

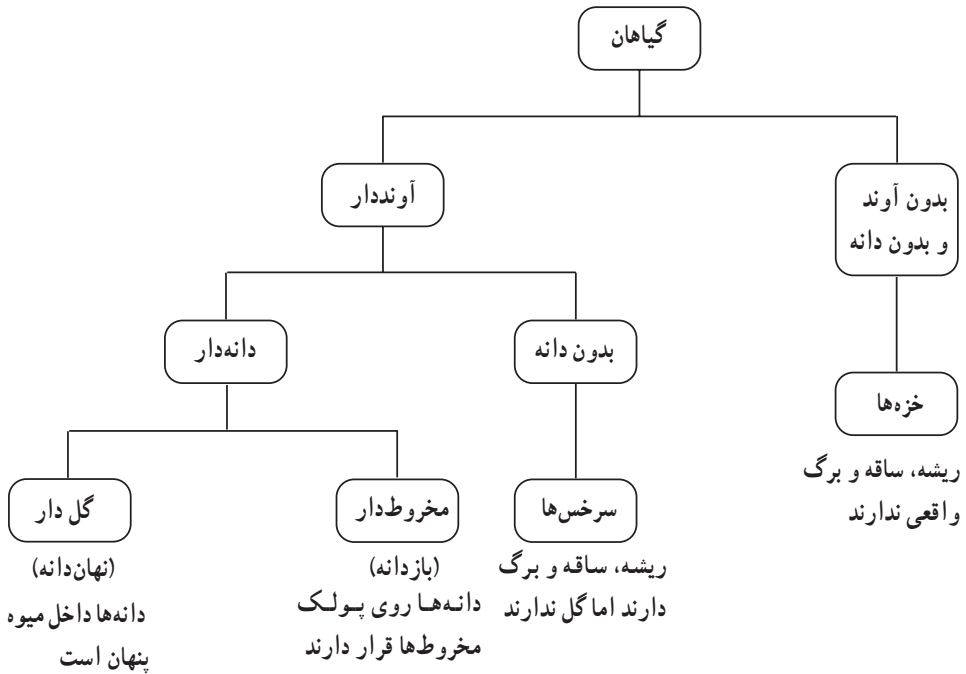
## اندام‌های رویا

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- رویش دانه را توضیح دهد.
- ۲- نقش ریشه را در گیاه توضیح دهد.
- ۳- نمو ریشه را بررسی کند.
- ۴- ساختمان داخلی ریشه را توضیح دهد.
- ۵- انواع ریشه را طبقه‌بندی کند.
- ۶- نقش ساقه را در گیاه توضیح دهد.
- ۷- ساختمان داخلی ساقه را توضیح دهد.
- ۸- رشد ساقه را توضیح دهد.
- ۹- انواع ساقه را طبقه‌بندی کند.
- ۱۰- نقش برگ را در گیاه توضیح دهد.
- ۱۱- ساختمان برگ را توضیح دهد.
- ۱۲- انواع برگ را طبقه‌بندی کند.

از مجموع چند بافت یک اندام پدید می‌آید. در نهانزادان آوندی و گیاهان دانه‌دار اندام‌های رویا و زایا وجود دارند. اندام‌های رویا شامل ریشه، ساقه و برگ و اندام‌های زایا شامل گل، میوه و دانه است. ریشه، ساقه و برگ را از آن جهت اندام‌های رویا می‌نامیم که با جذب آب و نمک‌ها و انجام فتوسنتز سبب ماده‌سازی و رشد و رویش گیاه می‌شوند. محصول فعالیت اندام‌های زایا تشکیل سلول تخم و سپس دانه است. وقتی دانه‌ای را می‌کاریم گیاهی تقریباً مانند گیاه مولد آن دانه، رویش خواهد کرد. بنابراین دانه در گیاهان دانه‌دار (پیدازا) وسیله تکثیر آن‌هاست.





شکل ۱-۲- شماتیک گیاهان

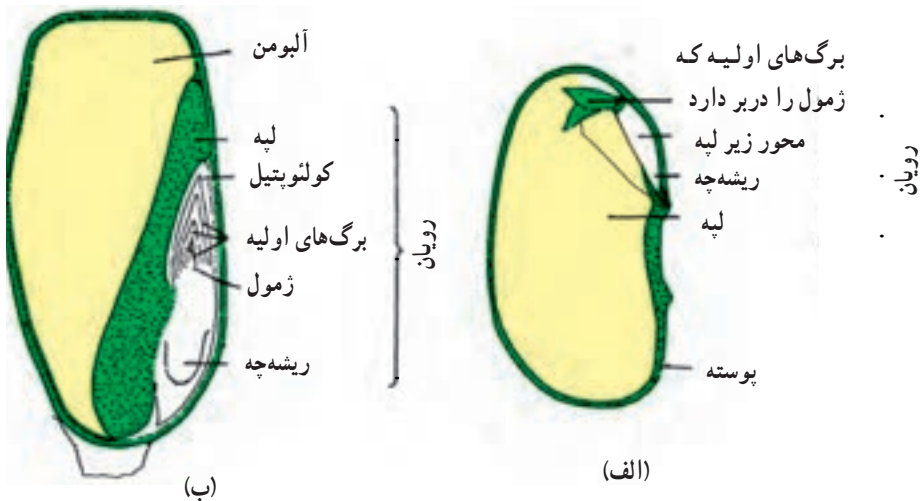
## ساختمان دانه در نهاندانگان

پوسته، اندوخته و رویان سه بخش اصلی سازنده هر دانه به‌شمار می‌آیند. مهمترین بخش دانه رویان یا گیاهک است. رویان به‌طور معمول شامل محوری است که یک انتهای آن جوانه اولیه (ژمول) و انتهای دیگرش ریشه‌چه نام دارد. این محور به‌نام محور زیرلپه - ریشه‌چه نامیده می‌شود. اجزای دیگر رویان لپه‌ها هستند که به تعداد یک یا دو عدد به محور آن چسبیده‌اند.

اندوخته‌ی دانه آلبومن نام دارد. در برخی از دانه‌ها مانند دانه‌های لوبیا، نخود و عدس رویان به کمک آنزیم‌های خود آلبومن را هضم کرده و به‌وسیله لپه‌های خود جذب می‌کند. در این صورت لپه‌ها بزرگ شده و تمامی فضای دانه را اشغال می‌کنند. به این قبیل دانه‌ها، بدون آلبومن می‌گویند. در گروه دیگری از دانه‌ها، لپه‌ها کوچکند و آلبومن فضای داخل دانه را پر می‌کند. این‌ها را دانه‌های آلبومن‌دار می‌گویند. کرچک، ذرت و گندم از این نوع هستند. اجزای دانه لوبیا و اجزای دانه ذرت را نشان می‌دهند.

پوسته‌ی دانه خارجی‌ترین بخش آن است. پوسته‌ی دانه ممکن است کرک، خار یا بال داشته

باشد. این اجزا انتشار دانه را آسان می‌سازند.

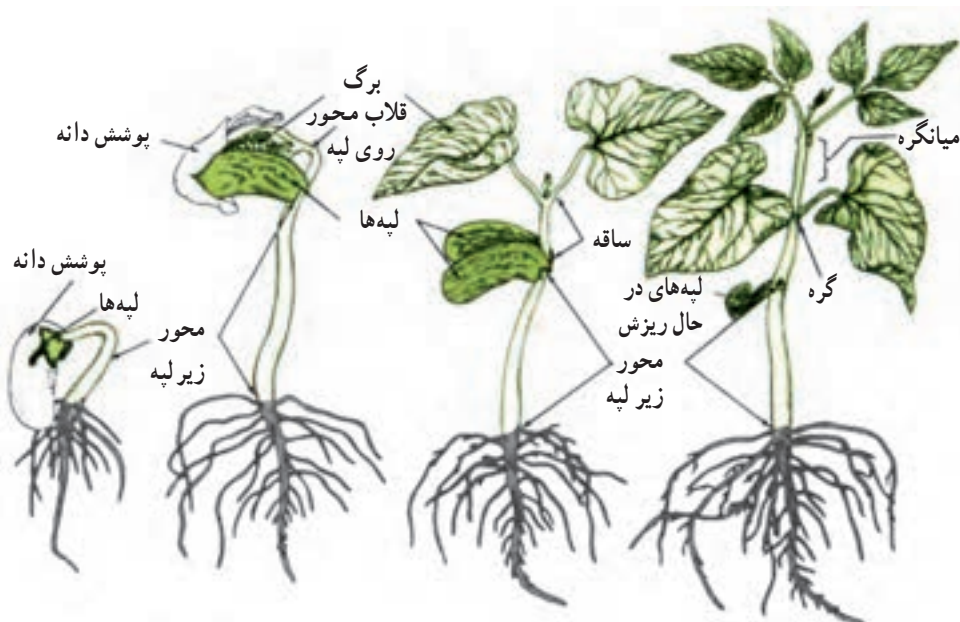


شکل ۲-۲- ساختمان دانه‌ها، دانه لوبیا (الف) و دانه ذرت (ب)

## مراحل رویش دانه

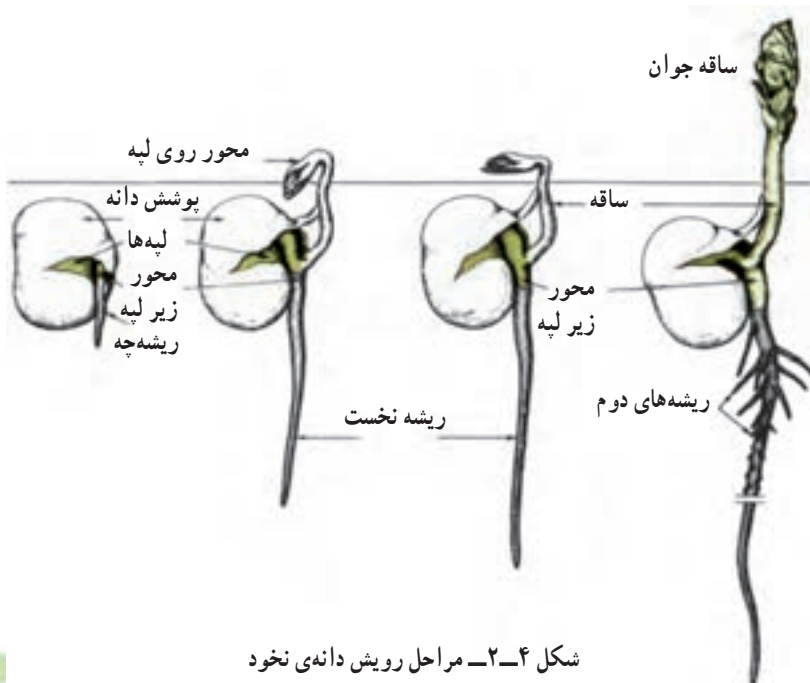
وقتی همه شرایط مهیا باشد، دانه‌ی کاشته شده رویش خود را آغاز می‌کند. در این هنگام هر بخش از رویان دانه، اندام معینی از گیاه جدید را پدید می‌آورد و اندوخته‌ی دانه صرف تأمین غذای دانه در حال رویش می‌شود.

رویش دانه در دولپه‌ای‌ها: دانه دولپه‌ای مانند لوبیا ابتدا آب جذب می‌کند و متورم می‌شود. بعد از سه تا چهار روز، ریشه‌چه پوسته دانه را پاره و با رشد خود به درون ذرات خاک و ماسه نفوذ می‌کند. نوک ریشه‌ی گیاه نورسته کلاهک نام دارد که از بافت چوب‌پنبه‌ای است و نقش حفاظتی دارد. از اطراف ریشه اصلی، انشعاباتی به نام ریشه‌های فرعی خارج شده و به نگهداری گیاه در زمین کمک می‌کنند. کمی بالاتر از کلاهک در روی ریشه‌ی اصلی و ریشه‌های فرعی زواید ظریفی به نام تارهای کشنده به وجود می‌آیند این تارها با ذرات خاک تماس نزدیک داشته و آب را از فضاها بین آن‌ها جذب می‌کنند. سپس محور زیرلپه‌ای که در بالای ریشه‌چه قرار دارد، رویش خود را آغاز می‌کند. این محور ممکن است رشد سریعی داشته و با رشد خود لپه‌ها را از خاک بیرون آورد. چنین رویشی را رویش روزمینی می‌نامند. در خارج از زمین اندوخته لپه‌ها تدریجاً به مصرف می‌رسد و همزمان با آن برگ‌های اولیه بزرگ و ژمول فعالیت خود را آغاز می‌کند. از فعالیت سلول‌های ژمول محور روی لپه‌ای به وجود می‌آید که خود بعدها حامل شاخه‌ها و برگ‌های گیاه می‌شود.



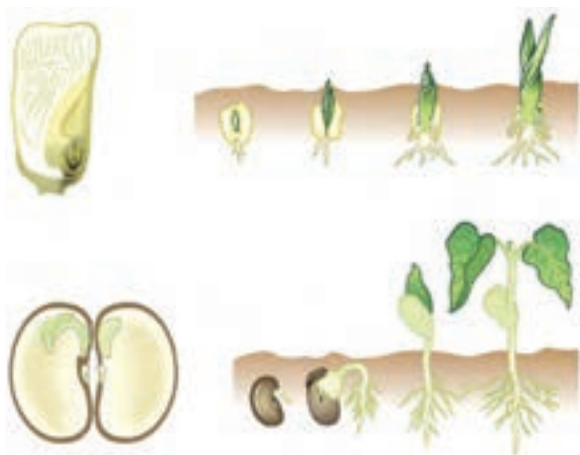
شکل ۳-۲- مراحل رویش دانه لوبیا

برخلاف دانه‌های روزمینی، در عده‌ای از دولپه‌ای‌ها، مانند نخود، ساقه‌چه رشد سریع ندارد و در نتیجه قادر نیست دانه را از خاک خارج سازد. بنابراین رویش دانه‌هایی مانند نخود زیرزمینی نام دارد.



شکل ۴-۲- مراحل رویش دانه‌ی نخود

رویش دانه در تک لپه‌ای‌ها: لپه در این گیاهان به شکل‌های مختلف درمی‌آید اما نقش آن در همه حال رساندن مواد غذایی دانه به رویان است. شکل ۵-۲ مراحل رویش در یک دانه تک لپه‌ای (ذرت) را نشان می‌دهد. دانه ذرت دارای نیام‌هایی است که در ابتدای مرحله‌ی رویش، ریشه و ساقه‌ی جوان را در خود محفوظ نگه می‌دارند. نیامی که ساقه و برگ اولیه را در خارج از خاک دربر می‌گیرد، کولئوپتیل و نیامی که ریشه نورسته را در خود نگه می‌دارد کولئوریز نام دارد. این نیام‌ها چندان رشدی ندارند و در مراحل اولیه‌ی رشد گیاه نورسته پاره شده، ریشه و ساقه از آن‌ها خارج می‌شود.



شکل ۵-۲- مقایسه رویش دانه در تک لپه‌ای‌ها و دو لپه‌ای‌ها «شکل را کامل کنید»

## ریشه

به استثنای خزه گیان و چند گونه از نهانزادان آوندی که فاقد ریشه‌اند، در بقیه گیاهان، این اندام به شکل‌های مختلف وجود دارد. در اینجا، به بررسی ساختار ریشه‌ی گیاهان نهاندانه که فراوان‌ترین گیاهان روی زمین را تشکیل می‌دهند می‌پردازیم.

در ریشه و ساقه نهاندانگان دو نوع ساختار ممکن است وجود داشته باشد ساختار نخستین و ساختار پسین. ساختار نخستین، ساختمانی است که در ابتدا در ریشه و ساقه وجود دارد و ساختار پسین، ساختاری است که در نتیجه رشد قطری ساقه و یا ریشه در این اندام‌ها پدید می‌آیند. در واقع ضمن رشد و نمو قطری بافت‌های جدیدی در گیاه ساخته و به بافت‌های قبلی ضمیمه می‌شود.

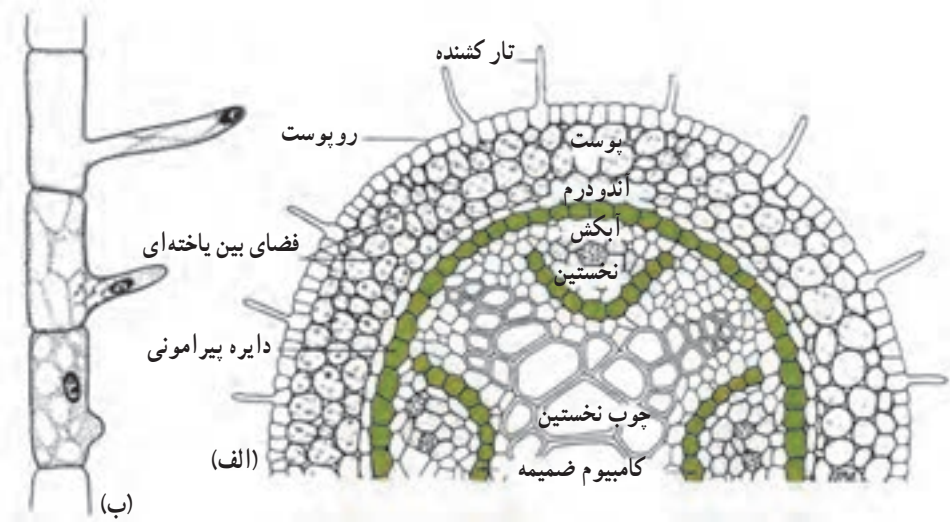
## ساختمان نخستین ریشه

برای مشاهده‌ی ساختمان نخستین ریشه برش‌های عرضی نازکی از منطقه‌ی تارهای کشنده یک ریشه نورسته آماده کرده و پس از رنگ‌آمیزی در زیر میکروسکوپ مشاهده می‌کنیم. شما ضمن کارهای آزمایشگاهی با این روش‌ها به‌طور عملی آشنا خواهید شد. در این مشاهدات بخش‌های زیر را به‌ترتیب از بیرون به درون تشخیص خواهیم داد.

**لایه تارهای کشنده:** از یک لایه سلول به‌وجود آمده است. عده‌ای از سلول‌های این لایه دارای زایده‌های تارمانندی به‌نام تارهای کشنده هستند.

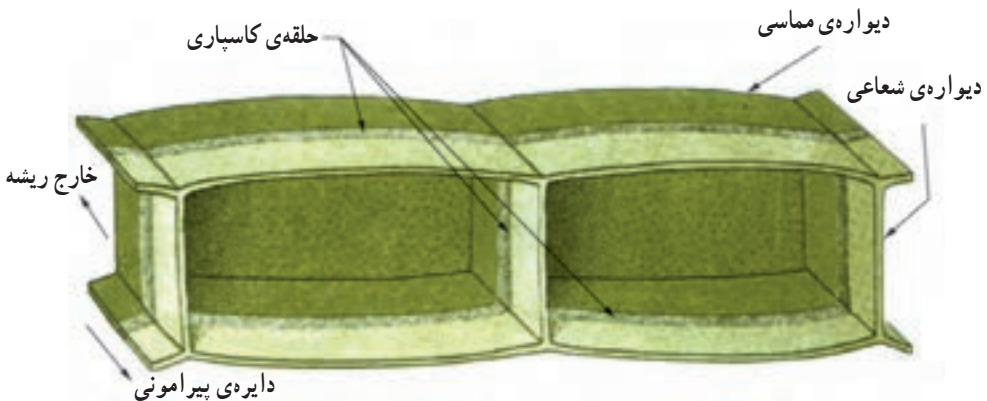
این تارها سطح تماس ریشه را با خاک برای جذب آب و یون‌های نمک‌های کانی افزایش می‌دهند. تارهای کشنده در جوانی فعال و در پیری از میان می‌روند و به‌جای آن‌ها تارهای جدیدی از سمت پایین‌تر ریشه به‌وجود می‌آیند، بنابراین ریزش آن‌ها از بالا و پیدایش آن‌ها از پایین محور ریشه است.

**پوست:** این بخش، از لایه‌های سلول‌های پارانشیمی تشکیل شده است و به‌طور معمول بیشترین حجم ریشه جوان را تشکیل می‌دهد. درونی‌ترین لایه پوست، درون پوست یا آندودرم نام دارد. آندودرم به‌طور معمول شامل یک لایه سلول به شکل مکعب مستطیل بوده و استوانه‌ی مرکزی را احاطه می‌کند. در دو لپه‌ای‌ها یک قاب چوب‌پنبه‌ای به‌نام نوار کاسپاری سطوح جانبی هر سلول آندودرمی را فرا می‌گیرد. در این سلول‌ها دو سطحی که یکی رو به پوست و دیگری رو به استوانه مرکزی قرار دارند، سلولزی هستند و عبور مواد محلول از پوست به استوانه مرکزی از خلال آن‌ها انجام می‌شود. در تک‌لپه‌ای‌ها نوار کاسپاری رشد بیشتری دارد و اغلب به شکل نعل اسب بوده و مانع جریان شیره‌ی خام از تارهای کشنده به سمت آوندها می‌شوند. سازگاری جالبی که در این قبیل گیاهان پدید آمده تشکیل سلول‌های معبر در بین سلول‌های آندودرمی است. این سلول‌ها که در مجاور رأس آوندهای چوبی پدید می‌آیند، دارای دیواره‌ی سلولزی نازک بوده و عبور شیره‌ی خام را از پوست به آوندها مقدور می‌سازند.



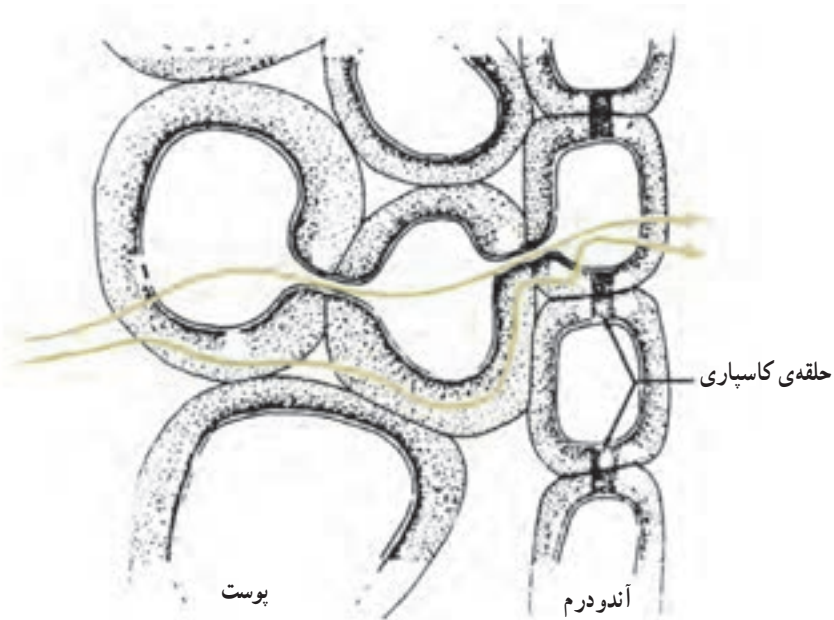
شکل ۶-۲- الف - برش عرضی ریشه که در آن بافت‌های نخستین نشان داده شده است؛ ب - مراحل رشد یک تار کشنده.

استوانه مرکزی: این بخش، از لایه ریشه‌زا که مجاور آندودرم است شروع می‌شود. در استوانه مرکزی دسته‌های آوندهای چوبی و آبکشی به صورت یک در میان قرار گرفته‌اند. در هر دسته آوندهای چوبی، عناصر چوبی قطورتر به سمت مرکز و عناصر چوبی باریک‌تر به سمت خارج قرار دارند. در تک‌لپه‌ای‌ها تعداد دسته‌های آوندی به نسبت دولپه‌ای‌ها فراوان‌ترند. بخش دیگری از استوانه مرکزی را پارانشیم‌های مغزی اشغال کرده است که معمولاً بخش مرکزی و فضای بین دسته‌های آوندی را پر می‌کنند.



شکل ۷-۲- حلقه‌ی کاسپاری





شکل ۸-۲- نوار کاسپاری

### رشد و نمو ریشه

فرایند رشد و نمو شامل همه رویدادهایی می‌شود که به ساخته شدن یک جاندار کامل با همه اجزای پیکرش می‌انجامد. بر این اساس رشد و نمو هم جنبه‌ی کمی دارد و هم جنبه‌ی کیفی. جنبه کمی این فرایند را رشد (growth) و جنبه‌ی کیفی آن را نمو (development) گویند. رشد شامل بزرگ شدن بخش‌های تشکیل دهنده‌ی یک موجود زنده است. این بزرگ شدن برگشت‌ناپذیر است. بنابراین بزرگ شدن سلول‌ها در اثر پدیده‌ی تورژسانس رشد به‌شمار نمی‌آید، زیرا سلول با از دست دادن آب دوباره به اندازه اولیه خود برمی‌گردد. بنابراین رشد شامل بزرگ شدن موجود زنده است که با افزایش تعداد سلول‌های بدن و یا با افزایش برگشت‌ناپذیر ابعاد آن‌ها صورت می‌گیرد.

نمو شامل گذشتن از مراحل مختلف است که هر مرحله ویژگی‌های خاص خود را دارد و با مراحل دیگر از لحاظ کیفی متفاوت است. برای مثال در زندگی یک گیاه مراحل مختلفی را مشاهده می‌کنیم: پس از طی مرحله‌ی رویانی، گیاهک به‌طور غیرفعال در داخل دانه مستقر است، در مرحله رویش دانه، فعالیت‌های حیاتی شدید می‌شوند و اندام‌های مختلف گیاه پدید می‌آیند، آنگاه مرحله گل دادن فرا می‌رسد که ضمن آن بعضی از جوانه‌ها به گل تبدیل می‌شوند و سرانجام پس از گرده‌افشانی



در گل، میوه و دانه به وجود می‌آیند. باید توجه داشت که رشد و نمو اغلب همراه یکدیگرند و به طور هماهنگ با هم انجام می‌گیرند. در زندگی جانوران نیز مانند گیاهان مراحل گوناگونی وجود دارد که شامل رشد و نمو است. آیا می‌توانید آن‌ها را توضیح دهید؟

## مراحل رشد و نمو

در گیاهان، رشد در همه مناطق گیاه انجام نمی‌گیرد، بلکه مخصوص بخش‌هایی به نام مناطق مرستمی است. مناطق مرستمی عبارتند از: نوک ساقه، نزدیک نوک ریشه، جوانه‌های جانبی و حلقه‌های زاینده. در هر منطقه مرستمی رشد و تمایز طی مراحل زیر انجام می‌شود:

**الف — مرحله‌ی تکثیر:** در این مرحله سلول‌های مرستمی به سرعت تقسیم می‌شوند و بر تعداد خود می‌افزایند.

**ب — مرحله‌ی بزرگ شدن:** به دنبال مرحله اول انجام می‌گیرد. در این مرحله سلول‌ها توانایی تقسیم را از دست می‌دهند. ولی بر ابعاد آن‌ها افزوده می‌شود و این بزرگ شدن تا آنجا ادامه می‌یابد تا سلول‌ها به حداکثر اندازه خود برسند.

**ج — مرحله‌ی تمایز:** در این مرحله، هر دسته از سلول‌ها به تناسب کاری که انجام خواهند داد از هم متمایز می‌شوند و بافت‌های گوناگون را پدید می‌آورند.

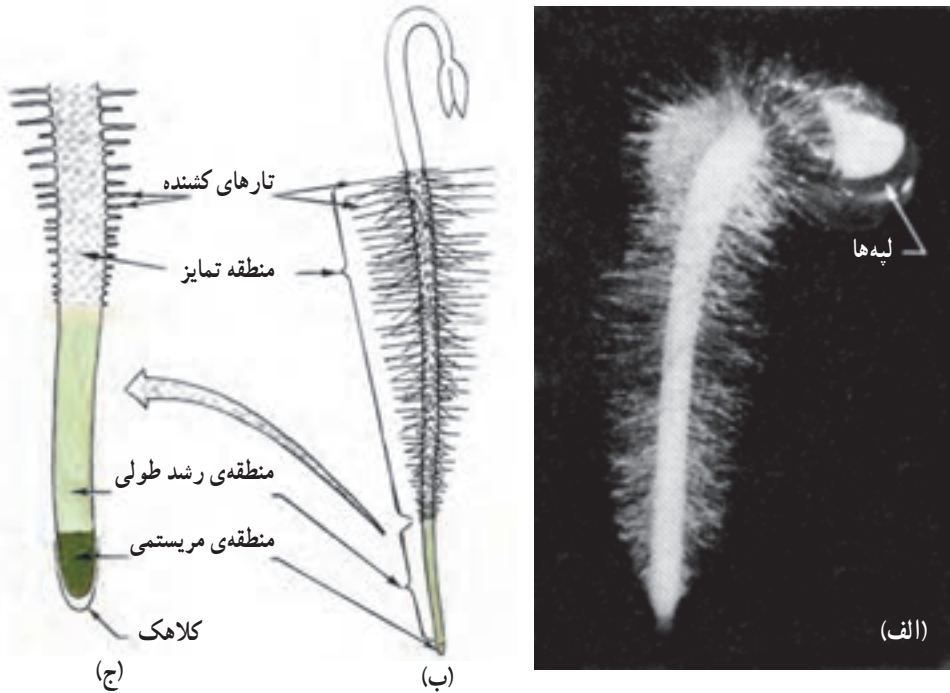
## رشد نخستین و رشد پسین

رشد نخستین شامل رشد طولی ریشه و ساقه و پیدایش شاخه‌ها و ریشه‌های فرعی است. با این توصیف رشد نخستین در همه گیاهان عمومیت دارد. رشد پسین همان‌طور که قبلاً هم اشاره کردیم شامل افزایش قطر اندام‌ها است. نهانزادان آوندی و اغلب نهاندانگان تک‌لپه‌ای رشد قطری ندارند و در آن‌ها ساختمان پسین به وجود نمی‌آید. بنابراین رشد پسین مخصوص نهاندانگان دولپه‌ای و بازدانگان است.

## رشد طولی ریشه

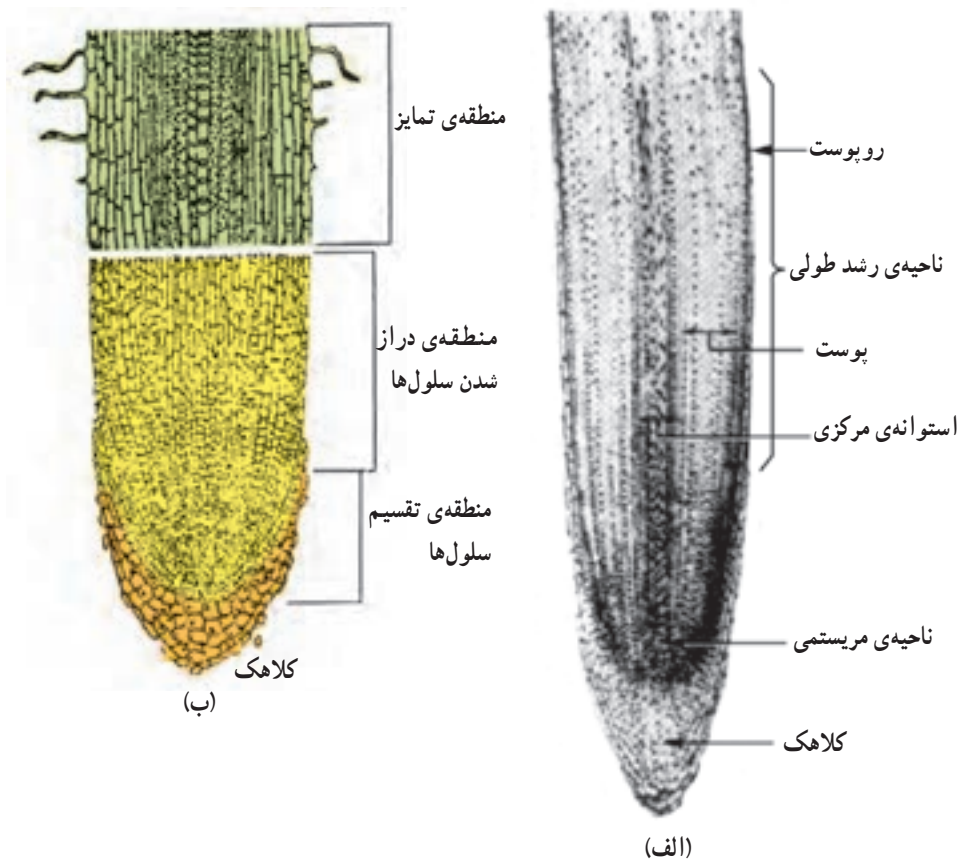
در برش طولی و میکروسکوپی نوک یک ریشه‌ی نورسته به ترتیب از پایین به بالا کلاهک، منطقه تقسیم سلولی، منطقه رشد طولی سلول‌ها، منطقه تمایز یا منطقه تارهای کشنده مشاهده می‌شوند. سلول‌های مرستمی در منطقه تقسیم واقعند. این سلول‌ها به وسیله سلول‌های اولیه‌ای به نام سلول‌های

بنیادی تولید می‌شوند. در نهانزادان آوندی یک سلول بنیادی، در اغلب بازدانگان دو ردیف و نهاندانگان چند ردیف سلول بنیادی وجود دارند.



شکل ۹-۲- گیاهک تربچه. الف- رشد تارهای کشنده‌ی ریشه؛ ب و ج- طرحی که مناطق مختلف رشد ریشه را نشان می‌دهد.

سلول‌های بنیادی خاستگاه کلاهک، پیش‌پوست، مریستم زمینه‌ای و پیش‌کامبیوم هستند. از تمایز و تغییر شکل پیش‌پوست، روپوست ریشه، از مریستم زمینه‌ای پوست و از پیش‌کامبیوم استوانه مرکزی حاصل می‌شود.



شکل ۱۰-۲ الف - برش طولی منطقه‌ی میانی ریشه‌ی پیاز؛ ب - ساختار بافت شناختی

### پیدایش ریشه‌های فرعی

در برش عرضی ریشه دیدیم که خارجی‌ترین لایه‌ی استوانه‌ی مرکزی لایه‌ی ریشه‌زاست. علت نامگذاری این لایه بدین مناسبت است که سلول‌های آن پس از تقسیم‌های متوالی خاستگاه ریشه‌های فرعی می‌شوند؛ به این ترتیب که از تقسیم سلول‌های لایه‌ی ریشه‌زا که در مقابل پیش‌آوندهای چوبی قرار دارند سلول‌های بنیادی شبیه آنچه نزدیک به انتهای ریشه است به وجود می‌آیند. در اثر فعالیت سلول‌های بنیادی ریشه‌ی فرعی، سلول‌های پوست ریشه‌ی اصلی هضم شده و ریشه فرعی از آن خارج می‌شود. این ریشه‌ها خود خاستگاهی برای ریشه‌های فرعی دیگرند.



شکل ۱۱-۲- پیدایش ریشه‌های فرعی

### شکل‌شناسی ریشه

ریشه اولین عضوی است که از دانه خارج می‌شود و دارای زمین‌گرایی<sup>۱</sup> مثبت است. این عضو که قسمت پایین رونده محور اولیه گیاه است، از ساقه کاملاً متمایز می‌باشد؛ زیرا معمولاً انشعابات آن برخلاف ساقه منظم نیست و به علاوه بندبند هم نمی‌باشد. ریشه برخلاف ساقه دارای اعضایی به اسم برگ نیست و بنابراین معمولاً جوانه بر روی آن جایی ندارد. انشعابات ریشه برخلاف ساقه منشأ درونی<sup>۲</sup> می‌باشند یعنی پوست و اپیدرم را سوراخ کرده از آن خارج می‌گردند. ریشه را به روش‌های مختلف تقسیم‌بندی نموده‌اند. جنبه‌های مختلف، عبارتند از طول عمر، مبدأ تشکیل، محیط مناسب جهت رشد (اکولوژی) و شکل ریشه.

### تقسیم‌بندی ریشه از نظر طول عمر

۱- ریشه‌های یکساله: بسیاری از نباتات در مدت یک فصل رویش، در صورت مساعد بودن شرایط محیط، حداقل یک‌بار دوره رشد خود را شروع و کامل می‌نمایند و پس از آن ریشه و ساقه آن‌ها از بین می‌رود و بذری تولید شده آن‌ها تا فرارسیدن فصل آینده به حال رکود باقی می‌ماند؛ بدین معنی که جوانه‌ای در ریشه از فصلی برای فصل رویش دیگر محفوظ نمی‌ماند که رشد مجدد را شروع کند. مانند گندم و جو که گیاهان یکساله هستند و در اصطلاح به نام تروفیتا<sup>۳</sup> نامیده می‌شوند.

۲- ریشه‌های دو ساله: در صورتی که بذری نباتاتی از قبیل چغندر را اوایل فصل بهار که

۱- Geotropism

۲- Endo Gen

۳- Therophyta

شدت سرمای زمستان از بین رفته است بکارند، دوره زندگی این گیاه ناقص می ماند و در سال اول به هیچ وجه ساقه و یا بذری تولید نمی شود بلکه ریشه های غده ی بزرگی که محل ذخیره ماده غذایی است، در زیر زمین تولید می گردد. حال اگر این ریشه ها را دوباره با قسمتی از طوقه، قبل از پایان فصل سرمای سال آینده، بکارند در فصل بهار سال دوم ساقه ظاهر شده گل و بذر بر روی آن می روید. گیاهانی از این قبیل، که از کشت بذر آن ها تا حصول نتیجه و جمع آوری بذر، دو فصل رویش لازم داشته باشند، گیاهان دو ساله و ریشه آن ها را هم به همین نام می خوانند.

**۳- ریشه های چند ساله:** عمر چنین ریشه هایی، به طوری که از اسم آن ها مشهود است، از دو فصل رویش تجاوز می نماید. نقطه ی رشد جوانه این گیاهان، از سالی به سال دیگر، در محل های مختلف گیاه محفوظ می ماند و به رشد خود ادامه می دهد و به همان نسبت که قسمت های هوایی گیاه فعالیت نماید، امکانات این فعالیت را بدون شک ریشه بایستی فراهم نموده باشد.

## تقسیم بندی ریشه از نظر مبدأ تشکیل

**۱- ریشه های اولیه یا اصلی:** در گیاهان دو لپه، ریشه اولیه که از گیاهک منشعب می گردد، به نمو خود ادامه می دهد. وقتی که طول آن به چند سانتیمتر رسید انشعابات از آن جدا می شود که مبدأ آن ها استوانه مرکزی است. ریشه اصلی یا ریشه ی اولیه را در بیشتر گیاهان می توان از انشعابات آن تشخیص داد. ریشه ی اصلی اغلب به طور قائم وارد خاک می شود، یعنی اثر تکثیر در ناحیه ی روینده ریشه طوری است که ریشه را به طور قائم در خاک وارد می نماید. ریشه ی اصلی در بسیاری از گیاهان مانند چنار و خیار، خشبی است. در عده محدودی مانند چغندر و هویج غده ای است و در کوبک و سریش لعاب در خود ذخیره می نماید.

**۲- ریشه های ثانویه یا فرعی یا جانبی:** ریشه های ثانویه یا فرعی ریشه هایی هستند که از نظر زمان پس از ریشه اصلی یا اولیه گیاه رشد و نمو می نمایند و مبدأ تشکیل آن ها متفاوت است. دسته اول ریشه های ثانویه ی دو لپه ای ها هستند که از استوانه مرکزی ریشه ی اصلی سرچشمه می گیرند و می توان گفت که در ابتدا به موازات سطح خاک یعنی عمود بر ریشه اصلی نمو می نمایند؛ ولی پس از مدتی ممکن است متوجه پایین گردند و در نتیجه حجم بزرگی از خاک را پر از ریشه بنمایند.

دسته دوم ریشه های ثانویه بعضی از گیاهان تک لپه از جمله خانواده ی گندمیان را می توان به شمار آورد. در این گیاهان ریشه اصلی فقط مدت کوتاهی نمو می کند و دیری نمی گذرد که از نمو باز مانده ریشه های ثانوی شروع به نمو می نمایند. این ریشه ها، به جای آن که مانند ریشه ثانویه دو لپه ای ها

از ریشه اصلی منشعب گردند، مستقیماً از ساقه سرچشمه می‌گیرند.

**۳- ریشه‌های نابجا:** ریشه معمولاً در داخل خاک رشد نموده از گیاهک سرچشمه می‌گیرد؛ معهداً در تحت بعضی از شرایط، ریشه بر روی اعضای دیگر گیاه به خصوص ساقه‌های هوایی و زیرزمینی و همچنین برگ‌ها ظاهر می‌گردد که به آن‌ها ریشه‌نایی می‌گویند. در بعضی از گیاهان مانند دار دوست، ریشه‌های نابجا در سرتاسر ساقه می‌روید و در نتیجه آن‌را به قیم یا درختی که تکیه‌گاه دار دوست است ثابت نگه می‌دارد. بر روی ساقه‌های خزنده توت‌فرنگی نیز چنین ریشه‌های نابجایی رشد و نمو می‌کند، با این تفاوت که در توت‌فرنگی در مقابل جوانه‌های مولد ساقه هوایی، ریشه نابجا روئیده و داخل خاک می‌گردد.

### تقسیم‌بندی ریشه از نظر محیط مناسب رشد

**۱- ریشه‌های خاکزی:** قسمت عمده ریشه‌ها خاکزی هستند و از آب و املاح و اکسیژن موجود در فضای بین ذرات خاک استفاده می‌نمایند. شکل و طول و سایر اختصاصات ریشه‌های دو گونه گیاهی ممکن است با یکدیگر اختلافات بسیار بارزی داشته باشند. گیاهانی که دارای ریشه‌های عمیق هستند طبعاً از آب و املاح عمق بیشتری استفاده می‌کنند، در صورتی که نباتات ریشه سطحی، مخصوص نواحی مرطوب بوده از رطوبت سطحی برخوردار هستند، چنان‌که در کشت‌های مخلوط دو گونه ریشه عمیق و ریشه سطحی به کار می‌برند تا عمق کم و زیاد خاک هر دو مورد استفاده قرار گیرد. ریشه بعضی از گیاهان خیلی عظیم می‌باشد به طوری که گسترش آن ممکن است از بزرگترین شاخه‌ها بیشتر باشد. برای مثال ریشه گندم ذکر می‌گردد، چون دیده شده است ریشه‌های آن تا ده متر در خاک نفوذ می‌نماید.

**۲- ریشه‌های آبی:** گیاهان آبی که در مرداب‌ها به سر می‌برند دارای ریشه‌های آبی هستند و اکسیژن لازم جهت تنفس خود را از هوای محلول در آب می‌گیرند.

**۳- ریشه‌های هوایی:** ریشه‌های هوایی در قسمت اعظم عمر خود با هوا تماس دارند و نسبت به عمل اصلی که انجام می‌دهند می‌توان آن‌ها را به ریشه‌های تنفس‌کننده، ریشه‌های گیاهان اپی‌فیت، ریشه‌های مکینه، ریشه‌های شمعی، ریشه‌های گیاهان انگلی و ریشه‌های گیاهان گندرو تقسیم نمود.

**۴- ریشه‌های تنفس‌کننده:** بعضی از گیاهان باتلاقی مناطق حاره و مدیترانه‌ای دارای ریشه‌های تنفس‌کننده می‌باشند. این اعضا مشابه ساقه از زمین خارج می‌شوند و بنابراین ژئوتروپسم منفی دارند و به نظر می‌رسد که تبادلات گازی را انجام می‌دهند.

۵- ریشه‌های گیاهان اپی‌فیت<sup>۱</sup>: چون «اپی» یعنی روی و «فیت» به معنای گیاه، اصطلاح اپی‌فیت به گیاهانی اطلاق می‌شود که بر روی گیاهان دیگر زندگی می‌کنند. تعداد زیادی از گیاهان پیچنده و بالا رونده جزو این دسته محسوب شده برای نگهداشتن خود بر روی گیاه قیم یا میزبان از ریشه‌های نابجا استفاده می‌کنند مانند دار دوست.

۶- ریشه‌های مکینه<sup>۲</sup>: در بعضی از نباتات پیدازاد که به صورت انگلی یا نیمه‌انگلی به سر می‌برند و فاقد کلروفیل می‌باشند، ریشه‌های مکینه رشد می‌نمایند. این ریشه‌ها داخل پوست ساقه یا ریشه گیاه میزبان شده از مواد غذایی آن تغذیه می‌کنند. گل جالیز که انگل شدید صیفی‌جات در کشور ما می‌باشد، انگل ریشه بوده ولی سس انگل ساقه است.

۷- ریشه‌های شمعکی: در بعضی از گیاهان نواحی حاره و مدیترانه این نوع ریشه‌ها ظاهر می‌گردند و به نظر می‌رسد که برای مزید استقامت ساقه‌های عظیم آن مورد استفاده قرار می‌گیرند ولی در حقیقت در جذب مواد غذایی مؤثر می‌باشند، مانند درخت انجیر معابد.

### تقسیم‌بندی ریشه از نظر شکل خارجی

۱- ریشه‌های افشان: ریشه‌هایی که تفاوت مشخصی بین ریشه اصلی و ریشه‌های فرعی آن‌ها وجود ندارد ریشه افشان نام دارند که به دو نوع تقسیم می‌گردند:

در مورد ریشه‌های ثانویه یا فرعی ذکر گردید که در بسیاری از گیاهان به خصوص تک‌لپه‌ای‌ها، رشد ریشه اصلی پس از مدت کوتاهی متوقف می‌شود و ریشه‌های ثانوی (نابجا) بر روی بندهای ساقه رشد و نمو می‌کنند.

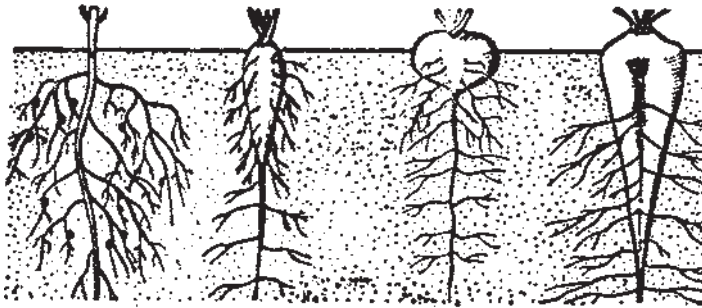
نوع دوم مانند ریشه‌های پامچال و کرچک که در آن‌ها رشد ریشه‌های فرعی از ریشه اصلی زیادتر است. به بیان دیگر محدودیت رشد ریشه اصلی و رشد زیاد ریشه‌های فرعی تمایز آن‌ها را مشکل می‌سازد.

۱- Epiphytes: epi, phytos

۲- E. Haustoria, F.Racines suçiores

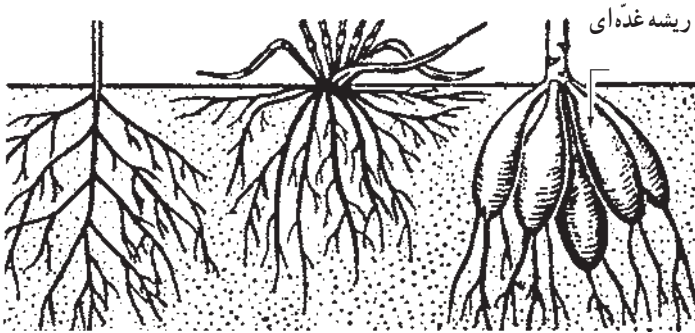






یونجه      هویج      شلغم      چغندر قند

(چهار نمونه ریشه راست)



کرچک      گندم      کوبک

(سه نمونه ریشه افشان)

شکل ۱۲-۲- ریشه‌ها

۲- ریشه‌های غده‌ای: اغلب ریشه‌های اولیه دارای ذخایر غذایی هستند و هر چه ذخیره بیشتر شود طبعاً بر قطر آن‌ها می‌افزاید و به همین جهت این نوع ریشه‌ها را غده‌ای نامیده‌اند مانند چغندر، هویج و شلغم.

برحسب شکل غده، این ریشه‌ها را به دوکی شکل<sup>۱</sup> مخروطی<sup>۲</sup> و شلجمی<sup>۳</sup> و مرکب تقسیم می‌نمایند. ریشه‌های دوکی شکل در قسمت میان قطورتر از دو انتها می‌باشند، در صورتی که ریشه‌های مخروطی از سطح خاک به پایین باریک می‌گردند و بالاخره ریشه‌های شلجمی که قطر دایره عظیمه آن‌ها به مراتب بیش از قطر غده می‌باشد و در حقیقت با ریشه‌های دوکی تشابه دارند، منتهی بسیار کوتاه

۱- EF. Fusiform/e

۲- E. Conic, F. Conique

۳- EF. Napiform/e

هستند مانند شلغم.

در ریشه‌های غده‌ای مرکب، ممکن است هر یک از اشکال فوق به صورت مرکب و کنار هم درآیند. کلیه ریشه‌های غده‌ای از رشد قسمتی از ساقه گیاهک<sup>۱</sup> (ساقه زیر لپه) و قسمت فوقانی ریشه تشکیل شده است؛ در صورتی که قسمت بالایی غده بریده شود، کاشتن غده به امید تولید ساقه هوایی و بذریهوده خواهد بود.

## فعالیت عملی ۱-۲

هنرجویان گرامی ریشه‌های گیاهان مختلف موجود در منطقه را جمع‌آوری و شناسایی نمایید.

### ساقه

در قلمرو گیاهان تنها خزه‌گیان ساقه‌ی حقیقی ندارند. ساقه‌ی هوایی گیاهان حامل جوانه‌ی انتهایی، جوانه‌های کناری، برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌هاست. این اندام انتقال شیره‌های گیاهی را نیز به عهده دارند.

**مشخصات ظاهری یک ساقه:** در روی ساقه، برگ‌ها، جوانه‌ها و برآمدگی‌هایی به نام گره دیده می‌شود. گره به محلی گفته می‌شود که برگ یا برگ‌ها به ساقه متصل می‌شوند. فاصله دو گره متوالی را میانگره می‌گویند.

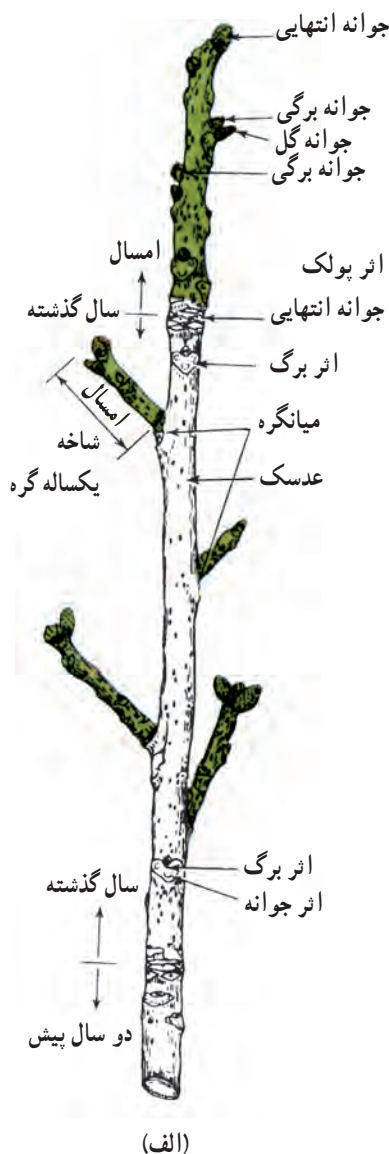
در روی ساقه دو نوع جوانه دیده می‌شود: جوانه‌های جانبی و جوانه انتهایی. جوانه‌های جانبی در محل زاویه‌ای که دم‌برگ با ساقه می‌سازد قرار دارند. این جوانه‌ها ممکن است خاستگاه محورهای فرعی یا گل باشند. هر جوانه به وسیله پولک‌هایی که همان برگ‌های تغییر شکل یافته‌اند، حفاظت می‌شود.

جوانه انتهایی اغلب در نوک ساقه‌ی اصلی یا شاخه‌ها پدید می‌آید و به جوانه‌های جانبی شباهت دارد ولی کمی بزرگتر است. همان‌طور که خواهید خواند، جوانه انتهایی با تولید بافت‌های جدید موجب افزایش طول ساقه می‌شود. پولک‌های حفاظتی اطراف جوانه انتهایی در فصل بهار می‌افتند ولی اثرات آن‌ها در پایین این جوانه باقی می‌ماند. از روی این اثرات می‌توان عمر یک شاخه را تعیین کرد.

<sup>۱</sup> EF. Hypocotyl/e



ساختار نخستین ساقه: برای مشاهده ساختمان نخستین ساقه دولپه‌ای، برشی عرضی از منطقه‌ی نزدیک به رأس شاخه‌ی جوان تهیه و در زیر میکروسکوپ مشاهده می‌کنیم. ساختار نخستین ساقه تا حدود زیادی با ساختار نخستین ریشه شباهت دارد. در اینجا نیز بخش‌های سازنده از خارج به داخل شامل روپوست، پوست و استوانه‌ی مرکزی است.



(ب)

شکل ۱۳ - ۲ - الف - شکل ظاهری یک شاخه؛  
ب - شکل میکروسکوپی ساختمان ساقه

روپوست یا اپیدرم، این لایه که ساقه جوان را از خارج پوشانده، به طور معمول شامل یک ردیف سلول زنده است که سطح خارج آن‌ها کوتینی شده‌اند.

پوست مانند پوست ریشه به طور معمول شامل بافت پارانشیم است. در ساقه‌های علفی سبزرنگ سلول‌های این بافت کلروپلاست دارند. داخلی‌ترین لایه پوست را آندودرم می‌نامند که استوانه مرکزی را دربر می‌گیرد. سلول‌های آندودرم ساقه برخلاف آندودرم ریشه چندان تمایز حاصل نکرده‌اند.

استوانه‌ی مرکزی ساقه به نسبت بزرگتر از ریشه است ولی در اصول ساختمانی با آن شباهت دارد. بیرونی‌ترین لایه استوانه مرکزی، لایه ریشه‌زاست. این لایه پس از آندودرم قرار دارد و معمولاً از چند لایه سلول درست شده‌اند. دسته‌های آوند چوبی و آبکشی ساقه در دولپه‌ای‌ها بر روی یک دایره طوری قرار گرفته‌اند که هر دسته آوند آبکش به سمت خارج و روی قاعده‌ی دسته آوندهای چوبی قرار می‌گیرند. در اینجا آوندهای چوبی قطورتر نسبت به آوندهای چوبی باریکتر خارجی‌ترند و این درست خلاف وضع قرار گرفتن آوندهای چوبی در ریشه است. بقیه فضای استوانه مرکزی را بافت پارانشیم مغزی پر می‌کند.

ساختمان ساقه تک‌لپه‌ای‌ها نسبت به دولپه‌ای‌ها تفاوت‌هایی دارد. بعضی از این تفاوت‌ها از این قرار هستند:

– تعداد دسته‌های آوندی در ساقه تک‌لپه‌ای‌ها فراوانتر بوده و در روی دایره‌های هم‌مرکز قرار دارند. همان‌طور که در شکل ۱۴-۲ مشاهده می‌کنید، به طور معمول تعداد دسته‌های آوندی در سمت خارج بیشتر و اندازه آن‌ها کوچکتر است.

– نازک بودن پوست و گاهی غیر مشخص بودن مرز بین پوست و استوانه مرکزی در تک‌لپه‌ای‌ها از تفاوت‌های دیگر بین ساقه تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای است.

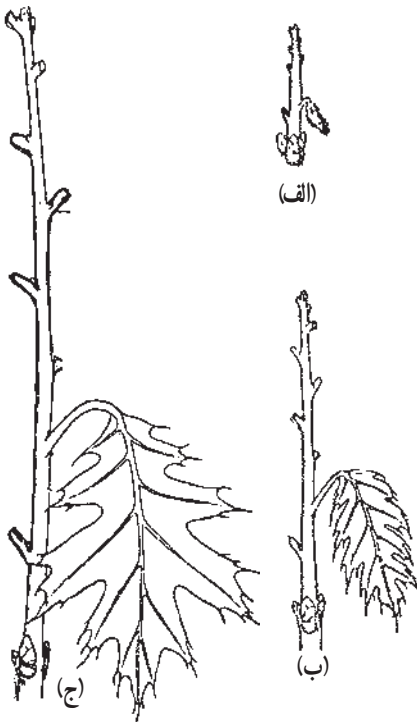




شکل ۱۴-۲- مقایسه کلی اندام‌های تک پله‌ای و دولپه‌ای

### رشد طولی ساقه

برای مشاهده رشد طولی در ساقه، ساقه‌ی نورسته‌ای را در روی گیاه مطابق شکل ۱۵-۲ آماده کرده و طول آن را برحسب میلی‌متر اندازه می‌گیریم. آنگاه آن را به حال خود می‌گذاریم و در فواصل زمانی معین مجدداً طول آن را می‌سنجیم. مشاهده می‌شود که رشد طولی در نوک ساقه و در منطقه‌ی وسیع‌تری به طول چند ده سانتی‌متر انجام می‌شود.



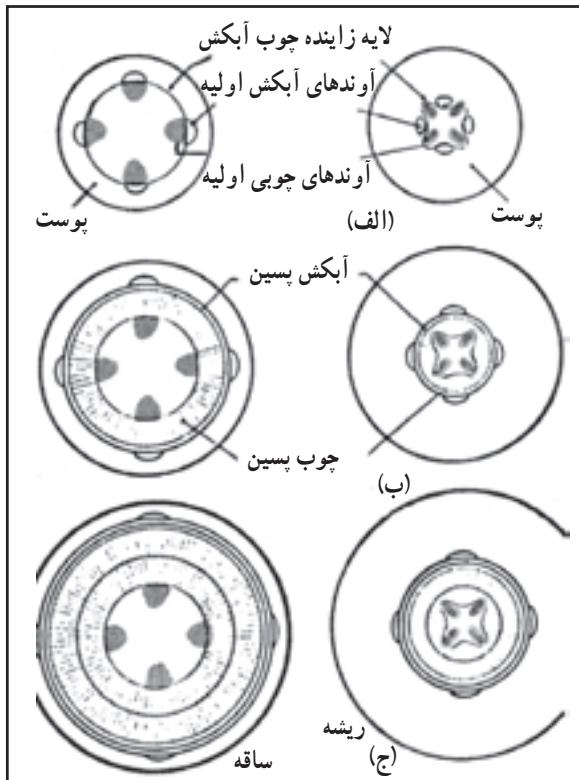
شکل ۱۵-۲- رشد طولی ساقه در منطقه نسبتاً وسیعی در نوک ساقه صورت می‌گیرد.

در برش طولی محور جوانه‌ی انتهایی نیز سلول‌های مرستمی وجود دارند. سلول‌های این منطقه ابتدا با تقسیمات مکرر خود افزایش می‌یابند و سپس با رشد و تمایز خود بافت‌های گوناگون ساقه را پدید می‌آورند.

نوک ساقه مرستم‌های گوناگونی دارد که از تحول آن‌ها برگ‌ها، گل‌ها و شاخه‌ها پدید می‌آیند.

### رشد پسین

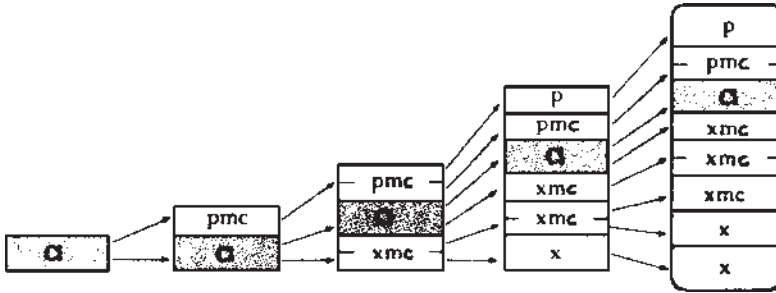
رشد پسین مربوط به فعالیت مرستم‌های پسین است. فعالیت این مرستم‌ها موجب رشد قطری ساقه و ریشه می‌شود. این مرستم‌ها به صورت دایره (در مقطع عرضی) و استوانه (در شمای فضایی) در استوانه مرکزی و به صورت نیم حلقه‌هایی در پوست ریشه و ساقه وجود دارند. مرستم پوست را لایه زاینده‌ی چوب پنبه - پوست و مرستم پسین استوانه مرکزی را لایه زاینده چوب - آبکش یا کامبیوم می‌نامند. لایه‌ی زاینده‌ی استوانه مرکزی (کامبیوم): شکل ۱۶-۲ موقعیت لایه‌ی زاینده‌ی استوانه‌ی



شکل ۱۶-۲- مقایسه ساختار پسین ساقه و ریشه و نمایش مراحل مختلف رشد قطری آن‌ها

مرکزی و عملکرد آن را پس از دو دوره فعالیت، در ریشه و ساقه نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید سلول‌های این لایه در سمت خارج بافت‌های آبکشی پسین و در سمت داخل بافت‌های چوبی پسین را به وجود می‌آورند و با این عمل بر قطر استوانه مرکزی می‌افزایند.

اکنون به شکل ۱۷-۲ توجه کنید. این شکل نحوه عمل یک سلول از سلول‌های کامبیوم را نشان می‌دهد. سطح تقسیم هر سلول در صفحه‌ای قرار می‌گیرد که یا با سطح خارجی ساقه یا ریشه موازی است؛ به این ترتیب به‌طور متناوب سلول‌های جدیدی به سمت خارج و داخل ساخته می‌شوند. سلول‌های اولیه که در سمت خارج ساخته می‌شوند، سلول‌های مادر چوب نام دارند. این سلول‌ها تا مادام که تمایز حاصل نکرده و به‌صورت آوند کامل درنیامده‌اند، مانند سلول‌های کامبیوم قدرت تقسیم دارند. سلول‌های کامبیوم در راستای شعاع ساقه و ریشه نیز تقسیم می‌شوند. این عمل موجب افزایش قطر حلقه زاینده شده و ضمن افزایش قطر اندام، حلقه گسیخته نمی‌گردد. البته به خاطر داشته باشید که فعالیت سلول‌های کامبیوم تنها منجر به تولید عناصر آوندی نمی‌شود، بلکه همراه آوندها، انواع سلول‌های پارانشیمی، سلول‌های همراه و بافت‌های نگهدارنده را نیز به وجود می‌آورد.



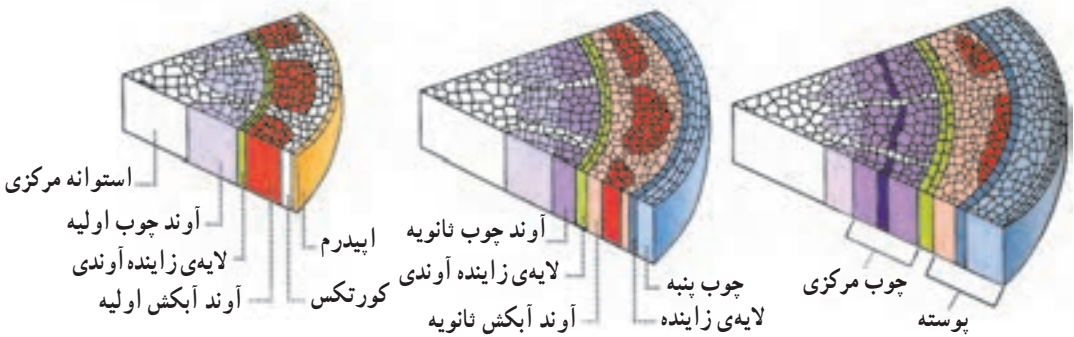
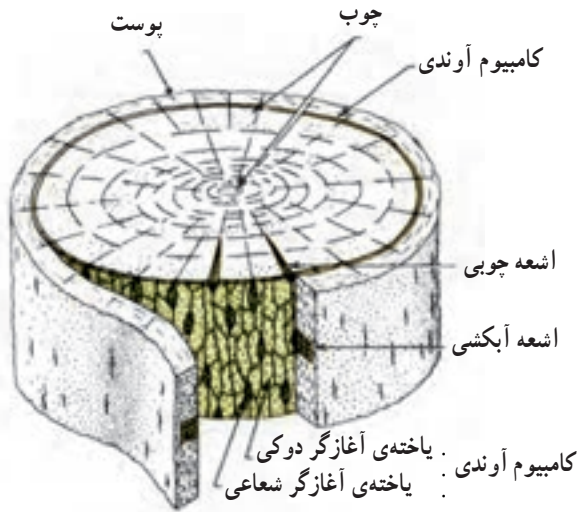
شکل ۱۷-۲- تقسیم سلول کامبیوم و تولید سلول‌های مادر چوب (Xmc) و مادر آبکش (Pmc) همان‌طور که مشاهده می‌کنید سلول‌های اخیر تا تشکیل عناصر آوندی قابلیت تقسیم دارند.

ضخامت چوب پسین جز در موارد استثنا خیلی بیشتر از آبکش پسین است به‌طوری که چوب پسین یک درخت بخش عمده‌ی تنه اصلی گیاه را شامل می‌شود و مجموع کامبیوم، آبکش‌های پسین، پارانشیم‌های پوستی و چوب پنبه، قشر نازکی را به وجود می‌آورند که در اصطلاح همگانی پوست درخت گفته می‌شود.

در مناطق معتدل چوب‌های پسین برحسب این که در بهار یا در پاییز به وجود آیند از نظر



ویژگی‌های ریختی نسبت به یکدیگر متفاوت‌اند. چوب‌های بهاری نسبت به چوب‌های پاییزی قطر بیشتری دارند و درشت‌تر و روشن‌ترند. بنابراین در این مناطق دواير تیره و روشن مجاور هم نماینده‌ی فعالیت سالانه‌ی کامبیوم است و با شمارش دواير تیره و روشن می‌توان سن یک گیاه را مشخص کرد.

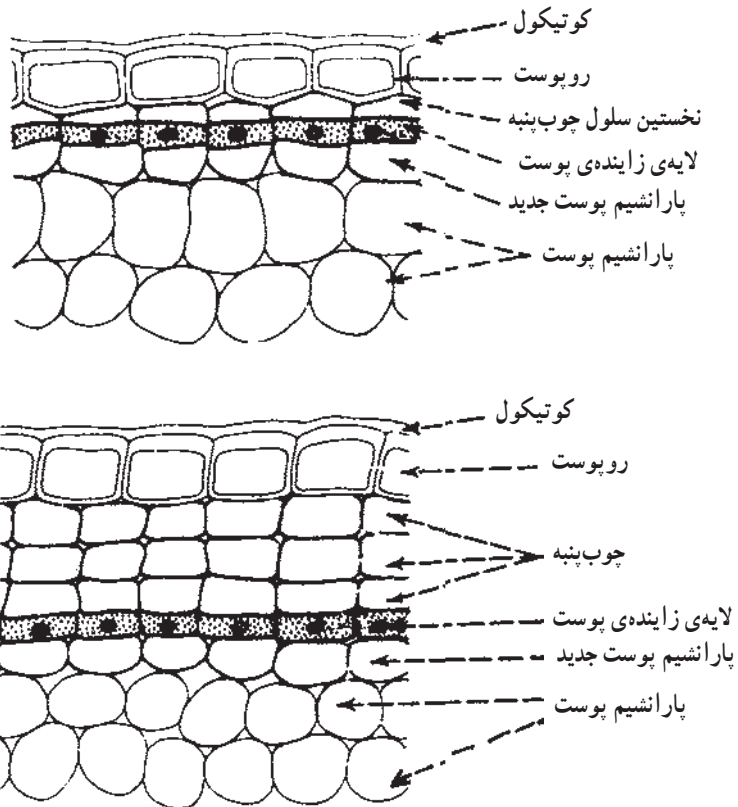


شکل ۱۸-۲- حلقه‌های چوب پسین در تنه درخت. هر حلقه شامل چوب بهاره و تابستانی است.

لایه زاینده‌ی چوب پنبه - پوست: چوب پنبه و پوست از لایه‌ی ویژه‌ای به وجود می‌آید که برخلاف کامبیوم جایگاه مشخصی ندارد و به صورت حلقه‌ی پیوسته نبوده و فعالیت آن همیشگی نیست. ممکن است در زیر اپیدرم یا در بخش‌هایی از پوست تشکیل شود و برای دوره‌ای فعالیت کند

و سپس از عمل باز ایستاده و دوباره در بخش دیگری از ریشه یا ساقه به وجود آید. از تقسیم سلول‌های این لایه از خارج بافت چوب پنبه و از داخل پارانشیم‌های پوستی به وجود می‌آید. به علت نفوذناپذیر بودن بافت چوب پنبه طبقات سطحی به صورت صفحه، حلقه و نوار از تنه درخت جدا شده و می‌ریزند. در گونه‌ای بلوط فعالیت لایه‌ی زاینده‌ی پوست منتهی به تشکیل لایه‌های ستبری از بافت چوب پنبه می‌شود که آن را از سطح گیاه بریده و در صنعت مورد استفاده قرار می‌دهند. به طور کلی بافت چوب پنبه در گیاه به‌ویژه در بخش‌های زیرزمینی نقش حفاظت را به عهده دارد.

با پیدایش بافت‌های چوب پنبه‌ای در سطح خارجی ساقه و ریشه و نفوذناپذیر بودن این بافت، تبادلات گازی بین محیط و این اندام‌ها متوقف می‌شود. به همین مناسبت با پیدایش بافت‌های چوب پنبه در پوست، تشکیلاتی به نام عدسک به صورت برجستگی‌هایی در این اندام‌ها به وجود می‌آید، که با ساختار آن‌ها آشنا شده‌اید.



شکل ۱۹-۲- برش عرضی بخشی از پوسته ساقه و نمایش مراحل فعالیت لایه زاینده پوست. درباره تغییرات انجام شده در پوست ساقه توضیح دهید.

## شکل‌شناسی ساقه

یکی از بهترین رده‌بندی‌های ساقه که مخصوصاً برای نباتات نواحی معتدله مناسب می‌باشد، رده‌بندی بر مبنای فرم بیولوژیک است.

طبقه‌بندی ذیل ساقه گیاهان را از چند نقطه نظر، تقسیم‌بندی می‌نماید.

### الف – ساقه‌های هوایی

#### ۱ – رده‌بندی ساقه از نظر طول عمر

از نظر طول عمر ساقه‌های هوایی را به ساقه‌های علفی و چوبی تقسیم می‌نمایند.

ساقه‌های چوبی هم به نوبه خود به بوته، درختچه و درخت تقسیم می‌شوند.

– **ساقه‌های علفی:** در ساقه‌های علفی کلیه قسمت‌های فوقانی گیاه در آخر فصل رویش

خشکیده و از بین می‌رود. این ساقه‌ها نسبتاً ضعیف و نرم بوده پوست آن‌ها دارای مقدار بسیار کمی چوب‌پنبه است. سیستم چوبی و آبکشی آن‌ها توسعه زیادی پیدا نکرده و ساختمان ساده اولیه خود را حفظ کرده است. گیاهانی که دارای ریشه‌های چند ساله و ساقه‌های یکساله می‌باشند ریزوکارپ<sup>۱</sup> نام دارند. در این گیاهان ساقه هوایی هر ساله تجدید می‌گردد.

– **ساقه‌های چوبی:** در ساقه‌های چوبی، سیستم چوبی و آبکشی توسعه پیدا کرده ساقه در

آخر هر فصل رویش از بین نمی‌رود. این ساقه‌ها را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

– **ساقه چوبی بوته‌ها<sup>۲</sup>:** ساقه بوته‌ها نسبتاً کوتاه و نازک بوده و معمولاً خاصیت شاخه‌زایی

آن بارز می‌باشد. در بیشتر موارد این شاخه‌زایی از نزدیک سطح زمین صورت می‌گیرد و به همین جهت شکل بوته‌ها با مقایسه با شکل تاج درختان کاملاً مشخص نمی‌باشد.

– **ساقه‌های چوبی درختچه‌ها و درختان:** ساقه درختچه‌ها و درختان نمو می‌نمایند و مشخص

می‌گردد و به صورت تنه درمی‌آید و گاهی قطر آن بسیار زیاد می‌شود.

شکل ساقه بستگی کلی به عوامل محیطی و اکولوژی محل رشد دارد. چنان‌که در تحت شرایط

مناسب ساقه‌های علفی ممکن است رشد نموده به صورت ساقه‌های چند ساله چوبی درآیند. بعضی از

گونه‌های چوبی در تحت شرایطی به شکل بوته درمی‌آیند و در تحت شرایط دیگر تنه تشکیل می‌دهند

و درختی می‌شوند.

مثلاً کرچک که در منطقه‌ی معتدله گیاهی علفی و یکساله است، در مناطق حاره به صورت گیاه

۱- Rhizocarpous plants

۲- Undershrub, suffruticose plants, subshrub, suffrutex

بزرگ و چند ساله و چوبی درمی آید. برعکس، گیاهانی که در نواحی کم ارتفاع درختی هستند اگر به نواحی کوهستانی مهاجرت نمایند کوتاه می گردند.

## ۲- رده بندی کلی ساقه ها

— **ساقه های بی مقاومت:** این ساقه ها به علت رشد طولی زیاد و باریکی اندام، نمی توانند مستقلاً برگ های خود را در ارتفاعات مختلف از سطح زمین در برابر عوامل محیط خارج و برای استفاده از آن ها نگاه دارند، بلکه به قیم احتیاج دارند.

— **ساقه های پیچنده<sup>۱</sup>:** این ساقه ها معمولاً به دور شمعکی می پیچند. جهت پیچش در لوییا موافق جهت حرکت عقربه های ساعت و در نیلوفر عکس آن است و برای کلیه این نباتات ثابت می باشد. برای این که ساقه نیلوفر یک دور تمام بپیچد پنج ساعت طول می کشد.

— **ساقه های بالارونده:** تعدادی از گیاهان که به نام گیاهان بالارونده<sup>۲</sup> نامیده می شوند، دارای اندام هایی می باشند که می توانند به وسیله آن ها بر قیم بالا بروند.

این اندام ها، به سه دسته تقسیم می شوند :

۱- در عده ای از ساقه های بالارونده<sup>۳</sup> شاخه هایی تبدیل به پیچ<sup>۴</sup> گشته موجب بالا رفتن گیاه می گردند. چنین شاخه های کوچکی فاقد برگ سبز هستند ولی بر روی آن ها فلس هایی ممکن است دیده شود. این شاخه های مخصوص که در درخت مو دیده می شوند به محض تماس با مانع به دور آن شروع به پیچیدن می نمایند. گاهی هم در انتهای آن ها بادکش دیده می شود.

۲- ساقه هایی که<sup>۵</sup> به کمک ریشه های نابجا که منظمأ بر روی آن می رویند، بالا می روند مانند عشقه (برای تفصیل به ریشه های نابجا مراجعه شود).

۳- در این دسته ساقه ها مسئولیت بالا رفتن با قسمتی از برگ می باشد<sup>۶</sup>. این قسمت ممکن است شامل رگبرگ اصلی یا برگچه و یا دمبرگ باشد. در نباتات تیره کدوئیان پیچ هایی دیده می شود که برگ تغییر شکل یافته هستند و پس از آن که انتهای آن به قیم برخورد کند به دور آن می پیچند و موجب نزدیک شدن گیاه به قیم می شوند. دمبرگ های تغییر شکل یافته که نبات را به قیم متصل می دارند در گونه ای از کلماتیس و لادن دیده می شود.

۱- E. Voluble or twining stems, twiners, F. Plantes volubiles

۲- Scandent or climbing stems

۳- Tendril climbers

۴- Tendril

۵- Root climbers

۶- Leaf climbers



در گیاهان، نخودفرنگی و خلرها و ماش‌ها برگچه‌های انتهایی و یا بخشی از انتهایی رگبرگ اصلی تبدیل به پیچ شده است. در یکی از گونه‌های خلر پهنک به تمامی تبدیل به پیچ شده است و عمل کربن‌گیری را گوشوارک‌های درشت و پهن انجام می‌دهند.

— **ساقه‌های مقاوم:** این ساقه‌ها معمولاً نیازی به تکیه‌گاه ندارند و ذاتاً راست می‌باشند.

— **ساقه‌های راست<sup>۱</sup>:** در تحت این نام، کلیه ساقه‌هایی قرار دارند که راست و مستقیم و کم

شاخه و یا پرشاخه محکم یا ترکه‌ای و یا زیگزگ هستند.

— **ساقه‌های نیم خزنده و خزنده:** ساقه‌هایی که در تحت نام ساقه‌های راست تقسیم‌بندی

نمی‌شوند در حقیقت سه نوع هستند:

۱- ساقه‌هایی که خزنده نیستند ولی ممکن است به طور مورب قرار گرفته باشند.

۲- ساقه‌هایی که قسمتی از آن‌ها خزنده است و این ساقه‌ها خود بر دو نوع هستند. در یک

نوع از آن‌ها: ساقه انحنای حاصل می‌نماید و متوجه زمین شده و به صورت خوابیده درمی‌آید. این ساقه‌ها را در اصطلاح ریکلای نینگ<sup>۲</sup> می‌خوانند.

در نوع دیگر ساقه‌ها برعکس: ساقه راست و بالارونده ولی پایه‌ی آن خزنده است.

۳- ساقه‌های خزنده<sup>۳</sup> که تمام طول آن‌ها بر روی زمین آرمیده و ریشه‌هایی هم تولید می‌کنند.

۳- **رده‌بندی ساقه از نظر سازگاری**

— **ساقه‌های ماشوره‌ای<sup>۴</sup>:** این ساقه‌ها میان تهی و بند بند هستند و جدارهای عرضی در هر بند

قرار می‌گیرد و محفظه‌ی داخلی ماشوره را به استوانه‌هایی تقسیم می‌نماید.

— **ساقه‌های گوشتی<sup>۵</sup>:** این ساقه‌ها مخصوص گیاهان نواحی حاره و بیابانی می‌باشند و عمل

کربن‌گیری را خود ساقه انجام می‌دهد، چون که برگ بر روی آن‌ها اصلاً نمی‌روید و یا به خار تبدیل می‌گردد. کاکتوس‌ها چنین ساقه‌هایی دارند. نسبت سطح خارجی به حجم این ساقه‌ها از کلیه‌ی ساقه‌های دیگر کمتر است و مخصوصاً از نظر تطابق با زندگی در نواحی بیابانی ارزش‌دار است.

— **ریزوم‌های سطحی:** ریزوم اصطلاحی است که بر ساقه‌های داخل خاک اطلاق می‌گردد و

شرح آن در ذیل خواهد آمد. این ساقه‌های خاکستری که معمولاً بدون کلروفیل هستند، ممکن است در سطح خاک نیز برویند و به تکثیر نبات و همچنین به عمل جذب کلروفیلی کمک کنند.

۱- Erect

۲- Reclining

۳- Procumbent or prostrate

۴- E. Culm, F. Chaume

۵- EF. Succulents

در حقیقت این ساقه‌ها عبارت از ساقه‌های خزنده‌ای هستند که انتهای آن‌ها در مجاورت خاک ریشه‌زایی می‌کند و در مقابل ریشه‌ها ساقه‌های هوایی نیز تولید می‌نماید. اگر این ساقه‌ها بسیار نازک و شبیه پیچ باشند به آن‌ها رازر اطلاق می‌شود.

— **خارها:** ساقه‌ها و یا انتهای آن‌ها ممکن است بی‌برگ بمانند، و سخت و چوبی و به نوک تیزی منتهی گردند. مبدأ این خارها از دسته‌های چوبی است و مانند دیگر ساقه‌ها ممکن است حامل برگ و جوانه باشند. مبدأ این ساقه‌ها در کنار برگ و از زاویه بین برگ و ساقه می‌باشد. خارهایی که مبدأ برگ دارند پریکل نام دارند.

— **فیلولکلادها:** ساقه‌هایی که عمل برگ را انجام می‌دهند. پیازهای هوایی نیز جزئی از این رده بندی است.

### ب — ساقه‌های زیرزمینی<sup>۱</sup>

این ساقه‌ها چند ساله بوده معمولاً در زیر سطح زمین رشد می‌نمایند ولی استثنائاً بر روی سطح زمین هم ممکن است رشد و نمو کنند.

— **ریزوم‌ها<sup>۲</sup>:** اصطلاح ریزوم در زبان یونانی به معنای ریشه است ولی در زبان علمی برای ساقه‌های زیرزمینی برگزیده شده است. بر روی این ساقه‌ها، که به علت قرار گرفتن در زیرزمین بدون پیگمان کلروفیل هستند، برگ سبز وجود ندارد بلکه برگ‌ها به صورت فلس‌های کوچک قهوه‌ای شکلی درآمده‌اند. در این ساقه‌ها مقداری مواد غذایی ذخیره شده است.

بعضی از گندمیان دارای دو نوع ریزوم می‌باشند. یک نوع زیرزمینی و دیگری سطحی. هر دو نوع در تکثیر و تولیدمثل گیاه کمک می‌نمایند، بدین معنی که ساقه‌های مذکور از هر طرف منشعب شده تعداد بیشماری ساقه‌های هوایی و ریشه‌های افشان از آن‌ها خارج می‌گردد. برای مثال چمن افریقایی ذکر می‌گردد که دارای هر دو نوع ریزوم می‌باشد.

— **ریزوم‌های تکمه‌ای<sup>۳</sup>:** گاهی ریزوم‌ها کوتاه و در اثر ذخایر غذایی ضخیم شده از چندین گره تشکیل می‌گردد و در اصطلاح ریزوم تکمه‌ای نامیده می‌شود. این نوع ریزوم‌ها در بسیاری از تک‌لپه‌ای‌ها یافت می‌شود ولی به هیچ‌وجه مخصوص تک‌لپه‌ای‌ها نیست.

— **تکمه‌ها<sup>۴</sup>:** اختلاف تکمه‌ها با ریزوم‌های تکمه‌ای در حقیقت یک اختلاف کمی می‌باشد و بستگی به مقدار ماده‌ی غذایی ذخیره شده دارد. این اندام‌ها بر روی ریزوم‌ها ظاهر می‌شوند و در

۱ — Subterranean

۲ — E. Rhizome or rhizoma, F. Rhizome

۳ — E. Tubers

۴ — E. Tubercles, F. Tubercules



حقیقت بخش‌هایی از ساقه می‌باشند که متورم و نوعی از ماده غذایی در آن‌ها ذخیره شده است. تکمه‌ها دارای تعدادی جوانه هستند و به همین جهت برای تکثیر و تولیدمثل به کار می‌روند.

— **ساقه‌های گوشتی**<sup>۱</sup>: گاهی قسمتی از ساقه گیاهان در زیرزمین گوشتی شده دارای ذخیره غذایی می‌گردد و به آن اصطلاح ساقه گوشتی زیرزمینی اطلاق می‌گردد.

— **سوخ‌ها**: سوخ‌ها یا پیازها ساقه‌های بسیار کوتاهی هستند که به یک طبق کوچک محدود گشته از سطح تحتانی آن ریشه نابجا رشد و نمو می‌نماید. از سطح فوقانی این اندام فلس‌هایی خارج می‌گردد که همان برگ‌های تغییر شکل یافته و پر از مواد غذایی و یا آن‌که پایه برگ می‌باشند (شکل ۲۱-۲).

### ج — ساقه‌های آبی

دستگاه تکثیر این نباتات در فصل زمستان در داخل آب قرار گرفته است که سه نوع از آن‌ها مشخص است: هیدروفیت‌های شناور مانند عدس آبی و هیدروفیت‌های پیوسته مانند انواع خزه‌ها و هپاتیک‌ها و بالاخره هیدروفیت‌های ریشه‌دار یا ریزوم‌دار مانند انواع نیلوفرهای آبی.

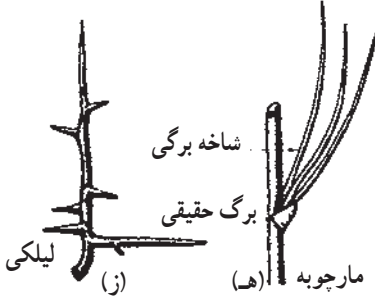
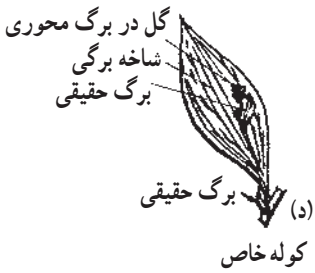
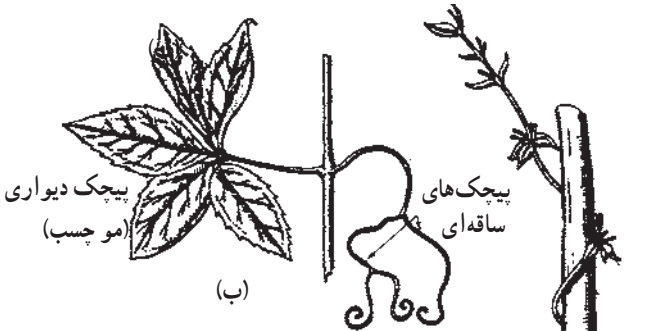
## فعالیت عملی ۲-۲

هنرجویان گرامی انواع ساقه گیاهان موجود در منطقه را جمع‌آوری و شناسایی

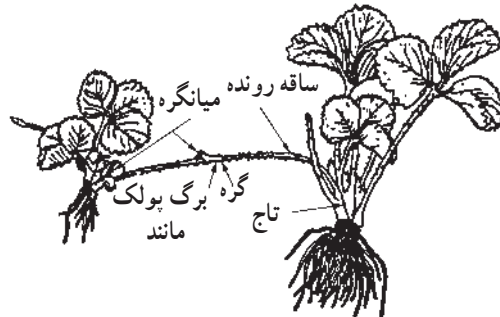
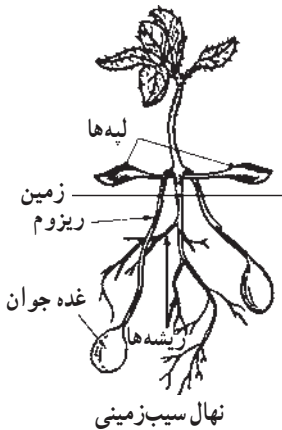
نمایید.



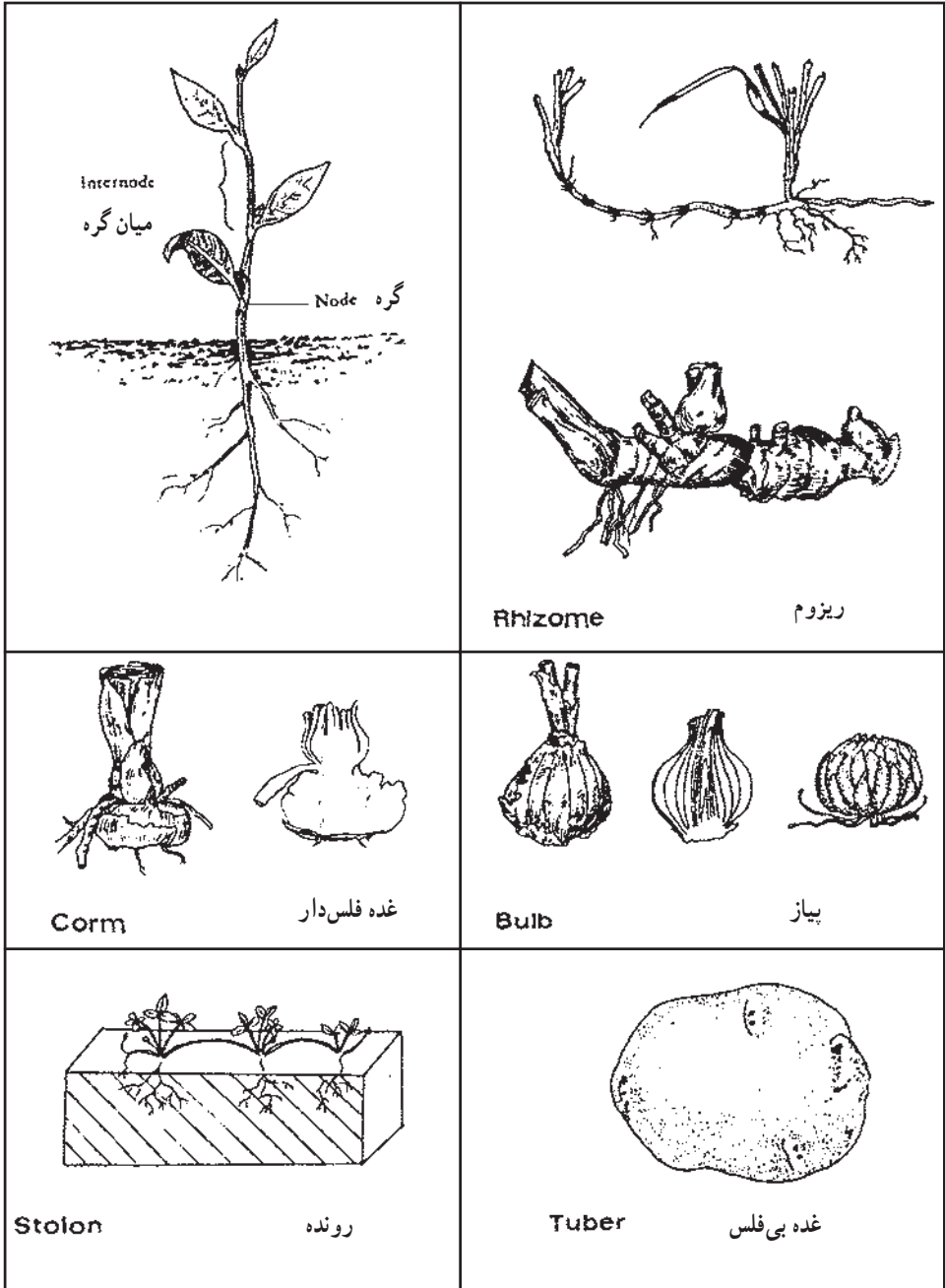




انواع تغییرات ساقه، (الف) رازک، (ب) بیبچک ساقه‌ای، (ج) تیغک‌های خار، (د) و (ه) ساقه‌های برگ مانند که شاخه برگ‌محوری نامیده می‌شوند (و) و (ز).



ساقه‌های خزنده‌ی توت‌فرنگی (بزرگنمایی  $\frac{1}{8}$  برابر) ساقه و ریشه هر یک گره در میان ظاهر می‌شوند.



شکل ۲۱-۲



(ب)



(الف)

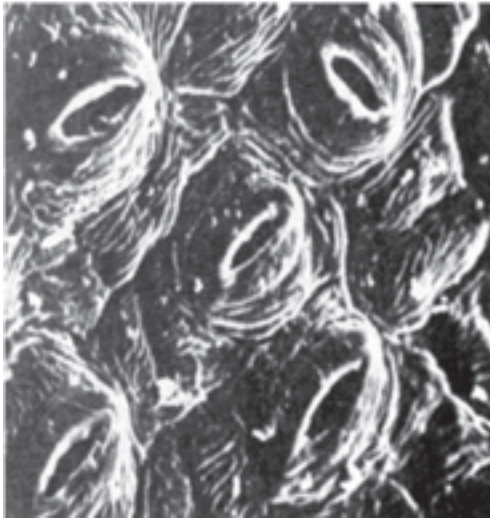
شکل ۲۲-۲- مقایسه ساختار ریشه، الف - دولپه‌ای و ب - تک‌لپه‌ای

## برگ

بیشتر برگ‌ها دارای پهنک و دم‌برگ هستند و در برخی نیام و گوشوارک نیز دیده می‌شود. نیام به بخش نسبتاً پهن پایین دم‌برگ گفته می‌شود، که کم و بیش ساقه را دربر می‌گیرد. گوشواره، ضمایمی هستند که در محل اتصال دم‌برگ به ساقه در بعضی گیاهان دیده می‌شوند. ساختار پهنک: در برش پهنک سه بخش مشخص وجود دارد که عبارتند از روپوست، میان‌برگ و دسته‌های آوندی.

روپوست: این بافت سطح زیرین و زیرین پهنک برگ را پوشانده است. شما تاکنون با مشخصات معمولی سلول‌های روپوست در پیدازادان آشنا شده‌اید. این سلول‌ها در بعضی نهانزادان آوندی مانند سرخس‌ها دارای کلروپلاست‌اند و به خاطر زیستن در محیط مرطوب لایه کوتینی نازکی دارند. برگ‌ها جایگاه اصلی و عمده‌ی فرایند تنفس و فتوسنتزاند، به همین مناسبت تعداد فراوانی روزنه‌های هوایی در روپوست به‌ویژه در روپوست زیرین وجود دارد.

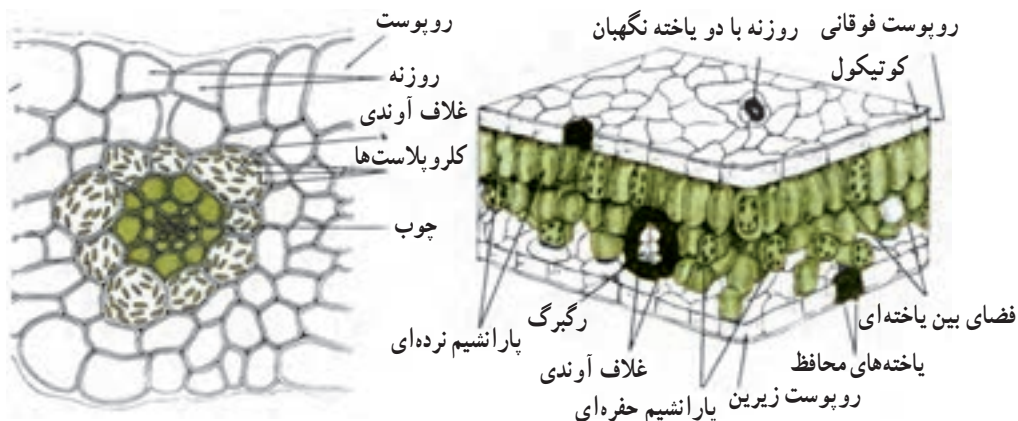
سلول‌های روپوست در برگ‌ها خاستگاه انواع کرک‌ها هستند. هر کرک از یک یا تعدادی سلول به‌وجود می‌آید. کرک‌ها بیشتر نقش حفاظتی دارند و به‌ویژه در مناطق خشک از تبخیر سریع آب جلوگیری می‌کنند. از نوک کرک‌های گیاه گزنه اسید فرمیک ترشح می‌شود و برای گیاه جنبه دفاعی دارد. کرک‌های روی برگ گیاه گوش‌تخوار در روزرا به‌عنوان تله برای شکار حشرات کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۲۳-۲ - روزنه

**میان برگ (مزوفیل):** به پارانشیمی که بین روپوست زبرین و زیرین را پر می‌کند میان برگ می‌گویند. در میان برگ اکثر برگ‌ها دو نوع پارانشیم زنده‌ای و اسفنجی وجود دارد. میان برگ زنده‌ای شامل سلول‌های استوانه‌ای شکل است که در یک یا چند ردیف در زیر اپیدرم بالایی قرار دارند. سلول‌های میان برگ اسفنجی که به‌طور معمول کروی هستند در زیر پارانشیم‌های زنده‌ای قرار دارند و بین آن‌ها حفره‌های بین سلولی دیده می‌شود. ترتیب قرار گرفتن این پارانشیم‌ها به موقعیت برگ بر روی شاخه بستگی دارد. در دولپه‌ای‌ها که برگ‌ها به‌طور معمول به‌صورت افقی قرار دارند، پارانشیم زنده‌ای در سمت بالا و پارانشیم اسفنجی در سمت پایین قرار می‌گیرد. در برگ‌هایی که عوامل محیطی بر دو سطح آن‌ها تأثیر یکسانی دارد مانند برگ‌های بسیاری از تک‌لپه‌ای‌ها، میان برگ معمولاً از نوع اسفنجی است.

**دسته‌های آوندی:** دسته‌های آوندی، رگبرگ‌های برگ را می‌سازند. در هر دسته آوندی، وضعیت قرار گرفتن آوندهای چوبی و آبکشی نسبت به هم، همانند ساقه است؛ بدین ترتیب که آوندهای آبکشی و آوندهای چوبی روی یکدیگر قرار می‌گیرند.



شکل ۲۴-۲ ساختار برگ دوطرفه‌ای

دمبرگ و در صورت وجود، نیام، ساختاری مشابه پهنک برگ دارند. شکل ۲۵-۲ طرح ساده ساختار یک دمبرگ را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در ساختار دمبرگ از بیرون به درون بافت‌های روپوست، پارانشیم و دسته‌های آوندی وجود دارند. پارانشیم کلروپلاست‌دار دمبرگ از نوع اسفنجی (حفره‌ای) است. دسته‌های آوندی کناری نسبت به سطحی که دمبرگ را در طول دو نیم می‌کند، حالت تقارن (تقارن دوطرفی) دارند. آیا چنین حالتی از تقارن در ساختار پهنک هم مشاهده می‌شود؟



شکل ۲۵-۲ طرحی از ساختار دمبرگ

## شکل‌شناسی برگ

برگ‌ها در شناسایی و تقسیم‌بندی گیاهان نقش به‌سزایی دارند و شامل قسمت‌های زیر می‌باشند:

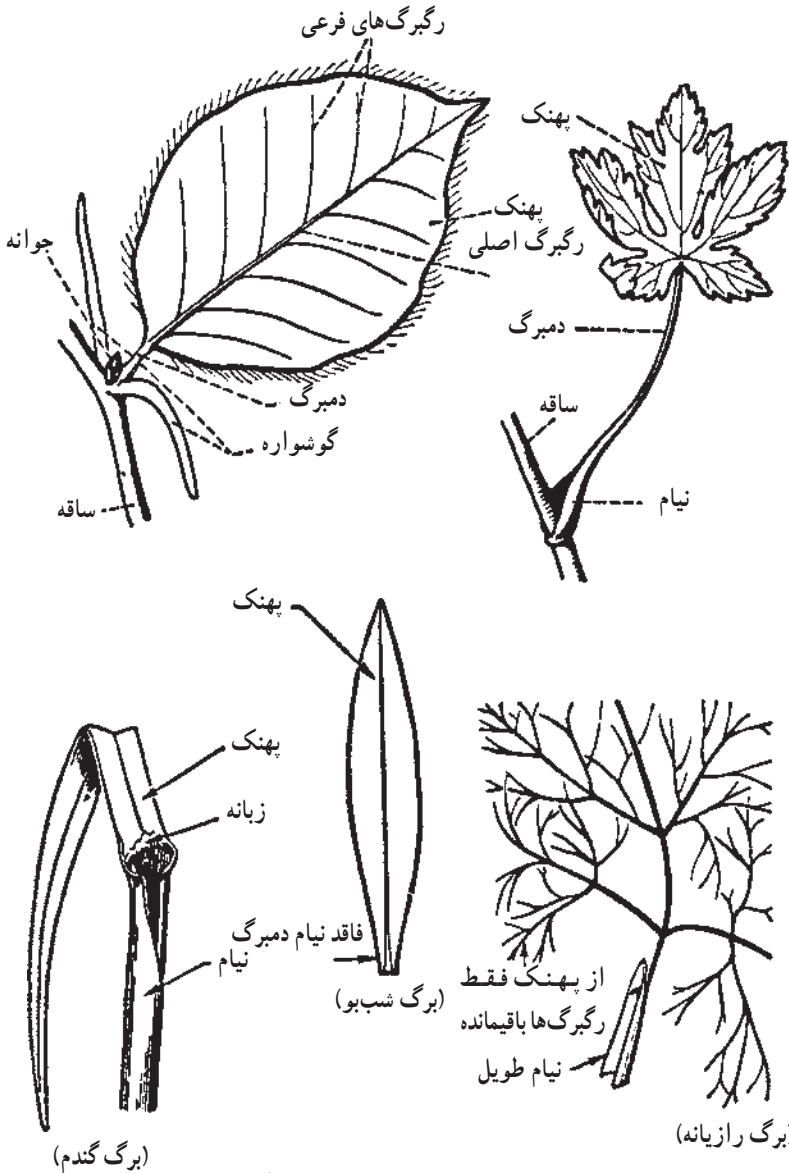
### الف - شکل ظاهری برگ

یک برگ از قسمت‌های زیر تشکیل یافته است:

۱- پهنک: صفحه سبز رنگ برگ را پهنک می‌نامند. پهنک در نباتات غالباً به صورت افقی قرار می‌گیرد و در نباتات مختلف به ابعاد متفاوت وجود دارد.

۲- دمبرگ: میله باریکی که قطورتر می‌باشد پهنک را به ساقه یا شاخه متصل می‌سازد.

۳- نیام: در پاره‌ای از نباتات قاعده برگ گاهی پهن‌تر از سایر نقاط آن است و قسمتی از ساقه نبات و یا تمام محیط آن را احاطه می‌سازد و به نام غلاف نامیده می‌شود (شکل ۲۶-۲).



شکل ۲۶-۲- شکل ظاهری انواع برگ‌ها

در صورتی که برگ گیاهی فاقد یکی از اندام‌های فوق باشد به آن برگ ناقص می‌گویند.  
۴- گوشوارک: در بعضی از گیاهان از جمله نارون، گل سرخ و نخود فرنگی در قاعده برگ دو صفحه کوچک یا بزرگ به نام گوشوارک وجود دارد.

۵- رگبرگ‌ها: در سطح پهنک شبکه‌ای از رگبرگ منتشر می‌باشد که چیزی جز آوندهای چوب و آبکش نمی‌باشد و در پشت برگ برجسته‌اند و رگبرگ‌های اصلی نامیده می‌شوند و انشعاب رگبرگ اصلی را رگبرگ فرعی می‌گویند.

- رگبرگ‌های موازی مانند گندم و اختر

- رگبرگ‌های پری شکل مانند سیب و نارون

- رگبرگ‌های پنجه‌ای مانند چنار و مو

- برگ‌های کاج فقط یک رگبرگ دارد.

برگ‌ها را به روش‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌نمایند که به شرح زیر می‌باشد:

ب- ترتیب قرار گرفتن برگ‌ها روی ساقه

متناوب: برگ‌ها به‌طور یک در میان یکی بالای دیگری قرار گرفته‌اند.

متقابل: برگ‌ها روبه‌روی هم قرار گرفته‌اند.

متقابل و متلاقی: برگ‌ها شبیه حالت قبل‌اند ولی به‌طور متناوب هر جفت با جفت بعدی زاویه

۹۰ درجه می‌سازد.

فراهم: چندین برگ در اطراف ساقه و در یک سطح قرار گرفته‌اند.

سه‌تایی: تعداد ۳ برگ در اطراف ساقه و در یک سطح قرار گرفته‌اند.

گروهی: چندین برگ به صورت متراکم روی شاخه کوتاهی قرار گرفته‌اند.

متراکب: برگ‌ها شبیه فلس‌های ماهی به نحوی قرار گرفته‌اند که نوک هر برگ قاعده برگ










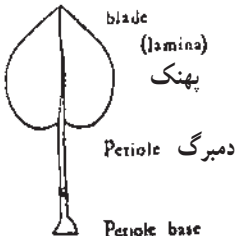
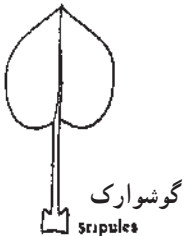
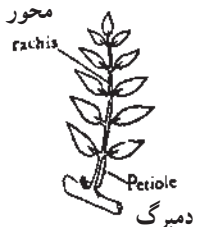
بالایی را می‌پوشاند.

دو ردیفی: برگ‌ها در دو ردیف مقابل هم قرار دارند.

طوقه‌ای: برگ‌ها شبیه گلبرگ‌های گل رز در قاعده ساقه و یا روی سطح زمین قرار گرفته‌اند.





 <p><b>Alternote</b> متناوب</p>	 <p><b>Opposite</b> متقابل</p>	 <p><b>Decussate</b> متقابل و متلاقی</p>
 <p><b>Verticillate</b> فراهم</p>	 <p><b>Ternate</b> سه تایی</p>	 <p><b>Fasciated</b> گروهی</p>
 <p><b>imbricate</b> متراکب</p>	 <p><b>Distichous</b> دوردیفی</p>	 <p><b>Rosulate</b> طوقه‌ای</p>
 <p>blade (lamina) پهنک Petiole دمبرگ Petiole base قاعده دمبرگ</p>	 <p>گوشوارک stipules</p>	 <p>محور rachis Petiole دمبرگ</p>

شکل ۲۷-۲

## ج – اقسام برگ از نظر اتصال به ساقه

دمبرگ دار: برگ دارای دمبرگ است.

چسبیده، بدون دمبرگ: برگ بدون دمبرگ و در این حالت پهنک مستقیماً به ساقه متصل گشته است.






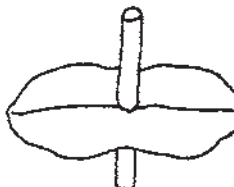

یراق ساز: برگ‌ها چسبیده ولی دو طرف برگ در امتداد ساقه به صورت پره‌هایی ادامه دارند.

ساقه آغوش: برگ‌ها چسبیده و ساقه را در بغل می‌گیرند.

ساقه محصور: برگ‌ها چسبیده ولی قاعده پهنک برگ کاملاً دور ساقه را در بغل می‌گیرد.

متصل: دو برگ که در قاعده به همدیگر متصل شده باشند.

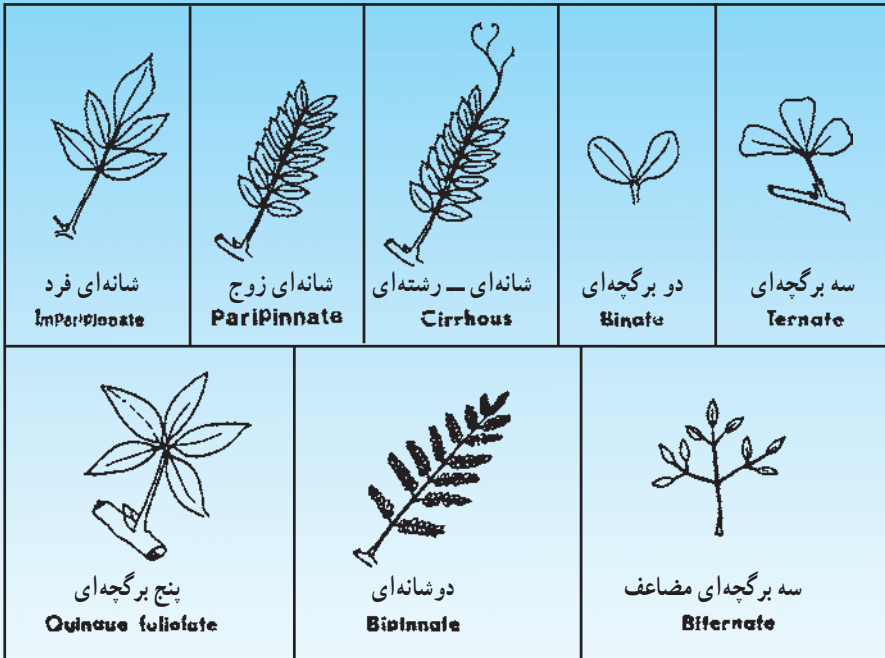
سپری: دمبرگ تقریباً به وسط پهنک برگ متصل می‌شود.

 <p><b>Petiolate</b> دمبرگ دار</p>	 <p><b>Sessile</b> چسبیده</p>	 <p><b>Amplexicaul</b> ساقه آغوش</p>
 <p><b>Perfoliate</b> ساقه محصور</p>	 <p><b>Decurrent</b> یراق ساز</p>	 <p><b>Connate</b> متصل</p>
 <p><b>peltate</b> سپری</p>		

## برای مطالعه

### برگ های مرکب

- شانه‌ای: برگچه‌ها در دو طرف محور برگ قرار گرفته‌اند.  
 شانه‌ای فرد: برگ مرکب شانه‌ای با یک برگچه انتهایی.  
 شانه‌ای زوج: برگ مرکب شانه‌ای بدون برگچه انتهایی.  
 شانه‌ای — رشته‌ای: برگ مرکب شانه‌ای زوج که در انتها به رشته بلند و یا کوتاه ساده و یا منشعب ختم می‌شود.  
 دو برگچه‌ای: برگ مرکب با دو برگچه.  
 سه برگچه‌ای: برگ مرکب با سه برگچه که از یک نقطه خارج می‌شوند.  
 پنج برگچه‌ای: برگ مرکب با پنج برگچه که از یک نقطه خارج می‌شوند.  
 دو شانه‌ای، دو بار شانه‌ای، شانه‌ای مضاعف: برگ مرکب دو بار شانه‌ای.  
 سه برگچه‌ای مضاعف: برگ مرکب سه برگچه‌ای که دو بار تقسیم شده باشد.



شکل ۲۹-۲

## تقسیمات برگ‌های ساده

الف — برگ‌هایی که یک رگه میانی دارند.

زاویه‌دار: برگ‌ها دارای زاویه‌های ملایم متعددی در حاشیه.

کنگره‌ای نامنظم: برگ‌ها در حاشیه به‌طور نامنظم فرورفتگی و برآمدگی دارند.

کنگره‌ای منظم: برگ‌ها در حاشیه تعداد مشخصی کنگره دارند.

شکافته: در حاشیه برگ بریدگی‌هایی روبه‌روی هم وجود دارد که تا نیم راه

رگبرگ میانی می‌رسد.

شکافته عمیق: در این حالت بریدگی‌ها تا رگبرگ میانی می‌رسد.

بریده: شبیه برگ‌های شکافته عمیق اما قسمت‌های منقسم شده باریک و نوک

تیز.

بریده نامنظم: برگ‌ها دارای بریدگی‌های عمیق نامنظم.

شانه مانند: بریدگی‌های برگ به تعداد زیاد و باریک و تارگبرگ میانی می‌رسند.

ب — برگ‌ها دارای رگبرگ‌هایی که همدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند.

دو شاخه: برگ به دو قسمت تقسیم شده است.

سه شاخه: برگ به سه قسمت تقسیم شده است.

پنجه‌ای: برگ شبیه انگشت‌های دست به پنج قسمت تقسیم شده است.

پنجه‌ای باریک: شبیه پنجه‌ای ولی با پنجه‌های باریک و افراشته.













پنجه‌ای — سه شاخه: شبیه پنجه‌ای ولی دو پنجه قاعده‌ای مجدداً سه شاخه

شده.

— قسمتی: در صورتی که برگ‌ها تا قاعده شکافته شده باشند واژه (— قسمتی)

به کار می‌رود مثل ۲ قسمتی.



 <p>Anzulate زاویدار</p>	 <p>Sinuate کنگره‌ای نامنظم</p>	 <p>Lobed کنگره‌ای منظم</p>
 <p>شکافته عمیق Pinnatifid Pinnatisect</p>	 <p>شانه بخش Pinnatifid Lacinate</p>	 <p>بریده نامنظم Lacinate Pectinate</p>
 <p>دو شاخه Bifid سه شاخه Trifid</p>	 <p>سه شاخه Trifid</p>	 <p>بنجه‌ای باریک Dilatate بنجه‌ای Palmate</p>
 <p>Palmate پنجه‌ای</p>	 <p>بنجه‌ای — سه شاخه Pedate</p>	 <p>سه قسمتی Trifoliate</p>

شکل ۳۰-۲

## تغییر در شکل برگ

شکل برگ در طول دوره‌های مختلف زندگی گیاه ممکن است متفاوت باشد. لپه‌ها نخستین برگ‌های گیاه هستند که در جنین تشکیل می‌شوند. شکل این برگ‌ها معمولاً با برگ‌های دیگر گیاه متفاوت است. گاهی برگ‌های اولیه‌ی گیاهک‌های نورسته با برگ‌های بعدی متفاوتند. در جوانه‌ها،

برگ‌های تغییر یافته‌ای به نام پولک از مرستم انتهایی حفاظت می‌کنند. همه‌ی قسمت‌های گل یعنی گلبرگ‌ها، کاسبرگ‌ها، پرچمها و برچه‌ها، برگ‌های تغییر یافته‌اند.

شکل برگ ممکن است در شرایط محیطی متفاوت و در سنین فیزیولوژیکی مختلف گیاه تفاوت داشته باشد. این تفاوت‌ها ناجوربرگی نامیده می‌شود. بنابراین برخی از گیاهان مانند عشقه و برخی از گونه‌های اوکالیپتوس در سال‌های اولیه رشد برگ‌های متفاوتی دارند که برگ‌های جوانی نامیده می‌شوند. برگ‌های بالغ با این برگ‌ها تفاوت دارند و در گیاهان مسن‌تر یا گیاه بالغ دیده می‌شود. این تغییر شکل برگ‌ها در اثر افزایش سن معمولاً در ارتباط با پدیده گلدهی گیاه است، یعنی تنها گیاهان بالغ می‌توانند گل و متعاقب آن میوه و دانه تولید کنند.

## اقسام برگ از نظر شکل

سوزنی: برگ‌های باریک و سوزنی شکل که به نوک تیزی منتهی می‌شود.  
خطی: برگ‌های باریک با حاشیه‌های موازی که نسبت طول به پهنای آن بیشتر از ده به یک است.  
درفشی: شبیه برگ‌های خطی ولی در قاعده پهن و در نوک تیز.  
مستطیلی: برگ‌های با حاشیه‌ای موازی و گوشه‌های کند که نسبت طول به پهنای آن از ۶ به ۱ تا ۳ به ۲ است.





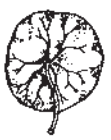



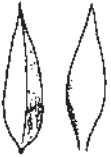











بیضی: برگ‌های شبیه بیضی.  
دایره‌ای: برگ‌ها شبیه دایره.  
گرد: برگ‌ها کمابیش دایره‌ای شکل.  
تخم مرغی: برگ‌ها در نیمه تحتانی پهن‌تر از نیمه فوقانی و نسبت طول به پهنای آن کمتر از ۳ به ۱.  
واژ تخم مرغی: شبیه بالا ولی نیمه فوقانی پهن‌تر.  
نیزه‌ای: شبیه تخم مرغی باریک که در دو انتها از پهنای آن کاسته می‌شود. نسبت طول به پهنای آن از ۶ به ۱ تا ۳ به ۱.

واژ نیزه‌ای: شبیه نیزه‌ای معکوس.  
قلبی: شبیه تخم مرغی ولی در قاعده فرورفته و قلبی شکل.  
واژ قلبی: شبیه قلبی معکوس.  
قاشقی: شبیه مستطیلی که در پایین شدیداً باریک می‌شود.  
کلیه‌ای: شبیه کلیه.



سه گوش: دارای شکل شبیه مثلث.  
 گوه‌ای: سه گوش وارونه با گوشه‌های گرد.  
 لوزی: شبیه لوزی.

تبرزینی: شبیه سه گوش ولی زوایای دو گوشه قاعده‌ای طویل تر گشته‌اند.  
 تیرکمانی: زوایای دو گوشه قاعده‌ای به تدریج در جهت رگبرگ اصلی برگ طویل می‌گردند.  
 پیکانی: حاشیه برگ دارای دندان‌های درشتی است که نوک آن‌ها به طرف قاعده برگ است.

 سوزنی Acicular	 خطی Linear	 مستطیلی Oblong درفشی Subulate	 بیضی Elliptic	 دایره‌ای O bicircular
 گرد Roundish	 تخم مرغی Ovate	 واژ تخم مرغی Obovate	 نیزه‌ای Lanceolate	 واژ نیزه‌ای Oblanceolate
 قلبی Cardate	 واژ قلبی Obcordate	 قاشقی Spathulate	 کلیه‌ای Reniform	 سه گوش Triangular
 گوه‌ای Cuneate	 لوزی Rhomboid	 تیرکمانی Sagittate	 تبرزینی Hastate	 پیکانی Runcinate

## اقسام برگ از نظر رگبرگ

رگبرگ موازی: رگبرگ‌ها موازی همدیگرند.

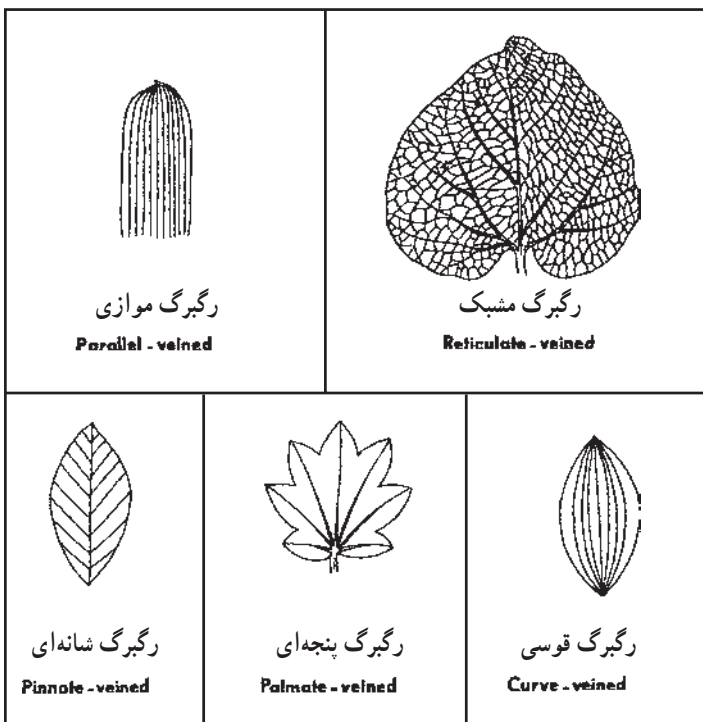
رگبرگ قوسی: رگبرگ‌ها از قاعده تا نوک برگ به صورت قوس‌هایی قرار دارند.

رگبرگ شانه‌ای: دارای یک رگبرگ اصلی و چندین رگبرگ فرعی جانبی.

رگبرگ پنجه‌ای: دارای سه یا بیشتر رگبرگ که در قاعده به یک نقطه می‌رسند.

رگبرگ مشبک: رگبرگ‌ها در انتها به رگبرگ‌های دیگر متصل شده، تشکیل توری از رگبرگ‌ها

را می‌دهند.



شکل ۳۲-۲

### فعالیت عملی ۳-۲:

هنرجویان گرامی انواع برگ‌های گیاهان مختلف را جمع‌آوری و از جنبه‌های شکل ظاهری، اتصال، استقرار، آرایش حاشیه، شکل پهنک و ... شناسایی نمایید.



## فعالیت عملی ۴-۲ :

### طرز تهیه بُرش‌های گیاهی و روش رنگ آمیزی بُرش‌ها

وسایل و مواد لازم:

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| ۱- سوزن تشریح                | ۲- اسکالپل                        |
| ۳- قیچی                      | ۴- پنس                            |
| ۵- میکروتوم دستی یا مغز آقطی |                                   |
| ۶- تیغ بُرش                  | ۷- چراغ الکلی                     |
| ۸- سه پایه و توری نسوز       | ۹- آبخشان                         |
| ۱۰- قطره چکان                | ۱۱- شیشه ساعت                     |
| ۱۲- لام و لامل               | ۱۳- بشر                           |
| ۱۴- میکروسکوپ                | ۱۵- آب ژاول                       |
| ۱۶- آب مقطر                  | ۱۷- گلیسرین                       |
| ۱۸- الکل اتیلیک              | ۱۹- محلول اسید استیک ۴ تا ۱۰ درصد |
| ۲۰- محلول کارمن زاجی         | ۲۱- محلول یک درصد بلودومتیل       |
| ۲۲- محلول گزبلول             | ۲۳- پارافین جامد                  |

### طرز تهیه بُرش‌ها:

تهیه برش‌های گیاهی به دو روش انجام می‌گیرد:

الف - تهیه بُرش به وسیله‌ی میکروتوم دستی

ب - تهیه بُرش به وسیله‌ی مغز آقطی یا مغز آفتابگردان

### الف - طرز استفاده از میکروتوم دستی

میکروتوم دستی، دارای یک بدنه‌ی لوله‌ای شکل توخالی، با سرگرد برنجی می‌باشد. در داخل لوله، استوانه توپری قرار گرفته است، که به وسیله‌ی پیچ میکروتوم، حداکثر تا ۱۹ میلی‌متر بالا و پایین می‌رود. با چرخش یک دور پیچ میکروتوم در خلاف جهت عقربه ساعت، استوانه‌ی توپُر ۲۰ میکرون بالا و در جهت عقربه ساعت، ۲۰ میکرون پایین می‌رود.

بنابراین:

۱- با چرخاندن پیچ میکروتوم در جهت عقربه‌های ساعت، استوانه توپُر را تا

آخرین حد پایین ببرید.



۱- میکروتوم دستی



۲- تیغ بُرش

شکل ۲۳-۲ میکروتوم

۲- مقداری پارافین جامد در بشر بریزید و روی چراغ

الکلی با حرارت ملایم ذوب کنید و در داخل میکروتوم بریزید.

۳- بلافاصله ساقه، ریشه، دمبرگ یا نوار باریکی از پهنک

برگ را که می‌خواهید برش از آن تهیه کنید، در پارافین مذاب

درون لوله میکروتوم قرار دهید.

۴- کمی صبر کنید تا پارافین، سرد و منجمد شود.

۵- پیچ میکروتوم را خلاف جهت عقربه‌های ساعت

بپیچانید تا پارافین و بافت موجود در وسط آن، در لوله میکروتوم بالا بیاید، سپس سطح

صاف تیغ برش را روی سر برنجی میکروتوم قرار دهید و آن را با کمی فشار به‌طور

یکنواخت به طرف خود بکشید.

۶- برای تهیه برش، هر بار پیچ میکروتوم را یک دور در خلاف جهت عقربه‌های

ساعت بپیچانید.

۷- برش‌های تهیه شده را به شیشه‌ی ساعت محتوی گزبلول منتقل کنید تا

پارافین اطراف برش‌ها حل شود.

۸- در این صورت، بُرش‌ها آماده برای رنگ آمیزی هستند.

**ب - تهیه بُرش به وسیله مغز آقطی یا مغز آفتابگردان**

۱- مغز آقطی را، مطابق شکل، از طول به دو قسمت مساوی تقسیم کنید. (این کار

را با تیغ تیز انجام دهید.)

۲- قطعه‌ی کوچکی از ریشه، ساقه، دمبرگ یا پهنک برگ گیاه را بین دو قطعه

مغز آقطی قرار دهید. البته قبلاً باید به اندازه قطر قطعه‌ی گیاه در دو نیمه‌ی مغز

آقطی، فرورفتگی یا شیاری ایجاد کنید.

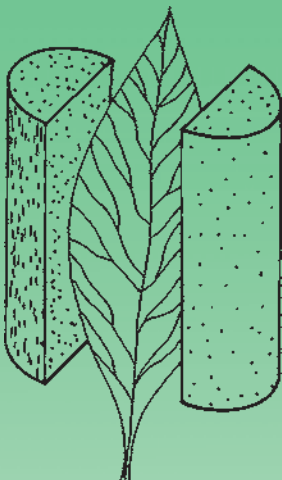
۳- تیغ را در دست راست و مغز آقطی را در دست چپ، بین دو انگشت سبابه

و شست بگیرد، و با حرکت تیغ به‌طور افقی و یکنواخت سعی کنید لایه‌های بسیار

نازکی از مغز آقطی و نمونه‌ای که در داخل آن قرار داده‌اید، گرفته شود.

سپس بُرش‌ها را طبق روشی که ارائه گردیده است رنگ آمیزی کنید. باید توجه

داشت که معمولاً اندام‌های گیاهی را قبل از تهیه بُرش، در شیشه‌ی حاوی الکل و



گلیسرین (به نسبت مساوی) قرار می‌دهند. الکل، بافت را ثابت می‌کند و گلیسرین آن را نرم نگه می‌دارد.

شکل ۳۴-۲- تهیه بُرش از برگ

## روش رنگ آمیزی بُرش‌های گیاهی

روش‌های رنگ آمیزی، خیلی متعدّدند، ولی روشی که می‌توانید انجام دهید به

شرح زیر است :

۱- برش‌ها را به مدت ۲۰ دقیقه در شیشه ساعت محتوی آب ژاول قرار دهید.

۲- برش‌ها را چندین بار با آب شستشو دهید.

۳- برش‌ها را به مدت یک دقیقه در آب اسید بگذارید.

۴- برش‌ها را چند بار با آب شستشو دهید.

۵- برش‌ها را به مدت ۳۰ تا ۶۰ ثانیه، در محلول سبز متیل یا بلودومتیل (آبی متیل)

قرار دهید.

۶- چند بار شستشو با آب.

۷- برش‌ها را به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه، در محلول کارمن زاجی قرار دهید.

۸- شستشو با آب.

۹- به وسیله‌ی قطره چکان، قطره‌ای آب یا گلیسرین روی لام تمیزی بریزید،

سپس نمونه را به کمک سوزن سرنیزه‌ای بر روی لام منتقل کنید و لامل را روی آن

گذاشته، در زیر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار دهید.

## فعالیت عملی ۵-۲:

مشاهده‌ی سلول تار کشنده در ریشه‌ی گیاه و بررسی انتقال مواد در  
آوندهای چوبی

وسایل و مواد لازم:

- ۱- ساقه کرفس و ساقه کدو
  - ۲- جوهر قرمز یا محلول قرمز خنثی
  - ۳- شیشه ساعت
  - ۴- بشر
  - ۵- اسکالپل
  - ۶- تیغ برش
  - ۷- بلودومتیل
- شرح آزمایش:

یک ساقه‌ی کرفس و یک ساقه‌ی کدو را در داخل یک بشر محتوی جوهر قرمز یا محلول قرمز خنثی قرار دهید. پس از چند ساعت، آثار رنگ در برگ‌های گیاه مورد آزمایش ظاهر خواهد شد. اگر برش عرضی به ساقه‌ی کرفس بدهید، در سطح مقطع ساقه نقاط قرمز رنگی مشاهده خواهید کرد که محل آوندهای چوبی می‌باشند. چنانچه برش طولی از ساقه‌ی گیاه مورد آزمایش (ساقه کدو) تهیه و در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. آوندهای چوبی را بخوبی تمیز خواهید داد.

## مشاهده‌ی تارهای کشنده ریشه

چند دانه‌ی گندم را در لای پارچه‌ی مرطوب و دمای مناسب (مانند تهیه سبزه‌ی گندم برای عید) برویانید. وقتی که طول ریشه به یک تا دو سانتی‌متر رسید، یکی از دانه‌های ریشه‌دار را برداشته، در روی لام قرار دهید و یکی دو قطره محلول لُوگل نیز به آن اضافه کنید و با دقت در زیر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار دهید. در پایان، شکلی از سلول تارکشنده ترسیم کنید.

## پرسش

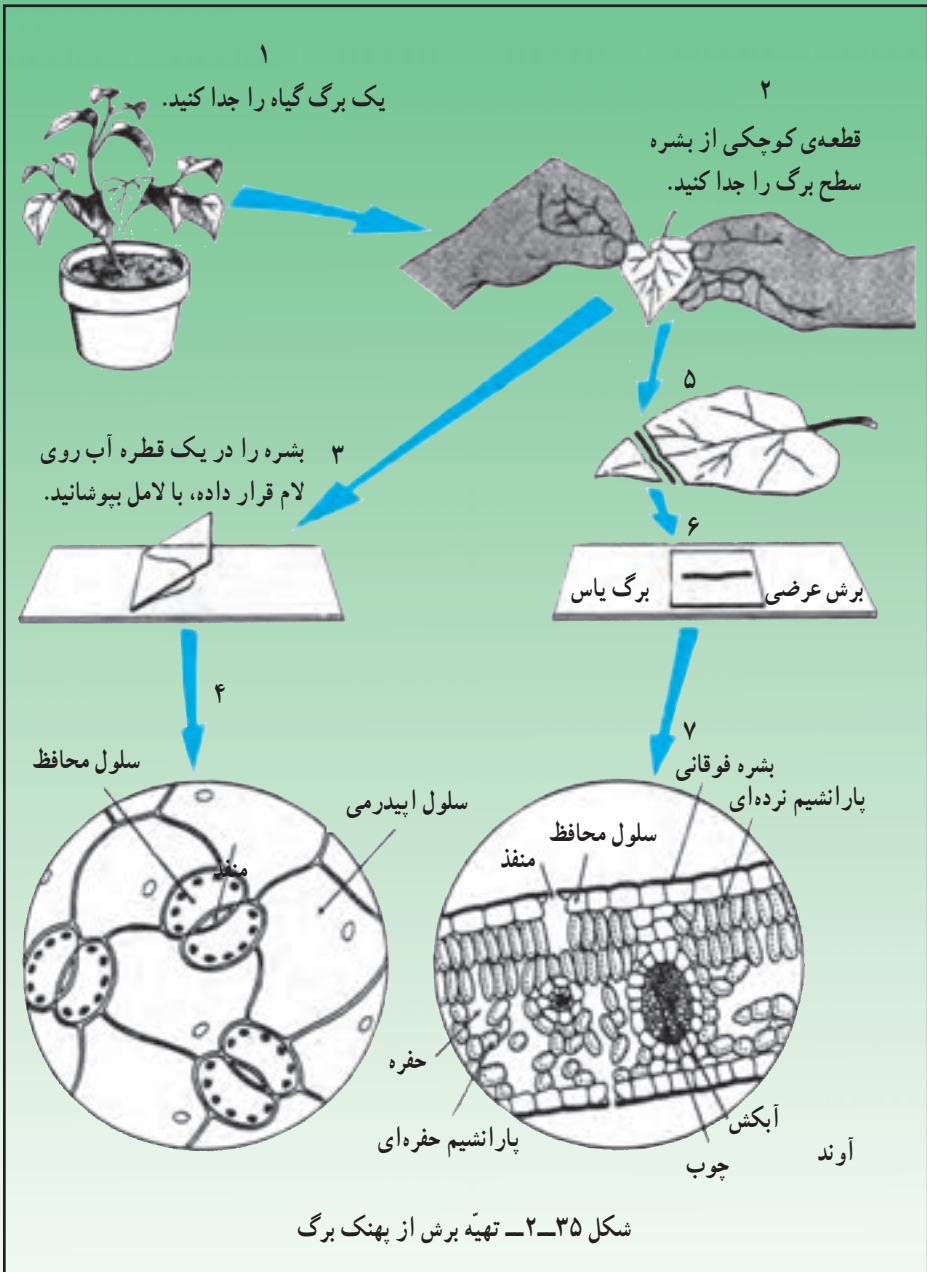
- ۱- تار کشنده از چند سلول تشکیل شده است؟
- ۲- نقش تارکشنده چیست؟
- ۳- تارهای کشنده در چه ناحیه‌ای از ریشه قرار دارند؟

## فعالیت عملی ۶-۲:

### مشاهده‌ی بافت بشره و روزنه

قطعه‌ی کوچکی از بشره سطح برگ تره، برگ یاس یا برگ کاهو را به کمک پنس جدا کرده، در روی لام تمیزی قرار دهید و یک قطره محلول لُوگُل یا محلول بلودومتیل به آن اضافه کنید و با لاملی بیوشانید و با دقت در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. سپس شکلی از آن در دفترچه‌ی آزمایشگاه ترسیم نمایید.





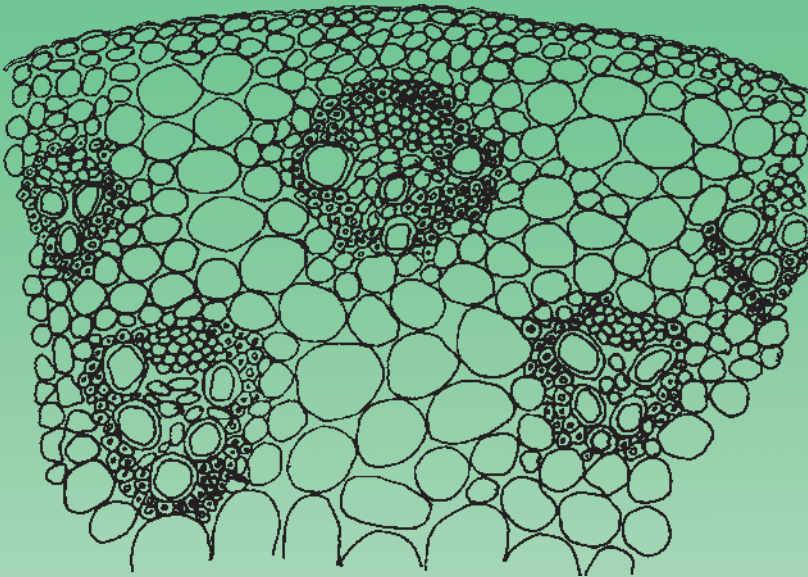
## فعالیت عملی ۷-۲:

طبق روش‌های ارائه شده، بُرش‌های نازکی از ریشه، ساقه و برگ گیاه تک‌لپه (مثل ذرت) یا گیاه دولپه مثل (نعناع و کدو) تهیه کنید و پس از رنگ‌آمیزی، با استفاده از جدول و اشکال ضمیمه، بافت‌های مختلف گیاهی را در زیر میکروسکوپ تشخیص دهید.

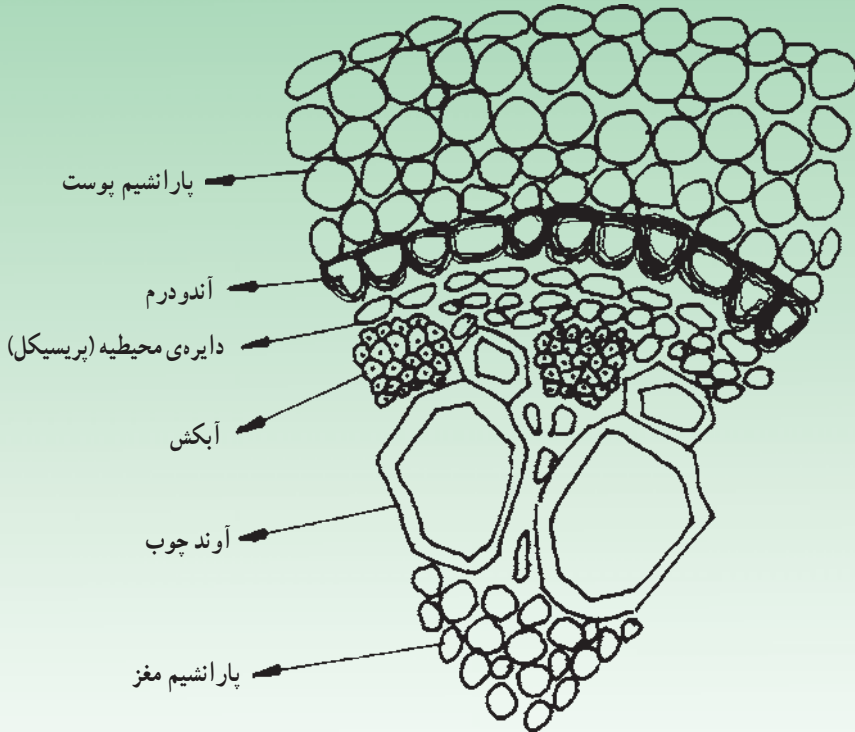
### پرسش

- ۱- چه تفاوت‌هایی را در ساختمان میکروسکوپی ریشه و ساقه مشاهده کردید؟
- ۲- چه تفاوت‌هایی را در ساختمان ساقه‌ی ذرت و نعناع مشاهده کردید؟
- ۳- در ساختمان دمبرگ چه بافت‌هایی را مشاهده کردید؟
- ۴- پهنک برگ از چه بافت‌هایی تشکیل شده است؟





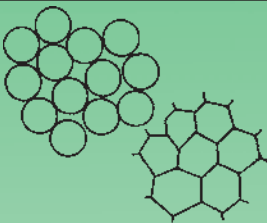
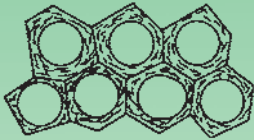
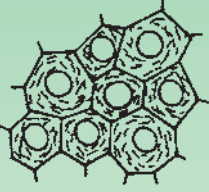
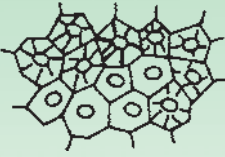
شکل ۳۶-۲- برش عرضی ساقه ذرت (گیاه تک‌پیه)



شکل ۳۷-۲- برش عرضی ریشه ذرت (گیاه تک‌پیه)



جدول ۱-۲- تشخیص بافت‌های گیاهی از روی رنگ و ضخامت دیواره‌ی سلول‌ها

نام بافت	رنگ	ضخامت دیواره‌ی سلول	جنس دیواره‌ی سلول‌ها	شکل سلول‌ها در مقطع عرضی
پاراننشیم	قرمز با کارمن زاجی	نازک	سلولزی	
کُلاتنشیم	قرمز	ضخیم	سلولزی	
اسکلرانشیم	آبی یا سبز بلودومتیلن یا سبزید	ضخیم	چوبی	
فبر	قرمز با کارمن زاجی سبز با سبزید آبی با بلودومتیل	ضخیم	سلولزی چوبی	

### فعالیت عملی ۸-۲ :

#### مشخص کردن منطقه رشد طولی در ریشه

انتهای یک ریشه در حال رشد را به وسیله مرکب میلی‌متر به میلی‌متر علامت‌گذاری کنید. پس از چند روز نمونه را بررسی کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

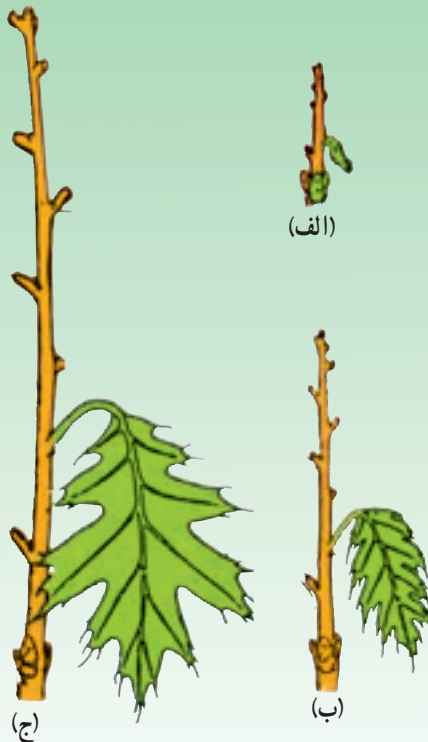
- ۱- حداکثر رشد معمولاً بین کدام میلی مترها صورت گرفته است؟
- ۲- بخش‌های مربوط به کلاهک و تارهای کشنده چه تغییری کرده است؟
- ۳- آیا می‌توان گفت که تمرکز رشد ریشه نزدیک به انتهاست؟ چرا؟

## فعالیت عملی ۹-۲:

### مشاهده رشد طولی در ساقه

ساقه نوریسته‌ای از یک گیاه در حال رشد را مطابق شکل ۲-۳۸ معین کنید و طول آن را برحسب میلی‌متر اندازه بگیرید. در فواصل زمانی معین به گیاه مذکور مراجعه و طول نمونه را بسنجید و سپس به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱- رشد طولی ساقه در کدام قسمت بیشتر است؟
- ۲- آیا رشد طولی در نوک ساقه و قسمت‌های زیرین آن یکنواخت است؟ چرا؟



شکل ۳۸-۲- رشد طولی ساقه

در برش طولی محور جوانه‌ی انتهایی نیز سلول‌های مریستمی وجود دارند. سلول‌های این منطقه ابتدا با تقسیمات مکرر خود افزایش می‌یابند و سپس با رشد و تمایز خود بافت‌های گوناگون ساقه را پدید می‌آورند.

نوک ساقه مریستم‌های گوناگونی دارد که از تحول آن‌ها برگ‌ها، گل‌ها و شاخه‌ها پدید می‌آیند.

## خودآزمایی

- ۱- اساسی‌ترین بخش دانه کدام است؟ چرا؟
- ۲- مزیت عمده تارهای کشنده‌ی ریشه چیست؟
- ۳- منظور از رشد پسین ریشه چیست؟
- ۴- داردوست دارای چه نوع ریشه‌ای است؟
- ۵- ساختمان ساقه‌ی تک لپه و دو لپه‌ای چه تفاوتی با هم دارند؟
- ۶- تفاوت‌های ریشه‌های فرعی و شاخه‌ها از لحاظ خاستگاه کدامند؟
- ۷- در ضمن رشد و نمو قطری ساقه و ریشه کدام آوندها جوان‌ترند؟
- ۸- آیا در مقطع تنه درختان منطقه‌ی استوا دواير مربوط به رشد قطری به خوبی منطقه معتدله قابل تشخیص‌اند؟ چرا؟
- ۹- با افزایش قطر ساقه، قطر کامبیوم چگونه افزایش می‌یابد؟
- ۱۰- ساقه‌های ماشوره‌ای را توضیح دهید.
- ۱۱- میان برگ در برگ دو لپه‌ای چگونه است؟
- ۱۲- چرا روپوست زیرین برگ با روپوست زیرین آن متفاوت است؟
- ۱۳- تفاوت‌های ساختاری سلول‌های معبر و سلول‌های دیگر آندودرم در ریشه تک لپه کدام‌اند؟
- ۱۴- نحوه‌ی قرار گرفتن برگ‌ها به صورت متقابل و متناوب بر روی ساقه‌ی گیاه را با رسم شکل نشان دهید.
- ۱۵- درباره‌ی اثرات ناگوار قطع بی‌رویه درختان جنگل، تحقیق کنید و نتایج را در کلاس ارایه دهید.