فصل ۹

پاسخ گیاهان به محرک ها

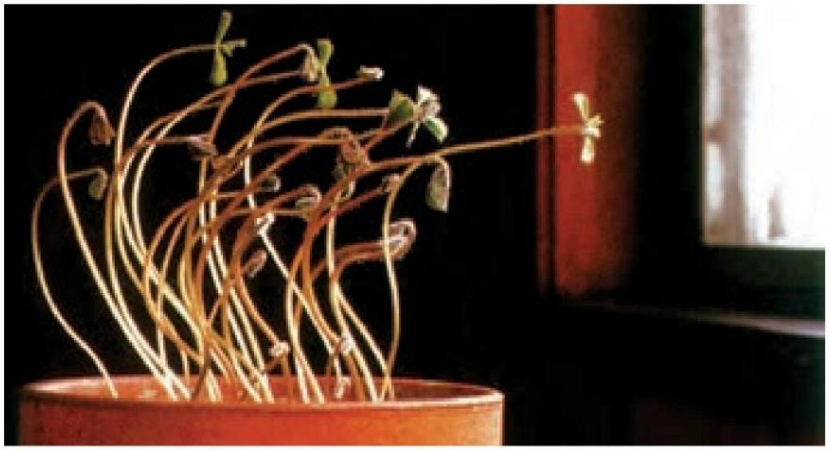
شاید دیده باشید که ساقه به سمت نور و ریشه به سمت زمین رشد می کند. گیاهان با تغییر فصل و در نتیجهٔ تغییر دما و طول روز گل می دهند، برگ های جدید به وجود می آورند یا اینکه برگ هایشان می ریزند. چه عواملی در این پدیده ها نقش دارند؟ آیا رشد و نمو گیاهان نیز همانند جانوران تنظیم می شود؟

آیا گیاهان به علائمی که از محیط دریافت می کنند، پاسخ می دهند؟ اگر چنین است، به چه عوامل محیطی واکنش نشان می دهند؟

www.Alpschool.ir

گفتار ۱ تنظیم کننده‌های 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؟



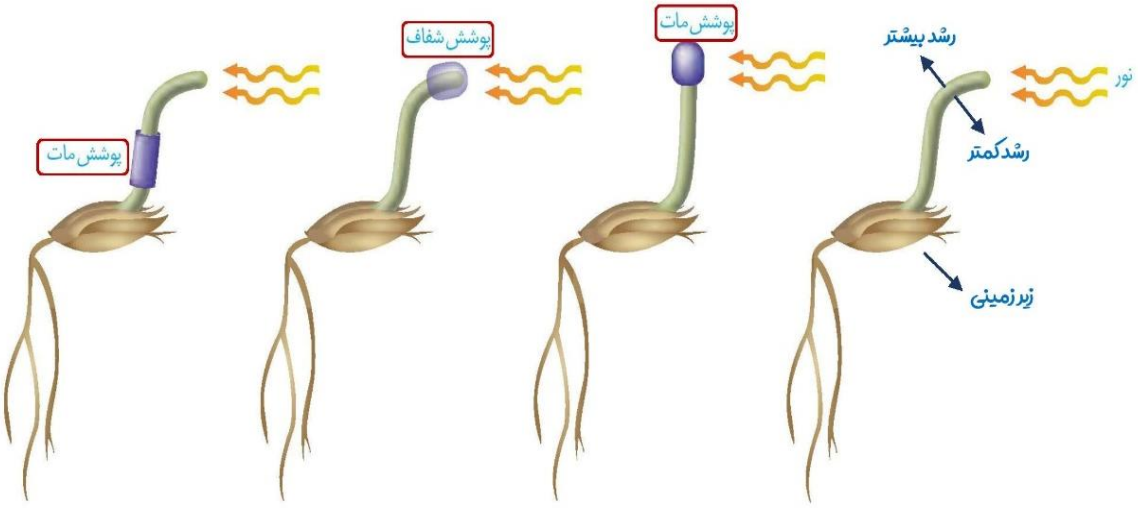
شکل ۱ـ خم شدن گیاهان به سمت نور.

اوّلین آزمایش

خم شدن گیاهان به سمت نور پدیده‌ای رایج در طبیعت است. چارلز داروین که به مطالعهٔ پدیده حرکت در گیاهان علاقه‌مند بود، برای بررسی این موضوع، همراه با پسرش آزمایش‌هایی را با استفاده از دانهٔ رُستِ نوعی گیاه از گندمیان، طراحی و اجرا کرد (شکل ۲). آنها دریافتند دانهٔ رُست 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 دانهٔ رُست به سمت نور یک طرفه، به نظر شما کدام یک از سطوح داخلی یا بیرونی آن رشد بیشتری دارد؟ بیرونی

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

نوعی گندم!!



www.Alpschool.ir

بعدها محققان دیگری با انجام آزمایش‌هایی، نشان دادند که عامل خم شدن دانه‌رُست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد. به شکل ۳ توجه کنید! در این آزمایش، نوک دانه‌رُستی را که در نور همه جانبه رشد کرده است، بُریده و برای مدتی روی قطعه‌ای از آگار قرار داده‌اند. بعد از مدتی این قطعه آگار را روی لبهٔ دانه‌رُستی قرار می‌دهند که نوک آن بریده شده؛ همین طور که می‌بینید دانه‌رُست خم شده است (شکل ۳ـ الف)، درحالی‌که قرار دادن آگار معمولی روی دانهٔ رُستِ بدون نوک، سبب خم شدن آن نمی‌شود (شکل ۳ـ ب).

* همیشه اکسین در قسمت دور از نور جمع نمی‌شود و اکسین همیشه باعث خم شدن گیاه نمی‌شود. ← قرارگرفتن در معرض نور همه‌جانبه

شکل ۳ـ ماده ای در نوک دانه رست وجود دارد که عامل خم شدن آن در برابر نور یک جانبه است.

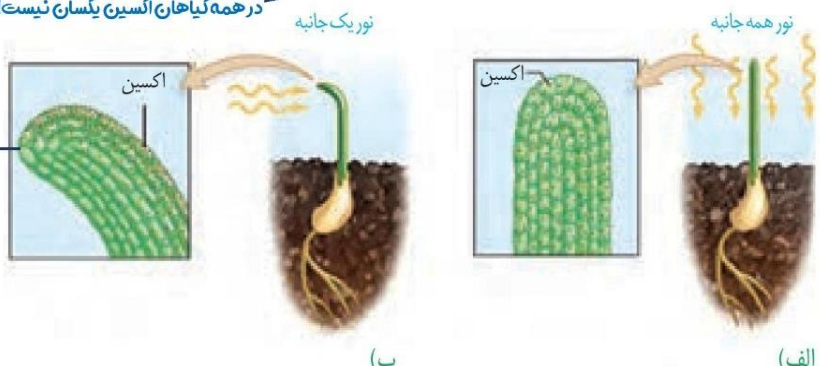
خم شدن دانه‌رست به معنای اختلاف اندازهٔ یاخته‌های دو طرف آن است. مشاهده‌های میکروسکوپی نیز نشان داد که رشد طولی یاخته‌ها در سمت سایه بیشتر از یاخته‌هایی است که در سمت رو به نور قرار دارند. نور یک جانبه باعث جابه‌جایی این ماده از سمت مقابل نور به سمت سایه (دور از نور) می‌شود. در نتیجه به علت تجمع این ماده در سمت سایه، رشد طولی یاخته‌ها در این سمت بیشتر از سمت رو به نور است و در نتیجه دانه‌رُست 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.

نه اینکه نور آن را از بین ببرد!

بیشتر بدانید

آگار ترکیبی است که از جلبک‌های قرمز به دست می‌آید و در ترکیب با آب، ژله ایجاد می‌کند. از آگار در صنایع غذایی، دارویی، کشت بافت و یاخته و بسیاری صنایع دیگر استفاده می‌شود.

در همه گیاهان اکسین یکسان نیست!



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

www.Alpschool.ir

کشف اکسین سرآغازی 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 آبسیزیک اسید پنج تنظیم‌کننده رشد هستندکه در ادامه با آنها آشنا می‌شوید.

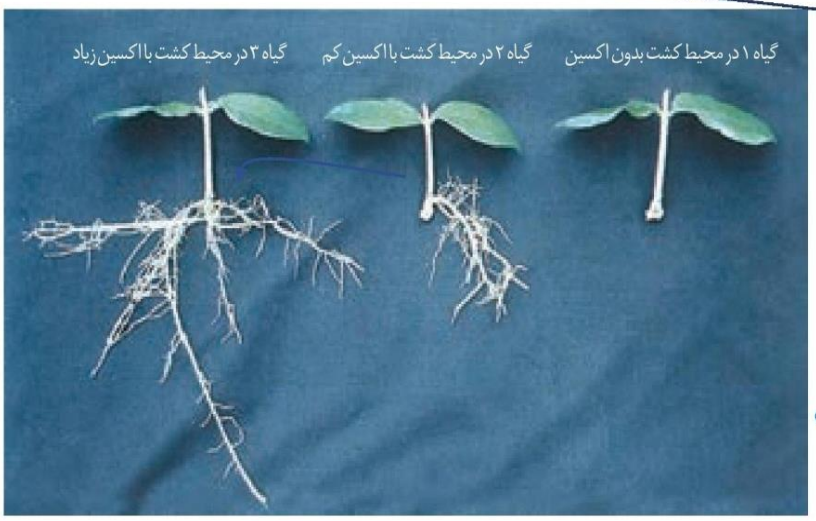
همه در سلول های گیاهی گیرنده دارند!

محرک‌های رشد

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

اکسین‌ها

اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها، 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.



جلوگیری از تشکیل دانه
جلوگیری از رشد رویان
اثر بازدارندگی اکسین
بازدارنده رشد جوانه جانبی
از بین بردن گیاهان دولپه ای

شکل ۵ـ تأثیر اکسین بر ایجاد ریشه

بدون وجود اکسین در گیاه، ریشه ایجاد نمی‌شود؛ هم‌چنین با افزایش اکسین، طول ریشه و انشعابات آن افزایش می‌یابد.

بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین‌ها، این ترکیبات به‌طور 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 متحدهٔ امریکا در جنگ با ویتنام به مدت ده سال عامل نارنجی را به‌کار برد. درنتیجه بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفی‌گاه مبارزان بود و نیز زمین‌های کشاورزی آنها از بین

؟! خودرو دولپه ای

چرا سموم کشاورزی خود گندم ها را از بین نمی برد؟

بیشتر بدانید

کاربرد اکسین

دانه‌های در حال نمو اکسین تولید می‌کنند؛ بنابراین، در رشد میوه و درشت شدن آن نقش دارند. بعضی گوجه‌فرنگی‌های گلخانه‌ای، دانه‌های فراوانی تولید نمی‌کنند، در نتیجه میوه رشد چندانی ندارد. به همین علت با افشانه کردن اکسین روی گوجه‌فرنگی‌ها، رشد مطلوب را در آنها ایجاد می‌کنند.

www.Alpschool.ir

رفت. 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.

جهش!

!؟

سیتوکینین‌ها: هورمون جوانی

سیتوکینینها با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدنِ 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 ساقه‌زایی نیز نامیده می‌شوند. به کارگیری این هورمون در کشت بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته می‌شود.

گل!

هَرَس کردن و حذف جوانه‌های انتهایی ← (کاهش / افزایش) نسبت اکسین به سیتوکینین

شاخه و برگ‌های بیشتر: برهم کنش دو تنظیم کننده

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 ۶ـ ب می‌بینید با قطع جوانهٔ 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، درنتیجه جوانه‌های جانبی رشد می‌کنند. اگر بعد از قطع جوانهٔ رأسی، درمحل برش، اکسین قرار دهیم؛ جوانه‌های جانبی رشد نمی‌کنند (شکل ۶ـ پ). این آزمایش نشان می‌دهد که اکسین از جوانهٔ رأسی به جوانه‌های جانبی می‌رود و مانع از رشد آنها می‌شود.

اکسین ← بازدارنده تولید سیتوکینین در جوانه جانبی! و محرک تولید اتیلن

تولید نمی‌کنند!

مثالی از اثر بازدارندگی رشد هورمون‌های محرک

الف) رشد کم جوانه‌های جانبی　ب) ایجاد شاخه‌های جدید　پ) حذف جوانهٔ انتهایی

شکل ۶ـ جوانهٔ رأسی مانع از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.

بیشتر بدانید

بعضی بر این باورند که نباید واژهٔ هورمون را برای تنظیم‌کننده‌های رشد به‌کار بریم؛ زیرا معمولاً هورمون در یک محل تولید و بر محلی دیگر تأثیر می‌گذارد، درحالی‌که ممکن است محل تولید و تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان یکی باشد. همچنین تنظیم‌کننده‌های گیاهی در غلظت‌های متفاوت می‌توانند یک فرایند را در اندامی مهار یا تحریک کنند. با این حال واژه هورمون گیاهی (Phytohormone) همچنان به‌کار می‌رود.

www.Alpschool.ir

گروه آموزشی آلپ

فعّالیت 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. از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

اگر در محیط کشت، میزان هر دو هورمون اکسین و سیتوکینین زیاد باشد، .....

عدم استفاده در فن کشت بافت

جیبرلین‌ها: تلاش برای رفع مشکل

چسب آگنه!

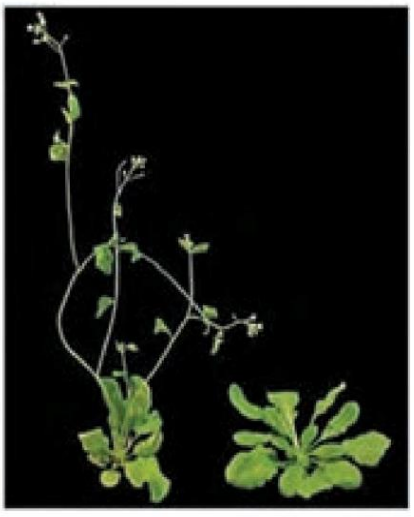
کشف **جیبرلین‌ها** حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه‌رُست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند. آلودگی دانه‌رُست‌ها به **قارچ جیبرلا** سبب می‌شد تا به سرعت رشد کنند. این دانه‌رُست‌ها باریک و دراز بودند و بافت استحکامی کافی نداشتند. در نتیجه خم می‌شدند و روی زمین می‌افتادند. مسلّماً 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 تنظیم کننده‌های رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریکِ 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).

درشت شدن میوه‌ها ← افزایش میزان بارگیری و باربرداری آبکشی

دو هورمون گیاهی مختلف می‌توانند یک اثر مشابه را در گیاه ایجاد کنند. ← مثل اکسین و جیبرلین

مثل و برخلاف اکسین!

مثل اکسین!



الف) افزایش طول ساقه

ب) درشت شدن میوه

شکل ۷ـ اثر جیبرلین برگیاهان بوته‌ای (الف) و میوه‌ها (ب).

www.Alpschool.ir

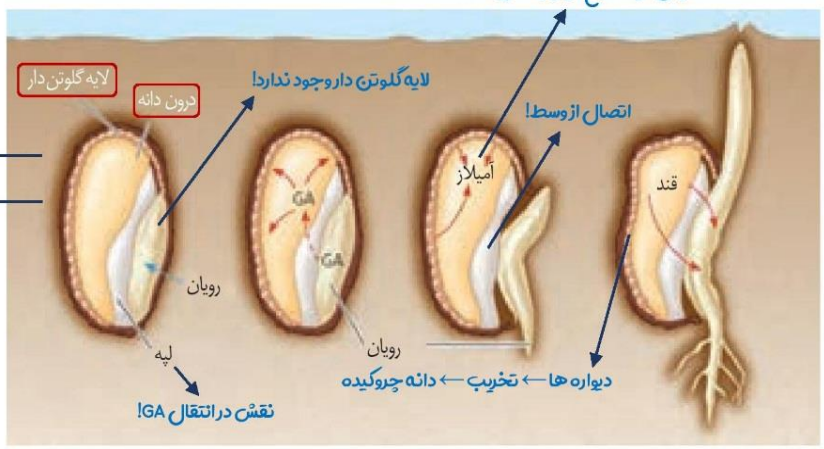
بعد از رسیدن آب و اکسیژن و دمای مناسب!

جیبرلین‌ها و رویش بذر غلات: رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. این هورمون بر خارجی‌ترین لایهٔ درون دانه (لایهٔ گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود (شکل ۸). این آنزیم‌ها دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر درون دانه را تجزیه می‌کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز تجزیه می‌شود.

توسط لایه گلوتن دار!

تبدیل به مالتوز و قندهای با تعداد بیشتر مونوساکارید (گلوکز)

گلوتن، یک نوع دیگر از ذخایر است!



شکل ۸ـ جیبرلین‌ها در تجزیهٔ ذخایر رویان غلات نقش دارند.
GA: جیبرلیک اسید

بیشتر بدانید

نام‌گذاریِ نادرست

آبسیزیک اسید از واژه Abscission به معنای ریزش گرفته شده است. پژوهشگران ابتدا براین باور بودند که این ماده عامل ریزش برگ‌هاست. پژوهش‌های بیشتر نشان داد که این ترکیب نقشی در ریزش برگ‌ها ندارد؛ اما نام آبسیزیک اسید برای این تنظیم‌کنندهٔ رشد باقی ماند.

بازدارنده‌های رشد

آبسیزیک اسید و اتیلن دو تنظیم‌کنندهٔ رشدند که در فرایندهای متفاوتی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه‌ها، ریزش برگ و میوه نقش دارند.

نقش منفی در رشد جوانه‌ها

آبسیزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد

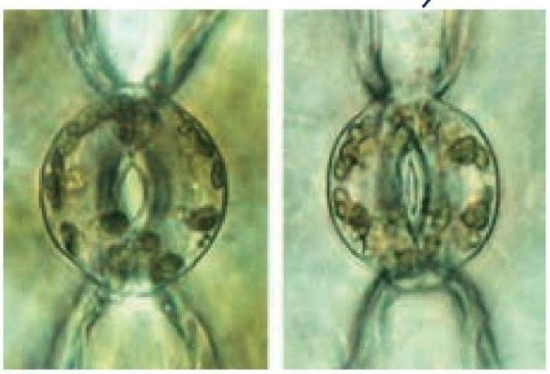
فرض کنید محیط رطوبت کافی برای تأمین آب مورد نیاز برای رشد دانه‌رُست را نداشته باشد. اگر دانه در این شرایط رویش یابد، چه بر سر دانه‌رُست می‌آید؟ اگر گیاه در شرایط خشکی قرار گیرد و روزنه‌ها همچنان باز بمانند چه چیزی رُخ می‌دهد؟

نه فقط خشکی!

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

کاهش تعرق و کشش تعرقی

مکانیسم باز و بسته شدن روزنه‌ها ؟؟؟



روزنه باز ← تورژسانس سلول نگهبان روزنه

روزنه بسته

پلاسمولیز سلول نگهبان روزنه

مخالف جیبرلین!

شکل ۹ـ حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه‌ها.

فاقد تأثیر بر روزنه‌های آبی

اتیلن: رسیدن میوه‌ها

شاید شما هم شنیده باشید که برای رسیدن میوه‌های نارس می‌توانید در پاکت میوه‌ها، یک سیب یا

www.Alpschool.ir

موز رسیده قرار دهید. از میوهٔ 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 آسیب دیدهٔ 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 اتیلن‌دار قرار می‌دهند تا رسیده شوند (شکل ۱۰).

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

بیشتر بدانید

تغییر در ژن‌ها

این گل‌های اطلسی در یک زمان چیده شده و به مدت ۱۸ ساعت در محیط اتیلن‌دار قرار گرفته‌اند. همان‌طور که می‌بینید بعضی پژمرده و بعضی همچنان شاداب‌اند. گل‌های شاداب متعلق به گیاهی است که با دستکاری ژنی، نسبت به اتیلن غیرحساس شده‌اند.

ردپای اتیلن در چیرگی رأسی

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

و همچنین اکسین مانع تولید سیتوکینین در جوانه جانبی می‌شود!

ریزش برگ

برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. با توجه به شناختی که از ساختار یاخته‌ها 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 یاخته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در قاعدهٔ دمبرگ در محلّ اتصال به شاخه، لایهٔ جداکننده تشکیل می‌شود یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در

تجزیه دیواره — مترشحه از برگ با تحریک نسبت بالای اتیلن به اکسین!

بیشتر بدانید

تنظیم کننده‌های دیگر

انواع دیگری از ترکیبات تنظیم کننده در گیاهان وجود دارد. براسینواستروئیدها، جاسمونات‌ها و سالیسیلیک اسید از این ترکیبات‌اند.

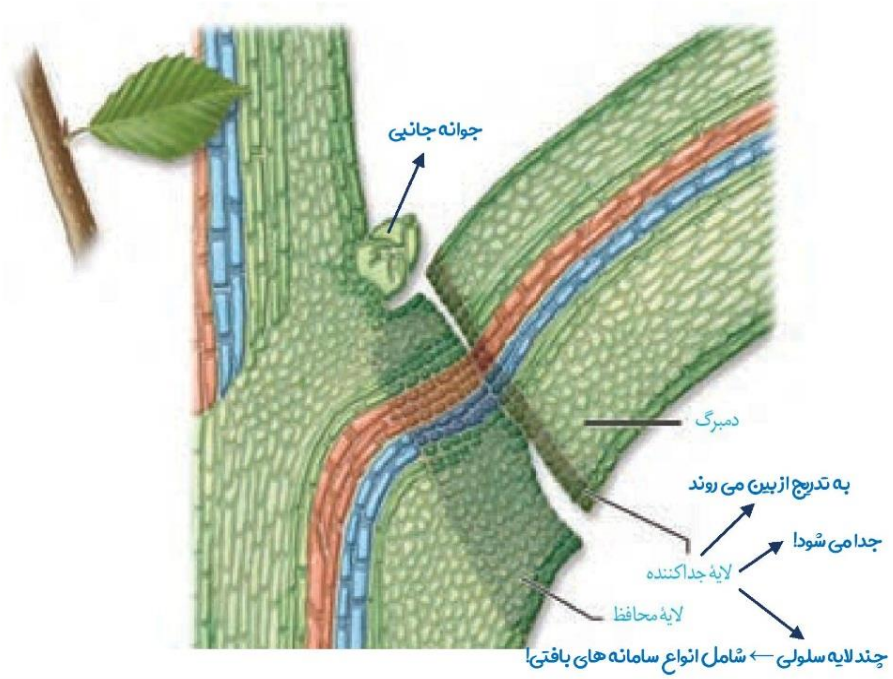
www.Alpschool.ir

نوعی لیپید!

می میرند!

نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. با چوب پنبه‌ای شدنِ یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایهٔ محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود (شکل ۱۱).

مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم‌های تجزیه کنندهٔ دیواره را تولید می‌کند.



شکل ۱۱- ریزش برگ با تشکیل لایهٔ جداکننده.

بیشتر بدانید

ترکیباتی مشابه هورمون‌های جانوری

ترکیباتی در سویا وجود دارد که شبیه هورمون‌های جنسی‌اند. یکی از آنها ترکیبات شبه استروژنی است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سرطان پروستات در کشورهای شرق دور که استفادهٔ فراوانی از فراورده‌های غذایی سویا (لوبیای روغنی) دارند، کمتر از کشورهای دیگر است. همچنین از فراورده‌های سویا داروهایی برای کاهش علائم یائسگی ساخته می‌شود.

فعّالیت 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 زیست شناسان در تلاش‌اند با تغییر در ژن، گیاهان را نسبت به اتیلن غیر حساس کنند. به نظر شما این ایده برای گیاهان میوه‌دار مناسب است؟ برای پاسخ خود دلیل ارائه دهید.

مزیت ← جلوگیری از ریزش برگ‌های گیاه

عیب ← جلوگیری از رسیدگی میوه‌ها (در گیاهان میوه‌دار)

فعّالیت ۳

با توجه به اینکه فرمول شیمیایی تنظیم کننده‌های 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؟

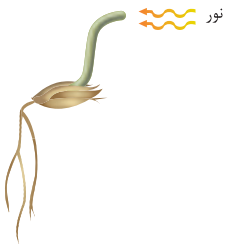
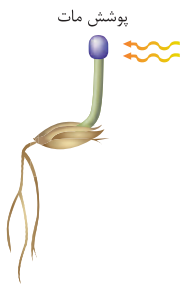
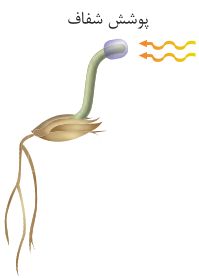
www.Alpschool.ir

گفتار ۱: تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان

- گیاهان با تغییر فصل و در نتیجهٔ تغییر دما و طول روز گل می‌دهند، برگ‌های جدید به وجود می‌آورند یا این‌که برگ‌هایشان می‌ریزند.

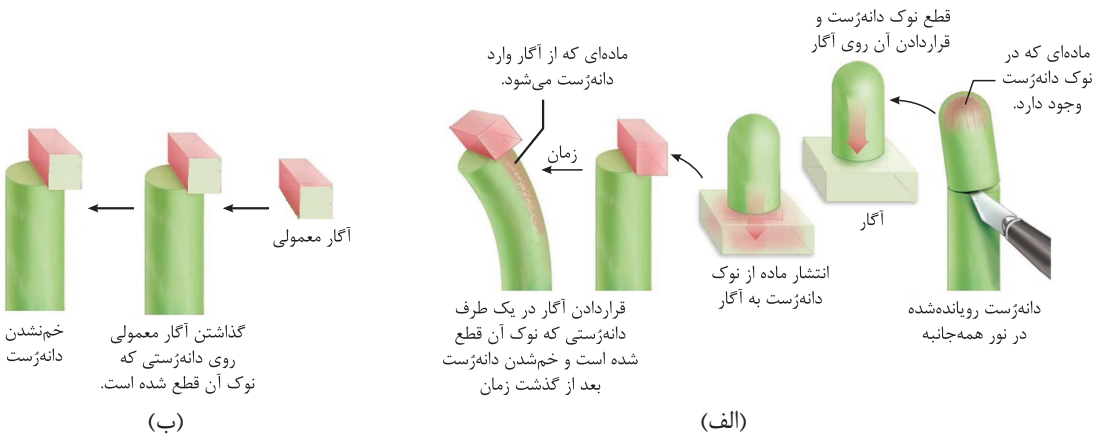
اولین آزمایش

- خم‌شدن گیاهان به سمت نور پدیده‌ای رایج در طبیعت است.
- چارلز داروین که به مطالعهٔ پدیده حرکت در گیاهان علاقه‌مند بود، برای بررسی این موضوع، همراه با پسرش آزمایش‌هایی را با استفاده از دانه‌رُستِ نوعی گیاه از گندمیان، طراحی و اجرا کرد.
- مراحل و نتیجهٔ آزمایش داروین‌ها:

	روش کار	چیزی که مشاهده شد.	شکل مربوط به مرحله
۱	قراردادن دانه‌رُست در برابر نور یک‌جانبه	خم‌شدن نوک دانه‌رُست به سمت نور	
۲	گذاشتن پوشش مات روی نوک دانه‌رُست و قراردادن آن در برابر نور یک جانبه	عدم خم‌شدن دانه‌رُست	
۳	گذاشتن پوشش شفاف روی نوک دانه‌رُست و قراردادن آن در برابر نور یک جانبه	خم‌شدن نوک دانه‌رُست به سمت نور	
۴	گذاشتن پوشش مات در سطحی پایین‌تر از نوک دانه‌رُست و قراردادن آن در برابر نور یک‌جانبه	خم‌شدن نوک دانه‌رُست به سمت نور	
نتیجهٔ کلی آزمایش	دانه‌رُست در صورتی به سمت نور یک‌جانبه (نوری که از یک طرف به گیاه می‌تابد)، خم می‌شود که نوک آن در برابر نور باشد.		

- در خم‌شدن دانه‌رُست به سمت نور یک‌طرفه، سطح خارجی آن نسبت به سطح داخلی، رشد بیشتری می‌کند.
- در رویش دانه‌رُست چمن، ساقه و ریشه از دو سمت مخالف از دانه خارج می‌شوند.
- می‌توان گفت که چمن رویش زیرزمینی دارد؛ چون در زمان رویش، لپه از خاک خارج نمی‌شود!

دانشمندان بعد از داروین‌ها

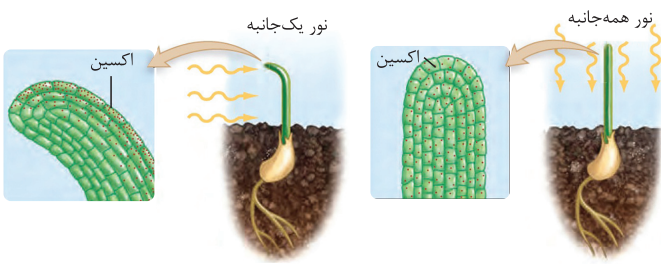


- محققان دیگری با انجام آزمایش‌هایی، نشان دادند که **عامل** خم‌شدن دانه‌رُست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد.

مراحل آزمایش به ترتیب (شکل الف):

بریدن نوک دانه‌رُستی که در نور همه‌جانبه رشد کرده است. ← قراردادن آن روی قطعه‌ای آگار برای مدتی ← انتشار ماده‌ای از نوک دانه‌رُست به درون آگار و تغییر رنگ آن ← قراردادن آگار تغییریافته روی لبهٔ دانه‌رُست نوک بریده‌شده ← خم‌شدن دانه‌رُست به سمت مخالف محل قرارگیری آگار!

- قراردادن آگار معمولی روی دانه‌رُست بدون نوک، سبب خم‌شدن آن نمی‌شود. (شکل ب)
- در این آزمایش عامل خم‌شدن ماده‌ای است که از نوک دانه‌رُست به درون آگار وارد می‌شود و سپس با قراردادن آگار حاوی این ماده روی لبهٔ دانه‌رُست به یک سمت دانه‌رُست (همان سمتی که آگار قرار دارد) وارد می‌شود.
- خم‌شدن دانه‌رُست به معنای اختلاف اندازهٔ یاخته‌های دو طرف آن است.
- رشد **طولی** یاخته‌ها در سمت **سایه** (سمت دور از نور!) **بیشتر** از یاخته‌هایی است که در **سمت رو به نور** (مقابل نور!) قرار دارند.

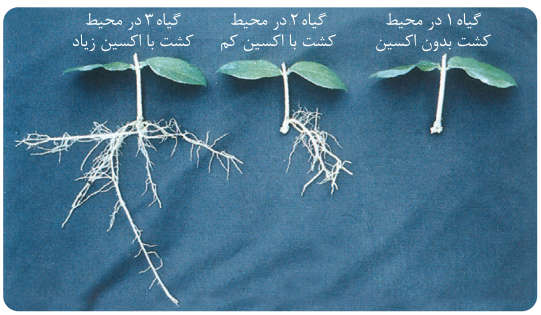


- نور **یک‌جانبه** باعث جابه‌جایی مادهٔ عامل خم‌شدن از سمت مقابل نور به سمت سایه (دور از نور) می‌شود. در نتیجه به علت تجمع این ماده در سمت سایه، رشد طولی یاخته‌ها در این سمت **بیشتر** از سمت رو به نور است و در نتیجه دانه‌رُست خم می‌شود.
- رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه در پاسخ به نور **یک‌جانبه** را نورگرایی نامیدند.
- ترکیب شیمیایی مادهٔ عامل خم‌شدن نوک دانه‌رُست شناسایی واکسین، به معنای «رشدکردن» نامیده شد.
- 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 نور همه‌جانبه، اکسین به طور یکنواخت درون نوک دانه‌رُست پخش می‌شود، ولی در نور یک‌جانبه، اکسین‌ها در سمت دور از نور تجمع پیدا می‌کنند و باعث رشد طولی یاخته‌های این سمت می‌شوند.

اکسین‌ها

- انواعی از تنظیم‌کننده‌های رشد (هورمون‌های گیاهی) در گیاهان تولید می‌شوند.
- اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها در فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند.
- محرک‌های رشد براساس مقدار و محل اثر ممکن است نقش بازدارندگی نیز داشته باشند.

اکسین‌ها
- اولین هورمون کشف‌شدهٔ گیاهی و سرآغازی برای کشف سایر هورمون‌ها!
- تولید در نوک دانه‌رُست‌ها
- **نقش‌ها**
  1. افزایش طول ساقه از طریق رشد طولی یاخته‌ها
  2. استفاده در قلمه‌زدن به دلیل نقش در ریشه‌زایی
  3. تشکیل میوهٔ بدون (از نوع عدم انجام لقاح)
  4. درشت‌کردن میوه‌ها
  5. استفاده برای تولید سموم کشاورزی



- بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین‌ها، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته و پژوهش‌هایی برای شناسایی اثر آن‌ها بر گیاهان انجام شدند.
- بعضی از اکسین‌ها، گیاهان **دولپه‌ای** را از بین می‌برند. ← استفاده از آن‌ها به عنوان سم در مزارعی مانند گندم (گیاه تک‌لپه) برای از بین گیاهان خودرو

عامل نارنجی:

- مخلوطی از اکسین‌ها است که گیاهان دولپه‌ای را از بین می‌برد.
- ایالات متحدهٔ آمریکا در جنگ با ویتنام به مدت ده سال عامل نارنجی را به کار برد.
- باعث از بین رفتن بخشی از جنگل‌ها و زمین‌های کشاورزی ویتنام شد.
- 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 (یعنی عبورکردن این ماده از جفت) از اثرهای این ماده بود.

سیتوکینین‌ها: هورمون جوانی

سیتوکینین‌ها

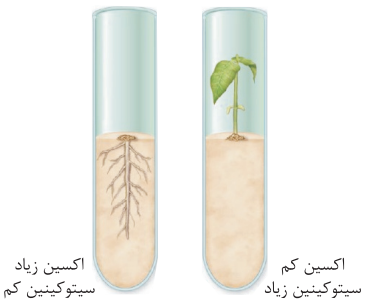
- به تأخیر انداختن پیرشدن اندام‌های هوایی گیاه از طریق ایجاد یاخته‌های جدید با تقسیم یاخته‌ای
- افشانه‌کردن سیتوکینین روی برگ و گل‌ها باعث تازه‌ماندن آن‌ها می‌شود.
- هورمون ساقه‌زایی است؛ چون در فن کشت بافت باعث ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایزنیافته می‌شود.

شاخه و برگ‌های بیشتر: برهم‌کنش دو تنظیم‌کننده

الف) رشد کم جوانه‌های جانبی ب) ایجاد شاخه‌های جدید ج) حذف جوانهٔ انتهایی

- شکل «الف»: تولید اکسین در جوانه‌های رأسی و انتقال آن به جوانهٔ جانبی ← عدم رشد جوانه‌های جانبی ← کم شاخوبرگ شدن گیاه!
- شکل «ب»: قطع جوانهٔ رأسی ← حذف منبع اکسین ← رشد جوانه‌های جانبی ← پر شاخوبرگ شدن گیاه!
- با قطع جوانه رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار اکسین آن‌ها کاهش می‌یابد، در نتیجه جوانه‌های جانبی رشد می‌کنند.
- به اثر بازدارندگی جوانه رأسی بر رشد جوانه‌های جانبی، چیرگی رأسی می‌گویند.
- شکل «پ»: قراردادن اکسین در محل برش جوانهٔ رأسی ← عدم رشد جوانهٔ جانبی ← کم شاخوبرگ شدن گیاه (مثل شکل «الف»)

اثر غلظت‌های متفاوت اکسین و سیتوکینین در رشد تودهٔ یاخته‌ای کال

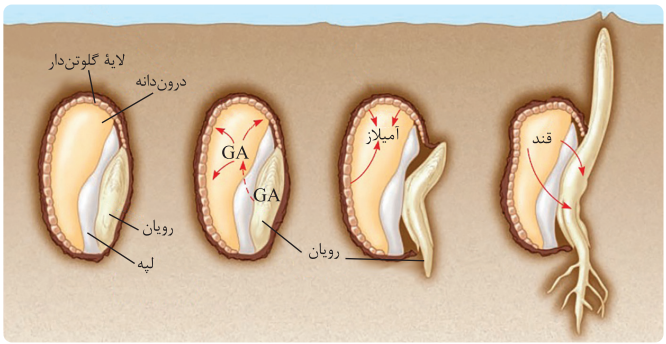


- در محیط کشت میزان سیتوکینین کم ولی میزان اکسین زیاد باشد ← گیاه ریشه‌زایی می‌کند، ولی ساقه‌زایی خیر!
- در محیط کشت میزان سیتوکینین زیاد و میزان اکسین کم باشد. ← گیاه ساقه‌زایی می‌کند، ولی ریشه‌زایی خیر!

جیبرلین‌ها: تلاش برای رفع مشکل

- کشف جیبرلین‌ها حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه‌رُست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند.
- آلودگی دانه‌رُست‌ها به قارچ جیبرلا ← رشد سریع دانه‌رُست‌ها ← باریک و دراز شدن آن‌ها و نداشتن بافت استحکامی (کلانشیم و اسکلرانشیم) کافی ← خم‌شدن و روی زمین افتادن ← کاهش محصول و بدبخت‌شدن کشاورز!
- دانشمندان با استخراج و شناسایی ترکیبات به دست آمده از قارچ جیبرلا، توانستند جیبرلین‌ها را شناسایی و معرفی کنند.
- جیبرلین‌ها در گیاهان نیز تولید می‌شوند و رشد و فعالیت‌های آن‌ها را کنترل می‌کنند.
- نقش جیبرلین‌ها: افزایش طول ساقه از طریق تحریکِ رشد طولی یاخته و تقسیم آن + رشد میوه + رویش دانه‌ها + تولید میوهٔ بدون دانه (از نوع عدم انجام لقاح) + درشت‌کردن میوه‌ها

جیبرلین‌ها و رویش بذر غَلات:



- تولید مقدار فراوانی جیبرلین توسط یاخته‌های رویان در زمان رویش ← انتقال جیبرلین‌ها به لپه ← انتقال جیبرلین‌ها از لپه به آندوسپرم (ذخیرهٔ غذایی دانهٔ غلات) ← اثرگذاری جیبرلین‌ها بر خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم (لایهٔ گلوتن‌دار) ← تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی در دانه ← تجزیهٔ دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم توسط آنزیم‌های آزادشده ← انتقال مواد حاصل توسط لپه از آندوسپرم به رویان ← رویش رویان
- نشاسته یکی از ذخایر آندوسپرم است که بر اثر آنزیم آمیلاز تجزیه می‌شود.
- غلات رویش زیرزمینی دارند؛ چون لپه از خاک خارج نمی‌شود.
- هم‌زمان با رهاشدن آنزیم‌های گوارشی از یاخته‌های هدف هورمون جیبرلین، پوستهٔ دانه در اثر جذب آب توسط دانه شکاف برمی‌دارد.
- ریشهٔ رویانی و ساقهٔ رویانی از دو بخش مختلف از رویان خارج و در جهت مخالف هم رشد می‌کنند.
- در دانهٔ یک گیاه دولاد، هورمون جیبرلین از یاخته‌های $2n$ ترشح می‌شود ولی بر یاخته‌های $3n$ اثر می‌گذارد.
- گلوتن موجود در واکوئل یاخته‌های دانهٔ گندم و جو باعث بروز بیماری سلیاک می‌شود. در این بیماری پرز و حتی ریزپرزهای رودهٔ باریک از بین می‌رود و در نتیجه سطح جذب بسیاری از مواد کاهش می‌یابد.

بازدارنده‌های رشد

- آبسیزیک اسید و اتیلن بازدارندهٔ رشد هستند و نقش دارند در: مقاومت گیاه در شرایط سخت + رسیدگی میوه‌ها + ریزش برگ و میوه

آبسیزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد

روزنهٔ بسته

روزنهٔ باز

- شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسیزیک اسید را در گیاهان تحریک می‌کند.
- آبسیزیک اسید سبب **بسته‌شدن** روزنه‌ها و در نتیجه حفظ آب گیاه می‌شود. پس می‌توان گفت یاخته‌های هدف این هورمون، فتوسنتزکننده هستند (نگهبان روزنه).
- آبسیزیک اسید با بسته‌شدن روزنه باعث می‌شود:

یون‌های کلر و پتاسیم از یاخته‌های نگهبان خارج شوند + حجم آب یاخته‌های نگهبان روزنه کم شود + فاصلهٔ بین دو یاختهٔ نگهبان کم شود + کاهش نیروی مکش تعرقی (کاهش سرعت حرکت شیرهٔ خام).

- مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود (مخالف اثر جیبرلین).
- به طور کلی این تنظیم‌کننده، رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد، کاهش می‌دهد.

اتیلن: رسیدن میوه‌ها

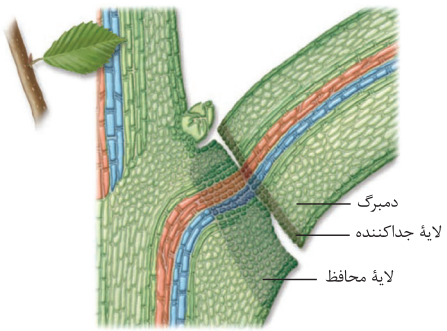
اتیلن

- تولید از یاخته‌های آسیب‌دیده + میوه‌های رسیده + سوخت‌های فسیلی + جوانهٔ جانبی
- گازی‌شکل است.
- **نقش:**
  1. ریزش میوه
  2. رسیدن میوهٔ نارس
  3. ریزش برگ درختان
  4. ترمیم زخم

- **کاربرد:** 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. (مثلن برای گوجه‌فرنگی ۳ روز)

- مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد.
- اکسین، عامل چیرگی رأسی است و مانع رشد جوانه‌های جانبی در حضور جوانهٔ رأسی یا انتهایی می‌شود. اکسینِ جوانهٔ رأسی، تولید اتیلن در جوانه‌های جانبی را تحریک می‌کند و در نتیجه با افزایش اتیلن در جوانه‌های جانبی، رشد آن‌ها متوقف می‌شود.
- اکسین‌ها و اتیلن اثرشان **مکمل** همدیگر است و اکسین‌ها با تحریک تولید اتیلن، مانع رشد جوانه‌های جانبی می‌شوند.
- یکی از دلایل خراب‌شدن 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.

– ریزش برگ –



- برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد.
- مراحل ریزش برگ:

افزایش نسبت اتیلن به اکسین در برگ ← تشکیل لایهٔ جداکننده در قاعدهٔ دمبرگ در محل اتصال به شاخه ← تولید و ترشح آنزیم تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای توسط یاخته‌های لایهٔ جداکننده ← جداشدن برگ از شاخه ← چوب‌پنبه‌ای‌شدن یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند. ← تشکیل لایهٔ محافظ در شاخه ← جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا.

- لایهٔ محافظ نسبت به لایهٔ جداکننده، ضخامت بیشتری دارد.

جمع بندی هورمون‌های گیاهی

توصیف	هورمون مربوطه	توصیف	هورمون مربوطه
رشد طولی (افزایش اندازه) یاخته	اکسین + جیبرلین	باعث بسته‌شدن روزنه‌های هوایی گیاه می‌شود.	آبسیزیک اسید
باعث ریشه‌زایی می‌شود.	اکسین	سبب رسیدن میوه می‌شود.	اتیلن
موجب ساقه‌زایی می‌شود.	سیتوکینین	در درشت کردن میوه نقش دارد.	اکسین + جیبرلین
در کشاورزی به عنوان سم استفاده می‌شود.	اکسین	از رشد جوانه و دانه جلوگیری می‌کند.	آبسیزیک اسید
از سوخت‌های فسیلی نیز رها می‌شود.	اتیلن	جوانه‌زنی دانه را باعث می‌شود.	جیبرلین
علاوه بر یاخته‌های گیاهی در قارچ هم تولید می‌شود.	جیبرلین	در قلمه‌کردن استفاده می‌شود.	اکسین
باعث تأخیر در پیرشدن اندام‌های هوایی گیاه می‌شود.	سیتوکینین	در تولید میوه‌های بدون دانه کاربرد دارد.	اکسین + جیبرلین
عامل چیرگی راسی است.	اکسین	باعث القای مرگ یاخته‌ای می‌شود.	سالیسیلیک اسید
در ریزش برگ و میوه نقش دارد.	اتیلن	باعث تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای می‌شود.	اتیلن + جیبرلین
از یاخته‌های آسیب‌دیده تولید می‌شود.	اتیلن + سالیسیلیک اسید	می‌تواند باعث فعالیت اکسیژنازی روبیسکو شود.	آبسیزیک اسید
از جوانهٔ رأسی به جوانهٔ جانبی می‌رود.	اکسین	در خارجی‌ترین لایهٔ درون‌دانه گیرنده دارد.	جیبرلین
در تولید آن‌ها عوامل رونویسی نقش دارند.	همهٔ هورمون‌ها	در کنترل سنتز پروتئین‌ها نقش دارد.	همهٔ هورمون‌ها

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.

پاسخ به نور

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

فعّالیت 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.

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 همهٔ 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؟

همهٔ سرلادهای نخستین قابلیت تبدیل شدن به سرلاد زایشی را ندارند. (فقط سرلاد موجود در جوانه‌ها)

گیاه هنگامی گل می‌دهد که مریستم رویشی که در جوانه قرار دارد، به مریستم 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 دستهٔ **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 حدّی 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 حدّی بیشتر نباشد (شکل ۱۲). آگاهی از تأثیر نور بر گل‌دهی به پرورش‌دهندگان گل امکان داد تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همهٔ فصل‌ها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.

نیاز بر حسب طول شب!

به هر حال گل دادنِ بعضی گیاهان وابسته به طول شب و روز نیست. چنین گیاهانی را **بی‌تفاوت** می‌نامند؛ گیاه گوجه فرنگی از این گروه است.

www.Alpschool.ir

شکل ۱۲ـ گل دهی در گیاه روز بلند و روز کوتاه.

فعّالیت ۵

با توجه به شکل مقابل و شکل ۱۲ـب توضیح دهید که شکستن شب با یک جرقهٔ نوری چه تأثیری بر گل دهی گیاه روز کوتاه دارد.

باعث عدم گلدهی گیاه روز کوتاه می شود! اما بر گیاه روز بلند اثری ندارد!

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 مانندی 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، دورهٔ 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.

نه بیشتر!

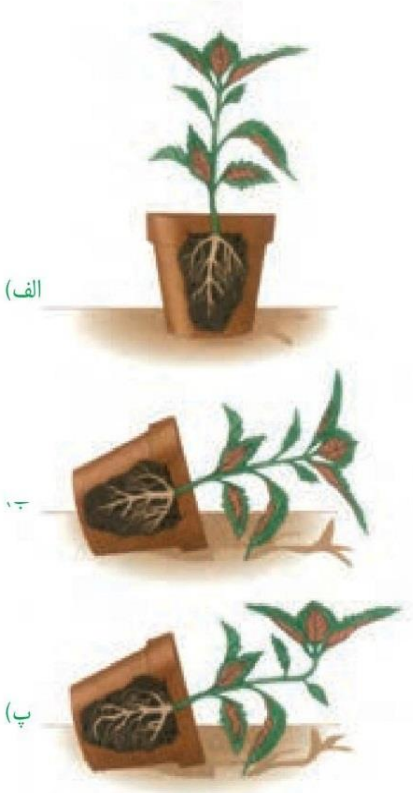
!؟

مریستم‌های رویشی مستقر در جوانه‌ها زودتر از حالت عادی به جوانهٔ زایشی یا گل تبدیل می‌شوند.

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 درجهت گرانش زمین رشد می‌کند. رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه به گرانش زمین، **زمین گرایی** نامیده می‌شود. می‌توانید با طراحی و اجرای آزمایش‌هایی، زمین‌گرایی را در انواعی از دانه‌رست‌ها بررسی کنید.

هم برای ساقه و هم برای ریشه!



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

www.Alpschool.ir

پاسخ به تماس

در شکل ۱۴ مثال هایی از پاسخ گیاهان به تماس را مشاهده می کنید. شاید بعضی گیاهان را دیده باشید که به دور گیاهان دیگر یا یک پایه می پیچند. مثلاً ساقهٔ درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می پیچد. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه گاه و سمت مقابل آن ایجاد می شود؛ به طوری که رشد یاخته ها در محل تماس کاهش می یابد.

ضربه زدن به برگ گیاه حساس باعث تا شدن برگ می شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته هایی رخ می دهد که در قاعدهٔ برگ قرار دارند.

برگ تله مانند گیاه گوشتخوار کرک هایی دارد که با برخورد حشره به آنها تحریک و پیام هایی را به راه می اندازند که سبب بسته شدن برگ و درنتیجه به دام افتادن حشره می شود.

الف) ترکیبی ۷-۱۰ گیاه انگل سس

ب)

پ)

فتوسنتزکننده

شکل ۱۴ـ الف) پیچش ساقهٔ مو، ب) روی هم تا شدن برگچه های گیاه حساس، پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت خوار با برخورد حشره.

پاسخ هایی از جنس دفاع

گیاهان در معرض هجوم عوامل بیماری زا و جانوران گیاهخوار قرار دارند. شاید نام بیماری هایی مانند زنگ گندم یا سیاهک گندم را شنیده باشید. این عوامل سبب تخریب محصولات کشاورزی می شوند. به هر حال گیاهان در برابر آنها بی دفاع نیستند به نظر شما گیاهان چگونه از خود دفاع می کنند؟

تلاش برای جلوگیری از ورود

می دانید روپوست، خارجی ترین سامانهٔ بافتی در بخش های جوان گیاه است و در بخش های هوایی گیاه با پوستک پوشیده شده است. نقش پوستک را به یاد دارید؟ پوستک تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری زا به گیاه می شود. همچنین دیوارهٔ یاخته ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره به سخت شدن آن و درنتیجه افزایش توان

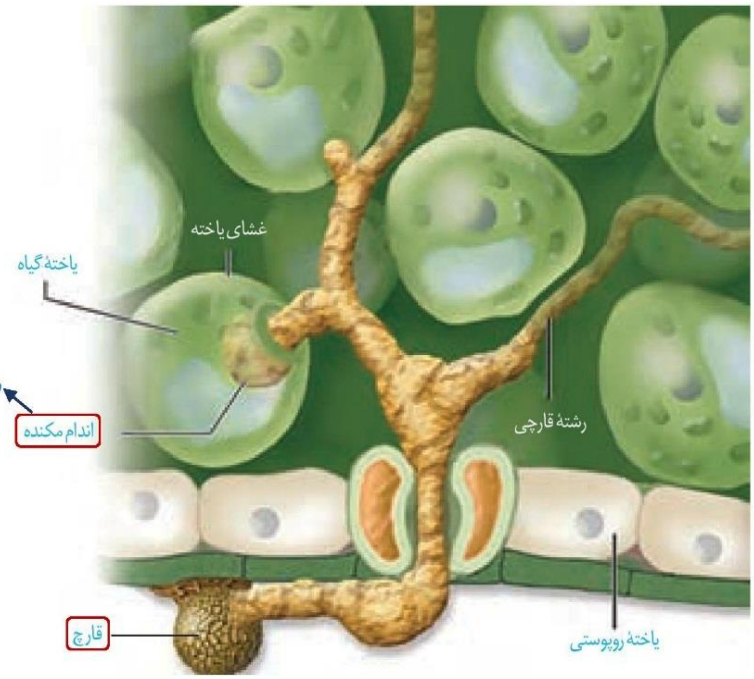
ماده ای معدنی است و توسط پروتوپلاست گیاه تولید نمی شود.

ترکیبی ۷-۱۰ برگ گندم

www.Alpschool.ir

گذر از دیواره

این سدّ 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 ۱۵ـ پوستک، سدی در برابر ورود عوامل بیماری‌زاست.

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

تمایز سلول‌های روپوستی

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 غیرممکن می‌شود.

الف)

ب)

شکل ۱۶ـ الف) خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ گیاهخواران حفظ می‌کنند.
ب) مواد چسبناک درسطح گیاه که به حشره چسبیده‌اند

www.Alpschool.ir

در آن محل اتیلن ترشح می شود! ← بافت آسیب دیده

بعضی گیاهان در پاسخ به زخم ترکیباتی ترشح می کنند 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 ۱۷ـ سنگواره تشکیل‌شده از ترشحات گیاه و حشره

دفاع شیمیایی: گیاهان ترکیباتی تولید می کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاه خواران می‌شوند. ترکیبات سیانید دار از این گروه‌اند که در تعدادی از گونه‌های گیاهی ساخته می‌شوند. سیانید تنفس یاخته‌ای را متوقف می کند. ← جلوگیری از انتقال الکترون به اکسیژن! ترکیبی ۵-۱۳

آلکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد. ← تأثیر آلکالوئیدهای گیاهی بر انسان؟؟؟

اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می کند و جانور از خوردن دوبارهٔ آن پرهیز می کند. جالب است که چنین ترکیباتی برای خود گیاه مرگبار نیستند؛ به نظر شما گیاه با چه سازوکاری خود را در برابر این ترکیبات حفظ می کند؟

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 لولهٔ گوارش جانوران تجزیه و به مادهٔ سمّی 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 سمّی است از آن جدا می‌شود.

ترکیب سیانید دار می سازد! ← سیانید نمی سازد!

بیشتر بدانید

گَوَن سمی

گَوَن‌ها گیاهانی بوته‌ای اند و در مراتع می‌رویند. نوعی گون که به گون سمی مشهور است، ترکیبات آلکالوئیدی دارد که بر دستگاه عصبی تأثیر می‌گذارد. اگر دام‌ها از این گیاه تغذیه کنند، سُست می‌شوند و از غذا خوردن باز می‌مانند.

فعّالیت ۶

بعضی گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمّی اند، از رویش دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می کنند. به نظر شما این ویژگی چه نقشی در ماندگاری چنین گیاهانی دارد؟

www.Alpschool.ir

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 نتیجهٔ 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 وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌شود. سالیسیلیک اسید که از تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.

ترکیبی ۱۳۵ مثل اینفورن!

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

بیشتر بدانید

گیاه کاساوا

این گیاه بومی امریکای جنوبی است و پوست ریشه آن سرشار از ترکیب سیانیددار است. این ریشه نشاستهٔ فراوان دارد و یکی از منابع غذایی است. مقدار اندکی ترکیب‌های سیانید دار در مغز دانهٔ زردآلو نیز وجود دارد.

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 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 حملهٔ آنها به زنبورهای گرده افشان می‌شود.

سس، دارزی نیست! ← روی گیاهان غیر درختی رشد می‌کند

نه کشتن!

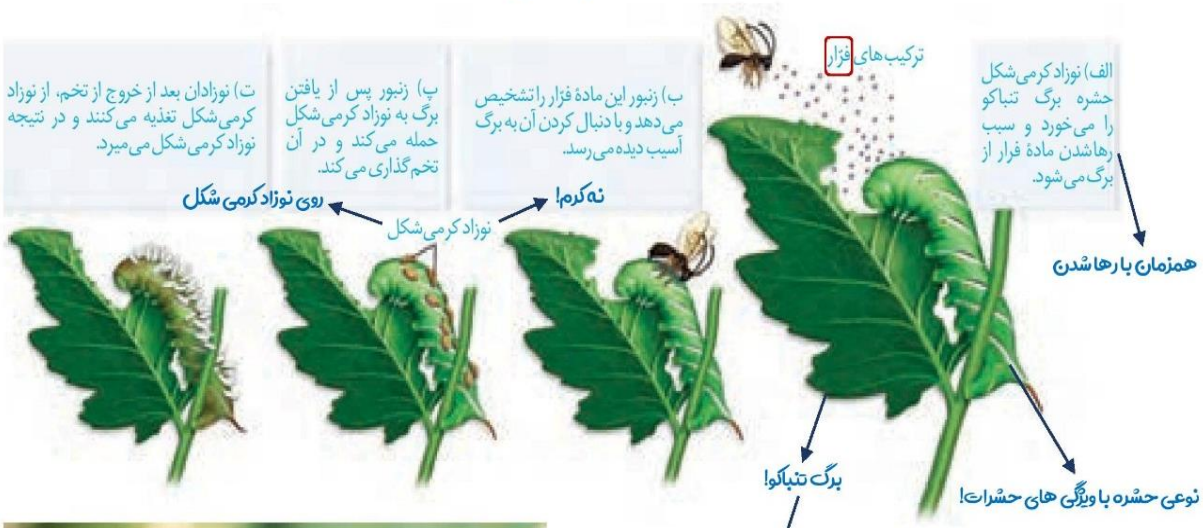
شکل ۱۹ـ این مورچه‌ها در حقیقت از محلّ زندگی خود محافظت می‌کنند.

www.Alpschool.ir

بعضی گیاهان در برابر حملهٔ گیاه‌خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود. همین طور که در شکل ۲۰-الف می‌بینید، نوزاد کرمی‌شکل حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. از یاخته‌های آسیب دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می کند. زنبور ماده‌ای که در آن اطراف زندگی می کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی‌شکل می‌رساند و روی آن تخم می گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم از نوزاد کرمی‌شکل تغذیه می کنند و در نتیجه آن را می کشند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.

گوشت خوار!

روش‌های حفاظتی گیاه تنباکو در برابر گیاهخواران:
۱) نیکوتین ← قبل از آسیب و توسط سلول‌های سالم ← دور شدن گیاهخواران از گیاه
۲) مادهٔ فرّار ← برگ‌های آسیب‌دیده ← هدایت زنبورهای وحشی به سمت گیاه



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

دارای نوعی آلکالوئید به نام نیکوتین!
ترکیبی ۱۱-۶
ماده اعتیادآور

بین گیاه تنباکو و نوزاد کرمی‌شکل، رابطهٔ انگلی و بین گیاه تنباکو و زنبور وحشی، رابطهٔ همیاری وجود دارد.

ث) زنبور وحشی در حال تخم‌گذاری روی نوزاد کرمی‌شکل حشره

زنبور ملکه، نه کارگر!

بیشتر بدانید

سم در گیاهان

ترکیبی به نام ریسین در پوستهٔ دانهٔ کرچک وجود دارد که از سیانید و سمّ مار کبری کشنده‌تر است. روغن کرچک از دانه بدون پوسته گرفته می‌شود.

فعّالیت ۷

الف) فردی بر این باور است که امواج صوتی بر رشد و میزان محصول گیاهان تأثیر دارد. آیا شما با این نظر موافق اید؟ برای تأیید یا ردّ این نظر چه آزمایشی طراحی می کنید؟

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

www.Alpschool.ir

گفتار۲: پاسخ به محیط

- درختان با کاهش سرما گل می‌دهند.

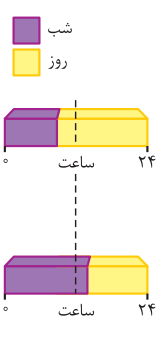
– پاسخ به نور –

- گلبرگ‌های **بعضی** گیاهان در شب بسته می‌شوند.
- **بیشتر** گیاهان با استفاده از انرژی نور خورشید از مواد معدنی طی فرایند فتوسنتز، مواد آلی تولید می‌کنند.
- ساقه به سمت نور یک‌جانبه خم می‌شود در حالی‌که ریشهٔ گیاه از نور یک‌جانبه فرار می‌کند!
- گل‌دهی بعضی از گیاهان تحت تأثیر نور قرار می‌گیرد.

– گل‌دهی در گیاهان –

- بعضی گیاهان در فصلی خاص و بعضی در همهٔ فصل‌ها گل می‌دهند.
- بعضی از گیاهان با گل دادن، به دیار باقی می‌شتابند. بعضی از گیاهان چند سال عمر می‌کنند و هر سال گل می‌دهند و بعضی دیگر با وجود چند سال عمر فقط یکبار گل می‌دهند.
- تشکیل اولین گل در یک گیاه نمو محسوب می‌شود.
- گیاه هنگامی گل می‌دهد که مریستم رویشی که در جوانه قرار دارد، به مریستم 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 دستهٔ روز کوتاه، روز بلند و بی‌تفاوت قرار می‌دهند:

	گیاه روز کوتاه	گیاه روز بلند	گیاه بی‌تفاوت
مثال	داوودی	شبدر	گوجه‌فرنگی
فصل گلدهی	پاییز	تابستان	—
شرایط گلدهی	شب‌های طولانی نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی کم‌تر نباشد.	به شب‌های کوتاه نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی بیشتر نباشد.	—
تأثیر شکستن شب بلند بر گلدهی	گل نمی‌دهد!	گل می‌دهد!	عدم تأثیرپذیری
شکل	داوودی گیاه روزکوتاه (شب‌بلند)	شبدر گیاه روزبلند (شب‌کوتاه)	—



پاسخ به دما

پاسخ به دما

- عدم تحمل هر دما توسط گیاهان؛ مثلن سرمای شدید می‌تواند مانع از رویش دانه‌ها و جوانه‌ها شود.
- برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ریزد و جوانه‌ها با برگ‌های پولک‌مانندی حفظ می‌شوند.
- بعضی گیاهان برای گل‌دادن نیاز به گذراندن یک دوره سرما نیز دارند. مثلن اگر بذر نوعی گیاه گندم را مرطوب کنیم و در سرما قرار دهیم، دورهٔ رویشی آن کوتاه می‌شود و زودتر گل می‌دهد.
- کشف این ویژگی: فراهم‌کردن بهره‌برداری از زمین‌هایی که اکثر سال با برف و یخ پوشیده شده

پاسخ به گرانش زمین

- 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

پیچش	به علت تفاوت رشد اندام دربخش‌های قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن به طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.	ساقهٔ درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا یک پایه/ ساقهٔ گیاه سس در تماس با ساقهٔ گیاه میزبان	
تاخوردن	به علت تغییر فشار تورژسانسی در یاخته‌های قاعده برگ	ضربه‌زدن به برگ گیاه حساس	
بسته‌شدن	در تماس یا برخورد حشره با برگ کرک‌های روی برگ تحریک شده و راه اندازی پیام‌هایی که منجر به بسته‌شدن برگ می‌شود.	برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار	

پاسخ‌هایی از جنس دفاع

روش‌های دفاعی در گیاهان	تلاش برای جلوگیری از ورود	پوستک (ترکیباتی لیپیدی) روی بافت روپوست در بخش‌های هوایی و جوان گیاه
		وجود دیوارهٔ یاخته‌ای و رسوب ترکیباتی مانند سیلیس و لیگنین در آن به منظور سخت‌شدن و افزایش توان این سد فیزیکی
		بافت چوب‌پنبه نیز در اندام‌های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانعی در برابر عوامل آسیب‌رسان است.
		حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت کنند؛ هم‌چنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیرممکن می‌شود.
		خارها گیاهان را از خورده‌شدن توسط گیاه‌خواران حفظ می‌کنند.
		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 سخت‌شدن این ترکیبات و هم‌چنین ترشحاتی که از حشرهٔ به دام افتاده صورت می‌گیرد، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است.

روش‌های دفاعی در گیاهان	دفاع شیمیایی	آلکالوئیدها در دورکردن گیاه‌خواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.
		تولید ترکیبات سیانیددار در گیاه: این ترکیبات در صورت خورده شدن توسط جانور، سیانید آن آزاد می‌شود با متوقف‌کردن تنفس یاخته‌ای باعث مرگ جانور گیاه‌خوار می‌شود.
		جلوگیری از رشد دانه و یا رشد یک گیاه دیگر در اطراف یک گیاه با تولید ترکیبات سمی توسط آن
		ترشح سالیسیلیک اسید توسط یاخته‌های آلوده به ویروس و القای مرگ یاخته‌ای در این یاخته‌ها توسط این ترکیب

- اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می‌کند و جانور از خوردن دوبارهٔ آن پرهیز می‌کند (رفتار شرطی‌شدن فعال؛ فصل۸ زیست دوازدهم).
- ترکیبات کشنده و مسموم‌کنندهٔ جانوران که توسط گیاه تولید می‌شود، برای خود گیاه مرگبار نیستند.
- ورود ویروس بیماری‌زا به گیاه باعث می‌شود که در گیاه فرایندهایی راه‌اندازی شود که نتیجهٔ آن‌ها، 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 ضدویروس با آن مقابله کند.
- در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌شود.

جانوران از گیاهان حفاظت می‌کنند.

- حمله‌کردن مورچه‌ها به حشرات + پستانداران کوچک + گیاهان دارزی که برای قلمروشان یعنی درخت آکاسیا مزاحمت ایجاد کند!
- گیاهان دارزی، گیاهانی‌اند که روی درختان رشد می‌کنند.
- گرده‌افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست. وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌کنند که با فراری‌دادن مورچه‌ها مانع از حملهٔ آن‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود.

دفاع زنبور وحشی از گیاه تنباکو

- بعضی گیاهان مثل تنباکو در برابر حملهٔ گیاه‌خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می‌کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود.
- تنباکو نوعی گیاه دولپه است.
- نوزاد زنبور وحشی گوشت‌خوار است، ولی نوازد کرمی‌شکل حشرهٔ آفت، گیاه‌خوار!
- خورده‌شدن نوزاد حشرهٔ آفت توسط نوزادان زنبور وحشی باعث کاهش جمعیت حشرهٔ آفت است.
- روابط:
  - بین زنبور وحشی و گیاه تنباکو: همیاری
  - بین حشرهٔ آفت و تنباکو: انگلی
  - بین حشرهٔ آفت و زنبور وحشی: انگلی
- گیاه تنباکو می‌تواند با دو روش در برابر گیاه‌خواران از خود دفاع کند:
  - تولید ترکیبات آلکالوئیدی برای فراری‌دادن گیاه‌خواران
  - ترشح ترکیبات فرار برای گیاه‌خواران انگل مثل نوزاد کرمی‌شکل