فصل ۹: پاسخ گیاهان به محرک‌ها

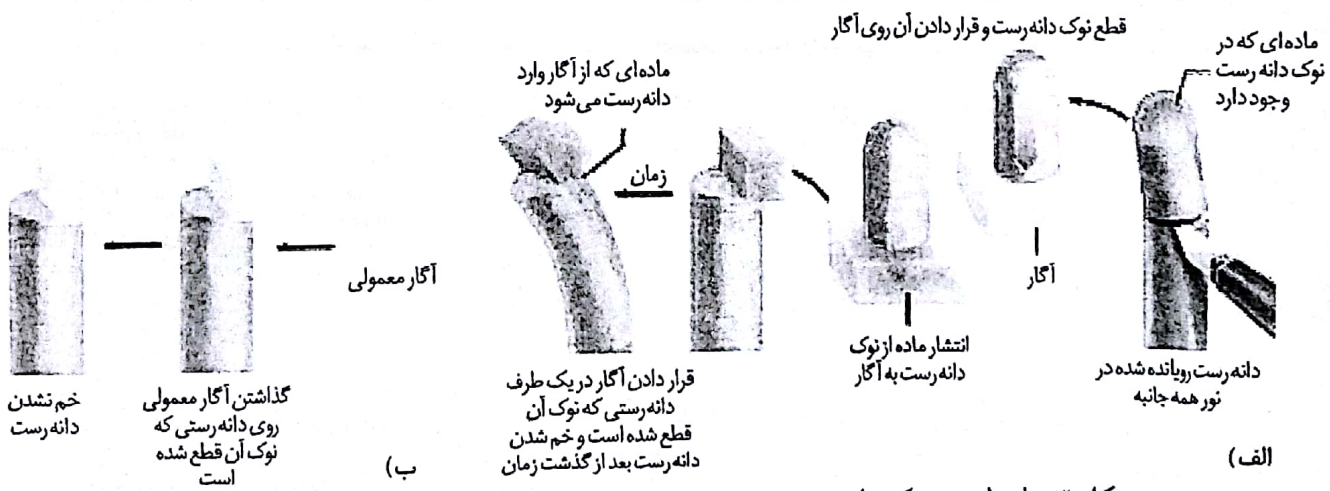
اوّلین آزمایش تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان

شاید دیده باشید که ساقه به سمت نور و ریشه به سمت زمین رشد می‌کند. گیاهان با تغییر فصل و در نتیجهٔ تغییر دما و طول روز گل می دهند، برگ‌های جدید به وجود می‌آورند یا اینکه برگ‌هایشان می‌ریزند.

نکته ۱: خم شدن گیاهان به سمت نور پدیده‌ای رایج در طبیعت است. چارلز داروین که به مطالعهٔ پدیده حرکت در گیاهان علاقه مند بود، برای بررسی این موضوع، همراه با پسرش آزمایش‌هایی را با استفاده از دانه رستِ(رویان) 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.

نکته 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! دراین 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 مدتی‌این قطعه آگار را روی لبهٔ دانه رستی قرار می‌دهند که نوک آن بریده شده؛ همین طور که می‌بینید دانه رست خم شده است (شکل ۳ الف)، در حالی که قرار دادن آگار معمولی روی دانهٔ رستِ بدون نوک، سبب خم شدن آن نمی‌شود (شکل ۳ ب).

خم شدن دانه رست 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 دراین سمت بیشتر از سمت رو به نور است و در نتیجه دانه رُست خم می‌شود (شکل ۴). رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه در پاسخ به نور یک جانبه را نورگرایی(فتوتروپیسم) 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 به‌این گروه از ترکیبات دادند.



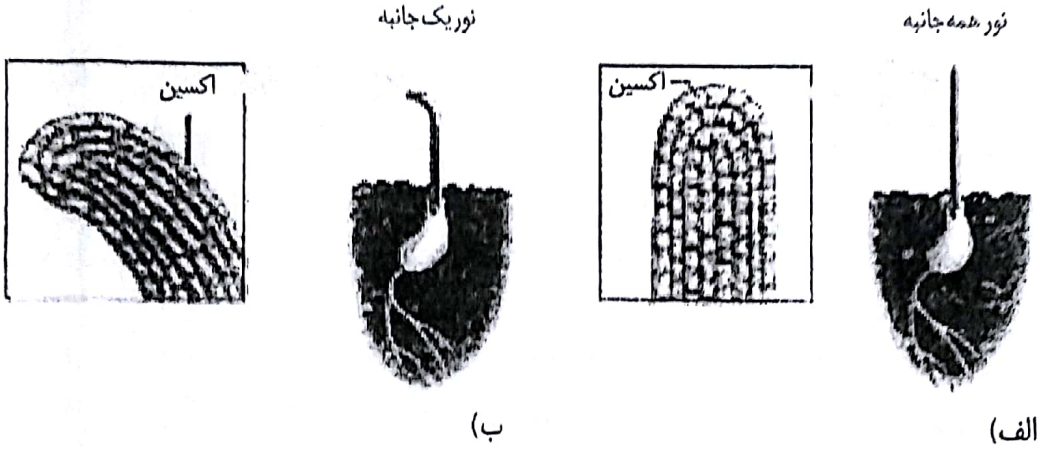
شکل ۳ـ ماده ای در نوک دانه رست وجود دارد که عامل خم شدن آن در برابر نور یک جانبه است.

Scanned by CamScanner

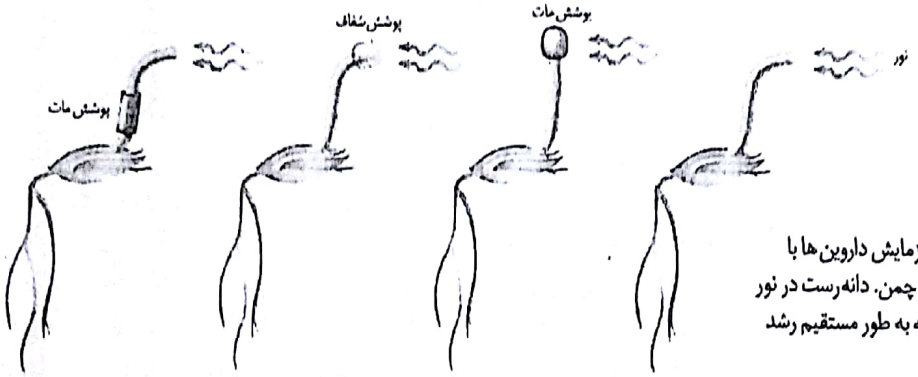
محرک‌های رشد

اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها ۱- در فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. ۲- گرچه این تنظیم کننده‌ها را به عنوان محرک رشد می‌شناسیم؛ اما بر اساس مقدار و محل اثر ممکن است نقش باز دارندگی نیز داشته باشند.

نکته ۱ : پاسخ به نور؛ دیدیم که ساقه به سمت نور یک جانبه خم می‌شود. ولی پاسخ ریشه به نور یک جانبه، برخلاف ساقه است.



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



شکل ۲- آزمایش داروین ها با دانه‌رست چمن. دانه‌رست در نور همه جانبه به طور مستقیم رشد می‌کند.

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.

بیشتر بدانید : بعضی بر این باورند که نباید واژهٔ هورمون را برای تنظیم کننده‌های رشد به کار بریم؛ زیرا معمولاً هورمون در یک محل تولید و بر محلی دیگر تأثیر می‌گذارد، در حالی که ممکن است محل تولید و تأثیر تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان یکی باشد. همچنین تنظیم کننده‌های گیاهی در غلظت‌های متفاوت می‌توانند یک فرایند را دراندامی مهار یا تحریک کنند. با این حال واژه هورمون گیاهی همچنان به کار (Phytohormone) می‌رود.

Scanned by CamScanner

الف) اکسین

۱- در فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها، سبب افزایش طول ساقه می‌شود.

۲- اکسین‌ها را برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها نیز به کار می‌برند. دانه‌های در حال نمو اکسین تولید می‌کنند؛ بنابراین، در رشد میوه و درشت شدن آن نقش دارند. بعضی گوجه فرنگی‌های گلخانه‌ای، دانه‌های فراوانی تولید نمی‌کنند، در نتیجه میوه رشد چندانی ندارد. به همین علت با افشانه کردن اکسین روی گوجه فرنگی‌ها، رشد مطلوب را در آن‌ها ایجاد می‌کنند.

۴- اکسین ریشه زایی را تحریک می‌کند؛ بنابر این، برای تکثیر رویشی(تولید مثل غیر جنسی) گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود.

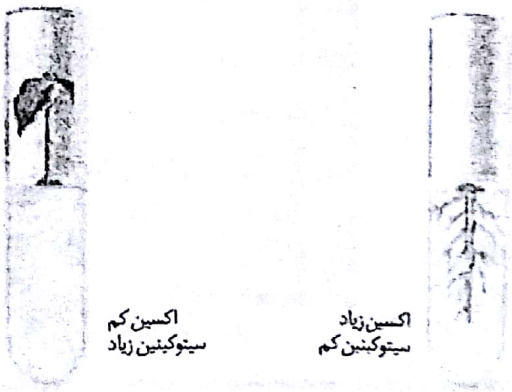
۵- اکسین، نقش باز دارندگی هم دارد. مانع رشد جوانه‌های جانبی در حضور جوانهٔ رأسی (انتهایی) می‌شود. اکسین عامل چیرگی رأسی است. اکسینِ جوانهٔ رأسی، تولید اتیلن را در جوانه‌های جانبی را تحریک می‌کند و در نتیجه با افزایش اتیلن در جوانه‌های جانبی، رشد آن‌ها متوقف می‌شود. بریدن رأس ساقه باعث حذف منبع تولید اکسین و درنتیجه باعث رشد جوانه های جانبی می شود .بدین ترتیب می توان به چگونگی تأثیر هرس کردن و بریدن سر شاخه های گیاهان در پُر شاخه و برگ شدن آنها پی برد.

نکته ۱: بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین‌ها، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته و پژوهش‌هایی برای شناسایی اثر آن‌ها بر گیاهان انجام شدند.

نکته ۲: محققان دریافتند که بعضی از این ترکیبات شیمیایی، 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 به کار برد. درنتیجه بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفی گاه مبارزان بود و نیز زمین‌های کشاورزی آن‌ها از بین رفت که نتیجهٔ آن، اتمام جنگ به نفع امریکایی‌ها 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.

نکته ۳: شکل زیر 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. اگر نسبت اکسین به سیتوکینین زیاد باشد منجر به تولید ریشه و اگر این نسبت کم باشد منجر به تولید ساقه می‌شود.

شکل ۵ـ تأثیر اکسین بر ایجاد ریشه



Scanned by CamScanner

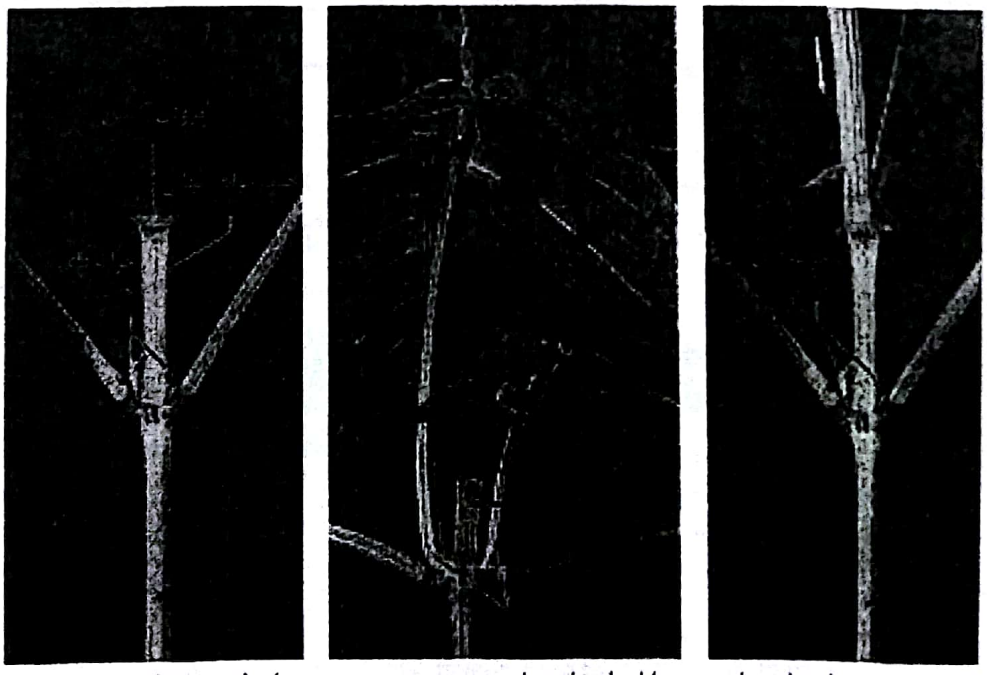
ب) سیتوکینین‌ها (هورمون جوانی)

۱- در فرایندهای رشد مانند **تحریک تقسیم یاخته**، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. 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.

۲- سیتوکینین‌ها **هورمون ساقه زایی** نیز نامیده می‌شوند.به کارگیری‌این هورمون در کشت بافت(نوعی تولید مثل غیرجنسی)، سبب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته(کالوس) می‌شود.

شاخه و برگ‌های بیشتر: برهم کنش دو تنظیم کننده

اگر بخواهید گیاهی پر شاخ و برگ تر 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 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 ۶ پ). این آزمایش نشان می‌دهد که اکسین از جوانهٔ رأسی به جوانه‌های جانبی می‌رود و مانع از رشد آن‌ها می‌شود.



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

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

Scanned by CamScanner

ج) جیبرلین‌ها:

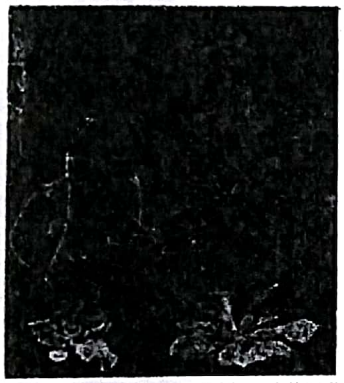
۱- نوعی تنظیم کننده رشد است که در فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. افزایش طول ساقه از طریق تحریکِ رشد طولی یاخته و تقسیم آن است.

۲- افزایش رشد میوه ۳- این هورمون گیاهی را برای تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها به کار می‌برند. ٤- رویش دانه‌ها

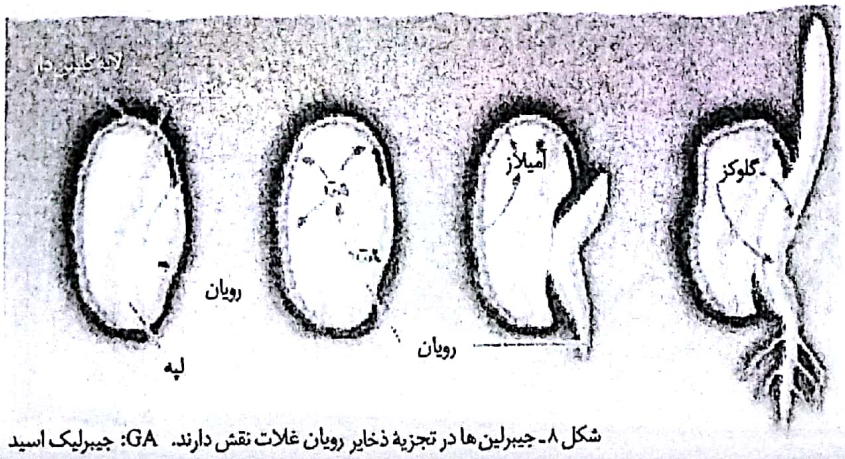
ب) درشت شدن میوه

نکته ۱: جیبرلین‌ها و رویش بذر غلات: رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. این هورمون بر خارجی ترین لایهٔ اندوسپرم اثر می‌گذارد و سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی(آمیلاز) در دانه می‌شود. این آنزیم‌ها دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر اندوسپرم را تجزیه می‌کنند. نشاسته یکی ازاین ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز به گلوکز مورد نیاز برای رشد رویان تجزیه می‌شود.

نکته ۲: 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. 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 راکنترل می‌کنند



الف) افزایش طول ساقه



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

Scanned by CamScanner

باز دارنده‌های رشد

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

الف) آبسیزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد

۱- در 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 می‌شود. آبسیزیک اسید سرعت حرکت شیرهٔ خام را در آوندهای چوبی کاهش می‌دهد.

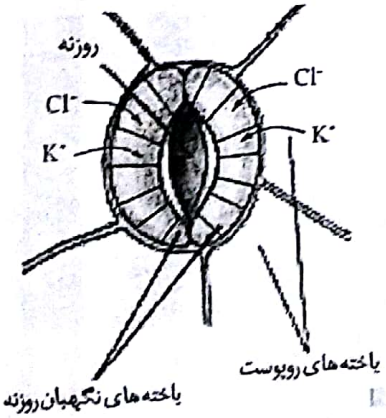
۲- آبسیزیک اسید مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود. چون اگر محیط رطوبت کافی برای تأمین آب مورد نیاز برای رشد دانه رست را نداشته باشد و اگر در این شرایط دانه رویش یابد، قطعاً دانه رُست از بین می‌رود.

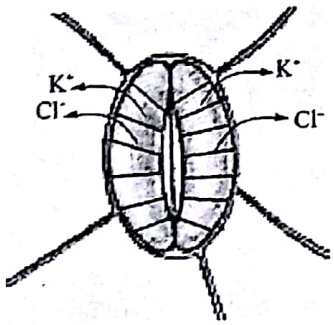
۳- کاهش رشد گیاه؛ به طور کلی‌این تنظیم کننده، رشدگیاهان را درپاسخ به شرایط نا مساعد، کاهش می‌دهد.

روزنه‌ی هوایی ؛

نکته ۱ : روزنه های هوایی می توانند با باز و بسته شدن، مقدار تعرق را تنظیم کنند. باز و بسته شدن روزنه به دلیل ساختار خاص یاخته های نگهبان روزنه و تغییر فشار تورژسانس آنها است. جذب آب به دنبال انباشت مواد محلول در یاخته های نگهبان روزنه انجام می‌شود. عوامل محیطی و عوامل درونی گیاه بازوبسته شدن روزنه ها را تنظیم می‌کنند. مثلاً نور با تحریک انباشت ساکارز و یون های Cl^- و K^+ در یاختهٔ نگهبان، پتانسیل آب یاخته ها را کاهش داده و آب از یاخته های اپیدرمی مجاور به یاخته های نگهبان روزنه وارد می شود. در نتیجه، یاخته ها نگهبان روزنه دچار تورژسانس شده و به علت ساختار ویژهٔ آنها، روزنه باز می شود. بسته شدن روزنه ها هم، به علت خروج آب از یاخته های نگهبان روزنه انجام می شود. آبسیزیک اسید با کاهش فشار تورژسانس در سلول-های نگهبان روزنه آن‌ها را می‌بندد، و شدت تعرق را کاهش می‌دهد.

نکته ۲ : ساختار یاخته های نگهبان روزنه: دیوارهٔ یاخته های نگهبان روزنه، ساختار خاصی دارند که با جذب آب، افزایش طول پیدا می‌کنند. یکی از این عوامل، آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی است که مانند کمربندی دور دیوارهٔ یاخته‌های نگهبان روزنه قرار دارند. این کمربندهای سلولزی، هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی شوند. عامل دیگر، اختلاف ضخامت در دیوارهٔ یاخته‌های نگهبان روزنه است. هنگام تورژسانس، به علت ضخامت کمتر، دیوارهٔ پشتی یاخته بیشتر منبسط می‌شود. این دو ویژگی باعث می‌شود هنگام جذب آب و تورژسانس، یاخته‌ها خمیدگی پیدا کند و منفذ روزنهٔ هوایی باز شود. در این حالت امکان تبادل گازها، فراهم می‌شود.





Scanned by CamScanner

ب) اتیلن: رسیدن میوه‌ها

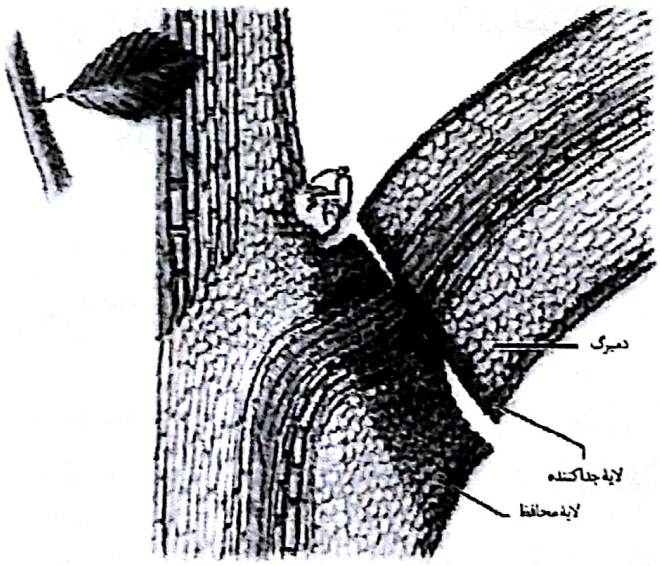
۱- اتیلن باعث رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود، شاید شما هم شنیده باشید که برای رسیدن میوه‌های نارس می‌توانید در پاکت میوه‌ها، یک سیب یا موز رسیده قرار دهید. دانشمندان در پژوهش‌های خود دریافتند که از میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌شود و مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد.

۲- 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.**

۳- **بافت‌های آسیب دیده 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

٤- **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.

۵- **اتیلن در ریزش برگ‌ها نقش دارد**؛ برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. اگر بنا باشد که ارتباط برگ با شاخه قطع شود باید یاخته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که **در قاعده دمبرگ در محلّ اتصال به شاخه، لایه‌ی جدا کننده تشکیل می‌شود.** یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. بعد از ریزش برگ، 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 کننده دیواره را تولید می‌کند.**



شکل ۱۱- ریزش برگ با تشکیل لایه جداکننده.

Scanned by CamScanner

گل دهی در گیاهان و پاسخ به محیط

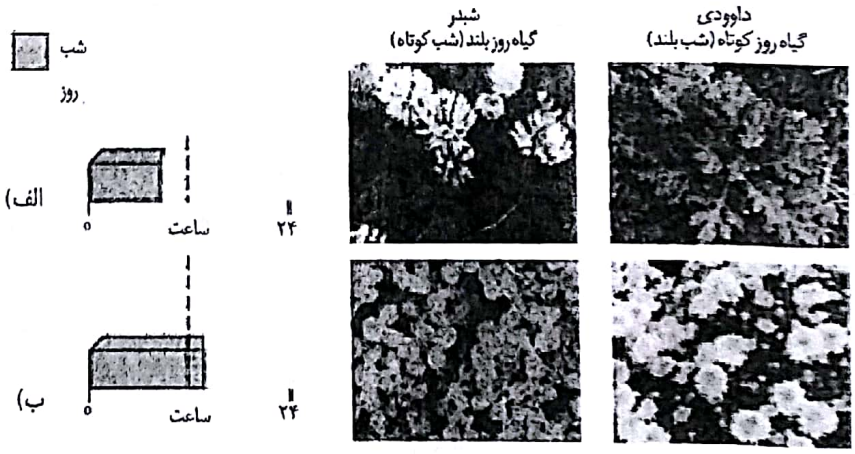
شاید توجه کرده باشید که درختان با کاهش سرما گل می‌دهند، یا اینکه گلبرگ‌های بعضی گیاهان در شب بسته می‌شوند. چرا بعضی گیاهان در فصلی خاص و بعضی در همهٔ فصل‌ها گل می‌دهند؟ اگر بخواهیم گیاهی را که در تابستان گل می‌دهد، مثلاً در پاییز وادار به گل دهی کنیم، آن را باید در چه شرایطی قرار دهیم؟ گیاه هنگامی گل 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.

نکته ۱ : گیاهان را براساس نیاز به نور، برای گل دهی در سه دسته‌ی **روز کوتاه، روز بلند و بی تفاوت** قرار می‌دهند.

نکته ۲ : 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.

نکته ۳ : 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. آگاهی از تأثیر نور بر گل دهی به پرورش دهندگان گل امکان داد تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همهٔ فصل‌ها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.

نکته ٤ : به هر حال گل دادنِ بعضی گیاهان وابسته به طول شب و روز نیست. چنین گیاهانی را **بی تفاوت** می‌نامند؛ **گیاه گوجه فرنگی** ازاین گروه است.



شکل ۱۲ـ گل دهی در گیاه روزبلند و روزکوتاه.

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، دوره رویشی آن کوتاه می‌شود و زودتر گل می‌دهد.** کشف این ویژگی در گیاهان، امکان بهره برداری از زمین‌هایی را فراهم کرد که اکثر سال با برف و یخ پوشیده شده‌اند.

Scanned by CamScanner

پاسخ به گرانش زمین

ساقه در خلاف جهت گرانش و ریشه درجهت گرانش زمین رشد می‌کند. رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه به گرانش زمین، **زمین گرایی** نامیده می‌شود. با تابیدن نور یک طرفه اکسین در سمت سایه(نور ندیده) بیشتر تولید می‌شود، اکسین زیاد در ساقه باعث رشد سمت نور ندیده می‌شود. و در نتیجه ساقه به سمت نور(خلاف زمین) رشد می‌کند. ولی در ریشه سمت نور دیده که اکسین کمتری دارد رشد می‌کند، برای همین ریشه برخلاف نور و به سمت زمین رشد می‌کند.

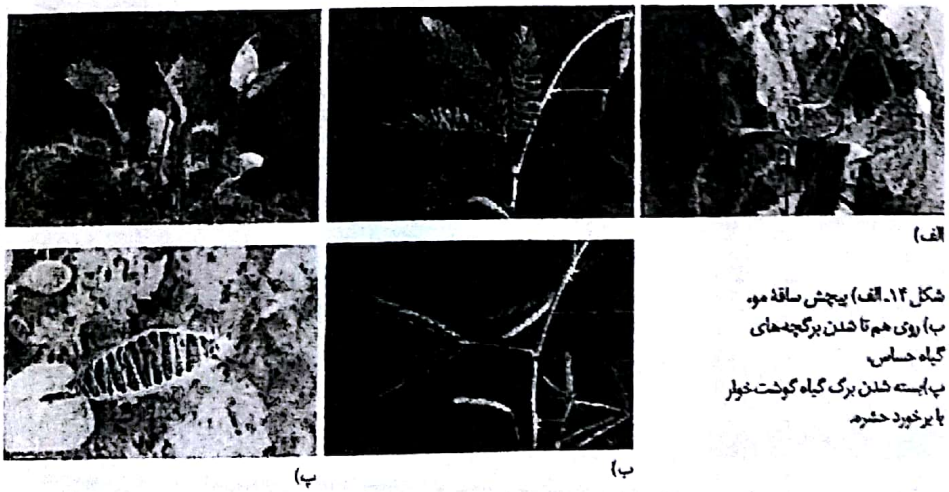
الف) ب) پ)

پاسخ به تماس

۱- 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 تکیه گاه و سمت مقابل آن‌ایجاد می‌شود؛ به طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.

۲- 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.

۳- 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 درنتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.


الف) ب) پ)

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

Scanned by CamScanner

پاسخ‌هایی از جنس دفاع

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

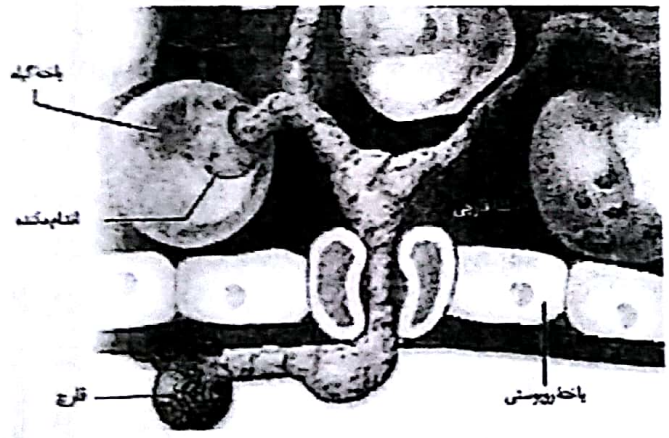
الف) تلاش برای جلوگیری از ورود

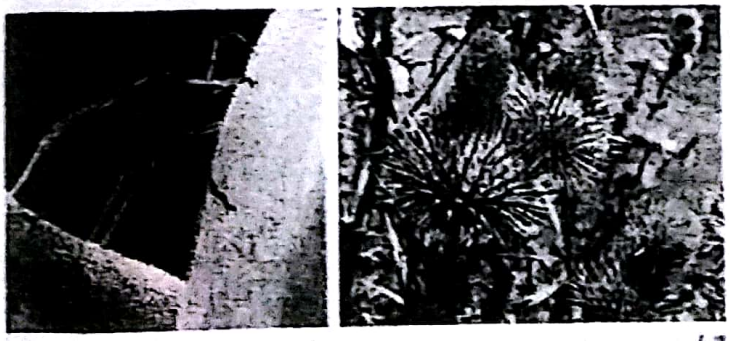
۱ـ **اپیدرم** ؛ می‌دانید رو پوست، خارجی ترین سامانهٔ بافتی در بخش‌های جوان گیاه است و در بخش‌های هوایی گیاه با پوستک پوشیده شده است. **پوستک** تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری زا به گیاه می‌شود. همچنین دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند **لیگنین یا سیلیس** در دیواره به سخت شدن آن و درنتیجه افزایش توان این سدّ فیزیکی کمک می‌کند. با این حال عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از منفذ روزنه‌ها یا فضای بین یاخته‌ها ازاین سد بگذرند .

۲ـ **بافت چوب پنبه** ؛ بافت چوب پنبه نیز دراندام‌های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانعی در برابر عوامل آسیب رسان است.

۳ـ **کرک و خار**؛ نیز در دفاع از گیاهان نقش دارند (شکل ۱۶) مثلاً حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک دار به راحتی حرکت کنند؛ همچنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیر ممکن می‌شود.

۴ـ 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 ۱۶ـ الف) خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ گیاهخواران حفظ می‌کنند
ب) مواد چسبناک درسطح گیاه که به حشره چسبیده‌اند

Scanned by CamScanner

ب) دفاع شیمیایی:

۱- سیانیدها:

گیاهان ترکیباتی تولید می‌کنند 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 می‌کند.**

گیاه کاساوا؛ این گیاه بومی‌امریکای 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.

۲- ترکیبی به نام ریسین:

در پوسته‌ی دانهٔ کرچک وجود دارد که از سیانید و سمّ مار کبری کشنده تر است. روغن کرچک از دانه بدون پوسته گرفته می‌شود.

۳- آلکالوئیدها:

در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد. **گوَن‌ها گیاهانی بوته‌ای‌اند** که **ترکیبات آلکالوئیدی** دارد که بر **دستگاه عصبی** تأثیر می‌گذارد. اگر دام‌ها ازاین گیاه تغذیه کنند، سُست می‌شوند و از غذا خوردن باز می‌مانند.

۴- اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می‌کند و جانور از خوردن دوبارهٔ آن پرهیز می‌کند. جالب است که چنین ترکیباتی برای خود گیاه مرگبار نیستند؛ مشخص شده است که گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر این مواد بر فرایندهای یاخته‌ای خود دارند. یکی ازاین سازوکارها تولید ترکیباتی است که در خود گیاه سمی نیستند؛ بلکه در لولهٔ گوارش جانوران تجزیه و به مادهٔ سمی‌تبدیل 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 سمی‌است از آن جدا می‌شود.

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

Scanned by CamScanner

ج) مرگ یاخته‌ای

مرگ یاخته‌ای یکی دیگر از پاسخ‌های دفاعی در گیاهان است. فرض کنید نوعی ویروس بیماری زا 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. در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌شود.

سالیسیلیک اسید که از تنظیم کنندهای رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد.

یاخته‌ی گیاهی آلوده،این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.

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

جانوران از گیاهان حفاظت می‌کنند

نکته ۱ :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 که‌این مورچه‌ها حتی به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله می‌کنند.

جالب است که گرده افشانی 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 حملهٔ آن‌ها به زنبورهای گرده افشان می‌شود.

نکته : گیاهان دارزی، گیاهانی‌اند که روی درختان رشد می‌کنند.

Scanned by CamScanner

نکته ۲: بعضی گیاهان در برابر حمله‌ی گیاه خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می‌کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود. همین طور که در شکل ۲۰ -الف می‌بینید، نوزاد کرمی شکلِ حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. از یاخته‌های آسیب دیده 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 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. نتیجه‌این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.

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

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.

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.

نام گذاریِ نادرست

Abscission آبسیزیک اسید از واژه 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 تنظیم کنندهٔ رشد باقی ماند.

Scanned by CamScanner