاست)	دارای دو غشا و دِنای حلقوی	ذخیرهٔ کاروتنوئیدها
دیسه — سبزدیسه (کلروپلاست)	دارای دو غشا، دِنای حلقوی، ریبوزوم و تیلاکوئید [فصل ۶ دوازدهم]	دارای کاروتنوئید و مقدار فراوان کلروفیل (سبزینه) ← انجام فتوسنتز
دیسه — نشادیسه (آمیلوپلاست)	دارای دو غشا و دِنای حلقوی	ذخیرهٔ مقدار فراوان نشاسته ← در گیاه سیب‌زمینی، مصرف‌شدن ذخیرهٔ نشاسته هنگام رویش جوانه‌ها برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های حدید



	تیغهٔ میانی	دیوارهٔ نخستین	دیوارهٔ پسین
ضخامت	کم	متوسط	زیاد
منشأ	پروتوپلاست یاختهٔ والد بعد از تقسیم هسته و قبل از ایجاد یاختهٔ جدید	پروتوپلاست هر یاخته	پروتوپلاست بعضی از یاخته‌ها
تعداد لایه‌ها	یک‌لایهٔ مشترک بین دو یاختهٔ مجاور	یک‌لایه	چندلایه
نقش در یاخته	اتصال‌دهندهٔ دو یاخته به یکدیگر	شکل‌دادن به یاخته	ایجاد استحکام در یاخته
جنس و ترکیب	پکتین	پکتین + پلی‌ساکارید رشته‌ای سلولز در زمینه‌ای از پروتئین‌ها	سلولز و ترکیباتی مانند لیگنین (چوب) و سوبرین (چوب‌پنبه)
فاصله از پروتوپلاست	دورترین بخش	نزدیک‌ترین بخش در صورت نبود دیوارهٔ پسین	نزدیک‌ترین بخش در صورت وجود
رابطهٔ بین ساخته‌شدن و تقسیم یاخته‌ای	هم‌زمان با تقسیم یاخته‌ای ساخته می‌شود.	هم‌زمان با تقسیم یاخته‌ای ساخته می‌شود.	در مراحل پایانی عمر ساخته می‌شود.
قابلیت گسترش و کشش	دارد	دارد	ندارد
نکات تکمیلی	در مرحلهٔ سیتوکینز، وزیکول‌های حاوی پیش‌ساز این لایه، از جسم گلژی به هم ملحق شده و آن را ایجاد می‌کنند.	در مرحلهٔ سیتوکینز، وزیکول‌های حاوی پیش‌ساز این لایه، از جسم گلژی به هم ملحق شده و آن را ایجاد می‌کنند.	رشد یاخته بعد از تشکیل آن، متوقف می‌شود.

واکوئول، محلّی برای ذخیره

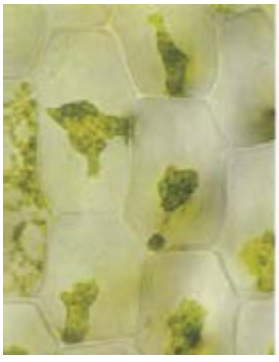
چگونه گیاه پژمرده بعد از آبیاری شاداب می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش باید نگاهی دقیق به یاختهٔ گیاه داشته باشیم. می‌دانیم یکی از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **واکوئول** است. در این اندامک، مایعی به نام شیرهٔ واکوئولی قرار دارد. شیرهٔ واکوئولی ترکیبی از آب و مواد دیگر است. مقدار و ترکیب این شیره، از گیاهی به گیاه دیگر و حتی از بافتی به بافت دیگر فرق می‌کند.

بعضی یاخته‌های گیاهی واکوئول درشتی دارند که بیشترِ حجم یاخته را اشغال می‌کند (شکل ۲).

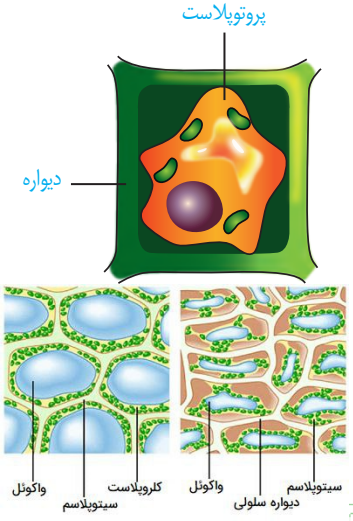
به شکل ۶ نگاه کنید! وقتی تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم در محیط بیشتر از یاخته باشد، آب وارد یاخته می‌شود، در نتیجه پروتوپلاست حجیم و به دیواره فشار می‌آورد. در این حالت واکوئول‌ها پرآب و حجیم‌اند. دیوارهٔ یاخته‌ای در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود، اما پاره نمی‌شود. یاخته در این وضعیت در حالت **تورژسانس** یا تورم است. حالت تورم یاخته‌ها در بافت‌های گیاهی سبب می‌شود که اندام‌های غیر چوبی، مانند برگ و گیاهان علفی استوار بمانند.

اگر به هر علتی تراکم آب کم شود، پروتوپلاست جمع می‌شود و از دیواره فاصله می‌گیرد. این وضعیت، **پلاسمولیز** نامیده می‌شود. اگر پلاسمولیز طولانی مدت باشد، پژمردگی حتی با آبیاری فراوان نیز رفع نمی‌شود و گیاه به دنبال مرگ یاخته‌هایش، می‌میرد.

تورژسانس



پلاسمولیز



شکل ۶ــ تورژسانس و پلاسمولیز در یاختهٔ گیاهی

فعّالیت ۲

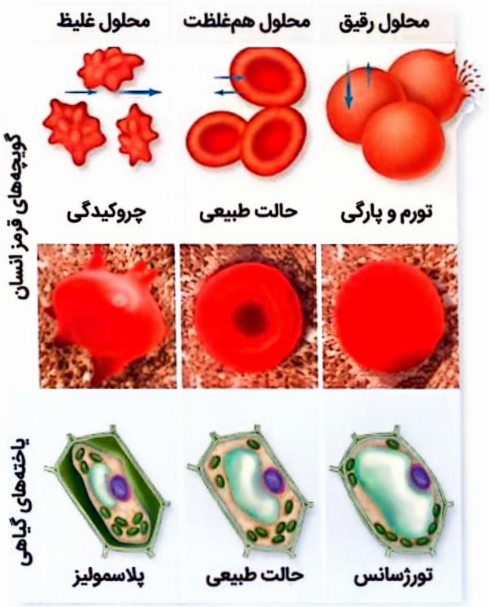
تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته‌های گیاه

آب بر اساس اسمز می‌تواند از غشای پروتوپلاست و واکوئول، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.

الف) برای مشاهدهٔ تورژسانس و پلاسمولیز در یاختهٔ گیاهی آزمایشی طراحی و اجرا کنید.

ب) گفتیم که یاخته‌های گیاه براساس تفاوت فشار اسمزیِ پروتوپلاست و محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز در می‌آیند. آیا پلاسمولیز و تورژسانسِ یاخته‌ها، سبب تغییر در اندازه یا وزن بافت گیاهی می‌شود؟ چگونه با روش علمی به این پرسش پاسخ می‌دهید؟

۱. اسمز



تعریف اسمز: در فصل (۱) دهم راجع به اسمز صحبت کردیم. اینجا می‌خواهیم اسمز را از جنبهٔ دیگری بررسی کنیم. می‌دانیم که اسمز زمانی انجام می‌شود که بین دو محلول، اختلاف غلظت وجود داشته باشد و محلول‌ها توسط غشایی با تراوایی نسبی (نفوذپذیری انتخابی) از هم جدا شده باشند. در این حالت، آب از محلول رقیق‌تر (دارای مقدار نسبی بیشتر آب) به سمت محلول غلیظ‌تر می‌رود. نتیجهٔ انتقال آب این است که غلظت در دو محلول یکسان می‌شود.

تأثیر اسمز بر یاخته‌های گیاهی: در یاخته‌های گیاهی، اسمز برای ادامهٔ حیات ضروری است. با ورود آب به یاخته‌های گیاهی، واکوئل‌ها حجیم‌تر می‌شوند و فاصلهٔ پروتوپلاست تا دیوارهٔ یاخته‌ای کم می‌شود. در نتیجه، یاخته در حالت تورم (تورژسانس) قرار می‌گیرد. اگر آب از یاخته خارج شود، پلاسمولیز به‌وجود می‌آید. پلاسمولیز طولانی‌مدت، می‌تواند منجر به مرگ و پژمردگی شود اما پلاسمولیز کوتاه‌مدت، با جذب آب توسط یاخته برطرف می‌شود.

تأثیر اسمز بر یاخته‌های جانوری: برعکس یاخته‌های گیاهی، اسمز برای یاخته‌های جانوری کم‌تر قابل تحمل است و تعادل اسمزی یاخته با محیط اطراف آن باید حفظ شود. اگر آب وارد یاخته شود، تورم یاخته می‌تواند منجر به ترکیدن و مرگ آن شود. در هنگام خروج آب از یاخته نیز یاخته چروکیده می‌شود و باز هم حیات آن به خطر می‌افتد. بنابراین، در یاخته‌های جانوری، محیط زندگی یاخته‌ها باید جوری تنظیم شود که غلظت آن با غلظت سیتوپلاسم یاخته برابر باشد.

اما چه چیزی باعث مقاومت یاخته‌های گیاهی در برابر اسمز می‌شود؟ پاسخ دیوارهٔ یاخته‌ای است. وقتی که آب وارد یاختهٔ گیاهی می‌شود، پروتوپلاست به دیواره می‌چسبد و به آن فشار وارد می‌کند (فشار تورژسانسی). دیواره در برابر این فشار کشیده می‌شود اما پاره نمی‌شود. اما یاخته‌های جانوری چون دیواره ندارند، نمی‌توانند در برابر این فشار مقاومت کنند و از بین می‌روند.

تأثیر اسمز بر وزن بافت‌های گیاهی: وقتی که اسمز انجام می‌شود، میزان آب موجود در یاخته تغییر می‌کند. تغییر در میزان آب موجود در یاخته، منجر به تغییر وزن آن می‌شود. در حالت تورژسانس، آب وارد یاختهٔ گیاهی می‌شود و وزن آن افزایش می‌یابد. برعکس، در حالت پلاسمولیز، آب از یاختهٔ گیاهی خارج می‌شود و وزن آن کم می‌شود.

اسمز در یاخته‌های گیاهی و جانوری

حالت		ورود آب به یاخته	خروج آب از یاخته
فشار اسمزی و غلظت حل‌شونده‌ها	یاخته	زیاد	کم
	محیط	کم	زیاد
مقدار آب	یاخته	کم	زیاد
	محیط	زیاد	کم
تغییر حجم یاخته		افزایش	کاهش
تغییر اندازه و وزن یاخته		افزایش	کاهش
تأثیر بر یاخته	گیاهی	تورژسانس (تورم) استوار ماندن اندام‌های غیرچوبی مانند برگ و گیاهان علفی	پلاسمولیز کوتاه‌مدت: رفع می‌شود. طولانی‌مدت: منجر به مرگ سلول می‌شود.
	جانوری	تورم سلول ترکیدن سلول	چروکیده شدن سلول مرگ سلول

فرایند	پلاسمولیز	تورژسانس
برآیند عبور مولکول‌های آب	خروج آب از یاخته	ورود آب به یاخته
در نتیجهٔ انجام آن، فشار اسمزی در یاخته	افزایش می‌یابد.	کاهش می‌یابد.
در نتیجهٔ انجام آن، فشار اسمزی در اطراف یاخته	کاهش می‌یابد.	افزایش می‌یابد.
در نتیجهٔ انجام آن، تعداد مولکول‌های آب یاخته	کاهش می‌یابد.	افزایش می‌یابد.
در نتیجهٔ انجام آن، تعداد مولکول‌های آب در اطراف یاخته	افزایش می‌یابد.	کاهش می‌یابد.
علت انجام آن	بیشتر بودن فشار اسمزی و غلظت مواد در اطراف یاخته نسبت به درون یاخته	کمتر بودن فشار اسمزی و غلظت مواد در اطراف یاخته نسبت به درون یاخته
حجم یاخته و حجم پروتوپلاست	کاهش	افزایش
حجم واکوئل	کاهش	افزایش
فاصلهٔ بین اندامک‌های یاخته	کاهش	بعضی کاهش و بعضی افزایش
وضعیت دیواره	بدون تغییر نسبت به حالت طبیعی	افزایش کشیدگی نسبت به حالت طبیعی
غشا به دیواره متصل است؟	بله، در برخی مناطق	بله، در همهٔ مناطق
مثال در ابعاد بزرگ‌تر	پژمرده شدن بسته شدن روزنه‌های هوایی	استوار ماندن اندام‌های غیرچوبی مانند برگ‌ها و ساقه‌های جوان باز شدن روزنه‌های هوایی

		تورژسانس	پلاسمولیز
حالت واکوئول مرکزی		حجیم‌تر	کم‌حجم‌تر
حالت دیوارهٔ یاخته‌ای		دارای کشیدگی	معمولی
حالت پروتوپلاست		چسبیده به دیواره	جمع‌شدگی اما همچنان متصل به دیواره در بعضی نقاط
حالت سلول		تورم، اما عدم پارگی	چروکیدگی
فشار اسمزی	درون یاخته	زیاد است و کاهش می‌یابد	کم است و افزایش می‌یابد
	بیرون یاخته	کم است و افزایش می‌یابد	زیاد است و کاهش می‌یابد
پتانسیل آب	درون یاخته	کم است و افزایش می‌یابد	زیاد است و کاهش می‌یابد
	بیرون یاخته	زیاد است و کاهش می‌یابد	کم است و افزایش می‌یابد
جهت حرکت خالص آب در یاخته		از بیرون به درون	از درون به بیرون
محیط آبی		آب مقطر	محیط غلیظ و نمکی
فشار به دیوارهٔ یاخته‌ای		دارد	ندارد
برگشت‌پذیری		دارد	دارد (در کوتاه‌مدت)

سلول در حالت تورژسانس

سلول در حالت پلاسمولیز

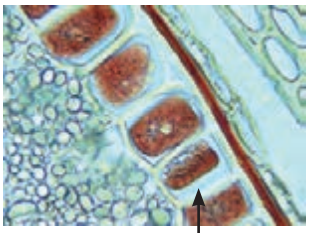
* انواع پلاست
- کلروپلاست ← شامل کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها
- کروموپلاست ← شامل کاروتنوئیدها
- آمیلوپلاست ← شامل ذخیره نشاسته (آمیلوز) ← فاقد رنگیزه

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

فعّالیت ۳

غشای واکوئول مانند غشای یاخته، ورود مواد به واکوئول و خروج از آن را کنترل می‌کند. برگ کلم بنفش را چند دقیقه در آب معمولی قرار دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ اکنون آن را به مدت چند دقیقه بجوشانید. چه می‌بینید؟ مشاهدهٔ خود را تفسیر کنید.

پروتئین، یکی دیگر از ترکیباتی است که در واکوئول ذخیره می‌شود. **گلوتن** یکی از این پروتئین‌هاست که در گندم و جو ذخیره می‌شود و برای رشد و نمو رویان به مصرف می‌رسد (شکل ۷).



شکل ۷ــ یاخته‌هایی که گلوتن در واکوئول آنها ذخیره شده است.

رنگ‌ها در گیاهان

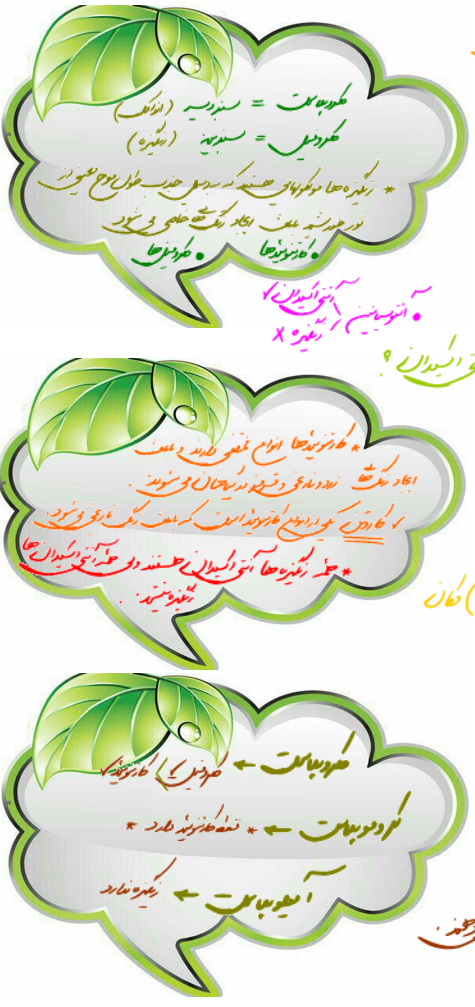
گیاهان را به سبز بودن می‌شناسیم؛ در حالی که انواعی از رنگ‌ها در گیاهان دیده می‌شود. دانستیم که بعضی رنگ‌ها به علت وجود موادرنگی در واکوئول است. آیا رنگ زرد یا نارنجی ریشهٔ هویج، و رنگ قرمز میوهٔ گوجه فرنگی مربوط به ترکیبات رنگی در واکوئول‌هاست؟ پاسخ منفی است. یکی دیگر از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **دیسه (پلاست)** است. انواعی از دیسه‌ها در گیاهان وجود دارد (شکل ۸) **سبز دیسه (کلروپلاست)** به مقدار فراوانی سبزینه دارد. به همین علت گیاهان، سبز دیده می‌شوند.

نوع دیگری دیسه وجود دارد که در آن، رنگیزه‌هایی با نام **کاروتنوئیدها** ذخیره می‌شوند. به این دیسه‌ها، **رنگ‌دیسه (کروموپلاست)** می‌گویند؛ مثلاً رنگ‌دیسه‌ها در یاخته‌های ریشهٔ گیاه هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** دارند که نارنجی است.

مشخص شده است که ترکیبات رنگی در واکوئول و رنگ‌دیسه، پاداُکسنده (آنتی اکسیدان) اند. ترکیبات پاداُکسنده در پیشگیری از سرطان و نیز بهبود کارکرد مغز و اندام‌های دیگر نقش مثبتی دارند.

بعضی دیسه‌ها رنگیزه ندارند، مثلاً در دیسه‌های یاخته‌های بخش خوراکی سیب زمینی، به مقدار فراوانی نشاسته ذخیره شده است که به همین علت به آن **نشادیسه (آمیلوپلاست)** می‌گویند. وجود نشادیسه در بخش خوراکی سیب زمینی را چگونه نشان می‌دهید؟

ذخیرهٔ نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب زمینی، برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب زمینی مصرف می‌شود. سبزدیسه‌ها کاروتنوئید هم دارند که با رنگ سبزینه پوشیده می‌شوند؛ در پاییز با کاهش طول روز و کم شدن نور، ساختار سبزدیسه‌ها در بعضی گیاهان



نوع پلاست	کلروپلاست	کروموپلاست	آمیلوپلاست
رنگیزهٔ کلروفیل	دارد (خیلی زیاد)	—	ندارد
رنگیزهٔ کاروتنوئید	دارد	دارد	ندارد
نشاستهٔ ذخیره‌ای	ندارد (به‌طور معمول)	ندارد	دارد
تغییرات در طی کاهش میزان نور (طول روز)	در بعضی گیاهان، با کاهش میزان کلروفیل‌های آن و افزایش میزان کاروتنوئیدها، به تدریج به کروموپلاست تبدیل می‌شود.	در بعضی گیاهان، با کاهش کاروتنوئیدها و افزایش میزان کلروفیل‌های آن، به تدریج به کلروپلاست تبدیل می‌شود. (افزایش مساحت بخش‌های سبز)	تغییر خاصی ندارد.
در کجاهاست؟	بخش‌های سبزرنگ و فتوسنتزکنندهٔ گیاه مثل برگ‌ها، ساقه‌های جوان و ...	برگ‌های پاییزی، ریشهٔ هویج	بخش خوراکی سیب‌زمینی (ساقهٔ زیرزمینی گیاه سیب‌زمینی)

* انواع رنگیزه‌ها: (ترکیبی با فصل ۶ دوازدهم)

کلروفیل a ← درون کلروپلاست یوکاریوت‌های فتوسنتزی و درون باکتری‌های فتوسنتزی اکسیژن‌زا

کلروفیل b ← درون کلروپلاست

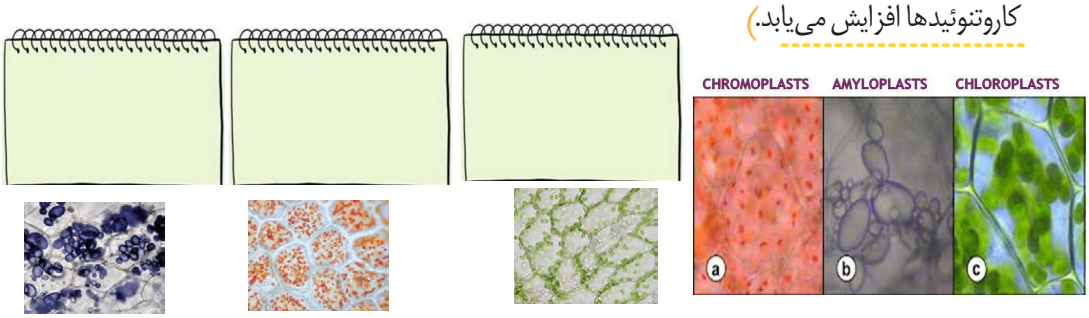
کاروتنوئیدها ← درون کلروپلاست و درون کروموپلاست

باکتریوکلروفیل ← درون باکتری‌های فتوسنتزی غیراکسیژن‌زا

آنتوسیانین ← رنگیزهٔ محلول در آب که درون واکوئول برخی گیاهان یافت می‌شود.

روش تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست؟

تغییر می‌کند و به رنگ دیسه تبدیل می‌شوند. (در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می‌شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد.)



الف) یاخته‌های دارای سبزدیسه ب) رنگ‌دیسه پ) نشادیسه

شکل ۸ــ دیسه در یاخته‌های گیاهان

فعّالیت ۴

مشاهدهٔ رنگ‌دیسه

وسایل و مواد لازم: تیغه و تیغک، میکروسکوپ نوری، تیغ، آب مقطر، پوست گوجه‌فرنگی.

روش کار: برای مشاهدهٔ رنگ‌دیسه، با استفاده از تیغ، سمت داخلی پوست گوجه فرنگی را خراش دهید و از آن نمونهٔ میکروسکوپی تهیه و با میکروسکوپ مشاهده کنید.

گوجه فرنگی در ابتدا سبز رنگ و با گذشت زمان رنگ آن تغییر می کند. چه توضیحی برای این رویداد دارید؟ چگونه می‌توانید به طور تجربی، درستی توضیح خود را تأیید کنید؟

ترکیبات دیگر در گیاهان

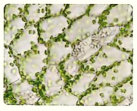
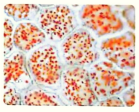
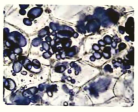
معمولاً گیاهان را به عنوان جانداران غذا ساز می‌شناسیم، اما گیاهان ترکیبات دیگری می‌سازند که استفاده‌هایی به غیر از غذا دارند (شکل۹)؛ مثلاً قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی، گیاهان از منابع اصلی تولید رنگ برای رنگ آمیزی الیاف بودند. آیا می‌دانید قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی از چه گیاهانی برای رنگ آمیزی الیاف فرش استفاده می‌شد؟

گل محمدی نعنا روناس

شکل ۹ــ گیاهان استفاده‌های متفاوتی دارند.

مثال‌هایی از تغییر رنگ در ساختارهای گیاهی

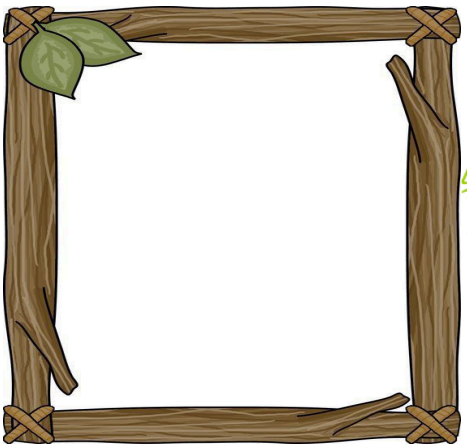
نام گیاه	تغییر رنگ	علت محیطی تغییر	علت گیاهی تغییر
گوجه فرنگی	تغییر رنگ سبز میوه‌ها به قرمز	رشد گوجه فرنگی و افزایش میزان رسیدگی میوه‌های آن	تبدیل شدن سبزدیسه‌ها به رنگ‌دیسه طی تجزیهٔ سبزینه و همچنین افزایش رنگیزهٔ قرمز
گیاهان برگ‌ریز	تغییر رنگ سبز برگ‌ها به زرد و نارنجی	کاهش طول روز و کم شدن نور در فصل پاییز	تبدیل شدن سبزدیسه‌ها به رنگ‌دیسه طی تجزیهٔ سبزینه و همچنین افزایش کاروتنوئیدها
گیاهان دارای برگ‌هایی با بخش‌های غیر سبز	افزایش مساحت بخش‌های سبز رنگ برگ	کاهش نور در محیط	تبدیل شدن رنگ‌دیسه‌ها به سبزدیسه طی افزایش سبزینه و همچنین تجزیهٔ کاروتنوئیدها
گل ادریسی	تغییر رنگ صورتی گلبرگ‌ها به آبی	رشد گیاه در خاک‌های اسیدی	تجمع آلومینیوم در واکوئول‌های یاخته‌های گلبرگ
چغندر قرمز، کلم بنفش و پرتقال توسرخ	تغییر رنگ بین قرمز تا بنفش	تغییر pH	تغییر رنگ آنتوسیانین ذخیره شده در واکوئول‌ها

نوع پلاست	رنگیزهٔ کلروفیل	رنگیزهٔ کاروتنوئید	ذخیرهٔ نشاسته	تغییرات در طی کاهش میزان نور	مثال‌ها	شکل
کلروپلاست	دارد (خیلی زیاد)	دارد (کم!)	ندارد (به طور معمول)	با کاهش میزان کلروفیل‌های آن، به تدریج به کروموپلاست تبدیل می‌شود.	بخش‌های سبزرنگ و فتوسنتزکنندهٔ گیاه مثل برگ‌ها، ساقه‌های جوان و ...	
کروموپلاست	ندارد	دارد (خیلی زیاد)	ندارد	با افزایش میزان کلروفیل‌های آن، به تدریج به کلروپلاست تبدیل می‌شود.	برگ‌های پاییزی ریشهٔ هویج میوهٔ رسیدهٔ گیاه گوجه‌فرنگی	
آمیلوپلاست	ندارد	ندارد	دارد	تغییر خاصی ندارد!	بخش خوراکی سیب‌زمینی (ساقهٔ زیرزمینی گیاه سیب‌زمینی)	

اندامک	واکوئول	سبزدیسه	رنگ‌دیسه	نشادیسه
در چه یاخته‌هایی دیده می‌شود؟	اکثر یاخته‌های گیاهی	یاخته‌های پارانشیمی، یاخته‌های نگهبان روزنه	یاخته‌های بخش‌های مختلفی از گیاه مانند میوه‌ها و بعضی برگ‌ها در پاییز	یاخته‌های بخش خوراکی سیب‌زمینی
ذخیرهٔ ترکیبات رنگی	✓	✓	✓	✗
اندامک مؤثر در ایجاد رنگ نارنجی ریشهٔ هویج	✗	✗	✓	✗
اندامک مؤثر در ایجاد رنگ پرتغال توسرخ	✓	✗	✗	✗
اندامک مؤثر در ایجاد رنگ کلم بنفش	✓	✗	✗	✗
ذخیرهٔ نشاسته	✗	✗	✗	✓
ذخیرهٔ ترکیبات پلی‌ساکاریدی	✓ (در بعضی گیاهان)	✗	✗	✓
اندامک مؤثر در تورژسانس	✓	✗	✗	✗
انجام فتوسنتز	✗	✓	✗	✗
ذخیرهٔ رنگیزهٔ مؤثر در فتوسنتز	✗	✓ (سبزینه و کاروتنوئید)	✓ (کاروتنوئید)	✓
اندامک مؤثر در رویش سیب‌زمینی	✗	✗	✗	✓
اندامک اصلی ذخیره‌کنندهٔ ترکیبات اسیدی	✓	✗	✗	✗
اندامک ذخیره‌کنندهٔ گلوتن	✓	✗	✗	✗

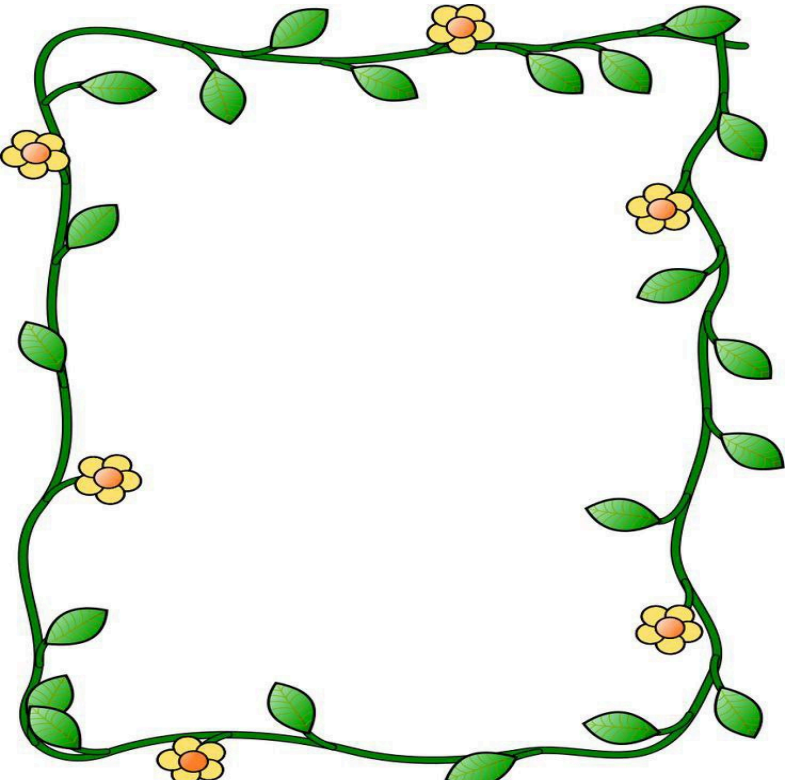
اگر دمبرگ انجیر را ببرید یا اینکه میوهٔ تازهٔ انجیر را از شاخه جدا کنید، از محل برش، شیرهٔ سفیدرنگی خارج می‌شود که به آن **شیرابه** می‌گویند. ترکیب شیرابه، در گیاهان متفاوت، فرق می‌کند. لاستیک برای اولین بار از شیرابهٔ نوعی درخت ساخته شد.

شکل ۱۰ـ خروج شیرابه از گیاهان



آلکالوئیدها از ترکیبات گیاهی‌اند و در شیرابهٔ بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. نقش آنها دفاع از گیاهان در برابر گیاه خواران است. آلکالوئیدها را در ساختن داروهایی مانند مسکّن‌ها، آرام‌بخش‌ها و داروهای ضد سرطان به کار می‌برند. اما بعضی آلکالوئیدها اعتیادآورند. امروزه مصرف مواد اعتیادآور، از معضلات بسیاری از کشورهاست که سلامت و امنیت آنها را تهدید می‌کند.

آیا گیاهی بودن یک ترکیب به معنی بی ضرر بودن آن است؟ شرکت‌های تجاری در تبلیغ محصولات خود و تشویق مردم برای خرید، عبارتِ **محصول کاملاً گیاهی است و هیچ ضرری ندارد!** را به کار می‌برند. در حالی که ترکیباتی در گیاهان ساخته می‌شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان زا، مسموم کننده یا حتی کشنده باشند.



فعّالیت ۵

برگ بعضی گیاهان بخش‌های غیر سبز، مثلاً سفید، زرد، قرمز یا بنفش دارد. دیده می‌شود که اگر به آنها، مثلاً به‌دلیل قرار گرفتن در سایه، نور کافی نرسد، مساحت بخش‌های سبز افزایش و بخش‌های غیرسبز کاهش می‌یابد. چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ این تغییر رنگ در برگ چه اهمیتی در ماندگاری گیاه دارد؟

چغندر ←

همسنگش ←

پرتقال توسرخ ←

گندم وجو ←

گوجه فرنگی ←

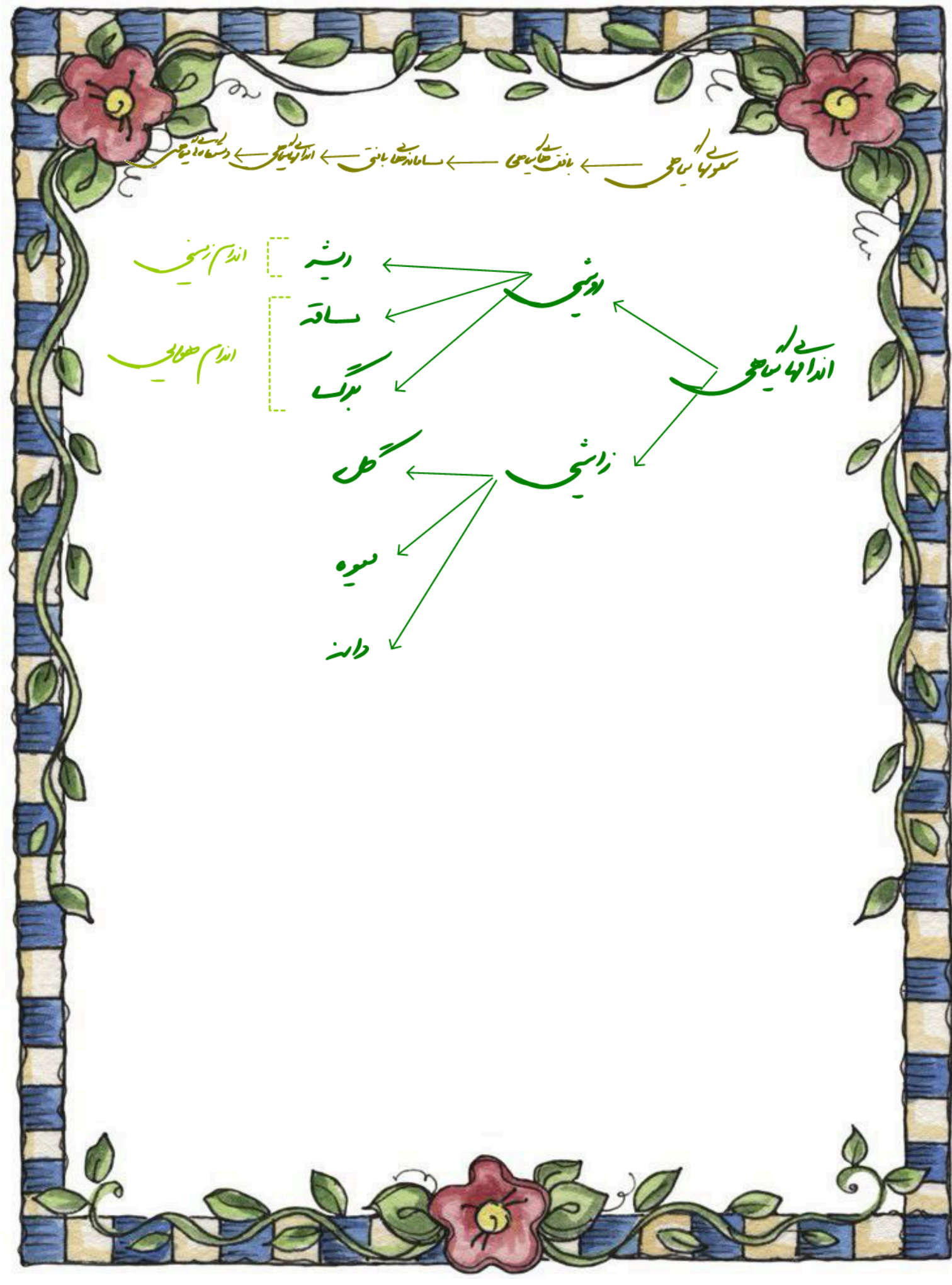
هویج ←

سیب زمینی ←

گل سرخ ←

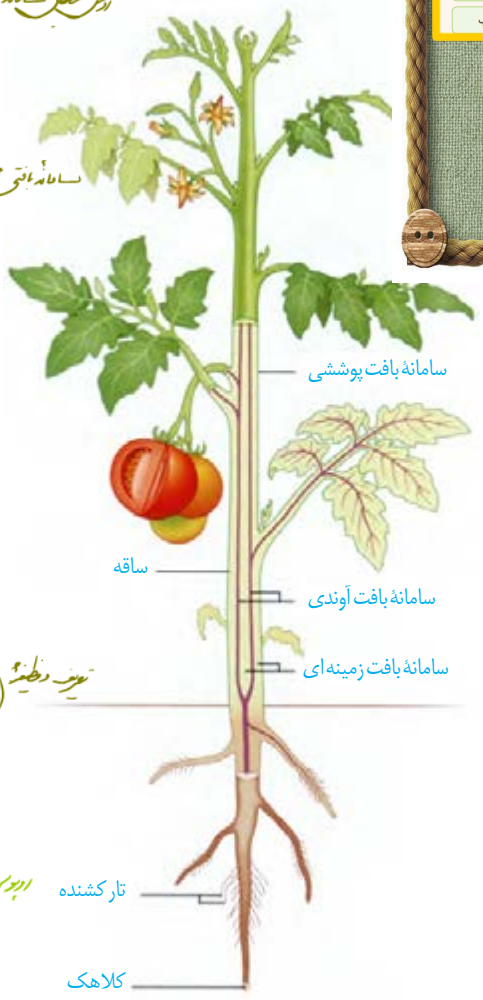
نخود ←

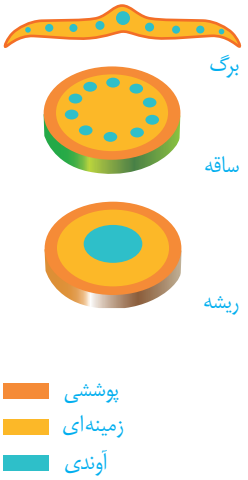
روناس ←


سطوح گیاهی
بافت‌های گیاهی
سامانه‌های بافتی
اندام‌های گیاهی
دستگاه‌های اندام گیاهی
اندام‌های گیاهی
روشی
ریشه
ساقه
برگ
اندام رویشی
اندام هوایی
زایشی
گل
میوه
دانه

گفتار ۲ سامانهٔ بافتی

اگر ریشه، ساقه و برگ را در نهان‌دانگان برش دهیم، سه بخش در آن‌ها قابل تشخیص است ؛ به هر یک از این بخش‌ها **سامانهٔ بافتی** می‌گویند زیرا هر سامانه از بافت‌ها و یاخته‌های گوناگونی تشکیل شده است؛ بنابراین پیکر گیاهان نهان‌دانه (گل‌دار) از سه سامانهٔ بافتی به نام‌های **پوششی**، **زمینه‌ای** و **آوندی** تشکیل می‌شود (شکل ۱۱). هر سامانهٔ بافتی، عملکرد خاصی دارد؛ مثلاً سامانهٔ بافت پوششی، اندام‌ها را در برابر خطرهایی حفظ می‌کند که در محیط بیرون قرار دارند. به نظر شما عملکرد دو سامانهٔ دیگر چیست؟ در ادامه، به توضیح هر یک از این سامانه‌ها می‌پردازیم.





شکل ۱۱ــ سه سامانهٔ بافتی در گیاه

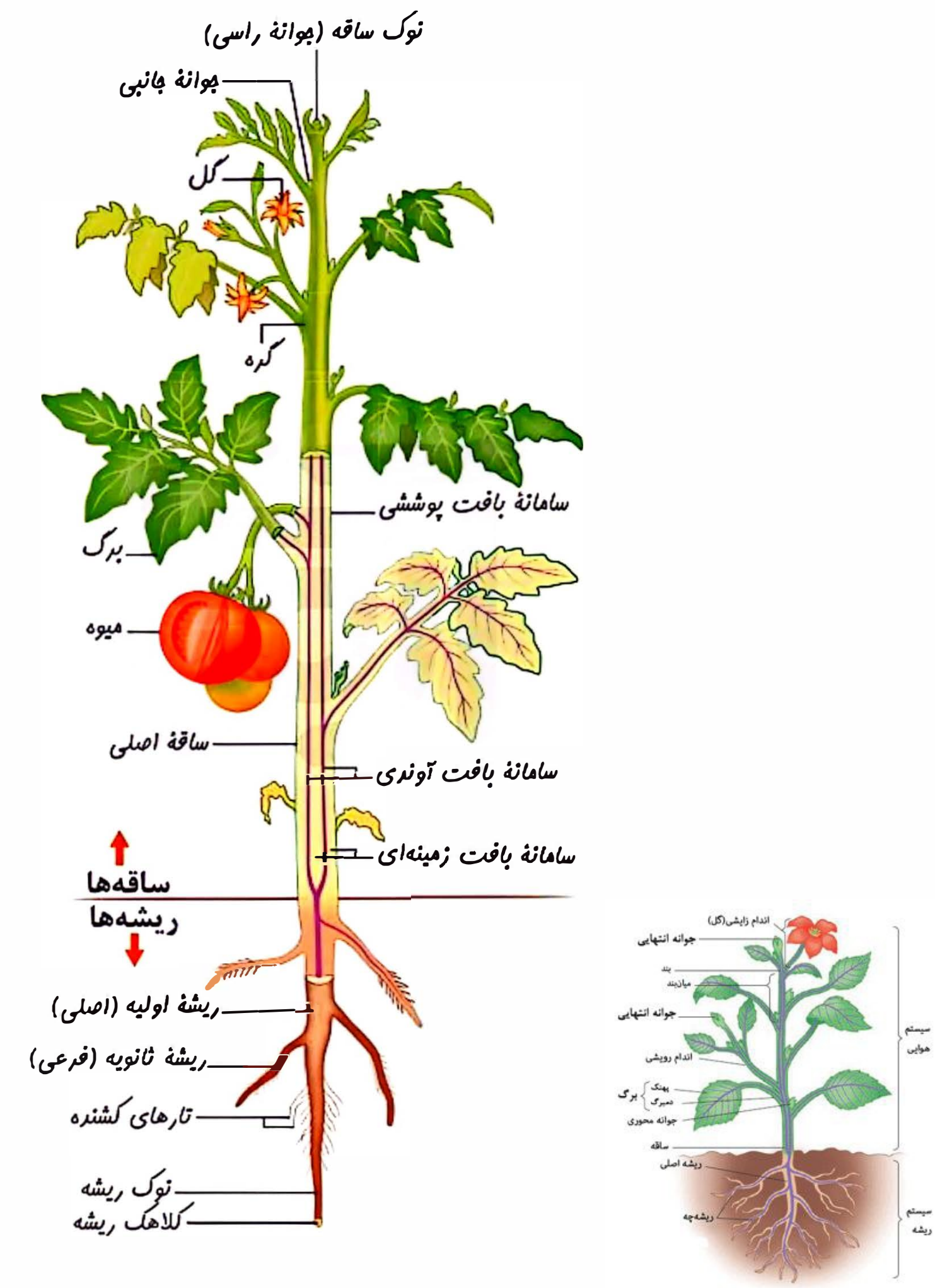
سامانهٔ بافت پوششی

این سامانه سراسر اندام گیاه را می‌پوشاند و آن را در برابر عوامل بیماری‌زا و تخریب‌گر، حفظ می‌کند؛ بنابراین عملکردی شبیه پوست در جانوران دارد.

سامانهٔ بافت پوششی در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های جوان **روپوست** نامیده می‌شود و معمولاً از یک لایه یاخته تشکیل شده است (شکل ۱۲). سامانهٔ بافت پوششی در اندام‌های مسنّ گیاه، **پیراپوست (پریدرم)** نامیده می‌شود و با آن در گفتار ۳، آشنا می‌شوید.

یکی از کارهای روپوست کاهش تبخیر آب از اندام‌های هوایی گیاه است؛ اما روپوست چگونه این کار را انجام می‌دهد؟ در شکل ۱۲ می‌بینید که لایه‌ای روی سطح بیرونی یاخته‌های روپوست قرار دارد. این لایه **پوستک** نامیده می‌شود. پوستک از ترکیبات لیپیدی ساخته شده است. یاخته‌های روپوستی این ترکیبات را می‌سازند. پوستک از ورود نیش حشرات و عوامل بیماری‌زا به گیاه، نیز جلوگیری می‌کند و در حفظ گیاه در برابر سرما نیز نقش دارد. بعضی گیاهان پوستک ضخیم دارند. پوستک به علت لیپیدی بودن به کاهش تبخیر آب از سطح برگ کمک می‌کند.

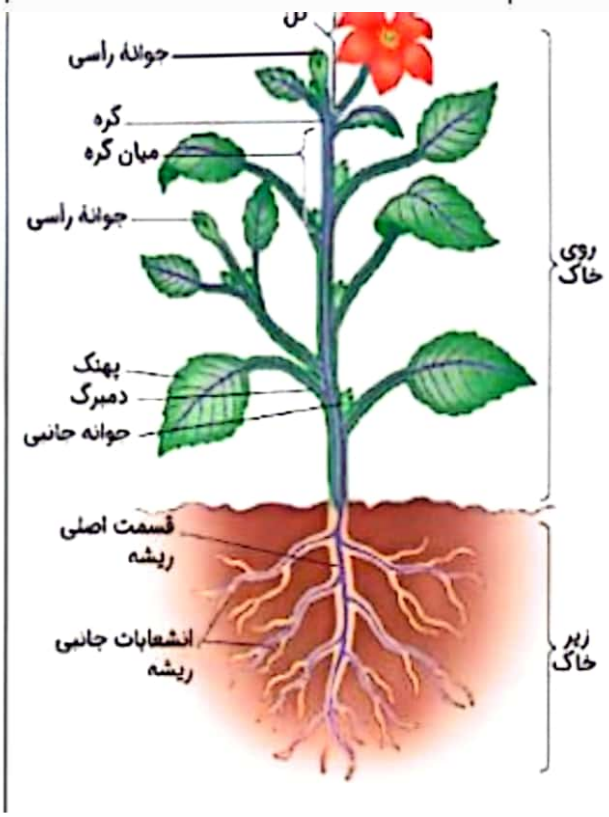
شکل ۱۲ــ روپوست در برگ

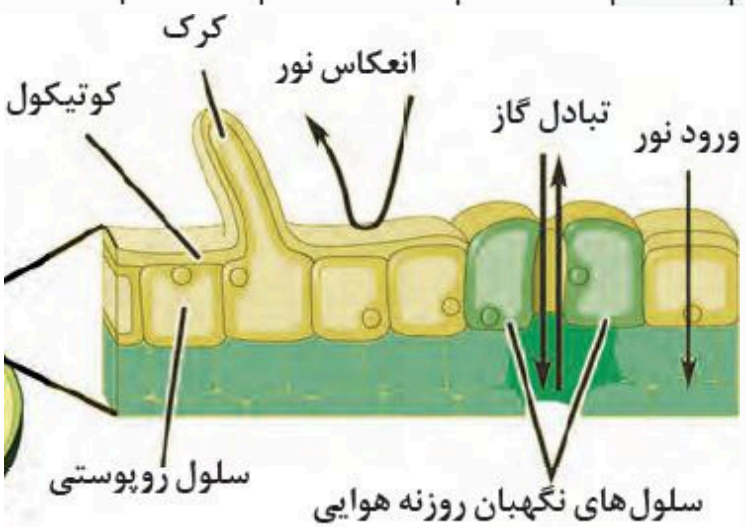

نوک ساقه (جوانهٔ راسی)
جوانهٔ جانبی
گل
گره
سامانهٔ بافت پوششی
برگ
میوه
ساقهٔ اصلی
سامانهٔ بافت آوندی
سامانهٔ بافت زمینه‌ای
ساقه‌ها
ریشه‌ها
ریشهٔ اولیه (اصلی)
ریشهٔ ثانویه (فرعی)
تارهای کشنده
نوک ریشه
کلاهک ریشه

اندام زایشی(گل)
جوانه انتهایی
بند
میان‌بند
جوانه انتهایی
اندام رویشی
برگ
پهنک
دمبرگ
جوانه محوری
ساقه
ریشه اصلی
ریشه‌چه
سیستم هوایی
سیستم ریشه

یاخته‌های گیاهی در یک نگاه

سامانه	بافت	یاخته	دیوارهٔ یاخته‌ای	پروتوپلاست	محل قرارگیری	وظیفه
پوششی	روپوست	تار کشنده	نخستین و نازک ـ دیوارهٔ شکمی یاختهٔ نگهبان، ضخیم است	زنده	فقط در ریشه	جذب آب از خاک
		کرک			اندام‌های هوایی گیاه	کاهش تبخیر از سطح برگ، سخت‌تر کردن حرکت حشرات، حس برخورد حشرات در برگ گیاه گوشتخوار
		ترشحی				ترشح مواد
		نگهبان روزنه				کنترل باز و بسته شدن منافذ ـ فتوسنتز
		روپوست			کل سطح اندام‌های جوان	محافظت از گیاه و کاهش تبخیر آب
	پریدرم	چوب‌پنبه + پارانشیم + یاختهٔ مریستمی	پسین و چوب‌پنبه‌ای	مرده	ساقه و ریشهٔ مسن	محافظت از گیاه و کاهش تبخیر آب
زمینه‌ای	پارانشیم	سبزینه‌دار	نخستین و نازک	زنده	اندام‌های سبز گیاه	فتوسنتز
		سایر			همه‌ی بخش‌های گیاه	ترمیم بافت آسیب‌دیده ـ ذخیرهٔ مواد
	کلانشیم	کلانشیم	نخستین و ضخیم	زنده	بیشتر در زیر روپوست	استحکام و انعطاف‌پذیری اندام‌های جوان
	اسکلرانشیم	اسکلرئید	پسین ضخیم و چوبی	مرده	قسمت‌های سخت گلابی	استحکام گیاه
		فیبر			بافت زمینه‌ای، در مجاورت بافت آوندی	
آوندی	چوبی	تراکئید	پسین ضخیم و چوبی شده	مرده	دسته‌های آوندی	انتقال شیرهٔ خام
		عنصر آوندی				
	آبکش	آوند آبکش	نخستین نازک	زنده	دسته‌های آوندی	انتقال شیرهٔ پرورده
		همراه				کمک به انتقال شیرهٔ پرورده در آوند آبکش





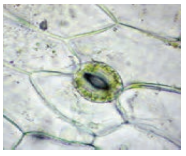
	کرک	نگهبان روزنه	یاختهٔ ترشحی	تارکشنده
در اندام هوایی قرار دارد	☑	☑	☑	☒
کلروپلاست دارد	☒	☑	☒	☒
کروی شکل است	☒	☒	☑	☒
در دفاع از گیاهان نقش دارد	☑	☒	-	☒
توانایی انجام مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای را دارد	☑	☑	☑	☑
تولید نوری ATP دارد	☒	☑	☒	☒
در حفظ پیوستگی شیرهٔ خام درون آوندهای چوبی نقش دارد	☑	☑	☑	☑

بعضی یاخته‌های روپوستی دراندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، کُرک و یاخته‌های ترشحی، تمایز می‌یابند (شکل ۱۳). یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر روپوست، سبزینه دارند. تار کشنده در ریشه‌های جوان، از تمایز یاخته‌های روپوست ایجاد می‌شود.

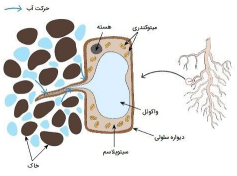
روپوستِ ریشه، پوستک ندارد. به نظر شما این ویژگی چه فایده‌ای دارد؟

نوع یاخته	محل	ویژگی	نقش
روپوست	روپوست تمام اندام‌های جوان	دارای دیوارهٔ نخستین نازک	محافظت از گیاه و کاهش تبخیر آب (تعرق)
روپوست	روپوست اندام‌های هوایی به‌ویژه برگ‌ها	ــــ	۱ـ به‌دام انداختن رطوبت هوا و ایجاد اتمس مرطوب در اطراف روزنه‌ها ← جلوگیری از خروج بیه از حد آب از برگ ۲ـ تحریک‌شدن در هنگام برخورد با حشره در ر تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار ← راه‌اندازی پیام‌هایی سبب بسته‌شدن برگ و به دام‌افتادن حشره می‌شو ۳ـ سخت‌تر کردن حرکت حشرات کوچک
روپوست	نگهبان روزنه	۱ـ ضخیم‌تر بودن دیوارهٔ شکمی نسبت به دیوارهٔ پشتی ۲ـ وجود آرایش شعاعی سلولز مانند کمربندی دور دیوارهٔ آن	تنظیم ورود و خروج گازها و بخار آب و تنظ میزان تعرق در روزنه‌های هوایی ۲ـ دارای سبزدیسه و توانایی فتوسنتز
روپوست	یاخته‌های ترشحی	درشت و کروی‌شکل	ترشح مواد
روپوست	تار کشنده	دارای نسبت سطح به حجم زیاد	افزایش سطح جذب مواد از خاک
پیراپوست	چوب‌پنبه	دارای دیوارهٔ چوب‌پنبه‌ای شده و نفوذناپذیر نسبت به آب و گازها	کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوا بیماری‌زا به گیاه
پیراپوست	پارانشیم	دارای دیوارهٔ نخستین نازک	ذخیرهٔ مواد غذایی و ترمیم گیاه هنگام زخمی شد

کُرک



الف)



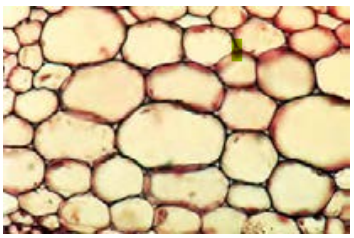
ب) یاختهٔ ترشحی

روزنه، ب) یاختهٔ ترشحی و کرک.

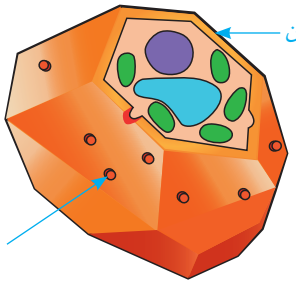
سامانهٔ بافت زمینه‌ای

این سامانه که فضای بین روپوست و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت پارانشیمی (نرم‌آکَند)، کُلانشیمی (چسب آکَند) و اسکلرانشیمی (سخت آکَند) تشکیل می‌شود.

بافت پارانشیمی رایج‌ترین بافت در این سامانه است. یاخته‌های پارانشیمی، دیوارهٔ نخستین نازک و چوبی نشده دارند؛ بنابراین نسبت به آب نفوذپذیرند (شکل ۱۴). وقتی گیاه زخمی می‌شود، این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و آن را بازسازی می‌کنند. بافت پارانشیمی کارهای متفاوتی، مانند ذخیرهٔ مواد و فتوسنتز انجام می‌دهد. پارانشیم سبزینه دار به‌فراوانی در اندام‌های سبزگیاه، مانند برگ دیده می‌شود.



الف)

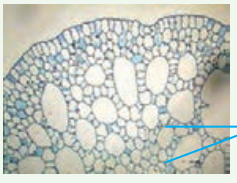


ب)

شکل ۱۴ــ الف) یاخته‌های پارانشیمی با دیوارهٔ نازک، ب) ترسیمی از این یاخته‌ها

فعّالیت ۶

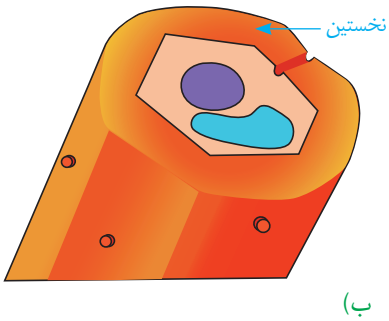
سامانهٔ بافت زمینه‌ای در گیاهان آبزی از پارانشیمی ساخته می‌شود که فاصلهٔ فراوانی بین یاخته‌های آن وجود دارد. این فاصله‌ها با هوا پر شده‌اند. این ویژگی چه اهمیتی برای گیاهی دارد که در آب زندگی می‌کند؟



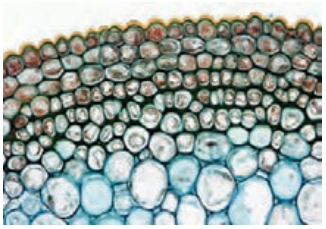
حفرهٔ هوا

بافت کلانشیم از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین ندارند؛ اما دیوارهٔ نخستین آنها ضخیم است. به همین علت ضمن ایجاد استحکام، سبب انعطاف‌پذیری اندام می‌شوند. این بافت مانع رشد اندام گیاهی نمی‌شود. (یاخته‌های کلانشیمی معمولاً زیر روپوست قرار می‌گیرند (شکل ۱۵).

	یاخته‌های پارانشیم	یاخته‌های کلانشیم
رایج‌ترین بافت سامانهٔ زمینه‌ای است.	✓	×
در کدام سامانه‌های بافتی وجود دارد؟	زمینه‌ای + آوندی + پوششی (پیراپوست)	زمینه‌ای
اندازهٔ یاخته	بزرگ‌تر و کوتاه‌تر	کوچک‌تر و طویل‌تر
یاخته‌هایی با توانایی فتوسنتز دارد.	✓	×
وضعیت دیوارهٔ نخستین	نازک	ضخیم
ارتباط بین یاخته‌های مجاور از چه طریقی است؟	پلاسمودسم	
نقش	فتوسنتز + ذخیرهٔ مواد + تکثیر و ترمیم گیاه	استحکام و انعطاف‌پذیری اندام‌های گیاه
وضعیت دیواره در مشاهده با میکروسکوپ	روشن‌تر	تیره‌تر
بر روی آن پوستک قرار می‌گیرد.	×	×
توسط کدام یاختهٔ مریستمی تولید می‌شود؟	مریستم‌های نخستین و پسین (کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز و آوندساز)	فقط مریستم نخستین
شکل		



ب)



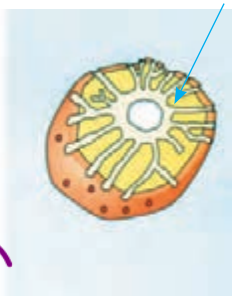
الف)

شکل ۱۵ــ الف) دیوارهٔ ضخیم یاخته‌های کلانشیمی به علت رنگ آمیزی تیره دیده می‌شود، ب) ترسیمی از یاختهٔ کلانشیمی

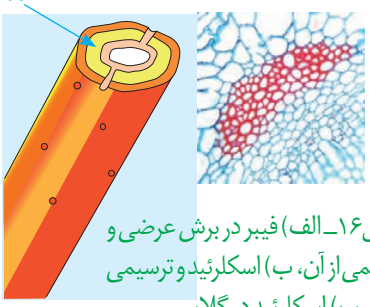
بافت اسکلرانشیم از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. ذره‌های سختی که هنگام خوردن گلابی زیر دندان حس می‌کنیم، مجموعه ای از این یاخته‌هاست. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین ضخیم و چوبی شده دارند. (چوبی شدن دیواره، به علت تشکیل ماده‌ای به‌نام **لیگنین** (چوب) است که در نهایت سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود.) این یاخته‌ها نقش استحکامی دارند.

دو نوع یاختهٔ اسکلرانشیمی وجود دارد. **اسکلرئید**ها، یاخته‌های کوتاه و **فیبر**ها، یاخته‌های دراز اسکلرانشیمی‌اند. از فیبرها در تولید طناب و پارچه نیز استفاده می‌کنند.

پ)



ب)



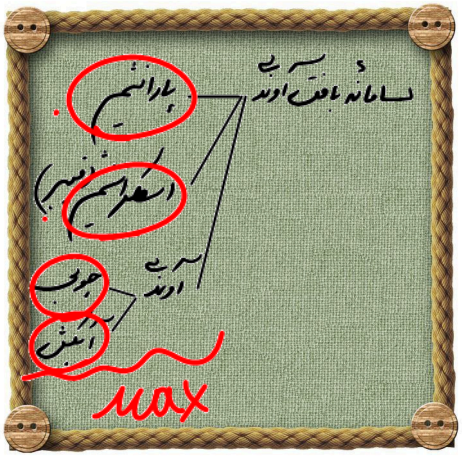
الف)

شکل ۱۶ــ الف) فیبر در برش عرضی و ترسیمی از آن، ب) اسکلرئید و ترسیمی از آن، پ) اسکلرئید در گلابی

سامانه بافت آوندی

این سامانه بافتی، ترابری مواد را در گیاه بر عهده دارد، زیرا دارای **بافت آوند چوبی** و **بافت آوند آبکشی** است. به یاد می‌آورید این دو نوع بافت چه تفاوت اساسی با هم دارند؟

اصلی‌ترین یاخته‌های این بافت‌ها، یاخته‌هایی‌اند که آوندها را می‌سازند و همان طور که می‌دانید



شیرهٔ خام و پرورده را در سراسر گیاه جابه‌جا می‌کنند. در این بافت‌ها علاوه بر آوندها، یاخته‌های دیگری مانند یاخته‌های پارانشیمی و فیبر نیز وجود دارد.

آوندهای چوبی یاخته‌های مرده‌ای‌اند که دیوارهٔ چوبی شدهٔ آنها، به جا مانده است. لیگنین در دیوارهٔ یاخته‌های آوندچوبی به شکل‌های متفاوتی قرار می‌گیرد (شکل ۱۷).

شکل ۱۷ــ آوندهای چوبی به شکل‌های متفاوتی دیده می‌شوند.

بعضی آوندهای چوبی از یاخته‌های دوکی شکل دراز به نام **تراکئید** ساخته شده‌اند. درحالی که بعضی دیگر، از به دنبال هم قرار گرفتن یاخته‌های کوتاهی به نام **عنصر آوندی** تشکیل می‌شوند. در عناصر آوندی دیوارهٔ عرضی از بین رفته و لولهٔ پیوسته‌ای تشکیل شده است.

آوند آبکش از یاخته‌هایی ساخته می‌شود که دیوارهٔ نخستین سلولزی دارند. دیوارهٔ عرضی در این یاخته‌ها صفحهٔ آبکشی دارد. این یاخته‌ها هسته ندارند، اما زنده‌اند؛ زیرا سیتوپلاسم آنها از بین نرفته است. در کنار آوندهای آبکش نهان‌دانگان، **یاخته‌های همراه** قرار دارند. این یاخته‌ها به آوندهای آبکش در ترابری شیرهٔ پرورده کمک می‌کنند (شکل ۱۸). همان‌طور که در شکل ۱۸ می‌بینید، دسته‌های فیبر، آوندها را در بر گرفته‌اند.

شکل ۱۸ــ آوندهای چوبی و آبکشی در یک دستهٔ آوندی

	تراکئید	عنصر آوندی	آوند آبکش
موقعیت در یک دستهٔ آوندی	بین دوتای دیگه!	داخلی‌تر	خارجی‌تر
هسته دارد؟	×	×	×
دیوارهٔ پسین دارد؟	✓	✓	×
دیوارهٔ عرضی دارد؟	—	×	✓ (صفحهٔ آبکشی)
نوع شیرهٔ گیاهی را حمل می‌کند؟	شیرهٔ خام		شیرهٔ پرورده
شکل یاخته‌ها	دراز، باریک و دوکی‌شکل	کوتاه و پهن	دراز
روش انتقال مواد	از طریق لان‌ها و از طریق فضای داخلی یاخته‌ها	از طریق انتهای یاخته‌ها که به هم متصل هستند.	از طریق صفحهٔ آبکشی

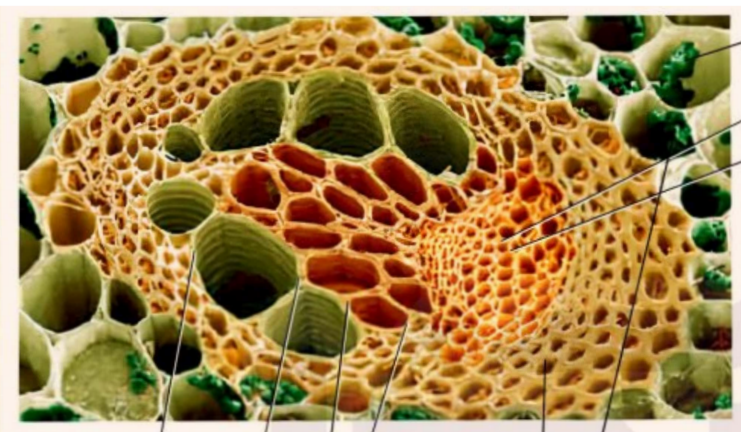
قطورترین یاختهٔ آوندی: عنصر آوندی
مرکزی‌ترین یاختهٔ آوندی: تراکئید
خارجی‌ترین یاختهٔ آوندی: عنصر آوندی و آوند آبکش
مستحکم‌ترین یاختهٔ آوندی: آوند چوبی

فعّالیت ۷

الف) سه سامانهٔ بافتی و انواع یاخته‌های سامانهٔ بافت زمینه ای را با هم مقایسه کنید.

ب) مقدار بافت آوندچوبی در ساقهٔ چوبی شده، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. این وضع چه اهمیتی برای گیاه دارد؟

نام یاخته	دیوارهٔ نخستین	دیوارهٔ پسین	ویژگی دیواره	لیگنین در دیواره	شکل یاخته	وجود لان	وجود پلاسمودسم	مانع از رشد بافت	در حالت بلوغ	قدرت تقسیم	نقش	مکان
پارانشیم	نازک و منعطف	ندارد	نازک	ندارد	کوتاه و چندوجهی	دارد (زیاد)	دارد	نمی‌شود	زنده	دارد	فتوسنتز، ذخیرهٔ مواد، بازسازی زخم	پوست ساقه و ریشه، در میانبرگ برگ‌ها و در بافت آوندی
کلانشیم	ضخیم و منعطف	ندارد	ضخیم	ندارد	دراز و کشیده	دارد	دارد	نمی‌شود	زنده	ندارد	استحکام و انعطاف‌پذیری	معمولن در زیر روپوست
فیبر	دارد	دارد	ضخیم و چوبی	دارد	دراز و کشیده	دارد	ندارد[1]	می‌شود	مرده	ندارد	استحکام	در بافت آوندی و در بافت زمینه‌ای
اسکلرئید	دارد	دارد	ضخیم و چوبی	دارد	کوتاه	دارد	ندارد	می‌شود	مرده	ندارد	استحکام	در برخی میوه‌ها مثل گلابی

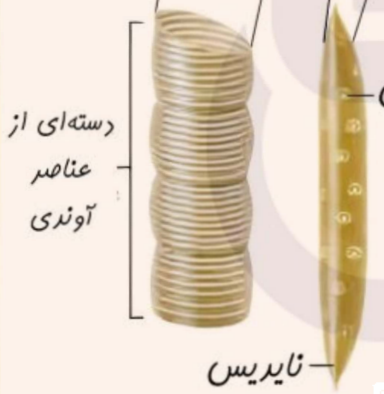


اجزای آوند آبکش

یاخته‌های آبکش نوعی یاختهٔ زنده بوده که از انتها به سر یاختهٔ دیگر خود متصل می شوند و آوندهای آبکش را به وجود می آورند

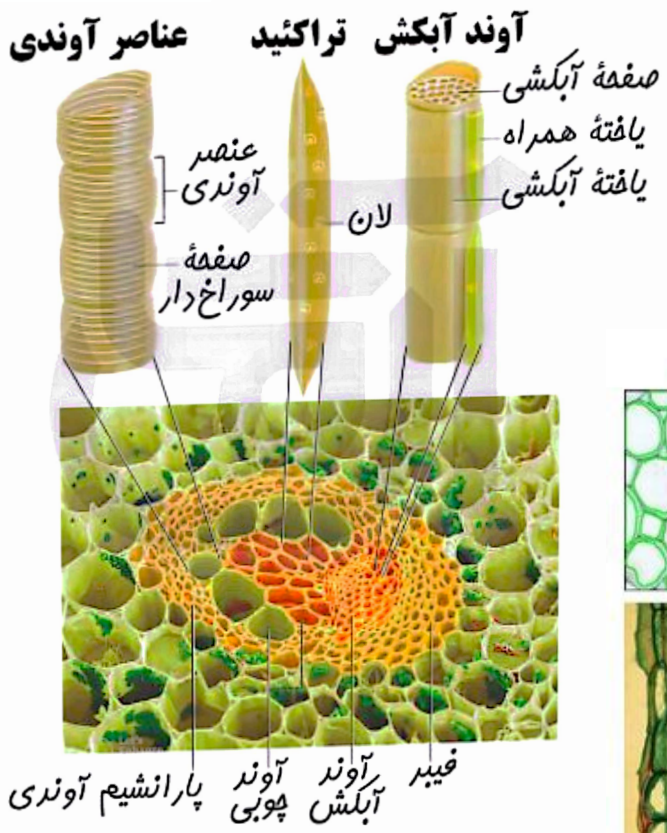
یاخته‌های همراه این اجزا را پشتیبانی متابولیکی کرده و قندها را به آن‌ها وارد می‌کنند

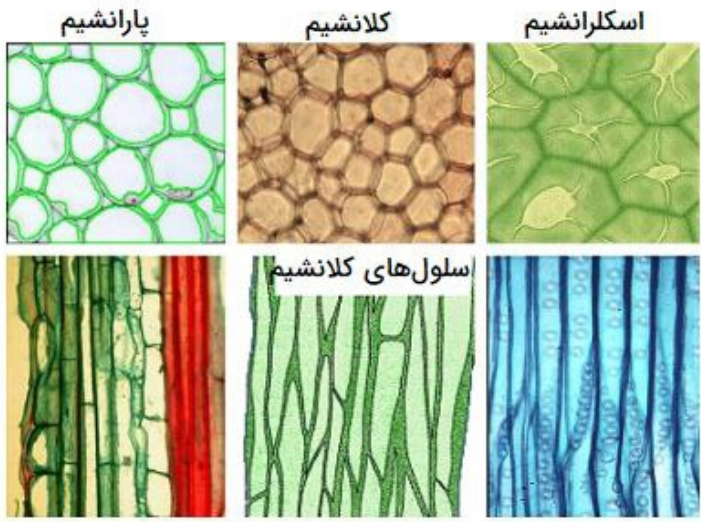
همچنین یاخته‌های همراه، عمدهٔ انرژی مورد نیاز این آوندها را تامین می‌کنند



اجزای آوند چوبی

در بافت بالغ، نایدیس‌ها و عناصر آوندی مرده هستند اما دیوارهٔ لان دار آن‌ها باقی مانده و به عنوان مجرای آب عمل می‌کنند





	تراکئید	عنصر آوندی	آوند آبکش
موقعیت در یک دستهٔ آوندی	مرکزی‌تر	محیطی‌تر	محیطی‌تر
هسته	×	×	×
دیوارهٔ پسین چوبی‌شده	✓	✓	×
دیوارهٔ عرضی	✓	×	✓ (صفحهٔ آبکشی)
چه نوع شیرهٔ گیاهی را حمل می‌کند؟	شیرهٔ خام		شیرهٔ پرورده
شکل یاخته‌ها	دراز، باریک و دوکی‌شکل	کوتاه و پهن	دراز
روش انتقال مواد	از طریق لان‌ها	از طریق انتهای یاخته‌ها که به هم متصل هستند و از طریق لان	از طریق صفحهٔ آبکشی بین آوندهای آبکشی

۱ آوندها تنها یاخته‌های بافت آوندی نیستند و در سامانهٔ بافت آوندی یاخته‌های دیگری نظیر یاخته‌های پارانشیمی (رایج‌ترین یاختهٔ بافت زمینه‌ای)، فیبرها (یاخته‌های دراز و باریک دارای دیوارهٔ پسین) و یاخته‌های همراه وجود دارند.

۲ فیبرها دور تا دور دستهٔ آوندی را احاطه می‌کنند و نقش حفاظتی برای آوندها دارند. تراکم فیبرها در مجاورت آوندهای آبکش بیشتر از آوندهای چوبی است.

۳ در مجاورت فیبرها می‌توان یاخته‌های پارانشیمی را مشاهده کرد که دیوارهٔ نازک‌تر و قطر بیشتری نسبت به فیبرها دارند.

۴ در دستهٔ آوندی، آوندهای چوبی حجم بیشتری را نسبت به آوندهای آبکشی به خود اختصاص داده‌اند.

۵ در یک دستهٔ آوندی خارجی‌ترین آوندها (نزدیک‌ترین به روپوست)، آوندهای آبکش و داخلی‌ترین آوندها (نزدیک‌ترین به مرکز گیاه) عناصر آوندی هستند.

۶ مرکزی‌ترین آوندهای یک دستهٔ آوندی، تراکئیدها هستند.

۷ آوندها از نظر قطر (معمولاً): عناصر آوندی > تراکئیدها > آوندهای آبکشی

۸ ازآنجایی‌که قطر عناصر آوندی بیشتر از تراکئیدهاست، شیرهٔ خام در عناصر آوندی به مقدار بیشتر و با سرعت بیشتری هدایت می‌شود.

۹ در دستهٔ آوندی می‌توان عناصر آوندی یافت که قطر کمتری نسبت به بعضی تراکئیدها دارند.

۱۰ هر تراکئید طولی به اندازهٔ چند یاختهٔ عنصر آوندی دارد.

۱۱ تعداد لان‌های تراکئیدها به مراتب بیشتر از عناصر آوندی است؛ در نتیجه در تراکئیدها مواد به میزان بیشتری از طریق لان‌ها جابه‌جا می‌شوند.

۱۲ یاخته‌های همراه طول و قطر کمتری نسبت به یاخته‌های آوند آبکشی دارند.

۱۳ از آن‌جایی که اندازهٔ یک یاختهٔ آوند آبکشی بزرگ‌تر از یک یاختهٔ همراه است، به ازای هر یاختهٔ آوند آبکشی بیش از یک یاختهٔ همراه نیاز است.

۱۴ فیبرها می‌توانند با همهٔ یاخته‌های آوندی تماس داشته باشند.

۱۵ تراکئیدها می‌توانند با فیبرها، عناصر آوندی و یاخته‌های آوند آبکشی تماس داشته باشند.

۱۶ عناصر آوندی می‌توانند با تراکئیدها و فیبرها تماس داشته باشند. همهٔ عناصر آوندی لزوماً به تراکئید اتصال ندارند!

۱۷ یاخته‌های آوند آبکشی می‌توانند در تماس با فیبرها، تراکئیدها و یاخته‌های همراه باشند.

۱۸ در یک دستهٔ آوندی، یاخته‌های آوند آبکشی و عناصر آوندی ممکن است هیچ تماسی با هم نداشته باشند.

ویژگی	یاختهٔ مربوطه	ویژگی	یاختهٔ مربوطه
یاخته‌های زندهٔ سامانهٔ آوندی	همراه + پارانشیم + آوند آبکش	یاخته‌هایی با دیوارهٔ چوبی‌شده	فیبر + آوندهای چوبی
یاختهٔ زندهٔ بدون هستهٔ سامانهٔ آوندی	آوند آبکش	یاخته‌های حمل‌کنندهٔ شیرهٔ پرورده	آوند آبکش
یاخته‌های حمل‌کنندهٔ شیرهٔ خام	آوندهای چوبی	یاخته‌های مؤثر در جابه‌جاشدن شیرهٔ پرورده در گیاه	آوند آبکش + همراه + آوند چوبی (به دلیل ورود آب از آن به آوند آبکش)
یاخته‌هایی با دیوارهٔ نخستین نازک	پارانشیم + آوند آبکش + یاختهٔ همراه + آوندهای چوبی + فیبر[1]	یاخته‌های واجد دیوارهٔ عرضی	آوند آبکش (صفحهٔ آبکشی) + نوعی آوند چوبی (تراکئید)

یاخته‌های سامانه بافت زمینه‌ای

نوع یاخته	پارانشیمی	کلانشیمی	اسکلرانشیمی	
			اسکلرئید	فیبر
شکل				
طول	کوتاه	بلند	کوتاه	بلند
محل قرارگیری	۱ـ رایج‌ترین در سامانهٔ بافت زمینه‌ای ۲ـ سامانهٔ بافت آوندی ۳ـ پیراپوست (پریدرم) ۴ و ۵ـ [فصل ۸ یازدهم] بافت خورش + درون‌دانه (آندوسپرم)	معمولاً در زیر روپوست	ذره‌های سخت سامانهٔ بافت زمینه‌ای گلابی	۱ـ سامانهٔ بافت زمینه‌ای ۲ـ اطراف دسته‌های آوندی
کاربرد	ـــــ	ـــــ	ـــــ	تولید طناب و پارچه
فضای بین‌یاخته‌ای	۱ـ معمولاً کم ۲ـ در گیاهان آبزی، زیاد	کم	کم	
دیوارهٔ نخستین	✓ نازک	✓ ضخیم	✓	
دیوارهٔ پسین	✗	✗	✓ چوبی‌شده	
چوبی‌شدن دیواره	✗	✗	✓	
لان	✓	✓	✓	
پروتوپلاست	✓	✓	✗ مرگ پس از چوبی‌شدن دیواره	
توانایی رشد	✓	✓	✗	
نقش استحکامی	✗	✓	✓	
توانایی تقسیم	✓ پس از زخمی‌شدن گیاه، برای ترمیم زخم	✗	✗	
داشتن سبزینه و فتوسنتز	پارانشیم سبزینه‌دار (غلاف آوندی در گیاهان C_4 و میانبرگ نرده‌ای و اسفنجی)	✗	✗	
وظیفه	۱ـ ذخیرهٔ مواد ۲ـ فتوسنتز	۱ـ استحکام ۲ـ انعطاف‌پذیری اندام	استحکام	

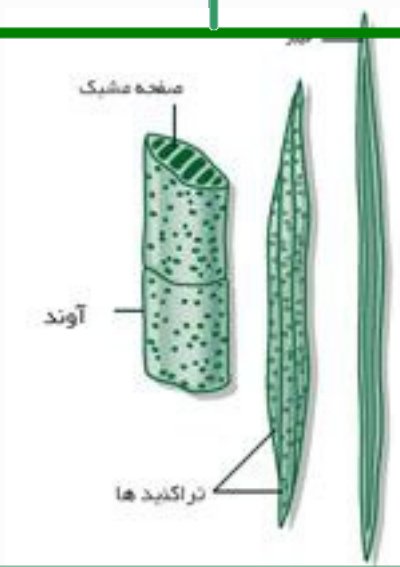
انواع یاخته‌های آوندی

نوع آوند	آوند چوبی		آوند آبکش
	تراکئید	عنصر آوندی	
پروتوپلاست	✗	✗	شامل غشای یاخته و میان‌یاخته
هسته	✗	✗	✗
دیواره	دیوارهٔ پسین چوبی‌شده	دیوارهٔ پسین چوبی‌شده	دیوارهٔ نخستین سلولزی
شکل یاخته	دراز، دوکی‌شکل و باریک	کوتاه و دارای انتهای گِرد	گِرد
قطر دهانه	متوسط	زیاد	کم
دیوارهٔ عرضی	دیوارهٔ منفذدار	✗	دیوارهٔ منفذدار به‌صورت صفحهٔ آبکشی
نقش	ترابری شیرهٔ خام (آب و مواد معدنی)	ترابری شیرهٔ خام (آب و مواد معدنی)	ترابری شیرهٔ پرورده (آب و مواد آلی)
جهت ترابری مواد	فقط به سمت بالا	فقط به سمت بالا	در تمام جهات

سامانهٔ بافت زمینه‌ای

ویژگی	نرم‌آکنه (پارانشیم)	چسب‌آکنه (کلانشیم)	سخت‌آکنه (اسکلرانشیم)
تیغهٔ میانی	✓	✓	✓
دیوارهٔ نخستین	✓ (نازک و چوبی‌نشده ← نفوذپذیر نسبت به آب)	✓ (ضخیم)	✓
دیوارهٔ پسین	✗	✗	دارند (ضخیم و چوبی‌شده)
وضعیت پروتوپلاست	زنده	زنده	مرده
وظیفه	ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده / ذخیرهٔ مواد (آندوسپرم) / فتوسنتز	استحکام / انعطاف‌پذیری اندام	استحکام اندام
توضیحات	نرم‌آکنهٔ سبزینه‌دار به فراوانی در اندام‌های سبز گیاه مانند برگ دیده می‌شود. / رایج‌ترین بافت در سامانهٔ بافت زمینه‌ای است.	معمولاً زیر روپوست قرار می‌گیرد. / مانع رشد اندام گیاهی نمی‌شود.	ذره‌های سخت گلابی مجموعه‌ای از یاخته‌های این بافت است. / فیبرها در تولید طناب و پارچه نیز استفاده می‌شوند.

	پارانشیم	کلانشیم	اسکلرئید	فیبر
فاقد دیوارهٔ پسین است.	✓	✓		✗
می‌تواند فتوسنتز انجام بدهد.	✓	–		✗
دیوارهٔ ضخیمی دارد.	✗	✓		✓
در دیوارهٔ آن لیگنین رسوب می‌کند.	✗	✗		✓
شکلی دراز و کشیده دارد.	✗	✓	✗	✓
توانایی مضاعف‌سازی مادهٔ وراثتی هسته‌ای خود را دارد.	✓		✗	
قابلیت رشد خود را در طول حیات حفظ می‌کند.	✓			✗
مستحکم‌ترین یاخته‌های سامانهٔ زمینه‌ای هستند.	✗			✓
رایج‌ترین یاخته‌های سامانهٔ زمینه‌ای هستند.	✓		✗	
مناطق نازک‌مانده‌ای در دیوارهٔ خود دارد.		✓		
می‌تواند خارج از سامانهٔ زمینه‌ای قرار بگیرد.	✓ (مثلن در بافت آوندی)		✗	✓ (مثلن در بافت آوندی)



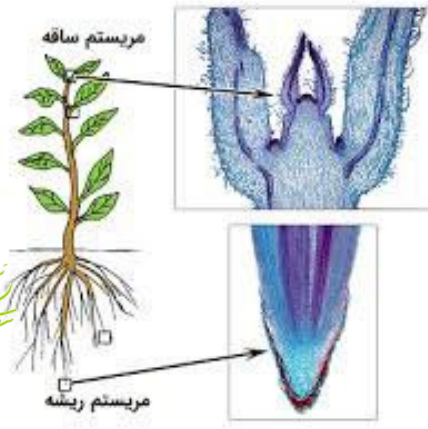
- ✓ در تنظیم گازهای ورودی به گیاه نقش دارد: سامانهٔ بافت پوششی (نگهبان روزنه + کرک + پوستک)
- ✓ فضای بین روپوست و بافت آوندی را پر می‌کند: سامانهٔ بافت زمینه‌ای
- ✓ با تقسیم خود، موجب ترمیم بخش‌های آسیب‌دیدهٔ گیاه می‌شود: سامانهٔ بافت زمینه‌ای (پارانشیم)
- ✓ به ذخیرهٔ مواد آلی در گیاه می‌پردازد: سامانهٔ بافت زمینه‌ای (پارانشیم)
- ✓ به تأمین اکسیژن موردنیاز گیاهان آبزی می‌پردازد: سامانهٔ بافت زمینه‌ای (پارانشیم هوادار)
- ✓ سبب انعطاف‌پذیری اندام‌های گیاهان می‌شود: سامانهٔ بافت زمینه‌ای (کلانشیم)
- ✓ ذرات سخت موجود در میوه‌هایی مانند گلابی را تشکیل می‌دهد: سامانهٔ بافت زمینه‌ای (اسکلرانشیم (اسکلرئید))
- ✓ در تولید طناب و پارچه استفاده می‌شود: سامانهٔ بافت زمینه‌ای (اسکلرانشیم (فیبر))
- ✓ ترابری مواد آلی و معدنی را در گیاه برعهده دارد: سامانهٔ بافت آوندی
- ✓ حاوی یاخته‌های مرده با دیوارهٔ پسین چوبی شده است: سامانهٔ بافت زمینه‌ای (اسکلرانشیم) + سامانهٔ بافت آوندی (آوند چوبی)
- ✓ لولهٔ پیوسته را ایجاد می‌کند: سامانهٔ بافت آوندی (آوند چوبی (عناصر آوندی))
- ✓ لولهٔ ناپیوسته را ایجاد می‌کند: سامانهٔ بافت آوندی (آوند آبکش + آوند چوبی (تراکئید))

گفتار ۳ ساختار گیاهان

از دانه تا درخت

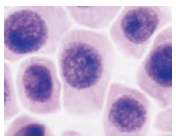
چگونه از دانه‌ای کوچک، گیاهی چندین برابر بزرگ‌تر یا درختی با چندین متر طول ایجاد می‌شود؟ چه چیزی سبب می‌شود که گیاهان، شاخه و برگ جدید تولید کنند؟ یا چرا از شاخه یا ساقهٔ جدا شده، گیاه کاملی ایجاد می‌شود؟

تا به اینجا دانستید که پیکر گیاه آوندی از سه سامانهٔ بافتی ساخته می‌شود؛ اما منشأ این سامانه‌های بافتی چیست؟ برای پاسخ به این پرسش باید به نوک ساقه و ریشه توجه کنیم.

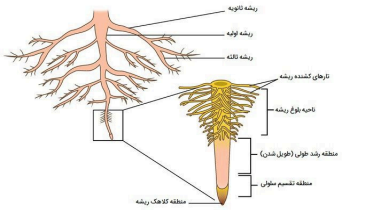


در نوک ساقه و ریشه، **یاخته‌های مریستمی** وجود دارند که دائماً تقسیم می‌شوند و یاخته‌های موردنیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی را تولید می‌کنند. این یاخته‌ها به طور فشرده قرار می‌گیرند و هستهٔ درشت آنها که در مرکز قرار دارد، بیشترِ حجمِ یاخته را به خود اختصاص می‌دهد. در ادامه، انواع مریستم را بررسی می‌کنیم.

مریستمِ نخستین ریشه: این مریستم نزدیک به انتهای ریشه قرار دارد و با بخش انگشتانه مانندی به نام **کلاهک** پوشیده می‌شود. کلاهک ترکیب پلی ساکاریدی ترشح می‌کند که سبب لزج شدن سطح آن و درنتیجه نفوذ آسان ریشه به خاک می‌شود. یاخته‌های سطح بیرونی کلاهک به طور مداوم می‌ریزند و با یاخته‌های جدید، جانشین می‌شوند. کلاهک این مریستم را در برابر آسیب‌های محیطی، حفظ می‌کند.



الف) یاخته‌های مریستمی



کلاهک

ب) نوک ریشه

شکل ۱۹ــ الف) یاخته‌های مریستمی، ب) نوک ریشه در مشاهده با میکروسکوپ نوری

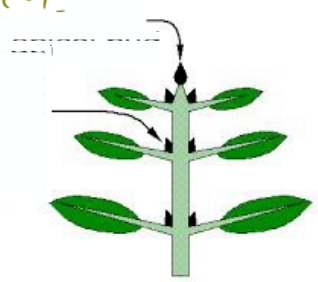
مریستمِ نخستین ساقه: این مریستم عمدتاً در جوانه‌ها قرار دارد. جوانه‌ها مجموعه‌ای از یاخته‌های مریستمی و برگ‌های بسیار جوان‌اند. رشد جوانه‌ها علاوه بر افزایش طول ساقه، به ایجاد شاخه‌ها و برگ‌های جدیدی نیز می‌انجامد. جوانه‌ها را براساس محلی که قرار دارند در دو گروه جوانهٔ رأسی (انتهایی) و جوانهٔ جانبی قرار می‌دهند (شکل ۲۰).

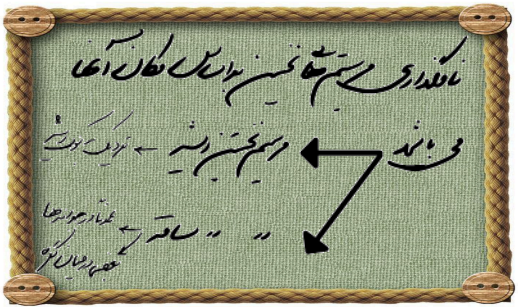
مریستم نخستین علاوه بر جوانه‌ها، در فاصلهٔ بین دو گره در ساقه یا شاخه نیز وجود دارد. **گره**، محلی است که برگ به ساقه یا شاخه متصل است.

نتیجهٔ فعّالیت مریستم نخستین، افزایش طول و تا حدودی عرضِ ساقه، شاخه و ریشه و نیز تشکیل برگ و انشعاب‌های جدید ساقه و ریشه است. چون با فعّالیت این مریستم ساختار نخستین گیاه شکل می‌گیرد، به آن، مریستم نخستین می‌گویند.

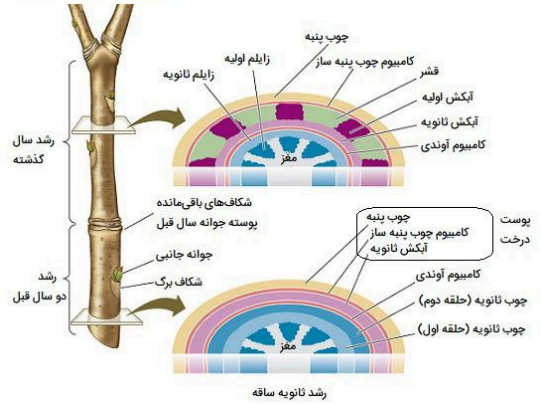
مقایسهٔ جامع یاخته‌های مریستمی

	مریستم نخستین		مریستم پسین	
انواع	مریستم نخستین ریشه	مریستم نخستین ساقه	کامبیوم آوندساز	کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز
در چه گیاهانی وجود دارند	در همهٔ گیاهان آوندی		گیاهان دولپه‌ای چوبی (مسن)	
موقعیت در گیاه	نزدیک به نوک ریشه	درون جوانه‌ها (رأسی و جانبی) و فاصلهٔ بین ۲ گره	زیر پوست (بین آبکش نخستین و چوب نخستین)	در پوست (بین چوب‌پنبه و پارانشیم)
روش محافظت	توسط یاخته‌های کلاهک	توسط یاخته‌های جوانه و سایر یاخته‌ها	—	—
تولید کدام یاخته‌ها یا بافت‌ها؟	همهٔ انواع سامانه‌های بافتی		آبکش پسین + چوب پسین	پارانشیم + چوب‌پنبه
چه نوع رشدی را باعث می‌شوند.	طولی و تا حدودی قطری		قطری	
نقش در ایجاد اندام‌های جدید	ایجاد انشعابات جدید ریشه	ایجاد برگ و انشعابات جدید ساقه	—	—
نقش در تشکیل پوست درخت	—	—	تولید آبکش‌های پسین	تولید پیراپوست



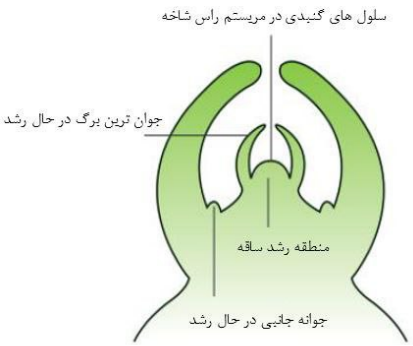


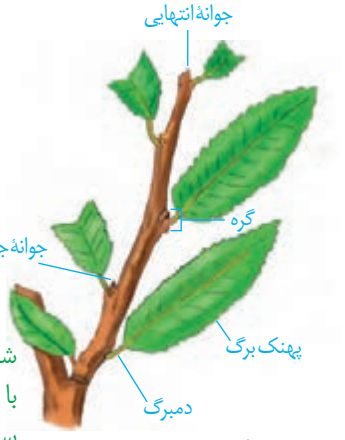
- مریستم‌های نخستین
  - مریستم‌های نخستین ریشه
    - نزدیک به انتهای ریشه
    - کلاهک
      - ۱) محافظت
      - ۲) نفوذ آسان‌تر به خاک از طریق ترشح ترکیب پلی‌ساکاریدی
  - مریستم‌های نخستین ساقه
    - عمدتاً در جوانه‌ها
      - جوانه‌های رأسی (انتهایی)
      - جوانه‌های جانبی
    - جوانه: ساختهای مریستمی + برگ‌های بسیار جوان
    - مریستم‌های میان‌گرهی
  - افزایش طول و تا حدودی عرض ساقه، شاخه و ریشه و ایجاد برگ و انشعابات جدید
- مریستم‌ها
  - • ساختهای بنیادی موجود در گیاهان
    • دارای قابلیت ساخت انواع بافت‌های گیاهی
    • دارای هسته بزرگ مرکزی و سیتوپلاسم اندک
  - مریستم‌های پسین (کامبیوم)
    - کامبیوم چوب آبکش (آوندساز)
      - بین آوندهای آبکش و چوب نخستین
      - تولید آوند چوبی به سمت داخل (بیش‌تر)
      - تولید آوند آبکش به سمت خارج
    - کامبیوم چوب پنبه‌ساز
      - قرار گرفته در سامانه بافت زمینه‌ای ساقه و ریشه
      - تولید ساختهای پارانشیمی به سمت داخل
      - تولید بافت چوب پنبه‌ای به سمت خارج
      - ایجاد ساختار پیراپوست (پریدرم)



رشد ثانویه ساقه

	مریستم نخستین		مریستم پسین	
	مریستم نخستین ریشه	مریستم نخستین ساقه	کامبیوم آوندساز	کامبیوم چوب پنبه‌ساز
در چه گیاهانی وجود دارند	در همهٔ گیاهان آوندی		گیاهان دولپه‌ای چوبی	
موقعیت در گیاه	نزدیک به نوک ریشه	درون جوانه‌ها و فاصله بین ۲ گره	زیرپوست(درسامانه‌آوندی)	بافت زمینه ای (پوست)
روش محافظت	توسط یاخته‌های کلاهک	توسط یاخته های جوانه و سایر یاخته‌ها	-	-
چه نوع رشدی را باعث می‌شوند	طولی و تا حدوی قطری		قطری	
نقش در ایجاد اندام‌های جدید	ایجاد انشعابات جدید ریشه	ایجاد برگ و انشعابات جدید ساقه	-	-
نقش در تشکیل پوست درخت	-	-	تولید آبکش‌های پسین	تولید پیراپوست





ب)

الف)

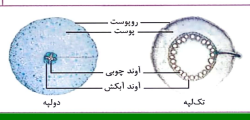
شکل ۲۰ـ الف) مریستم ساقه در مشاهده با میکروسکوپ نوری، ب) ترسیمی از ساقه و محل مریستم‌ها در آن

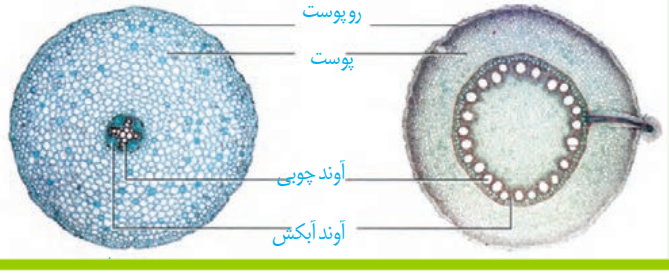
فعّالیت ۸

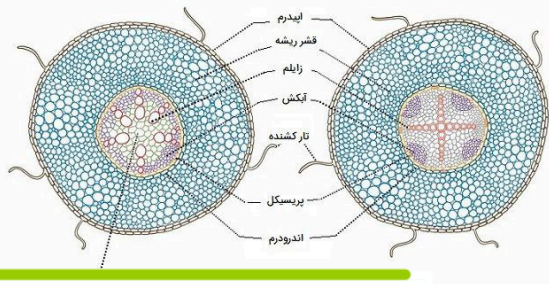
ساختار نخستین ساقه و ریشه

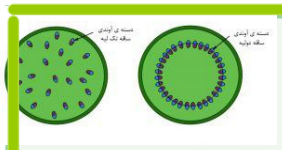
شکل‌های زیر، ساختار نخستین ساقه و ریشه را در نوعی گیاه تک لپه و نوعی گیاه دو لپه نشان می‌دهد.

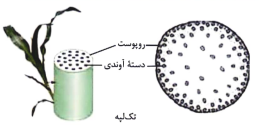
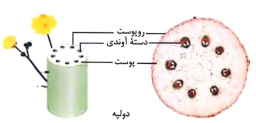
برای مشاهدهٔ چگونگی قرارگیری سه سامانهٔ بافتی در ساختار نخستین گیاه، باید از ریشه و ساقه، برش تهیه کنیم.

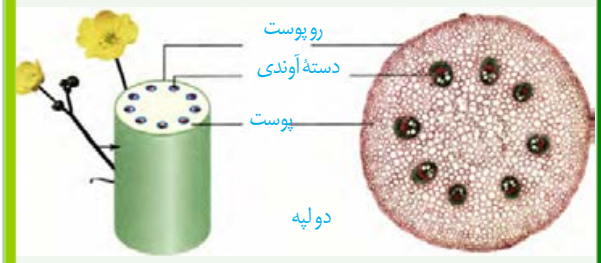
	ریشهٔ گیاه تک‌لپه	ریشهٔ گیاه دولپه
استوانهٔ آوندی دارد	✓	✓
قطر استوانهٔ آوندی	بیشتر از دیگری	کم‌تر از دیگری
شکل ریشه	افشان با انشعابات زیاد	ضخیم و مستقیم
بافت مغز دارد	✓	×
حجم پوست	کم	زیاد
پوستک		×
عدسک	×	✓ (مسن)
شکل		

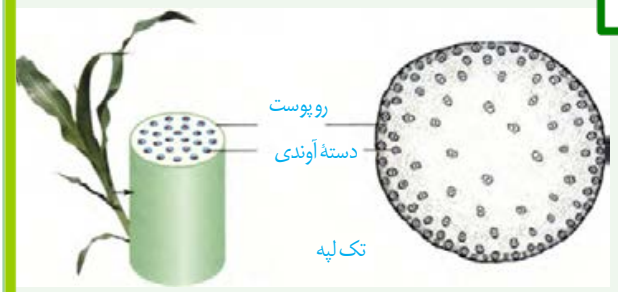


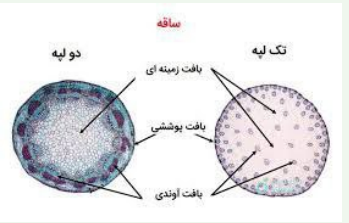




	ساقهٔ گیاه تک‌لپه	ساقهٔ گیاه دولپه
تعداد دستهٔ آوندی	بیشتر	کم‌تر
استوانهٔ آوندی دارد.	×	✓
قطر استوانهٔ آوندی	—	زیاد
آرایش آوندها	دسته‌های آوندی، پراکنده هستند. (در هر دستهٔ آوندی، آوندهای چوب و آبکش مقابل هم هستند)	روی یک دایره قرار دارند. (در هر دستهٔ آوندی، آوندهای چوب و آبکش، مقابل هم هستند)
بافت مغز دارد.	×	✓
پوست	ندارد	دارد
پوستک	✓	✓ (در جوانی!)
عدسک	×	✓ (مسن)
شکل		







الف) با توجه به تصاویر، ساختار نخستین این گیاهان را با هم مقایسه کنید.

ب) برای مشاهدهٔ ساختار نخستین ریشه و ساقه در گیاهان، با استفاده از میکروسکوپ نوری روش زیر را به کار گیرید.

وسایل و مواد لازم: میکروسکوپ نوری دو چشمی، تیغه و تیغک، تیغِ تیز، شیشه ساعت، آب مقطر، ساقه و ریشهٔ گیاه.

روش کار: در شیشه ساعت مقداری آب مقطر بریزید. با استفاده از تیغ، برش های عرضی و نازک تهیه کنید و در شیشه ساعت قرار دهید. در استفاده از تیغ، نکات ایمنی را رعایت کنید!

برش ها را با میکروسکوپ مشاهده کنید. برای مشاهده، ابتدا از بزرگنمایی کم و سپس از بزرگنمایی بیشتر استفاده کنید. شکل برش عرضی را ترسیم و نام گذاری کنید.

برای مشاهدهٔ بهتر می‌توانید برش ها را با یک یا دو رنگ، رنگ آمیزی کنید. برای این کار به محلول رنگ بر، یا سفیدکننده، استیک اسید یک درصد (یا سرکه سفید رقیق شده)، رنگ کارمن زاجی و آبی متیل نیاز دارید. برای رنگ آمیزی، برش ها را به ترتیب در هر یک از محلول های زیر قرار دهید.

آب مقطر، محلول رنگ بر (۱۵ تا ۲۰ دقیقه)، آب مقطر، استیک اسید رقیق (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، آبی متیل (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، کارمن زاجی (۲۰ دقیقه)، آب مقطر.

پ) هر یک از بافت های آوندی به چه رنگی در آمده اند؟

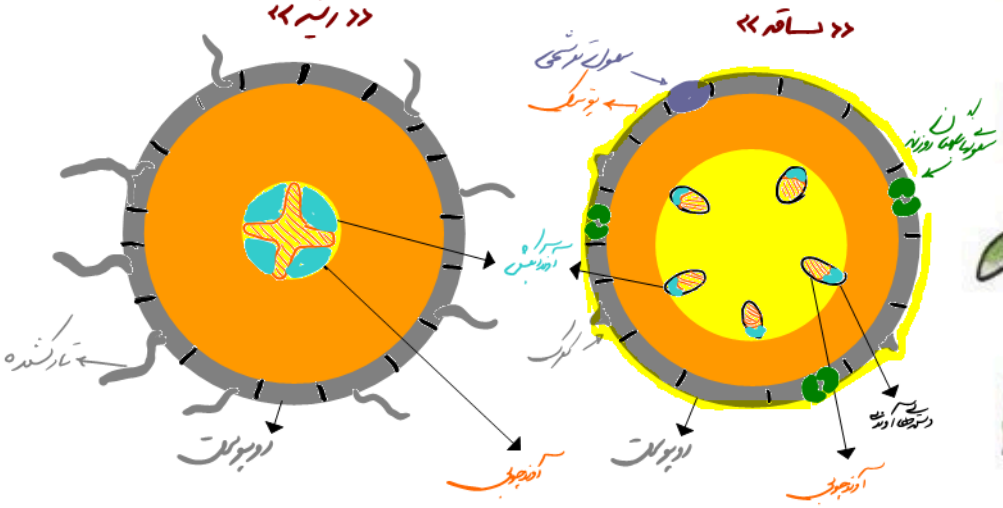
مریستم‌هایی که بعداً عمل می کنند

تشکیل ساقه‌ها و ریشه‌هایی با قطر بسیار در نهان دانگان دولپه ای نمی‌تواند حاصل فعّالیت مریستم نخستین در این گیاهان باشد. بنابراین باید مریستم‌های دیگری باشند تا بتوانند با تولید مداوم یاخته‌ها، بافت‌های لازم برای این افزایش قطر را فراهم کنند. به این مریستم‌ها که در افزایش ضخامت

ساختارهای تخصص یافته

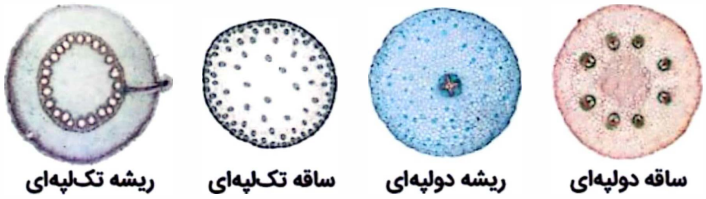
- روپوست
- پوست
- استوانه آوندی

* دولپه‌ها *



مقایسهٔ کلی	تک‌لپه‌ای	دولپه‌ای
مثال	گیاهان تیرهٔ گندمیان	گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران
ویژگی عمومی ریشه	غالباً ریشهٔ افشان	ریشهٔ مستقیم و انشعاب‌دار دارند.
ویژگی عمومی برگ	برگ نواری و فاقد دمبرگ ـ دارای رگبرگ‌های موازی	برگ دارای پهنک و دمبرگ است. دارای رگبرگ‌های منشعب است.
تعداد گلبرگ‌ها	مضربی از عدد ۳	مضربی از عدد ۲ یا ۵
مقایسهٔ ریشه	**تک‌لپه‌ای**	**دولپه‌ای**
قطر استوانهٔ آوندی	بیشتر	کم‌تر
ضخامت پوست	نسبت به دولپه‌ای‌ها کم‌تر	زیاد
لایهٔ آندودرم	دارد	دارد
لایهٔ ریشه‌زا	دارد	دارد
رشد پسین	ندارد	ممکن است داشته باشند
مقایسهٔ برگ	**تک‌لپه‌ای**	**دولپه‌ای**
اجزای برگ	دارای پهنک	دارای پهنک و دمبرگ
وضعیت یاخته‌های میانبرگ	اسفنجی	دو نوع (نرده‌ای و اسفنجی) هر دو فتوسنتزکننده هستند.
وضعیت رگبرگ	موازی	منشعب
شکل ظاهری برگ	باریک و بلند	پهن (شکل‌های مختلفی دارد)

برش عرضی ساقه و ریشه



گیاهان دولپه:

بیشترین ضخـــامت پوست مربـوط به ریشهٔ دولپه‌ای است و بـه‌طـور کلی، ضخامت پوست در ریشه بیشتر از ساقه است.

در ســاقهٔ دولپه‌ای، دسته‌هـای آوندی روی یک دایره قرار گرفته‌اند و در مرکز اندام، یاختهٔ آوندی دیده نمی‌شود.

در ریشهٔ دولپه‌ای، آوندهای چوبی در مرکز اندام به‌صورت ستاره‌ای‌شکل (Xشکل) دیده می‌شوند و در اطراف آن‌ها، آوندهای آبکشی به‌صورت متناوب قرار گرفته‌اند.

مقدار آوندها در هر دستهٔ آوندی در ساقهٔ گیاهان دولپه از همین مقدار در تک‌لپه بیشتر است.

در مرکز ریشهٔ گیاهان دولپه، آوندهای چوب با سطح مقطع بیشتر در مرکز و آوندهای چوب در بخش‌های کناری‌تر باریک‌تر است.

در مرکز ساقهٔ گیاهان دولپه امکان مشاهدهٔ یاخته‌های پارانشیمی وجود دارد.

گیاهان تک‌لپه:

در ساقهٔ تک‌لپه‌ای، دسته‌های آوندی به‌صورت پراکنده در کل اندام دیده می‌شوند.

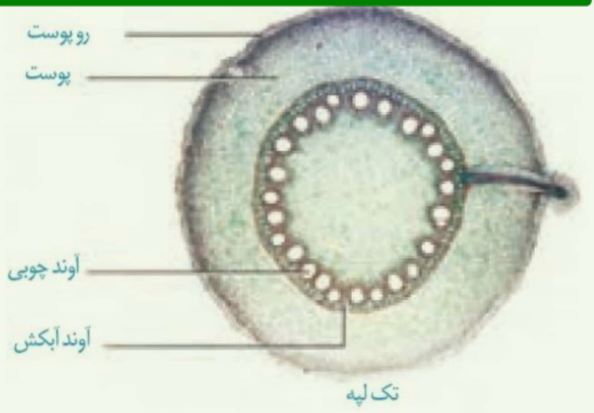
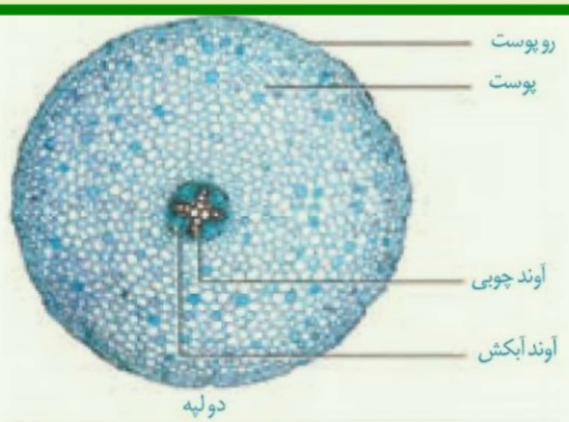
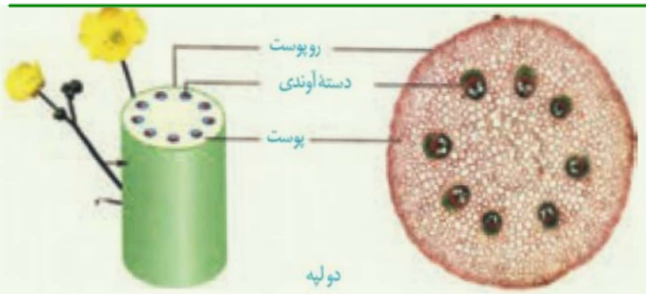
در ریشهٔ تک‌لپه‌ای، ریشهٔ دولپه‌ای و ساقهٔ دولپه‌ای، پوست به وضوح قابل مشاهده است.

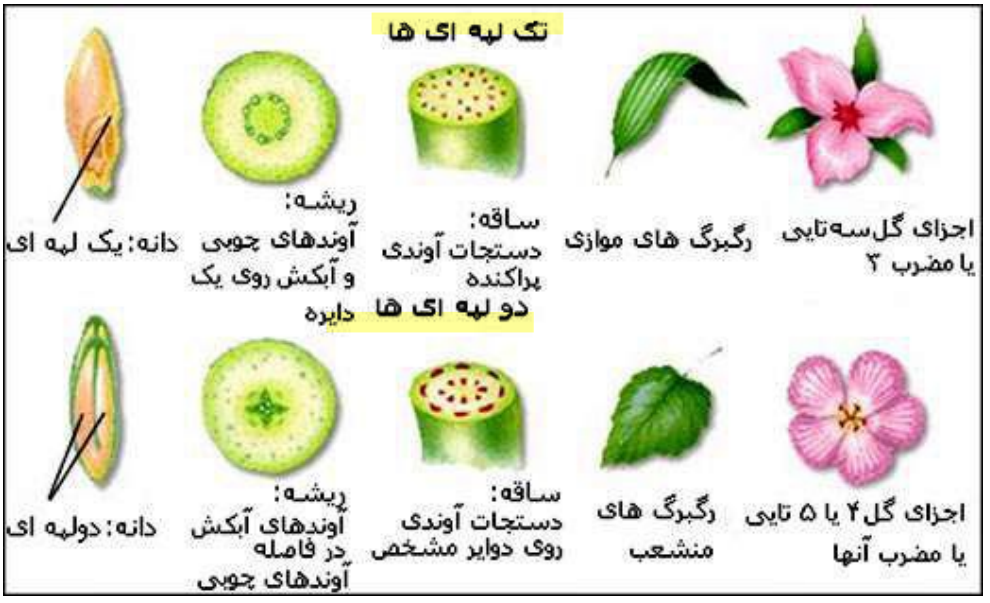
تراکم دسته‌های آوندی در ساقهٔ گیاهان تک‌لپه در اطراف برش عرضی نسبت به مرکز بیشتر است.

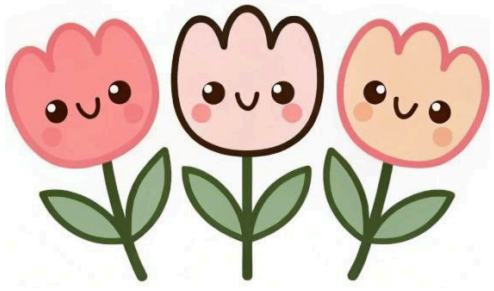
در مرکز ریشهٔ گیاهان تک‌لپه، یاخته‌های پارانشیمی دیده می‌شود.

	تک‌لپه	دولپه
آرایش دسته‌های آوندی ساقه	نامنظم (روی چند دایرهٔ متحدالمرکز) در سمت خارج تعداد دستجات آوندی بیشتر (نزدیک روپوست) ولی اندازهٔ آن‌ها کوچک‌تر است. (از بیرون به داخل، از تراکم آن‌ها کاسته می‌شود.) تعداد استوانه‌های آوندی در ساقهٔ تک‌لپه، چندبرابر دولپه‌ای‌ها است.	منظم و بر روی یک حلقه (در اطراف مغز ساقه) در هر دستهٔ آوندی، آوند چوبی به سمت داخل و آوند آبکشی به سمت خارج ساقه قرار دارد. دسته‌های آوندی در ساقهٔ دولپه بزرگ‌تر از تک‌لپه است. (آوندهای چوبی در دستهٔ آوندی دولپه‌ای‌ها داخلی‌تر هستند.)
ساختارهای موجود در برش عرضی ساق	روپوست پوست نامشخص استوانهٔ آوندی حاوی دسته‌های آوندی + بافت زمینه‌ای	روپوست پوست نازک استوانهٔ آوندی حاوی دسته‌های آوندی + مغز ساقه
آرایش دسته‌های آوندی در ریشه (بهتر است برای ریشه از لفظ دستهٔ آوندی استفاده نکنیم!)	آوندهای چوبی و آبکش درون یک حلقه هر دستهٔ آوندی تنها حاوی آوند چوبی یا بافت آوند آبکش است. (دایرهٔ آوندهای چوبی از دایرهٔ آوندهای آبکش داخلی‌تر است.) (به‌صورت منظم در اطراف مغز)	آوند چوبی به شکل ستاره در مرکز ریشه و آوندهای آبکش در اطراف آوند چوبی (بین بازوهای آن)
ساختارهای موجود در برش عرضی ریشه	روپوست - پوست ضخیم استوانهٔ آوندی حاوی لایهٔ ریشه‌زا + دسته‌های آوندی + مغز ریشه	روپوست - پوست خیلی ضخیم (بیشتر حجم ریشه) استوانهٔ آوندی حاوی لایهٔ ریشه‌زا + دسته‌های آوندی
وجود پوست در ساقه	✗(وجود ندارد یا نامشخص است)	✓(ضخامت پوست نازک) پوست ساقه از پوست ریشه نازک‌تر است.
وجود پیراپوست در ساقه	✗	✗در علفی ✓ در درختی
ترتیب آوندها	آوند چوبی بالاتر	آوند چوبی بالاتر
وجود مغز ساقه	✗	✓

شکل ریشه	افشان	مستقیم
تعداد گلبرگ‌ها	معمولاً ۳ یا مضربی از ۳	معمولاً ۴ یا ۵ یا مضربی از ۴ یا ۵
غلاف آوندی	✓ فتوسنتزکننده است. (به شرطی که C_4 باشد.)	✓ غیر فتوسنتزکننده است. (به شرطی که C_4 نباشد.)
وجود دمبرگ	✗	✓
شکل رگبرگ	موازی	منشعب
ظاهر برگ	باریک و کشیده (نواری شکل) - دارای پهنک فاقد میان‌برگ نرده‌ای و دارای میان‌برگ اسفنجی	پهن (البته لزوماً پهن نیست و می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد) و منشعب - دارای پهنک و دمبرگ دارای میان‌برگ نرده‌ای و اسفنجی
داشتن حفرهٔ هوادار در برگ	✓	✓
یاخته‌های میان‌برگ	تنها نوع اسفنجی	دو نوع یاخته (اسفنجی و نرده‌ای)
وضعیت روزنه‌های هوایی	زیاد (در ساقهٔ جوان و در برگ در روپوست زیرین نسبت به روپوست رویی بیشتر است.)	کم (در ساقهٔ جوان و در برگ در روپوست زیرین نسبت به روپوست رویی بیشتر است.)
وضعیت روزنه‌های آبی	در نوک برگ	در حاشیهٔ برگ (در گیاهان علفی دولپه)
محل خروج ریشه و ساقهٔ رویانی	متفاوت	یکسان
وجود مغز ریشه	✓	✗
ضخامت پوست ریشه	ضخیم (نسبت به دولپه‌ای‌ها ضخامت کمتری دارد.)	ضخیم‌تر (نسبت به تک‌لپه‌ای‌ها ضخامت بیشتری و حجم بیشتری دارد.)
دانه در گیاه دیپلوئید	دارای یک لپه شامل یاخته‌های $2n$ و $3n$ دارای آندوسپرم بالغ دارای ساقه و ریشهٔ رویانی	دارای دولپه یاختهٔ $2n$ بیشتر حجم دانه لپه است بدون آندوسپرم در دانهٔ بالغ دارای ساقه و ریشهٔ رویانی
رشد پسین	ندارد	ممکن است داشته باشد.
رویش دانه	اغلب زیرزمینی	اغلب روزمینی

	تک‌لپه	دولپه
شکل کلی برش عرضی ریشه		
نکات برش عرضی ریشه	روپوست و پوست ضخیم - دارای مغز ریشه (حاوی یاخته‌های پارانشیمی) - آوندها درون استوانهٔ آوندی بر روی یک دایره - آوندهای چوب و آبکش یکی در میان - آوندهای چوبی داخلی‌تر و بزرگ‌تر از آوندهای آبکشی - آوندهای چوبی تقریباً هم‌اندازه	روپوست نازک - پوست ضخیم - آوندها درون استوانهٔ آوندی - بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ آوندهای چوب و آبکش یکی در میان - آوندهای چوب به شکل ستاره‌ای و غیر هم‌اندازه - آوندهای چوب مرکزی‌تر و بزرگ‌تر - قطر آوندهای چوبی کمتر نسبت به ریشهٔ تک‌لپه
شکل کلی برش عرضی ساقه		
نکات برش عرضی ساقه	پوست بسیار نازک (قابل صرف‌نظرکردن است) - آوندها به‌صورت دسته‌های آوندی به‌صورت دوایر متحدالمرکز - تراکم آوندها در مرکز کمتر و در نزدیکی روپوست بیشتر	پوست بسیار گسترده‌تر از ساقهٔ تک‌لپه - دارای مغز ساقه (حاوی یاخته‌های پارانشیمی) - آوندها به‌صورت دسته‌های آوندی به‌صورت یک دایره - آوندهای چوبی داخلی‌تر از آوندهای آبکشی

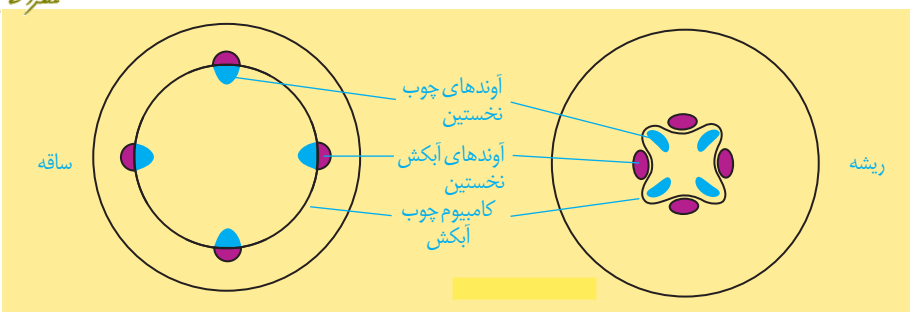




مریستم پسین = کامبیوم

نقش دارند، **مریستم پسین** می‌گویند. دو نوع مریستم پسین در گیاهان دو لپه ای وجود دارد.

۱) کامبیوم چوب آبکش (آوندساز): این مریستم همان‌طور که از نامش پیداست، منشأ بافت‌های آوندی چوب و آبکش است (شکل ۲۱). این مریستم بین آوندهای آبکش و چوب نخستین تشکیل می‌شود و آوندهای چوبِ پسین را به سمت داخل و آوندهای آبکشِ پسین را به سمت بیرون تولید می‌کند. مقدار بافت آوند چوبی ای که این مریستم می‌سازد، به‌مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است.



شکل ۲۱ــ کامبیوم چوب آبکش در ساقه و ریشه

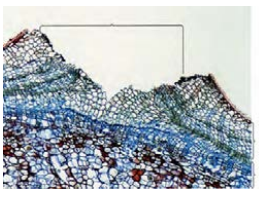
۲) کامبیوم چوب‌پنبه ساز: این مریستم در سامانه بافت زمینه‌ای ساقه و ریشه تشکیل می‌شود، به سمت درون، یاخته‌های پارانشیمی و به سمت بیرون، یاخته‌هایی را می‌سازد که دیوارهٔ آنها به‌تدریج چوب‌پنبه‌ای می‌شود و در نتیجه، بافتی به نام بافت چوب‌پنبه را تشکیل می‌دهند (شکل ۲۳). چوب‌پنبه از ترکیبات لیپیدی و نسبت به آب نفوذناپذیر است. بافت چوب‌پنبه بافت مرده ای است.

کامبیوم چوب پنبه‌ساز و یاخته‌های حاصل از آن در مجموع **پیراپوست (پریدرم)** را تشکیل می‌دهند. پیراپوست در اندام‌های مسن، جانشین روپوست می‌شود. پیراپوست به علت داشتن یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده، نسبت به گازها نیز نفوذناپذیر است، در حالی که بافت‌های زیر آن زنده‌اند و برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند؛ به همین علت در پیراپوست مناطقی به نام **عدسک** ایجاد می‌شود (شکل ۲۲). در این مناطق یاخته‌ها از هم فاصله دارند و امکان تبادل گازها را فراهم می‌کنند.

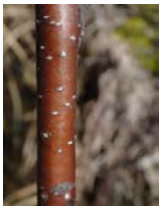
* مادهٔ چوب‌پنبه = سوبرین که نوعی ماده لیپیدی است که در دیوارهٔ یاخته‌های چوب‌پنبه رسوب می‌کند و البته که توسط پروتوپلاست ساخته و به دیواره ترشح می‌شود.

پیراپوست (پریدرم) شامل:
- A: بافت مردهٔ چوب‌پنبه (لایهٔ خارجی) ← در تماس با هوای اطراف ساقه
- B: کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز (یاخته‌های مریستم پسین)
- C: یاخته‌های پارانشیمی (لایهٔ داخلی) ← در تماس با بافت آبکش پسین

	کامبیوم آوندساز	کامبیوم چوب پنبه‌ساز
در چه گیاهانی وجود دارند؟	دولپه‌ای چوبی	دولپه‌ای چوبی
انواع یاخته های تولیدی	به سمت داخل آوند چوبی و به سمت خارج آوند آبکش	به سمت داخل یاخته‌های پارانشیمی و به سمت خارج یاخته‌هایی که چوب پنبه ای می‌شوند.
ایجاد یاخته‌هایی با دیوارهٔ لیگنینی	☑	☒
ایجاد یاخته‌های زندهٔ بدون هسته	☑	☒
چه نوع رشدی را باعث می شوند	قطری	قطری
یاخته‌های تولید شده توسط آنها جزء پوست درخت است	☑ (فقط آوندهای آبکش تولید شده)	☑ (همهٔ یاخته‌های تولید شده)
محل قرارگیری	در سامانهٔ آوندی بین آوند چوب و آبکش نخستین	در سامانهٔ زمینه‌ای
بخش اعظم یاخته‌های تولیدی	آوند چوب	پارانشیم
یاخته‌های تولید شدهٔ آن جای روپوست را می گیرند	☒	☑
در پوست درخت قرار دارد	☒	☑

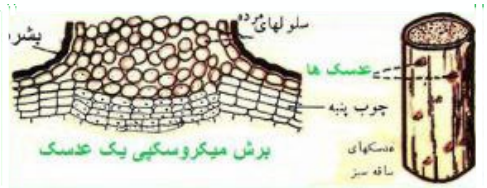


ب)



الف)

شکل ۲۲ــ الف) عدسک به صورت برآمدگی در سطح اندام مشاهده می‌شود، ب) عدسک در مشاهده با میکروسکوپ نوری.



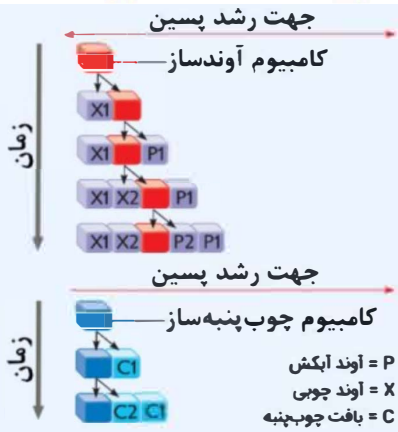
بررسی موضوعی؛ رشد پسین

در رشد پسین ساقه و ریشه، کامبیوم‌ها فعالیت می‌کنند. به‌طور کلی، دو نوع کامبیوم در ساقه و ریشه وجود دارد:

۱ـ کامبیوم آوندساز که در فاصلهٔ بین آوند چوبی و آبکش قرار دارد و بافت‌های آوندی پسین را می‌سازد.

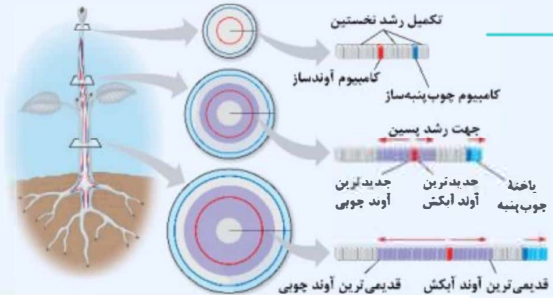
۲ـ کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز که وظیفهٔ تولید بافت چوب‌پنبه‌ای را دارد و پیراپوست را تشکیل می‌دهد.

وقتی که کامبیوم آوندساز تقسیم می‌شود، بافت آوند چوب پسین و آبکش پسین را تشکیل می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، آوند چوبی در سمت داخل کامبیوم آوندساز قرار دارد ولی آوند آبکش، در سمت خارج کامبیوم است؛ بنابراین آوند چوب پسین به‌سمت داخل ساخته می‌شود و آوند آبکش پسین به‌سمت خارج تولید می‌شود. دقت داشته باشید که آبکش پسین در سطح داخل آوند آبکش سال قبل تشکیل می‌شود و آوند چوبی پسین نیز به سطح خارجی آوند چوبی نخستین اضافه می‌شوند. علاوه‌بر این، دقت داشته باشید که در هر سال، مقدار بیشتری آوند چوبی ساخته می‌شود و بنابراین، ضخامت آوند چوب پسین بیشتر از آوند آبکش پسین است.



وقتی که کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز تقسیم می‌شود، بافت چوب‌پنبه‌ای به‌سمت خارج و یاخته‌های پارانشیمی به‌سمت داخل تولید می‌شوند.

دقت داشته باشید که یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای تولیدشده توسط کامبیوم، ابتدا زنده هستند و پس از چوب‌پنبه‌ای‌شدن دیواره، یاخته می‌میرد؛ بنابراین می‌توان گفت که همهٔ یاخته‌های تولیدشده توسط کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز و همچنین یاخته‌های تولیدشده توسط کامبیوم آوندساز، ابتدا زنده هستند و بعضی از آن‌ها (یاخته‌های آوند چوبی و یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای)، پس از تغییر جنس دیواره می‌میرند.



اما در ادامه، باید به چند تا نکته هم دقت کنید:

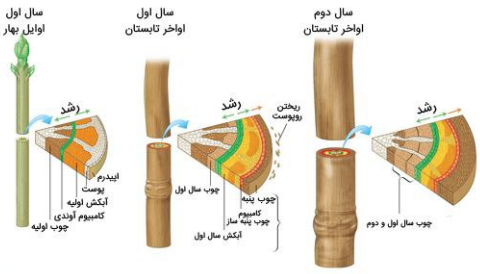
نکته: چوب پسین، در سطح خارجی چوب نخستین ساخته می‌شود.

بنابراین، جدیدترین آوند چوب پسین، خارجی‌ترین آوند چوبی است.

نکته: آبکش پسین، در سطح داخلی آبکش نخستین ساخته می‌شود.

بنابراین، جدیدترین آوند آبکش پسین، داخلی‌ترین آوند آبکش است.

نکته: جدیدترین آوند پسین، نزدیک‌ترین آوند پسین به کامبیوم آوندساز است.



کامبیوم چوب‌آبکش vs کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز

کامبیوم چوب‌آبکش (آوندساز)

نوعی از یاخته‌های مریستمی می‌باشد که از تقسیم و تمایز یاخته‌های مریستمی نخستین تشکیل شده است.

یاخته‌های سازندهٔ این کامبیوم، دارای هستهٔ درشت مرکزی هستند.

کامبیوم آوندساز در بین آوندهای چوبی و آبکش نخستین ساقه و ریشهٔ گیاه قرار گرفته است.

این کامبیوم، به‌سمت خارج آوند آبکش پسین می‌سازد. (یاخته‌های آوند آبکش؛ فاقد هسته + یاخته‌های پارانشیمی؛ یاخته‌های همراه)

کامبیوم چوب‌آبکش در سمت داخل خود یاخته‌هایی زنده می‌سازد که به‌تدریج می‌میرند و آوندهای چوبی غیرزنده را تشکیل می‌دهند.

پس این کامبیوم در دو سمت خود یاخته‌های زنده می‌سازد.

با کنده شدن پوست درخت، کامبیوم آوندساز در معرض خطر و در تماس با محیط قرار می‌گیرد.

کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز

نوعی از یاخته‌های مریستمی می‌باشد که از تقسیم و تمایز یاخته‌های مریستمی نخستین تشکیل شده است.

یاخته‌های سازندهٔ این کامبیوم، دارای هستهٔ درشت مرکزی هستند.

کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز در بافت زمینه‌ای ساقه و ریشهٔ گیاه قرار گرفته است.

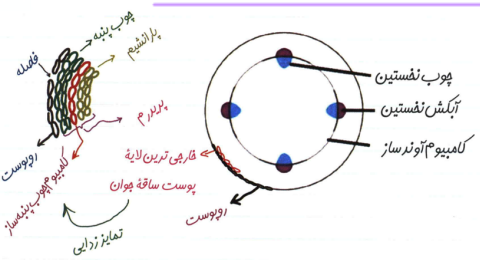
این کامبیوم به‌سمت داخل، یاخته‌های پارانشیمی می‌سازد.

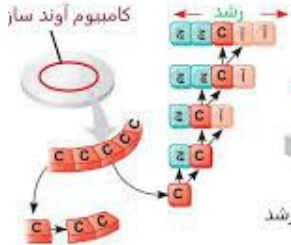
کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز در سمت خارج خود یاخته‌های زنده تولید کرده که به‌تدریج چوب‌پنبه در دیوارهٔ آن قرار گرفته و می‌میرند.

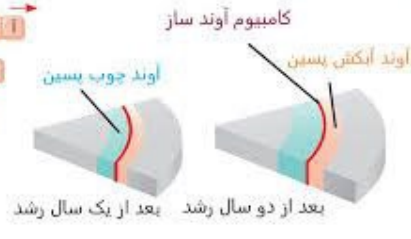
پس کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز نیز در ساخت یاخته‌های زنده در دو سمت خود نقش دارد.

کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز و یاخته‌هایی که می‌سازد (بافت پارانشیمی + بافت چوب‌پنبه) پیراپوست یا پریدرم را ایجاد می‌کند.

با کنده شدن پوست درخت، تمام این کامبیوم و یاخته‌های ساخته شده توسط آن، از گیاه جدا می‌شوند.



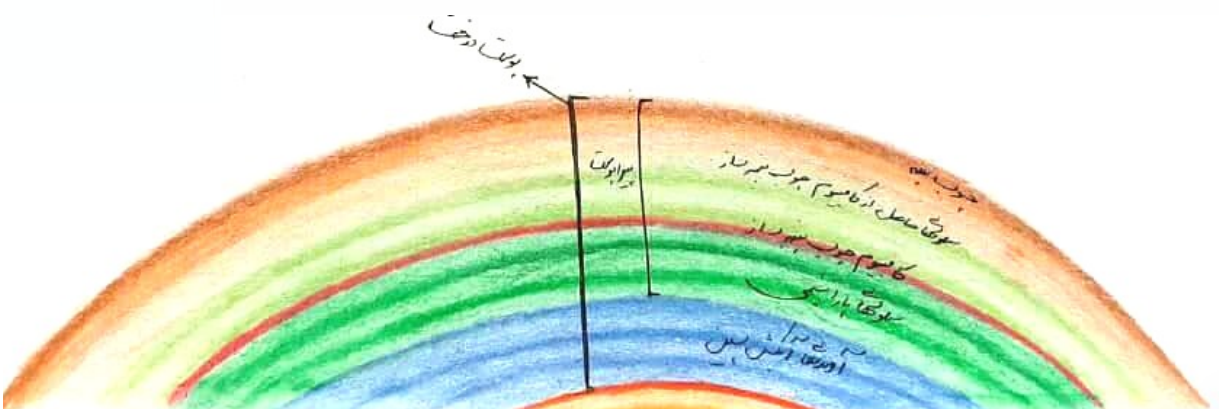




مقایسه		کامبیوم آوندساز	کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز
محل تشکیل		در زیر پوست در بافت آوندی	در پوست درون بافت زمینه‌ای
محل حضور		ریشه و ساقهٔ مسن	
به سمت	داخل	چوب پسین	یاختهٔ نرم‌آکنه‌ای
	بیرون	آبکش پسین	بافت چوب‌پنبه‌ای
نقش در تشکیل پوست درخت		تولید آبکش پسین	تولید پیراپوست
تولید	یاخته‌ای که نهایتاً می‌میرد	آوند چوبی و فیبر	بافت چوب‌پنبه‌ای
	یاختهٔ زنده	آوند آبکشی و پارانشیم و یاختهٔ همراه	بافت پارانشیمی
	بافت سامانهٔ پوششی	ندارد	دارد (ساقه و ریشه)
	بافت سامانهٔ زمینه‌ای	ندارد (البته پارانشیم و فیبر را می‌سازد که از جنس زمینه‌ای هستند، اما باز هم نمی‌توان گفت زمینه‌ای هستند.)	دارد
	بافت سامانهٔ آوندی	دارد (ساقه و ریشه)	ندارد

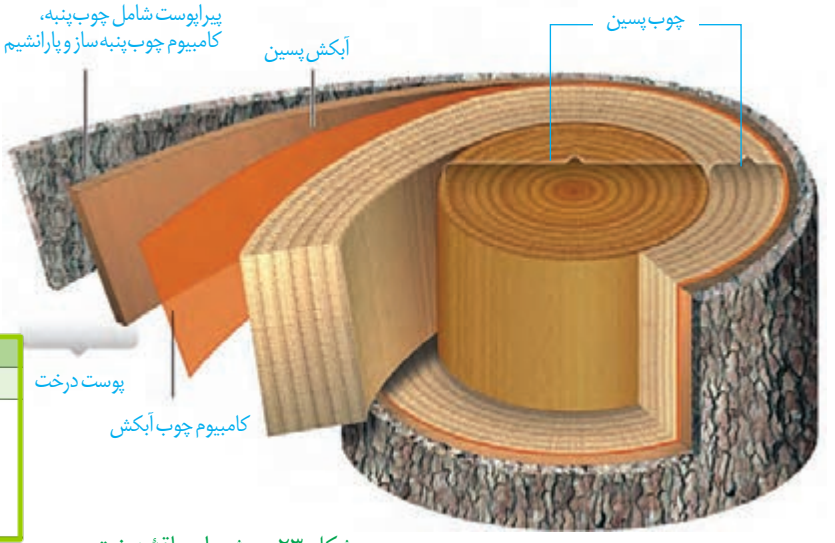
در تنهٔ یک درخت از خارج به داخل داریم:

مرکز ساقه	چوب پسین		کامبیوم آوندساز	آبکش پسین	پارانشیم پسین	کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز	بافت چوب‌پنبه
	تیره‌تر	روشن‌تر					
زیر پیراپوست					پیراپوست		
زیرِ پوست درخت					پوست درخت		



آنچه به عنوان پوست درخت می‌شناسیم، مجموعه‌ای از لایه‌های بافتی است که از آوند آبکش پسین شروع می‌شود و تا سطح اندام ادامه دارد (شکل ۲۳). با کندن پوست درخت، کامبیوم آوندساز در برابر آسیب‌های محیطی قرار می‌گیرد.

لایه‌های بافتی پوست درخت		
آبکش پسین		حاصل فعالیت کامبیوم آوند ساز به بیرون می‌باشد.
پیرا پوست		کامبیوم چوب پنبه ساز
	چوب پنبه	حاصل فعالیت کامبیوم چوب پنبه ساز به سمت بیرون می‌باشد.
	پارانشیم	حاصل فعالیت کامبیوم چوب پنبه ساز به سمت درون می‌باشد.
	عدسک	حاصل تغییر وضعیت یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده به‌منظور نفوذ گازها به درون پیرا پوست و رسیدن آنها به یاخته‌های زیرین یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده می‌باشد.



شکل ۲۳ــ برشی از ساقهٔ درخت

فعّالیت ۹

الف) مریستم نخستین و پسین را بر اساس محل تشکیل و عملکرد با هم مقایسه کنید.

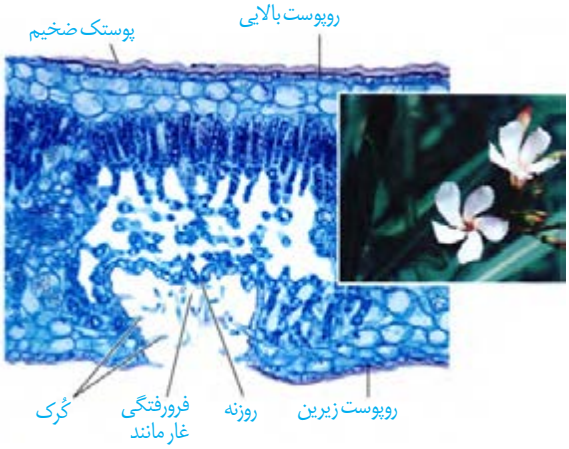
ب) در یک پژوهش گروهی، سه گیاه علفی در منطقهٔ محل زندگی خود، انتخاب، ساختار ظاهری و بافتی آنها را گزارش کنید.

سازش با محیط

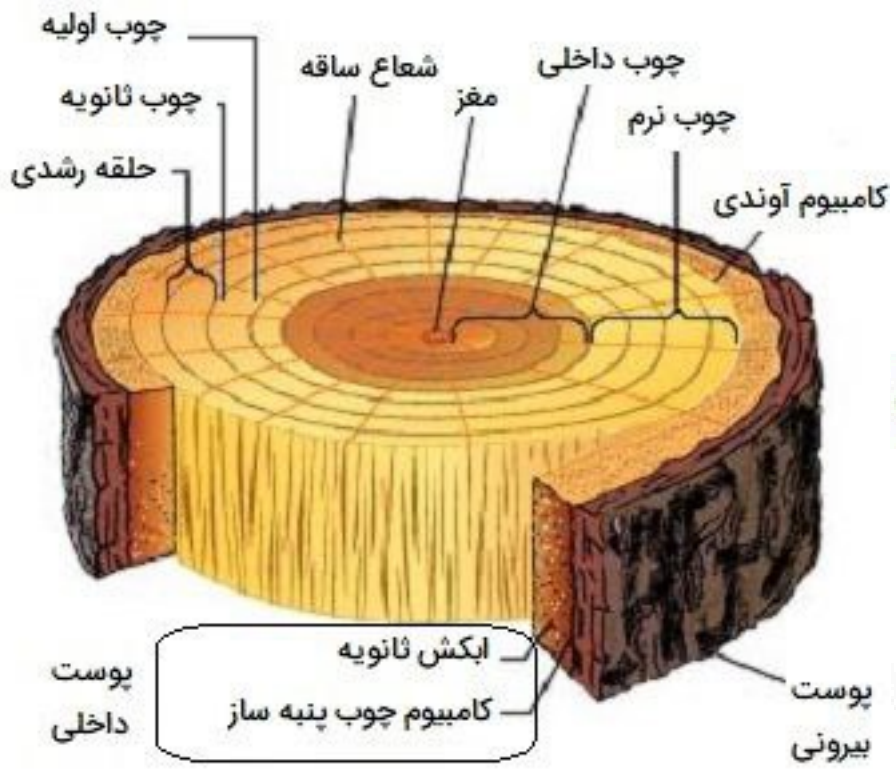
مساحت پهناوری از سرزمین ایران را مناطق خشک و کم آب تشکیل می‌دهند؛ اما در این مناطق انواعی از گیاهان زندگی می‌کنند. برای اینکه بدانیم این گیاهان چه ویژگی‌های ساختاری متناسب با محیط دارند، ابتدا باید به این موضوع توجه کنیم که این گیاهان با چه مشکلاتی مواجه‌اند.

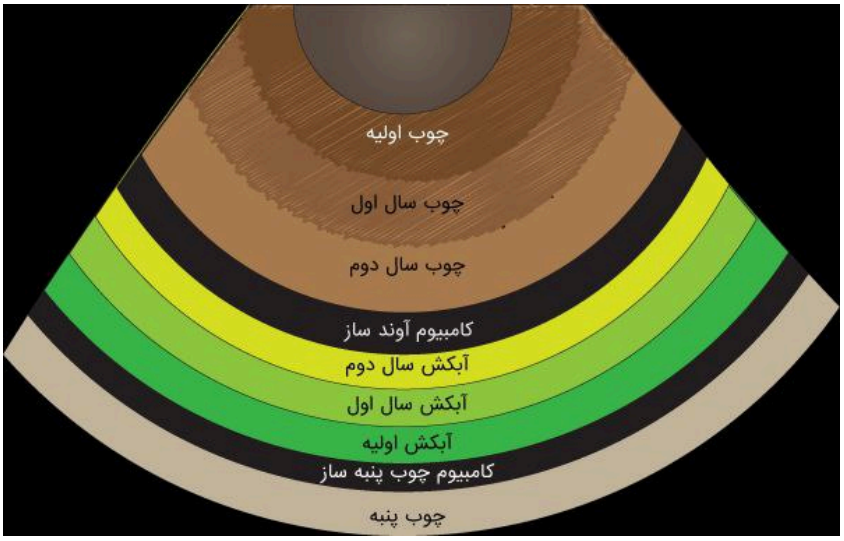
همان‌طور که از نام این مناطق پیداست، آب در این مناطق کم، و به همین علت پوشش گیاهی اندک است. تابش شدید نور خورشید و دمای بالا، به ویژه در روز، از ویژگی‌های دیگر این مناطق است. در نتیجه، گیاهانی می‌توانند در چنین مناطقی زندگی کنند که توانایی بالایی در جذب آب و نیز سازوکارهایی برای کاهش تبخیر آن داشته باشند.

روزنه‌هایی در غار: خرزهره گیاهی است که به طور خودرو در چنین مناطقی رشد می‌کند. پوستک در برگ‌های این گیاه ضخیم است و روزنه‌های آن در فرورفتگی‌های غار مانندی قرار می‌گیرند. در این فرورفتگی‌ها تعداد فراوانی کُرک وجود دارد. این کرک‌ها با به‌دام انداختن رطوبت هوا، اتمسفر مرطوبی در اطراف روزنه‌ها ایجاد می‌کنند و مانع خروج بیش از حدِّ آب از برگ می‌شوند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴ــ روزنه‌ها در برگ خرزهره در فرورفتگی‌های غار مانند قرار دارند.

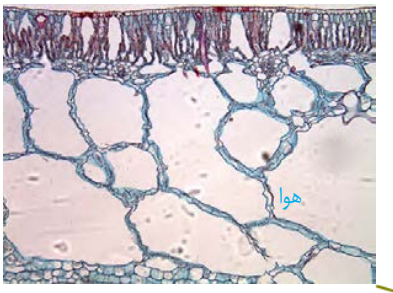

چوب اولیه
چوب ثانویه
حلقه رشدی
شعاع ساقه
مغز
چوب داخلی
چوب نرم
کامبیوم آوندی
ابکش ثانویه
کامبیوم چوب پنبه ساز
پوست داخلی
پوست بیرونی


چوب اولیه
چوب سال اول
چوب سال دوم
کامبیوم آوند ساز
آبکش سال دوم
آبکش سال اول
آبکش اولیه
کامبیوم چوب پنبه ساز
چوب پنبه

بعضی گیاهان در این مناطق ترکیب‌های پلی ساکاریدی در واکوئل‌های خود دارند. این ترکیبات مقدار فراوانی آب جذب می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فراوانی در واکوئل‌ها ذخیره شود. گیاه در دوره‌های کم آبی از این آب استفاده می‌کند.

شما چه ویژگی‌های دیگری می‌شناسید که به حفظ زندگی گیاهان در چنین محیط‌هایی کمک می‌کند؟

با توجه به اینکه کشور ما با مشکل کم آبی مواجه است، شناخت ساختار گیاهان، نقش مهمی در انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای کشاورزی و توسعهٔ فضای سبز دارد.



شکل ۲۵ــ برگ گیاهی آبزی. به حفره‌های بزرگ هوا توجه کنید.

زندگی در آب: بعضی گیاهان در آب و یا جاهایی زندگی می‌کنند که زمان‌هایی از سال با آب پوشیده می‌شوند. این گیاهان با مشکل کمبود اکسیژن مواجه‌اند، به همین علت برای زیستن در چنین محیط‌هایی سازش‌هایی دارند. تشکیل فضاهای وسیع در بافت پارانشیم ریشه، ساقه و برگ از سازش‌های چنین گیاهانی است (شکل ۲۵).

شکل ۲۶ــ شُش ریشه‌های درخت حرّا در سطح آب دیده می‌شوند.

جنگل‌های حرّا در سواحل استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان از بوم سازگان‌های ارزشمند ایران‌اند. ریشه‌های درختان حرّا در آب و گِل قرار دارند. درختان حرّا برای مقابله با کمبود اکسیژن، ریشه‌هایی دارند که از سطح آب بیرون آمده‌اند. این ریشه‌ها با جذب اکسیژن، مانع از مرگ ریشه‌ها به علت کمبود اکسیژن می‌شوند. به همین علت به این ریشه‌ها، **شُش ریشه** می‌گویند (شکل ۲۶).

فعّالیت ۱۰

الف) با مراجعه به منابع معتبر، دربارهٔ ویژگی‌های درخت حرّا، وضعیت جنگل‌های حرّا در ایران، نقش این جنگل‌ها در حفظ گونه‌های جانوری و زندگی مردم محلّی، به صورت گروهی گزارشی ارائه دهید.

ب) در منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، آیا گیاهانی وجود دارند که با شرایط خاصّ آن منطقه سازگاری‌هایی داشته باشند؟ در صورت وجود چنین گیاهانی، گزارشی به صورت گروهی از این سازگاری‌ها ارائه دهید.

سازش گیاهان با محیط			
نوع گیاه	سازش	عملکرد	نتیجه
خرزهره	وجود پوستک ضخیم در سطح روپوست برگ‌ها	کاهش خروج بخار آب از سطح برگ‌ها	جلوگیری از خروج بیش از حد آب گیاه و کاهش تعرق
	قرار گرفتن روزنه‌های برگ در فرورفتگی‌های غارمانند دارای کرک‌های فراوان	به دام انداختن رطوبت هوا و ایجاد اتمسفر مرطوب در اطراف روزنه‌ها	
بعضی گیاهان ساکن مناطق خشک	وجود ترکیبات پلی‌ساکاریدی در واکوئول‌ها	افزایش فشار اسمزی درون واکوئول‌ها و تحریک ذخیرهٔ آب فراوان در آن‌ها	استفاده گیاه از ذخیرهٔ آب واکوئول‌ها در دوره‌های کم‌آبی
درختان جنگل حرا	وجود شش‌ریشه	بیرون زدن ریشه‌ها از سطح آب برای جذب اکسیژن	تأمین اکسیژن برای ریشه‌های موجود در آب و گل و جلوگیری از مرگ آن‌ها
گیاهان آبزی	وجود نرم‌آکنهٔ هوادار با فاصلهٔ زیاد بین یاخته‌ها در سامانهٔ بافت زمینه‌ای ریشه، ساقه و برگ	ذخیره کردن هوا در فاصلهٔ بین یاخته‌های پارانشیمی	۱ـ تأمین اکسیژن برای اندام‌های گیاهی ۲ـ سبک شدن و کاهش مقاومت اندام‌ها در برابر جریان آب

درخت انجیر معابد

جغندر قرمز

کلم سفید

پرتقال توسرخ

گندم

جو

طبیعی

گوجه فرنگی

سیب زمینی

گیاه روناس

گیاه نعناع

گل محمدی

انجیر

خشخاش

درخت هلو آبی

گیاه آبندی

گلابی

تخم خرما

خرزهره

خشخاش صحرا

BIO GALLERY

نویسنده ۱

«از یاخته تا گیاه»

GOOD LUCK

فصل ۲

دکتر زهرا همایونی

درخت انجیر معابد

نگاهداننده چندساله و چوبی - دو پیه ای

کیدرو سکوپ ابتدایی را برای هوک و آنچه مشاهده کرد

← با میکروسکوپ نوری سلول غیرزنده چاقش مشاهده کرد.

تصویر مشاهده شده در بعضی نقاط تیره‌تر از نقاط کنید است.

بخش سیاه: پرتو نور عبور کرده است

بخش سفید: دیواره چوب سپیدای شده

سلول گیاهی

← نوعی سلول یوکاریوتی و فتوسنتز کننده.

دارای کلروفیل - فتوسنتز کننده - در حاشیهٔ سلول

سبزدیسه

هسته

کروی - دارای DNA خطی (کروموزوم)

شیره یا شیرهٔ سلول

واکوئول

غشای واکوئول

سیتوپلاسم

دیواره و غشای یاخته‌ای

سطح خارجی غشاء سلولی

قطر بیشتر از یاخته

2 لایه ضخیم

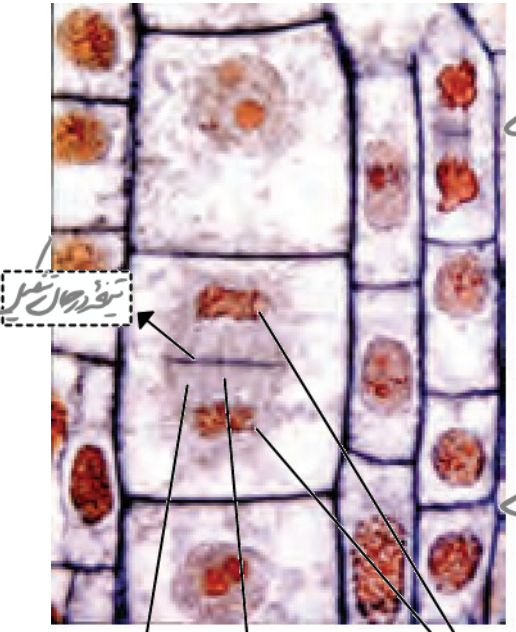
دارای تعدد بیشتری انتخابی

فاقد کلروپلاست

تشکیل تیغهٔ میانی

صفحهٔ سلولی در انتهای فرایندهای حاوی تقسیم ایجاد شده و دیواره‌های جدید بزرگ‌تر می‌شوند.

دیواره‌های حاوی تقسیم به دیواره‌های اولیه تبدیل می‌شوند.



هستهٔ سلول

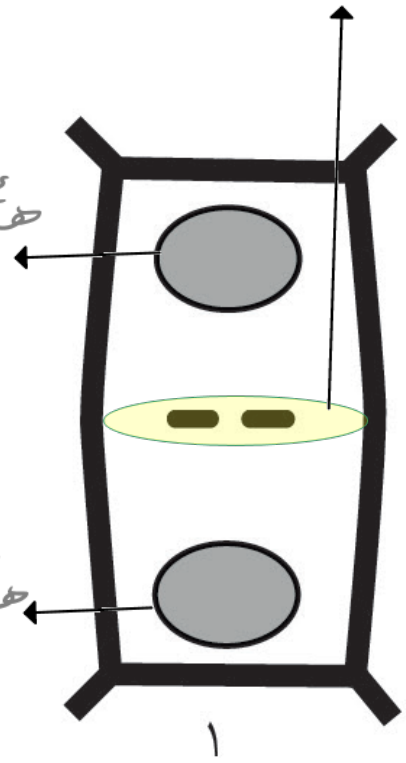
هستهٔ سلول

تیغهٔ میانی در حال تشکیل

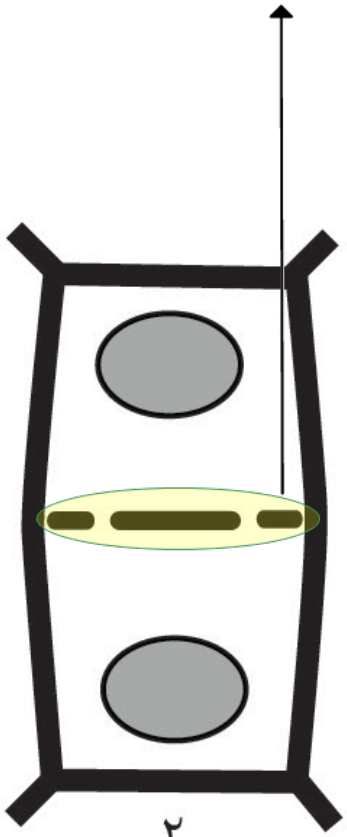
میکروتوبول‌ها در حال جدا شدن

دیواره‌های اولیه حاوی تقسیم

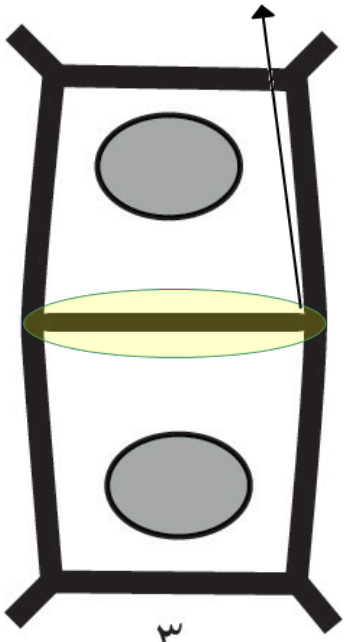
دیواره‌های حاوی تقسیم



۱

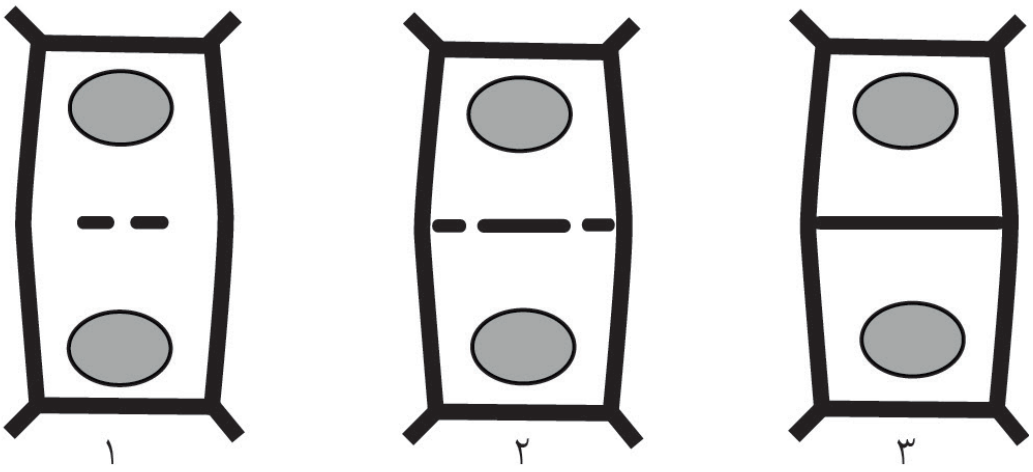


۲



۳

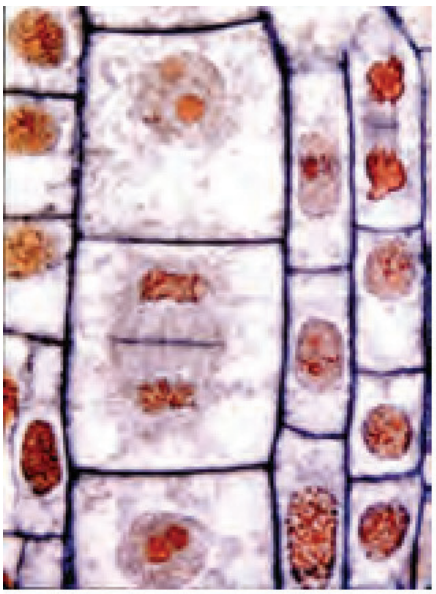
تیغهٔ میانی



تیغهٔ میانی سیتوپلاسم را لزوماً به دو بخش مساوی تقسیم نمی‌کند.

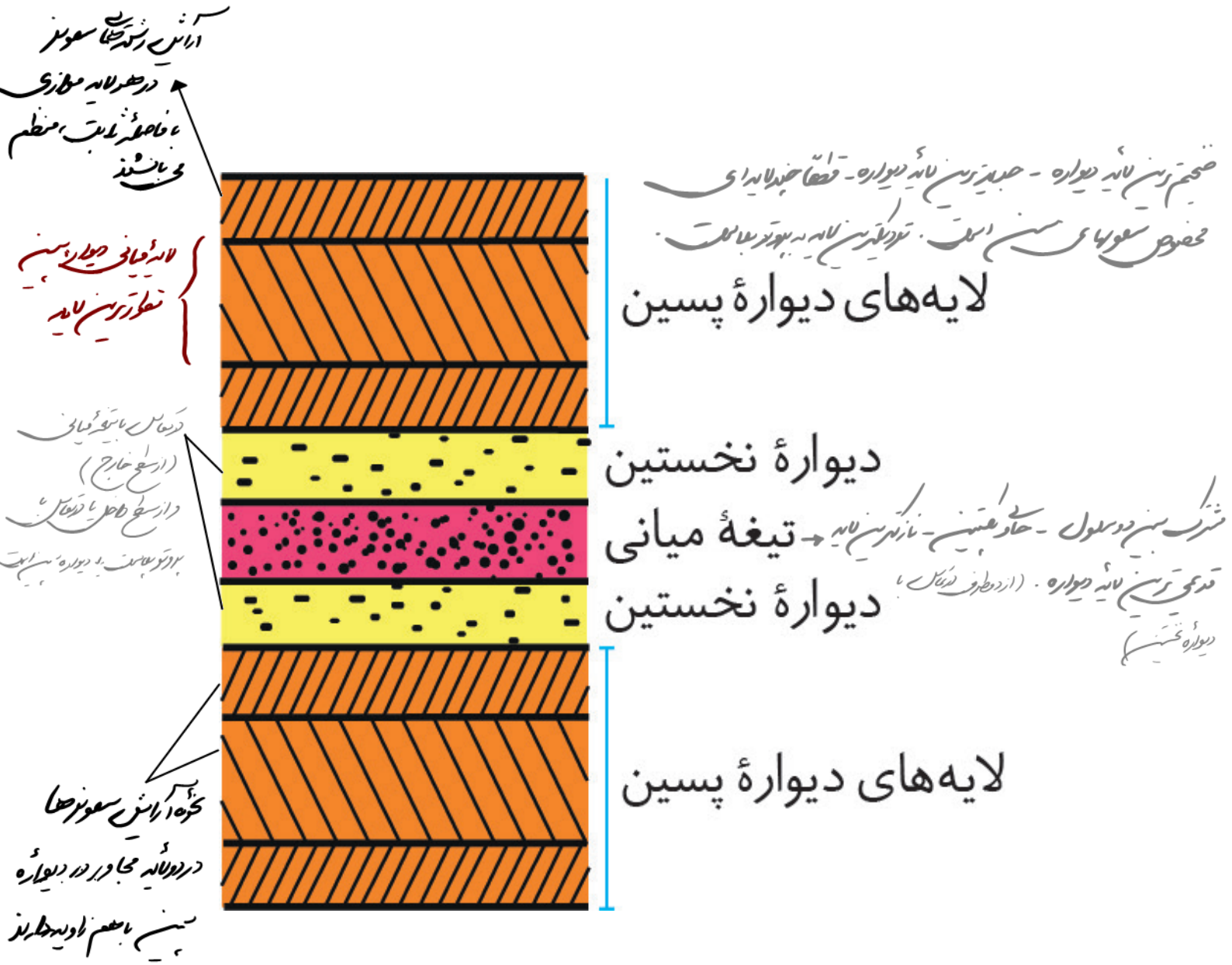
تیغهٔ میانی توسط یاختهٔ مادری تشکیل می‌شود.

تیغهٔ میانی ابتدا به صورت ناقص و تکه‌تکه است و در نهایت با متصل شدن قطعات به یکدیگر، تیغهٔ میانی کامل می‌شود.



چگونگی تشکیل دیوارهٔ سلولی

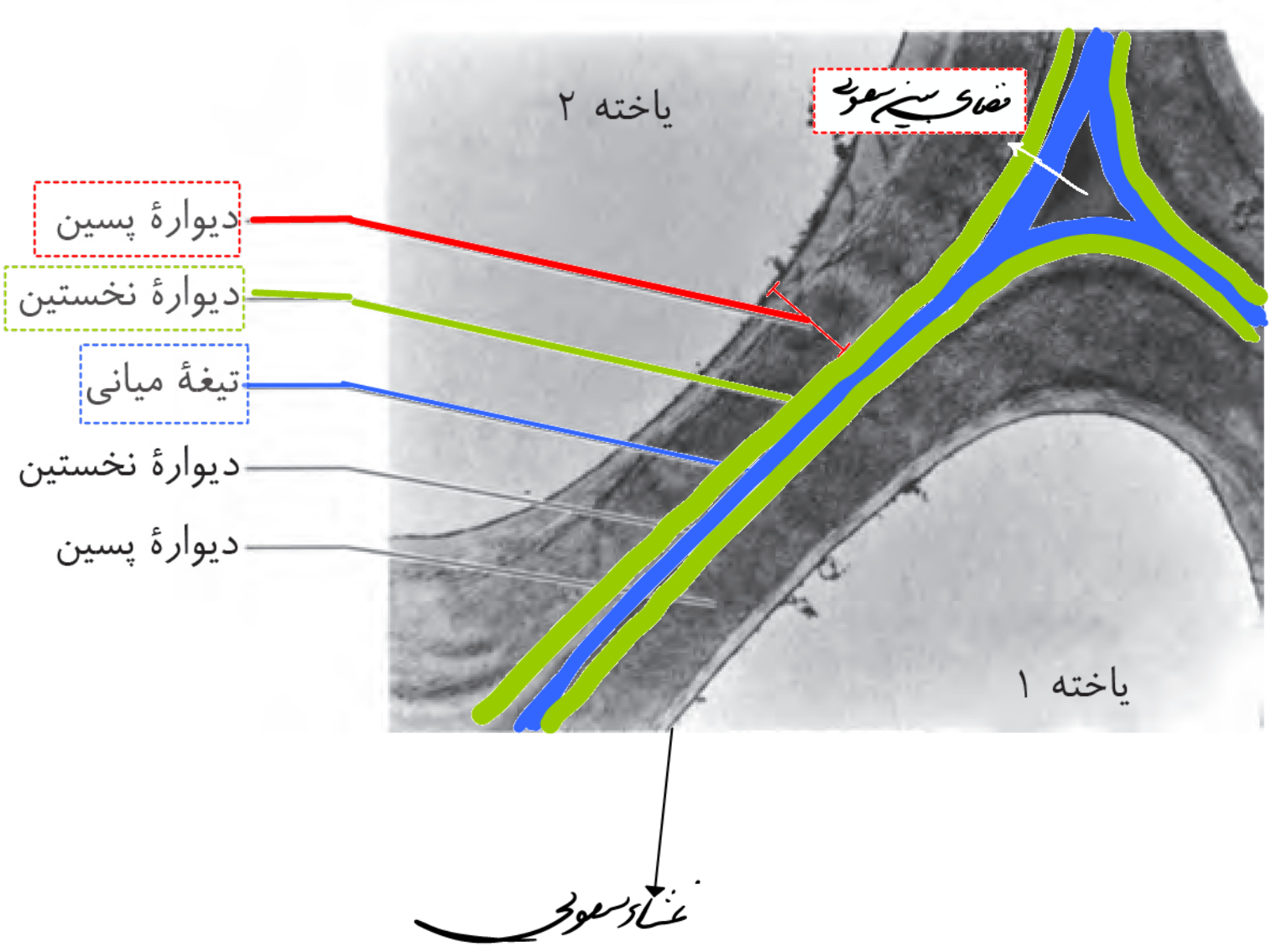
با تشکیل دیوارهٔ نخستین و پسین، تیغه‌میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.



در دیواره پسین اختلاف زاویه، بین رشته‌های هر لایه با لایهٔ مجاور آن دیده می‌شود نه با رشته‌های همان لایه!

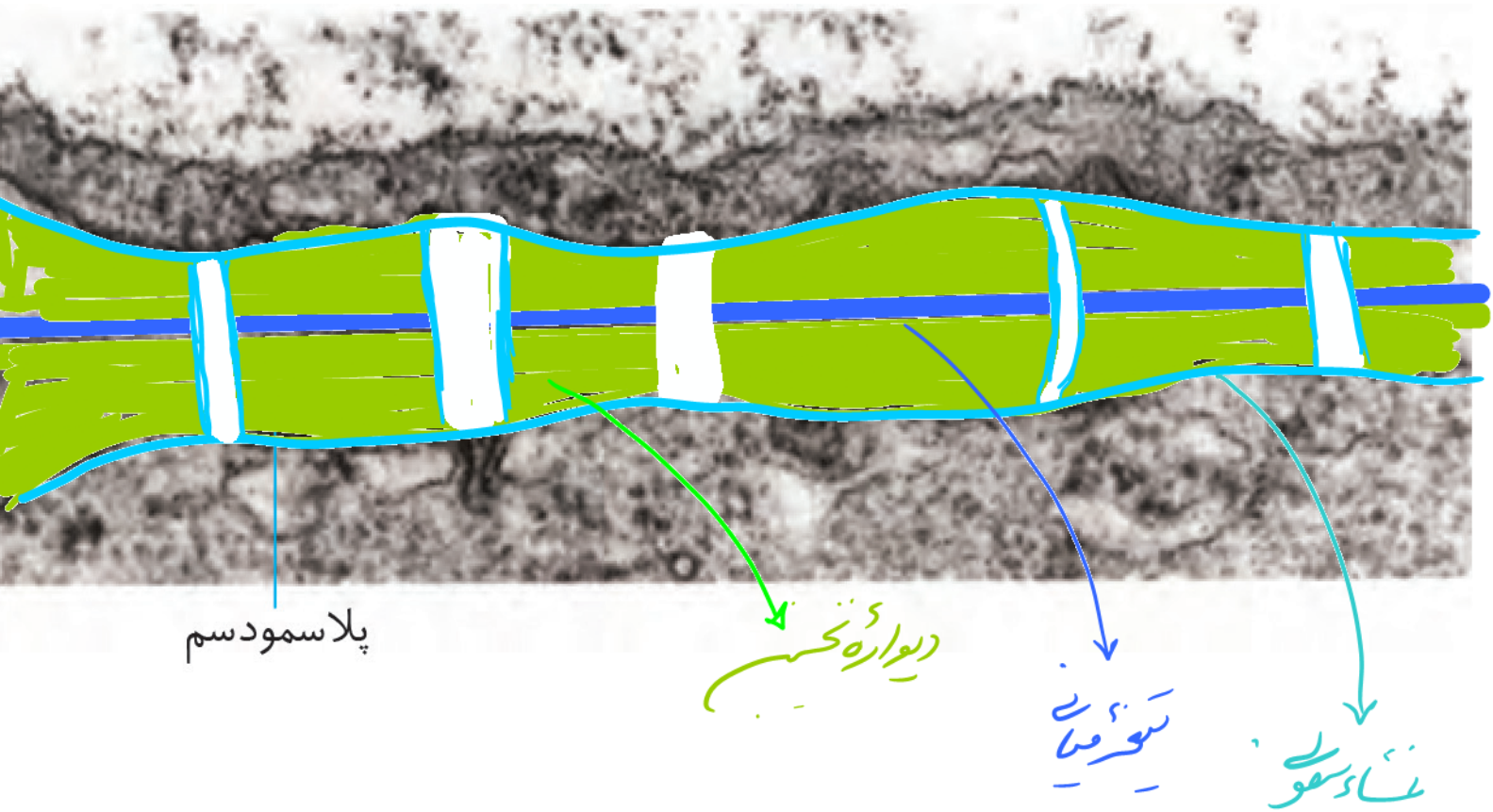
رشته‌های سلولزی در دیواره نخسین غیرموازی ولی در هر لایه از دیواره پسین به صورت موازی با یکدیگر قرار می‌گیرند.

دیوارهٔ سلولی

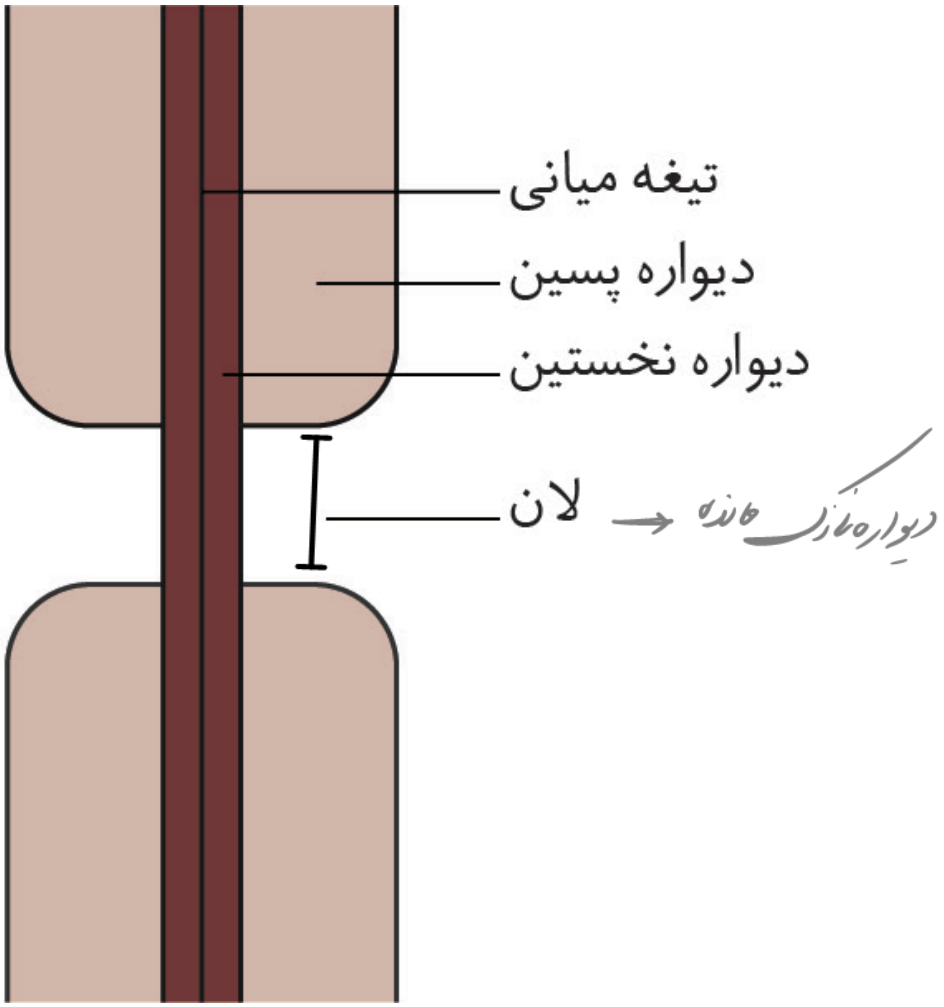


- بین دو یاختهٔ گیاهی یک تیغهٔ میانی، دو دیوارهٔ نخستین و دو دیوارهٔ پسین وجود دارد. البته دقت داشته باشید که الزامی بر وجود دیوارهٔ پسین نیست.
- طبق شکل کتاب درسی، تیغهٔ میانی می‌تواند از دیوارهٔ نخستین ضخیم‌تر باشد.
- دیوارهٔ سازی در یاخته‌های از خارج به داخل صورت می‌گیرد؛ در نتیجه با افزایش ضخامت (لایه‌های) دیواره از میزان پروتوپلاست کم می‌شود.
- طبق شکل بالا تیغهٔ میانی می‌تواند بین دو و یا چند یاخته مشترک باشد.

تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی



لان در دیوارهٔ سلولی



از آنجایی که در کتاب میگه پلاسمودسم‌ها در لان به فراوانی یافت می‌شوند، می‌توان گفت که: (۱) قطر لان از پلاسمودسم بزرگ‌تر است. (۲) تعداد لان از پلاسمودسم کمتر است!

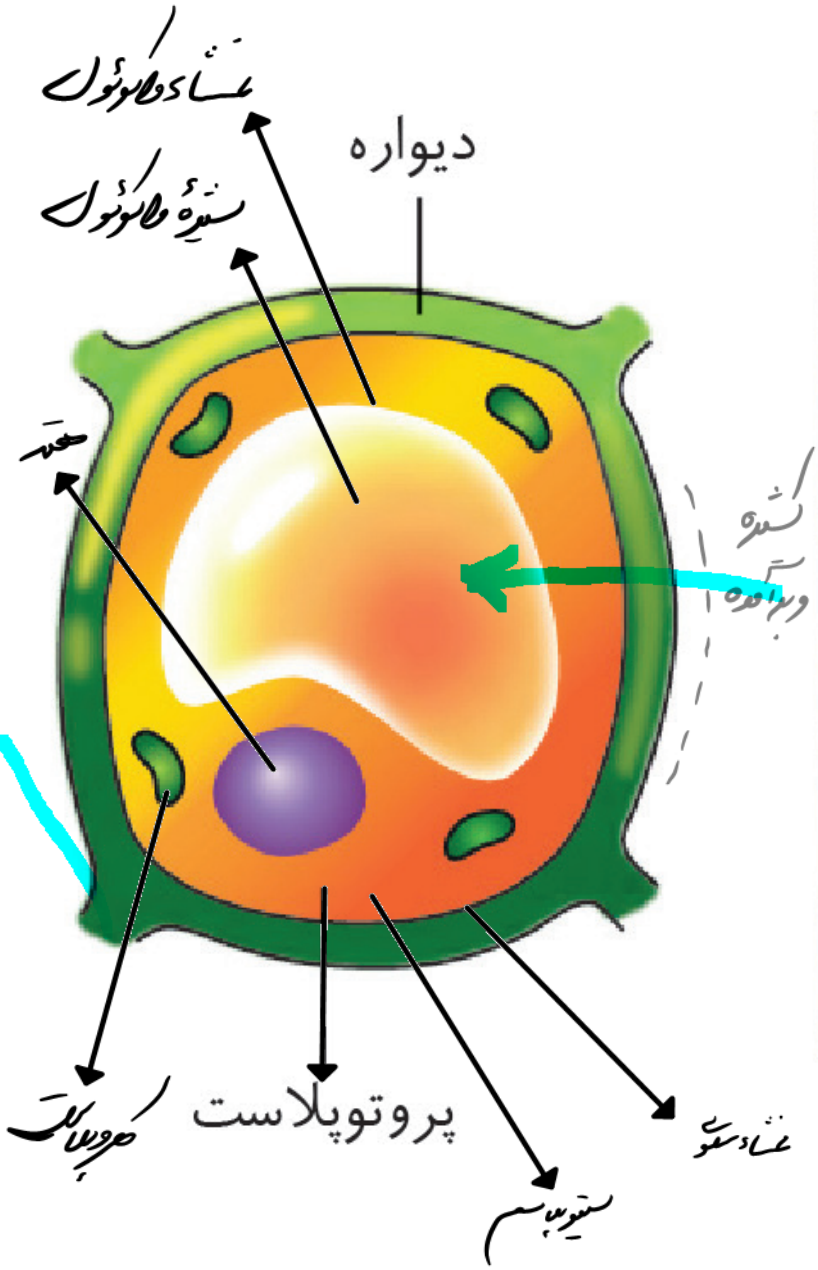
در محل لان دیوارهٔ پسین وجود ندارد ولی در محل پلاسمودسم هیچ بخشی از دیوارهٔ یاخته‌ای وجود ندارد.

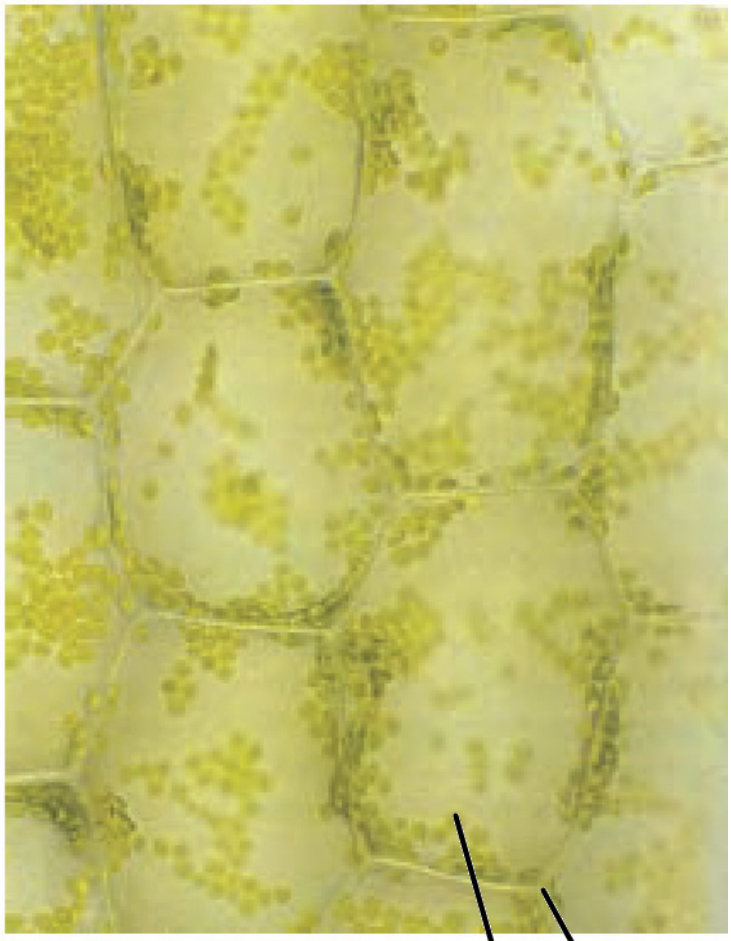
هرچه یک یاختهٔ گیاهی تمایزیافته‌تر باشد، میزان رسوب سلولز در دیواره‌های اطراف لان بیشتر خواهد بود در نتیجه قطر پلاسمودسم کمتر!

پلاسمودسم فقط بین یاخته‌های گیاهی زنده وجود دارد ولی لان در هر یاختهٔ گیاهی دیواره‌دار دیده می‌شود.

منافذ پلاسمودسم آن‌قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک‌اسیدها (DNA و RNA) و حتی ویروس‌های گیاهی از آن عبور می‌کند (فصل ۷ دهم).

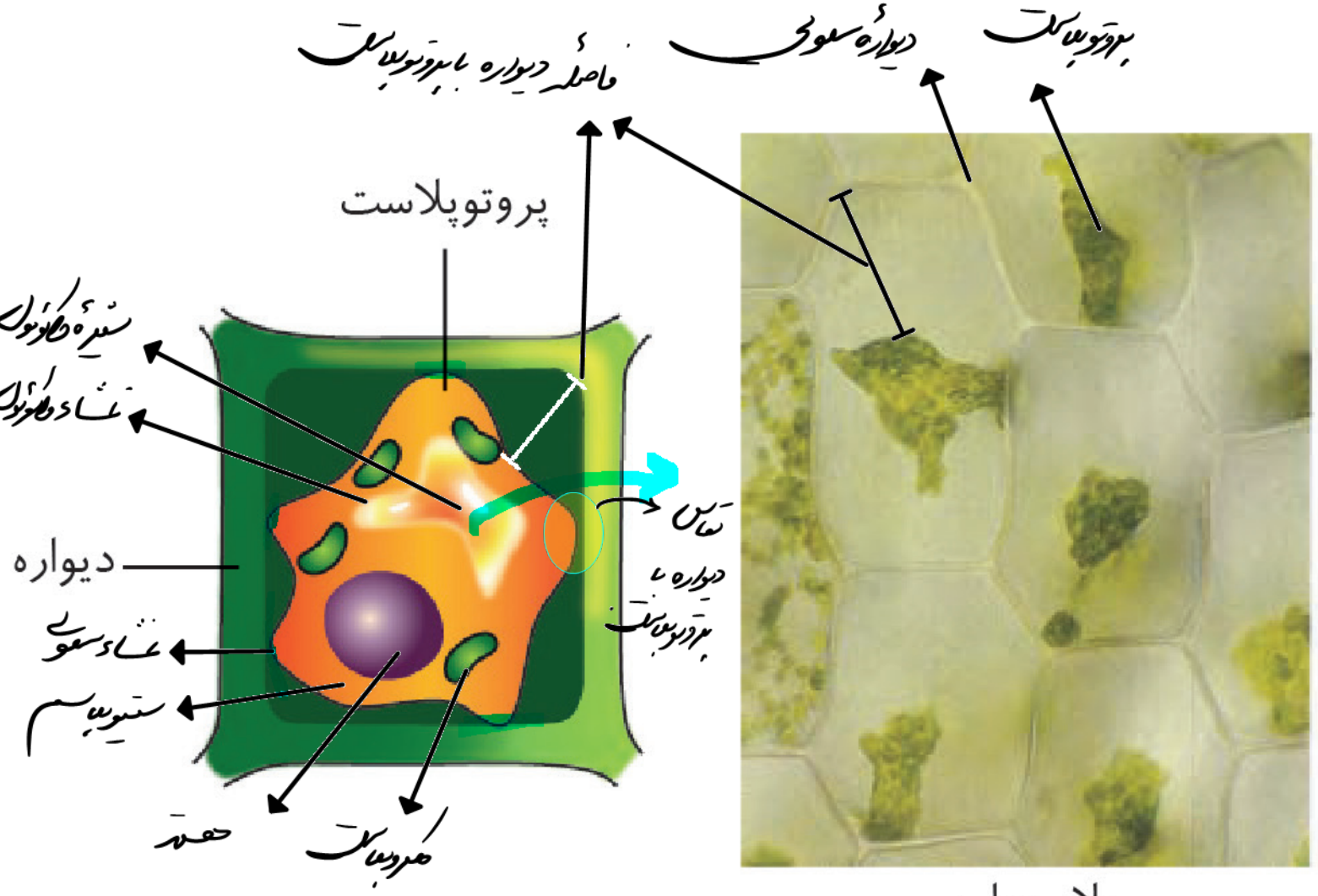
تورژسانس در سلول گیاهی



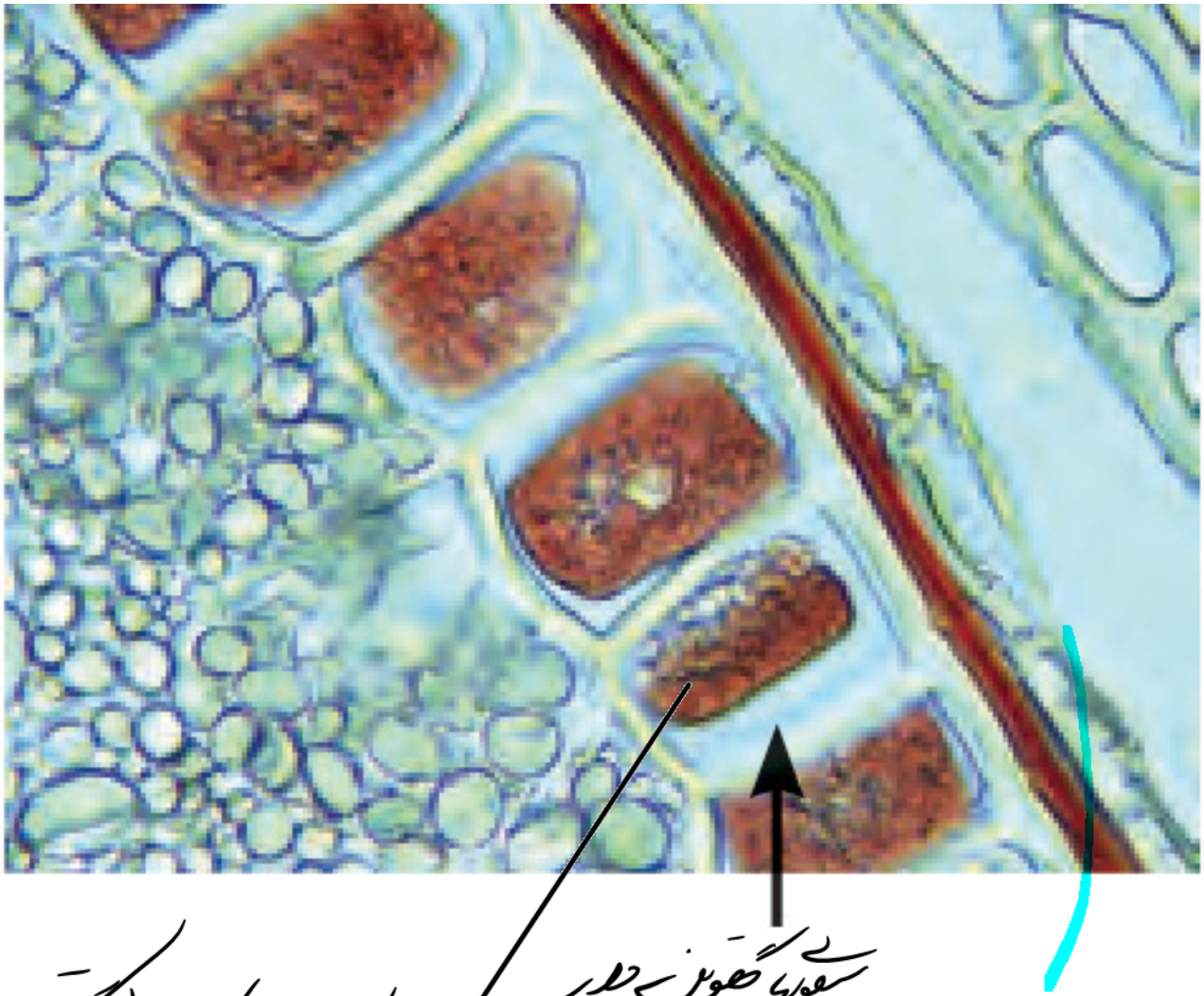


تورژسانس

پلاسمولیز در سلول گیاهی

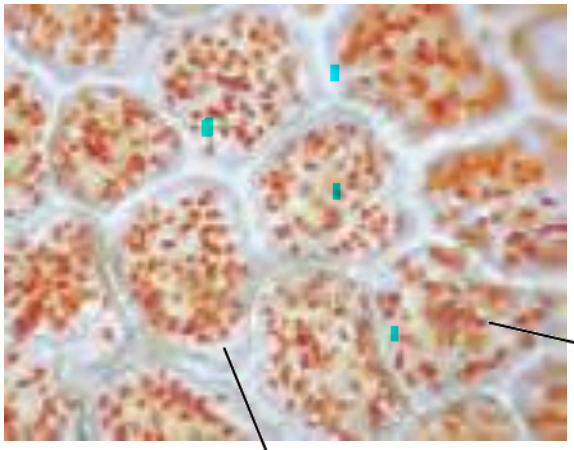


سلول‌های بیگ گلوبین در واکوئول آبی ذخیره شده



دیسه‌ها در سلول‌های گیاهی

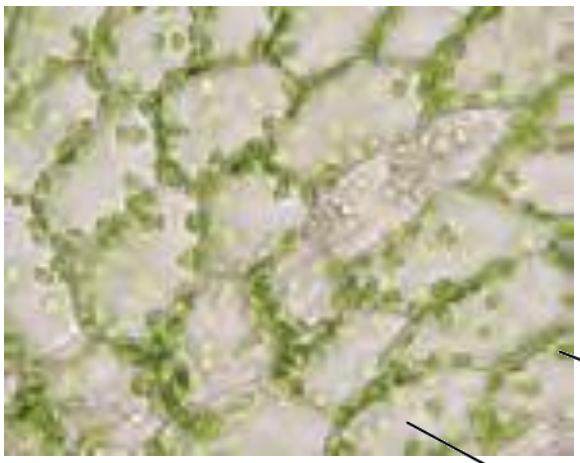
سلول‌های دارای کروموپلاست (رنگ دیسه)



- کروموپلاست
- سلول دارای کروموپلاست

- رنگ دیسه بصورت ترکیبی از رنگ‌دانه‌های زرد و نارنجی و دانه‌های ریز و پراکنده دیده می‌شود.
- کوچکترین دیسه.

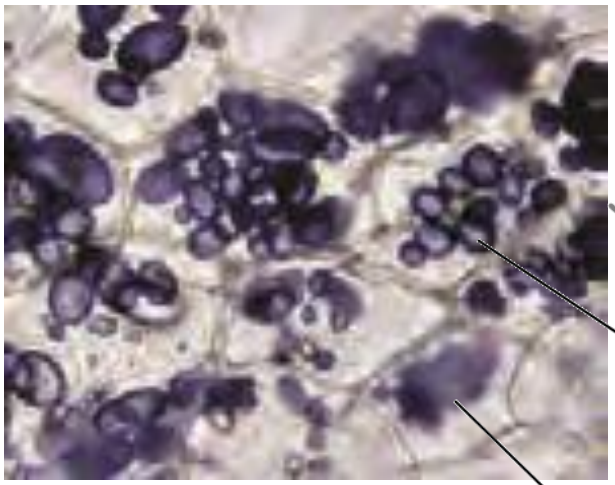
سلول‌های دارای کلروپلاست (سبزدیسه)



- کلروپلاست
- سلول کلروپلاست دار

کلروپلاست بصورت سبز رنگ که در حاشیه سلول‌های آرایشگری دارند دیده می‌شوند.

سلول‌های دارای آمیلوپلاست (نشادیسه)



- آمیلوپلاست
- سلول آمیلوپلاست دار

- با روش رنگ‌آمیزی قابل مشاهده است و خود بی‌رنگ است.
- بزرگترین پلاست
- دارای اندازه متفاوت.

گیاهان استفاده‌های متفاوتی دارند

ریشهٔ قرمز رنگ

ارناس

از ریشهٔ گیاه ارناس ← جهت تهیهٔ رنگ قرمز استفاده می‌شود.

نعنا

از برگ گیاه نعنا ← در صنعت داروسازی و عطرسازی استفاده می‌شود.

نعنا ← گیاه 2 ساله

گل محمدی

از گلبرگ گل محمدی (صورتی رنگ)

↓

در صنعت عطرسازی و داروسازی استفاده می‌شود.

خروج شیرابه از گیاهان

شیرابه انجیر - ناقدانگالوئید

شیرابه خشخاش

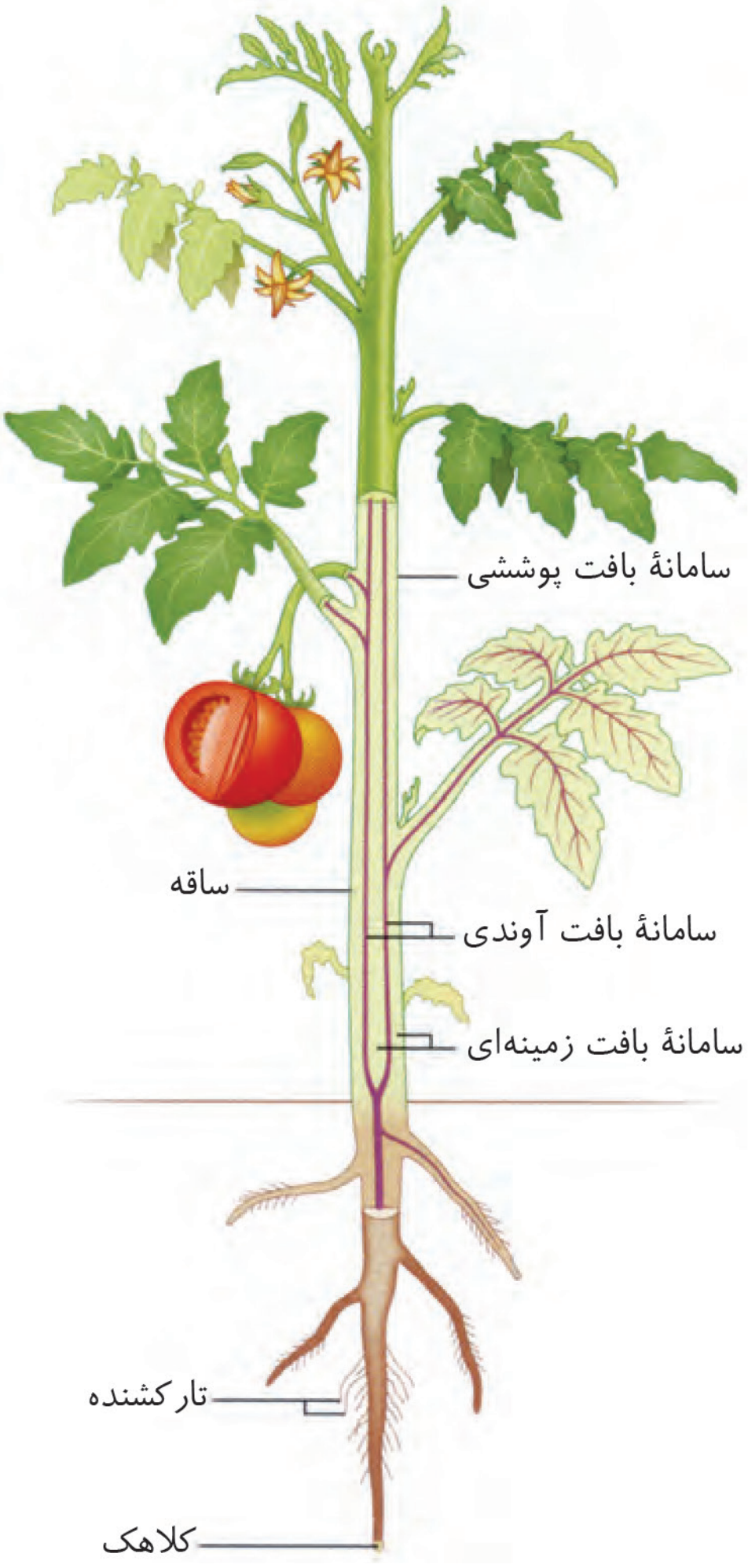
حاوی مورفین (نوعی آلکالوئید)

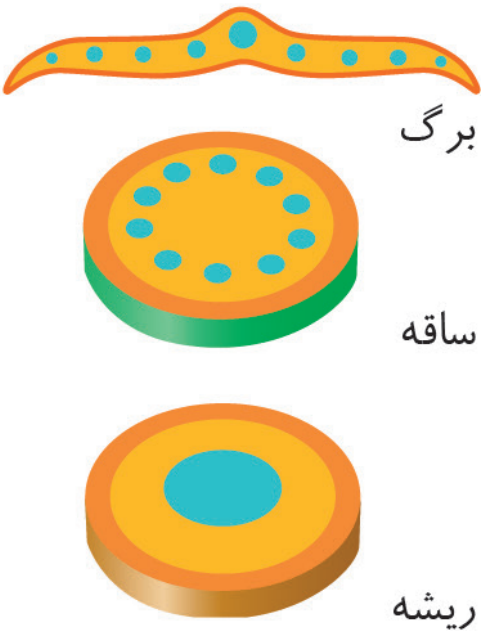
شیرابه درخت هوا (Hevea)

(فاقد آلکالوئید)

« استفاده جهت تولید لاستیک »

سه سامانهٔ بافتی گیاه



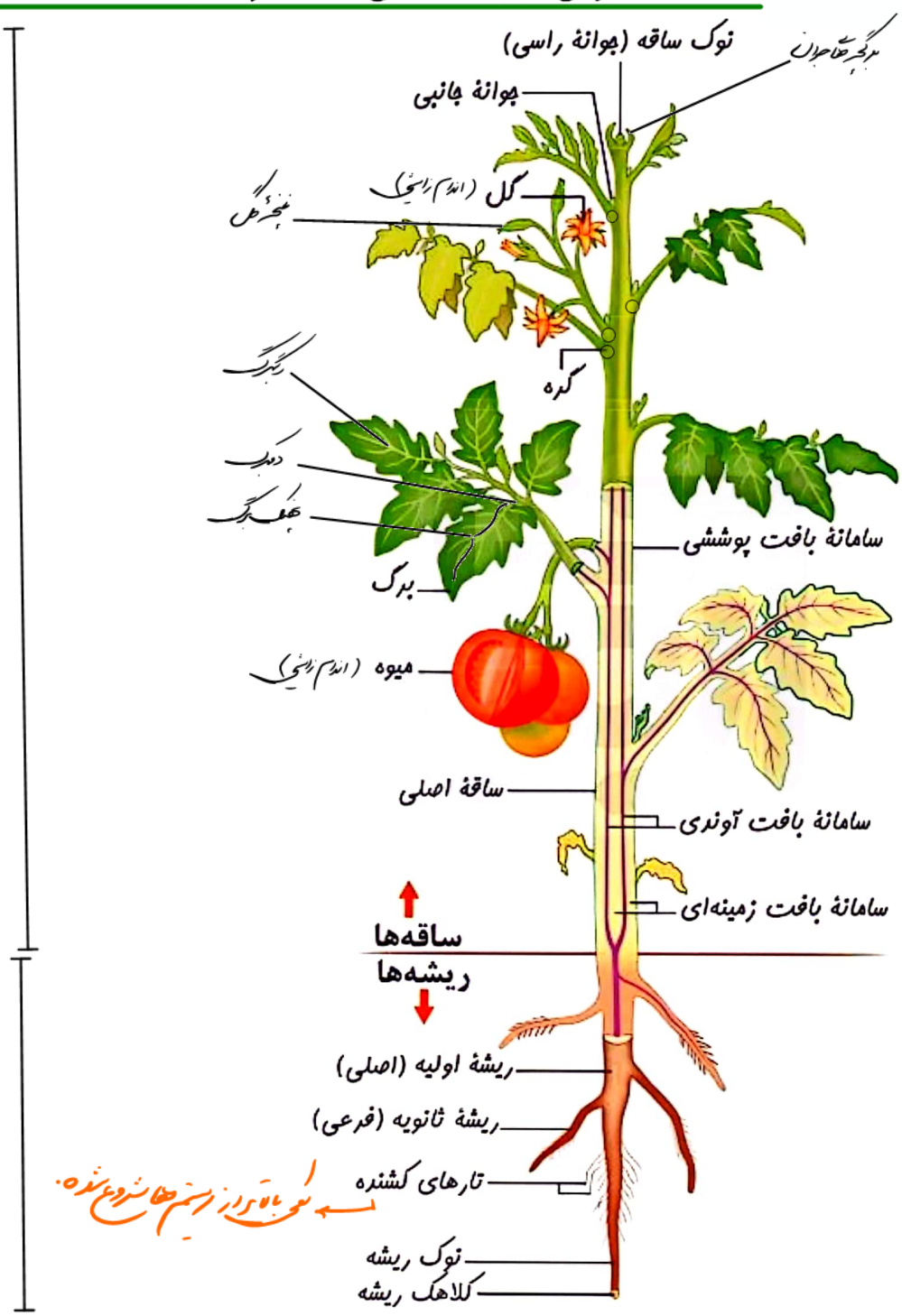


بافت پوششی

بافت زمینه‌ای

بافت آوندی

ریشه‌های فرعی از ریشهٔ اصلی منشأ گرفته و فاقد کلاهک در نوک خود هستند.



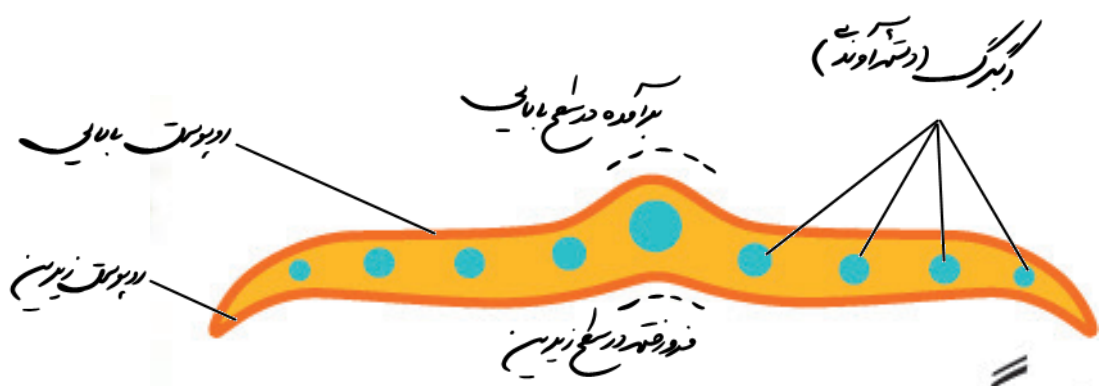
اندام هوایی

اندام زمینی

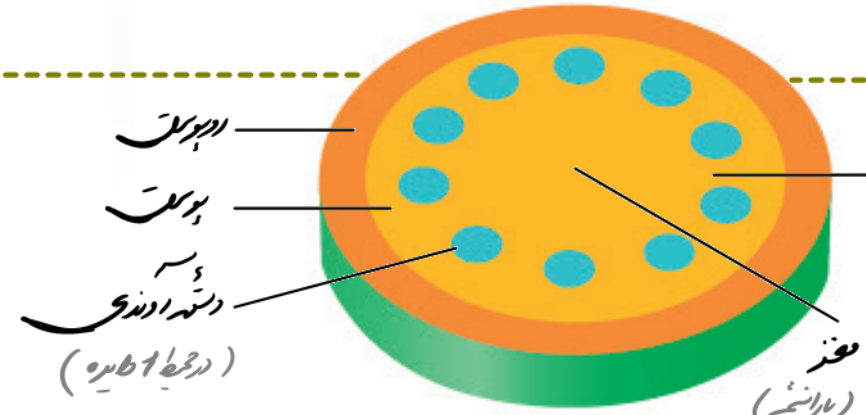
- گوجه فرنگی گیاهی دولپه است.
- در نوک ریشه، کلاهک قرار دارد.
- هر چه در طول ریشه به سمت نوک پیش می‌رویم، اندازه و تراکم تارهای کشنده کمتر می‌شود.
- ریشه به صورت راست و مستقیم در خاک رشد می‌کند و از آن ریشه‌های فرعی ایجاد می‌شود.
- گوجه‌فرنگی جزء گیاهان جالیزی است. گیاه گل جالیز با این گیاهان، رابطهٔ انگلی دارد. گیاه گل جالیز با ایجاد اندام مکنده و فرو کردن در ریشهٔ گیاهان جالیزی، آب و مواد غذایی خود را از این گیاهان تأمین می‌کند (فصل ۷ دهم).
- گوجه‌فرنگی از نظر نیاز به نور به گلدهی، نوعی گیاه بی‌تفاوت محسوب می‌شود (فصل ۹ یازدهم).

سه بافت در برش عرضی اندام‌های رویشی

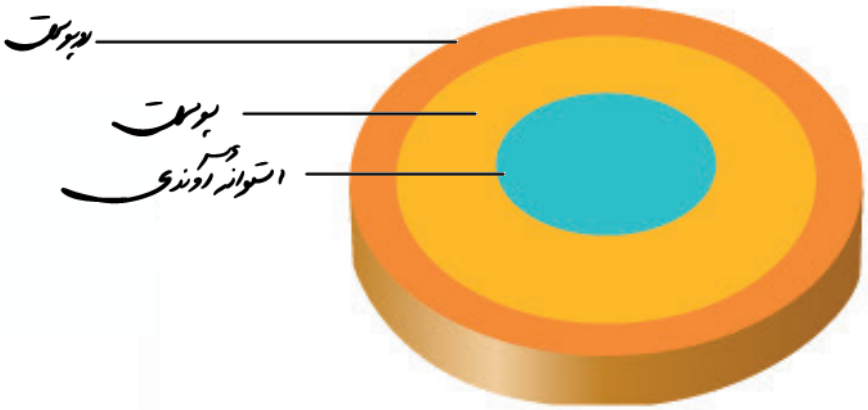
بزرگ‌ترین ریشه‌برگ در گونه برگ قرار دارد
و هر چه به حاشیه برگ نزدیک می‌شویم
ریشه‌برگ‌ها کوچک‌تر می‌شوند.



برگ



ساقه

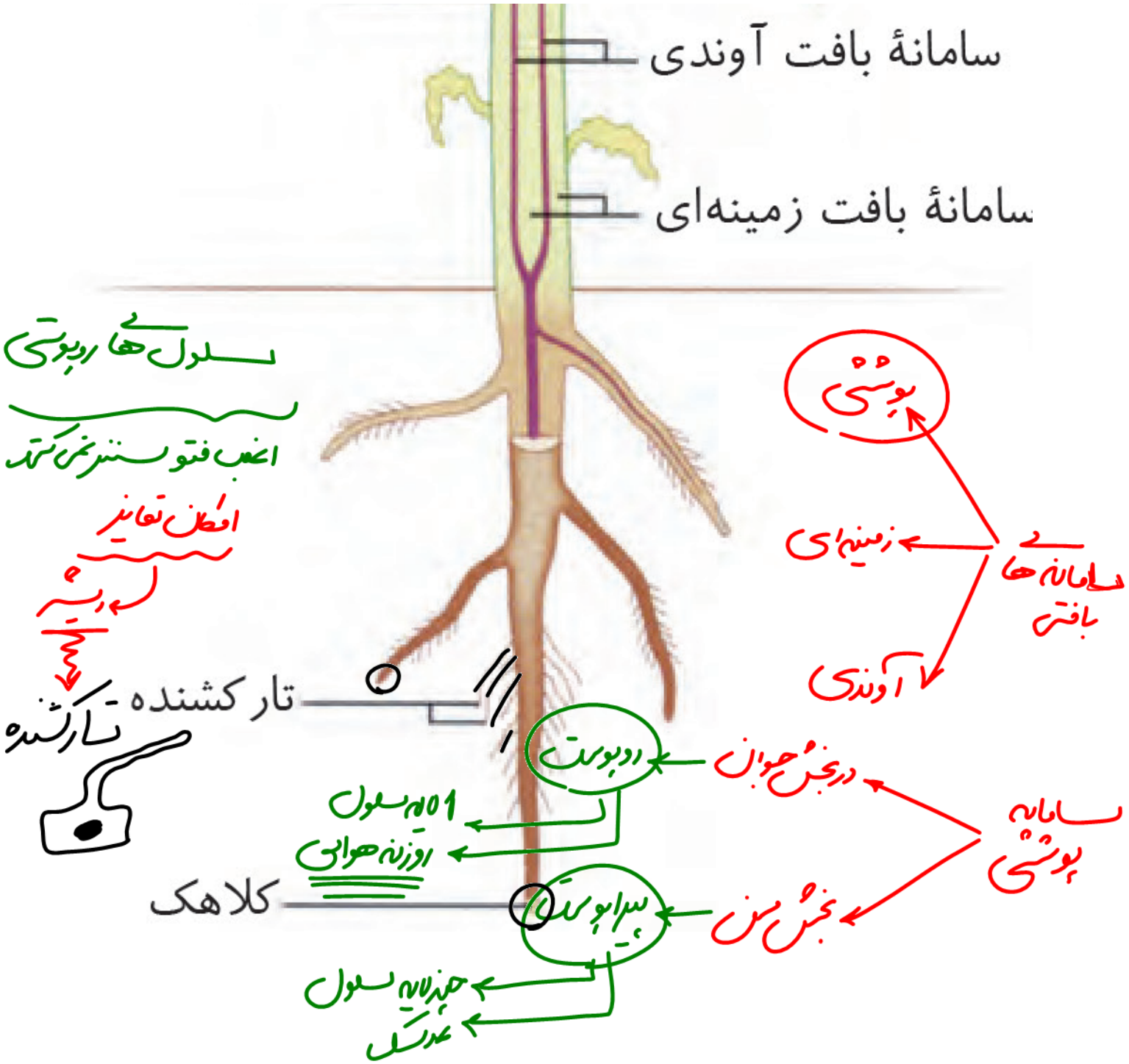


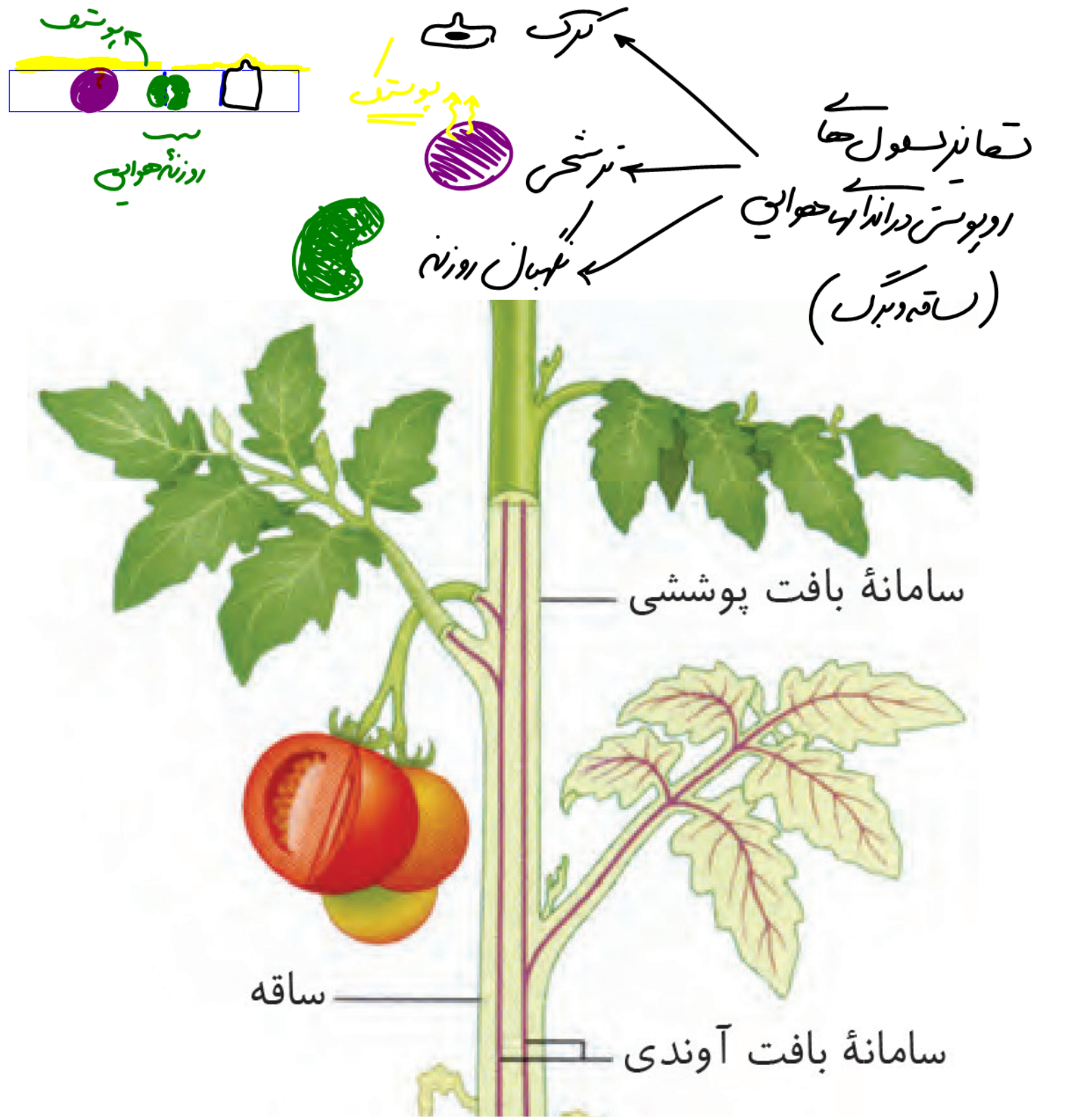
ریشه

بافت پوششی — همهٔ اپیدرم‌ها

بافت زمینه‌ای — همهٔ پوست‌ها

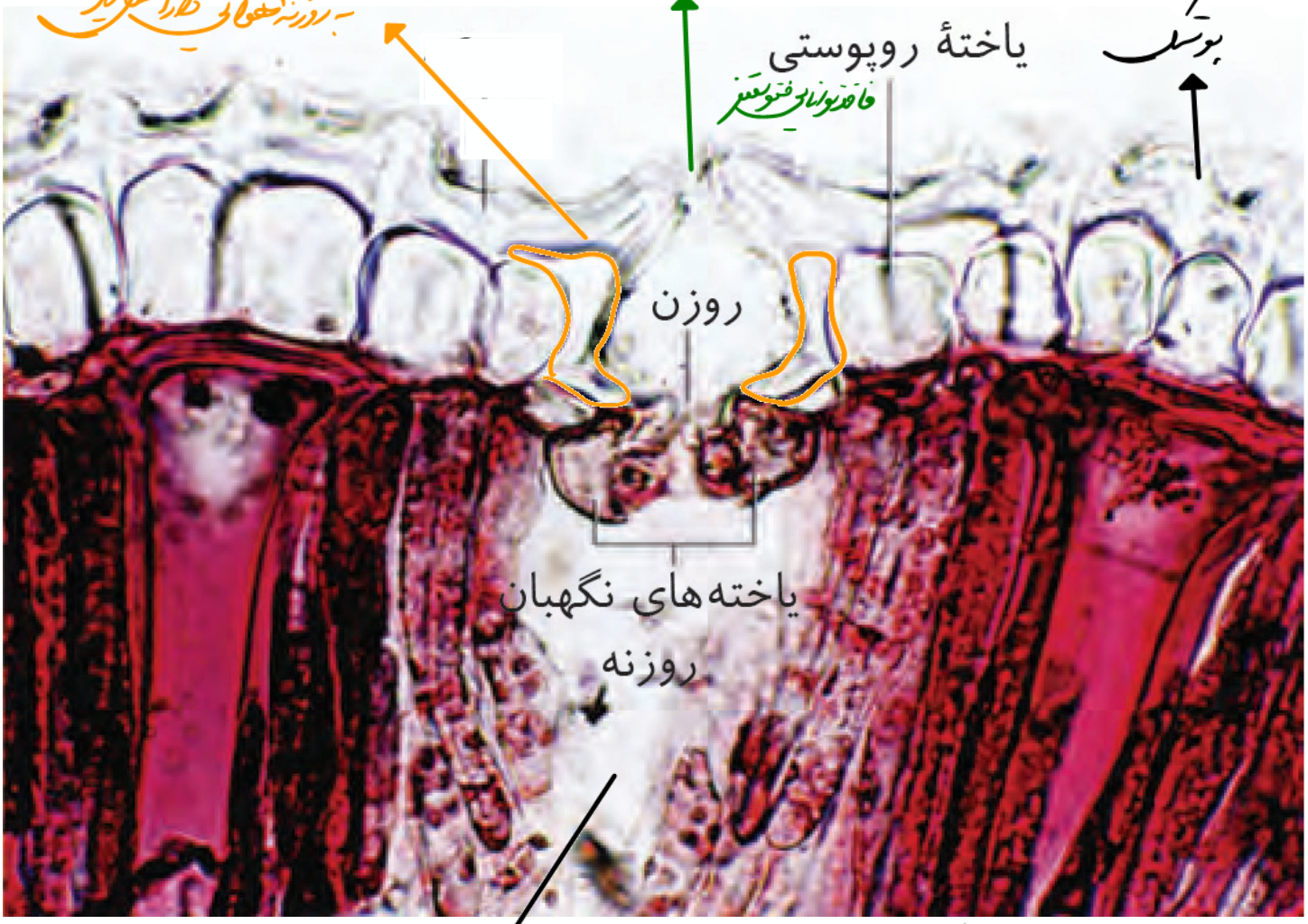
بافت آوندی — همهٔ استوانه‌های آوندی


سامانهٔ بافت آوندی
سامانهٔ بافت زمینه‌ای
سلول‌های روپوستی
اغلب فتوسنتز نمی‌کنند
انواع تغییر یافته
ریشه
تار کشنده
تار کشنده
کلاهک
پوششی
زمینه‌ای
سامانه‌های بافتی
آوندی
روپوست
دربرگیرنده جوان
لایه سلول
روزنه هوایی
پیراپوست
بخش سن
سامانه پوششی
چند لایه سلول
عدسک


سامانهٔ بافت پوششی
ساقه
سامانهٔ بافت آوندی

سامانهٔ بافت پوششی

رویوستِ برگ

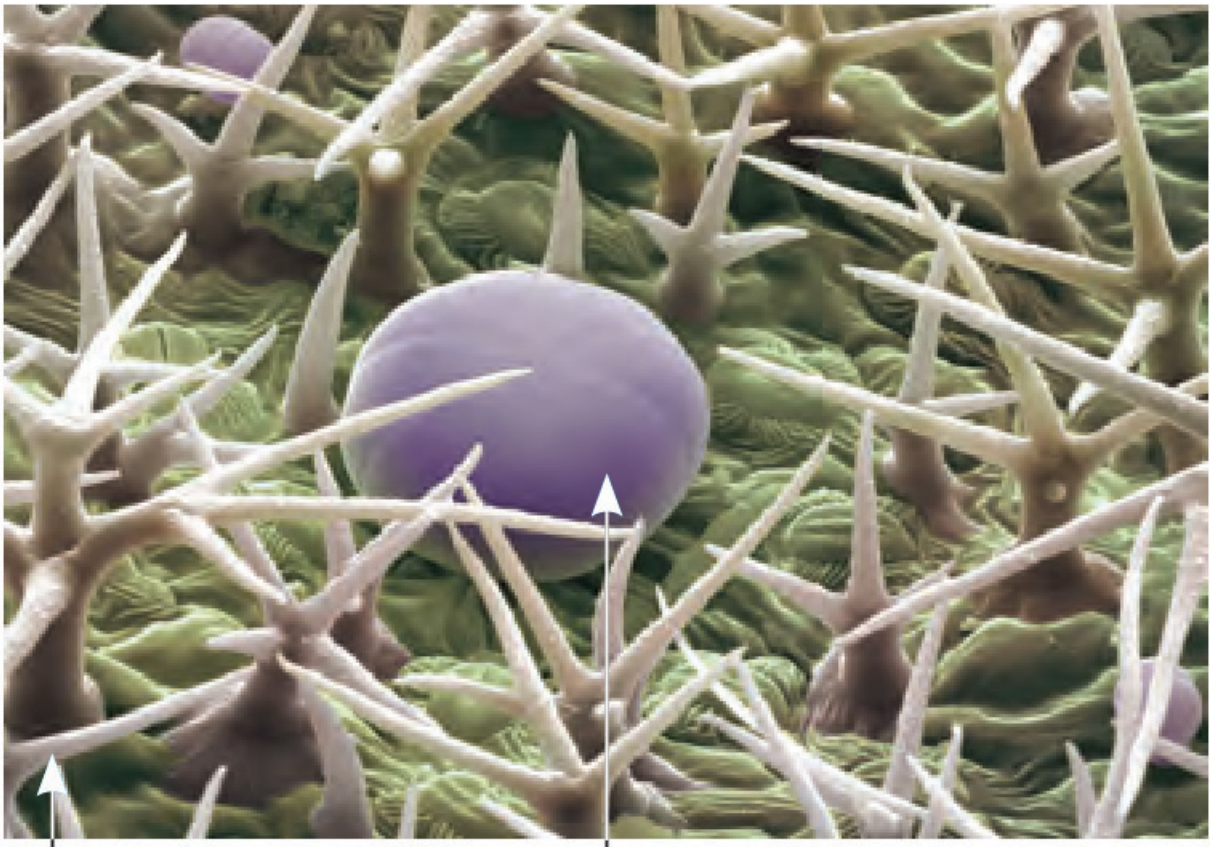


- پوستک ساختار یاخته‌ای ندارد!
- هر ساقه‌ای پوستک ندارد؛ مثلاً در سیب‌زمینی، ساقهٔ زیرزمینی وجود دارد که فاقد پوستک می‌باشد.
- یاخته‌های روپوستی اندام‌های هوایی، در شبکهٔ آندوپلاسمی صاف خود ترکیبات لیپیدی سازندهٔ پوستک را تولید می‌کنند.
- در ریشه هیچگاه پوستک مشاهده نمی‌شود! چه ریشهٔ مسن و چه ریشهٔ جوان!
- پوستک ضخامت یکنواختی ندارد.
- پوستک بر روی یاخته‌های نگهبان روزنه قرار ندارد و این یاخته‌ها نسبت سایر یاخته‌ها از پوستک بیشترین فاصله را دارند.

سلول‌های نگهبان روزنه

یاخته‌های روپوستی می‌توانند شکل و اندازهٔ متفاوتی از یکدیگر داشته باشند.

روزن منفذی بین دو یاختهٔ نگهبان روزنه است. در ضمن به مجموع دو یاختهٔ نگهبان روزنه و منفذ بین آنها، روزنه می‌گویند.

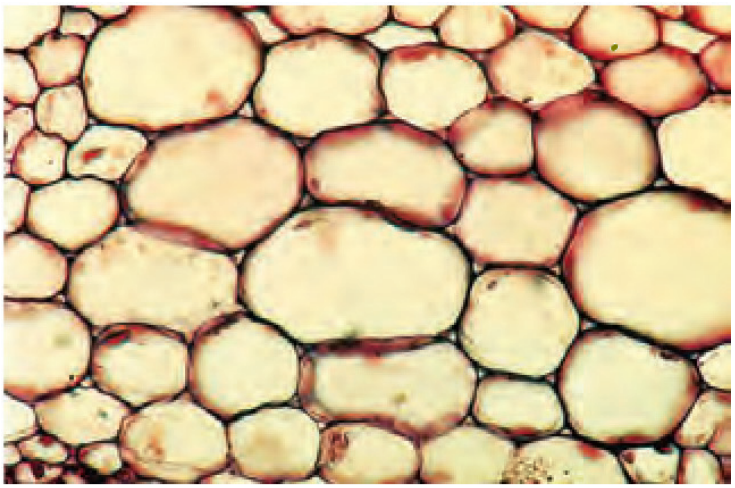


- کرک‌ها می‌توانند به صورت منشعب و یا غیرمنشعب باشند.
- یاخته‌های نگهبان روزنه، لوبیایی‌شکل و اندازه‌ای کوچک‌تر از یاخته‌های روپوستی مجاور خود دارند.
- یاخته‌های ترشحی ظاهری کروی‌شکل و بزرگ‌تر از کرک‌ها هستند.
- بیشترین یاخته‌های روپوستی در هر اندام جوان گیاه، یاخته‌های تمایزنیافتهٔ روپوستی هستند.

سلول‌های پارانشیمی با دیوارهٔ نازک

بافت پارانشیم

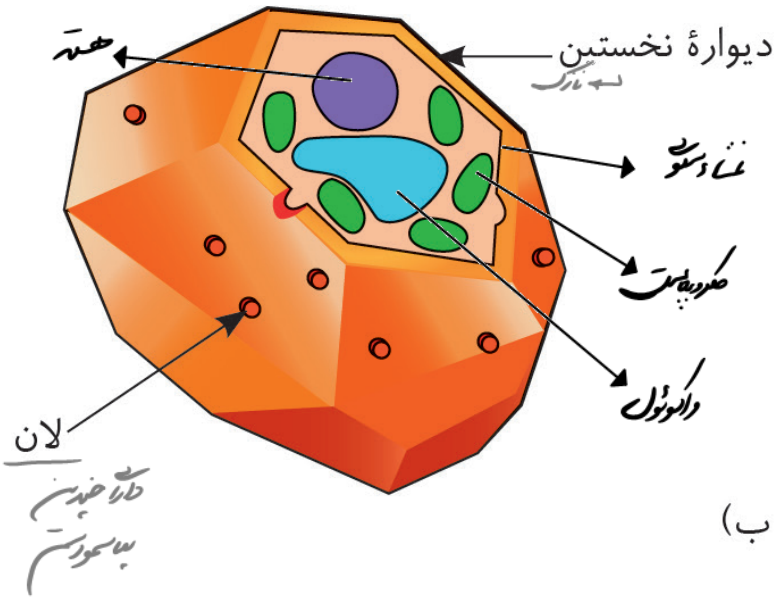
سطح برش عرضی از سلول پارانشیمی



الف)

← این تصویر با میکروسکوب نوری مشاهده می‌شود.

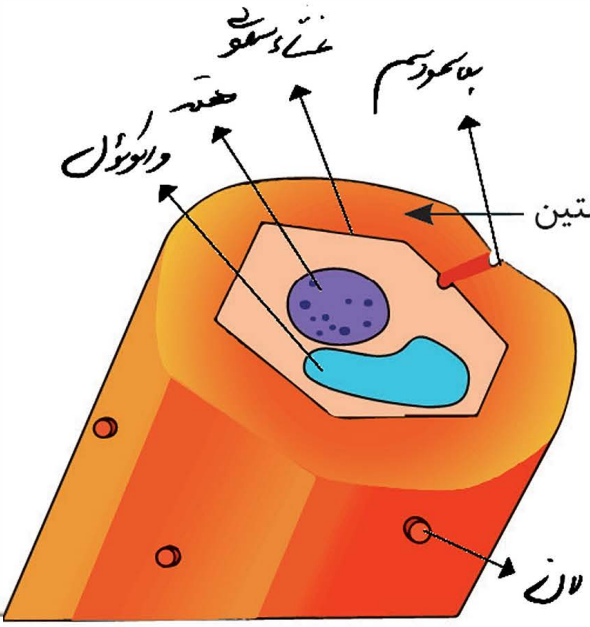
دقت دیوارهٔ سلول‌ها مشخص می‌شود.

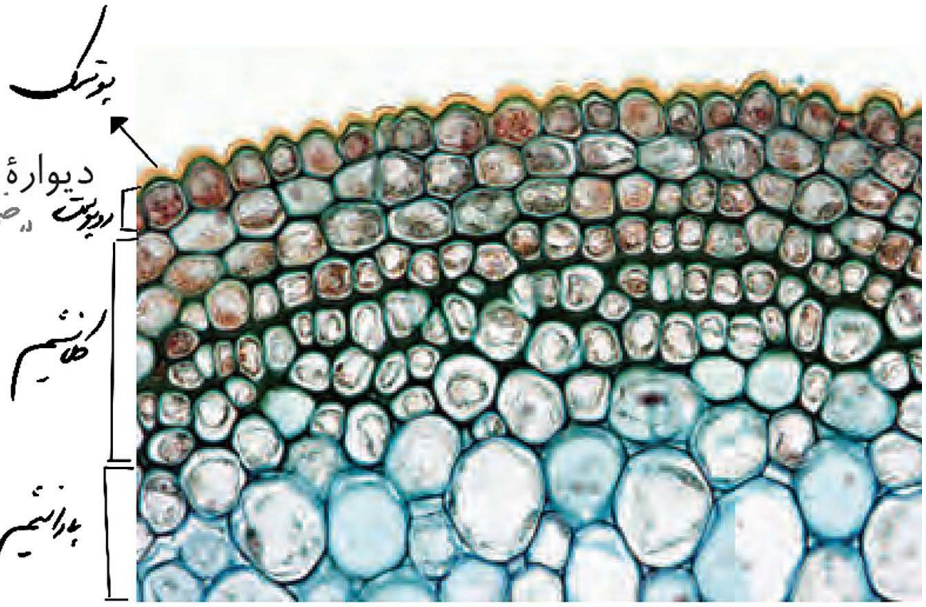


ب)

- چوبی و چوب‌پنبه‌ای شدن دیواره باعث نفوذناپذیر شدن آن نسبت به آب می‌شود.
- یاخته‌های پارانشیمی شکلی چندوجهی و کوتاه دارند.
- پارانشیم سبزینه‌دار در برگ، میانبرگ نام دارد و به دو شکل نرده‌ای و اسفنجی مشاهده می‌شود.

سلول‌های بافت کلانشیم

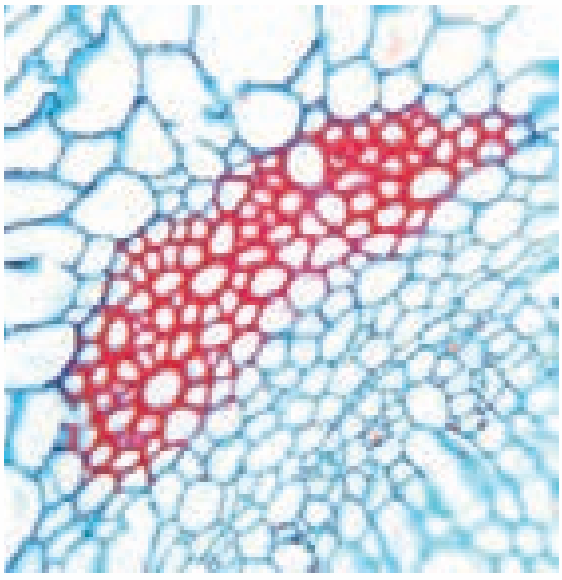




دیوارهٔ ضخیم سلول‌های کلانشیمی به دلیل رنگ‌آمیزی تیره دیده می‌شود

سطح برشی از سلول‌های کلانشیمی

فاقد حفره و پلاست

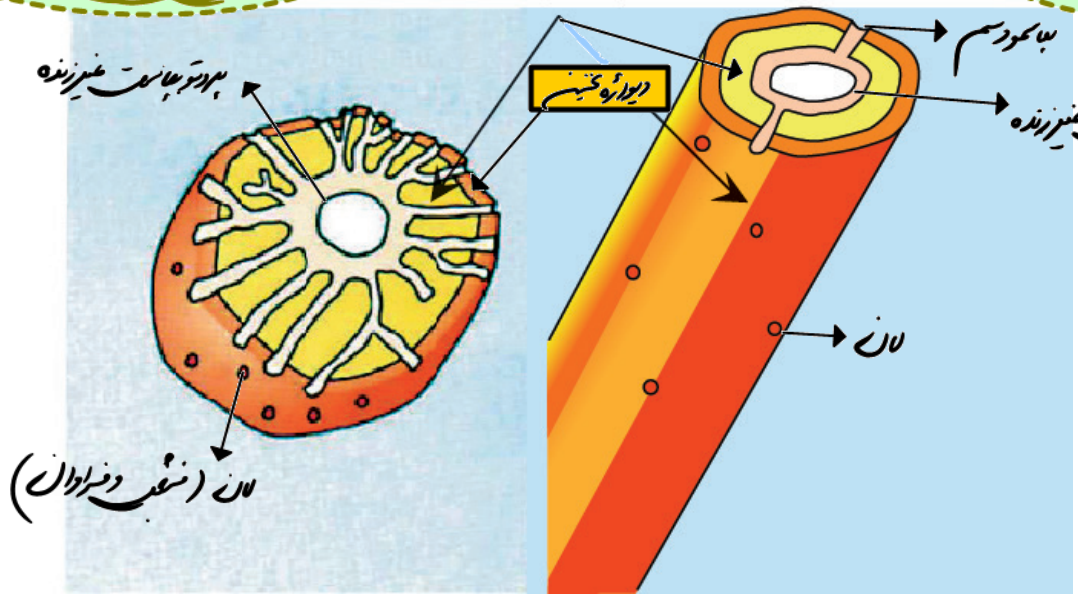


- در برگ‌ها در زیر روپوست، یاخته‌های پارانشیمی قرار دارند نه کلانشیمی!
- دیوارهٔ ضخیم یاخته‌های کلانشیمی به علت رنگ‌آمیزی تیره دیده می‌شوند.
- طبق متن کتاب درسی، یاخته‌های کلانشیم توانایی تقسیم و فتوسنتز را ندارند!

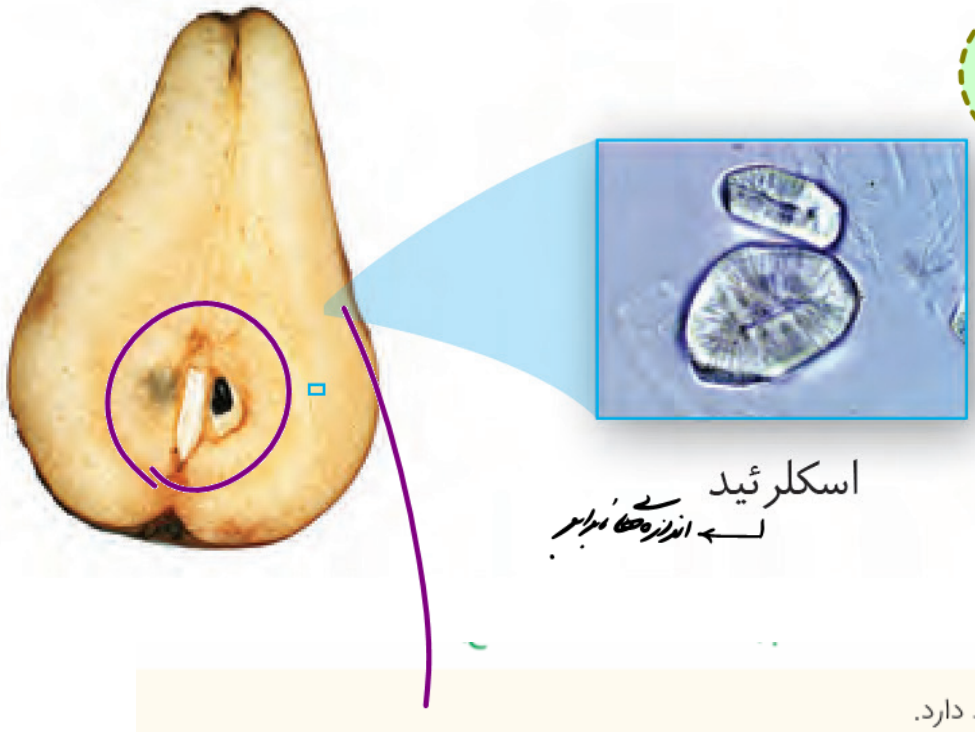
بافت اسکلرانشیم

سطح بریده از ساقه فیبر

سطح بریده از ساقه اسکلرئید



اسکلرئید در گلابی



- اسکلرئید در پوشش دانه و میوه وجود دارد.
- یاخته‌های فیبر از نظر ظاهری شبیه به کلانشیم و از یاخته‌های اسکلرئید هم شبیه به یاخته‌های پارانشیمی هستند.
- میوهٔ گلابی همانند سیب نوعی میوهٔ کاذب و دانه‌دار است (فصل۸ یازدهم).
- یاخته‌های اسکلرئید برخلاف یاخته‌های فیبر، در دیواره خود فرورفتگی‌های منشعب دارند.
- در بخش مرکزی یاخته‌های اسکلرئید و فیبر، حفره دیده می‌شود.

انواع آوندهای چوبی بر اساس میزان و شیوهٔ رسوب مادهٔ چوب

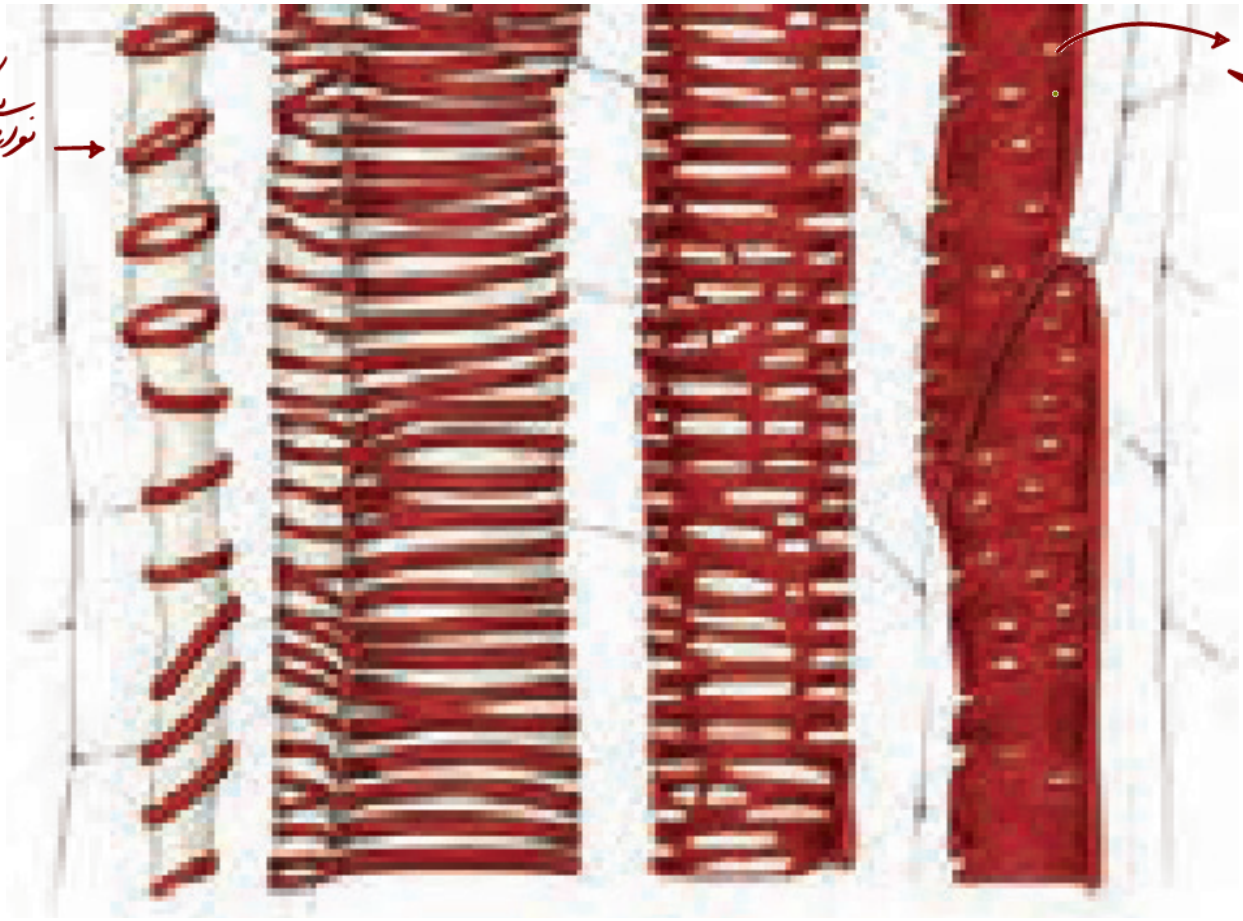
میزان مادهٔ چوب (سفتی) ↑ می‌یابد

آوند حلقوی

آوند مارپیچی

آوند سرده‌ای

آوند لای‌دار



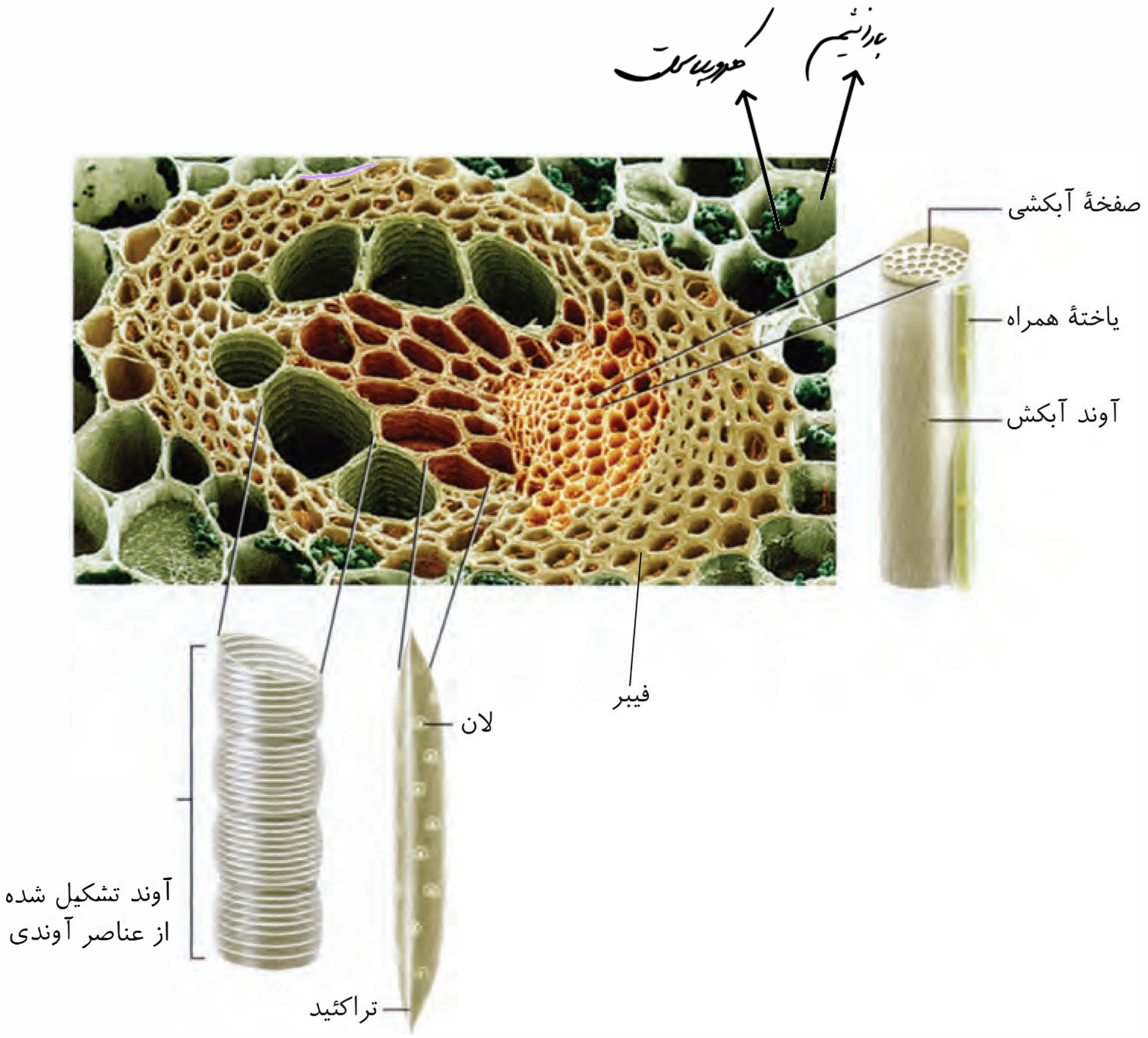
نوارهای سفتی

تها در محل لان چوبی نشده

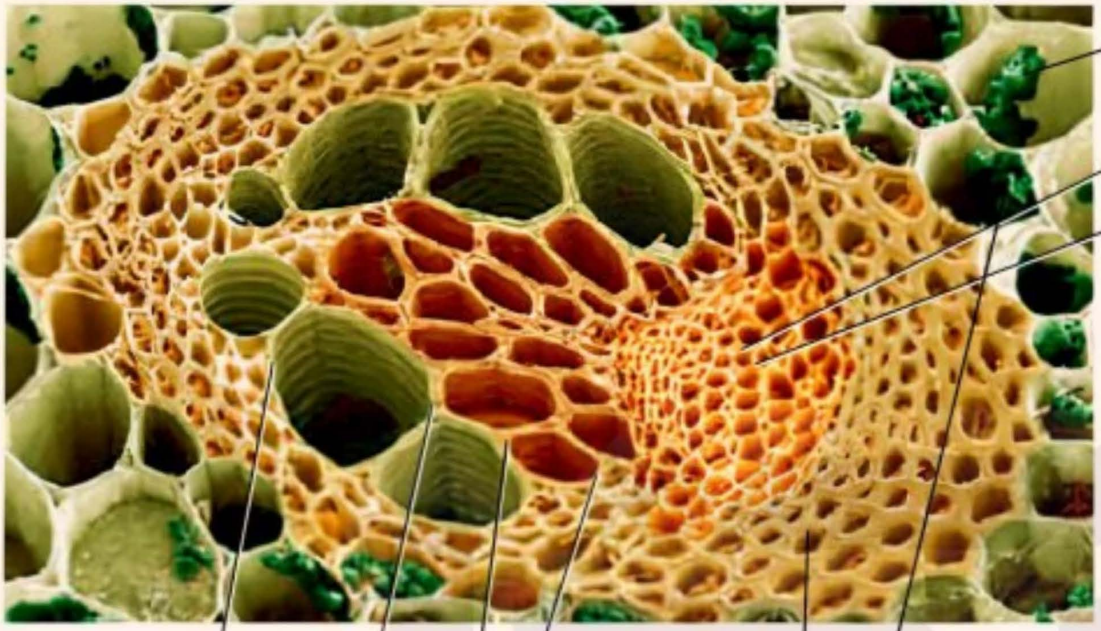
طول عنصر آوندی

طول عنصر آوندی

آوندهای چوبی و آبکش در یک دستهٔ آوندی



	تراکئید	عنصر اوندی	اوند ابکش
موقعیت در یک دستهٔ آوندی	بین دوتای دیگه!	داخلی‌تر	خارجی‌تر
هسته دارد	☒	☒	☑
دیوارهٔ پسین دارد	☑	☑	☒
دیوارهٔ عرضی دارد	☑	☒	☑ (صفحهٔ آبکشی)
سرعت حرکت شیرهٔ گیاهی درون آنها	کمتر از عنصر آوندی	بیشتر از همه	کندتر از سرعت شیرهٔ خام
چه نوع شیرهٔ گیاهی را حمل می‌کند	شیرهٔ خام		شیرهٔ پرورده
شکل یاخته‌ها	دراز، باریک و دوکی‌شکل	کوتاه و پهن	دراز
مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای را انجام می‌دهد	☒	☒	☑
روش انتقال مواد	از طریق لان‌ها	از طریق انتهای یاخته‌ها که به هم متصل هستند	از طریق صفحهٔ آبکشی

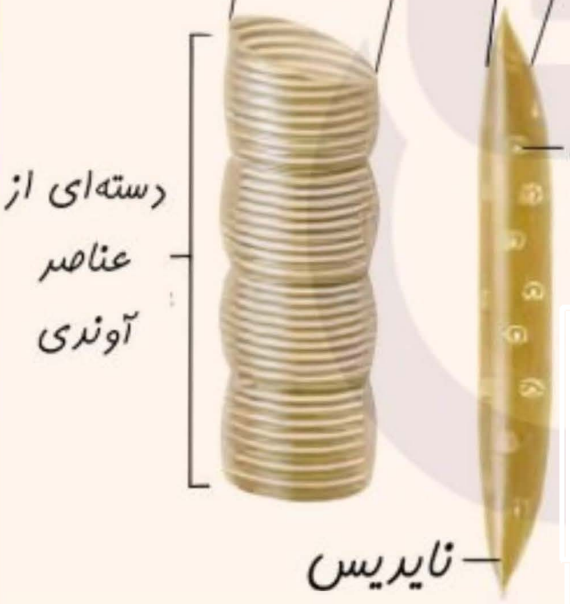


اجزای آوند آبکش

یاخته‌های آبکش نوعی یاختهٔ زنده بوده که از انتها به سر یاختهٔ دیگر خود متصل می شوند و آوندهای آبکش را به وجود می آورند

یاخته‌های همراه این اجزا را پشتیبانی متابولیکی کرده و قندها را به آن‌ها وارد می‌کنند

همچنین یاخته‌های همراه، عمدهٔ انرژی مورد نیاز این آوندها را تامین می‌کنند



اجزای آوند چوبی

در بافت بالغ، نایدیس‌ها و عناصر آوندی مرده هستند اما دیوارهٔ لان دار آن‌ها باقی مانده و به عنوان مجرای آب عمل می‌کنند

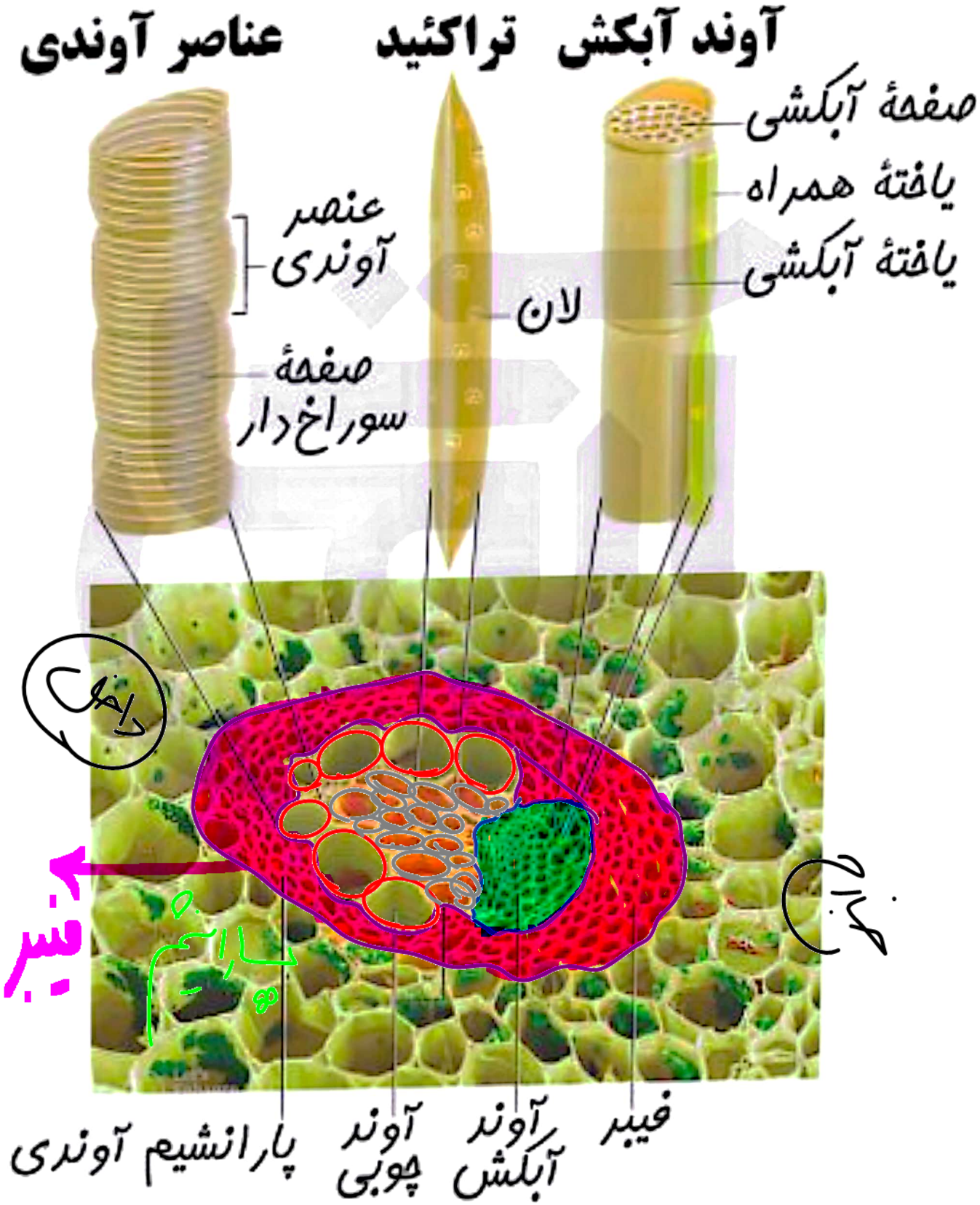
به طور کلی قطر آوندهای چوب از آوندهای آبکش بیشتر است و قطر عناصر آوندی نیز از تراکئیدها بیشتر است. ترتیب قطر در آوندها:

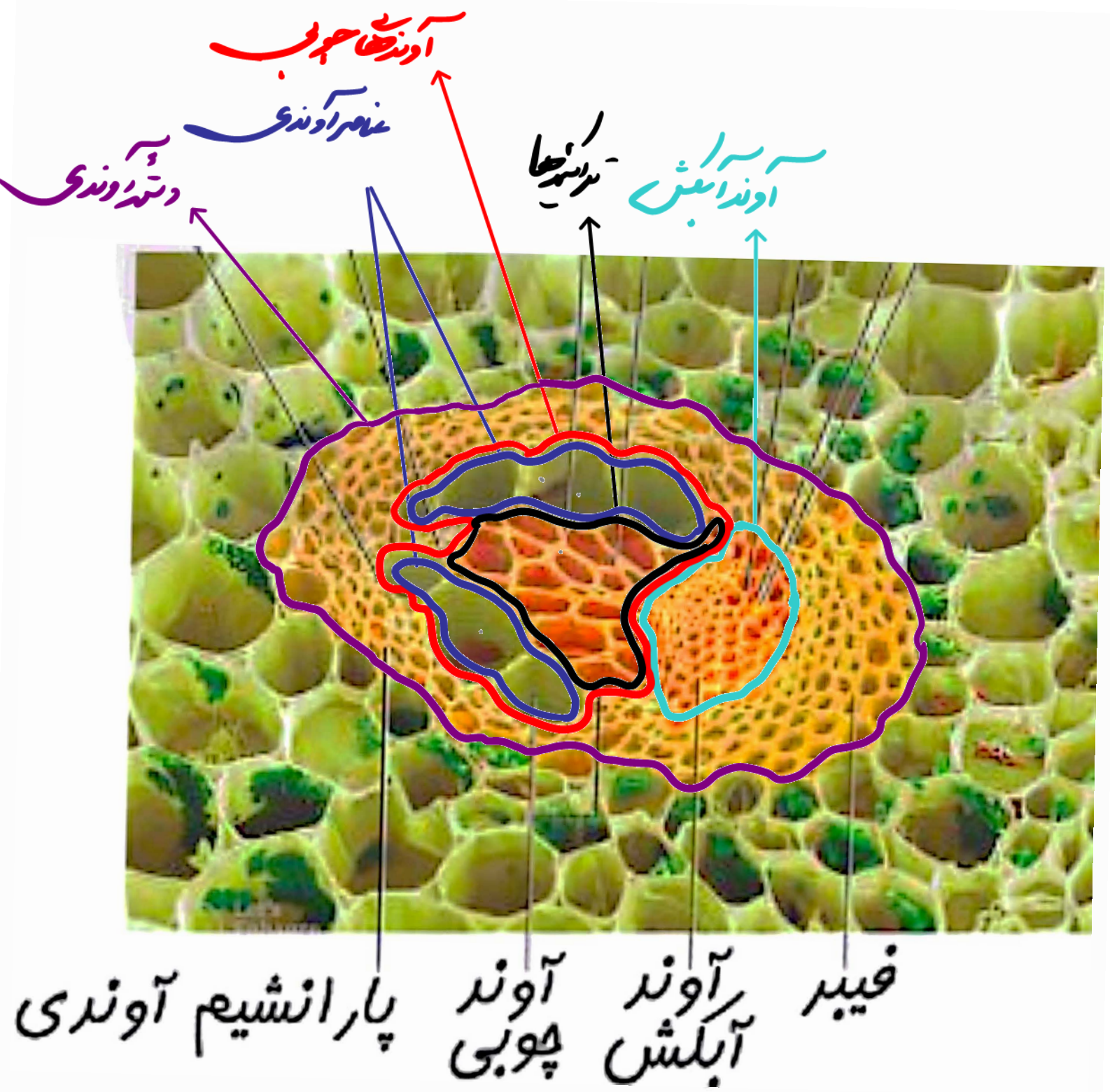
عناصر آوندی> تراکئیدها > آوند آبکش.

بخش زیادی از یک دسته آوندی توسط آوند چوبی اشغال شده است.

در یک دستهٔ آوندی، تراکئیدها بین عناصر آوندی و آوندهای آبکش قرار دارند.

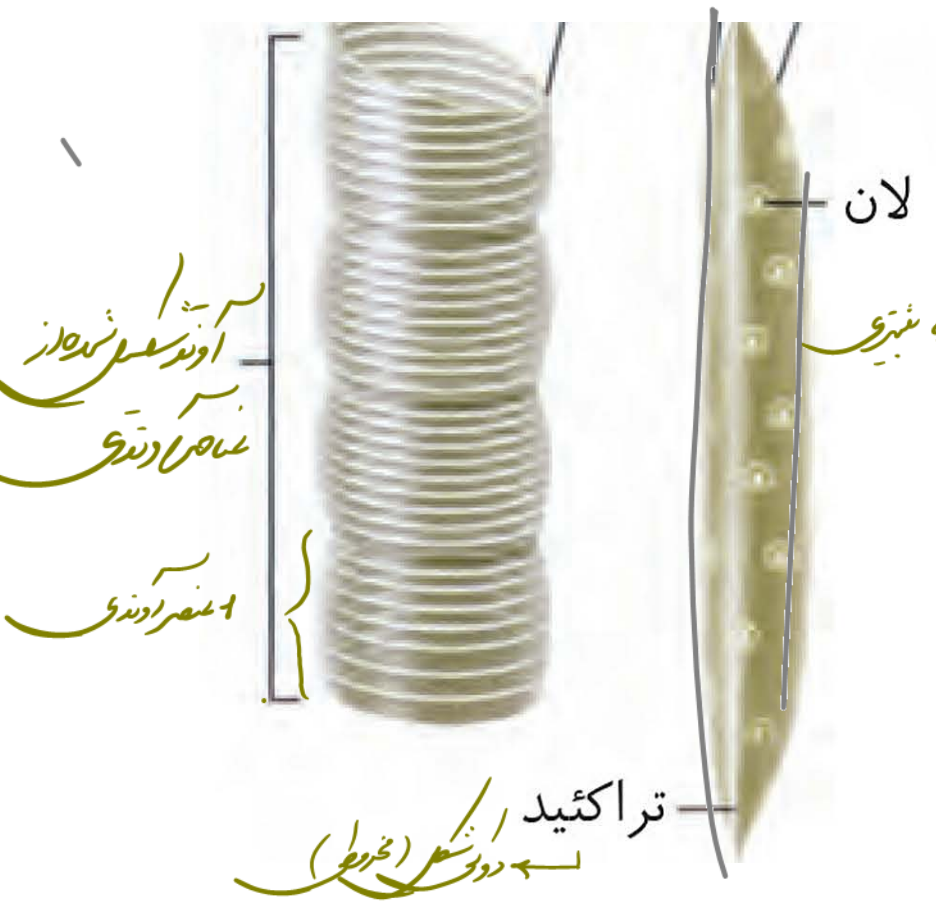
قطر و اندازهٔ یاخته‌های همراه از یاخته‌های آوند آبکش کمتر است.


آوند آبکش
تراکئید
عناصر آوندی
صفحهٔ آبکشی
یاختهٔ همراه
یاختهٔ آبکشی
عنصر آوندی
لان
صفحهٔ سوراخ دار
داخل
خارج
فیبر
پارانشیم آوندی
آوند چوبی
آوند آبکش
فیبر


آوندهای چوبی
عناصر آوندی
دسته آوندی
تراکئیدها
آوند آبکش
پارانشیم آوندی
آوند چوبی
آوند آبکش
خیبر

آوندهای آبکشی

انواع آوندهای چوبی



سلول‌های مریستمی

مریستم‌ها

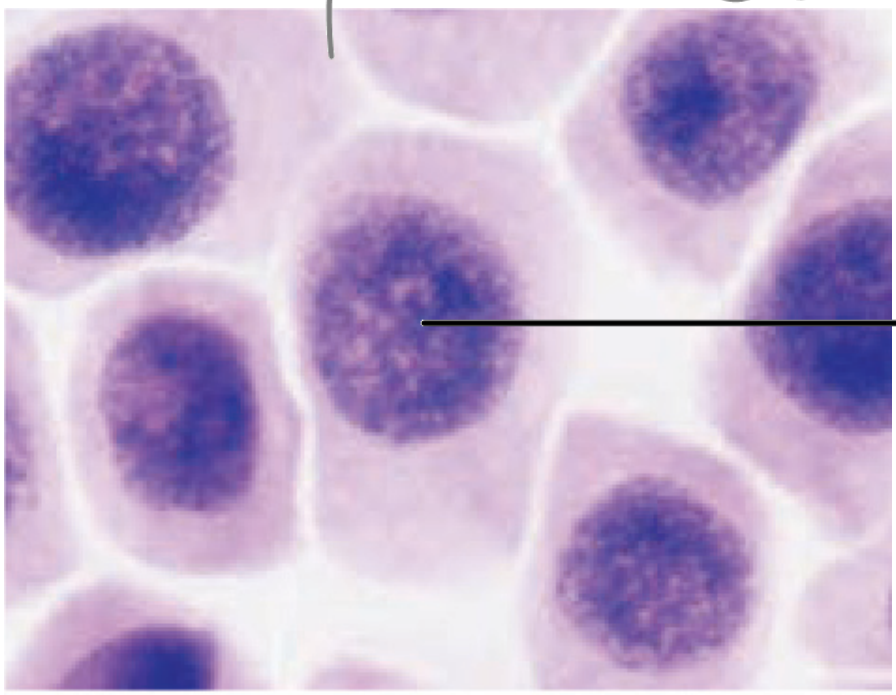
نخستین (برآمده از مریان)

پسین (برآمده از مادهٔ مولد)

پنبه ← تراکم سلول‌ها کم

پوست ← تراکم سلول‌ها زیاد

تصویر با میکروسکوب نوری



هسته (کروی) بزرگ‌تر حجم سلول

نسبت هسته / سیتوپلاسم در سلول‌های مریستمی بالا است

مریستم‌ها

نخستین

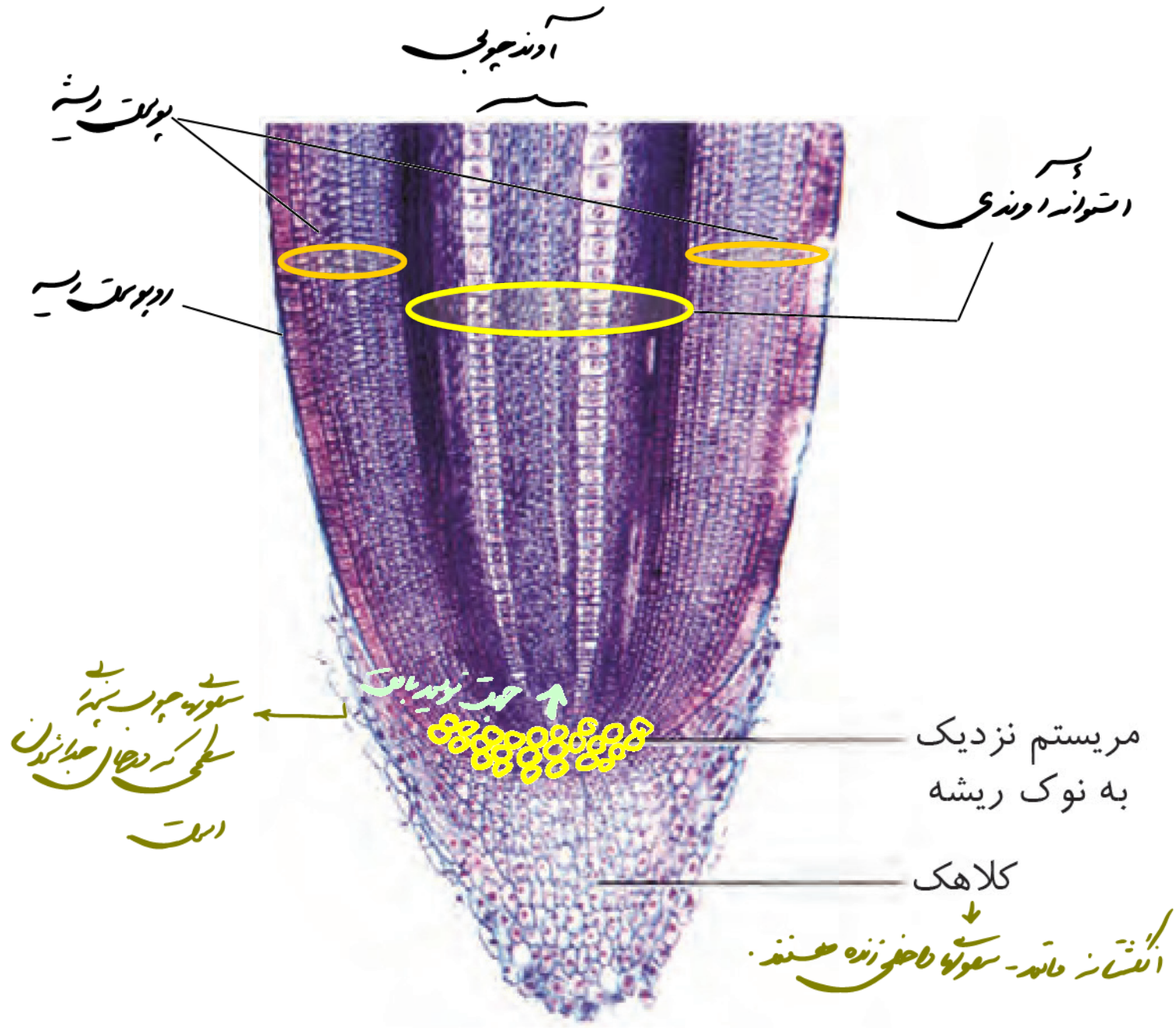
همه ← طول دیواره تا حدی مشخص دیواره

ساختارهای نخستین می‌سازند

پسین ← ساختارهای پسین

دولپه‌ای ← رشد قطری دیواره

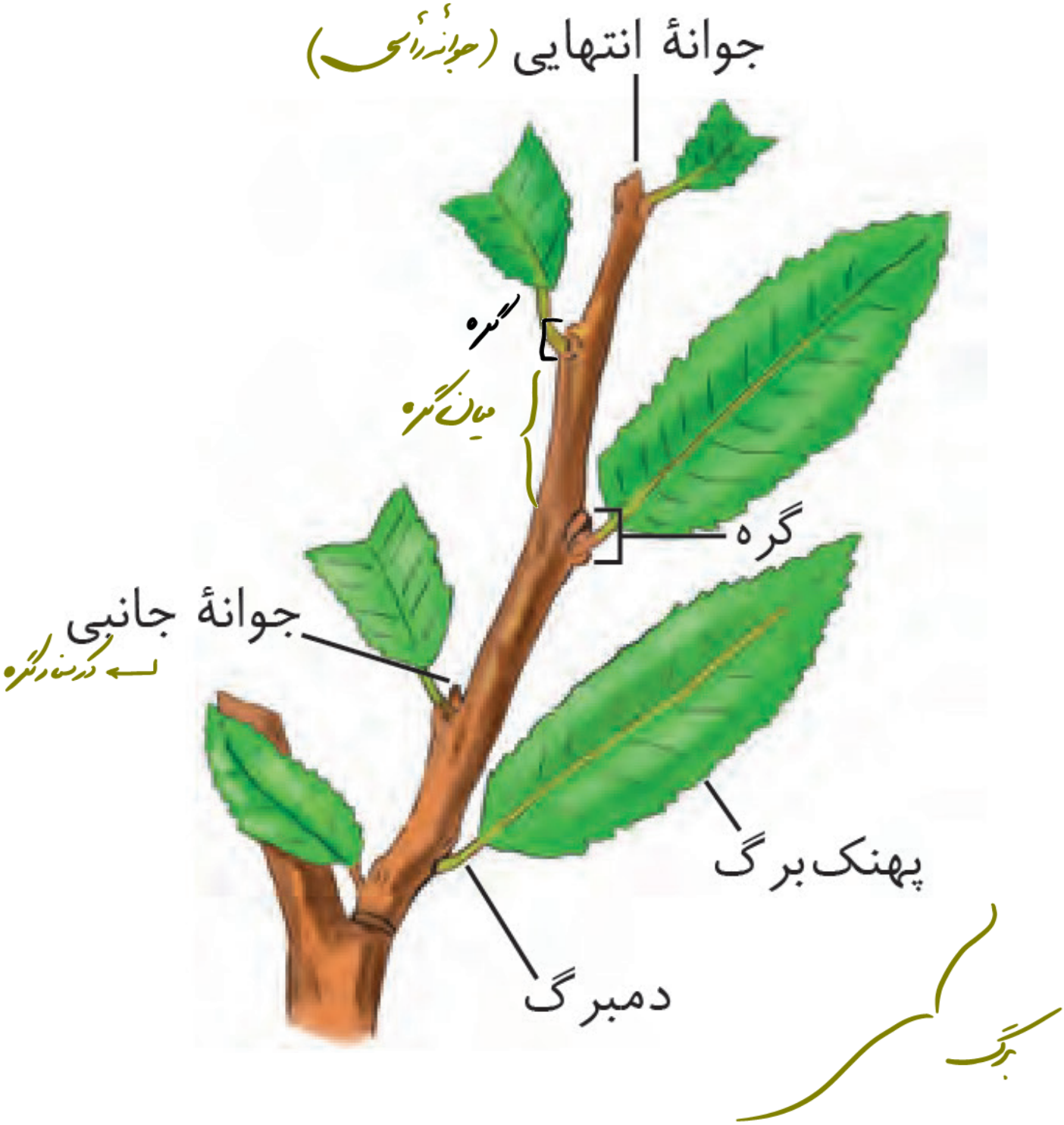
نوک ریشه در مشاهده با میکروسکوپ نوری



- تارهای کشنده در سطحی بالاتر از کلاهک ایجاد می‌شوند.
- در کلاهک، یاخته‌های نزدیک به مریستم زنده و یاخته‌های دورتر از یاختهٔ مریستمی، می‌میرند و با یاخته‌های جدید جایگزین می‌شوند.

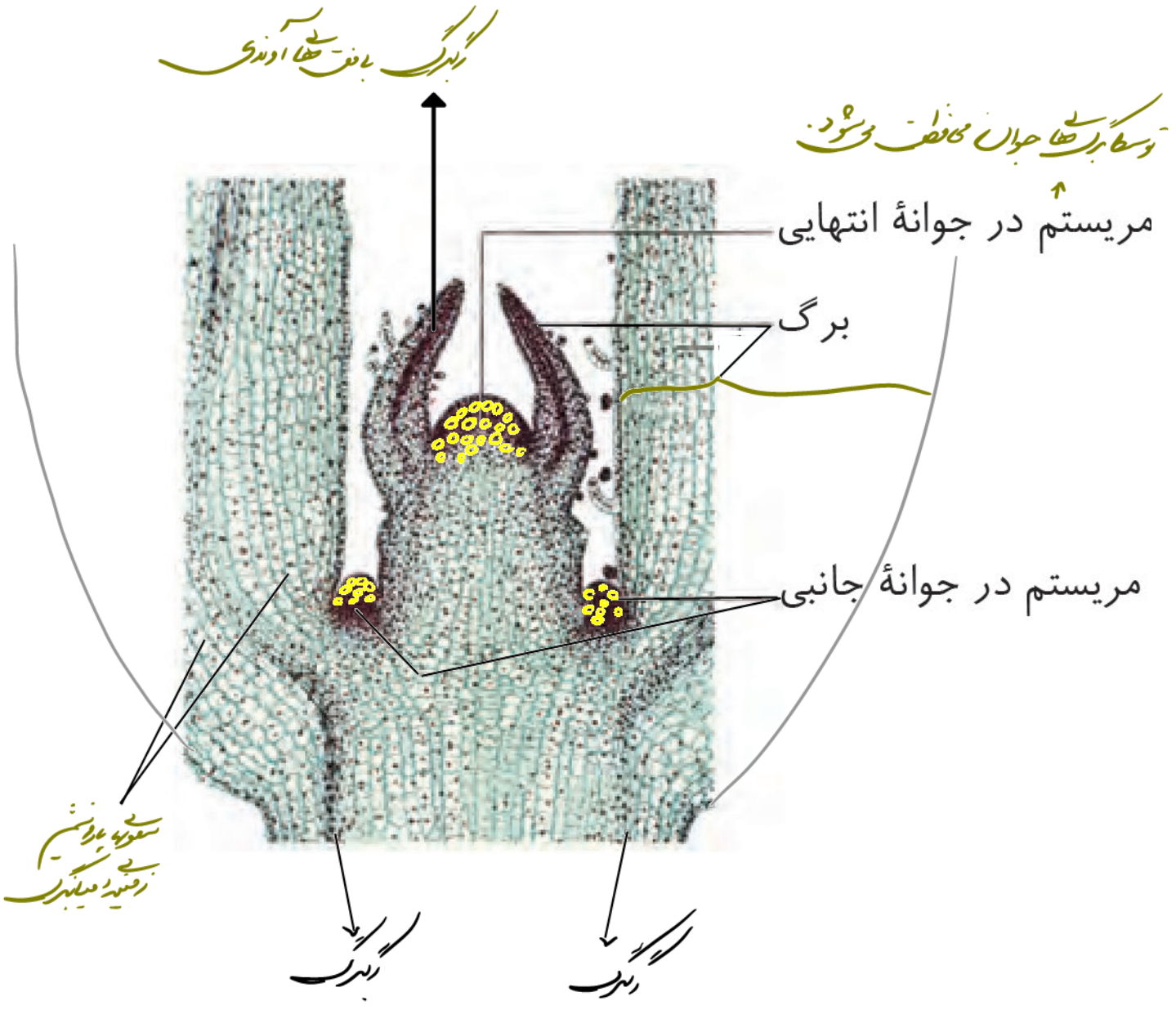
✓ ریشه فاقد گره و میان‌گره است و فاقد جوانهٔ جانبی است.

ترسیمی از ساقه و محل قرارگیری برگ‌های آن

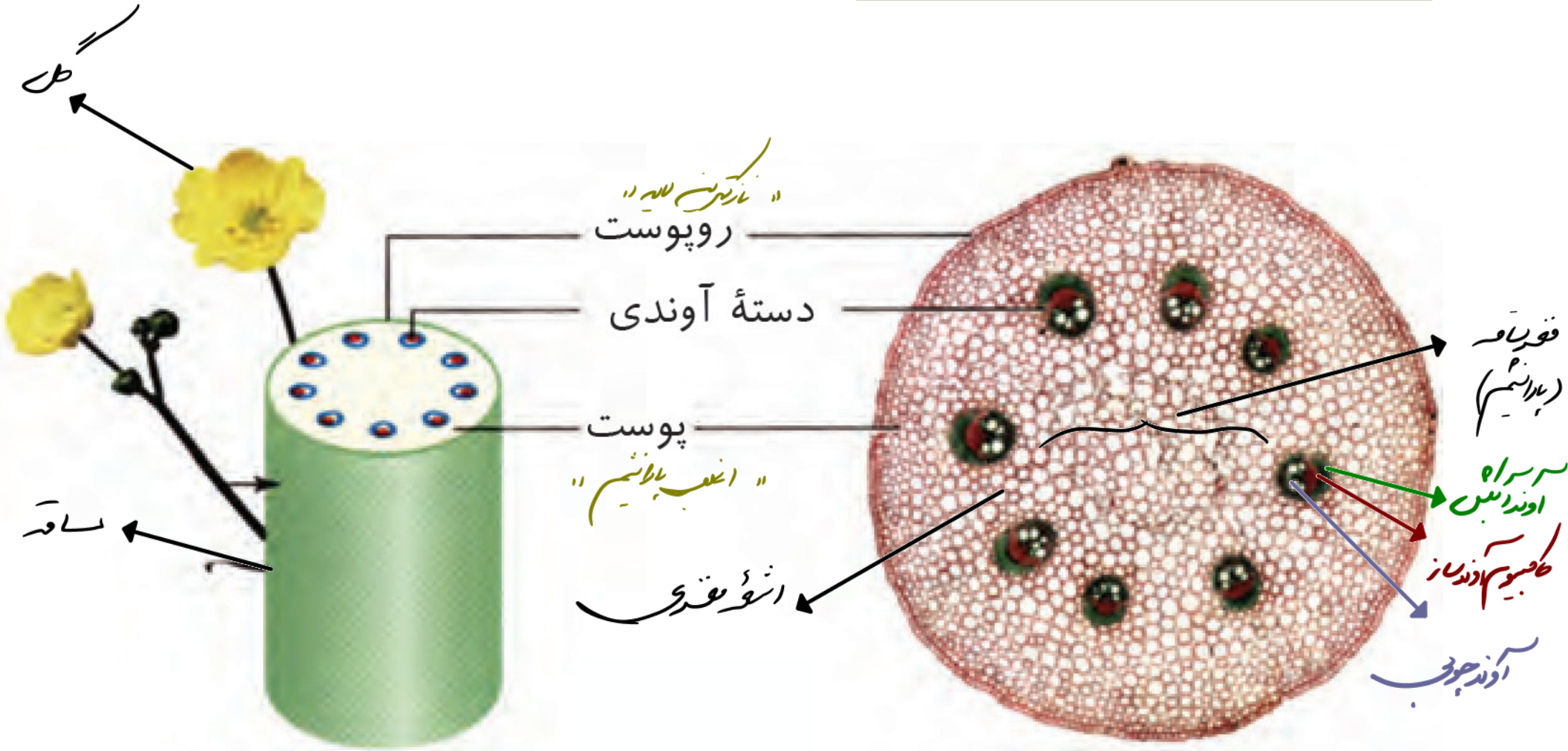


مریستم‌ها که در مشاهده با میکروسکوپ نوری

← بویژه رأس ساقهٔ جوان

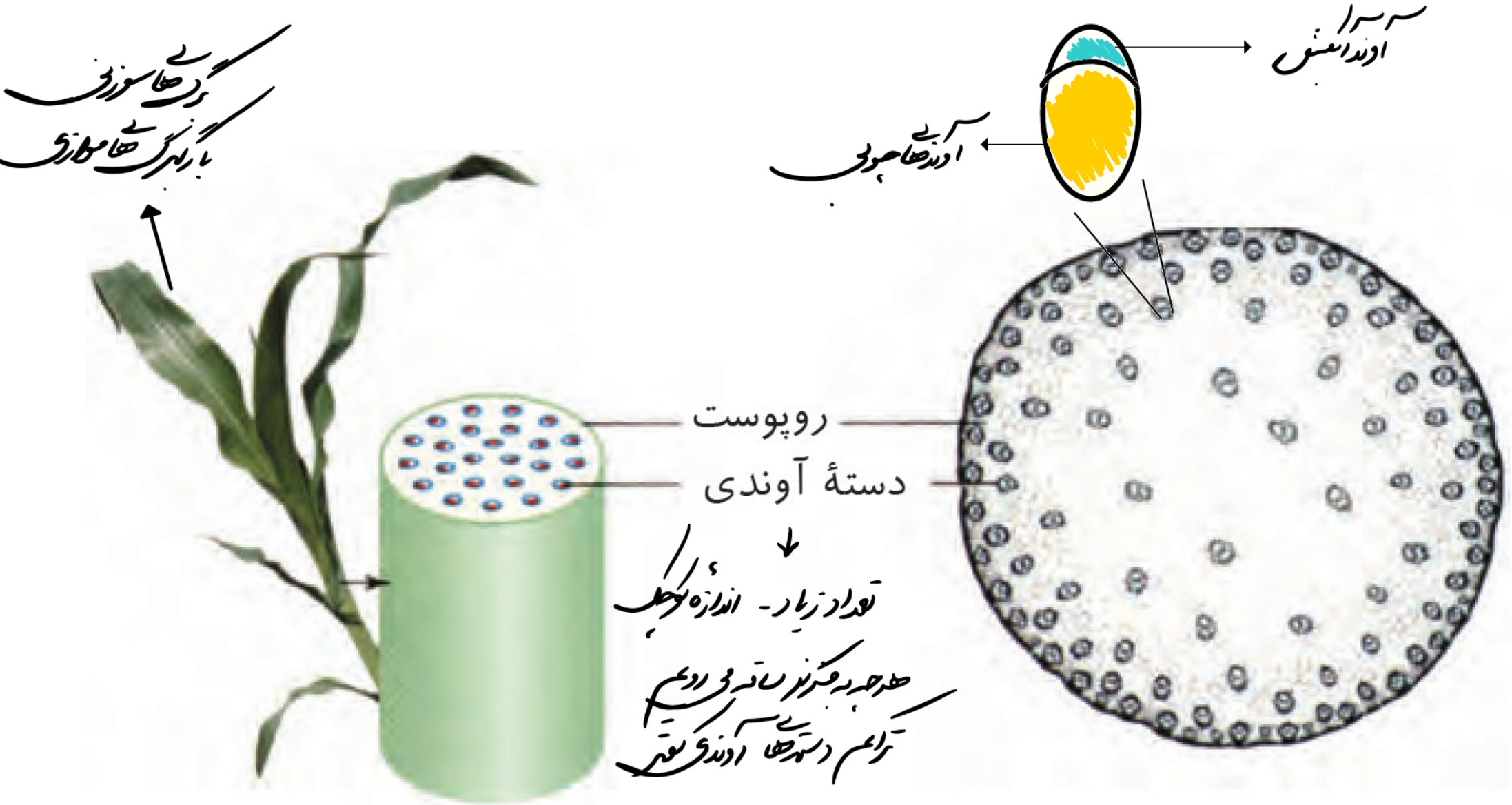


بررسی ساقهٔ دولپه‌ای‌ها

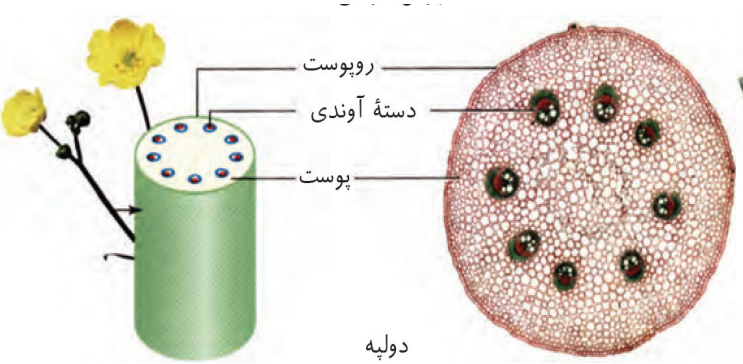


دسته‌جات آوندی در ساقهٔ دولپه‌ای‌ها منظم و در یک ردیف قرار دارند (محیط 1 دایره)

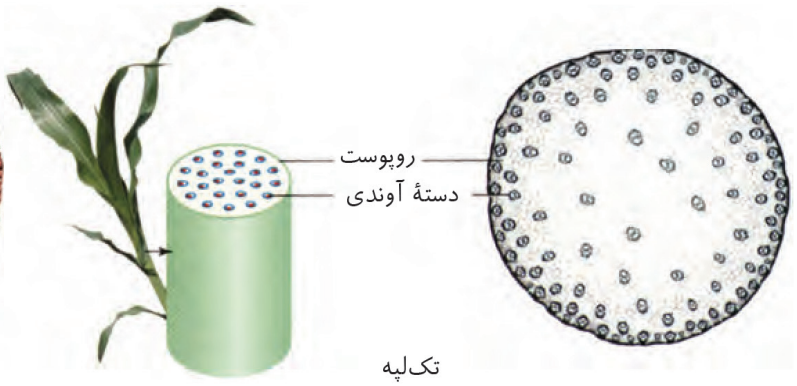
برش عرضی ساقهٔ تک لپه‌ای‌ها



مقایسهٔ برش عرضی ساقهٔ دوسبه‌ای و تک‌سبه‌ای‌ها



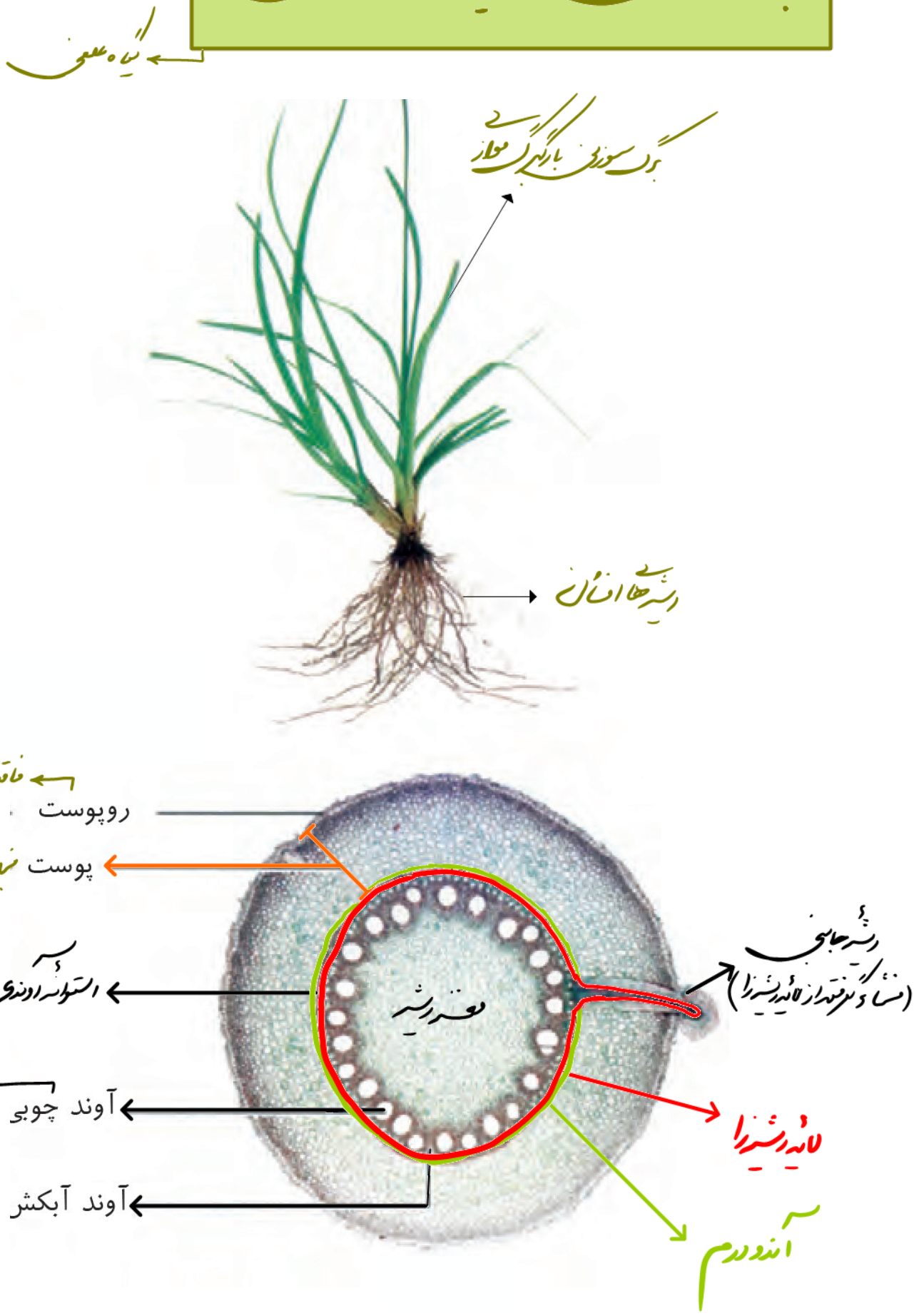
دولپه



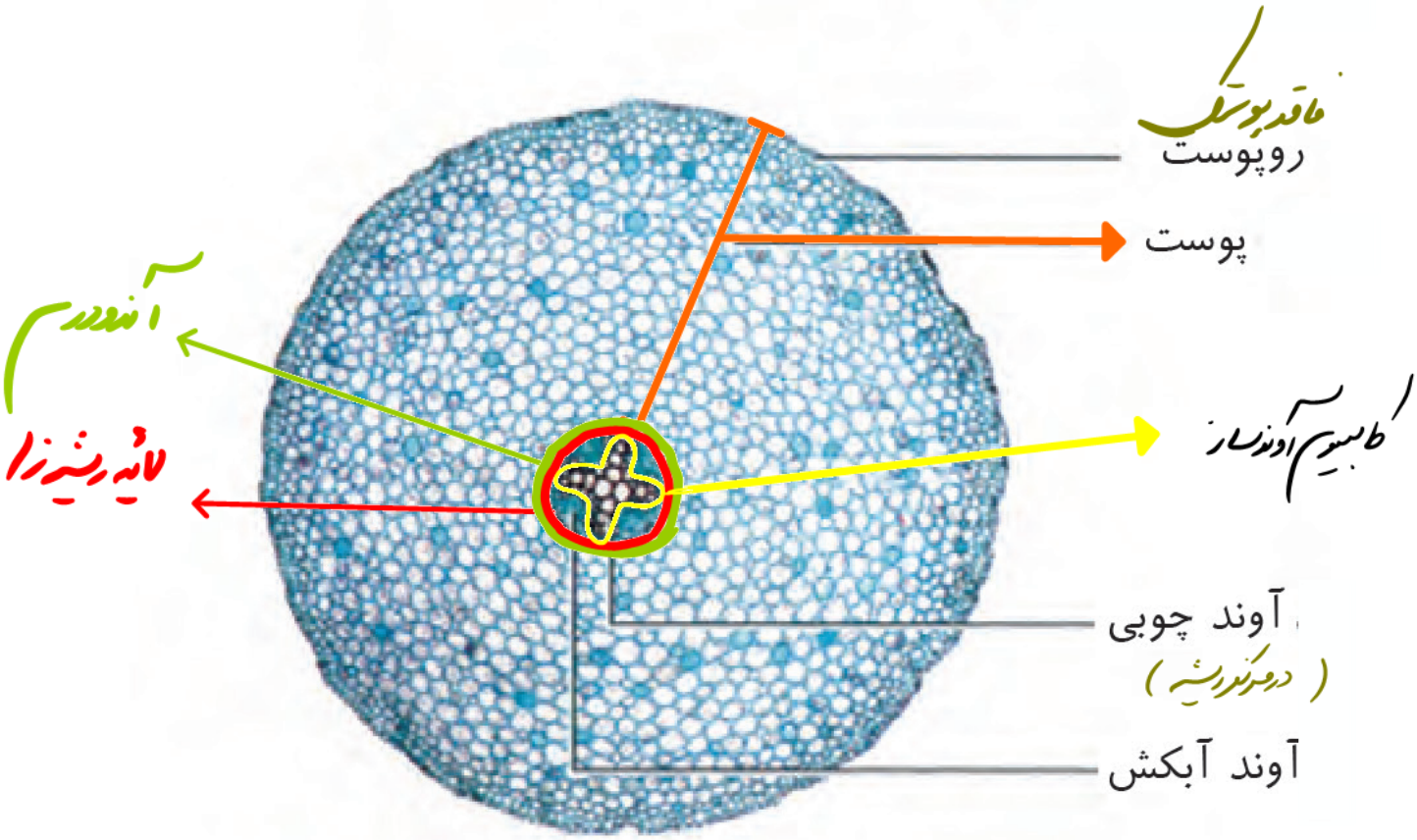
تک‌لپه

	ساقهٔ گیاه تک لپه	ساقهٔ گیاه دولپه
تعداد دستهٔ آوندی	بیشتر	کمتر
استوانهٔ آوندی دارد	☒	☑
قطر استوانهٔ آوندی	-	زیاد
آرایش آوندها	دسته‌های آوندی پراکنده هستند (در هر دستهٔ آوندی، آوندهای چوب و آبکش مقابل هم هستند)	روی یک دایره قرار دارند. (در هر دستهٔ آوندی، آوندهای چوب و آبکش مقابل هم هستند
بافت مغز دارد	☒	☑
پوست	خیلی نازک!	دارد
پوستک	☑	☑ (در جوانی!)
عدسک	☒	☑ (مسن)

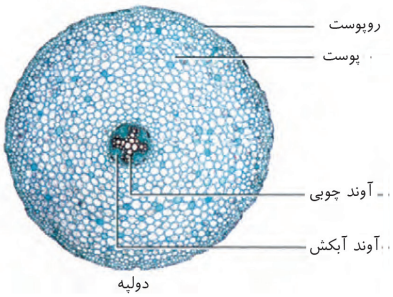
بررسی عرضی ریشه تک لپه‌ای‌ها



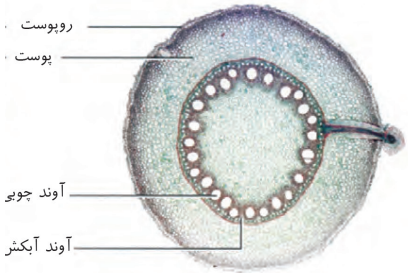
برش عرضی ریشه دوسبه‌ای ها



مقایسهٔ برش عرضی ریشهٔ دو لپه‌ای و تک لپه‌ای ها



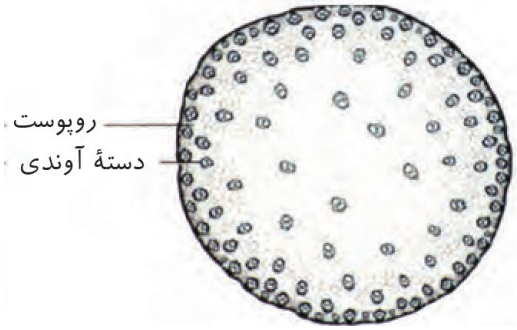
دولپه

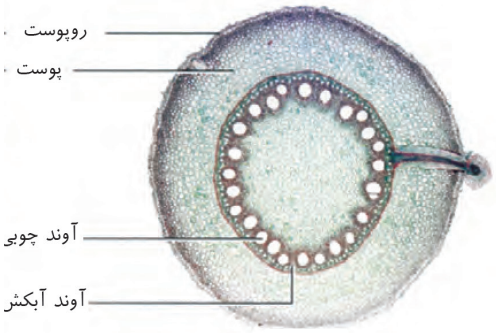


تک‌لپه

	ریشهٔ گیاه تک لپه	ریشهٔ گیاه دولپه
دستهٔ آوندی دارد	☑	☑
استوانهٔ آوندی دارد	☑	☑
قطر استوانهٔ آوندی	بیشتر	کمتر
شکل ریشه	افشان با انشعابات زیاد	ضخیم و مستقیم
بافت مغز دارد	☑	☒
حجم پوست	کم	زیاد
پوستک	☒	
عدسک	☒	☑ (مسن)

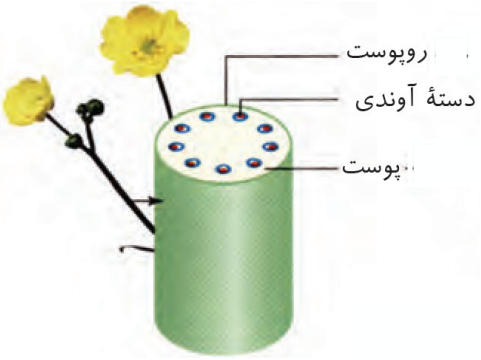
مقایسه برش عرضی ریشهٔ دو لپه در تک لپه‌ای‌ها

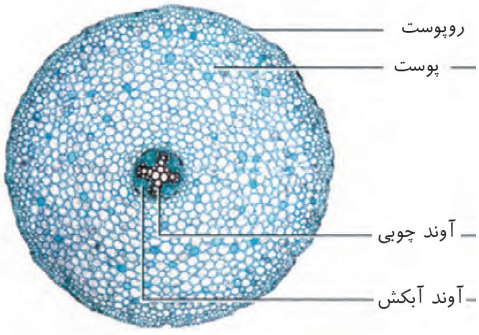


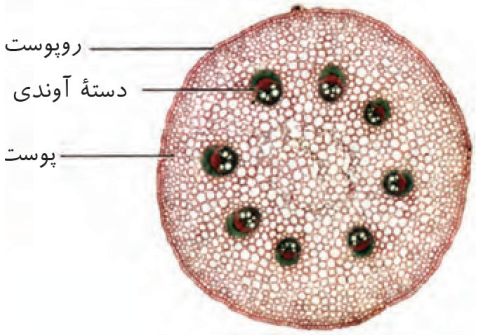


ریشهٔ تک لپه‌ای	ساقهٔ تک لپه‌ای

فعالیت برش عرضی ریشه و ساقه در دولپه‌ای‌ها





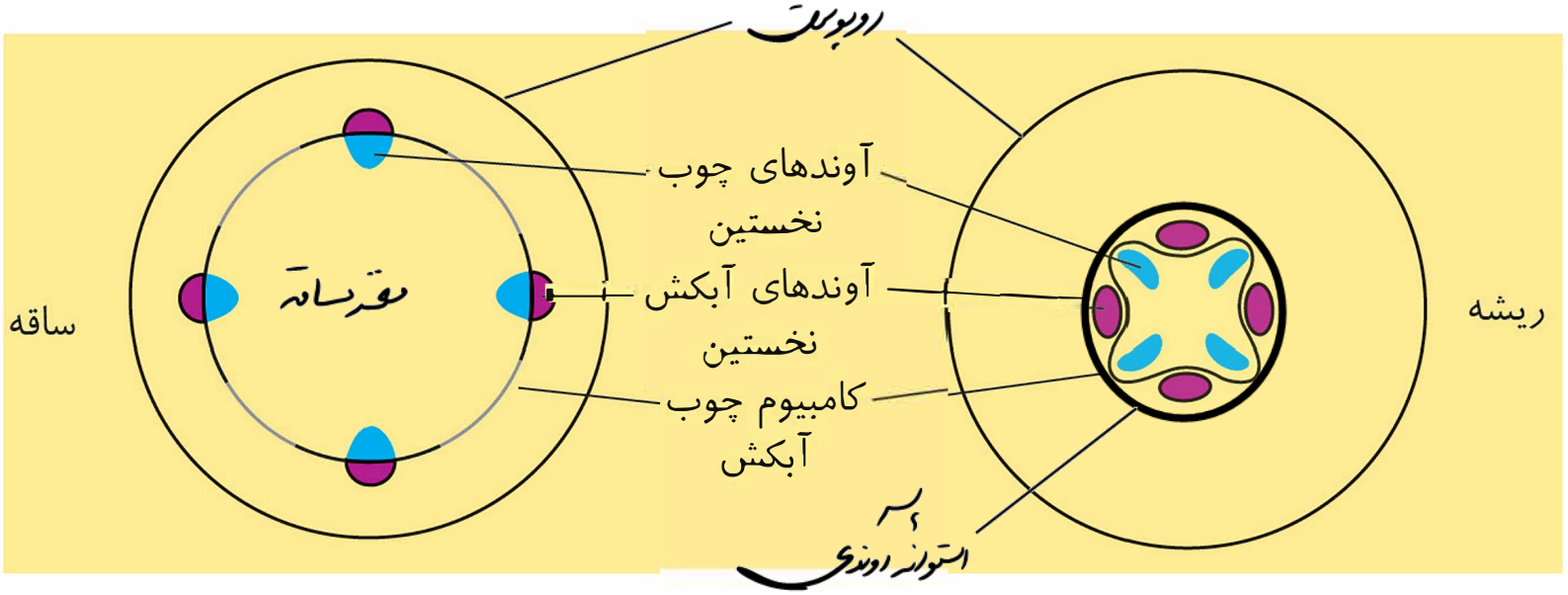


	ریشهٔ دولپه‌ای	ساقهٔ دولپه‌ای

کامبیوم چوب آبکش در ریشه و ساقه

در تک لپه‌ای‌ها ← ریشه فقدار
ساقه فاقد

در دولپه‌ای‌ها ← ریشه فاقد
ساقه فاقد

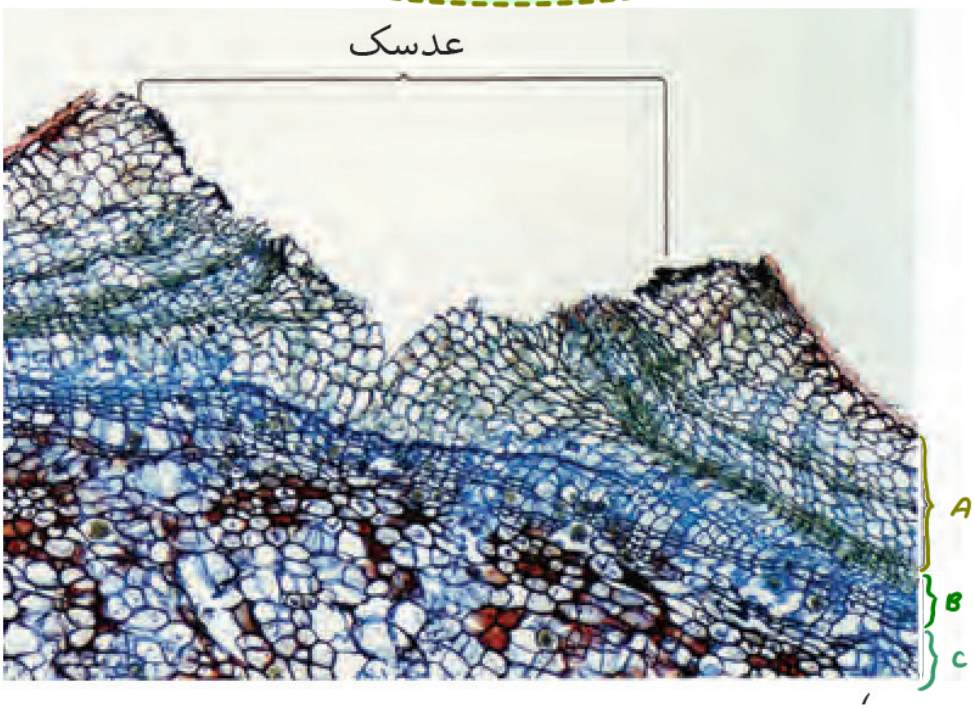


- کامبیوم آوندساز در ریشه بین آوندهای چوب و آبکش نخستین ایجاد می‌شود و شکلی تقریباً ستاره‌ای دارد.
- در ریشه آوندهای چوب و آبکش نخستین دقیقن مقابل یکدیگر نیستند.
- کامبیوم آوندساز درونِ ریشه، در مجاورت با آوندهای آبکش، حالت فرورفته و در مجاورت با آوندهای چوب حالت برآمده دارد.
- در ساقه کامبیوم آوندساز با دو رنگ نشان داده شده است، بخش تیره و بخش کم رنگ (تا حدودی روشن). بخش تیره کامبیوم آوندسازی را نشان می‌دهد که بین آوندهای چوب و آبکش نخستین است و خط کم رنگ، کامبیوم آوندسازی را نشان می‌دهد که بین دسته‌های آوندی قرار دارد؛ در واقع کامبیوم آوندساز می‌تواند هم بین آوندهای چوب وآبکش نخستین و در فاصله بین دسته‌های آوندی قرار بگیرد

عدسک

به صورت برآمدگی در سطح اندام مشاهده می‌شود

با مشاهده با میکروسکوپ نوری

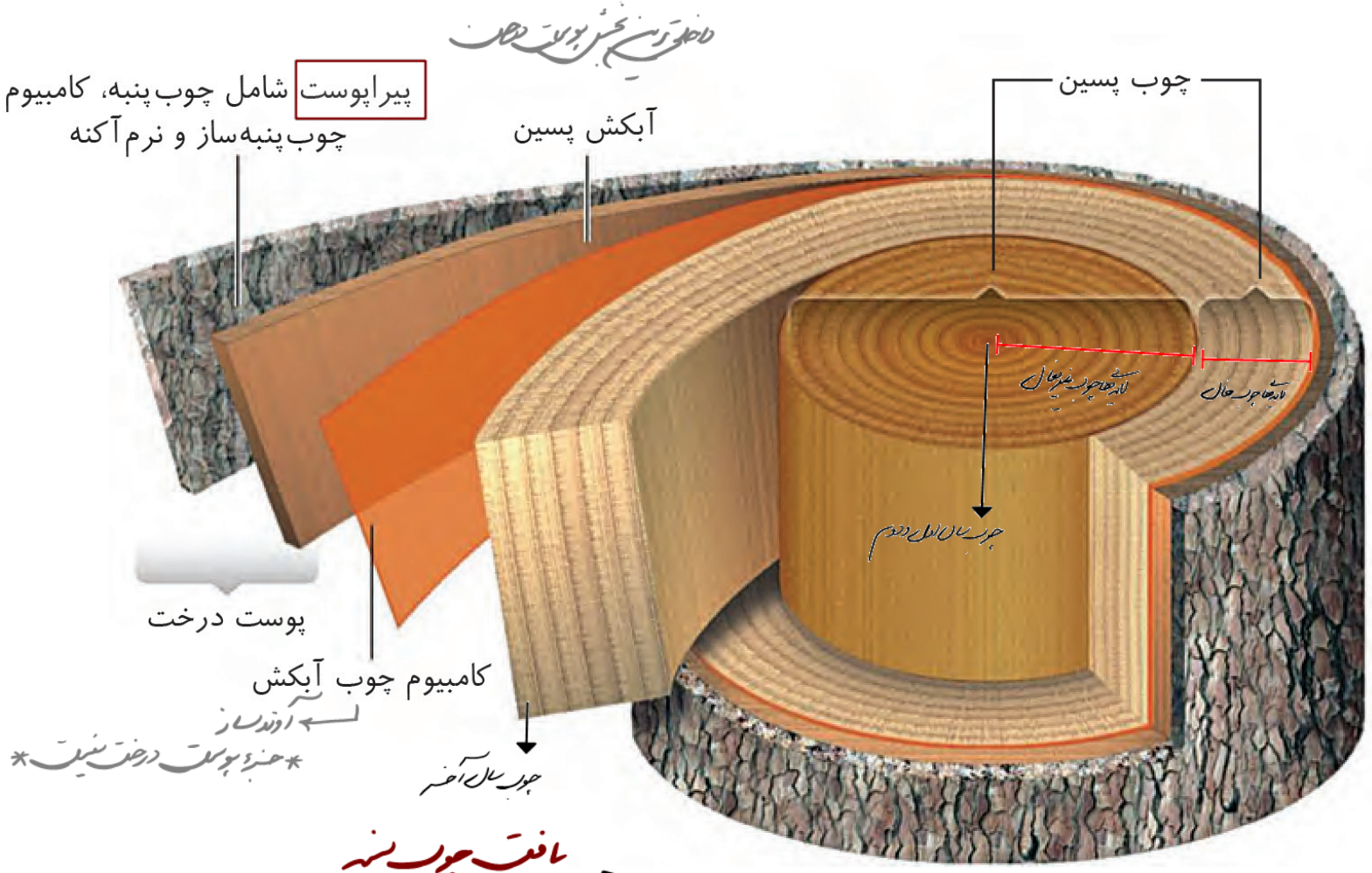


عدسک ← سفیدرنگ ← در ساختارهای چوب‌پنبه‌ای

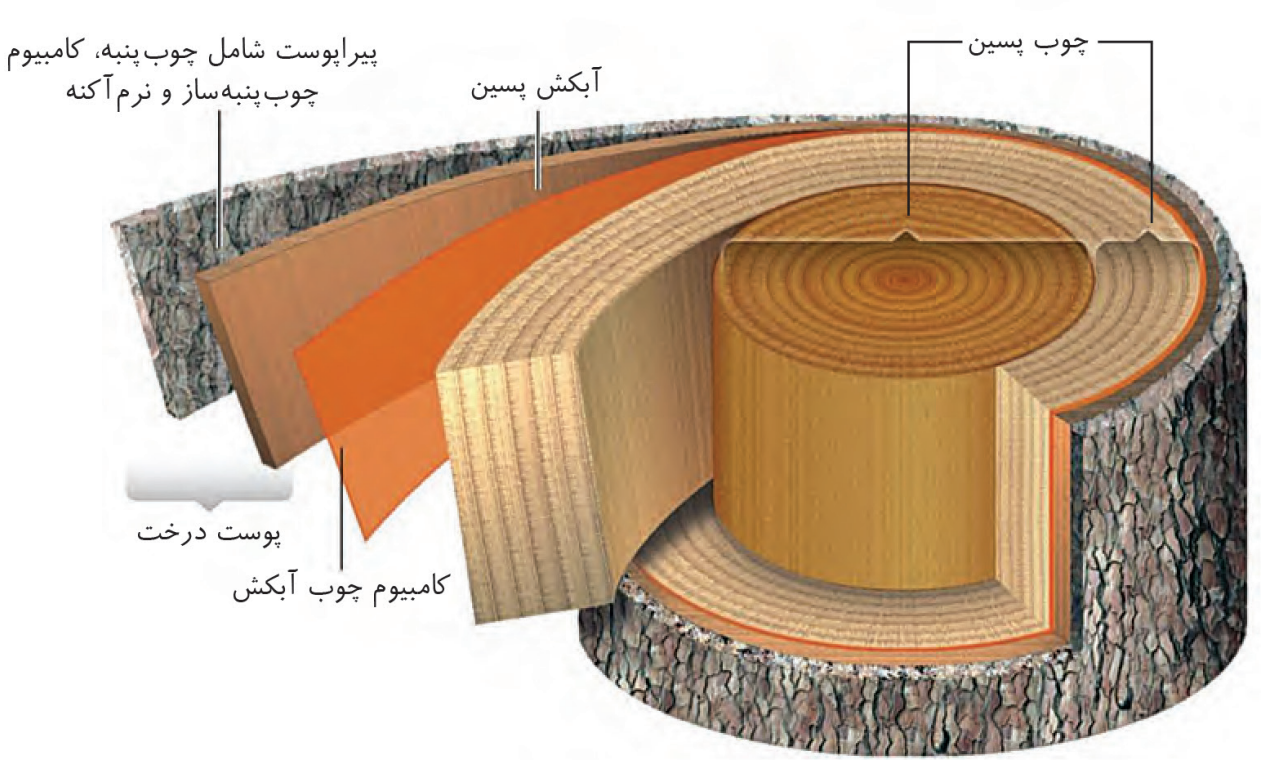
پیراپوست:
- A ← بافت مرده چوب‌پنبه (لایه خارجی) ← در تماس مستقیم با هوا
- B ← کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز (لایه میانی پیراپوست)
- C ← سلول‌های پارانشیمی (لایه داخلی) ← در تماس با آوندهای چوبی

- عدسک به صورت برآمدگی در سطح ساقهٔ مسن گیاه مشاهده می‌شود
- در محل عدسک، تعداد لایه‌های یاخته‌ای در بافت چوب‌پنبه‌ای کاهش یافته است.
- در دو طرف دهانهٔ عدسک، ضخامت لایه‌های چوب‌پنبه‌ای بیشتر است و سبب ایجاد برآمدگی می‌شود.

بررسی از ساقه درخت

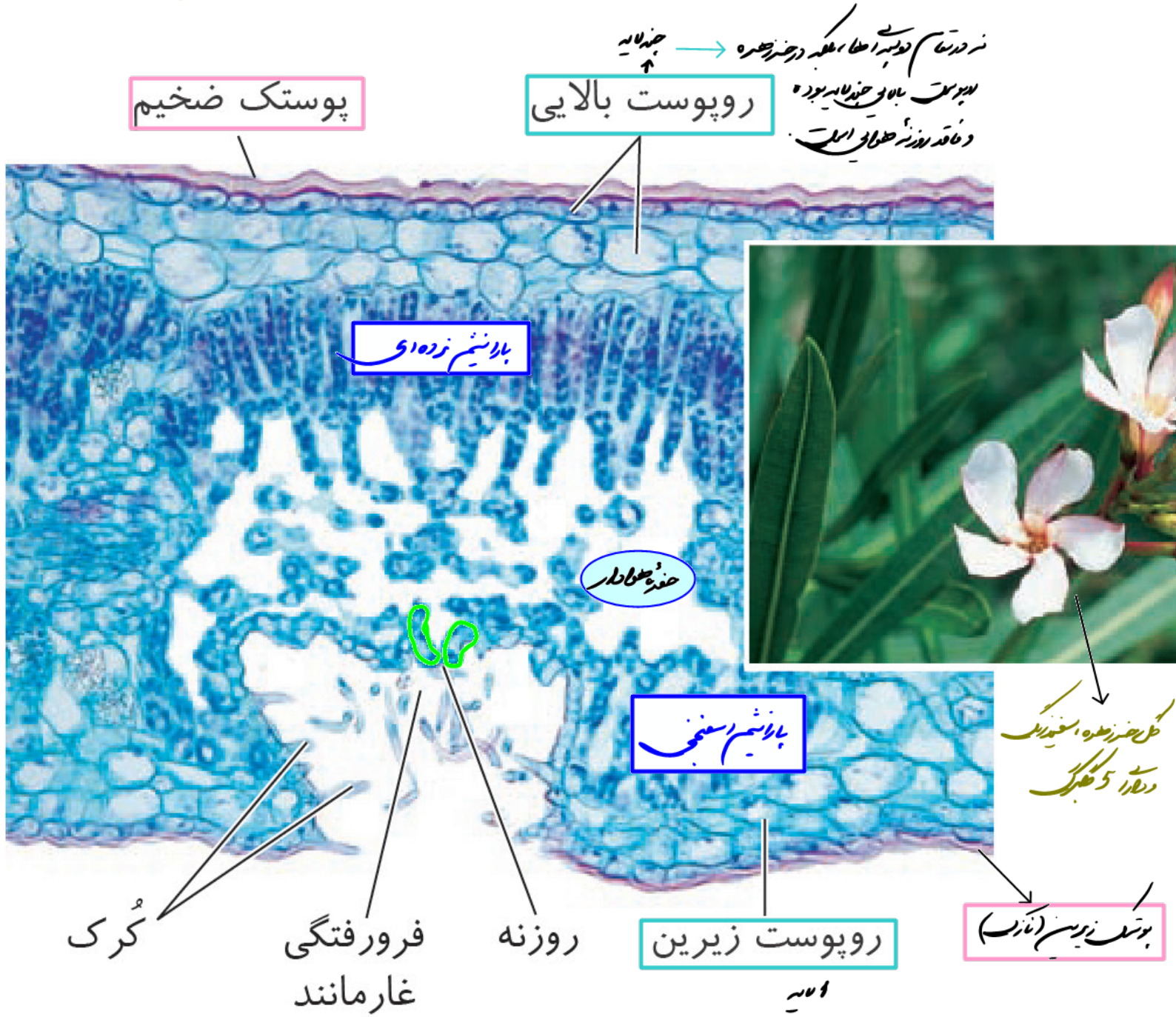


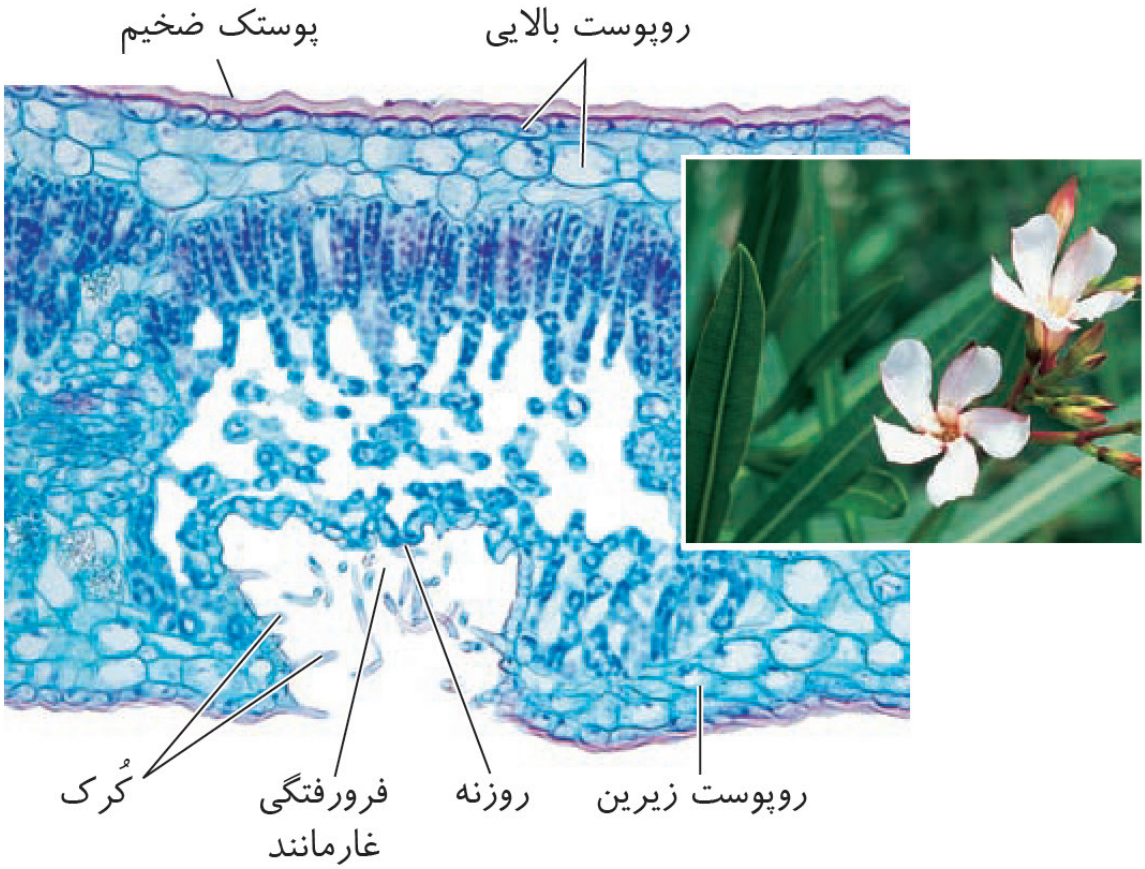
بافت چوب پنبه
کامبیوم چوب پنبه ساز
پارانشیم
پیراپوست
پوست درخت
آبکش پسین



- کامبیوم آوندساز، جزء پوست درخت نیست؛ در واقع این کامبیوم در زیر پوست است.
- ضخیم‌ترین بخش تنهٔ یک درخت، چوب پسین و نازک‌ترین بخش، کامبیوم آوندساز است.
- در داخلی‌ترین بخش پوست درخت، شیرهٔ پرورده و در داخلی‌ترین بخش تنه شیرهٔ خام جریان دارد.
- هم در پوست درخت (کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز) و در زیر آن (کامبیوم آوندساز) یاختهٔ مریستمی وجود دارد.
- کامبیوم آوندساز در دو سمت خود با یاختهٔ بدون هسته مجاورت دارد؛ در سمت داخلی با آوندهای چوب و در سمت خارج با آوندهای آبکش!
- در گیاهان دولپه‌ای چوبی بعد از فعالیت کامبیوم آوندساز، دیگر چیزی به نام دستهٔ آوندی وجود ندارد.

روزنه‌ها در برگ خرزهره در فرورفتگی‌هایی مانند قرار دارد.





- روپوست بالایی و پایینی در خرزهره، بیش از یک لایه یاخته دارد. خارجی‌ترین یاخته‌های روپوستی با پوستک تماس دارند.
- گلبرگ‌ها سفید رنگ و در هر گل، ۵تا هستند؛ این یعنی خرزهره گیاهی دولپه است.
- در خرزهره، یاخته‌های میانبرگ به دو صورت اسفنجی و نرده‌ای قابل مشاهده هستند.
- میانبرگ نرده‌ای در مجاور روپوست بالایی و میانبرگ اسفنجی در مجاورت با روپوست پایینی قرار دارند.
- تراکم یاخته‌های میانبرگ در مجاورت با فرورفتگی‌های غارمانند کمتر از سایر بخش‌های برگ است.
- کرک‌های درون فرورفتگی‌های غارمانند از نظر طول متفاوت هستند.
- در سطح زیرین فرورفتگی‌های غارمانند در برگ خرزهره، فاصلهٔ بین یاخته‌های میانبرگ زیاد است.

شش ریشه‌هایی درخت حرا در سطح آب مشاهده می‌شود.

شُش ریشه‌ها زمین‌گرایی منفی دارند؛ چون برخلاف نیروی گرانش زمین رشد می‌کنند (فصل ۹ یازدهم).

گیاهانی که به طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند. تشکیل بافت پارانشیمی (نرم آکنه‌ای) هوادار در گیاهان آبزی و شُش‌ریشه در درخت حَرّا از این سازوکارهاست. به هر حال، اگر اکسیژن به هر علتی در محیط نباشد یا کم باشد، تخمیر انجام می‌شود. هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد. توجه داشته باشید که تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند (فصل ۵ دوازدهم).

تبادل گاز در برگ‌های درختان حرا از بیشتر از طریق روزنه‌های هوایی و در ساقه‌ها از طریق عدسک انجام می‌گیرد.

شش ریشه در درخت حرا در خلاف جهت جاذبه رشد می‌کند برخلاف ریشه‌های عادی

برگ گیاه آبزی - دارای حفره‌های هوا (آرنکیم)

مقطع برش عرضی با میکروسکوب نوری