



## رشد و نمو در گیاهان

رویان درون دانه قرار دارد. بعضی رویان‌ها تا هزاران سال توان رویش خود را حفظ می‌کنند. برخی عوامل محیطی باعث رویش دانه می‌شوند. افزایش دما و افزایش رطوبت محیط از این عوامل هستند.

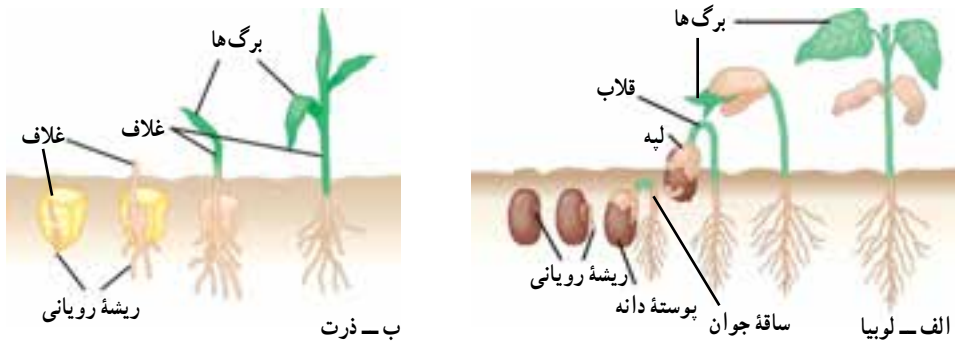
بسیاری از دانه‌ها باید قبل از جوانه‌زنی در معرض سرما یا نور قرار گیرند. شکستن پوسته دانه بعضی گیاهان نیز برای جوانه‌زنی الزامی است. قرار گرفتن در معرض آتش، عبور از دستگاه گوارش جانوران، افتادن روی تخته‌سنگ‌ها و چندین راه طبیعی دیگر باعث آسیب دیدن پوسته دانه و کمک به رویش آن می‌شوند.

نفوذ آب و اکسیژن به درون دانه برای جوانه‌زنی لازم است. با نفوذ آب به درون دانه، بافت‌های آن متورم می‌شود، پوسته آن می‌شکافد و رویش دانه آغاز می‌شود.

# ۱ جوانه زنی

جوانه زنی، آغاز رشد دانه گیاه است: اولین علامت جوانه زنی، ظهور ریشه رویان (ریشه چه) است. وقایع بعدی این فرایند در گیاهان مختلف، متفاوت است (شکل ۱-۱). ساقه جوان بعضی از گیاهان، مانند لوبیا بعد از جوانه زنی، قلاب تشکیل می دهند. قلاب از رأس ساقه محافظت می کند و از صدمه دیدن آن هنگام رشد در میان خاک، جلوگیری می کند. در اطراف ساقه های جوان بعضی گیاهان، مانند ذرت، یک غلاف محافظت کننده به وجود می آید. در برخی از گیاهان، مانند لوبیا، لپه ها پس از خروج از خاک باز می شوند. لپه های بعضی دیگر از گیاهان، مانند ذرت و نخود در زیر خاک باقی می مانند و هنگام جوانه زنی از خاک خارج نمی شوند.

دانه ها تا چه مدتی زنده باقی می مانند؟ دانه های برخی گیاهان عمر محدود دارند و با گذشت چند روز تا چند ماه توانایی جوانه زنی خود را از دست می دهند. بعضی از دانه ها پس از گذشت هزاران سال هنوز قادر به جوانه زنی هستند. مثلاً دانه نوعی گندم پس از گذشت چند هزار سال می تواند جوانه بزند.



شکل ۱-۱- جوانه زنی دانه

دانه های لوبیا و ذرت دو روش مختلف جوانه زنی را نشان می دهند.

الف- ساقه جوان حاصل از جوانه زنی دانه های بسیاری از گیاهان دو لپه ای قلاب تشکیل می دهد. ساقه جوان پس از خروج لپه ها از خاک، قامت راست پیدا می کند.

ب- ساقه جوان حاصل از جوانه زنی دانه بسیاری از گیاهان تک لپه ای را یک غلاف می پوشاند. ساقه جوان این گیاهان به صورت مستقیم رشد می کند، با این حال لپه زیر زمین باقی می ماند.

**طول عمر گیاهان :** مسن ترین درخت شناخته شده، نوعی کاج است که سن آن به حدود ۵ هزار سال می رسد. برعکس، برخی از گیاهان فقط چند هفته زنده اند. گیاهان از نظر طول عمر به سه گروه تقسیم می شوند : گیاهان یک ساله، گیاهان دوساله و گیاهان چند ساله.

**گیاهان یک ساله :** گیاهان آفتابگردان، لوبیا و بسیاری از گیاهان خودرو یک ساله هستند. گیاه یک ساله، گیاهی است که در یک فصل رشد، چرخه زندگی خود (مراحل رشد رویشی، تشکیل گل و تولید میوه و دانه) را تکمیل می کند و سپس از بین می رود. در واقع همه گیاهان یک ساله، علفی هستند. این گیاهان در صورتی که شرایط محیطی مناسب باشد، با سرعت رشد می کنند و در صورت کافی بودن آب و مواد غذایی رشد خود را کامل می کنند.

**گیاهان دوساله :** هویج، جعفری و پیاز دوساله هستند. گیاه دوساله گیاهی است که برای تکمیل چرخه زندگی خود، دو دوره رویشی را پشت سر می گذارد. این گیاهان در اولین دوره رویشی، ریشه و ساقه ایجاد می کنند. گیاه در پایان این دوره دارای یک ساقه کوتاه و یک طوقه از برگ هاست. ریشه ها عمل ذخیره مواد غذایی را بر عهده دارند. گیاه در دومین دوره رویشی از مواد غذایی ذخیره برای تولید محور گل استفاده می کند. گیاه دوساله پس از گلدهی و تولید میوه و دانه از بین می رود.

**گیاهان چند ساله :** بسیاری از گیاهان علفی و همه گیاهان چوبی چند ساله هستند. گیاه چند ساله گیاهی است که چند سال به زندگی خود ادامه می دهد. اغلب گیاهان چند ساله در طول عمر خود چندین مرتبه به بار می نشینند. برخی از گیاهان چند ساله علفی (شکل ۲-۱) قبل از مرگ تنها یک بار گل تولید می کنند.

داودی، نرگس زرد و زنبق از گیاهان چند ساله علفی هستند. این گیاهان مواد غذایی مورد نیاز برای دوره بعدی رشد خود را در ریشه های گوشتی و ساقه های زیرزمینی ذخیره می کنند. ساقه های هوایی گیاهان علفی اغلب پس از هر دوره رشد، از بین می روند. درختان، درختچه ها و بسیاری از موها جزء گیاهان چند ساله چوبی هستند. بعضی از گیاهان چند ساله چوبی هر سال برگ های خود را می ریزانند. گیاهانی که هر ساله همه برگ های خود را از دست می دهند، مانند نارون، افرا و مو به گیاهان برگ ریز معروف هستند. گیاهانی مانند کاج، سرو و مرکبات که در طول سال تنها تعدادی از برگ های خود را از دست می دهند، به گیاهان همیشه سبز معروف هستند.



شکل ۲-۱- گیاهان علفی چندساله : گیاه آگاو (خنجری) چند سال زندگی می کند و در این مدت فقط یک بار گل تولید می کند. زندگی این گیاه گلدار با رسیدن دانه ها به پایان می رسد (به گیاه خشک شده در سمت چپ تصویر توجه کنید).

## رشد و نمو

رشد و نمو دو اصطلاح آشنا هستند و ما در زندگی روزمره به فراوانی از آنها استفاده می کنیم. این دو اصطلاح در زیست شناسی مفاهیم ویژه و مشخصی را در بر دارند :

رشد یعنی بزرگ شدن بخش های تشکیل دهنده یک جاندار، یا تشکیل بخش هایی در بدن یک جاندار که مشابه بخش های قبلی باشد. مثلاً پیدایش انشعابات ریشه، ساقه و برگ های جدید، نوعی رشد محسوب می شود.

پدیده تمایز اغلب همراه با رشد صورت می گیرد. تمایز به معنی کسب یک ویژگی جدید در یک، یا تعدادی سلول است. کسب ویژگی های جدید توسط یک سلول با تغییرات ساختاری و بیوشیمیایی همراه است. رشد و تمایز در طول زمان منجر به تشکیل موجود زنده ای می شوند که پیچیدگی های ساختاری و متابولیسمی دارد.

نمو یعنی عبور از یک مرحله زندگی به مرحله ای دیگر که همراه با تشکیل بخش های جدید است. مثلاً تشکیل گل روی گیاهی که فاقد گل بوده است، نوعی نمو است. باید توجه داشت که رشد و نمو اغلب همراه با یکدیگر و هماهنگ با یکدیگر انجام می شود.

به طور کلی رشد در جانداران به دو روش انجام می‌شود: افزایش تعداد سلول‌ها از طریق تقسیم و نیز افزایش غیرقابل بازگشت ابعاد سلول‌ها. مثلاً آماس سلول‌ها پس از جذب آب، رشد به شمار نمی‌رود، چون این افزایش حجم با دفع آب، بازگشت پذیر است.

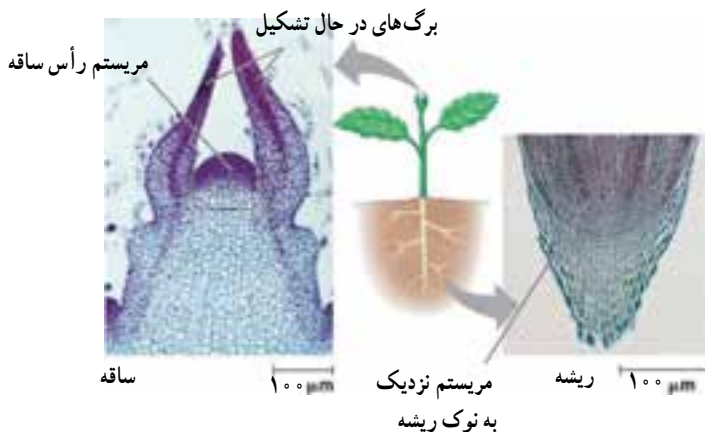
**رشد نخستین و رشد پسین:** بخش‌هایی از گیاه که در اثر تقسیم و رشد مریستم‌های نخستین به وجود می‌آیند، ساختار نخستین گیاه را تشکیل می‌دهند. مریستم‌های نخستین در مناطقی مانند نوک ساقه و نزدیک به نوک ریشه (بالای کلاهک) وجود دارند. مریستم‌های نخستین در همه گیاهان وجود دارند.

بخش‌هایی از گیاه که در پی تقسیم مریستم‌های پسین به وجود می‌آیند، ساختار پسین گیاه را به وجود می‌آورند. مریستم‌های پسین به صورت استوانه‌هایی در ریشه و ساقه بعضی گیاهان که عمدتاً گیاهان چوبی چندساله هستند، به وجود می‌آیند و به رشد قطری گیاه و نیز استحکام و ضخامت ساقه کمک می‌کنند.

### تقسیم سلولی در مریستم‌ها باعث رشد گیاه می‌شود

**رشد نخستین:** مریستم‌های رأسی که در نوک ساقه‌ها و نزدیک به نوک ریشه‌ها قرار دارند، با تقسیم سلولی خود باعث رشد نخستین می‌شوند. همان‌طوری که در شکل ۳-۱ دیده می‌شود، مریستم‌های رأسی مناطقی هستند که سلول‌های کوچک و تمایز نیافته دارند. برای درک بهتر رشد نخستین در اغلب گیاهان، یک ستون از بشقاب‌هایی را که روی هم چیده شده‌اند، در نظر بگیرید. با اضافه کردن بشقاب‌های بیشتر به قسمت فوقانی، ستون بشقاب بلندتر می‌شود اما بر پهنای آن افزوده نمی‌شود. سلول‌های مریستم‌های رأسی اغلب گیاهان نیز به همین شیوه سلول‌های جدیدی را به نوک گیاه اضافه می‌کنند. سلول‌های جدید که از راه تقسیم سلولی تولید شده‌اند، طویل‌تر می‌شوند. بنابراین رشد نخستین، ساقه‌ها و ریشه‌های یک گیاه را طویل‌تر می‌کند. رشد قطری ساقه‌ها و ریشه‌های جوانی که فقط مریستم نخستین دارند، در پی افزایش حجم سلول‌های حاصل از مریستم نخستین به وجود می‌آید.

بافت‌های حاصل از رشد نخستین، بافت‌های نخستین نامیده می‌شوند. سلول‌های جدید حاصل از مریستم‌های رأسی در ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌ها به بافت‌های نخستین روپوستی، زمینه‌ای و آوندی تمایز پیدا می‌کنند. برخی از سلول‌های حاصل از مریستم‌های نزدیک به نوک ریشه، کلاهک را نیز تشکیل می‌دهند. کلاهک از مریستم‌های نوک ریشه محافظت می‌کند.



شکل ۳-۱- مريستم‌های نوک ساقه و نزدیک به نوک ریشه



## فعالیت ۱-۱۰

- در این آزمایش، الگوهای رشد گیاهچه‌های تیره گندمیان (گندم، ذرت و ...) را که چند روز پس از جوانه زدن آنها انجام می‌شود، خواهید دید
- مواد و وسایل لازم : (برای گروه‌های ۳ نفری)
- ۳ عدد ظرف پتری، نعلبکی، یا مانند آنها
  - ۶ تکه دستمال کاغذی ضخیم جهت پهن کردن در کف ظرف
  - ماژیک ضد آب (برای نوشتن روی شیشه)
  - جوهر ضد آب
  - ۸ تکه چسب کاغذی
  - تیغ یا کارد
  - یک خط کش ۱۵ سانتی متری
  - ۳ عدد خلال دندان
  - آب مقطر
  - ۱۲ عدد دانه جوانه زده نوعی از غلات
- روز اول
- ۱- گیاهچه‌ای را انتخاب کنید به ریشه‌های آن نگاه کنید آیا انتظار دارید که همه قسمت‌های

یک ریشه یک اندازه رشد کنند؟ اگر نه انتظار دارید کدام بخش سریع تر رشد کند؟ چرا؟ روی ظروف پتری برجسب بزیند و شماره های ۱ و ۲ و ۳ و نیز علامت یا اسم مشخص کننده گروه خود را روی آنها بنویسید در کف هر ظرف پتری یک تکه دستمال کاغذی ضخیم بیندازید و مقداری آب مقطر روی آنها بریزید تا مرطوب شوند (مقدار اضافی آب را خارج کنید)

۲- چهار گیاهچه انتخاب کنید با استفاده از جوهر و نخ دندان کوتاه ترین ریشه را با فواصل دو میلی متری علامت گذاری کنید دقت کنید که به ریشه صدمه نرسانید، یا آن را خراش ندهید تا حد امکان فواصل ۲ میلی متری را رعایت کنید این کار را برای سه گیاهچه دیگر نیز انجام دهید همه ریشه ها باید دارای تعداد مساوی علامت باشند

۳- با خط کش فاصله بین نوک ریشه تا آخرین علامت را اندازه بگیرید این رشد نخستین ریشه است

۴- با دقت در ظرف پتری شماره ۱، روی دستمال کاغذی مرطوب، چهار گیاهچه علامت گذاری شده را طوری قرار دهید که علامت ها قابل رؤیت باشند

۵- ۸ گیاهچه باقیمانده را به صورتی که در زیر گفته می شود، علامت گذاری کنید :

با استفاده از خلال دندان و جوهر، یک نقطه در ۵ میلی متری نوک ریشه بگذارید در هنگام جابه جایی گیاهچه دقت کنید که به آن آسیب نرسانید و نیز مراقب باشید که گیاهچه خشک نشود

۶- با استفاده از کارد، یک میلی متر از نوک ریشه دو گیاهچه، سه میلی متر از نوک ریشه دو گیاهچه دیگر و ۵ میلی متر از نوک ریشه دو گیاهچه را قطع کنید

۷- پس از انجام این کار به هر گیاهچه یک برجسب بزیند چهار گیاهچه را در ظرف پتری ۲ و چهار تای دیگر را در ظرف پتری ۳ بگذارید

۸- همه گیاهچه ها را با یک تکه دستمال کاغذی پوشانید و دستمال کاغذی ها را با آب مرطوب کنید ظرف های پتری را در مقابل نور مستقیم خورشید قرار دهید

۹- دست های خود را قبل از ترک آزمایشگاه بشویید

## روز دوم

۱- پس از ۲۴ ساعت گیاهچه های ظرف پتری ۱ را بررسی کنید فاصله بین نوک ریشه تا آخرین علامت را اندازه بگیرید همچنین فواصل بین خطوط علامت گذاری شده را از هر خط تا نوک ریشه نیز اندازه بگیرید و همه اعداد را یادداشت کنید

۱۱- مشاهدات خود را در مورد خطوط یادداشت کنید آیا خطوط واضح هستند یا روز قبل

واضح تر بودند؟

۱۲- این ظرف پتری را کنار بگذارید

۱۳- دست های خود را قبل از ترک آزمایشگاه بشویید

## بحث کنید

الف - از نوک ریشه تا آخرین محل علامت گذاری شده در هر چهار ریشه را اندازه بگیرید و این اعداد را با یکدیگر جمع و تقسیم بر چهار کنید  
طول اولیه ریشه را از میانگین به دست آمده کم کنید میانگین رشد برای هر یک از گیاهچه ها چقدر است؟

ب - کدام قسمت ریشه رشد کرده است؟ نوک ریشه، انتهای ریشه، یا کل طول ریشه؟  
ج - چه مقدار رشد بین نوک ریشه تا اولین محل علامت گذاری شده صورت گرفته است؟  
د - با توجه به نتایج به دست آمده، بگوئید در ریشه هایی که نوک آنها قطع شده است، چه اتفاقی رخ داده است؟

## روز سوم

۱۴- پس از ۲ روز ریشه های گیاهچه های ظروف پتری ۲ و ۳ را بررسی کنید برای هر گیاهچه از محل پنج میلی متری که علامت گذاری شده تا نوک ریشه را اندازه گرفته و یادداشت کنید  
۱۵- این ظروف پتری را کنار بگذارید  
۱۶- دست های خود را قبل از ترک آزمایشگاه بشوئید

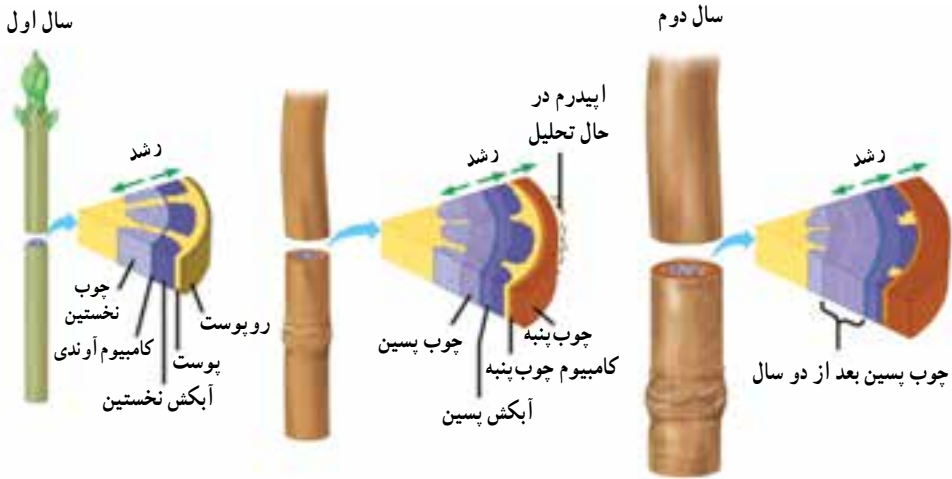
## بحث کنید

الف - میانگین رشد را برای ریشه هایی که در ۱ میلی متری، ۳ میلی متری و ۵ میلی متری قطع شده اند، به دست آورید  
ب - یک نمودار برای نتایج به دست آمده از همه گروه های کلاس رسم کنید که نشان دهنده میانگین رشد ریشه هایی باشد که در یک میلی متری، سه میلی متری و پنج میلی متری قطع شده اند  
ج - اهمیت نوک ریشه در رشد ریشه چیست؟  
د - آیا نحوه رشد در لوبیا نیز شبیه ذرت و گندم است؟  
ه - این آزمایش را برای یک گیاه گلدانی نیز تکرار کنید و سرعت رشد را اندازه بگیرید

رشد پسین : رشد پسین از ویژگی های بارز گیاهان چوبی دو لپه است. با این حال این نوع رشد در بعضی از بخش های گیاهان علفی، مانند ریشه هویج نیز دیده می شود. رشد پسین در اثر فعالیت تقسیم سلولی دو نوع مرستم انجام می شود. این مرستم ها در ساقه ها و ریشه های چوبی به صورت استوانه های باریک قرار دارند. نوعی از این مرستم ها کامبیوم چوب پنبه ساز نامیده می شود که در پوست قرار دارد و سلول های چوب پنبه ای ایجاد می کند. مرستم دیگر کامبیوم آوند ساز نامیده می شود که بین دسته های چوب و آبکش تشکیل می شود و بافت های آوندی جدیدی را ایجاد می کند.



بافت های حاصل از رشد پسین، بافت های پسین نامیده می شوند. شکل ۴-۱ چگونگی نمو ساقه های چوبی را نشان می دهد.



شکل ۴-۱- نمو یک ساقه چوبی. چوب ساقه های چوبی حاصل رشد پسین است.

مرحله ۱: یک ساقه چوبی جوان دارای یک حلقه از دسته های آوندی بین پوست و مغز است. هر دسته آوندی متشکل از آوند چوبی و آوند آبکشی نخستین است.

مرحله ۲: کامبیوم آوندی بین آوند چوبی نخستین و آوند آبکشی نخستین تشکیل می شود. آوند آبکشی پسین به سمت بیرون ساقه و آوند چوبی پسین به سمت داخل ساقه تشکیل می شود. وقتی کامبیوم چوب پنبه ساز تشکیل می شود، در نتیجه رشد قطری ساقه، روپوست از بین می رود.

مرحله ۳: کامبیوم آوندی بین دسته های آوندی نیز تشکیل می شود و استوانه کاملی ایجاد می کند. در نتیجه فعالیت این کامبیوم استوانه چوبی به سمت داخل و استوانه آبکشی به سمت بیرون تشکیل می شود. چوب پنبه، کامبیوم چوب پنبه ساز و آبکشی پسین مجموعاً پوست درخت را تشکیل می دهند. کامبیوم آوند ساز و چوب پسین در زیر پوست قرار می گیرند. لایه های ضخیم چوب پسین یا چوب اغلب حلقه ای شکل هستند. از آنجایی که در هر سال معمولاً یک حلقه جدید تشکیل می شود، این حلقه ها، حلقه های سالیانه نامیده می شوند.



## ویژگی های گیاه گندم نان

نام علمی: تریبتیکوم آستییوم (*Triticum aestivum*)

ارتفاع: ۳/ تا ۸/ متر

گستره : مناطق کشاورزی

زیستگاه : مزارع مناطق معتدل و نیمه گرمسیری

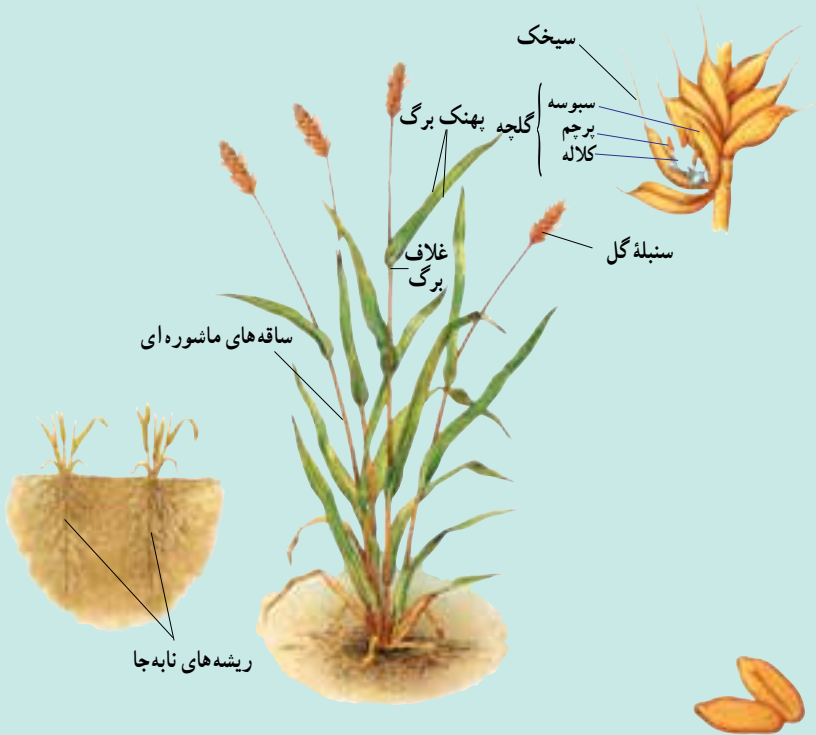
اهمیت : گندم غذای اصلی مردم مناطق معتدل است دانه‌های تریبتیکوم آستيووم را معمولاً برای تهیه نان آرد می‌کنند

### بخش‌های خارجی

**برگ :** گندم از تیره گندمیان و گیاهی تک‌لپه‌ای است برگ‌های آن دارای رگبرگ‌های موازی است این برگ‌ها طویل ولی به عرض حدود ۲ سانتی‌متر هستند غلافی اتصال برگ‌ها به ساقه را برقرار می‌کند و باعث می‌شود برگ به دور ساقه بپیچد

**ساقه :** ساقه گیاه گندم توخالی و مفصل‌دار است این نوع ساقه، ساقه ماشوره‌ای نامیده می‌شود گیاهان بالغ گندم ممکن است بیش از ۱ ساقه ماشوره‌ای داشته باشند هر ساقه ماشوره‌ای ممکن است ۳ تا ۶ برگ داشته باشد

**ریشه :** گیاه گندم، همانند اغلب گندمیان، دارای ریشه‌ای افشان است ریشه افشان مجموعی



از ریشه‌های نابه‌جاست گسترش ریشه افشان زیاد است این نوع ریشه‌ها ممکن است به عمق بیش از ۲/۲ متری خاک نفوذ کنند

**گل :** گل‌های گندم که در خوشه‌های متراکم دیده می‌شوند، سنبله نامیده می‌شوند سنبله‌ها در انتهای ساقه ماشوره‌ای تشکیل می‌شوند طول سنبله‌ها از ۵ تا ۱۳ سانتی‌متر تغییر می‌کند گل‌های گندم نیز همانند گل‌های همه گندمیان فاقد گلبرگ و کاسبرگ‌اند در عوض دو برگ تغییر یافته به نام سبوسه پرچم‌ها و مادگی هریک از گل‌های کوچک را در بر می‌گیرند به هریک از این گل‌های کوچک گلچه می‌گویند سبوسه‌های برخی از ارقام گندم نان یک زائده باریک و تیز به نام سیخک دارند

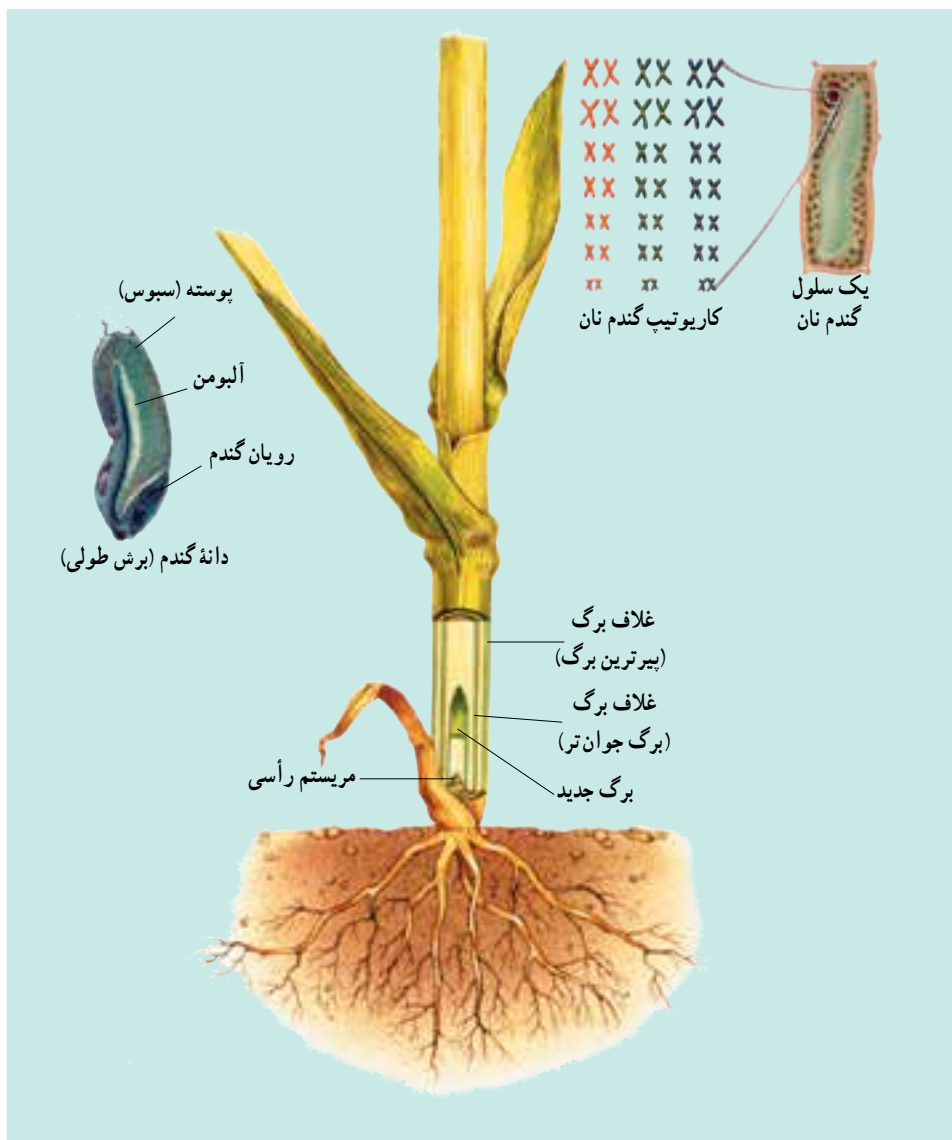
**میوه :** دانه گندم در واقع خود یک میوه تک‌دانه است که در یک سمت آن یک چین و در انتهای دیگر دسته‌ای از تارهای باریک وجود دارد دانه‌های گندم غنی از گلوتن هستند گلوتن مخلوط چسبنده‌ای از پروتئین‌هاست که باعث کش‌سانی خمیر می‌شود

## ساختارهای درونی

**ساختار میوه :** حدود ۸۵ درصد دانه گندم (گندمه) را آلبومن نشاسته‌ای تشکیل می‌دهد لایه‌های بیرونی گندمه که سبوس نامیده می‌شود، حدود ۱۲ درصد وزن آن را تشکیل می‌دهد سبوس متشکل از دیواره تخمدان، پوشش دانه و لایه آلورون است لایه آلورون دارای پروتئین و چربی است رویان کمتر از ۳ درصد گندمه را به خود اختصاص می‌دهد

**مریستم‌های رأسی :** مریستم‌های رأسی در داخل ساقه‌های ماشوره‌ای، معمولاً در سطح خاک یا در نقطه‌ای درست زیر سطح خاک قرار دارند بنابراین مریستم‌های رأسی در مقابل چرای جانوران محافظت می‌شوند هر برگ جدید در درون یک ساقه توخالی رشد می‌کند و از غلاف بالاترین برگ‌ها خارج می‌شود

**کروموزوم‌ها :** گندم نان دارای ۴۲ کروموزوم است و دیپلوئید (۲n) نیست، بلکه هگزاپلوئید (۶n)، یعنی پلی‌پلوئید است و از هر کروموزوم دارای ۶ عدد است پلی‌پلوئید جاندار است که چند دست کروموزوم داشته باشد پدیده پلی‌پلوئیدی در میان گیاهان کاشتنی متداول است گونه‌های مختلف گیاهان پلی‌پلوئید را می‌توان با هم آمیزش داد و از آنها دورگ (هیبرید) به وجود آورد گندم نان یک دورگ طبیعی از سه گونه بسیار نزدیک به یکدیگر است



### نمو گیاهان پیوسته، اما برگشت پذیر است.

ژن‌ها نمو گیاهان و جانوران را هدایت می‌کنند. با این حال الگوهای نمو در آنها متفاوت است. در جانوران همگام با نمو، دسته‌ای از ژن‌ها که کنترل‌کننده تمایز هستند، غیرفعال می‌شوند. بیشتر تمایز جانوران پس از بلوغ متوقف می‌شود. برعکس، گیاهان به طور مداوم با مریستم‌های خود سلول‌های جدید به وجود می‌آورند. این سلول‌ها تمایز پیدا می‌کنند و جانشین بافت‌های موجود می‌شوند یا به این

بافت‌ها اضافه می‌گردند.

بسیاری از سلول‌های گیاه بالغ می‌توانند همهٔ ژن‌های خود را فعال کنند. چنین سلول‌هایی می‌توانند تقسیم شوند و توده‌هایی از سلول‌های تمایز نیافته به نام کالوس را تولید کنند. به عبارت دیگر تمایز زدایی انجام می‌دهند. این سلول‌ها بار دیگر تمایز و به صورت یک گیاه بالغ نمو می‌کنند.

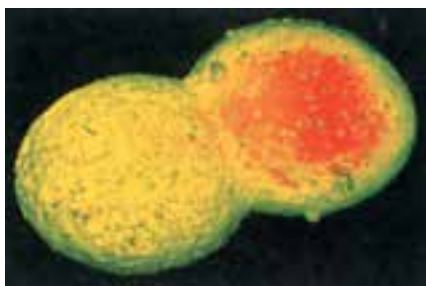
### روش‌های جدید بهسازی گیاهان

**کشت بافت، سلول، یا اندام گیاهی:** از کشت بافت برای تکثیر گیاهان از جمله گیاهان زینتی ارزشمند (مانند ارکیده‌ها)، گیاهان گلدانی و درختان میوه استفاده می‌شود (شکل ۵-۱). پایه و اساس کشت بافت، قراردادن یک قطعه از بافت گیاهی روی یک محیط کشت سترون (استریل) است. در این روش با کمک هورمون‌های گیاهی، تودهٔ سلول‌های تمایز نیافته پس از رشد و تمایز، سرانجام به گیاهانی تبدیل می‌شوند که از نظر ژنتیکی هم‌ارز گیاه مادر هستند.



شکل ۵-۱- تکثیر گیاه با استفاده از کشت بافت

هم جوشی (الحاق) پروتوپلاست ها : از هم جوشی پروتوپلاست ها برای ایجاد گیاهان دورگه (هیبرید) اطلسی، سبب زمینی و هویج استفاده شده است. پروتوپلاست، سلولی گیاهی است که دیواره سلولی آن را با کمک آنزیم ها یا روش های مکانیکی از آن جدا کرده اند. برخی از مواد شیمیایی، یا شوک الکتریکی باعث هم جوشی دو پروتوپلاست با یکدیگر می شوند (شکل ۶-۱۰). اگر پروتوپلاست ها متعلق به گیاهان گونه های مختلف باشند، حاصل هم جوشی یک سلول دورگه خواهد بود. اگر این سلول دورگه در محیط مناسب کشت بافت قرار گیرد، به یک گیاه بالغ دورگه تبدیل می شود.



شکل ۶-۱۰- هم جوشی پروتوپلاست (×۸۱۰)

مهندسی ژنتیک: در این روش ابتدا ژن های دلخواه را وارد سلول های یک گیاه می کنند، سپس سلول هایی را که از نظر ژنتیکی تغییر یافته اند، با کمک فن کشت بافت به گیاهان بالغ جدید تبدیل می کنند.

## خودآزمایی ۱-۱۰



- ۱- جوانه زنی لوبیا و ذرت را با یکدیگر مقایسه کنید
- ۲- تفاوت های اصلی بین گیاهان یک ساله، دو ساله و چند ساله را خلاصه کنید
- ۳- توضیح دهید که چگونه رشد نخستین و پسین باعث ایجاد یک ساقه چوبی می شود؟
- ۴- حذف پوست درخت چه تأثیری بر بقای آن دارد؟ توضیح دهید
- ۵- تفاوت نمو گیاهان با نمو جانوران را توضیح دهید

## ۲ تنظیم رشد و نمو گیاهان

گیاهان نیز مانند سایر جانداران پرسلولی از راه افزودن سلول‌های جدید که حاصل تقسیم سلولی هستند، و نیز افزایش ابعاد سلول‌ها، رشد می‌کنند. گیاهان نیز به منظور تأمین مواد مورد نیاز سلول‌های جدید برای رشد، نیازمند مواد خام هستند. آنها برای تشکیل همهٔ کربوهیدرات‌های خود فقط به دو مادهٔ خام، یعنی دی‌اکسید کربن و آب نیاز دارند. همان طوری که می‌دانید این دو ماده برای فتوسنتز مورد نیاز هستند. گیاهان نیز مانند جانوران، برای تنفس سلولی نیازمند اکسیژن هستند. اگر چه بخش‌های سبز گیاه در فرآیند فتوسنتز اکسیژن تولید می‌کنند، اما بیشترین قسمت اکسیژن مورد استفاده برگ‌ها و ساقه‌ها از هوا تأمین می‌شود. ریشه‌ها که معمولاً عمل فتوسنتز را انجام نمی‌دهند، اکسیژن مورد نیاز خود را از هوای موجود در فضاهای بین ذرات خاک به دست می‌آورند. اگر خاک اطراف ریشه‌های گیاه فشرده شود یا از آب اشباع گردد، دیگر اکسیژن کافی برای ریشه‌ها تأمین نمی‌شود و در چنین وضعیتی معمولاً ریشه‌ها می‌میرند.

دی‌اکسید کربن، آب و اکسیژن تنها مواد معدنی مورد نیاز گیاهان نیستند. گیاهان نیازمند مقادیر اندکی از تعدادی عنصر معدنی هستند که بیشتر به صورت یون‌های معدنی جذب می‌شوند. سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عناصر ضروری برای رشد طبیعی گیاهان اند.

بیشتر بدانید



تعدادی از عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاهان

اهمیت	عنصر غذایی
بخشی از پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها، کلروفیل‌ها، ATP و کوآنزیم* هاست و رشد گیاهان سبز را افزایش می‌دهد	نیتروژن
بخشی از ATP، ADP، نوکلئیک اسیدها، فسفولیپیدها و برخی از کوآنزیم هاست	فسفر
برای انتقال فعال، فعالیت آنزیم‌ها، تعادل اسمزی و بازشدن روزنه‌ها مورد نیاز است	پتاسیم
* کوآنزیم مولکول آلی است که وجود آن برای فعالیت برخی آنزیم‌ها ضروری است.	

## هورمون های گیاهی

گفته می شود که هورمون ماده ای شیمیایی است که در یک محل از بدن جاندار تولید می شود و از آنجا به سوی محل دیگری حرکت می کند و در آنجا باعث ایجاد پاسخ می شود. اما در گیاهان ممکن است محل تولید و اثر هورمون یکی باشد. به دلیل اینکه برخی از هورمون های گیاهی باعث تحریک رشد و برخی دیگر باعث بازدارندگی رشد می شوند، بسیاری از دانشمندان ترجیح می دهند که به جای اصطلاح «هورمون های گیاهی» از اصطلاح «تنظیم کننده های رشد» استفاده کنند.

هورمون های گیاهی را می توان به دو گروه اصلی تقسیم بندی کرد :

- ۱- محرک های رشد که شامل اکسین ها<sup>۱</sup>، ژبرلین ها<sup>۲</sup> و سیتوکینین ها<sup>۳</sup> هستند و در فرایندهایی، مانند تقسیم سلولی، طول شدن سلول، پیدایش اندام ها و تمایز آنها دخالت دارند.
- ۲- بازدارنده های رشد که عمل آنها در مقابل محرک های رشد است و شامل اتیلن و آبسزیک اسید<sup>۴</sup> هستند.

هورمون ها الگوهای رشد گیاهان را کنترل می کنند: قرن ها مردم می دانستند که گیاهان هنگام رشد به سمت منبع نور رشد می کنند. این پدیده نورگرایی (فتوتروپیسم) نامیده می شود. چارلز داروین و پسر او فرانسیس داروین اولین آزمایش های مربوط به نورگرایی را در سال های میانی دهه<sup>۵</sup> ۱۸۰۰ انجام دادند. آنها پی بردند که رأس گیاهچه های مربوط به گیاهان گندمی، نوری را که از یک طرف به آن تابیده می شود، دریافت می کند اما پاسخ رشدی (خم شدگی) آن در قسمت های پایین تر، یعنی دور از رأس قابل مشاهده است. این امر باعث خمیدگی گیاهچه به سمت منبع نور می شود. در دهه<sup>۶</sup> ۱۹۲۰ یک زیست شناس هلندی به نام فریتز ونت<sup>۷</sup> به این نتیجه رسید که یک ماده شیمیایی که در رأس ساقه ها تولید می شود، باعث این خمیدگی می شود. ونت این ماده شیمیایی تحریک کننده رشد را که باعث خمیدگی ساقه می شود، اکسین نامید. مراحل آزمایش ونت در شکل ۷-۱ خلاصه شده است.

---

۱- aux n

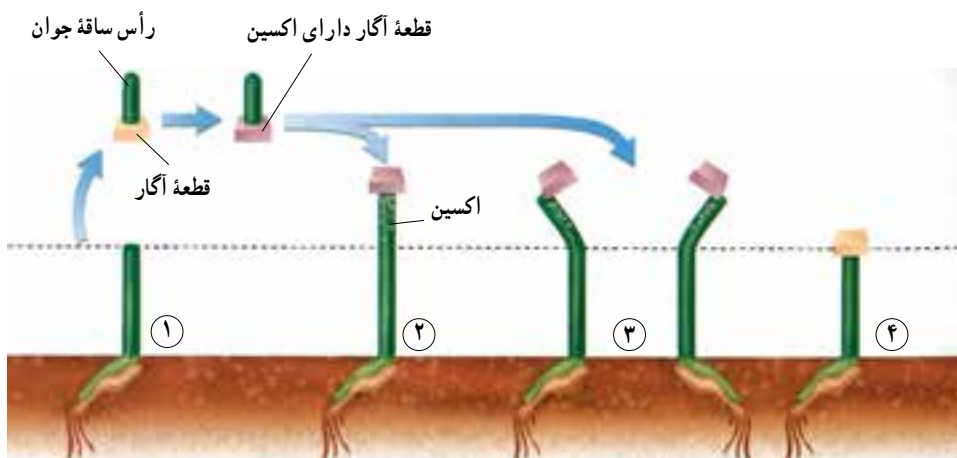
۲- gibberellins

۳- cytokinins

۴- abscisic acid

۵- Fritz Went





شکل ۷-۱- اکسین باعث می‌شود که گیاهچه‌های جو دوسر متحمل رشد طولی شوند و به سمت نور خم شوند.

مرحله ۱: ونت رأس ساقه جوان گیاه جو دو سر (یولاف) را برید و آن را روی یک قطعه آگار قرار داد. اکسین از رأس بریده شده به درون قطعه آگار منتشر شد.

مرحله ۲: در این مرحله او قطعه آگار را روی انتهای بریده شده ساقه جوان منتقل کرد. این عمل باعث رشد ساقه شد.

مرحله ۳: هنگامی که ونت قطعه آگار حاوی اکسین را روی یک قسمت از لبه بریدگی ساقه‌های جوان منتقل کرد، ساقه‌ها در جهت مخالف به رشد خود ادامه دادند.

مرحله ۴: ونت به عنوان شاهد، یک قطعه آگار فاقد اکسین را روی انتهای بریده شده ساقه‌های جوان دیگر قرار داد. این ساقه‌ها رشد نکردند.

## محرك‌های رشد

**اکسین‌ها:** اکسین‌ها باعث افزایش انعطاف پذیری دیواره‌های سلولی می‌شوند و این امر امکان طول شدن سلول‌ها را هنگام رشد فراهم می‌کند. اکسین در سمت تاریک ساقه انباشته می‌شود، در نتیجه سلول‌های سمت تاریک ساقه نسبت به سلول‌های سمت روشن آن طولی‌تر می‌شوند. تفاوت بین طول دیواره‌های سلولی دو سمت ساقه، باعث خمیدگی ساقه به سمت نور می‌شود. اکسین همچنین باعث بازدارندگی رشد جوانه‌های جانبی موجود روی ساقه می‌شود. این اثر بازدارندگی که در شرایط طبیعی از طرف جوانه رأسی بر جوانه‌های جانبی و از طریق اکسین اعمال می‌شود، چیرگی رأسی نامیده می‌شود. بریدن رأس ساقه باعث حذف منبع تولید اکسین و در نتیجه باعث رشد جوانه‌های جانبی می‌شود. بدین ترتیب می‌توان به چگونگی تأثیر هرس کردن و بریدن سر شاخه‌های گیاهان در پُر شاخه و برگ شدن آنها پی برد.

در کشاورزی از اکسین برای ریشه دار کردن قلمه‌ها استفاده می‌شود. نسبت بالای اکسین به سیتوکینین در کشت بافت، ریشه‌زایی را تحریک می‌کند.

**ژیبرلین‌ها:** ژیرلین‌ها در ساقه، ریشه و دانه‌های در حال نمو تولید می‌شوند. این ترکیبات باعث تحریک طویل شدن ساقه، نمو میوه و جوانه‌زنی می‌شوند. از ژیرلین‌ها برای تولید میوه‌های بدون دانه و همچنین درشت کردن بعضی میوه‌ها استفاده می‌کنند.

**سیتوکینین‌ها:** سیتوکینین‌ها که در رئوس ریشه، دانه و میوه تولید می‌شوند، تقسیم سلولی را تحریک می‌کنند و سرعت پیرشدن برخی از اندام‌های گیاهی را کاهش می‌دهند. از سیتوکینین‌ها به صورت افشانه (اسپری) برای شادابی شاخه‌های گل و افزایش مدت نگه‌داری میوه‌ها و سبزیجات در انبار استفاده می‌شود. در کشت بافت از سیتوکینین‌ها به منظور تشکیل ساقه از سلول‌های تمایز نیافته، استفاده می‌شود.

## بازدارنده‌های رشد

**بازدارنده‌های رشد:** فرایندهایی را کنترل می‌کنند که به مراحل انتهایی نمو گیاه، مانند پیری، ریزش برگ، پژمردگی گل‌ها و رسیدگی میوه اختصاص دارند. به علاوه این دو هورمون سرعت رشد، سنتز پروتئین و انتقال یون را در شرایط نامساعد محیطی کنترل می‌کنند. مقدار این هورمون‌ها در درون پیکره گیاه در طی پیری، ریزش برگ و رسیدگی میوه و نیز هنگام تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد.

**اتیلن:** میزان اتیلن در واکنش به زخم‌های مکانیکی بافت‌ها، آلودگی هوا، عوامل بیماری‌زا، شرایط غرقابی (قرار گرفتن بخش‌هایی از گیاه درون آب به مدت طولانی) و بی‌هوایی افزایش می‌یابد.

بیش از یک قرن پیش پرورش دهندگان مرکبات پی بردند که اگر میوه‌های مرکبات را در یک اتاق که با بخاری نفتی گرم می‌شود نگه دارند، میوه‌ها زودتر می‌رسند. رسیدگی میوه‌ها به این روش در اثر هورمون اتیلن انجام می‌شود. اتیلن ترکیب آلی گازی شکلی است که در اثر سوختن ناقص نفت نیز تولید می‌شود. اغلب بافت‌های گیاهی، اتیلن تولید می‌کنند. امروزه، از اتیلن برای تسریع و افزایش رسیدگی میوه‌های گوجه‌فرنگی، انگور و دیگر میوه‌هایی که قبل از رسیدگی چیده می‌شوند، استفاده می‌شود. اتیلن همچنین باعث سست شدن میوه‌هایی مانند گیلاس نیز می‌شود و در نتیجه برداشت مکانیکی این میوه‌ها را تسهیل می‌کند.

**آبسیزیک اسید:** نقش اصلی آبسیزیک اسید در خفتگی دانه و جوانه است. این هورمون

علاوه بر دخالت در خفتگی و بازدارندگی رشد، تعادل آب را در گیاهان تحت تنش خشکی، به وسیله بستن روزنه‌ها و حفظ جذب آب توسط ریشه‌ها، تنظیم می‌کند. این هورمون نقشی مخالف ژبیرلین‌ها را با جلوگیری از جوانه‌زنی دانه ایفا می‌کند.



ب



الف

شکل ۸-۱۰- تأثیر هورمون ژبیرلین بر رشد میوه انگور.  
با هورمون (الف) بدون استفاده از هورمون اضافی (ب)

بیشتر بدانید



### استفاده از پرتوهای رادیواکتیو در کشاورزی

یکی از روش‌های افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی در انبار، استفاده از پرتوهای رادیواکتیو است. پرتوهای از جوانه‌زنی محصولاتی مثل پیاز، سیب‌زمینی و سیر جلوگیری می‌کند، زیرا مانع فعالیت بافت مریستم می‌شود. این روش در مقایسه با روش رایج سرد کردن که در آن محصولات را تا ۳-۴ درجه سانتی‌گراد سرد می‌کنند، هزینه کمتری دارد و در مقایسه با روش نگه‌داری با استفاده از مواد شیمیایی که در آن مقداری از مواد شیمیایی در محصولات باقی می‌ماند، ایمن‌تر است. در پژوهشی که در کشورمان روی نگه‌داری خرما انجام شده، مشخص شده است که استفاده از پرتوی گاما و نگه‌داری در دمای چهار درجه سانتی‌گراد در حفظ ویژگی‌های این محصول، بهترین نتیجه را دارد.



### فعالیت ۳-۱۰- چگونه اتیلن یک گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟

می‌توانید برای مشاهده اثرات اتیلن بر گیاهان، از یک سیب رسیده استفاده کنید  
**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ظرف شیشه‌ای دردار به حجم ۴ لیتر، ۲ گیاه در گلدان‌های

۵ سانتی متری، یک میوه کوچک سیب رسیده

#### مراحل آزمایش

- ۱- در داخل یکی از ظرف‌ها یک گیاه قرار دهید در ظرف را محکم ببندید
- ۲- گیاه دیگر و میوه سیب را در داخل ظرف دیگر قرار دهید در ظرف را محکم ببندید
- ۳- هر دو ظرف را به مدت چند روز مورد مشاهده قرار دهید مشاهدات خود را یادداشت کنید

#### تجزیه و تحلیل

- ۱- چه تغییراتی در گیاهان موجود در هر یک از ظروف مشاهده می‌کنید؟ شرح دهید
- ۲- میوه رسیده سیب، گاز اتیلن آزاد می‌کند براساس مشاهدات شما، اتیلن چگونه گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟

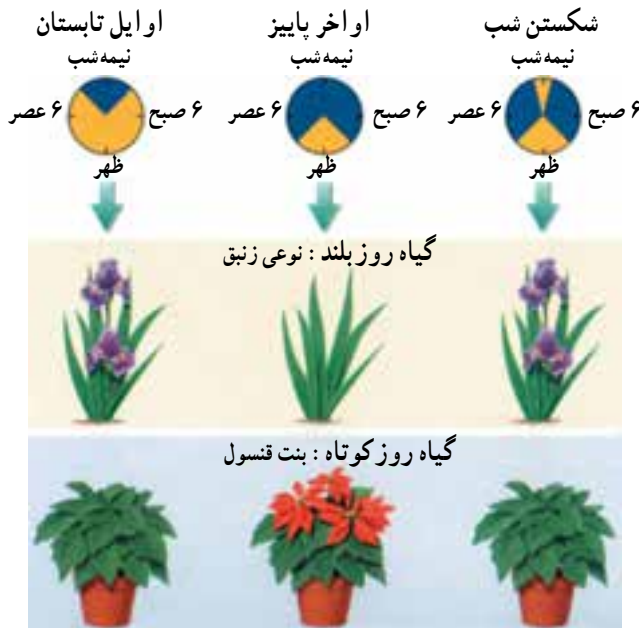
### شرایط محیطی نیز رشد گیاهان را تنظیم می‌کند.

ریشه گیاهان آنها را به یک نقطه از زمین متصل و ثابت نگه می‌دارد. در نتیجه گیاهان برخلاف جانوران قادر به حرکت از محیط نامناسب به محیط مناسب‌تر نیستند. گیاهان با تنظیم سرعت و الگوی رشد خود به محیط پاسخ می‌دهند. مثلاً گیاهی که آب و عناصر غذایی کافی در اختیار دارد، نسبت به گیاهی که آب و عناصر غذایی محیط آن کمتر است، رشد سریع‌تر و بیشتری دارد. همچنین رشد گیاهی که در مقابل نور کامل خورشید قرار دارد، نسبت به رشد همان گیاه در سایه و تاریکی سریع‌تر است. طول گیاه در نور کامل خورشید افزایش می‌یابد. بنابراین دسترسی به نور و عناصر غذایی سرعت رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این حال بسیاری از پاسخ‌های یک گیاه را به محرک‌های محیطی، هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد شروع می‌کنند.

**نور دورگی:** برخی از گیاهان در بهار و برخی دیگر در تابستان یا پاییز گل می‌دهند. بعضی از گیاهان به محض رسیدن به مرحله بلوغ به گل می‌نشینند. الگوهای فصلی گلدهی و دیگر جنبه‌های

رشد و نمو بسیاری از گیاهان در اثر تغییرات طول روز و شب صورت می‌گیرد. پاسخ یک گیاه به طول روز و شب نوردورگی<sup>۱</sup> نامیده می‌شود.

اغلب گیاهان از نظر گلدهی در پاسخ به طول روز و شب در یکی از این سه دسته قرار می‌گیرند: گیاهی که گلدهی آن هنگامی انجام می‌شود که طول روز کمتر از مدت زمان معین باشد، گیاه روز کوتاه نامیده می‌شود. در برخی گیاهان گلدهی هنگامی صورت می‌گیرد که طول روز بلندتر از مدت زمان خاصی باشد. به چنین گیاهانی روز بلند می‌گویند. گیاهانی که گلدهی آنها تحت تأثیر طول روز قرار نمی‌گیرد، گیاهان بی تفاوت خوانده می‌شوند. نوردورگی در صنعت کشت و پرورش گل و گیاه بسیار حائز اهمیت است. در گلخانه‌ها طول روز و شب را به‌طور مصنوعی کنترل می‌کنند. پرورش دهندگان گل، گیاهان را در فصولی از سال و ادار به گلدهی می‌کنند که معمولاً در آن زمان به‌طور طبیعی گل تولید نمی‌کنند. گیاه بنت قنسول (بنت کنسول) و زنبق در چنین شرایطی پرورش داده می‌شوند.



شکل ۹-۱۰- گلدهی و نوردورگی. گیاهان روز بلند هنگامی که طول شب کوتاه باشد و گیاهان روز کوتاه هنگامی که طول شب بلند باشد، گل می‌دهند. اگر یک شب بلند با کمک یک فلاش نوری شکسته شود، گیاهان روز بلند گل می‌دهند ولی گیاهان روز کوتاه گل تشکیل نمی‌دهند.

پاسخ به دما: دما رشد و نمو بسیاری از گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مثلاً، در صورتی که دما در طول شب بسیار بالا باشد، بسیاری از گیاهان گوجه‌فرنگی گل نمی‌دهند. بسیاری از گیاهان در صورتی که به مدت چند ساعت در معرض دماهای پایین (سرما) قرار نگیرند، در اوایل بهار موفق به تشکیل گل نخواهند شد. دماهای پایین باعث ورود گیاهان به مرحله موقتی عدم فعالیت در پاییز می‌شود. این گیاهان در طول زمستان یا حتی در طول دوره گرما – که اغلب در طول زمستان مشاهده می‌شود – غیرفعال باقی می‌مانند. مثلاً برگ‌های گیاهان برگ‌ریز در طول پاییز می‌ریزند. در این هنگام پولک‌های محافظتی ضخیمی دور جوانه‌های این گیاهان تشکیل می‌شود (شکل ۱۰-۱). این جوانه‌ها پس از یک دوره سرما برگ‌های جدید تشکیل می‌دهند.

**خفتگی وضعیتی** است که در طی آن، حتی در صورت مناسب بودن شرایط برای رشد، جوانه گیاه یا دانه غیرفعال باقی می‌مانند و نمی‌رویند. مواد شیمیایی عامل خفتگی، در پاسخ به دماهای پایین، تجزیه می‌شوند. بنابراین بسیاری از گیاهان و دانه‌های آنها تا زمانی که به مدت چند هفته در معرض دماهای پایین قرار نگیرند، از خفتگی بیدار نمی‌شوند و رویش خود را آغاز نمی‌کنند. شسته‌شدن بعضی از مواد شیمیایی عامل خفتگی راه دیگر برطرف شدن خفتگی دانه‌هاست. دوره‌های خفتگی در بسیاری از گیاهانی که زمستان محل زندگی آنها سرد است، مشاهده می‌شود. خفتگی به گیاهان کمک می‌کند که با جلوگیری از رشد جوانه‌ها و جوانه‌زنی دانه‌ها در طول گرمای موقتی قبل از شروع و خاتمه زمستان، به بقای خود ادامه دهند و از بین نروند.



شکل ۱۰-۱ – خفتگی جوانه. پولک‌های ضخیم جوانه‌های خفته موجود روی شاخه نارسه درخت سیب را می‌پوشانند.



## بیشتر بدانید

### پدیده خفتگی جوانه در بسیاری از گیاهان چوبی دیده می شود.

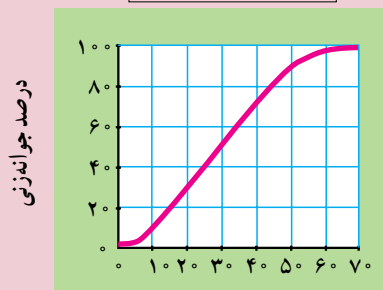
به منظور شکسته شدن خفتگی جوانه های گل باید آنها را چند روز در سرما (دمای پایین تر از ۵ درجه سانتی گراد) قرار داد. در برخی از مناطق جنوبی تر نیمکره شمالی که زمستان های سرد ندارند، این امر برای برخی از گیاهان، مانند سیب و گلابی عامل محدود کننده است. حداقل ساعات دماهای پایین (سرما) مورد نیاز برای شکستن خفتگی جوانه های گل نه تنها بین گونه های متفاوت فرق دارد، بلکه در بین ارقام یک گونه نیز ممکن است متفاوت باشد. کشاورزان در حال پرورش نوعی درخت سیب و گلابی هستند که برای شکستن خفتگی آنها به سرمای کمتری نیاز باشد تا بتوان آنها را در مناطق گرم نیز پرورش داد.



### فعالیت ۴-۱۰ تجزیه و تحلیل اثر دما بر جوانه زنی دانه

بعضی از گیاهان برای شکستن خفتگی دانه به دوره هایی از دماهای پایین احتیاج دارند. نمودار زیر چگونگی قرار گرفتن دانه های سیب در دماهای پایین (۴°C) و توانایی جوانه زنی آنها را در این دما نشان می دهد. از این نمودار برای پاسخ دادن به سؤالات زیر استفاده کنید.

اثر قرار گرفتن در سرما



تعداد روزهای قرار گرفتن در ۴ درجه سانتی گراد

## تجزیه و تحلیل

- ۱- اثر کلی دماهای پایین بر جوانه زنی دانه های سیب را خلاصه کنید
- ۲- دانه های سیب باید به مدت چند هفته در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  قرار گیرند تا حداقل ۸ درصد دانه ها موفق به جوانه زنی شوند؟
- ۳- چند درصد دانه های سیب پس از ۲ روز در دمای  $4^{\circ}\text{C}$ ، جوانه می زنند؟
- ۴- چند درصد دانه های سیب پس از ۸ روز در دمای  $4^{\circ}\text{C}$ ، جوانه می زنند؟

## خودآزمایی ۲-۱۰



- ۱- ۳ عنصر معدنی را که گیاهان به مقدار زیاد به آنها نیاز دارند، نام ببرید
- ۲- توضیح دهید که اکسین چگونه باعث رشد ساقه به سمت منبع نوری می شود
- ۳- تنظیم رشد و نمو گیاه توسط محرک های محیطی چه فوایدی دارد؟
- ۴- هویج یک گیاه دوساله است ریشه این گیاه در سال دوم رشد، چه نقشی را بر عهده دارد؟
- ۵- چگونه می توان از کشت بافت برای ایجاد ارقام دورگه در گیاهان استفاده کرد؟
- ۶- چگونه سیتو کینین ها و ژبرلین ها رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می دهند و چگونه این هورمون ها در کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند؟

## فعالیت ۵-۱۰



- ۱- بررسی کنید که چگونه پرورش دهندگان گل ها تعداد زیادی گل مشابه را در مواقعی از سال که به طور طبیعی زمان مناسب برای تشکیل گل آنها نیست، تولید می کنند؟ یافته های خود را در یک گزارش مکتوب خلاصه کنید و در کلاس گزارش دهید
- ۲- تصور کنید که شما یک گیاه داودی جدید پیدا کرده اید که رنگ گل های این گیاه قبلاً دیده نشده است برای تولید هزاران گیاه مانند این گیاه داودی به منظور ارائه به بازار گل چه روشی را پیشنهاد می کنید؟



۳- برخی از دانه‌ها را قبل از بسته‌بندی و فروش به کشاورزان و پرورش‌دهندگان گل در اسید قرار می‌دهند فکر می‌کنید هدف از این کار چیست؟

۴- چرا ایجاد گیاهان جدید از قطعات برگ، ساقه یا ریشه، که سلول‌های این قطعات تمایز یافته هستند، امکان‌پذیر است؟

۵- یک دانش‌آموز در ۱ کیسه پلاستیکی یک موز سبز قرار داده است این دانش‌آموز یک گلایی رسیده را در پنج عدد از کیسه‌ها قرار داده و دهانه این کیسه‌ها را بسته است به نظر می‌رسد که موزهای موجود در کیسه‌های حاوی گلایی رسیده زودتر می‌رسند نتایج این آزمایش‌ها را ارزیابی کنید

۶- چگونگی و مبنای علمی بونسای - هنر آسیایی رویاندن گیاهان مینیاتوری - را مورد تحقیق قرار دهید بررسی کنید که این هنر در چه زمانی و در کجا پدیدار شده است و چگونه گیاهان بونسای در ابعاد کوچک تهیه می‌شوند یافته‌های خود را در یک گزارش به صورت مکتوب بنویسید و توضیح دهید که چگونه درک رشد و نمو در گیاهان در موفقیت این هنر حائز اهمیت است؟