



فیزیولوژی گیاهی ۳

(رشته زیست شناسی)

دکتر مه لقا قربانلی

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

صفحه	عنوان
یازده	مقدمه
سیزده	راهنمای مطالعه
۱	فصل اول رشد و نمو
۱	پیشگفتار
۲	هدف کلی
۲	هدف‌های رفتاری
۳	تعریف رشد و نمو
۴	جایگاه و شکل‌های رشد
۵	رشد اولیه و ثانویه
۷	شیب‌های رشد
۱۲	تحول رشد در فضا و زمان
۱۴	تحول رشد در سطح یاخته‌ها
۱۴	نشانه‌گذاری
۱۶	نحوه گسترش
۲۱	تغییرات جهت گسترش
۲۴	خلاصه مطالب فصل اول
۲۵	خودآزمایی ۱
۲۷	فصل دوم منحنی‌های رشد
۲۷	پیشگفتار
۲۷	هدف کلی
۲۷	هدف‌های رفتاری
۲۸	منحنی رشد
۲۹	ثبت افزایش ابعاد: اُکسانومتر

۳۱	پارامترها
۳۲	سرعت رشد
۳۳	نرخ رشد
۳۴	مراحل پی‌درپی رشد
۳۵	تفسیر منحنی‌ها
۳۷	خلاصه مطالب فصل دوم
۳۹	خودآزمایی ۲

۴۱	اثر عوامل بیرونی بر رشد	فصل سوم
۴۱	پیشگفتار	
۴۱	هدف کلی	
۴۱	هدف‌های رفتاری	
۴۲	اثرات دما	
۴۶	ترموپریودیسم سالانه	
۴۹	مکانیسم ترموپریودیسم	
۵۰	اثر نور	
۵۶	خلاصه مطالب فصل سوم	
۵۶	خودآزمایی ۳	

۵۹	جنبش‌های گیاهی	فصل چهارم
۵۹	پیشگفتار	
۵۹	هدف کلی	
۶۰	بعضی از اصول اساسی (قوانین یا اصول علمی)	
۶۲	انواع جنبش‌های گیاهی	
۶۳	گفتار ۱ جنبش‌های ناستیک (تنجشی)	
۶۳	جنبش‌های ناستیک (تنجشی)	
۶۴	نیکتی ناستی (شب‌تنجشی)	
۶۸	هیدروناستی یا هیگروناستی	
۶۹	سئیسموناستی (ناستی‌های لرزشی یا لرزه‌تنجشی)	
۷۲	تورگورین‌ها: هورمون‌هایی که جنبش‌های ناستیک را کنترل می‌کنند	
۷۴	تیگموناستی (ناستی‌های برخوردی یا بساوش تنجشی)	
۷۶	خودآزمایی ۴-۱	

۷۷	گفتار ۲ جنبش‌های تروپیسم (گرایش‌ها)
۷۷	هدف‌های رفتاری گفتار ۲
۷۸	تروپیسم‌ها (گرایش‌ها)
۷۸	فتوتروپیسم (نورگرایی)
۸۶	ژئوتروپیسم یا گراوی تروپیسم (زمین‌گرایی)
۹۱	تیگموتروپیسم یا هاپتوتروپیسم (تماس‌گرایی)
۹۲	هیدروتروپیسم یا هیگروتروپیسم (نم‌گرایی)
۹۳	تاکتیس‌ها
۹۵	خلاصه مطالب فصل چهارم
۹۶	خودآزمایی ۴-۲

فصل پنجم

اُکسین

۹۹	پیشگفتار
۹۹	هدف کلی
۱۰۰	هدف‌های رفتاری
۱۰۰	تاریخچه کشف اکسین
۱۰۱	روش‌های اندازه‌گیری اکسین
۱۰۵	جداسازی اولیه IAA
۱۰۸	بیوسنتز اکسین
۱۰۹	اکسین آزاد و پیوسته
۱۱۴	تجزیه اکسین
۱۱۵	محل سنتز اکسین و انتقال آن
۱۲۰	خلاصه مطالب فصل پنجم
۱۲۴	خودآزمایی ۵

فصل ششم

اختصاصات فیزیولوژیک اُکسین

۱۲۷	پیشگفتار
۱۲۷	هدف کلی
۱۲۷	هدف‌های رفتاری
۱۲۸	اثر اکسین بر رشد یاخته
۱۲۸	اثر اکسین بر تروپیسم‌ها
۱۳۱	اثر اکسین بر ایجاد لایه زاینده
۱۳۳	

۱۳۵	اثرات اکسین بر کشت بافت‌ها
۱۳۶	اثرات اکسین بر تکثیر
۱۳۸	نقش اکسین در تمایز
۱۴۱	اکسین‌های سنتتیک
۱۴۶	خلاصه مطالب فصل ششم
۱۴۶	خودآزمایی ۶

۱۴۹	ارتباط ساختار شیمیایی، فعالیت و مکانیسم عمل اکسین‌ها	فصل هفتم
۱۴۹	پیشگفتار	
۱۴۹	هدف کلی	
۱۴۹	هدف‌های رفتاری	
۱۵۰	ساختار اکسین و فعالیت اکسینی	
۱۵۴	مکانیسم عمل اکسین	
۱۵۸	جایگاه‌های عمل اکسین	
۱۶۵	اکسین و بیان ژن	
۱۷۰	خلاصه مطالب فصل هفتم	
۱۷۱	خودآزمایی ۷	

۱۷۳	جبرلین‌ها	فصل هشتم
۱۷۳	پیشگفتار	
۱۷۳	هدف کلی	
۱۷۳	هدف‌های رفتاری	
۱۷۴	تاریخچه کشف جبرلین‌ها	
۱۷۵	اندازه‌گیری جبرلین‌ها	
۱۷۷	ویژگی‌های شیمیایی جبرلین‌ها	
۱۷۹	بیوسنتز جبرلین‌ها	
۱۸۱	تنظیم سطح جبرلین‌های درون‌یاخته‌ای	
۱۸۳	تشکیل مشتقات غیرفعال جبرلین‌ها	
۱۸۴	اثرات فیزیولوژیکی جبرلین‌ها	
۱۸۷	سایر اثرات جبرلین‌ها	
۱۹۱	ضد جبرلین‌ها	

۱۹۲	خلاصه مطالب فصل هشتم
۱۹۲	خودآزمایی ۸

۱۹۵	سیتوکینین ها و تنظیم کنندگان دیگر	فصل نهم
۱۹۵	پیشگفتار	
۱۹۵	هدف کلی	
۱۹۷	گفتار ۱ سیتوکینین ها	
۱۹۷	تاریخچه کشف کینتین	
۲۰۲	بیوسنتز و متابولیسم سیتوکینین ها	
۲۰۸	بعضی اثرات فیزیولوژیکی سیتوکینین ها در گیاهان دانه دار	
۲۱۳	فعالیت هورمونی سیتوکینین های آزاد	
۲۱۴	پروتئین متصل شونده به سیتوکینین	
۲۱۵	انتقال سیتوکینین ها	
۲۱۶	خودآزمایی ۹-۱	
۲۱۹	گفتار ۲ اتیلن	
۲۲۰	تولید اتیلن به وسیله بافت ها	
۲۱۹	بیوسنتز اتیلن	
۲۲۱	اثرات فیزیولوژیکی اتیلن	
۲۲۷	خودآزمایی ۹-۲	
۲۲۹	گفتار ۳ آبسیسیک اسید و پلی آمین ها	
۲۳۲	اثرات فیزیولوژیکی آبسیسیک اسید	
۲۳۳	پلی آمین ها	
۲۳۵	خلاصه مطالب فصل نهم	
۲۳۷	خودآزمایی ۹-۳	

۲۳۹	کسب استعداد گل دادن (بهاره کردن)	فصل دهم
۲۳۹	پیشگفتار	
۲۴۰	هدف کلی	
۲۴۰	هدف های رفتاری	
۲۴۰	تعریف بهاره کردن	
۲۴۱	نیاز گونه های مختلف به بهاره کردن	
۲۴۳	تیمار بهاره کننده	

۲۴۴	ویژگی های بهاره کردن	
۲۴۵	بهاره کردن در گندم و بنگدانه	
۲۴۸	مکانیسم بهاره شدن	
۲۴۹	خلاصه مطالب فصل دهم	
۲۵۱	خودآزمایی ۱۰	
۲۵۳	فتوپریودیسم	فصل یازدهم
۲۵۳	پیشگفتار	
۲۵۴	هدف کلی	
۲۵۴	هدف های رفتاری	
۲۵۴	تاریخچه و تعریف فتوپریودیسم	
۲۶۱	القای فتوپریودیسم	
۲۶۴	مکانیسم فتوپریودیسم	
۲۶۴	خلاصه مطالب فصل یازدهم	
۲۶۵	خودآزمایی ۱۱	
۲۶۷	فیتوکروم	فصل دوازدهم
۲۶۷	پیشگفتار	
۲۶۷	هدف کلی	
۲۶۸	هدف های رفتاری	
۲۶۸	مقدمه ای بر شناخت فیتوکروم	
۲۷۲	جنس و اختصاصات طیفی فیتوکروم	
۲۷۴	محل استقرار فیتوکروم	
۲۷۶	اثرات فیزیولوژیکی فیتوکروم	
۲۷۹	خلاصه مطالب فصل دوازدهم	
۲۸۰	خودآزمایی ۱۲	
۲۸۱	واژه نامه	
۲۸۴	کتابنامه	
۲۸۵	فهرست موضوعی	

مقدمه

مسائل مربوط به رشد و نمو گیاهان خیلی بیشتر از تغذیه آنها، شامل فرایندهای پیچیده است و در گروه‌های مختلف گیاهی عوامل آن غالباً به درستی شناخته نشده‌اند. در این کتاب به بررسی رشد و نمو گیاهان عالی اکتفا می‌شود.

زندگی گیاهی با سازمان یافتن جنین آن آغاز می‌شود. گیاه نوپدید، پس از رسیدن دانه، از گیاه والد خود جدی می‌شود و زندگی مستقلی را آغاز می‌کند. دانه می‌تواند مدتی را به حالت زندگی بگذراند و سپس بروید. آغاز فعالیت دانه هنگامی است که از نظر فیزیولوژی زندگی هتروتروفي آن به زندگی اتوتروفي تبدیل شود. در این جریان، گیاه بر حجم خود افزوده و به اصطلاح رشد می‌کند و پس از رسیدن به سن معینی که بلوغ گل دادن نامیده می‌شود، اندام‌های زایشی ظاهر می‌شوند و گیاه نمو می‌کند. تشخیص حد بین رشد و نمو دشوار است، زیرا هر دو فرایند در گیاه با هم انجام می‌گیرند.

در این کتاب، مطالب مربوط به پدیده‌های رشد و نمو در ۱۲ فصل به شرح زیر توضیح داده می‌شود:

ابتدا به دنبال گفتاری در زمینه یادآوری داده‌های بنیادی درباره رشد و نمو گیاهان عالی، مطالبی درباره جنبه‌های مختلف رفتار گیاهی شامل سیتیک رشد، ناستی‌ها، تروپیسم‌ها، تاکتیسیم‌ها و عوامل مؤثر بر رشد در سه گفتار اختصاص داده شده است. سپس پنج گفتار به هورمون‌ها و دیگر مواد مربوط به رشد که نقش قاطعی در رشد گیاه ایفا می‌کنند، تخصیص یافته است. آنگاه، کسب استعداد تشکیل گل را که از جمله بارزترین موضوعات گیاهان عالی هستند در دو گفتار مورد بررسی قرار داده‌ایم. سرانجام، در گفتار آخر، به شرح فیتوکروم که شناخته‌ترین گیرنده نور در گیاهان است پرداخته‌ایم، و این امر به ما فرصت می‌دهد تا بار دیگر اثرات متعدد نور را بر رشد، جنبش‌ها و نمو و تولید مثل بررسی کنیم.

راهنمای مطالعه

دانشجوی عزیز

با آرزوی توفیق شما در کلیه شئون زندگی به منظور سهولت در امر مطالعه و دستیابی سریع تر به هدفها و انتظارات آموزشی پیش‌بینی شده و یادگیری پایدارتر مطالب این کتاب نظر شما را به نکات زیر جلب می‌نماید امید است با رعایت دقیق آنها روال مطالعاتی و تلاش‌های آموزشی خود را در راستای یادگیری و آموختن مفاهیم اصول ارائه شده بهبود بخشید:

۱. مقدمه مؤلف و هدف کلی درس را با دقت مطالعه کنید تا چشم‌اندازها و انتظارات آموزشی اساسی مترتب بر فعالیت‌های خود را دریابید.
۲. سرآغاز هر فصل از مطالب این کتاب پیشگفتار فصل، هدف‌های کلی (مرحله‌ای) و رفتاری چندی را ملاحظه می‌کنید. مطالعه و به خاطر سپاری آنها راهگشای مطالعه شما خواهد بود. زیرا با نقطه نظرهای اساسی و رفتاری مورد انتظار در آن فصل آشنا می‌شوید.
۳. به هنگام مطالعه محتوا و متن علمی هر فصل هدف‌های رفتاری آن را وجه همت مطالعاتی خویش و همواره درصدد وصول آن بکوشید.
۴. ضمن مطالعه بر آن باشید تا هریک از مطالب محتوا را به قطعات کوچکتر و منطقی تقسیم کنید. سپس با تجزیه و تحلیل هر قطعه نکات جالب مفاهیم اساسی، اصول و قواعد موجود آن را در حاشیه کتاب و... یادداشت کنید.
۵. چنانچه در مطالب موجود فعالیتی برای شما پیش‌بینی شده است با جدیت تمام اقدام کنید.
۶. تصاویر، جداول و نمودارها که برای تفهیم و درک سریع مطلب آورده شده است را به دقت بررسی کنید.
۷. قبل از انجام تکالیف کلی و پرسش‌های پایان هر فصل، خلاصه مطالب آن فصل و مجموعه یادداشت‌های خود را مطالعه کنید- با این مطالعه می‌توانید آموخته‌های پراکنده و جزء به جزء خود را انسجام بخشید.

۸. به پرسش‌های پایان هر فصل به‌طور جدی پاسخ دهید و حاصل تلاش‌های واقعی خود را در مورد کیفیت و کمیت یادگیری‌های خود بسنجید. پاسخ‌های ارائه شده خودتان را با مطالب علمی مطالعه شده مقایسه کنید.

۹. در صورت مشاهده هرگونه نقص و نارسائی در یادگیری‌های مورد انتظار و اهداف مطرح شده در آن فصل لازم است مجدداً و با حوصله و دقت لازم به مطالعه تحلیلی متن مورد نظر اقدام کنید و این عمل را تا یادگیری کامل و دستیابی به هدف‌های آموزشی فصل ادامه دهید.

۱۰. پس از احساس رضایت از مطالعات خود در هر فصل براساس خودسنجی انجام شده مطالعه مطالب فصل بعدی را بدین منوال ادامه دهید.

۱۱. مسائل و مشکلات آموزشی یا هرگونه ابهام در آموخته‌های خود را با استاد مربوط در کلاس‌های حضوری در میان بگذارید.

و من الله التوفیق و علیه التکلان

طراح آموزشی

فصل اول

رشد و نمو

پیشگفتار

نتیجه تغذیه (جذب آب، گازها، عناصر کانی و انتقال آنها) و سوخت ساز^۱ (تولید انرژی، تنفس، فتوسنتز و ساخت پروتئین) افزایش وزن و ایجاد اندام‌های جدید و بزرگ شدن گیاه است که مجموعاً به نام کلی رشد و نمو نامیده می‌شود. رشد^۲ و نمو^۳ به تشکیل گیاه کامل می‌انجامد و در ریخت‌زایی^۴ و اندام‌زایی^۵ آن نیز مؤثر است. به‌طور کلی، رشد مجموعه پدیده‌های زیستی است که با افزایش غیرقابل برگشت اندازه‌ها و وزن یک فرد یا اندام‌های تشکیل‌دهنده آن مشخص می‌شود. رشد در یک گیاه عالی، با بزرگ شدن اندام‌هایی که قبلاً وجود داشته‌اند مانند ریشه‌چه، ساقه‌چه، و برگ‌های اولیه دانه در حال رویش و پیدایش اندام‌هایی که نظایر آنها قبلاً وجود داشته‌اند مانند برگ‌های جدید و انشعابات جدید در ریشه و ساقه همراه است. درضمن رشد، یاخته‌های ویژگی یافته، به‌صورت بافت دسته‌بندی می‌شوند و بدین ترتیب بافت‌های مختلف یک گیاه مانند بافت اسکله‌رانشیم، بافت هادی و غیره را می‌سازند. درحالی که نمو با تغییرات عمیق‌تری همراه است که منجر به پیدایش اندام‌های جدیدی می‌شود که نظیر آنها وجود نداشته است. مانند به‌وجود آمدن برگ‌ها از رویان یا گذر از حالت رویشی به زایشی و یا تبدیل جوانه به تکه گل.

1. metabolism
2. growth
3. development
4. morphogenesis
5. organogenesis

در این فصل، پس از تعریف رشد و نمو و تشخیص مکان و اشکال مختلف رشد، رشد ریشه و ساقه و برگ مورد مطالعه قرار می‌گیرد و روش‌های مطالعه توضیح داده می‌شود.

هدف کلی

دانشجویان پس از مطالعه مطالب این فصل ضمن آشنایی با پدیده‌های رشد و نمو، چگونگی آنها را در ریشه، ساقه و برگ گیاهان می‌آموزند.

هدف‌های رفتاری

از دانشجویان انتظار می‌رود پس از مطالعه، بحث و بررسی مطالب این فصل:

۱. پدیده‌های «رشد» و «نمو» را تحلیل و مقایسه کنند.
۲. سطوح و موادی را که برای مطالعه رشد به کار برده می‌شود با ذکر دلیل توصیف کنند.
۳. جایگاه و شکل‌های رشد را شرح دهند.
۴. انواع رشد را تشریح کنند (اولیه و ثانویه - طولی و عرضی).
۵. تفاوت رشد گیاهان و جانوران را توضیح دهند.
۶. تفاوت‌های کیفی رشد ساقه و ریشه را تشریح کنند.
۷. مریستم رأسی و میانگرهی را مورد مقایسه قرار دهند.
۸. تحول رشد در فضا و زمان را شرح دهند.
۹. چگونگی رشد ریشه، ساقه و برگ را توصیف کنند.
۱۰. تحول رشد در سطح یاخته‌ها را توضیح دهند.
۱۱. نحوه گسترش و انواع آن را شرح دهند.
۱۲. تغییرات جهت گسترش و انواع آن را توصیف کنند.
۱۳. نتیجه فعالیت مریستم‌های اولیه و ثانویه و محل استقرار آنها را شرح دهند.
۱۴. تفاوت رشد در ریشه و ساقه را از نظر کیفی بیان کنند.
۱۵. ضمن مطالعه و تحلیل مطالب خلاصه‌ای مفید از آن تهیه کنند.
۱۶. به پرسش‌های پایان فصل (خودآزمایی) به دقت پاسخ دهند.

تعریف رشد و نمو

گرچه واژه رشد بسیار مشخص و کاربرد آن عادی و معمول است، ولی مجموعه‌ای از اصطلاحات وجود دارند که شبیه آن بوده و تعریف رشد را دشوار می‌کنند؛ مثلاً بزرگ شدن، گسترش یافتن، نمو کردن و غیره.

تمام موجودات زنده در طول زمان می‌توانند ابعاد، شکل، و تعداد خود را تغییر دهند. تمام این اختصاصات می‌تواند به‌عنوان آشکالی از رشد به معنای اعم باشد. یا، به عبارت دیگر، مجموعه فعالیت‌های مشخص موجودات زنده رشد را تشکیل می‌دهد. بنابراین، به‌منظور مطالعات زیستی، لازم است برای رشد تعریفی خلاصه تهیه کرد.

وقتی گیاهی در فاصله زمانی Δt مورد توجه قرار می‌گیرد، تغییراتی در آن مشاهده می‌شود که می‌تواند از دو نوع باشند. بعضی از این تغییرات کمی هستند: میانگره‌ها دراز شده، برگ‌های جوان پهن گردیده، یاخسته‌ها بر حجم خود می‌افزایند. برخی دیگر از تغییرات به تغییرات کیفی مربوط‌اند: جوانه‌های رویشی به تکه‌های گل تبدیل می‌شوند، جمعیت‌های یاخسته‌ای ساختار خود را تغییر می‌دهند و به بافت‌های تخصصی تبدیل می‌گردند، و غیره.

برای محدود کردن محتوای کلمه رشد، سعی بر این است که رشد را برای تعیین تغییرات کمی برگشت‌ناپذیر گیاه که در طول زمان رخ می‌دهند، به کار برند. صفت برگشت‌ناپذیری به‌ویژه با نوسانات حجمی و وزنی که مربوط به تغییرات موقتی در توازن و تعادل آب است مغایرت دارد (مانند تغییرات تورژسانس و پلاسیدگی). وقتی تغییرات کیفی در گیاه بیشتر باشد، واژه‌های نمو و تمایز را به کار می‌برند. گرچه تمیز این تغییرات از جنبه نظری مسلماً مورد استفاده است، در عمل تغییرات کمی و کیفی به شدت به هم پیوسته‌اند و به عقیده استوارد^۱، «دو روی یک سکه‌اند».

رشد یک گیاه معمولاً با افزایش تعداد و اندازه واحدهای موجود (اندام، یاخسته) و تشکیل واحدهای جدیدی همراه است که تدریجاً به نوبه خود تغییر می‌کنند. هر یاخسته، در طی تکامل خود، به ترتیب از مراحل می‌گذرد که در آنها غالباً افزایش چشم‌گیر ابعاد حاصل می‌شود. این افزایش ده‌ها و یا حتی صدها برابر حجم اولیه است و به‌طور کلاسیک موارد زیر قابل تشخیص‌اند:

الف) افزایش جرم پروتوپلاسمی که توسط میتوز (mitos به یونانی به معنای «رشته» است) (مریزیس)^۱ انجام می‌گیرد؛ ب) رشدی که نتیجه بزرگ شدن یاخته‌ها (اگزیزیس)^۲ است. این پدیده اساسی و بسیار مشخص است. غالب اوقات، برای تجزیه فیزیولوژی، در شرایطی عمل می‌کنند که این پدیده غالب یا انحصاری است. بنابراین، برای مطالعه تجربی، ترجیحاً سطوحی را انتخاب می‌کنند که از نظر تعداد یاخته‌ها به حد نهایی و از نظر ابعاد به حد مشخصی رسیده‌اند (شکل ۱-۱).

جایگاه و شکل‌های رشد

در موجودات زنده چند یاخته‌ای ساده مانند بعضی جلبک‌های رشته‌ای شکل، یاخته‌ها ارزش معادل دارند و همگی تقسیم شده و بزرگ می‌شوند. در جریان تکامل، رشد در فضا و زمان ویژگی محدود شده‌ای پیدا می‌کند. در سلسله جانوری، به نظر می‌رسد که رشد در زمان رخ می‌دهد، بدین معنی که در نخستین دوره‌های زندگی ظاهر شده و سپس کند می‌شود و هنگامی که ابعاد مشخص‌گونه حاصل شد، متوقف می‌گردد. در گیاهان، رشد معمولاً در تمام دوره زندگی فرد ادامه دارد و گفته می‌شود که رشد نامحدود است. مفهوم اندازه بالغ می‌تواند مشخص‌کننده اندام‌هایی باشد که جداگانه در نظر گرفته شده‌اند ولی گیاه در مجموع با ساختن اندام‌های جدید به بزرگ شدن یا رشد خود ادامه می‌دهد. بنابراین، تعداد اندام‌ها برای موجود زنده معینی معمولاً ثابت نیست. این صفت حاصل باقی ماندن یا تداوم کانون‌های یاخته‌های جنینی است که مریستم‌ها را تشکیل می‌دهند. یادآور می‌شویم که دو نوع رشد وجود دارد که متوالیاً عمل می‌کنند: رشد اولیه و رشد ثانویه (۱-۲).



الف

ب

ج

شکل ۱-۱ موادی که غالباً برای مطالعه رشد به کار برده می‌شوند. الف) کولوپتیل (ذرت؛ ب) نخستین میانگره محور بالای لپه (نخود؛ ج) محور زیر لپه (سویا). در این اندام‌ها، چند روز پس از جوانه‌زنی، تقسیمات کند و سپس متوقف می‌شوند: تعداد محدودی از یاخته‌ها حاصل شده و اندازه نهایی از افزایش ابعاد یاخته به‌دست می‌آید.

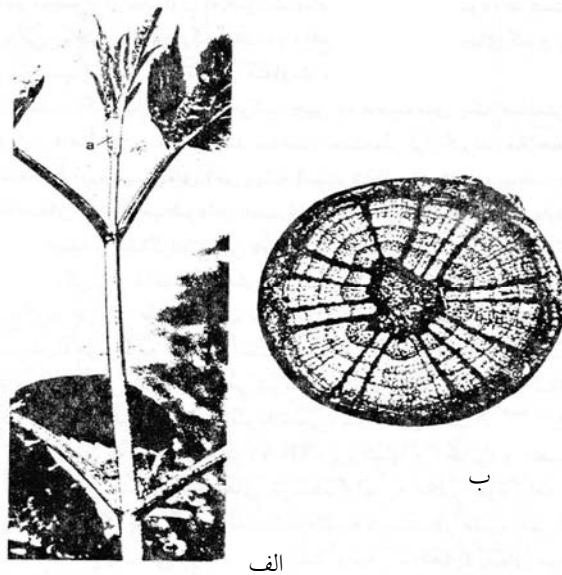
رشد اولیه و ثانویه

رشد اولیه نتیجه فعالیت مریستم‌های رأسی است که در انتهای ریشه‌ها (مریستم ریشه‌ای) و ساقه‌ها (مریستم ساقه‌ای) قرار دارند. این مریستم‌ها توده یاخته‌ای تولید می‌کنند که برای ساختن مجموعه اندام‌ها به کار می‌روند، بنابراین اندام‌ها هستند. یاخته‌هایی که مریستم‌های اولیه را تشکیل می‌دهند فعالانه تقسیم شده و دارای صفات سیتولوژیکی ویژه‌ای هستند که عبارت‌اند از: اندازه کوچک، نسبت هسته به سیتوپلاسم بالا، اندامک‌هایی با ساختار ناکامل، دیواره نازک، واکوئل‌های محدود، ریبوزوم‌های فراوان، هستک‌های^۱ با اندازه بزرگ.

رشد ثانویه نتیجه فعالیت مریستم‌های ثانویه است که کامبیوم^۲ یا لایه زاینده نامیده می‌شوند. این مریستم‌ها وقتی رشد اولیه متوقف شود، فعال می‌شوند. یاخته‌هایی که کامبیوم‌ها را تشکیل می‌دهند به شدت واکوئل‌دار شده‌اند، این یاخته‌ها در جهتی منظم

1. nucleolus
2. cambium

پریکلین^۱ (جداربندی جدید نسبت به سطح مماسی) هستند و مشتقات آنها به طور مستقیم به صورت بافت تمایز می یابند. بنابراین، فقط بافت زاهستند و توان آنها نسبت به مشتقات مریستم های اولیه محدودتر است. فعالیت مریستم های اولیه موجب رشد طولی می شود، درحالی که بر اثر فعالیت مریستم های ثانویه رشد عرضی حاصل می شود.



الف

شکل ۱-۲ رشد اولیه و رشد ثانویه. الف) افزایش طولی (ساقه جوان آقطی). ساقه و برگ ها در نتیجه فعالیت آهنگ دار (ریتمیک) مریستم اولیه که در رأس قرار گرفته ظاهر می شود، (a) میانگره ها پایگاه رشد میانگره ای لایه ای مشخص اند. ب) افزایش ضخامت (برش عرضی ساقه راش). در نتیجه فعالیت کامبیوم (c) حلقه های سالانه چوب (b) به طور متحدالمرکز تجمع می یابند.

رشد اولیه عمومیت بیشتری دارد و مربوط به مجموع گیاهان آوندی است. این نوع رشد اندام های قابل انعطاف (سیمای علفی) تولید می کند. رشد ثانویه در گونه هایی که به آنها چوبی گویند و به صورت درخت یا درخت مانند هستند حایز اهمیت است. گفته می شود که در هر دو مورد، رشد گیاه دارای دو صفت است: یکی صفت جمع کنندگی^۲ (که اضافه یا جمع می شود) و دیگری صفت تکرار شوندگی^۳ (که در چند زمان تکرار می شود).

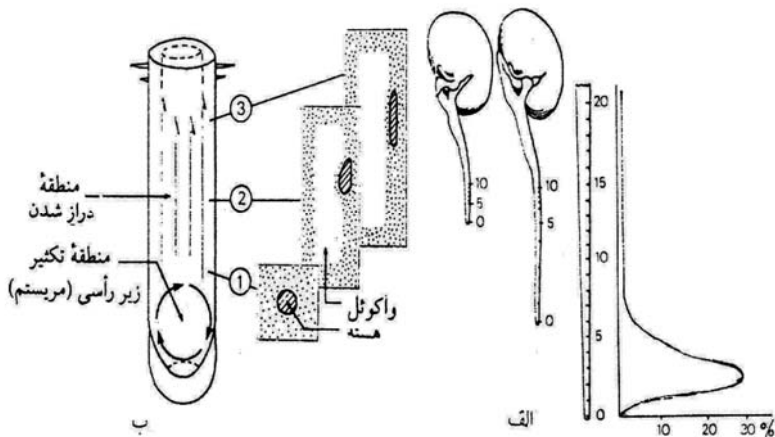
1. pericline
2. cumulatif
3. iteratip

شیب‌های رشد

بر اثر عمل یاخته‌های مریستمی، قسمت‌های جدید بر روی هم قرار می‌گیرند. گرچه رشد و بزرگ شدن یک گیاه در مجموع در نظر اول به‌صورت «نامعین» ملاحظه می‌شود، ظرفیت گسترش سطح معین نوعی ویژگی موقتی دارد، بزرگ شدن در واقع به‌صورت شیب‌های کم و بیش مشخص حاصل شده و برحسب اندام‌ها و گونه‌های متفاوت جهت می‌یابند.

در مورد ریشه، اگر نشانه‌هایی با مرکب چین به فاصله‌های یک میلیمتر در طول اندام گذاشته شود و این فاصله‌ها به مدت چند ساعت تحت‌نظر قرار گیرند، ملاحظه می‌شود که افزایش طول منحصرراً در میلیمترهای آخر ریشه است. شکل ۱-۳ این پدیده را در مورد ریشه نشان می‌دهد. ناحیه‌ای که دراز می‌شود در عقب کلاهک و مریستم اولیه قرار دارد. سرعتی که در آن نشانه‌ها بیشینه فاصله را پیدا کرده‌اند بین دومین و سومین میلیمتر زیر رأسی قرار دارد، سپس به تدریج در جهت «گریز از قاعده»^۱ کاهش می‌یابد، به‌طوری که مناطق واقع در بالای پنج میلیمتر آخر هیچ‌گونه افزایش طولی نشان نمی‌دهند. آزمایش میکروسکوپی نشان می‌دهد که ناحیه دراز شدن بیشینه مربوط به سطحی است که در آن یاخته‌ها از حالت مریستمی خارج شده و میتوز آنها کند و با واکوئلی شدن بزرگ می‌شوند. بزرگ شدن به دنبال تغییر ساختارهای عمیق صورت می‌گیرد (که شامل اُفت نسبت نوکلئوپلاسمی، ساختاری شدن اندامک‌ها و واکوئلی شدن است). این امر در دوره‌ای که فعالیت سنتز (RNA، پروتئین‌ها و ذخایر) و تنفس شدید است صورت می‌گیرد. در همین هنگام، یاخته‌های مریستم اولیه به تکثیر خود ادامه می‌دهند، رأس ریشه و ناحیه رشد در خاک پیش می‌روند. رشد ثانویه درست در عقب رأس در قلمروهایی که قبلاً تمایز یافته‌اند صورت می‌گیرد. در کل، رشد اولیه ریشه‌ها پدیده‌ای موضعی و قطبی است: این رشد به‌صورت افزایش طول است که به ساخته شدن رأسی کم و بیش شکننده (رشد یک جهته) منجر می‌شود. ریشه‌زایی (ایجاد ریشه‌های جانبی) از دایره محیطیه مناطق بالغ ریشه صورت می‌گیرد. بدین ترتیب که تقسیمات سلولی در

دایره محیطیه مریستم‌های ثانوی ایجاد می‌کند که از میان پوست و اپیدرم رشد کرده و محور رشد جدید را تولید می‌کند. (شکل ۱-۴). ریشه‌زایی در واقع عمقی است. ساقه‌ها نیز افزایش طولی دارند ولی کیفیت آن نسبت به ریشه به‌طور محسوسی متفاوت است. بدین معنی که مریستم‌های ساقه برگدار محوری پیوسته مانند ریشه ایجاد نمی‌کنند، بلکه واحدهای متوالی به نام پریموریوم‌ها^۱ و طرح‌های برگ‌ی را تولید می‌کنند که از روی هم قرار گرفتن آنها در اطراف مغز، میانگره‌ها را تشکیل می‌دهند.



شکل ۱-۳ افزایش طول ریشه نخود. الف) نشانه‌گذاری در ناحیه رشد با خطوط متساوی‌فاصله که فاصله آنها در طی زمان تغییر کرده است. منحنی در مدت یک ساعت و در دمای 16°C درصد افزایش طول را در سطوح متوالی نشان می‌دهد. ب) تکثیر و افزایش طول یاخته‌ای در ناحیه زیر رأسی.