

شاید دیده باشید که 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 این که برگ‌هایشان می‌ریزند. چه عواملی در این پدیده‌ها نقش دارند؟ آیا رشد و نمو گیاهان نیز همانند جانوران تنظیم می‌شود؟

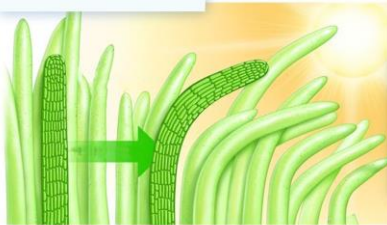
آیا گیاهان به علائمی که از محیط دریافت می‌کنند، پاسخ می‌دهند؟ اگر چنین است، به چه عوامل محیطی واکنش نشان می‌دهند؟

گفتار ۱: تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان

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؟

رشد طولی یاخته در سمت سایه
بیش‌تر از سمت روبه‌نور است



رشد جهت‌دار
اندام‌های گیاه در
پاسخ به نور یک
جانبه را **نورگرایی**
نامیدند.



شکل ۱- خم شدن گیاهان به سمت نور.

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، به نظر شما کدام یک از سطوح داخلی یا بیرونی آن رشد بیش‌تری دارد؟



تست ۱: کدام گزینه در مورد آزمایشات مربوط به پدیده

نورگرایی نادرست است؟ (مدارس برتر ۹۷)

(۱) در آزمایش داروین وقتی پوشش مات بر روی نوک دانه رست قرار داشت، خمیدگی رخ نمی‌داد.

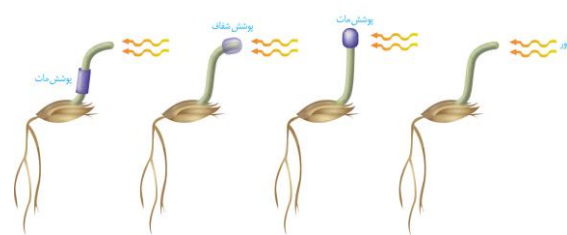
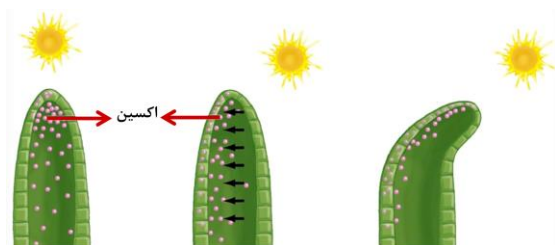
(۲) اگر قطعه آگار معمولی روی دانه رستی که نوک آن قطع شده قرار گیرد، دانه رست خم نمی‌شود.

(۳) در آزمایش داروین وقتی پوشش شفاف بر روی نوک دانه رست قرار داشت، خمیدگی رخ می‌داد.

(۴) خم شدن دانه رست به معنی تولید بیش‌تر اکسین در طرف دور از نور (سایه) است.

پاسخ: گزینه «۴»

خم شدن دانه رست به معنی تجمع بیش‌تر اکسین در طرف دور از نور یا سایه می‌باشد، نه تولید آن، زیرا اکسین در نوک دانه رست تولید می‌شود.



شکل ۲- آزمایش داروین‌ها با دانه رست چمن. دانه رست در

نور همه جانبه به‌طور مستقیم رشد می‌کند.

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 داده اند. 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).

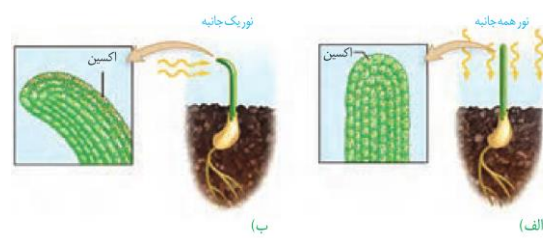
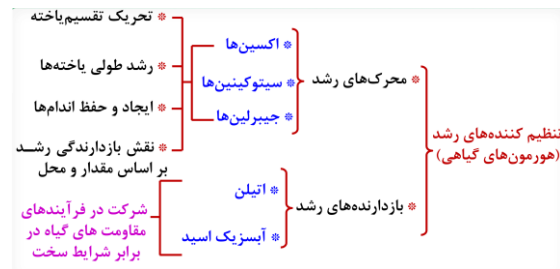


شکل ۳- ماده‌ای در نوک دانه رست وجود دارد که عامل خم

شدن آن در برابر نور یک جانبه است.

خم شدن دانه رست به معنای اختلاف اندازه یاخته‌های دو طرف آن است. مشاهده‌های میکروسکوپی نیز نشان داد که رشد طولی یاخته‌ها در سمت سایه بیش‌تر از یاخته‌هایی است که در سمت رو به نور قرار دارند. نور یک جانبه باعث جابه جایی 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 یاخته‌ها 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.

در نتیجه بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفیگاه مبارزان بود و نیز زمین‌های کشاورزی آن‌ها از بین رفت که نتیجه آن، اتمام



شکل ۴- تابش نور سبب تجمع اکسین در سمت سایه می‌شود.

محرک‌های رشد

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

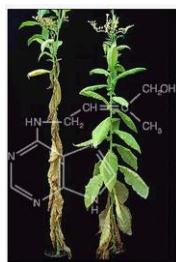
اکسین‌ها

اکسین با افزایش رشد طولی یاخسته‌ها، سبب افزایش طول ساقه می‌شود. اکسین ریشه‌زایی را تحریک می‌کند؛ بنابراین، برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود (شکل ۵). اکسین‌ها را برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و 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، گیاهان دو لپه‌ای را از بین می‌برند؛ بنابراین، آن‌ها را برای ساختن سموم کشاورزی به منظور از بین بردن گیاهان خودرو در مزارعی مانند مزرعه گندم، به کار بردند. 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.



سیتوکینین‌ها

- * هورمون جوانی
- * هورمون ساقه‌زایی
- * تحریک تقسیم یاخته‌ای
- * نقش
- * تأخیر در پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه

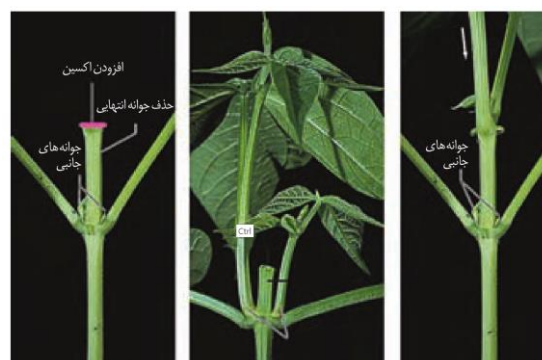
جنگ به نفع امریکایی‌ها بود. تولید عامل نارنجی با اتمام این جنگ، ممنوع شد؛ اما چند دهه طول کشید تا جنگ‌ها احیا شوند. سلطان و تولد نوزادان با نقص‌های مادرزادی از اثرهای این ماده بود.

سیتوکینین‌ها: هورمون جوانی

سیتوکینین‌ها با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. به همین علت با افشانه کردن سیتوکینین روی برگ و گل‌ها آن‌ها را تازه نگه می‌دارند. سیتوکینین‌ها هورمون ساقه زایی نیز نامیده می‌شوند. به کارگیری این هورمون در کشت بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته می‌شود.

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. همان طور 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 مانع از رشد آن‌ها می‌شود.



(پ) حذف جوانه انتهایی

(ب) ایجاد شاخه‌های جدید

(الف) رشد کم جوانه‌های جانبی

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

فعالیت ۱: شکل روبه‌رو تمایز ریشه و ساقه را از یک توده یاخته تمایز نیافته یا همان کال در حضور مقدار متفاوت اکسین و سیتوکینین، در محیط کشت نشان می‌دهد. از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

جوانه انتهایی

- * اگر باشد
- * اکسین وارد جوانه‌های جانبی می‌شود.
- * اتیلن در جوانه جانبی زیاد تولید می‌شود.
- * مهار رشد جوانه‌های جانبی = چیرگی رأسی
- * مقدار اکسین جوانه‌های جانبی کاهش می‌یابد.
- * اگر نباشد
- * مقدار سیتوکینین جوانه‌های جانبی زیاد می‌شود.
- * رشد جوانه‌های جانبی = شاخه و برگ‌های بیش‌تر



تست ۲: به دنبال هرس کردن جوانه انتهایی، هورمونی

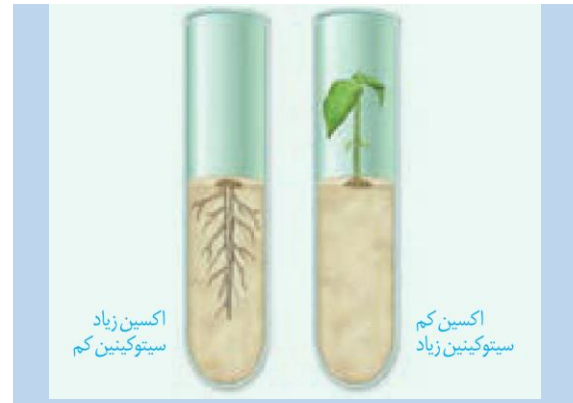
در جوانه‌های جانبی زیاد می‌شود که می‌تواند

(مدارس برتر ۹۷)

- ۱) موجب تأخیر در پیر شدن اندام‌های هوایی شود.
- ۲) سبب تمایز یاخته‌های کال برای ریشه‌زایی شود.
- ۳) در خمیدگی دانه‌رست‌های چمن نقش داشته باشد.
- ۴) از نوعی قارچ آلوده‌کننده برنج استخراج شود.

پاسخ: گزینه «۱»

با هرس کردن سرشاخه‌ها و قطع جوانه انتهایی یا رأسی، میزان اکسین کاهش می‌یابد که این امر موجب افزایش سیتوکینین در جوانه‌های جانبی می‌شود. سیتوکینین پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازد.



جیبرلین‌ها: تلاش برای رفع مشکل

کشف جیبرلین‌ها حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه رست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند. 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 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 در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه‌ها نقش دارند؛ این هورمون گیاهی را برای تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها به کار می‌برند (شکل ۷).



الف) افزایش طول ساقه ب) درشت شدن میوه

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

جیبرلین‌ها و رویش بذر غلات: رویان غلات در هنگام رویش

دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. این هورمون بر خارجی ترین لایه آندوسپرم اثر می‌گذارد و سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود (شکل ۸). این آنزیم‌ها دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می‌کنند.



تست ۳: چند مورد در ارتباط با هورمون‌های گیاهی درست است؟ (مدارس برتر ۹۷)

الف) لایه گلوتن دار دانه در حال رویش به مقدار فراوانی جیبرلین تولید می کند.

ب) هورمون آبسیزیک اسید، سبب ورود مقادیر فراوانی یون پتاسیم به یاخته‌های نگهبان روزنه می‌شود.

(پ) در پاسخ به افزایش اکسین به اتیلن در برگ، لایه جداکننده در دمبرگ پدید می‌آید.

ت) عامل نارنجی نوعی اکسین است که برای از بین بردن گیاهان دولپه‌ای استفاده می‌شود.

(۱) صفر (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۲

یاسخ: گزینہ «۱»

همه موارد نادرست هستند.

بررسی موارد:

مورد «الف»: هورمون جیبرلین در روپان تولید می‌شود نه لایه گلوتن‌دار.

مورد «ب»: ورود مقادیر فراوان از یون پتاسیم به یاخته و جذب آب به دنبال آن سبب باز شدن روزنه می‌شود. در حالی‌که آبسیزیک اسید سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود.

مورد «پ»: افزایش میزان اتیلن به اکسین (نه اکسین به اتیلن) صحیح است.

مورد «ت»: عامل نارنجی مخلوطی از اکسین‌ها است.



تست ۴: در دانه غلات، لایه گلوتن‌دار، حاصل تقسیم تخم است که در پاسخ به GA آزاد می‌کند.

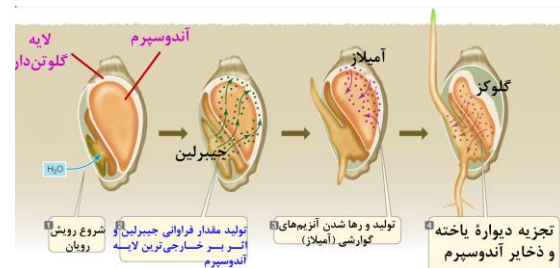
(مدارس برتر ۹۷)

- (۱) ضمیمه - آمیلاز (۲) اصلی - آمیلاز
- (۳) ضمیمه - گلوکز (۴) اصلی - گلوکز

پاسخ: گزینه «۱»

لایه گلوتن‌دار خارجی‌ترین لایه آندوسپرم است که از تقسیمات تخم ضمیمه به‌وجود می‌آید. این لایه در پاسخ به جیبرلین (GA) آنزیم‌های گوارشی نظیر آمیلاز را تولید و رها می‌کند.

نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز به گلوکز مورد نیاز برای رشد روپان تجزیه می‌شود.



شکل ۸- جیبرلین‌ها در تجزیه ذخایر روپان غلات نقش دارند.

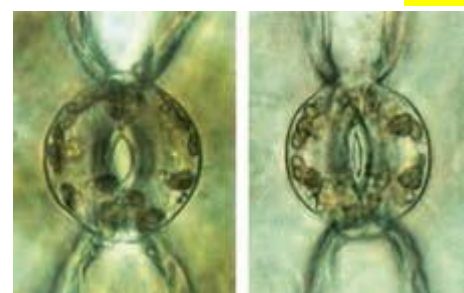
GA: جیبرلیک اسید

بازدارنده‌های رشد

آبسزیک اسید و اتیلن دو تنظیم‌کننده رشدند که در فرایندهای مربوط به مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه‌ها، ریزش برگ و میوه نقش دارند.

آبسزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد

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



روزنه باز روزنه بسته

شکل ۹- حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه‌ها.

اتیلن: رسیدن میوه‌ها

شاید شما هم شنیده باشید که برای رسیدن میوه‌های نارس می‌توانید در پاکت میوه‌ها، یک سیب یا موز رسیده قرار دهید.



تست ۵: حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی، کشف هورمونی بود که عملی مخالف با هورمونی داشت که نقش دارد.

(مدارس برتر ۹۷)

- (۱) در درشت کردن میوه
- (۲) تولید میوه‌های بدون دانه
- (۳) در افزایش فعالیت اکسیژنازی روبیسکو
- (۴) در ریشه‌زایی کال

پاسخ: گزینه «۳»

منظور هورمون آبسزیک اسید که در رویش دانه برخلاف هورمون جیبرلین عمل می‌کند آبسزیک اسید ژبا بستن روزنه و کاهش ورود CO_2 به گیاه، فعالیت اکسیژنازی روبیسکو را افزایش می‌دهد.

اتیلن

- * گازی است که از سوخت‌های فسیلی نیز می‌شود.
- * مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. (یکی از دلایل خراب شدن میوه‌ها هنگام ذخیره یا انتقال)
- * میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌کنند. (قرار دادن موز کنار سیب)
- * نقش
- * عامل چیرگی رأسی
- * ریزش برگ

از میوه رسیده چه چیزی خارج می‌شود که باعث رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود؟

دانشمندان در پژوهش‌های خود دریافتند که از میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌شود و مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. اتیلن گازی است که از سوخت‌های فسیلی نیز رها می‌شود. سال‌ها قبل از آنکه دانشمندان بدانند گیاهان اتیلن تولید می‌کنند، معلوم شده بود که اتیلن حاصل از سوخت‌های فسیلی باعث ریزش برگ درختان می‌شود. اتیلن در ریزش میوه نیز نقش دارد. بافت‌های آسیب‌دیده گیاهان نیز اتیلن تولید می‌کنند. گاهی میوه‌ها را نارس می‌چینند و زمانی که می‌خواهند آن‌ها را در بازار پخش کنند، به مدت مشخصی، در محیط اتیلن دار 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.

رد پای اتیلن در چیرگی رأسی

دیدید که اکسین، عامل چیرگی رأسی است و مانع رشد جوانه‌های جانبی در حضور جوانه رأسی یا انتهایی می‌شود. 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

 **تست ۶:** کدام گزینه، عبارت زیر را به‌طور نامناسب کامل می‌کند؟

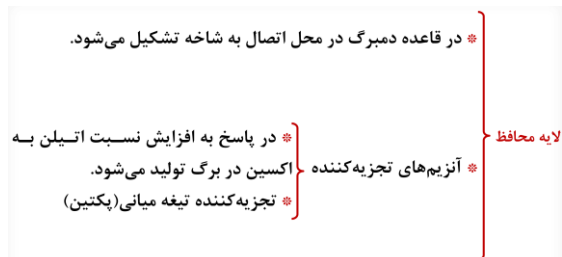
(مدارس برتر ۹۷)

«نوعی از ترکیبات تنظیم‌کننده رشد گیاهی که باعث می‌شود، برای مورد استفاده قرار می‌گیرد.»

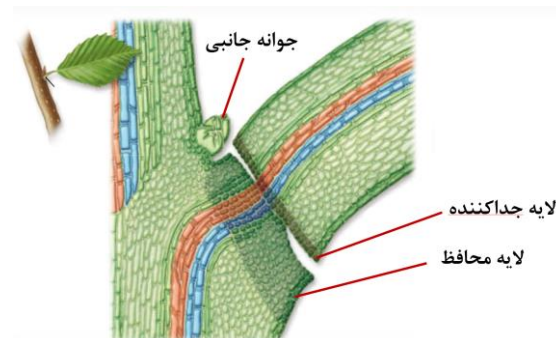
- ۱) رویش دانه‌ها- درشت کردن بعضی میوه‌ها
- ۲) طویل شدن ساقه- تولید میوه‌های بدون دانه
- ۳) شادابی شاخه‌های گل- تشکیل ساقه از سلول‌های تمایز نیافته
- ۴) حفظ آب در گیاهان تحت تنش خشکی- تازه نگه‌داشتن برگ‌ها

پاسخ: گزینه «۴»

آبسازیک اسید، موجب حفظ آب در گیاهان تحت تنش خشکی می‌شود، در حالی‌که تازه نگه‌داشتن گل‌ها توسط هورمون سیتوکینین صورت می‌گیرد. گزینه‌های «۱» و «۲» مربوط به هورمون جیبرلین و گزینه «۳» مربوط به هورمون سیتوکینین است.



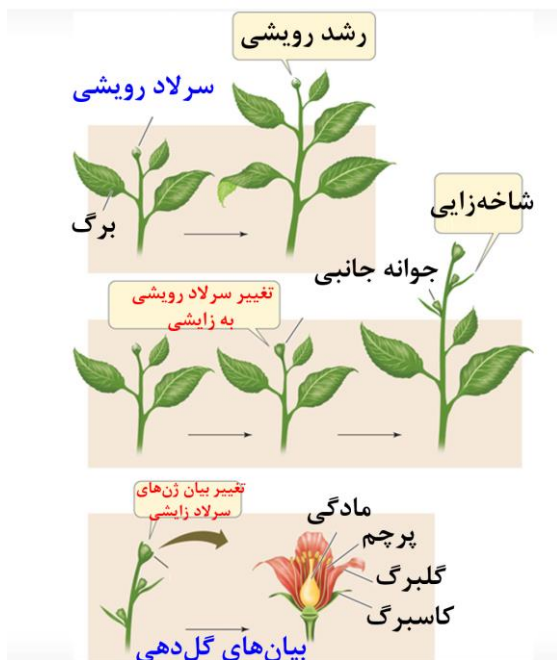
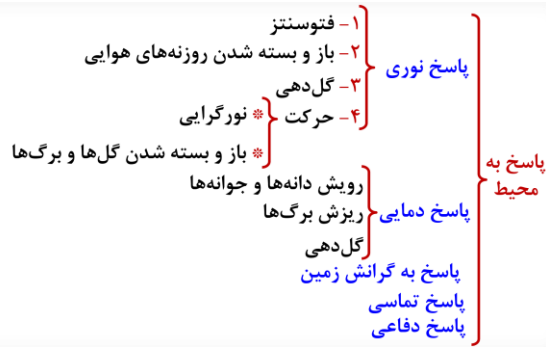
قاعده دمبرگ در محل اتصال به شاخه، لایه جداکننده تشکیل می‌شود. یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. بعد از ریزش برگ، با چوب پنبه‌ای شدن یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایه محافظی 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.

فعالیت ۲: 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 غیرحساس کنند. به نظر شما این ایده برای گیاهان میوه دار مناسب است؟ برای پاسخ خود دلیل ارائه دهید.

فعالیت ۳: با توجه به این‌که فرمول شیمیایی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده است، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته می‌شوند و برای تولید و نگهداری محصولات کشاورزی به کار می‌روند. به نظر شما آیا این ترکیبات می‌توانند سلامت انسان و محیط زیست را تهدید کنند؟



تست ۷: در فصلی که به‌طور طبیعی گل می‌دهد، اگر با یک جرعه نور شب شکسته شود، الگوی گل‌دهی تغییر می‌کند و

- (۱) شبدر - داوودی - گل می‌دهد.
- (۲) داوودی - شبدر - گل نمی‌دهد.
- (۳) شبدر - داوودی - گل می‌دهد.
- (۴) داوودی - شبدر - گل می‌دهد.

پاسخ: گزینه «۴»

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 درباره پاسخ گیاهان به شرایط محیطی ارائه دهید؟ در ادامه انواعی از این پاسخ‌ها را بررسی می‌کنیم.

پاسخ به نور

دیدیم که ساقه به سمت نور یک جانبه خم می‌شود. آیا پاسخ ریشه به نور یک جانبه، همانند ساقه است؟

فعالیت ۴: الف) پیش‌بینی می‌کنید که پاسخ ریشه به نور یک جانبه چه باشد؟

ب) برای بررسی درستی پیش‌بینی خود، آزمایشی طراحی کنید.

پ) آزمایشی را که طراحی کرده‌اید با چند گیاه انجام و نتیجه را گزارش دهید.

می‌دانید که نقش نور در گیاهان، حیاتی است؛ اما نور افزون بر نقشی که در فتوسنتز دارد، فرایندهای متفاوتی را در گیاهان تنظیم می‌کند. گل‌دهی یکی از این فرایندهاست که در ادامه به آن می‌پردازیم.

گل‌دهی در گیاهان

گیاهانی که در محل زندگی خود می‌بینید، در چه فصل یا فصل‌هایی گل می‌دهند؟ چرا بعضی گیاهان در فصلی خاص و بعضی در همه فصل‌ها گل می‌دهند؟ اگر بخواهیم گیاهی را که در تابستان گل می‌دهد، مثلاً در پاییز وادار به گل‌دهی کنیم، آن را باید در چه شرایطی قرار دهیم؟

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. گیاهان را براساس نیاز به نور، برای گل‌دهی در سه دسته روز کوتاه، روز بلند و بی تفاوت 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 کم تر 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



تست ۸: با شکستن شب‌های پاییزی به کمک جرقة نور می‌توان سبب تغییر سرلاد در گیاه شد.

(مدارس برتر ۹۷)

- (۱) رویشی به سرلاد زایشی - شبدر
- (۲) رویشی به سرلاد زایشی - داوودی
- (۳) زایشی به سرلاد رویشی - داوودی
- (۴) زایشی به سرلاد رویشی - گوجه فرنگی

پاسخ: گزینه «۱»

گیاه زمانی گل می‌دهد که سرلاد رویشی در جوانه به سرلاد زایشی تبدیل شود. در پاییز شکستن شب موجب گل‌دهی گیاه شبدر می‌شود.

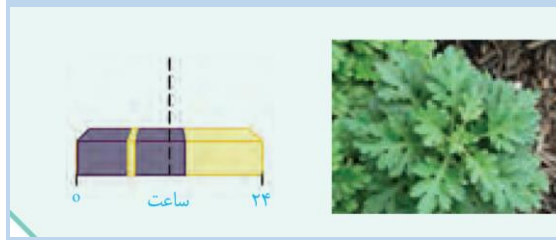
تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همه فصل‌ها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.

به هر حال گل دادن بعضی گیاهان وابسته به طول شب و روز نیست. چنین گیاهانی را **بی تفاوت** می‌نامند؛ گیاه گوجه‌فرنگی از این گروه است.



شکل ۱۲- گل‌دهی در گیاه روزبلند و روزکوتاه.

فعالیت ۵: با توجه به شکل مقابل و شکل ۱۲- ب- توضیح دهید که شکستن شب با یک جرقة نوری چه تأثیری بر گل‌دهی گیاه روزکوتاه 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.

پاسخ به گرانش زمین

آیا گرانش زمین بر جهت رشد ساقه و ریشه اثر دارد؟ به شکل

۱۳ نگاه کنید. همان طور که می‌بینید ساقه در خلاف جهت

گرانش و ریشه در جهت گرانش زمین رشد می‌کند. رشد



تست ۹: در کدام حرکت‌های زیر رشد نابرابر اندام دیده

(مدارس برتر ۹۷)

نمی‌شود؟

- (الف) پیچش ساقه مو
- (ب) زمین‌گرایی
- (پ) تا شدن گیاه حساس
- (ت) بسته شدن برگ گیاه گوشتخوار
- (۱) «الف» و «ب» (۲) «پ» و «ت»
- (۳) «ب» و «ت» (۴) «الف» و «ت»

پاسخ: گزینه «۲»

تا شدن برگ گیاه حساس و بسته شدن برگ گیاه گوشتخوار پاسخ به تماس هستند که با رشد همراه نیستند.



تست ۱۰: کدام عبارت در ارتباط با پاسخ گیاهان به

محرک‌های خارجی درست است؟ (مدارس برتر ۹۷)

(۱) ریشه در حال رویش برخلاف ساقه در حال رویش زمین‌گرایی دارد.

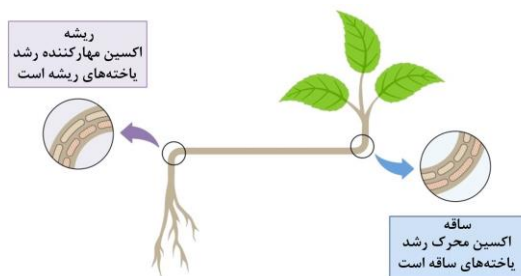
(۲) در ساقه در حال رویش گیاه مو، رشد یاخته‌هایی که با تکیه‌گاه برخورد دارند، بیش‌تر است.

(۳) سنگواره گیاهی به دنبال نوعی پاسخ دفاعی در برابر زخم ایجاد می‌شود.

(۴) حلقه سوم همه گل‌ها در پاسخ به تاریکی بسته می‌شوند.

پاسخ: گزینه «۳»

با توجه به شکل ۱۳، صفحه ۱۴۷ کتاب زیست‌شناسی یازدهم، ریشه برخلاف ساقه زمین‌گرایی مثبت دارد و ساقه زمین‌گرایی منفی دارد، نه این‌که زمین‌گرایی نداشته باشد. رشد ساقه مو در محل تماس کم می‌شود. سنگواره گیاهی می‌تواند به دنبال زخم در گیاه و ترشح ترکیباتی ایجاد شود. گلبرگ‌های بعضی از گیاهان در شب بسته می‌شوند؛ گلبرگ حلقه دوم گل را تشکیل می‌دهد (نه سوم).



وابسته به رشد: پیچش
پاسخ به تماس
مستقل از رشد
 حرکت برگچه‌های گیاه حساس
 حرکت برگ گیاه گوشت‌خوار

جهت‌دار اندام‌های گیاه به گرانش زمین، **زمین‌گرایی** نامیده می‌شود. می‌توانید با طراحی و اجرای آزمایش‌هایی، زمین‌گرایی را در انواعی از دانه رست‌ها بررسی کنید.



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

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 **ساقه 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 قاعده 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.



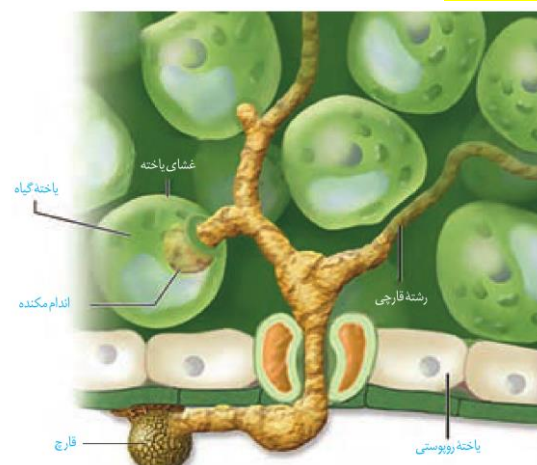
شکل ۱۴- (الف) پیچش ساقه مو، (ب) روی هم تا شدن برگچه‌های گیاه حساس، (پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت‌خوار با برخورد حشره.

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. به نظر شما گیاهان چگونه از خود دفاع می‌کنند؟

تلاش برای جلوگیری از ورود

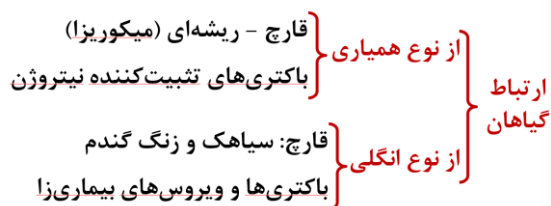
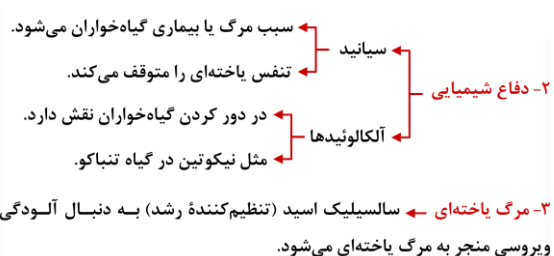
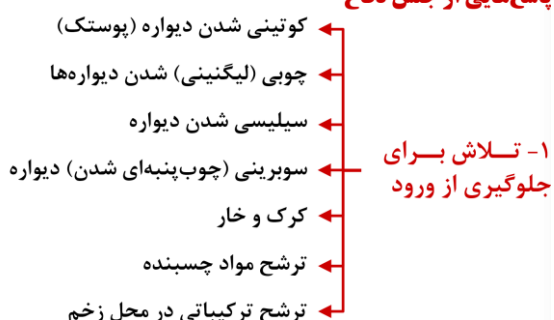
می‌دانید **روپوست**، خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در بخش‌های جوان گیاه است و در بخش‌های هوایی گیاه با **پوستک** پوشیده شده است. نقش پوستک را به یاد دارید؟ پوستک تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری‌زا به گیاه می‌شود. همچنین دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند **لیگنین** 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 روزنه‌ها** یا **فضای بین یاخته‌ها** از این سد بگذرند (شکل ۱۵).



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

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

پاسخ‌هایی از جنس دفاع





تست ۱۱: کدام مورد از پاسخ‌های دفاعی گیاهی از نظر

طبقه‌بندی با بقیه موارد متفاوت است؟ (مدارس برتر ۹۷)

(۱) کانی‌شدن دیوارهٔ یاخته‌ای

(۲) رشد پسین

(۳) ایجاد کرک و خوار

(۴) تولید آلکالوئید

پاسخ: گزینه «۴»

تولید آلکالوئید از نوع دفاع شیمیایی است؛ اما در سه گزینهٔ دیگر نوع دفاع از نوع تلاش برای جلوگیری از ورود است.



شکل ۱۶- الف) خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ

گیاهخواران حفظ می‌کنند.

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

بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آن‌ها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن قدر 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- سنگوارهٔ گیاهی

دفاع شیمیایی: گیاهان ترکیباتی تولید می‌کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاهخواران 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.



تست ۱۲: چند مورد صحیح است؟ (مدارس برتر ۹۷)

الف) هر نفوذ رشتهٔ قارچی به درون یاختهٔ گیاهی، منجر به رابطهٔ انگلی می‌شود.

ب) همهٔ گیاهان دارزی، گیاهانی انگل و فاقد سبز دیسه هستند.

پ) لیگنینی شدن می‌تواند مانع از نفوذ میکروب شود.

ت) با قطع کرک‌های برگ گیاه گوشتخوار، گیاه در ساخت پروتئین‌های خود دچار مشکل می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: گزینه «۲»

موارد «پ» و «ت» صحیح هستند.

بررسی موارد:

مورد «الف»: برای قارچ ریشه‌ای صادق نیست.

مورد «ب»: گیاهان دارزی، گیاه انگل نیستند.

مورد «پ»: وجود ترکیبی نظیر لیگنین، سبب سخت شدن دیواره و در نتیجه افزایش این سد فیزیکی است.

مورد «ت»: قطع کرک‌های برگ‌های تله‌مانند گیاه گوشتخوار حساسیت آن را در به دام انداختن حشره از بین می‌برد که در نتیجه، امکان به دام انداختن حشره و استفاده از نیتروژن آن جهت پروتئین‌سازی دچار اشکال می‌شود.



تست ۱۳: ترکیبات سیانیددار تولید شده در گیاهان موجب تولید ATP و مصرف اکسیژن در گیاه‌خواران می‌شود. (مدارس برتر ۹۷)

(۱) کاهش - کاهش (۲) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش (۴) افزایش - افزایش

پاسخ: گزینه «۱»

ترکیبات سیانیددار در بدن جانوران گیاه‌خوار منجر به آزاد شدن سیانید می‌شود. سیانید واکنش‌هایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به O_2 را مهار و باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود. سپس موجب کاهش مصرف اکسیژن و کاهش تولید ATP خواهد شد.



تست ۱۴: سالیسیلیک اسید جیبرلین

(مدارس برتر ۹۷)

(۱) برخلاف - جزو تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است.

(۲) همانند - موجب مرگ یاخسته‌های آلوده به ویروس می‌شود.

(۳) همانند - روی پروتئین‌سازی در گیاهان نقش دارد.

(۴) برخلاف - توسط عوامل بیناری‌زای گیاهی تولید می‌شود.

پاسخ: گزینه «۲»

همه هورمون‌های گیاهی (تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی) چه بازدارنده رشد و چه محرک آن، بر روی فرایندهای پروتئین‌سازی در گیاهان اثر دارند.

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 یاخسته‌ای 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 سیانیددار می‌سازد که تأثیری بر تنفس یاخسته‌ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمی است از آن جدا می‌شود.

فعالیت ۶: بعضی گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمی‌اند، از رویش دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می‌کنند. به نظر شما این ویژگی چه نقشی در ماندگاری چنین گیاهانی دارد؟

مرگ یاخسته‌ای

مرگ یاخسته‌ای 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 یاخسته‌های 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 یاخسته‌ای، یاخسته به وسیله آنزیم‌های خود گوارش می‌شود. سالیسیلیک اسید که از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخسته‌ای نقش دارد. یاخسته گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخسته‌ای را القا می‌کند.



شکل ۱۸- با مرگ یاخسته‌ها ارتباط یاخسته‌های آلوده با سالم قطع می‌شود.

جانوران از گیاهان حفاظت 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 می‌کند. 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 گرده افشان 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.



شکل ۱۹- این مورچه‌ها در حقیقت از محل زندگی خود

محافظت می‌کنند.

بعضی گیاهان در برابر حمله گیاه‌خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می‌کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود. همین طور که در شکل ۲۰- الف می‌بینید، نوزاد کرمی شکل حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. از یاخته‌های آسیب‌دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می‌کند. زنبور ماده‌ای که در آن اطراف زندگی می‌کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی شکل



تست ۱۵: برگ درخت آکاسیا برگ گیاه حساس

..... برگچه است. (مدارس برتر ۹۷)

(۱) همانند- دارای (۲) برخلاف- فاقد

(۳) همانند- فاقد (۴) برخلاف- دارای

پاسخ: گزینه «۱»

با توجه به شکل ۱۴-ب، صفحه ۱۴۸ و شکل ۱۹ صفحه ۱۵۱، کتاب زیست‌شناسی یازدهم، برگ‌های هر دو گیاه دارای برگچه هستند.



تست ۱۶: کدام عبارت صحیح است؟

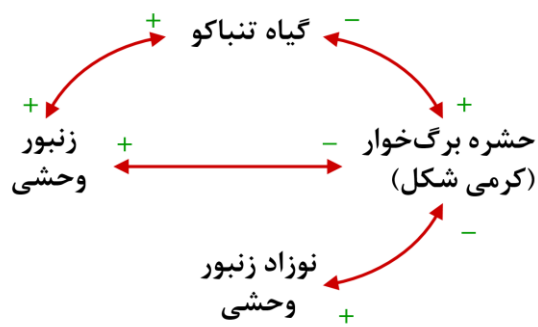
(۱) سالیسیلیک اسید همانند اینترفرون (I) در یاخته‌های آلوده به ویروس تولید می‌شود.

(۲) نوزاد کرمی شکلی که از برگ گیاه تنباکو تغذیه می‌کند توسط نیکوتین از بین می‌رود.

(۳) آکاسیا یک گیاه چند ساله است و گرده‌افشانی آن وابسته به مورچه است.

(۴) بن‌لاد چوب‌پنبه‌ساز در زیر پوست درختان سبب تولید بافت محافظ در گیاه می‌شود.

پاسخ: گزینه «۱»



می‌رساند و روی آن تخم می‌گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج، از تخم از نوزاد کرمی شکل تغذیه می‌کنند و در نتیجه آن را می‌کشند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.



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



ث زنبور وحشی در حال تخم‌گذاری روی نوزاد کرمی شکل حشره

تست ۱۷: کدام رابطه با بقیه تفاوت زیادی دارد؟

(مدارس برتر ۹۷)

- ۱) زنبور با درخت آکاسیا
- ۲) مورچه با درخت آکاسیا
- ۳) نوزاد کرمی شکل حشره با گیاه تنباکو
- ۴) زنبور با گیاه تنباکو

پاسخ: گزینه «۳»

رابطه‌های «۱»، «۲» و «۴» نوعی رابطه همکاری دو طرفه بین حشرات با گیاه هستند در حالی که نوزاد کرمی شکل حشره از گیاه تنباکو تغذیه می‌کند و سبب آسیب رساندن به آن می‌شود.

فعالیت ۷: الف) فردی بر این باور است که امواج صوتی بر رشد و میزان محصول گیاهان تأثیر دارد. آیا شما با این نظر موافق هستید؟ برای تأیید یا رد این نظر چه آزمایشی طراحی می‌کنید؟

ب) نمونه‌هایی از سازوکارهای دفاعی در گیاهان محل زندگی خود و نیز ارتباطهایی که بین آنها و جانوران وجود دارد گزارش کنید.