

راهنمای آموزشی بیولوژی صنف دوازدهم – دوره یازدهم

اهداف درسی

1. مفهوم عکس‌العمل نباتات را توضیح دهد.
2. انواع عکس‌العمل‌ها را در نباتات تشخیص دهد.
3. فرق میان حرکات نباتی و عکس‌العمل‌های حیوانی را بیان کند.
4. وظایف اکسین و ایتلین را توضیح دهد.
5. استعمال هورمون‌های نباتی را در زراعت و باغداری مثال بزند

مفهوم عکس‌العمل در نباتات

نباتات با وجود نداشتن سیستم عصبی و عضلات، می‌توانند نسبت به تحریک‌های محیطی (مانند نور، جاذبه، لمس، آب و مواد کیمیایی) پاسخ نشان دهند.

به این پاسخ‌ها، عکس‌العمل نباتی یا حرکت نباتی گفته می‌شود.

نام هورمون	وظیفه
اکسین (Auxin)	تحریک رشد ساقه، سبب خم شدن ساقه به طرف نور.
جیبیرلین (Gibberellin)	رشد طولی ساقه و بیداری دانه‌ها.
سایتوکینین (Cytokinin)	تقسیم حجرات و تاخیر در پیری برگ‌ها.
ابسیزیک اسید (Abscisic acid)	جلوگیری از رشد، کمک به بسته شدن روزنه‌ها در حالت خشکی.
ایتلین (Ethylene)	رسیدن میوه‌ها و جدا شدن برگ‌ها.

انواع عکس‌العمل‌های نباتی

عکس‌العمل نباتات به دو نوع عمده تقسیم می‌شود:

۱. تروپیسم – (Tropism) حرکات دایمی و جهت‌دار

تروپیسم حرکتی است که جهت آن به سمت منبع تحریک یا دور از آن می‌باشد.
اگر حرکت به سوی منبع تحریک باشد → تروپیسم مثبت
اگر حرکت دور از منبع تحریک باشد → تروپیسم منفی

انواع تروپیسم:



۲. ناستی – (Nastic movements) حرکات غیردایمی و غیرجهتی

این حرکات به جهت تحریک وابسته نیستند و معمولاً به حالت موقتی یا قابل برگشت دیده می‌شوند.

نمونه‌ها:

- نیکتیناستی: (Nyctinasty) باز و بسته شدن برگ‌ها در روز و شب، مثل گیاه نخود گل.
- تایگموناستی: (Thigmonasty) بسته شدن برگ‌های گیاه "میمتوسا پودیکا" (گیاه حساس) در اثر لمس.
- ترموناستی: (Thermonasty) باز شدن گل در اثر تغییر حرارت.

هورمون‌های نباتی و نقش آن‌ها

هورمون‌های نباتی مواد کیمیایی هستند که در قسمت‌های خاص نبات تولید شده و در قسمت‌های دیگر اثر می‌گذارند.

انواع مهم هورمون‌های نباتی:

معلومات اضافی (خارج از کتاب)

- در نباتات، اکسین در سمت سایه‌ای ساقه بیشتر تجمع می‌یابد، باعث می‌شود آن قسمت بیشتر رشد کند و ساقه به سمت نور خم شود.

هورمون ایتلین (Ethylene)

محل تولید: در بیشتر قسمت‌های نبات به‌ویژه در میوه‌های رسیده، برگ‌ها و گل‌های پیر.

وظایف مهم:

۱. کمک به رسیدن میوه‌ها (مثل کیله، سیب و انبه).
۲. تسریع در پیری برگ‌ها و گل‌ها.
۳. سبب جدا شدن برگ‌ها و میوه‌ها از ساقه می‌شود (ابیشن).
۴. تنظیم برخی حرکات نباتی مانند بسته شدن گل‌ها.

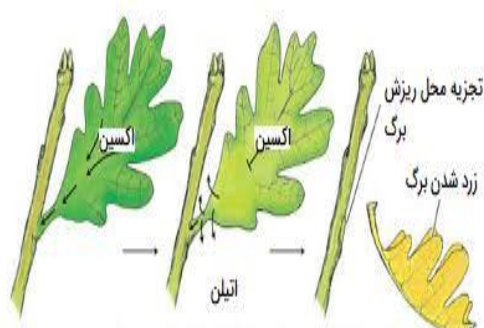
معلومات اضافی:

ایتلین گاز است و در حالت طبیعی از نباتات آزاد می‌شود. در زراعت از ایتلین مصنوعی یا مواد مشابه آن (مانند ایتفان) برای رسیدن هم‌زمان میوه‌ها استفاده می‌شود.

موارد استفاده اکسین و ایتلین در زراعت

۱. اکسین (Auxin)

هورمون اکسین یکی از مهم‌ترین مواد تنظیم‌کننده رشد نباتات است که در قسمت‌های جوان ساقه و برگ تولید می‌شود. در زراعت، از اکسین طبیعی یا مصنوعی (مانند IAA و NAA) برای مقاصد مختلف استفاده می‌گردد.



- بعضی نباتات مانند گل آفتاب‌گردان، در دوران رشد خود همیشه سر خود را به سمت خورشید می‌گردانند (فوتوتروپیسم مثبت).
- نباتات می‌توانند در برابر فشار باد یا تغییرات محیطی حافظه کوتاه‌مدت فیزیولوژیکی از خود نشان دهند

مفهوم هورمون نباتی (Plant Hormone)

هورمون نباتی مواد کیمیای طبیعی‌اند که در قسمت‌های مشخص نبات تولید می‌شوند و بر رشد، تقسیم، یا واکنش‌های فیزیولوژیکی نبات در قسمت‌های دیگر تأثیر می‌گذارند. مقدار آن‌ها بسیار کم است، ولی اثرشان بسیار زیاد می‌باشد.

به این مواد، مواد تنظیم‌کننده رشد نباتات (Plant Growth Regulators) نیز گفته می‌شود.

هورمون اکسین (Auxin)

محل تولید:

در قسمت‌های فعال نبات مانند نوک ساقه‌ها، برگ‌های جوان و تخمک در حال رشد تولید می‌شود.

وظایف مهم:

۱. تحریک رشد طولی حجات ساقه.
۲. جلوگیری از رشد جوانه‌های جانبی (پدیده غلبه راسی).
۳. کمک به تشکیل ریشه در قلمه‌های نبات.
۴. تنظیم حرکات تروپیسمی مانند فوتوتروپیسم.
۵. کمک به تشکیل میوه بدون تخم در بعضی نباتات (پارتینوکاری).

معلومات اضافی:

در زراعت از اکسین‌های مصنوعی مانند IAA (Indole Acetic Acid) و NAA (Naphthalene Acetic Acid) برای تحریک ریشه‌دهی و جلوگیری از ریزش میوه‌ها استفاده می‌شود.

موارد استفاده اکسین :

1. تحریک رشد ریشه در قلمه‌ها: وقتی قلمه نبات در محلول اکسین قرار داده شود، ریشه‌های جدید به سرعت رشد می‌کنند. این روش در قلمه‌های تاک، نیشکر و گل سرخ زیاد استفاده می‌شود.
2. جلوگیری از ریزش میوه‌ها: اکسین باعث می‌شود میوه‌ها در شاخه باقی بمانند و قبل از رسیدن، نیفتند. در زراعت سیب، انبه و گوجه‌فرنگی از این خاصیت استفاده می‌شود.
3. تشکیل میوه بدون تخم (پارتینوکاری): اگر گل نبات با اکسین تیمار شود، بدون انجام عمل القاح نیز میوه تشکیل می‌شود. این روش در تولید کیله و نارنجی بدون تخم استفاده می‌گردد.
4. تنظیم رشد و شکل نبات: اکسین باعث می‌شود ساقه‌ها به طرف نور خم شوند (فوتوتروپیسم مثبت) و نبات رشد متعادل داشته باشد.
5. استفاده در تداوی علف‌های هرزه: بعضی ترکیبات مصنوعی اکسین مانند D 2,4- باعث از بین رفتن علف‌های هرزه پهن برگ می‌شود بدون آن که به نباتات اصلی آسیب برساند.

2. ایتلین (Ethylene) 🍎

ایتلین یک هورمون نباتی به شکل گاز است که در قسمت‌های مختلف نبات، مخصوصاً در میوه‌ها، گل‌ها و برگ‌های پیر تولید می‌شود. در زراعت، از ایتلین یا مواد مشابه آن (مثل ایتفان) استفاده‌های فراوان صورت می‌گیرد.

موارد استفاده ایتلین:

1. رسیدن میوه‌ها: مهم‌ترین استفاده ایتلین، تسریع در رسیدن میوه‌ها است. این هورمون باعث نرم شدن دیواره حجرات، تبدیل نشاسته به قند و تغییر رنگ میوه می‌شود. در میوه‌هایی چون کیله، سیب، انبه، و رومی از ایتلین برای رسیدن هم‌زمان استفاده می‌گردد.
2. جدا شدن برگ‌ها و میوه‌ها: ایتلین باعث شکستن حجرات در پایه دم‌برگ و دم میوه می‌شود، در نتیجه برگ‌ها یا میوه‌ها به آسانی از ساقه جدا می‌گردند. این خاصیت در برداشت آسان میوه‌ها مفید است.

3. تسریع در پیری نبات:

در نباتات زینتی، از ایتلین برای کنترل زمان باز و بسته شدن گل‌ها استفاده می‌شود.

4. هم‌زمان‌سازی رشد و رسیدن محصولات:

در زراعت تجارقی، ایتلین کمک می‌کند تا تمام میوه‌های یک باغ در وقت مشخص آماده جمع‌آوری شوند، که کار برداشت را آسان می‌سازد.

5. باز شدن گل‌ها:

بعضی نباتات در اثر ایتلین گل‌های خود را سریع‌تر باز می‌کنند، مثلاً گل‌های درخت پنبه یا انبه.

نکته 🌱

در زراعت صنعتی امروز، از ترکیبات مصنوعی هورمونی برای افزایش حاصل، تسریع رشد، جلوگیری از ضایع شدن محصولات و حتی کنترل زمان رسیدگی میوه‌ها استفاده می‌شود. اما استفاده بیش از حد از این مواد می‌تواند به تغییرات فیزیولوژیکی غیرطبیعی در نبات و کاهش کیفیت میوه‌ها منجر شود.

1. تفاوت «رشد» و «نمو»

- **رشد (Growth):** افزایش کتی و غیرقابل برگشت اندازه یا جرم نبات است — مثل افزایش طول ساقه، وزن خشک یا تعداد حجرات. رشد معمولاً با تقسیم و بزرگ شدن حجرات همراه است.
- **نمو (Development):** تغییرات کیفی و پیشرونده در ساختار و کارکرد نبات؛ شامل تمایز حجرات، تشکیل بافت‌ها، انتقال از مرحله جنینی به رویشی و از رویشی به تولید مثلی (گلهی)، بلوغ و پیری می‌شود.

خلاصه: رشد = زیاد شدن اندازه/جرم (کمی)، نمو = تغییر شکل و کارکرد (کیفی)



الف) هورمون‌های نباتی — (Plant hormones) نقش‌ها و تعامل‌ها

• اکسین (Auxin)

- محل تولید: نوک ساقه، برگ‌های جوان و نقاط رشد.
- اثرات: تحریک اتساع حجره (acid-growth hypothesis)، تنظیم فوتوتروپیسم و ژئوتروپیسم، حفظ غلبه رأسی (apical dominance)، تحریک تشکیل ریشه در قلمه‌ها، کمک به تشکیل میوه بدون تخم. (parthenocarpy)
- مکانیسم: توزیع پلاری (قطبی) اکسین از طریق انتقال فعال (پروتئین‌های PIN باعث تجمع اکسین در یک سمت می‌شود؛ اکسین با فعال‌سازی پمپ‌های پروتون و پروتئین‌های اسپنکسین دیواره حجره را نرم کرده اتساع را آسان می‌سازد.

• جیبرلین (Gibberellin / GA)

- اثرات: افزایش رشد طولی ساقه، بیداری بذرهای خفته، تحریک تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده ذخایر بذر (مثلاً- α آمیلاز).
- کاربرد: افزایش اندازه میوه، القای جوانه‌زنی در برخی گونه‌ها.

• سایتوکینین (Cytokinin)

- محل تولید: ریشه‌ها (و برخی بافت‌ها).
- اثرات: تحریک تقسیم حجره، تأخیر در پیری برگ‌ها (anti-senescence)، تنظیم نسبت اکسین/سایتوکینین در تعیین تشکیل ریشه یا ساقه در کشت بافت.

• ابسیزیک اسید (Abscisic acid / ABA)

- اثرات: ایجاد خواب یا dormancy در بذر، بسته شدن روزنه‌ها در شرایط خشکی، مهار رشد.
- نقش حفاظتی در پاسخ به خشکی و استرس.

• ایتلین (Ethylene)

- شکل: گازی.
- اثرات: تسریع رسیدن میوه، پیری و ریزش بافت‌ها (abscission)، پاسخ به آسیب و استرس.
- اکسین می‌تواند سنتز ایتلین را افزایش دهد؛ بنابراین بین هورمون‌ها تعامل وجود دارد.

تعامل هورمونی (Hormonal cross-talk) رشد و نمو نتیجه تعادل و نسبت میان

- هورمون‌هاست؛ مثلاً نسبت اکسین به سایتوکینین در تعیین تمایل به تشکیل ریشه یا پیکت (shoot) در کشت بافت مهم است (نسبت زیاد اکسین → ریشه؛ نسبت زیاد سایتوکینین → جوانه/ساقه).

ب) عوامل محیطی

- نور (Light): شدت، کیفیت (رنگ) و مدت نور (photoperiod) تأثیر عمیق دارد. نور روی فوتومورفوژنز، فوتوتروپیسم و زمان گلدهی اثر می‌کند.
- فوتومورفوژنز: رشد و نمو به شیوه نورمحور؛ در تاریکی، گیاهان به صورت کشیده و با برگ‌های کوچک رشد می‌کنند. (skotomorphogenesis)

عناصر و فرایندهای بنیادی رشد در نبات

سه فرایند اصلی که رشد را می‌سازند:

1. تقسیم حجره — (Cell division) در بافت‌های مرستیمی صورت می‌گیرد.
2. بزرگ‌شدن یا اتساع حجره — (Cell enlargement/expansion) پس از تقسیم، حجرات با جذب آب و تغییر دیواره سلولی بزرگ می‌شوند.
3. تمایز حجره — (Cell differentiation) حجرات تازه تقسیم شده به انواع بافت‌ها (آوندی، پارانشیم، کوتیکل، اپیدرم و غیره) تبدیل می‌گردند.

بافت‌های مرستیمی (مرکز رشد):

- مرستیم رأسی (Apical meristem): در نوک ریشه و نوک ساقه، مسئول رشد طولی اولیه.
- مرستیم بینابینی (Intercalary meristem): در پایه گره‌ها (مثلاً در گیاهان چمن‌نما) برای رشد طولی بینابینی.
- مرستیم جانبی (Lateral meristem): نظیر کامبیوم و فلوئم-وابسته برای رشد پهناپی (ضخامت ساقه)، یعنی رشد ثانویه.

نمو در نباتات — مراحل و فازها

1. مرحله جنینی (Embryogenesis): تشکیل جنین از زیگوت داخل بذر — تمایز اولیه ساقه، ریشه و نخستین برگ‌ها.
2. خواب و جوانه‌زنی بذر (Dormancy & Germination): شرایط محیطی مناسب (آب، هوا، نور/حرارت) سبب فعال‌شدن جنین و آغاز رشد می‌شود.
 - جیبرلین (Gibberellin) در جوانه‌زنی معمولاً باعث فعال‌سازی آنزیم‌هایی مثل- α آمیلاز در لایه آلیاوری (aleurone) می‌شود تا نشاسته آندوسپرم به قند تبدیل شده انرژی فراهم کند.
3. فاز رویشی (Vegetative phase): رشد ساقه و ریشه، تولید برگ‌ها و بافت‌های رویشی.
4. فاز تولید مثلی (Reproductive phase): تشکیل گل، لقاح، تشکیل میوه و دانه.
5. پیری و مرگ (Senescence & Death): کاهش فعالیت فیزیولوژیک، زردی برگ‌ها، ریزش و پایان چرخه زندگی.

تنظیم رشد و نمو — عوامل و مکانیسم‌ها

رشد و نمو نباتات تحت تأثیر عوامل داخلی (ژن‌ها و هورمون‌ها) و عوامل خارجی/محیطی قرار دارد. مهم‌ترین آن‌ها:

2. چرا برگ‌های بعضی نباتات در شب بسته می‌شوند؟
3. هورمون نباتی را تعریف کنید و دو مثال بنویسید.
4. وظایف عمده هورمون اکسین را ذکر نمایید
5. نقش جیبرلین را در جوانه‌زنی بذر شرح دهید.

جای خالی 

1. حرکت نباتات در پاسخ به نور را _____ می‌گویند.
2. هورمونی که باعث رسیدن میوه‌ها می‌شود _____ است.
3. هورمونی که باعث رسیدن میوه‌ها می‌شود _____ است.
4. از هورمون _____ برای جلوگیری از ریزش میوه‌ها استفاده می‌شود.

- فوتوپریودیسم: پاسخ به طول روز/شب → تعیین زمان گلدهی (گیاهان روزکوتاه، روزبلند، روزخنثی). مولکولی: پروتئینی به اسم (FT فلویدرن) از برگ ساخته و به مریستیم رأسی منتقل می‌شود تا گلدهی را القا کند (مفاهیم مدرن).
- ورنالیزاسیون: (Vernalization) نیاز به دوره سرما برای آماده شدن گیاه جهت گلدهی؛ اغلب با تغییرات اپی ژنتیک همراه است.
- دما: (Temperature) رشد و فعالیت آنزیم‌ها و نرخ متابولیسم را تنظیم می‌کند. دماهای خیلی بالا یا پایین رشد را متوقف می‌کنند یا خسارت ایجاد می‌کنند.
- آب و نمک: (Water & Salinity) کم‌آبی موجب بسته شدن روزنه، کاهش رشد و فعال شدن ABA می‌شود.
- مواد غذایی: (Nutrients) نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی برای رشد و تولید ضروری‌اند.
- جاذبه و تماس: (Gravity & Touch) ژئوتروپیسم (تأثیر جاذبه) و تایگموتروپیسم/تایگموناستی (پاسخ به لمس) نمونه‌هایی از تأثیر محرک‌های مکانیکی‌اند.

ج) کنترل ژنتیکی و مولکولی

ژن‌ها و شبکه‌های تنظیمی مسیرهای رشد را هدایت می‌کنند؛ عوامل رونویسی (transcription factors)، مسیرهای سیگنالینگ هورمونی، و تنظیمات اپی ژنتیک نقش اساسی دارند. برای مثال، ژن‌های مسئول ساخت PIN انتقال‌دهنده اکسین) توزیع اکسین را تعیین می‌کنند و بدین‌سان الگوهای رشد را شکل می‌دهند.

مثال‌های کاربردی و تکنیک‌های مدیریتی در زراعت و باغداری

- کاشت قلمه و استفاده از اکسین مصنوعی (NAA, IBA) برای ریشه‌دهی سریع قلمه‌ها.
- برداشتن جوانه رأس (decapitation) برای کاهش غلبه رأسی و تحریک جوانه‌های جانبی (باغبانی).
- استفاده از جیبرلین برای افزایش اندازه میوه در انگور یا برای تولید میوه‌های درشت‌تر.
- استفاده از ایتلین یا متیل‌ایتل پراکسی (مواد القاکننده رسیدگی) برای همگن‌سازی رسیدن میوه‌ها قبل برداشت.
- استفاده از مهارکننده‌های ایتلین) مثلاً 1-MCP- برای کند کردن پیری میوه‌ها پس از برداشت و افزایش مدت نگهداری.
- کشت بافت: (Tissue culture) تنظیم نسبت اکسین/سایتوکینین برای تشویق به تشکیل کالوس، ریشه یا جوانه، تولید گیاهچه‌های همگن و تکثیر سریع.

سوالات تشریحی

1. عکس‌العمل نباتات را تعریف کنید و تفاوت آن را با عکس‌العمل حیوانات بیان نمایید.