

پاسخ گیاهان به محرک‌ها

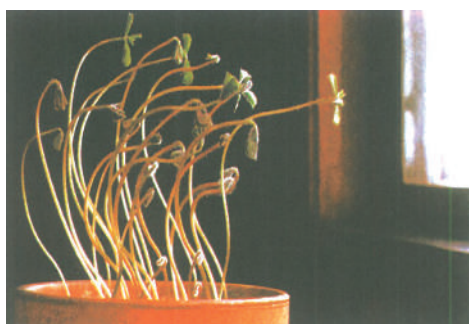
شیر در روزهای بلند و گرم و دانه‌ری در روزهای کوتاه و سرد گل‌دهی می‌کند.

ریشه زمین‌گرایی مثبت و نور‌گرایی منفی دارد

ساقه نور‌گرایی مثبت و زمین‌گرایی منفی دارد

ساقه به سمت نور و ریشه به سمت زمین رشد می‌کند. گیاهان با تغییر فصل و در نتیجه تغییر دما و طول روز گل می‌دهند. برگ‌های جدید به وجود می‌آورند یا اینکه برگ‌هایشان می‌ریزند.

گفتار! تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان

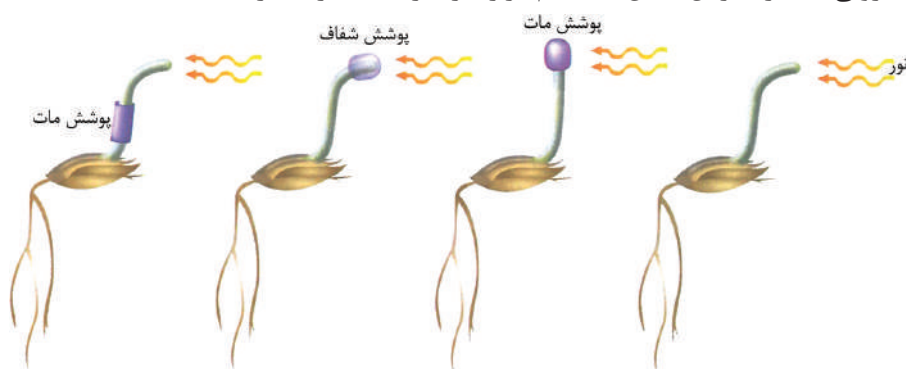


شکل ۱ - خم شدن گیاهان به سمت نور

به شکل ۱ نگاه کنید؛ احتمالاً وضعیتی مشابه این شکل را در پیرامون خود دیده‌اید. به نظر شما علت خم شدن گیاه به سمت نور چیست؟ در این حالت چگونه می‌توانیم مانع خم شدن ساقه‌ها شویم؟ آیا طول ساقه در بخش رو به نور با طول ساقه در بخش دور از نور یکسان است؟ خم شدن گیاه به سمت نور، چه تأثیری در ماندگاری گیاه دارد؟

اولین آزمایش

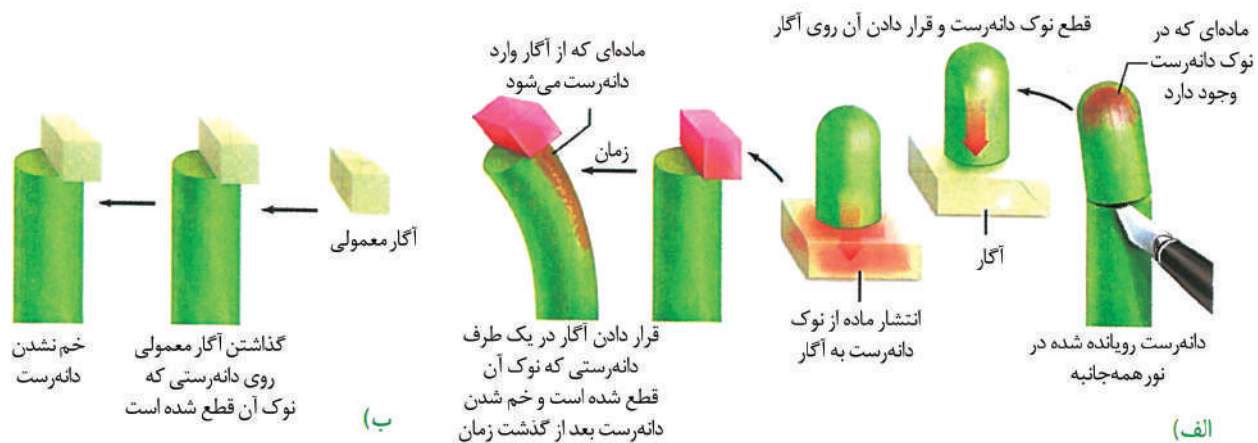
خم شدن گیاهان به سمت نور پدیده‌ای رایج در طبیعت است. چارلز داروین که به مطالعه پدیده حرکت در گیاهان علاقه‌مند بود، برای بررسی این موضوع، همراه با پسرش آزمایش‌هایی را با استفاده از دانه رست نوعی گیاه از گندمیان، طراحی و اجرا کرد (شکل ۲). آنها دریافتند دانه رست در صورتی به سمت نور یک جانبه (نوری که از یک طرف به گیاه می‌تابد)، خم می‌شود که نوک آن در برابر نور باشد. با توجه به خم شدن دانه رست به سمت نور یک طرفه، می‌توان گفت سطح بیرونی و دور از نور، رشد بیشتر و سطح درونی که در معرض تابش مستقیم قرار دارد، رشد کمتری دارد.



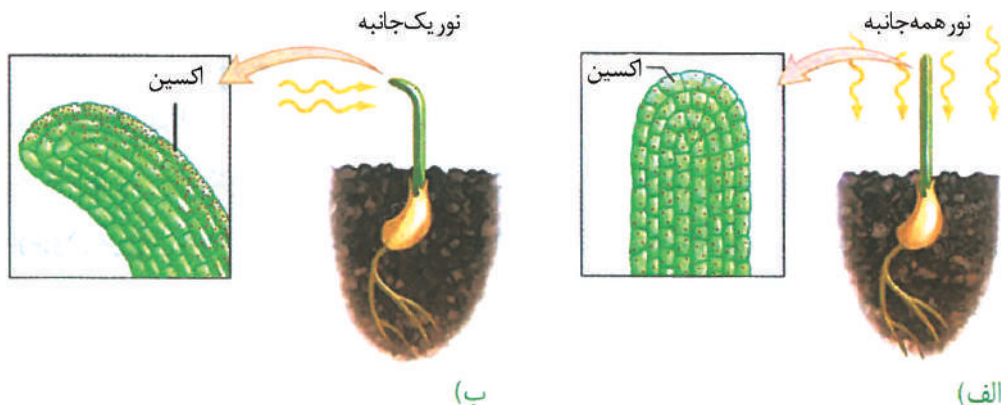
شکل ۲ - آزمایش داروین‌ها با دانه رست چمن. دانه رست در نور همه جانبه به طور مستقیم رشد می‌کند.

زیست‌شناسی ۲

بعدها محققان دیگری با انجام آزمایش‌هایی، نشان دادند که عامل خم شدن دانه رست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد. به شکل ۳ توجه کنید! در این آزمایش، نوک دانه رستی را که در نور همه جانبه رشد کرده است، بریده و برای مدتی روی قطعه‌ای از آگار قرار داده‌اند. بعد از مدتی این قطعه آگار را روی لبه دانه رستی قرار می‌دهند که نوک آن بریده شده؛ همین‌طور که می‌بینید دانه رست خم شده است (شکل ۳ الف)، در حالی که قرار دادن آگار معمولی روی دانه رست بدون نوک، سبب خم شدن آن نمی‌شود (شکل ۳ ب).



خم شدن دانه رست به معنای اختلاف اندازه یاخسته‌های دو طرف آن است. مشاهده‌های میکروسکوپی نیز نشان داد که **رشد طولی یاخسته‌ها** در سمت سایه بیشتر از یاخسته‌هایی است که در سمت رو به نور قرار دارند. نور یک جانبه باعث جابه‌جایی این ماده از سمت مقابل نور به سمت سایه (دور از نور) می‌شود. در نتیجه به علت تجمع این ماده در سمت سایه، رشد طولی یاخسته‌ها در این سمت بیشتر از سمت رو به نور است و در نتیجه دانه رست خم می‌شود (شکل ۴). **رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه** در پاسخ به نور یک جانبه را **نورگرایی** نامیدند. سرانجام ترکیب شیمیایی این ماده شناسایی و اکسین، به معنای «رشد کردن» نامیده شد. پژوهش‌های بیشتر نشان داد که انواعی از ترکیبات مشابه اکسین در گیاهان متفاوت ساخته می‌شوند که اثرات مشابه دارند؛ بنابراین، نام اکسین‌ها را به این گروه از ترکیبات دادند.



کشف اکسین سر آغازی برای شناسایی ترکیبات دیگری بود که رشد و فعالیت‌های گیاهان را تنظیم می‌کنند. این ترکیبات را **تنظیم‌کننده‌های رشد** یا **هورمون‌های گیاهی** نامیدند. انواعی از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان تولید می‌شوند. اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها، اتیلن و آبسزیک اسید پنج تنظیم‌کننده رشد هستند که در ادامه با آنها آشنا می‌شوید.

زیست‌شناسی ۲



۱ با توجه به تصویر مقابل، چند مورد نادرست می‌باشد.

- الف) میزان اکسین، در نیمه راست گیاه تازه رویده، بیشتر است.
 ب) میزان اکسین، در نیمه چپ گیاه تازه رویده، بیشتر است.
 ج) پس از تشکیل ساقه برگ‌دار، لپه‌ها همچنان در خاک باقی می‌مانند.
 د) مهم‌ترین عامل در آغاز رویش این دانه، هورمون اکسین می‌باشد.

۱ (۱)
 ۲ (۲)
 ۳ (۳)
 ۴ (۴)

۲ همه تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان

- ۱) ساختار مشابه با هورمون‌های جانوری دارند
 ۲) به دنبال فعالیت رناتن‌های سیتوپلاسمی ایجاد می‌شوند
 ۳) به کمک عوامل رونویسی، اثر خود را اعمال می‌کنند
 ۴) در رشد میوه‌ها، درشت شدن آن‌ها یا در ریزش میوه‌ها نقش دارند

اکسین‌ها: اولین هورمون‌های گیاهی شناخته شده‌اند و شامل انواعی از ترکیبات مشابه اکسین [به معنی رشد کردن] اند که با تجمع در بخش‌های نور ندیده ساقه جوان، سبب نورگرایی می‌شوند. عامل افزایش رشد طولی یاخته‌ها و در نتیجه ساقه، ریشه‌زایی، تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها و در تکثیر رویشی گیاهان به کمک قلمه زدن، برای ریشه‌زنی قلمه‌ها به کار می‌روند. اثر بازدارندگی جوانه‌های رأسی بر رشد جوانه‌های جانبی که چیرگی رأسی نامیده می‌شود از طریق ارسال این هورمون به جوانه‌های جانبی و نیز تحریک تولید اتیلن در آنها اعمال می‌شود. بعضی انواع آنها، گیاهان دولپه‌ای را از بین می‌برند و برای ساخت سم، علیه گیاهان خودرو در مزارعی مثل گندم به کار می‌روند. عامل نارنجی که دارای اثر سمی بر روی انواعی از گیاهان و نیز اثر بیماری‌زایی برای انسان است، مخلوطی از اکسین‌هاست.

سیتوکینین‌ها: عامل تحریک تقسیم یاخته‌ای و ایجاد یاخته‌های جدید و به تأخیر انداختن پیری اندام‌های هوایی گیاه‌اند؛ هورمون جوانی و هورمون ساقه‌زایی نیز نامیده می‌شوند؛ افشانه آنها برای تازه ماندن برگ و گل‌ها استفاده می‌شود. در کشت بافت، محرک تشکیل ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته‌اند. به دنبال قطع جوانه‌های رأسی، در جوانه‌های جانبی افزایش یافته و سبب رشد آنها و پرشاخ و برگ شدن گیاه می‌شوند.

جیبرلین‌ها: این هورمون‌ها، اولین بار توسط دانشمندان ژاپنی و از قارچ جیبرلا بدست آمدند و عامل تحریک تقسیم و رشد طولی یاخته‌ها و افزایش طول ساقه، رشد میوه‌ها و رویش دانه‌اند و در کشاورزی برای تولید میوه بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها به کار می‌روند. این هورمون هنگام رویش دانه غلات، به میزان فراوان تولید شده و با اثر بر خارجی‌ترین لایه آندوسپرم، سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی دانه [مثل آمیلاز] و تجزیه دیواره یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم [مثل نشاسته] می‌شود تا مواد غذایی مورد نیاز برای رشد رویان [مثل گلوکز] فراهم شود.

آبسیزیک اسید: در شرایط نامساعد محیطی مثل خشکی، ترشح شده و سبب بسته شدن روزنه‌ها و حفظ آب گیاه می‌شود و مانع رویش دانه و جوانه‌ها در شرایط نامساعد است.

اتیلن: از سوخت‌های فسیلی، بافت‌های آسیب دیده گیاهان و نیز میوه‌های رسیده آزاد می‌شود و مقدار آن در گیاه با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. در ریزش برگ‌ها و میوه‌ها نقش دارند و برای رسیدن میوه‌هایی که به طور نارس چیده شده‌اند، استفاده می‌شود. اثر چیرگی رأسی اکسین بر جوانه‌های جانبی، از طریق تحریک تولید اتیلن در این جوانه‌ها صورت می‌پذیرد.

محرک‌های رشد

عامل تحریک تقسیم
 یاخته‌ها و رشد طولی آنها
 و ایجاد و حفظ اندام‌های
 گیاه، محسوب می‌شوند.

بازدارنده‌های رشد

در مقاومت گیاه در شرایط
 سخت، رسیدگی میوه و ریزش
 برگ و میوه نقش دارند.

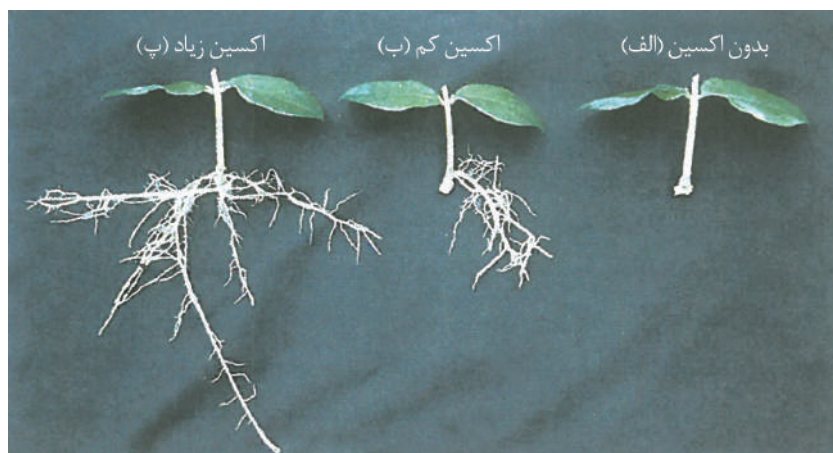
هورمون‌های گیاهی
 [تنظیم‌کننده‌های رشد]

محرك‌های رشد

اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها در فرایندهای رشد مانند ۱ تحریک تقسیم یاخته، ۲ رشد طولی یاخته‌ها، ۳ ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. گرچه این تنظیم‌کننده‌ها را به عنوان محرك رشد می‌شناسیم؛ اما ۴ بر اساس مقدار و محل اثر ممکن است نقش باز دارندگی نیز داشته باشند. در ادامه به عملکرد هر یک از این تنظیم‌کننده‌ها می‌پردازیم.

اکسین‌ها

اکسین ۱ با افزایش رشد طولی یاخته‌ها، سبب ۲ افزایش طول ساقه می‌شود. اکسین ۳ ریشه‌زایی را تحریک می‌کند؛ بنابراین، ۴ برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود (شکل ۵). اکسین‌ها را ۵ برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و ۶ درشت کردن میوه‌ها نیز به کار می‌برند.



شکل ۵ - تأثیر اکسین بر ایجاد ریشه

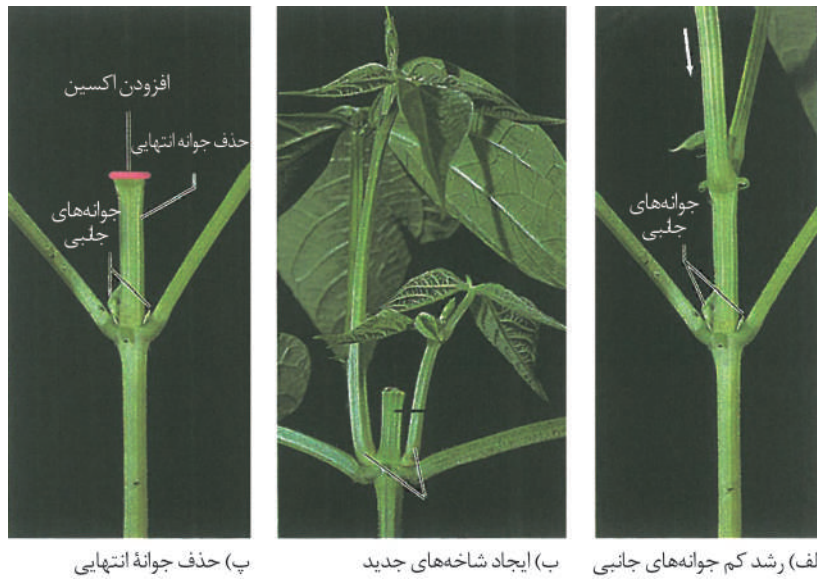
بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین‌ها، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته و پژوهش‌هایی برای شناسایی اثر آنها بر گیاهان انجام شدند. محققان دریافتند که بعضی از این ترکیبات، ۷ گیاهان دو لپه‌ای را از بین می‌برند؛ بنابراین، آنها را ۸ برای ساختن سموم کشاورزی به منظور از بین بردن گیاهان خودرو در مزارعی مانند مزرعه گندم، به کار بردند. ۹ عامل نارنجی که مخلوطی از اکسین‌ها بود، چنین اثری داشت. ایالات متحده آمریکا در جنگ با ویتنام به مدت ده سال عامل نارنجی را به کار برد. در نتیجه بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفی‌گاه مبارزان بود و نیز زمین‌های کشاورزی آنها از بین رفت که نتیجه آن، اتمام جنگ به نفع آمریکایی‌ها بود. تولید عامل نارنجی با اتمام این جنگ، ممنوع شد؛ اما چند دهه طول کشید تا جنگل‌ها احیا شوند. سرطان و تولد نوزادان با نقص‌های مادرزادی از اثرهای این ماده بود. ۱۰ با قطع جوانه رأسی گیاهان میزان اکسین در جوانه‌های جانبی کاهش می‌یابد. ۱۱ نسبت بالای اکسین به سیتوکینین در محیط کشت به تمایز ریشه می‌انجامد. ۱۲ برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره را تولید می‌کند.

سیتوکینین‌ها: هورمون جوانی

سیتوکینین‌ها که ۱ هورمون جوانی نیز نامیده می‌شوند ۲ با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، ۳ پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. به همین علت ۴ با افشانه کردن سیتوکینین روی برگ و گل‌ها آنها را تازه نگه می‌دارند. ۵ سیتوکینین‌ها هورمون ساقه‌زایی نیز نامیده می‌شوند. ۶ به کارگیری این هورمون در کشت بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته می‌شود. ۷ با قطع جوانه رأسی میزان سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش می‌یابد.

شاخه و برگ‌های بیشتر: برهم کنش دو تنظیم‌کننده

اگر بخواهید گیاهی پر شاخ و برگ‌تر داشته باشید، چه کار می‌کنید؟ احتمالاً سرشاخه‌ها را که محل جوانه‌های رأسی (انتهایی) اند، قطع می‌کنید. همان‌طور که در شکل ۶ - ب می‌بینید با قطع جوانه رأسی، جوانه‌های جانبی رشد، و شاخه و برگ جدید ایجاد کرده‌اند. به اثر بازدارندگی جوانه رأسی بر رشد جوانه‌های جانبی، چیرگی رأسی می‌گویند. با قطع جوانه رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار اکسین آنها کاهش می‌یابد، در نتیجه جوانه‌های جانبی رشد می‌کنند. اگر بعد از قطع جوانه رأسی، در محل برش، اکسین قرار دهیم؛ جوانه‌های جانبی رشد نمی‌کنند (شکل ۶ - پ). این آزمایش نشان می‌دهد که اکسین از جوانه رأسی به جوانه‌های جانبی می‌رود و با تحریک تولید اتیلن مانع از رشد آنها می‌شود.



شکل ۶ - جوانه رأسی مانع از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.

فعالیت ۱



شکل روبه‌رو تمایز ریشه و ساقه را از یک تودهٔ یاخته تمایز نیافته یا همان کال در حضور مقدار متفاوت اکسین و سیتوکینین، در محیط کشت نشان می‌دهد. نسبت بالای اکسین به سیتوکینین به تمایز ریشه و نسبت بالای سیتوکینین به اکسین به تمایز ساقه می‌انجامد.

۳) هورمون مؤثر در تشکیل میوه‌های بدون دانه

- (۱) مانع از تکمیل ساختار دانه‌ها، درون میوه‌ها می‌شود.
- (۲) می‌تواند در شرایطی سبب افزایش طول ساقه گیاه شود.
- (۳) برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود.
- (۴) در شرایطی می‌تواند مانع رشد گیاهان دولپه شود.

۴) هورمون ساقه‌زایی

- (۱) در بروز چیرگی رأسی اثرگذار نیست.
- (۲) سبب بزرگ‌شدن ابعاد یاخسته‌های رأسی گیاهان گندمی می‌شود.
- (۳) توسط میوه‌های رسیده نیز تولید می‌شود.
- (۴) امکان تجمع در جوانه گیاهان دولپه را ندارد.

جیبرلین‌ها ۱ بر اثر تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی که دانه رست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند، کشف شدند. ۲ آلودگی دانه رست‌ها به قارچ جیبرلا سبب می‌شد تا به سرعت رشد کنند. این دانه رست‌ها باریک و دراز بودند و بافت استحکامی کافی نداشتند، در نتیجه خم می‌شدند و روی زمین می‌افتادند. مسلماً چنین بیماری سبب کاهش محصول برنج و در نتیجه زیان‌های فراوان بود. دانشمندان با استخراج و شناسایی ترکیبات به دست آمده از قارچ جیبرلا، توانستند جیبرلین‌ها را شناسایی و معرفی کنند. پس از آن مشخص شد که جیبرلین‌ها در گیاهان نیز تولید می‌شوند و رشد و فعالیت‌های آنها را کنترل می‌کنند. این تنظیم‌کننده‌های رشد ۳ در افزایش طول ساقه از طریق ۴ تحریک رشد طولی یاخته و ۵ تقسیم آن، ۶ رشد میوه و ۷ رویش دانه‌ها نقش دارند؛ این هورمون گیاهی را ۸ برای تولید میوه‌های بدون دانه و ۹ درشت کردن میوه‌ها به کار می‌برند (شکل ۷). ۱۰ رویان غلات هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند.



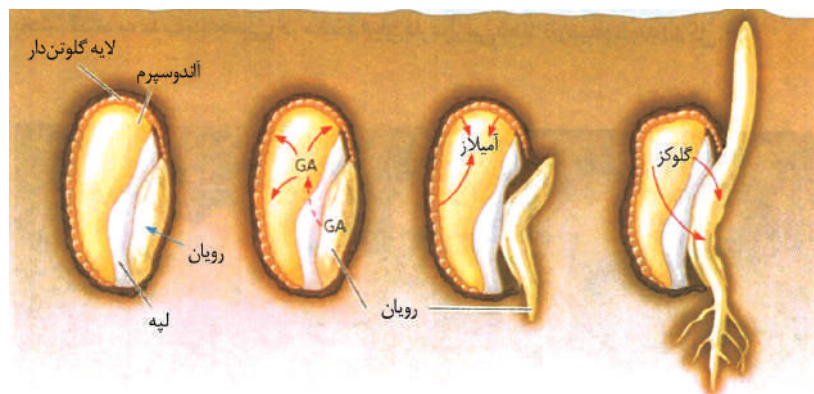
ب) درشت شدن میوه



الف) افزایش طول ساقه

شکل ۷ - اثر جیبرلین بر گیاهان بوته‌ای (الف) و میوه‌ها (ب)

جیبرلین‌ها و رویش بذر غلات: ۱ رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. ۲ این هورمون بر خارجی‌ترین لایه آندوسپرم (لایه گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و ۳ سبب تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود (شکل ۸). ۴ این آنزیم‌ها دیواره یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می‌کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز تجزیه می‌شود.



شکل ۸ - جیبرلین‌ها در تجزیه ذخایر رویان غلات نقش دارند. GA: جیبرلیک اسید

زیست‌شناسی ۲

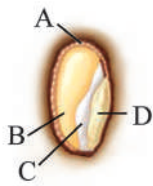
۵) بالارفتن نسبت می‌انجامد.

- ۱) اکسین به جیبرلین در محیط کشت به تشکیل ساقه با ریشه ضعیف
- ۲) سیتوکینین به اکسین در محیط کشت به ریشه‌زایی بیشتر
- ۳) اکسین به سیتوکینین در مجاورت برگ‌ها، به تشکیل شاخه فرعی
- ۴) سیتوکینین به اکسین در محل گره‌ها به پر شاخ و برگ شدن گیاه

۶) استفاده از سم حاصل از اکسین در مزارع، سبب می‌شود.

- ۱) از بین رفتن گیاهانی که به کمک جیبرلین رویش خود را آغاز کرده‌اند
- ۲) عدم رشد جوانه‌های رأسی در غلات موجود در مزرعه
- ۳) از بین رفتن تعدادی از گیاهانی که دارای مغز در ساقه جوان خود می‌باشند.
- ۴) ناتوانی واسطه غذایی دانه گیاهان در انتقال غذا به رویان

۷) با توجه به تصویر مقابل می‌توان گفت:



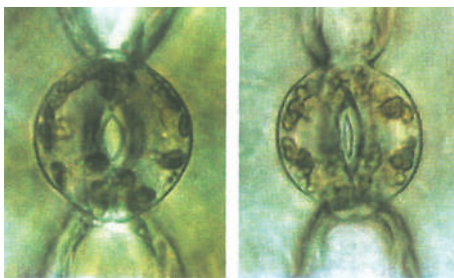
- ۱) A تحت تأثیر آمیلاز، به غذای مورد نیاز D تبدیل می‌شود.
- ۲) تولید نوعی هورمون توسط D به تولید نوعی آنزیم توسط A منتهی می‌شود.
- ۳) نوعی کربوهیدرات موجود در A می‌تواند به بروز بیماری سلپاک بیانجامد.
- ۴) C نشان‌دهنده لپه‌هایی است که اندوخته دانه به حساب نمی‌آیند.

بازدارنده‌های رشد

آبسزیک اسید و اتیلن دو تنظیم‌کننده رشدند که ۱) در فرایندهای متفاوتی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، ۲) رسیدگی میوه‌ها، ۳) ریزش برگ و ۴) میوه نقش دارند.

آبسزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد

آبسزیک اسید: فرض کنید محیط رطوبت کافی برای تأمین آب مورد نیاز برای رشد دانه رست را نداشته باشد. اگر دانه در این شرایط رویش یابد، چه بر سر دانه رست می‌آید؟ اگر گیاه در شرایط خشکی قرار گیرد و روزنه‌ها همچنان باز بمانند چه چیزی رخ می‌دهد؟



روزنه باز

روزنه بسته

شکل ۹- حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه‌ها

- ۱) شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسزیک اسید را در گیاهان تحریک می‌کند. آبسزیک اسید ۲) سبب بسته شدن روزنه‌ها و ۳) در نتیجه حفظ آب گیاه و همچنین ۴) مانع رویش دانه و ۵) رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود. به طور کلی این تنظیم‌کننده، رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد، کاهش می‌دهد (شکل ۹).

اتیلن: رسیدن میوه‌ها

شاید شما هم شنیده باشید که برای رسیدن میوه‌های نارس می‌توانید در پاکت میوه‌ها، یک سیب یا موز رسیده قرار دهید. از میوه رسیده چه چیزی خارج می‌شود که باعث رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود؟ پاسخ هورمون **اتیلن** است. دانشمندان در پژوهش‌های خود دریافتند که ۱) از میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌شود و ۲) مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. ۳) اتیلن گازی است که از سوخت‌های فسیلی نیز رها می‌شود. سال‌ها قبل از آنکه دانشمندان بدانند گیاهان اتیلن تولید

زیست‌شناسی ۲



می‌کنند، معلوم شده بود که ۴ اتیلن حاصل از سوخت‌های فسیلی باعث ریزش برگ درختان می‌شود. ۵ اتیلن در ریزش میوه نیز نقش دارد. ۶ بافت‌های آسیب دیده گیاهان نیز اتیلن تولید می‌کنند. ۷ گاهی میوه‌ها را نارس می‌چینند و زمانی که می‌خواهند آنها را در بازار پخش کنند، به مدت مشخصی، در محیط اتیلن‌دار قرار می‌دهند تا رسیده شوند (شکل ۱۰).

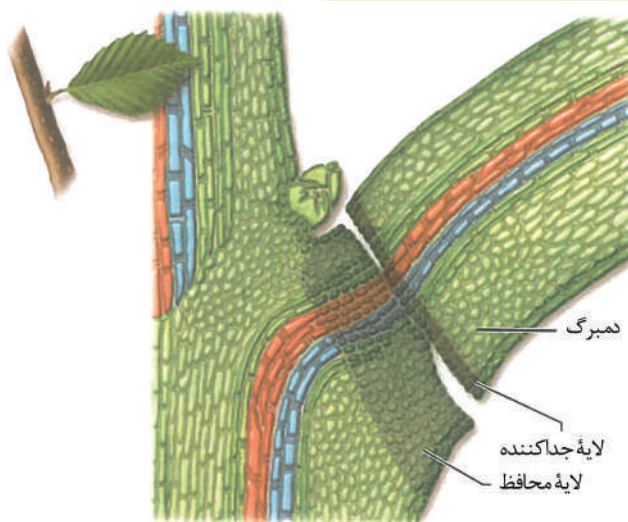
شکل ۱۰- گوجه‌فرنگی‌های هر دو جعبه در یک زمان چیده شده، اما گوجه‌فرنگی‌های سمت راست، سه روز در محیط اتیلن‌دار بوده‌اند.

ردپای اتیلن در چیرگی رأسی

دیدید که اکسین، عامل چیرگی رأسی است و مانع رشد جوانه‌های جانبی در حضور جوانه رأسی یا انتهایی می‌شود. ۸ اکسین جوانه رأسی، تولید اتیلن در جوانه‌های جانبی را تحریک می‌کند و در نتیجه با افزایش اتیلن در جوانه‌های جانبی، رشد آنها متوقف می‌شود.

ریزش برگ

برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. با توجه به شناختی که از ساختار یاخسته‌ها و بافت‌های گیاهی دارید آیا می‌توانید تغییراتی را که در ساختار برگ رخ می‌دهد، پیش‌بینی کنید؟ اگر بنا باشد که ارتباط برگ با شاخه قطع شود باید یاخسته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در قاعده دم‌برگ در محل اتصال به شاخه، لایه جداکننده تشکیل می‌شود. یاخسته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. با چوب‌پنبه‌ای شدن یاخسته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دم‌برگ قرار دارند، لایه محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود (شکل ۱۱). مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره را تولید می‌کند.



شکل ۱۱- ریزش برگ با تشکیل لایه جداکننده

یکی از دلایل خراب شدن میوه‌ها هنگام ذخیره یا انتقال، تولید اتیلن در آنهاست. برای رفع این مشکل، ترکیباتی به کار می‌برند که با اتصال به گیرنده‌های اتیلن که در یاخته وجود دارند، سبب توقف فرایند رسیدگی می‌شوند. اکنون زیست‌شناسان در تلاش‌اند با تغییر در ژن، گیاهان را نسبت به اتیلن غیر حساس کنند.

۸ هر هورمونی که از بافت‌های آسیب‌دیده گیاهان تولید می‌شود

- (۱) در شرایطی می‌تواند سبب از بین رفتن برگ گیاه شود.
- (۲) عامل رسیدن میوه‌ها به حساب می‌آید.
- (۳) مانع رشد جوانه‌های جانبی گیاه می‌شود.
- (۴) روی رشد جوانه‌های رأسی اثر تحریکی دارد.

۹ نمی‌توان گفت هورمونی که مانع رویش جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود

- (۱) می‌تواند اثر مشابه با اکسین روی جوانه‌ها داشته باشد.
- (۲) به دنبال بروز شرایط نامساعد محیطی مثل کاهش رطوبت، بیشتر تولید می‌شود.
- (۳) شرایط تولید مشابه با هورمون محرک ریزش برگ و میوه دارد.
- (۴) به ورود یون‌های سدیم و کلر و همچنین ساکارز به یاخته‌های لوبیایی شکل کمک می‌کند.

گفتار ۲ پاسخ به محیط

شاید توجه کرده باشید که درختان با کاهش سرما گل می‌دهند، یا اینکه گلبرگ‌های بعضی گیاهان در شب بسته می‌شوند. آیا می‌توانید مثال‌های دیگری نیز دربارهٔ پاسخ گیاهان به شرایط محیطی ارائه دهید؟ در ادامه انواعی از این پاسخ‌ها را بررسی می‌کنیم.

زیست‌شناسی ۲



پاسخ به نور

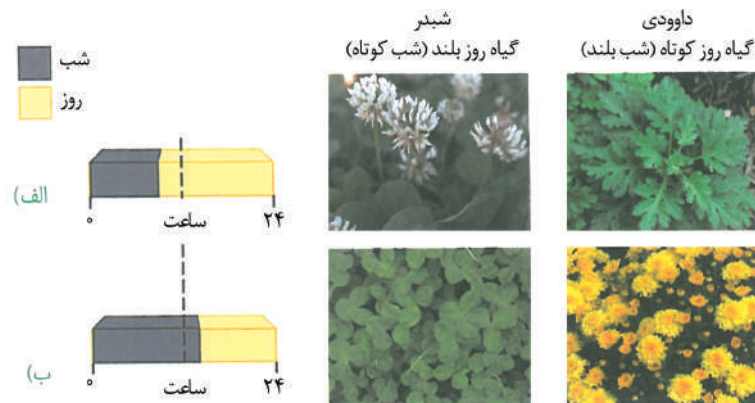
نور فرایندهای متفاوتی مثل گلدهی گیاهان را تنظیم می‌کند.

گل‌دهی در گیاهان

گیاه هنگامی گل می‌دهد که سرلاد رویشی که در جوانه قرار دارد، به سرلاد گل یا زایشی تبدیل شود. این تبدیل به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است.

زیست‌شناسی ۲

گیاهان را براساس نیاز به نور، برای گل‌دهی در سه دسته روز کوتاه، روز بلند و بی‌تفاوت قرار می‌دهند. گیاه داوودی در روزهای کوتاه پاییز گل می‌دهد. در واقع این گیاه برای گل دادن به شب‌های طولانی نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی کمتر نباشد. شبدر که در تابستان گل می‌دهد، روز بلند است. این گیاه برای گل دادن به شب‌های کوتاه نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی بیشتر نباشد (شکل ۱۲). آگاهی از تأثیر نور بر گل‌دهی به پرورش‌دهندگان گل امکان داد تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همه فصل‌ها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند. به هر حال گل دادن بعضی گیاهان وابسته به طول شب و روز نیست. چنین گیاهانی را بی‌تفاوت می‌نامند؛ گیاه گوجه فرنگی از این گروه است.



شکل ۱۲ - گل‌دهی در گیاه روز بلند و روز کوتاه

فعالیت ۴

با توجه به شکل مقابل و شکل ۱۲ - ب توضیح دهید که شکستن شب با یک جرقه نوری چه تأثیری بر گل‌دهی گیاه روز کوتاه دارد.

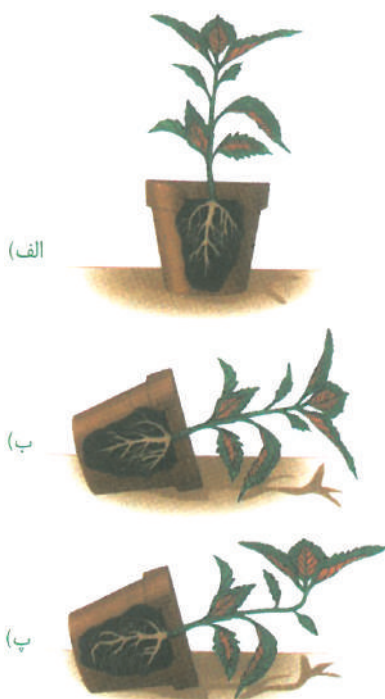


پاسخ به دما

گیاهان هر دمایی را نمی‌توانند تحمل کنند. مثلاً سرمای شدید می‌تواند مانع از رویش دانه‌ها و جوانه‌ها شود. برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ریزد و جوانه‌ها با برگ‌های پولک ماندنی حفظ می‌شوند.

دیدیم که گیاهان برای گل دادن نیازهای نوری متفاوتی دارند. بعضی گیاهان برای گل دادن نیاز به گذراندن یک دوره سرما نیز دارند. مثلاً برای نوعی گیاه گندم مشاهده شده است که اگر بذر آن را مرطوب کنیم و در سرما قرار دهیم، دوره رویشی آن کوتاه می‌شود و زودتر گل می‌دهد. کشف این ویژگی در گیاهان، امکان بهره‌برداری از زمین‌هایی را فراهم کرد که اکثر سال با برف و یخ پوشیده شده‌اند.

شکل ۱۳ - تأثیر گرانش زمین بر جهت رشد ریشه و ساقه



۱۰ چند مورد می‌تواند از اثرات کاهش دما روی گیاهان باشد؟

(الف) حفاظت از جوانه‌های گیاه

(ب) تغییر مدت زمان دورهٔ رویشی گیاه

(ج) ممانعت از گل‌دهی در گیاه شبدر

(د) توقف فعالیت لایه جداکننده دمبرگ

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ به گرانش زمین

آیا گرانش زمین بر جهت رشد ساقه و ریشه اثر دارد؟ به شکل ۱۳ نگاه کنید. همان‌طور که می‌بینید ساقه در خلاف جهت گرانش و ریشه در جهت گرانش زمین رشد می‌کند. رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه به گرانش زمین، زمین‌گرایی نامیده می‌شود.

پاسخ به تماس

در شکل ۱۴ مثال‌هایی از پاسخ گیاهان به تماس را مشاهده می‌کنید. شاید بعضی گیاهان را دیده باشید که به دور گیاهان دیگر یا یک پایه می‌پیچند. مثلاً ساقهٔ درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می‌پیچد. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد. ضربه زدن به برگ گیاه حساس، باعث تا شدن برگ می‌شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در قاعدهٔ برگ قرار دارند. برگ تله مانند گیاه گوشت‌خوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آنها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.



(الف)



(ب)

(ب)

شکل ۱۴ الف) پیچش ساقهٔ مو،
(ب) روی هم تا شدن برگچه‌های گیاه حساس،
(پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت‌خوار با برخورد حشره.

پاسخ‌هایی از جنس دفاع

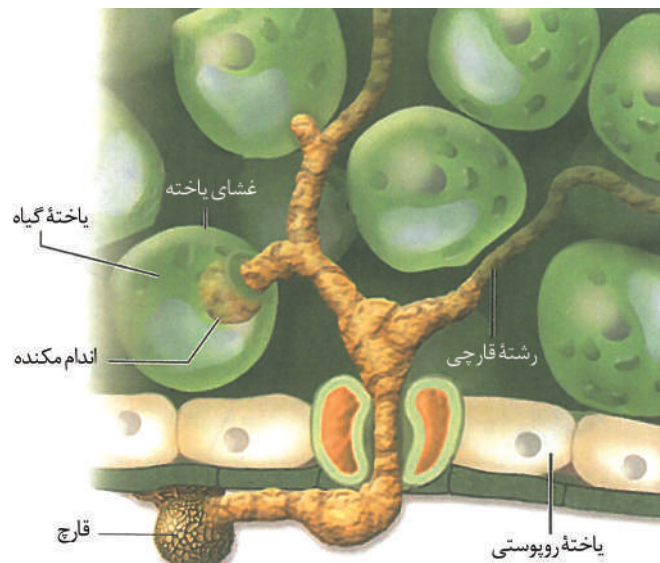
گیاهان در معرض هجوم عوامل بیماری‌زا و جانوران گیاه‌خوار قرار دارند. شاید نام بیماری‌هایی مانند زنگ گندم یا سیاهک گندم را شنیده باشید. این عوامل سبب تخریب محصولات کشاورزی می‌شوند. به هر حال گیاهان در برابر آنها بی‌دفاع نیستند و با تولید برخی عوامل شیمیایی، در برابر آنها از خود دفاع می‌کنند.

تلاش برای جلوگیری از ورود

می‌دانید روپوست، خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در بخش‌های جوان گیاه است و در بخش‌های هوایی گیاه با پوست پوشیده شده است. نقش پوست را به یاد دارید؟

حفاظت از گیاه

پوست تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری‌زا به گیاه می‌شود. همچنین دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره به سخت شدن آن و در نتیجه افزایش توان این سد فیزیکی کمک می‌کند. با این حال عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از منفذ روزه‌ها یا فضای بین یاخته‌ها از این سد بگذرند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ - پوست، سدی در برابر ورود عوامل بیماری‌زاست.

دفاع گیاهان

بافت چوب‌پنبه نیز در اندام‌های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانعی در برابر عوامل آسیب رسان است.

دفاع گیاهان

کرک و خار نیز در دفاع از گیاهان نقش دارند (شکل ۱۶). مثلاً حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت کنند؛ همچنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیر ممکن می‌شود.



(ب)



(الف)

شکل ۱۶ - الف) خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ گیاهخواران حفظ می‌کنند.

ب) مواد چسبناک در سطح گیاه که به حشره چسبیده‌اند.

زیست‌شناسی ۲



بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آنها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن‌قدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با سخت شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است (شکل ۱۷).

شکل ۱۷ - سنگواره تشکیل شده از ترشحات گیاه و حشره

دفاع شیمیایی: گیاهان ترکیباتی تولید می‌کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاه خواران می‌شوند. ترکیبات سیانیددار از این گروه‌اند که در تعدادی از گونه‌های گیاهی ساخته می‌شوند. سیانید تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند.

آلکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.

اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می‌کند و جانور از خوردن دوباره آن پرهیز می‌کند. جالب است که چنین ترکیباتی برای خود گیاه مرگبار نیستند؛ به نظر شما گیاه با چه سازوکاری خود را در برابر این ترکیبات حفظ می‌کند؟ مشخص شده است که گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر این مواد بر فرایندهای یاخته‌ای خود دارند. یکی از این سازوکارها تولید ترکیباتی است که در خود گیاه سمی نیستند؛ بلکه در لوله گوارش جانوران تجزیه و به ماده سمی تبدیل می‌شوند. مثلاً گیاه ترکیب سیانید داری می‌سازد که تأثیری بر تنفس یاخته‌ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمی است از آن جدا می‌شود.

مرگ یاخته‌ای

مرگ یاخته‌ای یکی دیگر از پاسخ‌های دفاعی در گیاهان است. فرض کنید نوعی ویروس بیماری‌زا توانسته است به گیاه نفوذ کند. ورود ویروس در گیاه فرایندهایی را به راه می‌اندازد که نتیجه آن، مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آنها با بافت‌های سالم است. در نتیجه ویروس نمی‌تواند در بافت‌های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدا می‌کند تا با سازوکارهای دیگری مانند تولید ترکیبات ضد ویروس با آن مقابله کند (شکل ۱۸). در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیله آنزیم‌های خود گوارش

می‌شود. سالیسیلیک اسید که از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاخته گیاهی آلوده، این

ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.



شکل ۱۸ - با مرگ یاخته‌ها ارتباط یاخته‌های آلوده با سالم قطع می‌شود.



شکل ۱۹ - این مورچه‌ها در حقیقت از محل زندگی خود محافظت می‌کنند.

به شکل ۱۹ نگاه کنید! انبوهی از مورچه‌ها به حشره‌ای که قصد خوردن برگ‌های درخت آکاسیا را دارد، هجوم برده‌اند. بعید است که حشره بتواند از حمله‌های مرگبار این مورچه‌ها جان سالم به در برد. دیده شده است که این مورچه‌ها حتی به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله می‌کنند. گیاهان دارزی، گیاهانی‌اند که روی درختان رشد می‌کنند. جالب است که گرده‌افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست. چه چیزی مانع از حمله مورچه‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود؟

مشخص شده است وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌کنند که با فراری دادن مورچه‌ها مانع از حمله آنها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود.

بعضی گیاهان در برابر حمله گیاه‌خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می‌کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود. همین‌طور که در شکل ۲۰ - الف می‌بینید، ۱ نوزاد کرمی شکل حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. ۲ از یاخته‌های آسیب دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که ۳ نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می‌کند. ۴ زنبور ماده‌ای که در آن اطراف زندگی می‌کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی شکل می‌رساند و ۵ روی آن تخم می‌گذارد. ۶ نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم از نوزاد کرمی شکل تغذیه می‌کنند و در نتیجه ۷ نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.



ث) زنبور وحشی در حال تخم‌گذاری روی نوزاد کرمی شکل حشره

شکل ۲۰ - چه روابطی بین این سه جاندار وجود دارد؟

۱۱) گزینه نادرست کدام است؟

- ۱) پوستک همانند لیگنین، سیلیس و پریدرم، مانعی در برابر عوامل آسیب‌رسان به حساب می‌آید.
- ۲) ترکیبات سیانیددار مثل نیکوتین می‌توانند بدون آسیب‌رسانی به گیاه، به گیاه‌خوار آسیب برسانند.
- ۳) سالیسیک اسید نوعی تنظیم‌کننده رشد القاء‌کنندهٔ مرگ یاخته‌ای در گیاهان به شمار می‌رود.
- ۴) حفاظت از گیاه آکاسیا و نیز گردهٔ افشانی آن به کمک جانورانی دارای چشم مرکب صورت می‌پذیرد.

۱۲) نمی‌توان گفت در گیاه تنباکو

- ۱) در سطح پشتی تعدادی از یاخته‌های آندودرمی، چوب‌پنبه تشکیل می‌شود.
- ۲) در برگ همانند ساقه، دستجات آوندی وجود دارد.
- ۳) روزنه‌های آبی در لبه‌های برگ‌ها قرار دارند.
- ۴) روزنه‌های هوایی روی برگ و ساقه‌ها، وجود دارند.