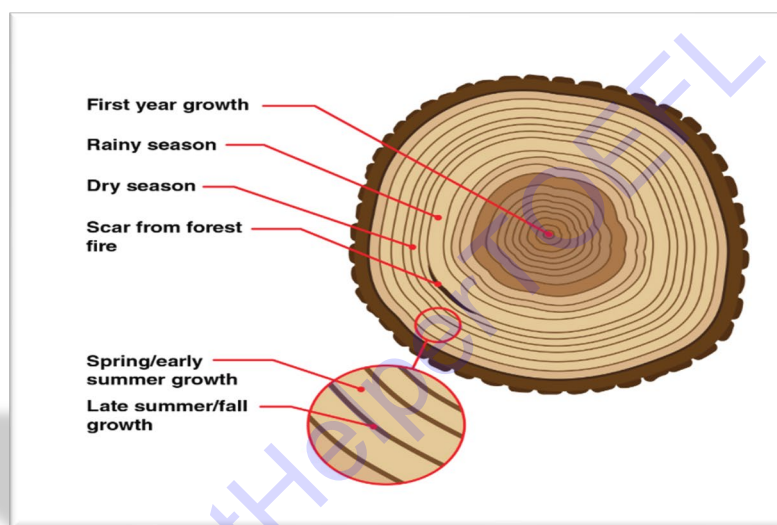


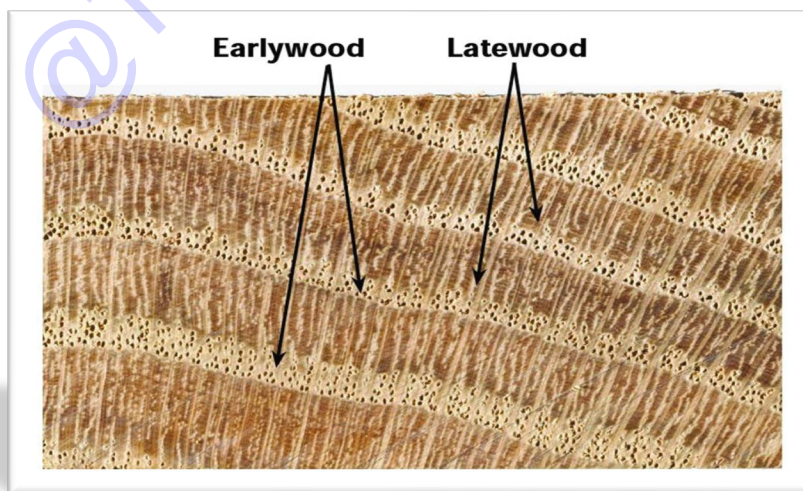
Tree Rings, Cambium, Dendrochronology:

حلقه‌های درخت دایره‌های متحدالمرکزی هستند که در مقطع عرضی تنه درخت قابل مشاهده‌اند و توسط الگوهای رشد سالیانه تشکیل می‌شوند. هر حلقه معمولاً نشان‌دهنده یک سال رشد بوده و از دو بخش تشکیل شده است:

- چوب بهاره (Earlywood): چوب روشن‌تر که در طول رشد سریع بهار تشکیل می‌شود.
- چوب تابستانه (Latewood): چوب تیره‌تر و متراکم‌تر که در طول رشد کندتر اواخر تابستان/پاییز تشکیل می‌شود.



شکل ۱- حلقه‌های درخت



شکل ۲- چوب بهاره و چوب تابستانه

کامبیوم لایه نازکی از سلول‌های زنده بین چوب (xylem) و پوست (phloem) درختان و سایر گیاهان چوبی است. کامبیوم مسئول رشد ثانویه بوده و سلول‌های جدید زایلیم را به سمت داخل و سلول‌های جدید فلوئم را به سمت بیرون تولید می‌کند. این فعالیت منجر به افزایش قطر ساقه‌ها و ریشه‌ها می‌شود.

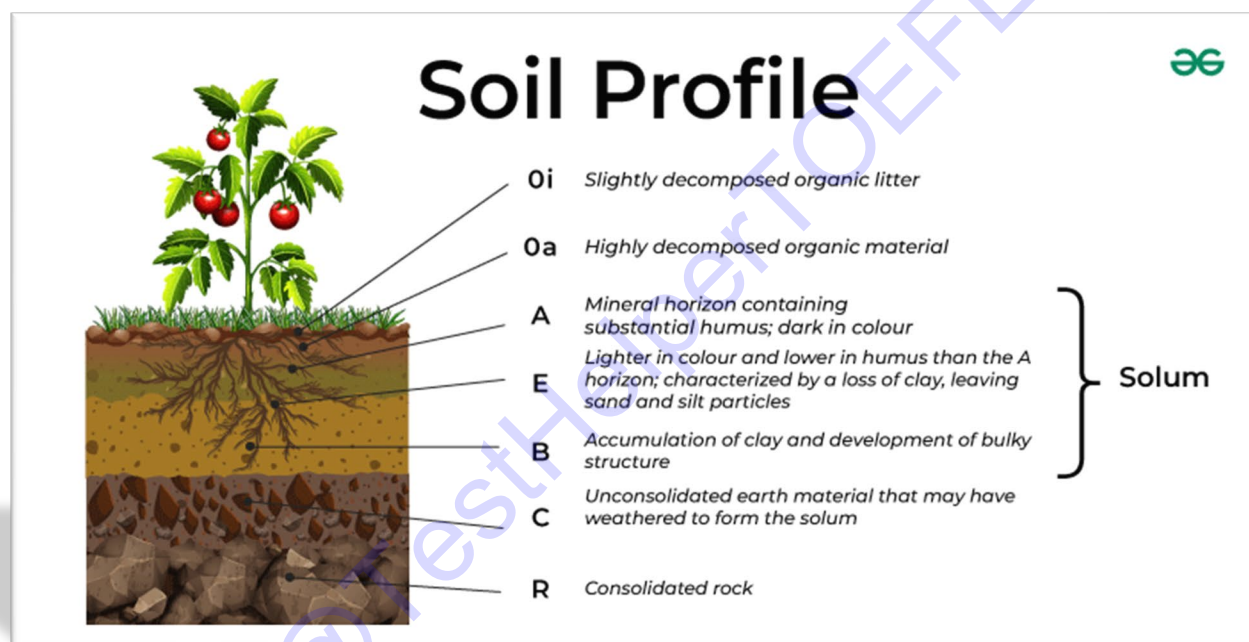
درخت‌گاه‌شناسی روش علمی تاریخ‌نگاری بر اساس تحلیل الگوهای حلقه درخت است. این متد شامل:

- تاریخ‌گذاری متقابل (Cross-dating): تطبیق الگوهای حلقه با چندین درخت برای ایجاد یک گاه‌شناسی
 - بازسازی اقلیم (Climate reconstruction): استفاده از پهنا و تراکم حلقه برای استنباط شرایط اقلیمی گذشته
 - تاریخ‌گذاری باستان‌شناسی (Archaeological dating): استفاده از الگوهای حلقه درخت برای تاریخ‌گذاری مصنوعات یا ساختارهای چوبی
- برای یادگیری اطلاعات بیشتر در مورد حلقه‌های درخت [این ویدیو](#) را مشاهده کنید.

Soil Profile

نمایه خاک به آرایش عمودی لایه‌های خاک (افق‌ها یا horizons) در یک مکان مشخص اشاره دارد. یک نمایه خاک معمولی شامل موارد زیر است:

- افق O: لایه مواد آلی
- افق A: خاک سطحی (Topsoil)، غنی از مواد آلی و مواد معدنی
- افق B: زیرخاک (Subsoil)، تجمع مواد شسته شده
- افق C: مواد مادری (Parent material)
- افق R: سنگ بستر



شکل ۳- نمایه خاک

Weathering

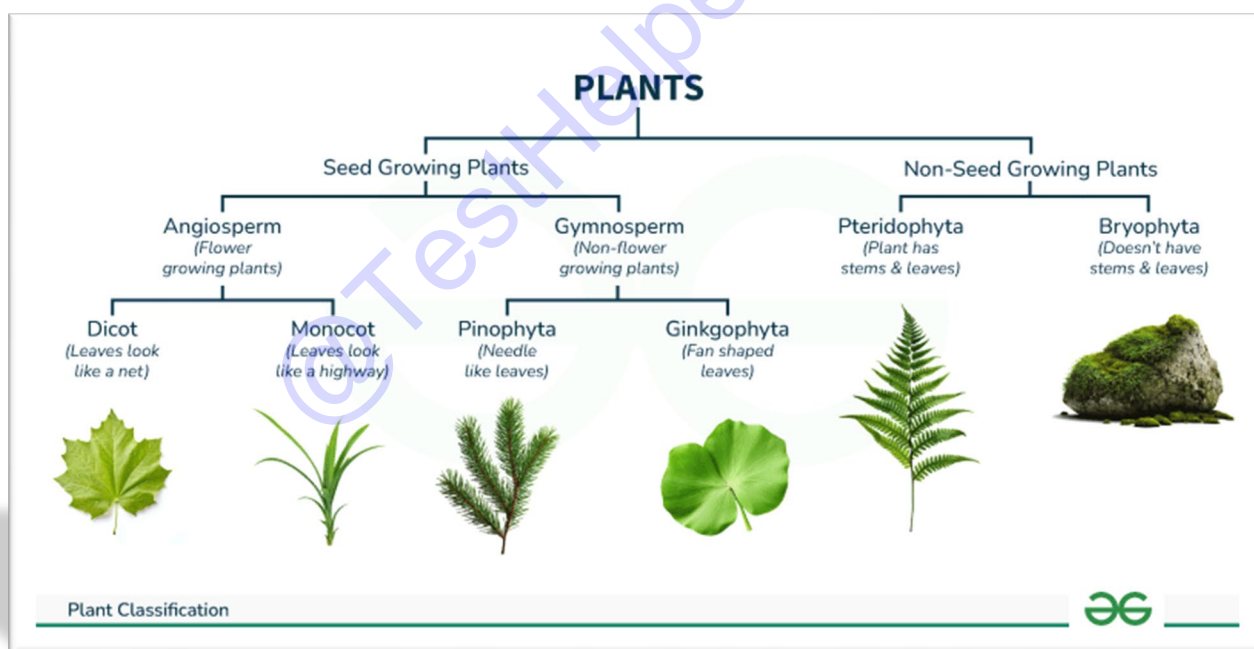
هوازدگی فرآیند تجزیه سنگ‌ها و مواد معدنی در سطح زمین است. انواع آن عبارتند از:

- هوازدگی فیزیکی: شکستن مکانیکی سنگ‌ها (مثلاً توسط چرخه‌های یخ زدن و ذوب شدن، عمل ریشه‌ها)
- هوازدگی شیمیایی: تغییر شیمیایی مواد معدنی (مثلاً توسط هیدرولیز، اکسیداسیون)
- هوازدگی زیستی: تجزیه موجودات زنده (مثلاً گل‌سنگ‌ها، ریشه‌های گیاهان)

Plant Classification

طبقه‌بندی گیاهان شامل دسته‌بندی سلسله مراتبی گیاهان بر اساس ویژگی‌های مشترک می‌باشد، و گروه‌های اصلی عبارتند از:

- خزه‌گیان (Bryophytes): گیاهان غیرآوندی (مثل خزه‌ها، جگرواش‌ها)
- نهانزادان آوندی (Pteridophytes): گیاهان آوندی بدون دانه (مثل سرخس‌ها)
- بازدانگان (Gymnosperms): گیاهان دانه‌برهنه (مثل مخروطیان)
- نهاندانگان (Angiosperms): گیاهان گلدار

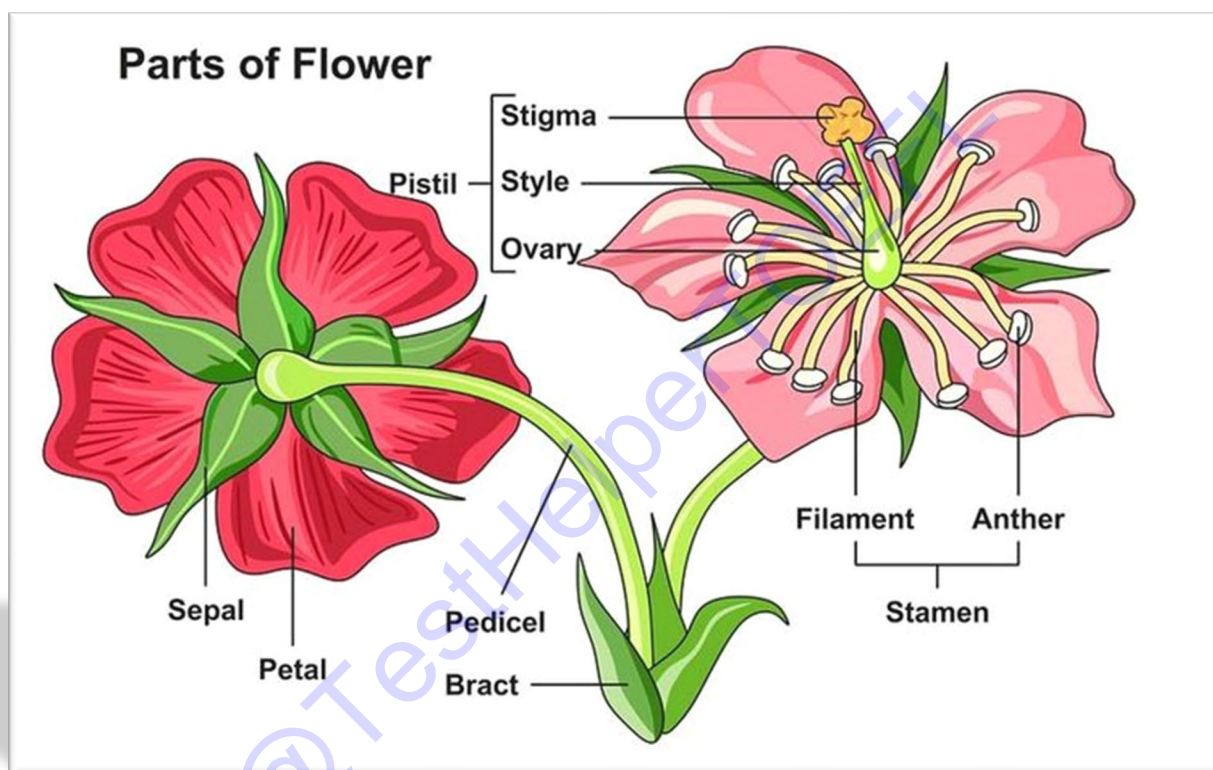


شکل ۴- طبقه بندی گیاهان

Flower Structure

اندام تولیدمثلی نهاندانگان، که معمولاً شامل اندام های زیر می شود:

- کاسبرگ ها (Sepals): ساختارهای محافظتی بیرونی
- گلبرگ ها (Petals): ساختارهای اغلب رنگارنگ برای جذب گرده افشان ها
- پرچم ها (Stamens): ساختارهای تولیدمثلی نر که گرده تولید می کنند
- مادگی (Pistil): ساختار تولیدمثلی ماده حاوی تخمک ها



شکل ۵- قسمت های مختلف گل

Cross-Pollination vs. Self-Pollination

دگرگرده افشانی، انتقال گرده بین گیاهان مختلف از یک گونه و خودگرده افشانی انتقال گرده در داخل یک گل یا بین گل های یک گیاه می باشد. دگرگرده افشانی تنوع ژنتیکی را ترویج می کند، در حالی که خودگرده افشانی تولیدمثل را در زمانی که جفت ها کمیاب هستند امکان پذیر می سازد.

برای یادگیری اطلاعات بیشتر در مورد دگرگرده افشانی [این ویدیو](#) را مشاهده کنید.

Plant Growth and Regeneration

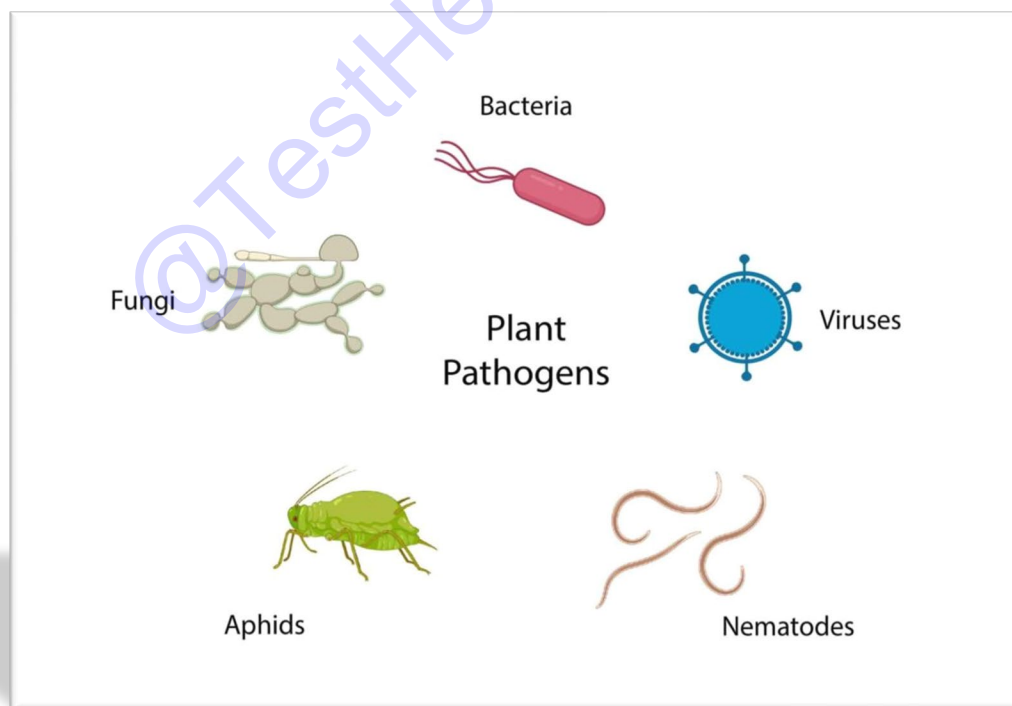
رشد و بازسازی گیاه شامل رشد اولیه، ثانویه و بازسازی می‌باشد:

- رشد اولیه: افزایش طول از طریق مریستم‌های رأسی
- رشد ثانویه: افزایش قطر از طریق مریستم‌های جانبی (کامبیوم)
- بازسازی: توانایی رشد مجدد بخش‌های از دست رفته یا تکثیر رویشی

Plant Pathogens

بیمارگرهای گیاهی میکروارگانیسم‌هایی هستند که باعث بیماری در گیاهان می‌شوند. انواع اصلی عبارتند از:

- قارچ‌ها: مانند زنگ‌ها، سفیدک‌ها، بلایت‌ها
 - باکتری‌ها: مانند آتشک، پژمردگی باکتریایی
 - ویروس‌ها: مانند ویروس موزاییک تنباکو، ویروس Y سیب‌زمینی
 - نماتدها (Nematodes): کرم‌های میکروسکوپی که می‌توانند به ریشه‌ها آسیب برسانند.
- بیمارگرهای گیاهی می‌توانند علائم مختلفی مانند لکه‌های برگ، پژمردگی، کوتولگی و مرگ بافت ایجاد کنند.



شکل ۶- پاتوژن‌ها یا بیمارگران در گیاهان

Plant Adaptations to Fire

تطابق های گیاهان در مواجهه با آتش، ویژگی های تکاملی هستند که به گیاهان اجازه می دهد در محیط های مستعد آتش سوزی زنده بمانند یا رشد کنند. برخی از مهم ترین این ویژگی ها شامل:

- مخروط های آتش زاد (Serotinous cones): در پاسخ به آتش باز می شوند و دانه ها را آزاد می کنند.
 - پوست ضخیم: از بافت های زنده در برابر آسیب گرما محافظت می کند.
 - جوانه زنی مجدد (Resprouting): توانایی رشد مجدد از اندام های زیرزمینی پس از آتش سوزی
 - جوانه زنی تحریک شده توسط آتش (Fire-stimulated germination): دانه هایی که برای شکستن خواب به آتش نیاز دارند.
 - خودهرس کنی (Self-pruning): ریختن شاخه های پایینی برای جلوگیری از "نردبان آتش"
- این سازگاری ها نشان می دهند که چگونه گیاهان می توانند در پاسخ به فشارهای محیطی مکرر تکامل یابند.

Biomass Allocation

تخصیص زیست توده شامل الگو های توزیع ماده و انرژی یک گیاه بین اندام های مختلف (ریشه ها، ساقه ها، برگ ها، ساختارهای تولیدمثلی) است که بر اساس نوع گونه، در طول عمر یک گیاه، و در پاسخ به شرایط محیطی می توانند متفاوت باشند.

Deciduous vs. Evergreen Strategies

گیاهان خزان پذیر برگ ها را به صورت فصلی می ریزند، رشد سریع بهاره با استفاده از منابع ذخیره شده دارند، سازگار با اقلیم های فصلی هستند، و از مواد مغذی از طریق پیری برگ و جذب مجدد استفاده ی بهینه ای می کنند. گیاهان همیشه سبز، برگ ها را در تمام طول سال حفظ می کنند، رشد مداوم اما کندتری دارند، سازگار با محیط های عاری از مواد مغذی یا مستعد خشکسالی بوده و سرمایه گذاری اولیه بیشتری در برگ ها و طول عمر برگ بیشتری دارند.

برای یادگیری اطلاعات بیشتر در مورد گیاهان خزان پذیر و گیاهان همیشه سبز [این ویدیو](#) را مشاهده کنید.

Plant Nutrition

تغذیه گیاهی به مطالعه چگونگی جذب و استفاده گیاهان از مواد مغذی ضروری برای رشد، نمو و تولید مثل اشاره دارد. گیاهان برای رشد بهینه به درشت‌مغذی‌ها (مورد نیاز در مقادیر زیاد یا macronutrients) و ریزمغذی‌ها (مورد نیاز در مقادیر کمتر یا micronutrients) نیاز دارند.

انواع مواد مغذی ضروری: ۱۷ عنصر ضروری برای رشد گیاه وجود دارد، از جمله:

- ماکرونوترینت‌ها: کربن (C)، هیدروژن (H)، اکسیژن (O)، نیتروژن (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg) و گوگرد (S)
- میکرونوترینت‌ها: آهن (Fe)، منگنز (Mn)، بور (B)، مولیبدن (Mo)، مس (Cu)، روی (Zn)، کلر (Cl) و نیکل (Ni)

Soil Characteristics and Plant Growth

ویژگی‌های خاک نقش مهمی در رشد گیاه دارند و بر دسترسی مواد مغذی، نگهداری آب و توسعه ریشه تأثیر می‌گذارند. ویژگی‌های کلیدی خاک عبارتند از:

- بافت (Texture): نسبت ذرات شن، سیلت و رس در خاک، که بر ظرفیت نگهداری آب و حفظ مواد مغذی تأثیر می‌گذارد.
- ساختار: آرایش ذرات خاک در خاکدانه‌ها، که بر حرکت آب، تهویه و نفوذ ریشه تأثیر می‌گذارد.
- اسیدیته یا قلئیت خاک، که بر دسترسی مواد مغذی و فعالیت میکروبی تأثیر می‌گذارد. اکثر گیاهان pH کمی اسیدی تا خنثی (۶.۰-۷.۰) را ترجیح می‌دهند.
- محتوای ماده آلی: مواد گیاهی و حیوانی تجزیه شده که ساختار خاک، نگهداری آب و دسترسی مواد مغذی را بهبود می‌بخشد.
- ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC): توانایی خاک در نگهداری و تبادل یون‌های با بار مثبت (کاتیون‌ها)، که بر حفظ و دسترسی مواد مغذی تأثیر می‌گذارد.
- زیست‌توده‌ی خاک: میکروارگانیسم‌ها، قارچ‌ها و جانوران کوچک که به چرخه مواد مغذی و سلامت خاک کمک می‌کنند.

Hydroponic and Aeroponic Systems

سیستم‌های هیدروپونیک و آئروپونیک روش‌های کشت بدون خاک هستند که مواد مغذی را از طریق محلول‌های آبی به گیاهان می‌رسانند. در سیستم‌های هیدروپونیک، گیاهان در محلول آبی غنی از مواد مغذی بدون خاک رشد می‌کنند. ریشه‌ها مستقیماً در محلول معلق هستند یا توسط یک محیط بی‌اثر (مانند پرلیت، پشم سنگ) نگهداری می‌شوند.

انواع آن عبارتند از:

- کشت در آب عمیق (Deep Water Culture): ریشه‌ها در محلول مغذی معلق هستند.
- تکنیک فیلم مغذی (Nutrient Film Technique): لایه نازکی از محلول مغذی روی ریشه‌ها جریان می‌یابد.
- سیستم‌های قطره‌ای: محلول مغذی قطره قطره روی ریشه‌های گیاه ریخته می‌شود.

سیستم‌های آئروپونیک:

گیاهان با ریشه‌های معلق در هوا رشد می‌کنند و به صورت دوره‌ای با محلول مغذی مه‌پاشی می‌شوند و ریشه‌ها در محفظه‌های تاریک و مرطوب آویزان هستند و با مه ریز مواد مغذی اسپری می‌شوند.

برای یادگیری اطلاعات بیشتر در مورد سیستم‌های هیدروپونیک و آئروپونیک [این ویدیو](#) را مشاهده کنید.



شکل ۷- شماتیکی از سیستم‌های هیدروپونیک و آئروپونیک

Hyperaccumulators and Phytoremediation

ابرجاذب‌ها گیاهانی هستند که قادر به جذب و تجمع غلظت‌های بسیار بالای عناصر خاص، اغلب فلزات سنگین یا سایر آلاینده‌ها، در بافت‌های خود هستند. این گیاهان در فرآیند گیاه‌پالایی نقش اساسی داشته و می‌توانند عناصر را به سطوح ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر بیشتر از گیاهان معمولی متمرکز کنند و اغلب به طور طبیعی در خاک‌های غنی از فلز یافت می‌شوند.

گیاه‌پالایی روش استفاده از گیاهان زنده برای پاکسازی خاک، آب یا هوای آلوده و یک رویکرد مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست برای پاکسازی محیطی است.

انواع گیاه‌پالایی:

- گیاه‌استخراجی (Phytoextraction): گیاهان آلاینده‌ها را از خاک جذب کرده و در زیست‌توده قابل برداشت انباشته می‌کنند.
- گیاه‌ثبیتی (Phytostabilization): گیاهان تحرک و زیست‌دسترسی آلاینده‌ها را در محیط کاهش می‌دهند.
- گیاه‌تجزیه‌ای (Phytodegradation): گیاهان آلاینده‌ها را از طریق فرآیندهای متابولیکی یا آنزیم‌های آزاد شده در خاک تجزیه می‌کنند.
- گیاه‌تبخیری (Phytovolatilization): گیاهان آلاینده‌ها را جذب کرده و از طریق تعرق به هوا آزاد می‌کنند.
- ریزوفیلتراسیون (Rhizofiltration): ریشه‌های گیاهان آلاینده‌ها را از آب جذب می‌کنند.

برای یادگیری اطلاعات بیشتر در مورد ابرجاذب‌ها [این ویدیو](#) را مشاهده کنید.

Plant Evolution

تکامل گیاهان به تغییرات ویژگی‌های گیاهی در طول زمان اشاره دارد که توسط انتخاب طبیعی و سایر فرآیندهای تکاملی هدایت می‌شود. جنبه‌های کلیدی تکامل گیاهان شامل موارد زیر است:

الف) منشأ گیاهان: گیاهان حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش از جلبک‌های سبز تکامل یافتند، و اولین گیاهان خشکی حدود ۴۷۰ میلیون سال پیش ظاهر شدند.

ب) خط زمانی تکاملی:

- خزه گیان (گیاهان غیرآوندی): حدود ۴۷۰ میلیون سال پیش
- گیاهان آوندی: حدود ۴۳۰ میلیون سال پیش
- گیاهان دانه‌دار: حدود ۳۶۰ میلیون سال پیش
- گیاهان گلدار (نهان‌دانگان): حدود ۱۴۰ میلیون سال پیش

ج) سازگاری با محیط‌های متنوع:

- گیاهان بیابانی: ذخیره آب، کاهش سطح برگ
- گیاهان آبی: بافت آکنه‌ای هوادار، برگ‌های شناور
- گیاهان آلبی: اشکال رشد کوتاه، مقاومت به یخ‌زدگی

Pioneer Species and Seed Banks

گونه‌های پیشگام اولین موجوداتی هستند که محیط‌های بایر یا مناطق آسیب‌دیده را مثلاً پس از فوران آتشفشان یا آتش‌سوزی جنگل استعمار می‌کنند. گونه‌های پیشگام نقش مهمی در توالی اکولوژیکی داشته و ویژگی‌هایی نظیر رشد و تولیدمثل سریع، توانایی پراکندگی بالا، قابلیت رشد در شرایط سخت، عمر کوتاه و تولید بذرهای کوچک فراوان می‌باشند.

بانک بذر، ذخیره‌سازی طبیعی یا مصنوعی بذرهای برای حفظ تنوع ژنتیکی برای آینده است و دو نوع اصلی را شامل می‌شود:

- بانک‌های بذر طبیعی: بذرهایی که برای مدت طولانی در خاک خفته می‌مانند و برای بازیابی اکوسیستم پس از اختلالات مهم بوده و به حفظ تنوع زیستی کمک می‌کنند.
- بانک‌های بذر مصنوعی: تأسیسات حفاظت خارج از محل که بذرهای را تحت شرایط کنترل شده ذخیره می‌کنند.

Transgenic Plants and Gene Flow

گیاهان تراریخته گیاهانی هستند که از طریق وارد کردن DNA از گونه‌ای دیگر، اصلاح ژنتیکی شده‌اند. این فناوری امکان افزودن صفات مطلوبی را فراهم می‌کند که ممکن است از طریق روش‌های سنتی اصلاح نباتات به راحتی قابل دستیابی نباشند.

جریان ژن به انتقال مواد ژنتیکی بین جمعیت‌ها اشاره دارد. در زمینه گیاهان تراریخته، جریان ژن به حرکت ترانسژن‌ها از محصولات اصلاح ژنتیکی شده به محصولات غیر اصلاح ژنتیکی یا خویشاوندان وحشی اشاره دارد.

برای یادگیری اطلاعات بیشتر در مورد گیاهان تراریخته [این ویدیو](#) را مشاهده کنید.

Frost, cold, and fire Resistance Mechanisms

گیاهان مکانیسم‌های متنوعی را برای مقاومت در برابر تنش‌های محیطی مانند سرما، یخبندان و آتش تکامل داده‌اند. این سازگاری‌ها به گیاهان اجازه می‌دهد در شرایط چالش برانگیز زنده بمانند و رشد کنند.

✓ مقاومت به سرما و یخبندان:

الف) سازگاری‌های فیزیولوژیکی:

- افزایش غلظت مواد محلول در سلول‌ها (کاهش نقطه انجماد)
- تولید پروتئین‌های ضدیخ
- تغییر در ترکیب غشا برای افزایش سیالیت در دماهای پایین
- خواب و کاهش فعالیت متابولیکی

ب) سازگاری‌های ساختاری:

- برگ‌ها یا سوزن‌های کوچک‌تر برای کاهش از دست دادن آب
- پوست ضخیم برای عایق‌بندی

ج) سازگاری‌های بیوشیمیایی:

- تجمع مواد محلول سازگار (مانند قندها، پرولین)
- تولید دهیدرین‌ها و سایر پروتئین‌های محافظ
- افزایش تولید آنتی‌اکسیدان‌ها برای مقابله با استرس

✓ مکانیسم‌های مقاومت به آتش:

الف) سازگاری‌های ساختاری:

- پوست ضخیم و عایق (مثلاً در بسیاری از مخروطیان)
- جوانه‌های محافظت شده برای رشد مجدد پس از آتش
- سیستم‌های ریشه عمیق برای بقا و رشد مجدد

ب) سازگاری‌های فیزیولوژیکی:

- جوانه‌زنی بذر تحریک شده توسط آتش
- رشد و تولیدمثل سریع پس از آتش

ج) سازگاری‌های شیمیایی:

- تولید ترکیبات مقاوم به آتش در پوست یا برگ‌ها
- ترکیبات قابل اشتعال در برخی گونه‌ها برای ترویج آتش‌سوزی‌های سریع و کم آسیب‌تر

Photoperiodism and biological clock

فتوپریودیسم به واکنش‌های فیزیولوژیکی موجودات زنده به طول روز یا شب اشاره دارد و در گیاهان، نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای مختلف رشد و نمو، به ویژه گل‌دهی، ایفا می‌کند.

بر این اساس، دسته بندی گیاهان بر مبنای فتوپریودیسم شامل موارد زیر می‌باشد:

- گیاهان روز کوتاه: زمانی گل می‌دهند که طول شب از یک مدت بحرانی بیشتر باشد.
- گیاهان روز بلند: زمانی گل می‌دهند که طول شب از یک مدت بحرانی کمتر باشد.
- گیاهان روز خنثی: گل‌دهی تحت تأثیر طول روز قرار نمی‌گیرد.

ساعت زیستی، یا ریتم شبانه‌روزی، یک مکانیسم زمان‌سنجی داخلی است که فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف را در یک چرخه تقریباً ۲۴ ساعته تنظیم می‌کند.

Nitrogen Fixation

تثبیت نیتروژن فرآیندی است که طی آن نیتروژن اتمسفری (N_2) به شکلی تبدیل می‌شود که موجودات زنده، به ویژه گیاهان، بتوانند از آن استفاده کنند. این فرآیند بسیار مهم است زیرا اگرچه نیتروژن در اتمسفر فراوان است، اما به فرمی نیست که گیاهان بتوانند مستقیماً از آن استفاده کنند.

Plant Palatability and Defense Strategies

خوش‌خوراکی گیاه به میزان جذابیت یک گیاه به عنوان منبع غذایی برای گیاه‌خواران اشاره دارد. گیاهان استراتژی‌های دفاعی متنوعی را برای کاهش خوش‌خوراکی و محافظت از خود در برابر گیاه‌خواری تکامل داده‌اند. عوامل مؤثر بر خوش‌خوراکی گیاه:

- محتوای مواد مغذی: پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها
- ویژگی‌های فیزیکی: بافت، سختی

استراتژی‌های دفاعی گیاهان:

۱. دفاع‌های فیزیکی:

- خار، تیغ و خارهای ریز و پوست تنه‌ی درخت
- برگ‌های سخت و چرمی

۲. دفاع‌های غیرمستقیم:

- ترشح ترکیبات آلی فرار (VOCs) برای جذب شکارچیان گیاه‌خوار
- ترشح شهد برای جذب حشرات محافظ

۴. استراتژی‌های تحمل:

- رشد مجدد سریع پس از گیاه‌خواری
- افزایش میزان فتوسنتز در بافت‌های باقی‌مانده
- تخصیص مجدد منابع به قسمت‌های محافظت شده

برای یادگیری اطلاعات بیشتر در مورد استراتژی‌های دفاعی گیاهان [این ویدیو](#) را مشاهده کنید.