بسم الله الرحمن الرحیم

دانش فنی تخصصی

رشتهٔ امور باغی

گروه کشاورزی و غذا

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: دانش فنی تخصصی (رشتهٔ امور باغی) ـ ۲۱۲۳۳۵
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی وتألیف: جلیل تاجیک، اراز محمدجلالی، محمد دهقانی‌پور، مهدی فردوسی‌زاده، صدیقه صادقی، محمد جهانگیری، آنیتا رامتین (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
جلیل تاجیک، مجید ریسمانچیان، حسین رادنیا (اعضای گروه تألیف) ـ سپیده دبیریان (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) ـ مصطفی حسین زاده(صفحه‌آرا) ـ صبا کاظمی (طراح جلد)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن: ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/ صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوم ۱۳۹۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۲- ۳۲۱۰ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3210–2**

ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهـرست

پودمان ۱ـ کسب اطلاعات فنی ۹

پودمان ۲ـ اکوسیستم و محیط‌زیست ۳۱

پودمان ۳ـ فناوری‌های نوین در کشاورزی ۵۷

پودمان ۴ـ هواشناسی کشاورزی ۹۳

پودمان ۵ـ نقش اندام‌های گیاهی ۱۲۷

منابع ۱۶۴

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته امور باغی بازطراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب و درس از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است. و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان می‌باشد. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک‌شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی‌های رشته را تشکیل نمی‌دهد بلکه پیش‌نیازی برای شایستگی‌های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه‌ای ـ تحصیلی می‌باشد. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده‌سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان را در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوای شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی موردنیاز از متون فنی غیر فارسی و جداول، راهنمای ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

به مانند سایر دروس هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می‌شود. این کتاب مانند سایر کتاب‌ها جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ برخی از فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. در هنگام ارزشیابی استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان‌هایی به شرح زیر است:

پودمان اول: کسب اطلاعات فنی

پودمان دوم: تحلیل اکوسیستم و محیط زیست

پودمان سوم: تحلیل فناوری‌های نوین و حسگرها

پودمان چهارم: تحلیل هواشناسی و اقلیم
پودمان پنجم: فیزیولوژی سوخت و ساز و تنفس
هنرآموزان گرامی در هنگام یادگیری و ارزشیابی، هنرجویان بایستی کتاب همراه هنرجو را با خود داشته باشند.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرجویان عزیز

سخنی با هنرجویان

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها درسی تغییر رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی‌بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار در محیط واقعی براساس استاندارد عملکرد تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی درنظر گرفته است:

۱ـ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار

۲ـ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوری و مصرف بهینه انرژی

۳ـ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها

۴ـ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

براین‌اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی‌وحرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای هر یک از کتاب‌های درسی در هر رشته است.

درس دانش فنی تخصصی، از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که ویژه رشته امور باغی برای پایهٔ ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های فنی و غیرفنی این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و توسعه آن براساس جدول توسعه حرفه‌ای بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

این کتاب نیز شامل پنج پودمان است. هنرجویان عزیز پس از طی فرایند یاددهی ـ یادگیری هر پودمان می‌توانند شایستگی‌های مربوط به آن را کسب کنند. در پودمان «کسب اطلاعات فنی» هدف توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای شما بعد از اتمام دوره تحصیلی در مقطع کنونی است تا بتوانید با درک مطالب از منابع غیرفارسی در راستای یادگیری در تمام طول عمر گام بردارید.

و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری اطلاعات خود را به‌روزرسانی کنید. هنرآموز محترم شما مانند سایر دروس این خوشه برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی حداقل ۱۲ می‌باشد. درصورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فهرست جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. در کارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود و چنانچه در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است همان پودمان‌ها مورد ارزشیابی قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثیر می‌گذارد.

همچنین در کتاب همراه هنرجو واژگان پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما آورده شده است. کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام یادگیری آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید. در این درس نیز مانند سایر دروس اجزایی دیگر از بسته آموزشی درنظر گرفته شده است و شما می‌توانید با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.oerp.ir از عناوین آنها مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به‌کار گیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

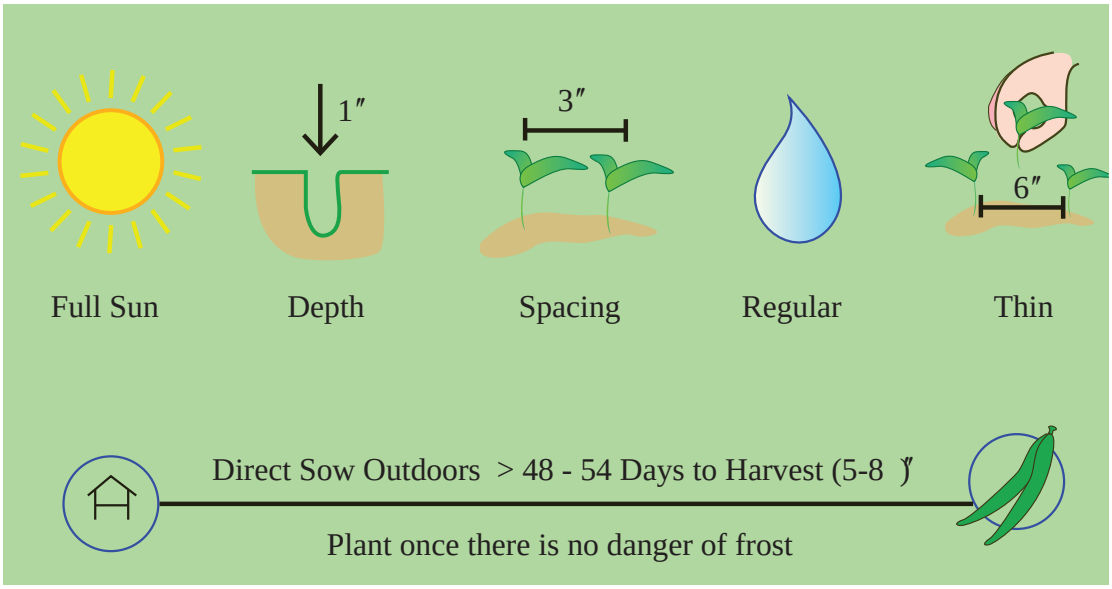
پودمان ۱

کسب اطلاعات فنی

واحد یادگیری ۱

درس ۱ : برچسب راهنمای کشت بذور

وقتی روی بسته‌های بذور سبزی، گل یا هر گیاه دیگری را نگاه می کنید، در هر نوع ظرفی که باشند (ظروف فلزی، مقوایی یا هر جنس دیگر) برچسبی توجه شما را جلب می کند. این برچسب حاوی نکاتی است که ما را در کشت بذور راهنمایی می کند. در شکل زیر که نمونه‌ای از راهنمای کشت بذر روی پاکت‌های بذور می‌باشد، نکاتی دربارهٔ نیاز یک گیاه به نور و نیز طرز کشت و مراقبت از آن همراه با درج علائمی‌نشان داده می‌شوند. سعی کنید مطالب مندرج در آن را به فارسی ترجمه کنید.



تمرین

در شکل رو به‌رو هم نمونه دیگری از راهنمای کشت، داشت و نیاز یک گیاه نشان داده می‌شود. محتوای این جدول را به فارسی ترجمه کنید.

Type	Planting Depth	Thin to	Sun/ Shade	Height	Days to Germination
Annual	1/4"	12"	Sun	2'-3'	3-7 Days

Direct Sow	Start Indoors	Blooms
After Danger of Frost	2-4 Weeks Before Last Frost	Summer/ Fall

در دستورالعمل زیر نکاتی درباره راهنمای کشت (planting directions) و ملاحظات مربوط به‌چگونگی پرورش گوجه‌فرنگی در هوای آزاد درج گردیده است. مراعات این توصیه‌ها برای کسانی که می‌خواهند بذور داخل قوطی یا پاکت آن را بکارند، بسیار مفید می‌باشد.
در اینجا دو اصطلاح موجود در بخش پایانی این دستورالعمل توضیح داده شده است و ترجمه بقیه مطالب آن را برای تمرین به شما محول می‌کنیم.

گیاهان همراه و گیاهان ناسازگار

گیاهان همراه (Companion Plants) شامل گیاهانی هستند که وقتی در مجاورت همدیگر رشد می‌یابند، می‌توانند به هم کمک نمایند تا رشد و عملکرد بیشتری داشته باشند. زمانی‌که مزرعه‌ای دارای گیاهان همراه سازگار باشد، آنگاه می‌توانید بیشترین بهره‌برداری را از نتایج ارتباطات مفید و مثبت آنها کسب نمائید. برخلاف این حالت، وقتی گیاهان ناسازگار (Incompatible Plants) را در کنار هم بکارید، ممکن است بر رشد و نمو همدیگر تأثیر منفی داشته باشند.

تمرین

سعی کنید در دستورالعمل زیر نام گیاهان همراه و گیاهان ناسازگار با گوجه‌فرنگی را شناسایی کنید.

Quantity: 50 Seeds
Soil Temperature: 75 – 85° F
Seed Planting Depth: ¼"
Plant Spacing: 18" to 24"
Row Spacing: 3' to 4'
Indoor Sowing: 6-8 weeks before last frost date
Direct Sowing: 4-12 weeks after last frost date; Ideal only for areas with a long growing season.
Germination Time: 7-10 days
Sun Exposure: Full Sun (6 hours daily)
Growing Condition: Warm, hot
Water Requirement: Moderate
Hardiness: Tender
Ideal Hardiness Zone: USDA Zones 3-14
Days to Maturity: 70-90 days
Life Cycle: Annual
Companion Plants: Asparagus, basil, beans, borage, carrots, celery, lettuce, melon, onions, parsley, peppers, radish, spinach, thyme
Incompatible Plants: Broccoli, Brussels sprouts, cabbage, cauliflower, corn, kale, potatoes

باید اضافه کنیم در برخی موارد مقیاس‌های طولی برحسب اینچ (Inch) یا فوت (Foot) ذکر می‌شوند که در صورت لزوم باید آنها را به سانتی‌متر یا متر تبدیل نمایید و یا وزن را برحسب پوند و دما را برحسب فارنهایت (Fahrenheit) یادآور شده که باید به‌ترتیب به کیلوگرم و سانتی‌گراد (Centigrade) یا سلسیوس (Celsius) تبدیل شوند.

تمرین

با توجه به متن دستورالعملی که در صفحهٔ قبل آمده است؛ عمق کشت، فاصله بذور و فاصله خطوط کشت توصیه شده برای بذر گوجه فرنگی را معین کنید.

درس ۲

How to Prepare the Soil for Vegetable Growing

Preparing a plot for growing vegetables means creating an environment for successful planting. The process is specific and takes time, but it is necessary for a thriving garden. To prepare the soil for a vegetable garden, consider the following suggestions.

Step 1. Analyze the soil to determine its condition: Too much sand in the soil may make the soil dry, and too much clay may make it too wet. To grow a successful garden, your soil should be a good combination of sand, and clay. You can send a sample of soil to your local garden center and get it analyzed.

Step 2. Cultivate the soil by turning it with a shovel or rototiller: Tilling the soil breaks it up and prepares it for planting. Till the soil 12-inches (30 cm) down. Using a rototiller will make this process faster than if you do it by hand. Continue to remove rocks and debris as you work.

Cultivator

Step 3. Mix some fertilizer into the soil to prepare it for growing vegetables successfully: Adding organic matter in the form of compost and aged manure or using mulch or growing cover crops (green manures), is the best way to prepare the soil for planting.

Spade

Step 4. Allow the cultivated soil to sit for a couple of days before planting: You can turn the soil daily if you wish, but the process is not necessary if you turned the soil adequately already.

تمرین

۱ متن صفحهٔ قبل را که درباره آماده کردن زمین برای کشت سبزی است، به فارسی برگردانید:
۲ با توجه به متن، وجود شن یا ماسه بیش از حد در خاک چه اثری دارد؟
۳ از گیاهان پوششی چه نوع کودی تولید می‌شود؟

New words of lesson			
Adequately	کافی	Determine	تصمیم گرفتن، تعیین کردن
Analyze	تجزیه کردن، تحلیل کردن	Environment	محیط، اطراف
Clay	رس	Manure	کود دادن، کود حیوانی
Combination	ترکیب	Rock	سنگ، جنباندن
Condition	شرط، وضعیت	Sand	شن
Consider	ملاحظه کردن	Spade	بیل
Couple	زوج، جفت	Specific	ویژه، مخصوص
Cover crop	گیاه پوششی	Suggestion	پیشنهاد، اشاره
Creating	خلق شدن، ایجاد کردن	Thriving	پیشرفت کردن، رونق یافتن
Cultivate	کشت کردن، زراعت	Vegetable	سبزی
Debris	باقی‌مانده		

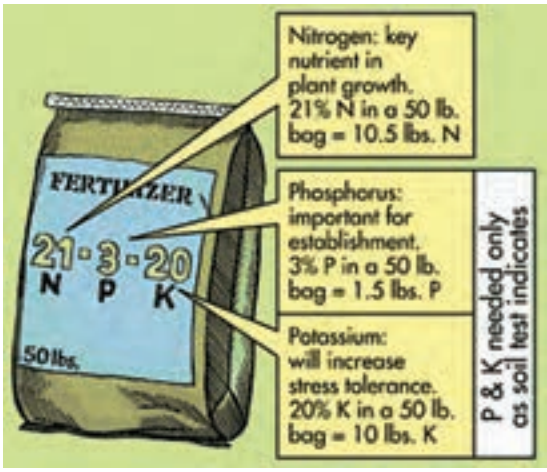
درس ۳

انواع کودهای شیمیایی

کودهای شیمیایی که در بازار به‌فروش می‌رسند، از نظر شکل ظاهری (جامد، مایع یا گاز) و ترکیبات آنها (عناصر پرمصرف یا Micro-elements و کم‌مصرف یا Macro-elements) دارای انواع مختلفی هستند. از عناصر پرمصرف که آنها را مواد غذایی پرمصرف یا Macronutrients هم می‌گویند، می‌توان به نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) اشاره نمود. در مطالب روی پاکت مقابل علاوه بر وزن کود، وزن و مقدار درصد هریک از این سه عنصر ذکر شده است. بدیهی است بقیه درصد این کود یعنی:

۱۰۰ − (۲۱+۳+۲۰) = ٪ ۶۶

بنابراین ۶۶ درصد کود را مواد بی‌اثر تشکیل می‌دهد که برای سهولت مصرف و اثر بهتر آن لازم می‌باشد. از روی برچسب نحوهٔ اثر هریک از عناصر سه‌گانه مذکور را شرح دهید.



تمرین

در اینجا شکل دیگری از نمونه پاکت‌های کودهای شیمیایی نشان داده شده است. آیا می‌توانید درصد عناصر پرمصرف موجود در هر یک از آنها را از روی برچسب مربوطه مشخص کنید؟ لازم به توضیح است که همواره اولین عدد از سمت چپ نشان دهنده مقدار نیتروژن، دومی فسفر، سومی پتاسیم بوده (N-P-K) و در صورت وجود عنصر چهارم، مقدار گوگرد (S) را نشان خواهد داد (N-P-K-S).

تمرین

Write a word from the list below to describe the agriculture in each photograph:
Spraying - pruning - harvesting - planting - irrigation - ploughing

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Exercise: let's explore agriculture: test your knowledge

1 Agriculture is the word for farming and raising crops and animals.

____yes ____no

2 Before it was easy for people to travel, they usually only ate foods grown near them.

____yes ____no

3 Write about one way that agriculture affects your life.

.....

.....

.....

درس ۴

Rosemary

متن زیر را به فارسی برگردانید:

Rosemary is one of the wonderful herbs that make a beautiful ornamental plant in gardens as well as a welcome culinary seasoning. Rosemary is one of 2-4 species in the genus Rosmarinus'. The other species most often recognized is the closely related, ***Rosmarinus eriocalyx,*** of the Maghreb of Africa and Iberia.

Rosemary is a dense, evergreen, aromatic, woody, perennial shrub with resinous, needle-like leaves, and soft, white, pink, purple, or blue, pollen-rich spring flowers loved by bees. It is a member of the mint family Lamiaceae, which includes many other herbs. It is native to the Mediterranean region.

This plant can grow quite large and retain attractiveness for many years, can be pruned into formal shapes and low hedges, and has been used for topiary. It is easily grown in pots. The groundcover cultivars spread widely, with a dense and durable texture.

Figure: Rosemary bushes

تمرین

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ رزماری از کدام خانواده است؟

۲ نام علمی رزماری چیست؟

۳ رزماری، بومی کدام منطقه است؟

New words of lesson			
Aromatic	خوشبو، معطر	Larva	لارو
Attractiveness	جذابیت	Nymph	شفیره
Butterfly	پروانه	Ornamental	زینتی
Culinary	پختنی، مربوط به آشپزخانه	Pollen-rich	غنی از گرده
Dense	غلیظ، متراکم	Pot	گلدان، دیگ
Durable	بادوام، پایا	Prune	هرس، آلو
Egg	تخم	Shrub	درختچه، بوته
Groundcover	پوشش زمین	Widely	زیاد، عریض
Hedge	چپر، پرچین	Wonderful	شگرف، عجیب
Herb	علف، رستنی		

تمرین

در شکل زیر مراحل مختلف دگردیسی یک پروانه را نشان می‌دهد. نام این مراحل در مقابل آن بنویسید.

درس ۵

Plant Propagation Types

1- Sexual Propagation

Sexual propagation involves contribution of both female & male sexes for creation of new plants. It is a natural process in which a parent species create offspring that are genetically different from them. The process starts with flowering followed by pollination, fertilization and ultimately seed formation. These seeds when sown, results in formation of new plants.

2- Asexual propagation

Also known as vegetative propagation, this process involves production of species through vegetative parts of the plants such as roots, leaves, stems, bulbs, tubers etc. In this process, no exchange of genetic information takes place as the offspring is formed through material of a single parent. Thus, the resultant plants formed are identical to the parent plant.

Propagation by cuttings, division, layering and grafting / budding are various methods of asexual propagation process.

تمرین

در شکل‌های زیر و صفحهٔ بعد روش‌های مختلفی از تکثیر غیرجنسی نشان داده شده است. سعی کنید با توجه به متن درس، نام انگلیسی هر روش را در زیر آن بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تمرین

۱ فرق بین پیوند جوانه و شاخه بریده را با استفاده از منابع علمی شرح دهید.

۲ فرق بین غده و پیاز را با استفاده از منابع علمی شرح دهید.

New words of lesson			
Asexual	غیرجنسی	Involve	درگیر شدن
Budding	پیوند جوانه	Layering	خوابانیدن شاخه
Bulb	پیاز	Offspring	فرزند، نتاج
Contribution	همکاری و کمک	Pollination	گرده‌افشانی
Cuttings	قلمه	Process	فرایند
Division	تقسیم، بخش	Propagation	تکثیر
Exchange	مبادله، معاوضه	Resultant	منتجه، برایند
Fertilization	باروری، لقاح	Sexual	جنسی
Formation	تشکیل، شکل	Tuber	تکمه،غده
Grafting	پیوند شاخه بریده	Ultimately	نهایی، آخر
Identical	قابل شناسایی	Vegetative	رویشی
Information	اطلاعات		

ابزارهای باغبانی

در باغبانی از ابزارهای مختلفی استفاده می‌شود که در اینجا به تعدادی از ابزارهای دستی اشاره می‌کنیم:

الف) چاقوی باغبانی:

۱ **چاقوی پیوند جوانه:** چاقویی است که در انجام پیوندهای جوانه مانند پیوند شکمی به‌کار می‌رود که به انگلیسی آن را Buddying knife می‌نامند. این چاقو دارای یک لبه تیز و یک سر کج می‌باشد. سر کج چاقو برای بلند کردن پوست ساقه است.

۲ **چاقوی پیوندهای شاخه بریده:** چاقویی است که در انجام پیوندهای شاخه بریده مانند پیوند اسکنه به‌کار می‌رود و آن را چاقوی پیوندزنی کمانی هم می‌گویند و در زبان انگلیسی آن را Grafting knife می‌گویند.

۳ برخی از چاقوها طوری ساخته شده‌اند که با آنها می‌توان هر دو نوع پیوند شکمی و اسکنه را انجام داد.

۴ نوع دیگری از چاقوی پیوندزنی هم چاقوی مخصوص پیوند وصله‌ای می‌باشد که به آن چاقوی دوتیغه هم گفته می‌شود و در زبان انگلیسی آن را Patch buddying knife می‌نامند، که برای پیوند درختانی مانند گردو و پکان مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این چاقو دو برش موازی افقی و مشابه آن دو برش موازی عمودی به فاصله ۲۵ تا ۳۵ میلی‌متر در پوست ایجاد می‌کنند.

تمرین

در اشکال زیر نام انگلیسی و فارسی هر یک از انواع چاقوها را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

ب) انواع بیل

ابزاری است با دسته‌ای بلند، بیشتر از جنس چوب و تیغه‌ای پهن که در انتهای دسته آن قرار دارد. بیل‌های با نوک تیز یا Shovel که برای خاک‌های نرم‌تر و انواع با نوک صاف یا Spade فقط برای جابه‌جا کردن خاک و بیشتر در کارهای ساختمانی مناسب‌ترین گزینه هستند. نوع کوچک‌تر بیل یا Mini shovel که در باغبانی به‌نام بیلچه معروفند و اغلب برای کاشتن گل‌ها به‌کار می‌روند.

تمرین

در شکل‌های زیر نام انگلیسی هریک از انواع بیل و بیلچه را بنویسید.

....

برچسب سموم شیمیایی را چگونه بخوانیم

روی اکثر بسته‌های سموم برچسبی دیده می‌شود که نکات مهمی را درباره مشخصات سم، موارد مصرف، چگونگی مصرف و نکات ایمنی نوشته شده است. خواندن این برچسب و رعایت نکاتی که در آن نوشته شده بسیار ضروری است. در زیر نمونه‌ای از نکات مندرج روی برچسب سموم شرح داده می‌شود.

الف) نام تجارتی سم یا Trade name: در شکل مقابل نام تجارتی سم کونفیدور است. نام عمومی سم (Entry name) نامی است که توسط شرکت سازنده سم ارائه می‌شود. مثلاً کارباریل (Carbaryl) نام عمومی ترکیبات شیمیایی از گروه کاربامات‌ها (Carbamatha) است.

ب) فرمولاسیون سم (Formulation): فرمولاسیون نسبت ترکیبات داخل یک سم و فرم شیمیایی آن را مشخص می‌کند. مثلاً اگر سمی به‌صورت گَرد باشد، فرمولاسیون نشان می‌دهد که برای استفاده از آن از دستگاه گردپاش استفاده شود. ولی اگر سمی به‌شکل امولسیون (Emulsion) باشد، برای استفاده از آن حتماً نیاز به محلول‌پاش داریم.

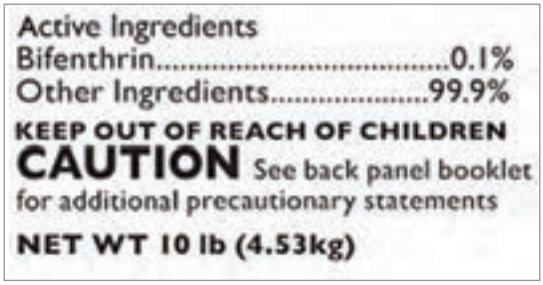
مثلاً اگر سمی به صورت امولسیون Emulsion ۴۳٪ باشد فرمولاسیون نشان می‌دهد که ۴۳٪ ماده مؤثره دارد و سم را می‌توان با آب رقیق نمود و محلول‌پاشی انجام داد.

ج) ماده مؤثر سم (Active ingredient): در این قسمت ماده اثرگذار سم که باعث از بین رفتن آفت مورد نظر (حشره، عامل بیماری یا علف هرز) است نام برده شده و مقدار آن در ۱۰۰ قسمت از کل وزن سم مشخص می‌شود.

به‌عنوان مثال در شکل رو به رو نام و مقدار ماده مؤثر در یک سم نشان داده می‌شود که نام ماده مؤثره کربوریل و مقدار آن ۴۳/۴ درصد است. باقی آن یعنی ۵۶/۶ درصد مواد بی‌اثر می‌باشد. ضمناً از مصرف‌کننده خواسته شده که این سم را در اختیار کودکان قرار ندهند.

تمرین

در برچسب رو به رو مقدار ماده مؤثر و سایر اجزای سم را مشخص کنید.



د) مقدار و توضیح (Quality and description): در این قسمت معمولاً وزن، نحوهٔ تأثیر، دز مصرف سم و امثال آن نوشته می‌شود.

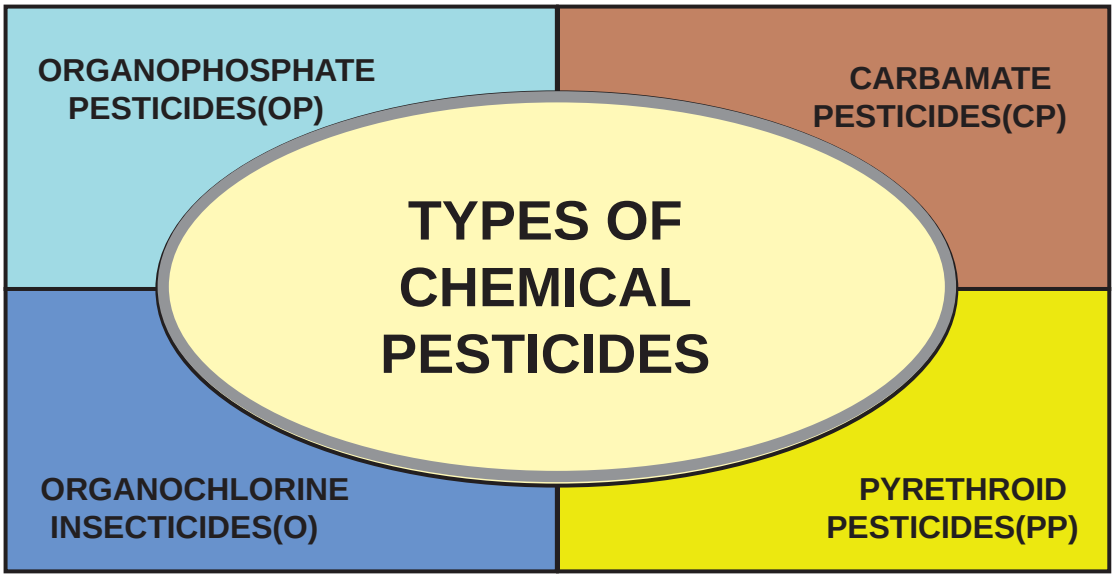
هـ) احتیاطات (Precautions): در این بخش از برچسب توصیه‌های لازم جهت جلوگیری از بروز مسمومیت در انسان، دام، طیور و نظایر آن درج می‌شود.

تمرین

شکل‌های زیر را به فارسی ترجمه کنید.

PESTICIDES-Classification & Colour Code Band

Class	Hazard Class	Colour Band	Symbol	Warning (in 4 locally used languages)
Ia	Extremely hazardous	BLACK		Keep away from food stuff & children
Ib	Highly hazardous	RED		-ditto-
II	Moderately hazardous	YELLOW		-ditto-
III	Slightly hazardous	BLUE		-ditto-
IV	Unlikely to be hazardous	WHITE		-ditto-



TYPES OF PESTICIDES

در شکل مقابل برچسب سم از سه نکته اصلی تشکیل می‌یابد؛ که عبارت از نام سم و فرمولاسیون آن (که با نام تجارتی آن فرق دارد)، ماده مؤثر (مثل ماده کلرپیریفوس) و محتوای سم و بالاخره نوار کد رنگ (Colour Cod Band) آن می‌باشد.

در بعضی از کشورها مانند مالزی شدت سمیت را بر اساس یک نوار رنگی مشخص می‌کنند. در این طبقه‌بندی، میزان خطرناک بودن (Hazardous) سموم را به ۴ دسته سیاه (فوق‌العاده خطرناک)، قرمز (خیلی خطرناک)، زرد (به‌طور متوسط خطرناک)، آبی (کمی خطرناک) تقسیم می‌شوند و رنگ سفید عدم احتمال خطر سم را می‌رساند.

تمرین

شکل رو به رو را که درباره انواع سموم است، به فارسی ترجمه و توضیح دهید.

نتیجه آزمایش نمونه خاک

برای اطلاع از وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک هر باغ یا مزرعه‌ای آزمایش خاک آن قبل از اقدام به کشت ضروری است. برای این کار نمونه‌ای از خاک تهیه و به آزمایشگاه خاک فرستاده می‌شود. آزمایشگاه خاک‌شناسی نتیجه آزمایش شیمیایی خاک را در برگی به شکل صفحه بعد برای آگاهی کشاورز می‌فرستد. این فرم حاوی اطلاعاتی درباره شوری، اسیدیته، میزان عناصر شیمیایی و ماده آلی خاک می‌باشد که جهت رشد گیاهان در حد متناسب مورد نیاز است.

Agriculture Laboratories

نتایج آزمون

نوع آزمایش	Ec Ds/m	PH	P %	P2O5 %	K %	K 2O %	N %	Ca %	Mg %	Fe p.p.m	Zn p.p.m	Cu p.p.m	Mn p.p.m	B p.p.m	O.M %	O.C %
	هدایت الکتریکی عصاره ۱:۵	اسیدیته در عصاره ۱:۵	فسفر	اسید فسفر	پتاسیم	اکسید پتاسیم	ازت کل	کلسیم	منیزیم	آهن	روی	مس	منگنز	بور	مواد آلی	کربن آلی
ورمی کمپوست	۱/۰۴	۷/۲۴	۰/۳۱	۱/۲۴	۰/۲۲	۰/۴۵۴	۱/۰۴	۱۰/۱۴	۰/۶۸۱	۸۸۴۱/۲	۱۲۲/۲	۱۲/۱۵	۵۰۱/۴	۴۱/۰۴	۲۲/۱۰	۱۵/۳۴

باسپاس
آزمایشگاه خاک

منظور از کلمه EC در این فرم عبارت از Electrical Conductivity یا هدایت الکتریکی است یا نماینده میزان املاح موجود در محلول خاک می‌باشد که یکی از اصلی‌ترین آنها نمک (کلرید کلسیم) می‌باشد. واحد هدایت الکتریکی، دسی زیمنس بر متر (ds/m) یا میلی‌موس بر سانتی‌متر (mho/cm) است.

منظور از pH یا اسیدیته (Acidity)، معیاری است برای نشان دادن غلظت یون هیدروژن در محلول که از ۱ تا ۱۴ درجه‌بندی می‌شود. از نقطه نظر اسیدیته، خاک‌ها را به سه دسته اسیدی، خنثی و قلیایی طبقه‌بندی می‌کنند. هر چقدر pH خاک زیر عدد ۷ باشد، نشانه اسیدی بودن و بر عکس مقادیر بالای این عدد، نشان از قلیایی بودن و در نهایت حد میانه، حالت خنثی که حدود ۷ است.

تمرین

در نتایج آزمون بالا میزان EC، pH و مواد آلی را بنویسید.

تمرین

در شکل مقابل یک دستگاه اندازه‌گیری اسیدیته خاک یا pH meter را مشاهده می‌کنید. مشخص کنید دستگاه کدام حالت از محلول را نشان می‌دهد:

الف) اسیدی

ب) خنثی

ج) قلیایی

هنگام آزمایش خاک و آب گلخانه، غیر از pH و EC پارامترهای زیر نیز ممکن است گزارش شوند:

- CEC یا ظرفیت تبادل کاتیونی
- AEC یا ظرفیت تبادل آنیونی
- SP یا درصد رطوبت اشباع خاک
- N.V یا درصد آهک خاک
- C یا کربن خاک
- SAR یا نسبت سدیم قابل جذب
- TDS یا مجموع املاح آب

ردیف	نام فارسی	نام انگلیسی	ردیف	نام فارسی	نام انگلیسی
۱	سوسک	Bug	۷	مگس	fly
۲	کفشدوزک	Ladybird	۸	خرمگس	cleg
۳	زنبور	Wasp	۹	پشه	Mosquito
۴	زنبورعسل	Honeybee	۱۰	سنجاقک	Dragonfly
۵	مورچه	Ant	۱۱	پروانه	Butterfly
۶	زنبور وحشی	Bumblebee	۱۲	ملخ	Grasshopper

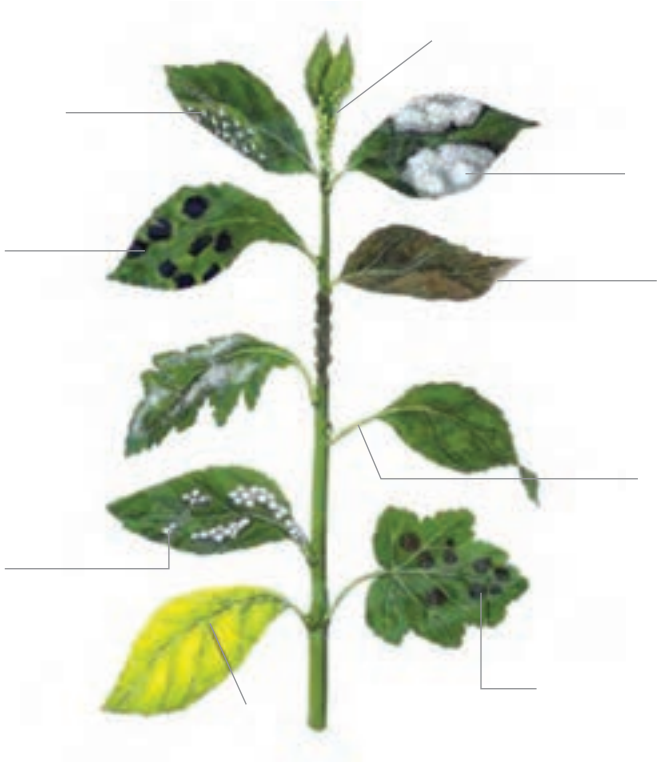
تمرین

در شکل زیر تعدادی از انواع حشرات نشان داده می‌شوند. سعی کنید نام صحیح هریک از آنها را روی فهرست زیر مشخص کنید.

ردیف	نام فارسی آفت یا بیماری	نام انگلیسی آفت یا بیماری	ردیف	نام فارسی آفت یا بیماری	نام انگلیسی آفت یا بیماری
۱	شته‌ها (سبز / سیاه)	Greenfly/Blackfly-(Aphids)	۶	سفیدبالک	Whitefly
۲	کپک خاکستری (بوتریتیس)	Grey mold (Botrytis)	۷	لکه‌ها یا خال‌های روی برگ‌ها	Spots or patches on leaves
۳	کنه تارتن قرمز- برنزه‌شدن برگ	Red Spider Mite - Leaf bronzing	۸	سفیدک	Powdery Mildew
۴	ریزش برگ	Leaf fall	۹	شپشک آردآلود	Mealy Bug
۵	زنگ	Rust	۱۰	زردی برگ‌ها	Yellowing leaves

تمرین

در شکل زیر علائم تعدادی از آفات بیماری‌های مهم گیاهان نشان داده می‌شود. سعی کنید نام صحیح هریک از آنها را از روی فهرست زیر مشخص کنید.



جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
کسب اطلاعات فنی	کسب اطلاعات فنی	درک متون انگلیسی و اصطلاحات تخصصی در حوزه امور باغی به منظور استفاده از کتابچه راهنما، کاتالوگ، نرم‌افزار و یا صفحات تخصصی در اینترنت	بالاتر از حد انتظار	تحلیل: مزایا، معایب و ویژگی‌های فنی و کاربرد مکانیزم‌های کشت بذر، مصرف سم، استفاده از کودهای مایع به عنوان سرک	۳
			در حد انتظار	تحلیل: مزایا، معایب و ویژگی‌های فنی و کاربرد مکانیزم‌های کشت بذر، مصرف سم، استفاده از کودهای مایع به عنوان سرک	۲
			پایین‌تر از انتظار	تحلیل: مزایا، معایب و ویژگی‌های فنی و کار	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۲

اکوسیستم و محیط زیست

واحد یادگیری ۲

تحلیل اکوسیستم

آیا می‌دانید که:

۱ شناخت روابط موجودات زنده با محیط زیست برای انسان چه ضرورتی دارد؟
۲ جمعیت جانوران در زیست کره تحت‌تأثیر غذا و روابط آنها با سایر موجودات است؟
۳ عوامل اقلیمی در پراکنش جانوران و گیاهان، نقش اساسی دارند؟
۴ چگونه می‌توانید در حفظ محیط زیست و منابع طبیعی نقش‌آفرینی کنید؟

بوم‌شناسی

گفت‌وگو

قبل از شروع بحث در رابطه با بوم‌شناسی و محیط زیست محلی که در آن زندگی می‌کنید با دوستانتان گفت‌وگو کنید.

انسان‌ها ساکن جهانی هستند که به آب و خاک متکی است که خداوند برای امنیت و آسایش ما آن‌را آفریده است که فقط با مراقبت، کار و کوشش و عشق و علاقه به آن می‌توان این جهان را از فنا و نیستی در امان داشت.
شاید کسی نداند دانش بوم‌شناسی از چه زمانی شروع گردید ولی آنچه روشن است گویای روابط مشترک بین موجودات زنده با یکدیگر و محیط زیست آنان به‌شکل یک دانش می‌باشد.
واژه بوم‌شناسی پژوهش درمورد تمام کنش و واکنش موجود زنده و غیرزنده می‌باشد انسان نمی‌تواند بدون تدبر و تعقل درباره جهان بیندیشد.
علم بوم‌شناسی یا محیط‌شناسی روشنگر ویژگی‌های محیط زیست طبیعی است و آنچه را که در اطراف ما می‌گذرد و از آن بی‌اطلاع هستیم به روشنی توصیف می‌نماید و سرانجام آگاهی از محیط زیست طبیعی، از گیاهان، از حیوانات و از همه مهم‌تر منابع سرشار زیرزمینی و روزمینی ما را برای زندگی بهتر راهنمایی می‌کند.

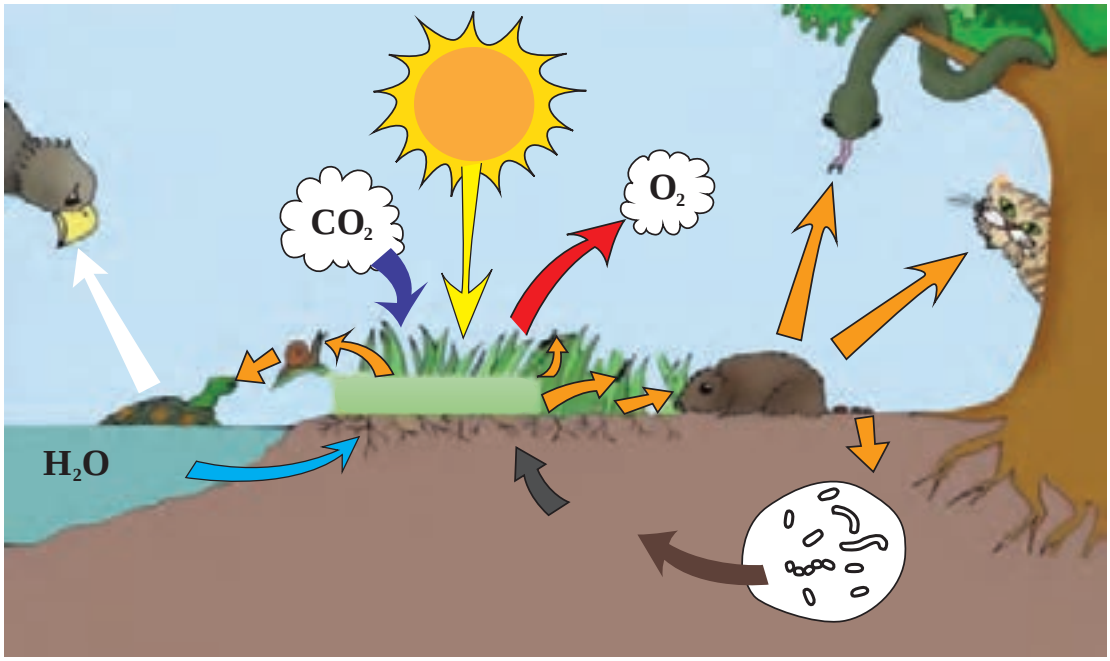
اکوسیستم

اکوسیستم یک سیستم طبیعی شامل گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها (مجموعه موجودات زنده) است که در یک ناحیه مشخص با همه عوامل و اجزای فیزیکی غیرزنده محیط در تعامل هستند.

تنوع اکوسیستم

اکوسیستم‌ها دارای اجزای سازنده زیستی و اجزای سازنده غیرزنده نظیر آفتاب، بارش، نوع خاک می‌باشند. گونه‌های علف‌ها و علف‌خواران، گیاهانی که از آفتاب برای تولید کربوهیدرات‌ها استفاده می‌کنند، مورد مصرف علف‌خواران قرار می‌گیرند که به نوبه خود غذای گوشت‌خواران می‌شوند. تنوع اکوسیستم‌ها را می‌توان برحسب فراوانی و گوناگونی اکوسیستم‌ها در یک حوزه جغرافیایی خاص تعریف کرد. تجسم مفهوم اکوسیستم آسان است اما تشخیص اینکه یک اکوسیستم در کجا به پایان می‌رسد و از آنجا اکوسیستمی دیگر آغاز می‌شود، مشکل است. به‌طور مثال یک مرداب و دریاچه هر کدام را می‌توان اکوسیستمی مستقل در نظر گرفت. اما اکوسیستم مرداب بخشی از اکوسیستم دریاچه می‌باشد. اکولوژی به بررسی اثرات متقابل محیط بر موجودات زنده و تأثیر موجودات زنده بر هم می‌پردازد. بنابراین برای درک بهتر این علم نیاز به شناخت موارد ذیل می‌باشد.

۱ محیط زیست
۲ عرصه گسترش گونه‌های محیط
۳ عوامل مختلف دخیل در گسترش آنها
۴ تأثیر متقابل محیط بر موجودات زنده
۵ تأثیر موجودات زنده بر هم



تمرین

درباره تصویرصفحهٔ قبل فکرکنید و برای هر مورد از محل زندگی خود مثالی جایگزین کنید و فلش‌ها را به‌هم متصل کنید.

دانش بوم‌شناسی دارای ماهیت بین نظام است. یعنی مرتبط به زمین‌شناسی، اقلیم‌شناسی و ... است به‌همین دلیل یک رشتهٔ بین نظام است.

چرا انسان نیاز به شناخت محیط پیرامون خود دارد؟

این علم پیش از آنکه به‌صورت امروز در آید شاخه‌ای از علوم دیگر بود ولی امروزه روشنگر ویژگی‌های محیط طبیعی و زیست ما به‌شمار می‌رود و ما را در فراگیری قوانین طبیعت یاری می‌نماید که آنچه را که بقای ما به آن بستگی دارد تا از چگونگی زندگی با طبیعت بی‌آنکه محیط زیست پیرامون خود را به نابودی بکشاند، آگاه شویم.
در اینجا لازم است به داستان و اقعی رمه آهوان کایباب (caibab) اشاره گردد در سال ۱۹۰۷ حدود ۴۰۰۰ رأس آهو در فلات کایباب وجود داشت ساکنان منطقه بیشتر حیوانات وحشی از قبیل گرگ، شیر،... را از میان بردند و در نتیجه جمعیت آهوها به سرعت رو به افزایش گذاشت و در سال ۱۹۲۴ به ۱۰۰۰۰۰ رسید این افزایش اثرات ناگواری در پی داشت آهوان بیشتر مواد غذایی موجود خود را ویران کردند یا به آنها خسارت زیادی وارد ساختند و در دو زمستان متوالی بیش از نصف آنان در اثر قحطی و گرسنگی جان دادند و سال‌ها بعد نیز تعدادشان رو به کاهش گذاشت و سرانجام به رقمی در حدود ۱۰۰۰ رسید. البته ممکن است در کاهش جمعیت آهوها عوامل دیگری نیز دخالت داشته است ولی چنین اتفاقاتی برای گونه‌های دیگری از موجودات زنده گیاهی و جانوری در مکان‌های دیگر رخ داده و نتیجه یکسان بوده است.

تقسیمات بوم‌شناسی

۱ براساس عالم جانداران (بوم‌شناسی گیاهی ، جانوری، انسانی)
۲ براساس پیرامون (آب‌های شیرین، جنگل، ..)

اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی

در هر ناحیه از طبیعت که موجودات زنده و عوامل غیرجاندار محیط درحال تعادل و تأثیر متقابل بر روی یکدیگر بوده و به مبادله مواد بین یکدیگر مشغول‌اند، یک نظام اکولوژیک یعنی اکوسیستم طبیعی وجود دارد.
در هر قسمتی از طبیعت که از آن چرخه یا گردشی تقریباً یا دقیقاً بسته برای انتقال ماده بین محیط و موجودات زنده انجام می‌شود و ثبت و انتقال انرژی خورشید را ممکن می‌سازد، در آنجا یک اکوسیستم وجود دارد.

انواع اکوسیستم‌های طبیعی:

۱ اکوسیستم‌های آبی
۲ اکوسیستم‌های خشکی

اجزای اکوسیستم زنده:
جوامع زیستی مشتمل بر تولیدکننده‌ها یا گیاهان سبز، مصرف‌کننده‌ها، از گیاه‌خواران، گوشت‌خواران، همه چیزخواران و در نهایت تجزیه‌کننده‌ها یا میکروارگانیزم‌ها تشکیل می‌شود. اکوسیستم دائماً در حال تغییرات بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی است. در واقع تمام اکوسیستم‌های مختلف روی زمین اکوسفر را می‌سازند.

اجزای غیرزنده یک اکوسیستم:
۱ نور خورشید
۲ میانگین دما و دامنه حرارتی
۳ میانگین نزولات و توزیع و پراکنش آب در طول سال
۴ باد
۵ عرض جغرافیایی
۶ ارتفاع
۷ آتش
۸ جریان‌های آبی
عمده‌ترین فاکتورهای شیمیایی که یک اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارت‌اند از:
۱ میزان مواد آلی در آب و خاک
۲ میزان مواد معدنی در خاک و یا محلول در آب
۱ سطح اکسیژن محلول در اکوسیستم‌های آبی

تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم:

موجودات زنده جهت بقای خویش ناچار به ارتباط و انتقال مواد و انرژی به یکدیگر می‌باشند. درنتیجه، تداخل عمل در جمعیت موجودات پدیدار می‌گردد. این عمل به سه صورت زیر و براساس نوع تداخل و ارتباط شکل می‌گیرد:
۱ شکار
۲ رقابت
۳ همزیستی

شکار:
بیشترین فرم ارتباطات در زنجیره غذایی، فرم شکار و شکارچی است.

شکارچی و شکار

رقابت:
هنگامی که تعدادی از گونه‌ها در یک اکوسیستم سعی در استفاده از یک منبع مشخص، محدود و کمیاب را داشته باشند، رقابت بین گونه‌ای خاصی بین آنها به‌وجود می‌آید. منابع محدود ممکن است غذا، آب، دی‌اکسیدکربن، نور خورشید، مواد غذایی موجود در خاک، فضا، پناهگاه یا هر چیزی که برای بقا نیاز است، باشد. در نتیجه، رقابت بین گونه‌ای از وابستگی دو یا چند جمعیت به منابع محدود مشابه ایجاد شود.

رقابت

همزیستی:
رابطه همزیستی به‌صورت کلی اختیاری و اجباری در بین موجودات زنده پدید می‌آید. رابطه همزیستی به سه صورت زیر دیده می‌شود:

۱ـ همیاری: چنانچه دو موجود از یکدیگر بهره‌مند شوند همیاری نامیده می‌شود. زندگی باکتری ریزوبیوم در ریشه‌های گیاهان لگومینه نمونه‌ای از یک همیاری است.

۲ـ هم‌سفرگی: چنانچه یک موجود سود برد و دیگری نه سود و زیان، رابطه هم‌سفرگی نامیده می‌شود. مثل رابطه ما بین کوسه ماهی و ماهی بادکش‌دار که ماهی بادکش‌دار توسط بادکش‌های دهان خویش به کوسه ماهی می‌چسبد و مسافت طولانی را بدون اینکه به کوسه سود یا زیان وارد کند می‌پیماید.

هم‌سفرگی

۳ـ انگلی: انگل از ارگانیسم دیگری که میزبان نام دارد تغذیه می‌کند ولی نه مانند شکارچی. انگل در دوره‌ای از سیکل زندگی میزبان خود، درون و یا روی میزبان زندگی می‌کند و از او تغذیه کرده و کم‌کم او را ضعیف می‌کند و میزبان طی این عمل یا می‌میرد و یا سالم باقی می‌ماند. گیاهان و جانوران هم می‌توانند انگل و هم میزبان انگلی دیگر باشند.

زندگی انگلی کک روی پوست جانوران

پژوهش

استفاده از سینی‌هایی که هر بذر، مکان، جدا داشته باشد و به‌نام سینی‌های شانه تخم مرغی معروف هستند بهتر از کشت در داخل سینی کاشت معمولی (ترین) می‌باشد در خصوص دلایل آن تحقیق نموده وحداقل سه دلیل مهم آن را نام ببرید.

اهمیت گونه‌ها در اکوسیستم:

هر اکوسیستم از یک سری گونه‌های با اهمیت درست شده است که اگر آن گونه‌ها نباشند آن اکوسیستم به‌هم می‌خورد. به‌عنوان مثال سمور آبی که در آب‌های آمریکای شمالی زندگی می‌کند از بعضی گونه‌های مهاجم تغذیه می‌نماید و باعث تعادل محیط می‌شود. در داخل فاضلاب‌های کارخانه‌ها که حاوی جیوه می‌باشند، قارچ‌هایی رشد می‌نمایند که همراه مواد غذایی خود از این جیوه استفاده می‌کنند لذا محیط اکوسیستم را پاک می‌نمایند. نابودی این قارچ‌ها باعث زیاد شدن جیوه در آب شده و منطقه را مسموم می‌نماید.

اثرات انسان بر اکوسیستم:

انسان به‌منظور کسب خواسته‌های مادی خویش در اکوسیستم‌های جهانی دخل وتصرف می‌کند و آن را تغییر می‌دهد. به‌عنوان مثال انسان جنگل‌ها و مراتع را می‌تراشد و در آن کشت می‌نماید و یا به ساختمان‌سازی می‌پردازد و دراین میان به اکوسیستمی ناقص و ساده به نام شهر یا انواع بزرگراه‌ها تبدیل می‌کند درحالی‌که توسعه پایدار، نگهداری اکوسیستم‌های طبیعی را در کنار توسعه انسانی تأکید می‌نماید. مشکل اساسی این است که چنین تغییراتی موجب هجوم آفت‌ها، علف‌های هرز و امراض گیاهی ناشی از میکروارگانیسم‌های ناخواسته می‌گردد که باعث نابودی برخی گونه‌های گیاهی و تولیدات آنها می‌گردد و درنتیجه استفاده از آفت‌کش‌ها و علف کش‌های مصنوعی به تدریج مقاومت آنها افزایش می‌یابد و درجه اثرپذیری مواد شیمیایی نیز به تدریج ازبین می‌رود. دامداران با کشتار گونه‌های وحشی مانند گرگ‌ها، عقاب‌ها و دیگر جانوران حیات وحش، سعی در حفظ دام‌های خویش دارند که در این صورت موجب انقراض حیات وحش منطقه می‌گردند و نیز به‌منظور پروار نمودن دام‌های خویش، مراتع وچراگاه‌ها را بیش از حد ظرفیت مورد استفاده قرار داده و باعث نابودی مراتع و نیز فرسایش خاک می‌شوند. استفاده از سوخت‌های فسیلی در صنایع وسایط نقلیه موتوری و مراکز خانگی و تجاری موجب بروز آلودگی‌های صنعتی و شهری و در نتیجه تولید باران‌های اسیدی می‌گردد. در حقیقت، ازدیاد جمعیت انسانی در سطح جهان موجب نابودی اکوسیستم‌های کره زمین و کاهش تنوع زیستی می‌گردد.

توالی، تحول و بلوغ اکوسیستم

توالی اولیه

۱ـ جلبک‌هایی در منافذ سنگ مستقرند

۲ـ گل‌سنگ‌ها جایگزین جلبک‌ها شده‌اند

۳ـ سنگ پوشیده شده از خزه، خزه از بقایای گل‌سنگ‌ها استفاده می‌نماید

۴ـ یک شکاف در سنگ ایجاد شده و خاک تولید شده از بقایای به‌جا مانده از گل‌سنگ و خزه در این شکاف آماده پذیرش دانه‌های گیاهان می‌باشد

نحوه تحول جامعهٔ زنده و به بیان دقیق‌تر، تحول و تکامل اکوسیستم را اصطلاحاً «توالی اکولوژیک» یا بلوغ اکوسیستم می‌نامند. ماهیت تحول و بلوغ جایگزین شدن منظم و جهت‌دار جامعه‌های زنده یکی به‌دنبال دیگری است. توالی با استقرار کم نیازترین جامعه‌ها آغاز می‌شود و هر جامعه‌ای شرایط محیط را برای استقرار جامعه‌ای دیگر و جامعه‌ای پرنیازتر از خود آماده می‌سازد. به تعبیری دیگر، علت توالی، نوسان توان رقابت جانداران به‌دنبال تحول در شرایط محیط است.

اکوسیستم‌های جنگلی و علفزار:

جنگل و بیشه‌زار که در حال حاضر حدود یک سوم سطح خشکی‌های زمین را می‌پوشانند از بزرگ‌ترین، پیچیده‌ترین و مهم‌ترین تولیدکنندگان اکوسیستم‌های جهانند. ترکیب غالب آنها شامل درختان چوبی چند ساله با ارتفاع بیش از سه متر است. این درختان، یک تنه و تاج لایه‌ای مشخص از شاخه‌های برگ‌دار دارند. درختچه‌ها در مقایسه با درختان عموماً ارتفاع کمتر از سه متر داشته و سایه‌ای کوتاه و تاج لایه‌ای نامشخص دارند اشکال درختی به تعداد زیادی جنس و گونه از تیره‌های مختلف تقسیم می‌شود.

سه گروه مهم از اشکال زیستی درختی عبارت‌اند از:

۱ مخروطیان همیشه سبز با برگ‌های باریک

۲ درختان خزان‌شونده با برگ‌های پهن

۳ درختان پهن برگ اسکلروفیلوس (درختان همیشه سبز پهن برگ)

تکامل مخروطیان به نسبت بقیه زودتر صورت گرفته است و در مناطق سردسیر نیمکره شمالی به‌وجود آمده‌اند.

در مخروطیان، برگ‌ها همیشه سبز است و معمولاً ریزش برگ‌ها فصلی نیست وگاهی تا هفت سال برگ‌های سوزنی خود را نگه می‌دارند. این مسئله باعث می‌شود که مخروطیان خیلی زودتر و قبل از مساعد شدن کامل شرایط محیط، فتوسنتز را آغاز کنند و به‌همین‌دلیل می‌توان گفت که مخروطیان، بزرگ‌ترین اشکال گیاهی جهان را تشکیل داده و گاهی قطرشان بسیار زیاد شده و ارتفاعشان به بیش از ۸۰ تا ۱۲۰ متر می‌رسد.

از نظر تکاملی، درختان اسکلروفیلوس پهن برگ همیشه سبز و خزان‌شونده به نسبت مخروطیان جوان‌ترند و گیاهان غالب مناطق گرم و مرطوبند. آنها به سرما حساسند و در حال حاضر شاخص مناطق مرطوب و گرمسیر تا معتدله هستند. در حقیقت، درختان پهن برگ خزان‌شونده، ترکیب مهم اکوسیستم‌های جنگلی در مناطق جنگلی معتدله مرطوبند وتنوع فصلی را در فصول مختلف یعنی بهار گرم، تابستان خیلی گرم، پاییز معتدل و زمستان سرد نشان می‌دهند. هنگامی‌که شرایط نوری یا دمایی مناسب می‌شود، برگ‌های مزوفیلوس می‌توانند فتوسنتز کنند. از نظر زیستگاه، خزان‌شونده‌های با برگ‌های مزوفیلوس می‌توانند به سرما و خشکی سازش یابند.

ویژگی‌های شاخص اکوسیستم‌های جنگلی:

بیوماس گیاهی، درختان به‌دلیل اندازه و طول عمرشان، بیش‌ترین بیوماس و اکوسیستم‌های پیچیده زمین را تشکیل می‌دهند. در جنگل‌ها، حتی در یک جنگل ایستا و بالغ، سه چهارم جنگل را درختان تشکیل می‌دهند. به این علت، مقدار بیوماس گیاهی در هکتار بالاست که علت آن وجود تاج لایه وسیع و ضمایم ریشه‌ای گسترده

درختان است نوع اشکوب‌بندی و میزان ساختارها به میزان بیوماس درختی و نیز به عمق و تراکم تاج لایه درختی در شرایط محیطی خاص بستگی دارد. در مواردی مثل جنگل‌های بارانی گرمسیری، نمو یک یا چند لایه تاج پوشش درختان می‌تواند نور را کم کند و مانع رسیدن نور به اشکوب‌های پایین و زیر آنها شود. نمو ساختاری نیز به مکان‌ها و تغییرات فصلی در تراکم تاج لایه بستگی دارد که باعث تشکیل درختچه، علف‌زار و لایه‌ای از خزه‌ها و گل‌سنگ‌ها می‌شود.

در اصطلاح **اشکوب** اشاره به لایه و طبقات عمودی موجودات زنده با شرایط محیطی که یک جامعه حیاتی دارند می‌باشد، اشکوب‌بندی را می‌توان یکی از خصوصیات عمده هر جامعه حیاتی دانست و نباید آن را با منطقه‌بندی که مربوط به آرایش یا طرز قرار گرفتن مناطق حیاتی یا فاکتورهای غیرحیاتی در یک سطح گسترده افقی می‌باشد، اشتباه گرفت.

بیوماس یا زیست توده

از منابع مهم انرژی‌های تجدید شونده می‌باشد در خلال پدیده فتوسنتز، انرژی خورشیدی در گیاهان ذخیره می‌شود و باعث رشد و نمو آنها می‌گردد این انرژی خورشیدی در مواقع مصرف، قابلیت تبدیل به انرژی را دارا می‌باشد.

انواع جنگل‌ها:

جنگل‌های امروزی از نظر بیوماس، ترکیب گونه‌ها، ساختار و تولیدات با هم تفاوت دارند که به میزان سازش با محیط‌های فیزیکی، مرحله نمو و تأثیرات انسان در تغییر آنها بستگی دارد.

به‌طور کلی، عوامل زیست محیطی مؤثر در تقسیم‌بندی جنگل‌ها عبارت‌اند از:

۱ شرایط محیطی به‌ویژه آب و هوا است.

۲ سیمای کلی درختان غالب جنگل که از طریق اندازه و شکل آنها و نیز پایداری، بقا و تداوم استقرار برگ‌ها مثل پهن برگی، سوزنی برگی، بزرگ و کوچک بودن برگ، تقسیمات برگ، همیشه سبز یا خزان‌شونده بودن یا هر دو تعیین می‌شود.

۳ جنگل براساس غالب بودن گروه‌های گیاهی مخروطیان، بازدانگان، گیاهان گلدار، نهاندانگان، تیره، جنس یا گونه مثل بلوط، صنوبر، کاج یا غیره تعیین می‌شود.

انواع اصلی جنگل‌ها به ترتیب ذیل مشخص می‌شوند:

- جنگل بارانی گرمسیری
- جنگل‌های خزان‌شونده گرمسیری
- جنگل اسکلروفیلوس (پهن برگ همیشه سبز) مدیترانه‌ای
- جنگل همیشه سبز و پهن برگ معتدله
- جنگل پهن برگ خزان‌شونده
- سوزنی برگ درختی همیشه سبز

اکوسیستم علفزار: اکوسیستم‌های علفزار شامل اکوسیستم‌هایی است که پوشش گیاهی غالب آنها را گیاهان علفی و اکثراً گندمیان تشکیل می‌دهند. اکوسیستم علفزار، صفات مجزا و مشخص متعددی دارد که آن را از جنگل متمایز می‌کند که عبارت‌اند از:

- ویژگی اول، غالبیت
- ویژگی دوم، ساختار رویشی علف‌ها
- ویژگی سوم، نسبت بالای بیوماس کل اکوسیستم علفزار است که زیر سطح زمین قرار دارد. سیستم ریشه، حجم زیادی از مواد آلی را به خاک اضافه می‌کند که باعث تقویت جمعیت زیادی از جانوران خاک می‌شود.

انواع علفزارها:

اکثر بوم‌شناسان گیاهی در بیان مفهوم ریخت‌شناسی، شکل رویشی گونه‌های علفی غالب و ماهیت فیزیکی زیستگاه را در نظر می‌گیرند. از نظر منشأ، چندین نوع علفزار تشخیص داده شده است:

۱ علفزارهای نیمه‌خشک، که در نواحی بین جنگل و بیوم‌های بیابانی وجود دارند. نواحی که بارندگی در آنها به‌طور مشخص فصلی بوده و به‌شدت متغیر است و آب قابل استفاده خاک برای رشد درخت کافی نیست.

۲ علفزارهای کوهستانی (alpine)، که در ارتفاعات بالا که فصل حرارتی رشد برای رشد و نمو درخت کافی نیست وجود دارند.

۳ علفزارهای جانشینی (successional)،که جایگزین جنگل یا رویش درخت زار قبلی می‌شود و از طریق چرا یا آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع ادامه حیات می‌دهد.

۴ علفزارهای زراعی، که به‌طور عمده از طریق کاشتن ایجاد می‌شود و به‌وسیله زه‌کشی و کود دادن اصلاح شده و شاید ازاین طریق است که پایدار و دائمی می‌شوند.

۵ علفزارهای یک‌ساله که در نواحی دارای آب و هوای مدیترانه‌ای ایجاد می‌شوند. جایی که زمین‌های کشاورزی رها شده و به‌وسیله گراس‌های یک‌ساله و فورب‌های چند ساله اشغال می‌شوند.

اکوسیستم‌های کوهستانی:

اکوسیستم‌های کوهستانی از یک‌سو در ارتباط با اکوسیستم‌های متنوع طبیعی آبی و خشکی قرار داشته و از سوی دیگر به اکوسیستم‌های انسان ساخت شهرها وکشتزارها مرتبط هستند. کوه‌ها بخش مهمی از زمین‌های خارج از آب را شامل می‌شوند که ویژگی‌های کاملاً متفاوتی با اراضی مسطح داشته و بهره‌وری از بستر آنها به‌عنوان اراضی زراعی یا استفاده از منابع موجود آنها نیاز به ملاحظات زیست محیطی زیادی دارد. زیرا اکوسیستم‌های کوهستانی در برابر دگرگونی‌ها و اختلالات بسیار جزیی نیز حساس بوده اثرات دخالت‌های نامحسوس و سطحی انسان به‌ویژه در اراضی کوهستانی و مرتفع عموماً غیرقابل برگشت می‌باشد.

ارتبـاط اکوسیسـتم‌های کوهسـتانی با سـایر اکوسیستم‌ها:

اکوسیستم‌های کوهستانی در ارتباط با اکوسسیتم‌های دیگری قرار دارند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: اکوسیستم‌های آب‌های راکد، اکوسیستم‌های آب‌های روان و اکوسیستم‌های خشکی.

اراضی کوهستانی به‌طور معمول دارای ویژگی‌های زیر هستند:

با افزایش ارتفاع، فشار هوا، درجه حرارت کاهش یافته و برودت هوا افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، تشعشعات ماوراء (تشعشعات با طول موج کوتاه) افزایش می‌یابد. با افزایش ارتفاع، پوشش گیاهی تغییر یافته و رویش گیاهی محدود می‌شود. پستی و بلندی، دارای دو اثر مهم می‌باشد: از یک‌سو، در سطح محلی باعث تغییر آب و هوا می‌شود و از سوی دیگر با توجه به ارتفاع، درجه و جهت شیب و جهت عمومی رشته‌کوه‌ها، خاک زیستگاه را تغییر می‌دهد. به‌طور کلی، سطوح ایستایی سفره‌های آب زیرزمینی در دره‌ها نسبت به کوه‌ها بالا بوده و به سطح خاک نزدیک‌تر است. زیرا سرعت نفوذ آب در کوه‌ها سریع‌تر بوده و آب در سطح عمیق‌تری قرار می‌گیرد، در نتیجه شرایط خشکی در کوه‌ها بیشتر حاکم است.

انسان و محیط زیست کوهستانی:

تقریباً ده درصد جمعیت جهان در مناطق کوهستانی زندگی می‌کنند و بیش از ۴۰ درصد از جمعیت جهان نیز به طریقی به منابع متنوع کوهستانی وابسته هستند. آب، مواد معدنی، چوب، کشاورزی، تفرج و توریسم و سایر ثروت‌های طبیعی کوهستانی زندگی شمار کثیری از مردم را تأمین می‌کند. فشار بیش از حد انسان روی اکوسیستم‌های کوهستانی باعث بروز یک رشته پدیده‌های زیان‌بار نظیر ریزش خاک، فرسایش، مسلح شدن آب در اثر حمل مواد و سیلاب، تخریب جاده‌ها، انهدام سیستم‌های کشاورزی، انهدام سیستم‌های آبیاری و پر شدن مخازن آبی می‌گردد. تأثیر انسان بر کوهستان عمدتاً رو ی پوشش گیاهی ملموس‌تر است.

موقعیت و عوامل تهدیدکننده اکوسیستم‌های کوهستانی:

اکوسیستم کوهستانی در تمامی کشورهای جهان در اثر فعالیت‌های مؤثر انسانی دگرگون شده و به تخریب کشیده شده است. این دگرگونی‌ها از نظر نوع عوامل، شدت آسیب، میزان خطر و درجه حساسیت در کشورهای مختلف کاملاً متفاوت است. درصد قابل توجهی از خاک کشورها را مناطق کوهستانی تشکیل می‌دهند به‌عنوان مثال نیمی از کشور ایران، کوهستانی است یا نزدیک به ۸۰ درصد کشور افغانستان کوهستانی است. فعالیت مؤثر و دگرگون کننده در اکوسیستم‌های کوهستانی کشورهای جهان سوم بدون توجه به شدت آنها تا حدودی یکسان بوده و به قرار زیر می‌باشند:

- □ پاک‌تراشی جنگل‌ها در حوزه آبخیزها
- □ تبدیل مراتع برای افزایش توسعه اراضی زراعی
- □ بوته‌کنی و از بین بردن پوشش گیاهی طبیعی خاک
- □ چوب‌کشی و استفاده از منابع چوبی حوزه آبخیزی‌ها برای مصارف سوخت
- □ چرای بی‌رویه در اراضی مرتعی و جنگلی
- □ کشت نادرست در اراضی شیب‌دار
- □ آتش‌سوزی و ایجاد حریق
- □ جاده‌کشی و توسعه بی‌رویه شبکه‌های دسترسی
- □ بهره‌برداری از معادن بدون احیای اراضی تخریب یافته در برخی از کشورها
- □ بهره‌وری از اراضی کوهستانی و شیب‌دار تحت مدیریت قرار گرفته و تدابیری نظیر موارد ذیل اتخاذ شده است:
- □ کلیه اراضی که زاویه شیب آنها کمتر از ۲۰ درجه باشد، برای امور کشاورزی و استقرار کانون‌های تمرکز انسانی اختصاص می‌یابند.
- □ اراضی مجاور مناطق مسکونی که زاویه شیب آنها ۲۰ـ۴۵ درجه باشد صرفاً برای درخت‌کاری و احداث

باغ اختصاص می‌یابد.

□ اراضی مجاور مناطق مسکونی که زاویه شیب آنها ۲۰ـ۴۵ درجه باشد در صورتی‌که برای باغکاری مناسب نباشند و کلیه اراضی که شیب آنها بیشتر از ۴۵ درجه باشد به جنگل‌داری اختصاص می‌یابد.

□ اراضی واقع در فراتر از ارتفاع ۴ هزار متر باید تحت مدیریت طرح‌های مرتع‌داری قرار گرفته و برای نگهداری از مراتع آن باید تناوب چرا صورت گیرد.

پیرامون اراضی کشاورزی و فاصله بین اراضی جنگلی و مناطق مسکونی باید به کشت درختان مثمر و چندمنظوره اختصاص یابد تا بخشی از نیازهای مردم از نظر سوخت، علوفه و سایر فراورده‌های چوبی تأمین گشته و به تدریج وابستگی آنها به منابع طبیعی اکوسیستم‌های کوهستانی کاهش یابد.

اکوسیستم کویری:

اکوسیستم‌های کویری جزئی از مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شوند و در طیف وسیعی، صحاری خشک تا مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی، یک سوم سطح خشکی را پوشانده و در ۶۰ کشور جهان پراکنده‌اند.

ویژگی مشترک همه اکوسیستم‌های کویری، ناپایداری تعادل اکولوژیک آنهاست و کمبود باران یا فقدان آن، عمده‌ترین عامل محدودکننده اقلیمی این اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌رود. این مناطق درصورتی‌که به‌طور طبیعی به حال خود گذاشته شده و از دخالت‌های مخرب انسانی مصون باشند، حتی در شرایط دشوار فقدان باران نیز قادرند تعادل پویای خود را حفظ کرده و کمبودهای خود را در خشکسالی‌ها، در سال‌های مساعد جبران کنند. به‌عبارت دیگر، جریان‌های طبیعی می‌توانند در بلندمدت، عدم تعادل اکولوژیک را ترمیم کرده و بدین ترتیب زمین، چشم‌انداز و منظره طبیعی خود را باز یابد.

ثبات و پایداری اکوسیستم‌های کویری بیشتر تحت‌تأثیر بخش‌های زنده (پوشش گیاهی و گونه‌های جانوری) قرار دارد و به‌همین دلیل نسبت به جنبه‌های اکولوژیکی اکوسیستم‌ها قابلیت تغییرپذیری بیشتری داشته و می‌توانند به سادگی به‌دست بشر دستکاری شوند. این مناطق به‌عنوان بخشی از اراضی حاشیه‌ای در مطالعات برنامه انسان و کره مسکونی، جای ویژه‌ای پیدا کرده‌اند.

عمده‌ترین ویژگی‌ها و اهمیت اکوسیستم‌های کویری را می‌توان به قرار زیر جمع‌بندی نمود:

۱ بهره‌برداری از اکوسیستم‌های کویری علی‌رغم وجود پاره‌ای از موانع طبیعی که کشت و زرع متمرکز را اغلب غیرممکن می‌سازد، از دیرباز به‌ویژه به‌صورت مرتع، سابقه دیرینه‌ای داشته است. جوامع انسانی از طریق گزینش شیوه‌ها و تدابیری که انطباق عقلایی آنها را با شرایط فیزیکی و اقلیمی محیط زیست نشان می‌دهد، آگاهانه ازمنابع محدود آن استفاده کرده و در حال حاضر نیز جمعیت کثیری از مردم از نظر زیستی (دامداری، عشایری و کوچنده) وابسته به این اراضی هستند.

۲ آن دسته از اکوسیستم‌های کویری در مناطق خشک و نیمه‌خشک که در توالی بلافصل استپ‌های نیمه‌بیابانی قرار داشته و به صحراهای خشک درونی می‌رسند، در اثر فعالیت‌های مخرب و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی، آنها به‌شدت در معرض تخریب و فروسایی قرار داشته و به عرصه‌های خشک‌تر و غیرقابل زیست‌تری تبدیل شده‌اند. در واقع می‌توان گفت چشم‌انداز کنونی آنها بازگوکننده سیمای اولیه آنها نبوده و نتیجه سیر تکامل طبیعی آنها نیست.

۳ برای حفاظت از تمام تنوع ژنتیک موجود باید جوامع زیستی اعم از گیاهی یا جانوری در زیستگاه‌های طبیعی و اصل خود، در سطحی قابل توجه مورد حمایت قرار گیرد. اکوسیستم‌های کویری، زیستگاه بخش قابل توجهی از تنوع گونه‌های گیاهی وجانوری به‌شمار آمده و برخی از حیات وحش این زیستگاه‌ها از جمله گونه‌های باارزش، در معرض تهدید، آسیب‌پذیر، در خطر انقراض و یا کمیاب به شمار می‌رود.

۴ زیستگاه‌های کویری جدا از گونه‌های حیات‌وحش مهم و حمایت‌شده‌ای که دارند، از نظر برخی گونه‌ها نظیر پستانداران کوچک (جوندگان)، پرندگان شکاری و به‌ویژه خزندگان، بسیار غنی هستند. این دسته از زیست‌مندان از اجزای اصلی و عمده ساختار اکوسیستم‌های کویری به شمار می‌روند. گستره مناطق کویری در اقلیم نیمه‌حاره‌ای، گرم و خشک کشور ایران ازاین نظر نمونه‌وار هستند. این مناطق، زیستگاه عمده خزندگان کشور بوده و دارای تعداد قابل توجهی گونه‌های اندمیک نیز می‌باشند زیستگاه‌های مهم کویری ایران در سه حوزه فلات مرکزی، سیستان و بلوچستان پراکنده‌اند. خزندگان این سه حوزه، عمدتاً به عناصر گیاهی صحرا و فلات مرکزی وابسته هستند.

۵ جدا از اهمیت زیستگاهی کویر برای پاره‌ای از زیست‌مندان جانوری، اهمیت رویشگاهی آن برای برخی از گونه‌های گیاهی نیز بسیار است. جوامع گیاهی شن دوست در کمال شگفتی و با سازگاری اعجاب‌انگیز خود، نشانه‌های حیات را به رخ میکشند. علی‌رغم پراکنش گسسته کویرهای شنی، بیشتر گونه‌های شن دوست با وجود عوامل اقلیمی کنترل‌کننده تا دوردست‌ترین مناطق شنی راه می‌یابند و باد در این انتشار، نقش عمده‌ای برای آنها دارد.

۶ بهره‌برداری از منابع اکوسیستم‌های کویری نیاز به مراقبت‌های ویژه دارد، زیرا تولید بیولوژیک آنها در واحد سطح نسبت به سایر اکوسیستم‌ها، در سطح پایین‌تری قرار داشته و پوشش گیاهی، به‌عنوان تشکیل‌دهنده سیمای اصلی و ساختمانی این اکوسیستم‌ها، تابع نوسانات عوامل اقلیمی و عمدتاً باران می‌باشد. در صورت بهره‌برداری بی‌رویه و عدم حفاظت، به‌دلیل محدودیت‌های رویشی (اقلیمی ـ ادافیکی)، امکان ترمیم و احیای آنها کمتر امکان‌پذیر بوده و باید برای همیشه آنها را از دست رفته تلقی نمود.

۷ پوشش گیاهی کم پشت و پراکنده اکوسیستم‌های کویری، جدا از سایرتأثیرات آنها، از نظر حفاظت خاک حائز اهمیت ویژه‌ای بوده و در صورت فقدان آنها، خاک پراکنده گشته و به توده بی‌ثبات و متحرکی تبدیل می‌شود. در نهایت، صحاری عریان، تل‌های شنی و عاری از حیات را گسترش می‌دهد. پوشش گیاهی محافظ خاک در این مناطق در حفظ کارکردهای متعادل اکوسیستم‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای داشته و در صورت نابودی آن، روند فروسایی بدون بازگشتی را سبب می‌شود که در نهایت اکوسیستم‌های کویری را به درجات خشک‌تر و نامساعدتر سوق داده و روند بیابان‌زایی را تشدید می‌کند.

۸ بیابان‌زایی در مناطق نیمه‌خشک، سابقه‌ای دیرینه داشته ولی مختص این مناطق نیست. بیابان‌زایی فرایندی است که طی آن در اثر فروسایی بیولوژیکی، زمین، منابع طبیعی تجدیدپذیر خود را از دست می‌دهد. بیابان‌زایی معمولاً در اثر استفاده بی‌رویه انسان به‌وجود آمده و عمدتاً نیز از بخش‌های کوچکی شروع شده و با پیوستن آنها با یکدیگر توسعه یافته و اراضی وسیعی با ویژگی‌های بیابانی نمایان می‌شود.

موجودات زنده بیابانی (گیاهان و جانوران بیابان)

وقتی رطوبت و بارندگی کم شود، مراتع به بیابان تبدیل می‌شوند و این نتیجه یک توالی طبیعی است. بیابان‌ها در حدود یک پنجم سطح زمین را فرا گرفته‌اند. مثلاً در ایران، کویر مرکزی بخش عمده‌ای از مملکت ما را غیرقابل استفاده کرده است. میزان باران سالانه بیابان معمولاً کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر است و آنچه می‌بارد به سرعت تبخیر می‌شود.کمی رطوبت هوا، نور شدید خورشید، روزهای داغ، شب‌های سرد، تبخیر زیاد، وجود بادهای دائمی شدید، سبب شده است که زندگی در این محیط دشوار باشد. اختلاف درجه حرارت شب و روز بسیار زیاد است. درجه حرارت هوای بیابان درروز ممکن است گاهی به ۸۰ـ۷۰ درجه سانتی‌گراد برسد و در شب تا به درجه یخ‌زدن پایین بیاید. در چنین آب و هوایی فقط گیاهان و جانورانی می‌توانند دوام بیاورند که زندگی خود را با وضع طبیعی این منطقه تطبیق دهند. قسمت‌های وسیعی از منطقه بیابانی ایران را نمک یا تل‌ها و تپه‌هایی از شن روان پوشانده است. در بیابان گاهی بادهای تند می‌وزد که شن‌ها را جابه‌جا می‌کند یا طوفان‌هایی از شن پدید می‌آورد که به کشت‌زارهای روستاها، جاده‌ها و چراگاه‌های اطراف کویر آسیب فراوان می‌رساند.

علی‌رغم نوع اشکال رویشی، جمعیت گیاهی و جانوری در بیابان از نظر گونه نسبتاً فقیر است. در مقیاس‌های قاره‌ای، تنوع گونه‌های مارمولک و جوندگان و چند گونه گیاهی با افزایش بارش همراه است.

پوشش گیاهی بیابان:

۱ خارهای بوته‌ای چند ساله: شامل جوامع مشخص کاکتوس در جنوب غربی آمریکا و بوته‌های کوتاه است که کمی چوبی شده‌اند.

۲ پوشش گیاهی چند ساله درختچه‌ای: مرکب از چند گونه گوشتی کوتاه ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری و تعداد کمی درختچه و علف‌های چند ساله است.

۳ پوشش گیاهی بی‌دوام یا پوشش گیاهی علف‌های فصلی: مرکب از یک‌ساله‌ها و چند ساله‌ها و به‌طور غالب گراس‌هاست.

۴ پوشش گیاهی تصادفی (accidental): شامل گیاهان بی‌دوام یک‌ساله است که در نواحی دارای بارندگی کم و ناگهانی، روی خاک‌هایی می‌رویند که رطوبت را به حد کافی نگه می‌دارند.

فکر کنید

چگونه می‌توان از اکوسیستم کویر محافظت کرد؟

سازش موجودات عالی با شرایط بیابان:

موجودات زنده‌ای که در بیابان‌های داغ دنیا ساکن هستند؛ قادرند با گرمای شدید و خشکی مقابله کنند و نمی‌گذارند حرارت درونی و میزان از دست دادن آب بافت‌ها به حد کشنده‌ای برسد. گیاهان و جانوران بیابان‌ها برای زیست خود روش‌های مشابه مورفولوژیکی و رفتاری دارند که اگرچه منحصر به موجودات مناطق بیابانی نیست، این موجودات نسبت به رقبای واقع در منطقه معتدله (مرطوب) این رفتارها بیشتر مشاهده می‌شود. دو روش اصلی این موجودات، یکی دوری جستن از گرما و دیگری بردباری نسبت به گرما و کمبود آب است.

تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی ایران:

ایران، سرزمینی گسترده است و عرصه گسترده آن دارای اقلیم‌های مختلف است. تنوع شکل و ترازهای جغرافیایی در ایران، موجب ایجاد اکوسیستم‌های متنوع شده و به تبع این پدیده و موقعیت جغرافیایی در کره زمین، دارای گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی گردیده است که می‌توان مانند آن و یا انواع آن را در اوراسیا و آفریقا مشاهده نمود. تنوع گونه‌ای و صور و شیوه‌های مختلف حیات و نحوه پراکندگی و تراکم آن در بخش بیوسفر یکسان نبوده و رابطه معنی‌داری با شرایط اکوسیستم و عملکرد آنها دارد. به‌طوری‌که بیشترین تنوع گونه‌ای و صور مختلف زیستی را می‌توان در مناطق استوایی مشاهده نمود. نتیجه تحقیقات دانشمندان نشان داده که تنوع زیستی در مناطق استوایی، بیش از ۶ برابر مناطق سرد اروپاست.

پرسش

به‌نظر شما چرا تنوع زیستی ایران از مناطق سرد اروپا بیشتر است؟

هر چه از خط استوا دورتر شده و به قطبین نزدیک می‌شویم، صور مختلف حیاتی تغییر یافته و از تراکم گونه‌ای و پراکندگی آن کاسته می‌شود. سرزمین ایران به‌دلیل قرار گرفتن در عرض بالاتر از خط استوا، از تراکم و تنوع گونه‌های کمتری در هر هکتار از اراضی خود بهره می‌برد. ولی باید توجه داشت، ایران سرزمینی گسترده با تضادهای اقلیمی و ترازهای جغرافیایی مختلف است. این شرایط، همراه با وضعیت و موقعیت جغرافیایی آن موجب گردیده که ایران نسبت به سایر کشورهای هم‌جوار و هم‌عرض خود از تنوع گونه‌ای بیشتر و شیوه‌های حیاتی متفاوت‌تری برخوردار گردد به‌طوری که این سرزمین را می‌توان به‌عنوان پل ارتباطی بین ۴ ناحیه جغرافیایی گیاهی و به تبع آن جانوری شامل مدیترانه‌ای، ایران و تورانی، اروپا و سیبری، صحرا و سندی به‌شمار آورد.

مجموع فرایندهای حیاتی و عملکردی اکوسیستم تأثیرپذیر از این چهار ناحیه جغرافیایی موجب شده است که دانشمندان و محققین، ایران را از نظر گیاهی به چهار ناحیه اصلی به نام‌های ایران و تورانی، خلیج عمانی، خزری و زاگرسی تقسیم نمایند. این چهار ناحیه به‌دلیل گستردگی عرصه و تفاوت‌های موجود در شکل زمین و ارتفاع، دارای اکوسیستم‌های مختلف با عملکردهای گوناکون می‌باشند.

ناحیه خلیج عمانی، که از اراضی تأثیرپذیر از خلیج فارس و دریای عمان برخوردار است، دارای اکوسیستم‌های نیمه‌گرمسیری خشک می‌باشد. در این ناحیه، تنوع گونه‌ای بیشتر از منطقه ایران تورانی می‌باشد.

ناحیه زاگرس که شامل اراضی غرب ایران است و از بخش‌های جنوبی آذربایجان تا فارس ادامه دارد، به‌دلیل شکل‌های متنوع زمین‌شناسی و ارتفاعات مختلف، دارای اکوسیستم‌های گوناگون می‌باشند. اما این تنوع، تحت‌تأثیر موقعیت جغرافیایی سیاسی منطقه و نیز راه‌های معیشتی ساکنین آن قرار داشته و دارد. به این دلیل، در طول قرن گذشته صدمات زیادی به تنوع گونه‌ای و شیوه‌های حیاتی و به‌خصوص جانوری آن وارد شده است. این شرایط موجب انقراض شیر آسیایی در ایران و به آستانه انقراض کشاندن برخی از گونه‌های با ارزش نظیر گوزن زرد گردیده است. هر چند که سایر گونه‌های بزرگ جثه، نظیر خرس قهوه‌ای، کل و بز، قوچ و میش، آهو، جبیر، گورخر و یوزپلنگ نیز امروزه در شرایط مطلوبی از نظر تعداد افراد و جمعیت‌ها و نیز پراکندگی وتراکم قرار ندارند.

واحد یادگیری ۳

تحلیل محیط زیست و کشاورزی

توسعه پایدار:

سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد[1](FAO)، توسعه پایدار را به این‌صورت تعریف می‌کند: توسعه پایدار عبارت است از مدیریت و حفاظت اساسی از منابع طبیعی و جهت دادن فناوری و سنت‌ها به طریقی که اطمینان حاصل شود که نیازهای انسانی برای همیشه در حال حاضر و برای نسل آینده برآورد می‌گردد.
توسعه پایدار اکولوژیکی، بهترین و ایده‌آل‌ترین نوع توسعه محسوب می‌شود و عبارت است از توسعه‌ای که کیفیت کلی زندگی را در حال و آینده بهبود بخشیده به‌طوری که فرایندهای اکولوژیکی ضروری را برای ادامه زندگی حفظ نماید. چنین توسعه پایداری از زمین، آب، گیاهان و منابع ژنتیکی حفاظت می‌کند، از نظر محیط زیستی مخرب نبوده، از نظر تکنولوژیکی، مناسب و از نظر اقتصادی، توجیه‌پذیر است. این الگو توسعه از نظر اجتماعی نیز پذیرفته شده است.

تنوع زیستی به‌عنوان یک منبع کلیدی برای توسعه:

برای تضمین تولید مواد غذایی و دارویی در آینده، حفظ ذخایر توارثی موجود در طبیعت دست نخورده و بکر، امری ضروری است. گونه‌های وحشی و تغییرات ژنتیکی که در گونه‌ها و بین آنها وجود دارد، بالقوه برای توسعه کشاورزی، دارو و صنعت بسیار ضروری است. تنوع زیستی امکان بسیار گسترده‌ای را فراروی نسل‌های رو به رشد آتی قرار می‌دهد. تنها چهار دهه بعد ما باید سه برابر بیش از آنچه امروز تولید می‌کنیم غذا داشته باشیم. به‌همین دلیل، ضرورت نگهداری غنای ذخایر توارثی تا جایی‌که امکان دارد روز به روز بیشتر می‌شود. برآوردها نشان می‌دهد که عالم گیاهی دارای ۷۰ هزار گونه خوراکی است که تنها ۲۰ درصد آن ۹۰ درصد پایه غذایی جهان را فراهم می‌کند.گونه‌ها و نژادهای وحشی قادرند از طریق به‌نژادی، شمار گونه‌های زراعی را تا هزارها بالا ببرند. اگر ژن‌های چند گونه وحشی در پرو و اکوادور نبود تا امکان دورگه‌گیری و به‌نژادی را فراهم کنند، تولید اقلام گوجه‌فرنگی امروزه در سطح تجاری امکان نداشت. نوع خاصی گوجه‌فرنگی از جزایر گالاپاگوس این امکان را فراهم کرده است که نه تنها رنگ و ارزش‌های غذایی این‌گونه اصلاح شود، بلکه قابلیت برداشت آن به‌وسیله ماشین‌ها نیز فراهم گردد.
در عالم جانوری واریته‌های اصلاح شده گوشتی مرغان تخم‌گذار، ماهیان و حشراتی نظیر زنبورعسل و کرم ابریشم نیز افزایش یافته‌اند. این نمونه‌ها همگی معرف این هستند که در طبیعت و محیط زیست طبیعی، توانایی زیادی در این زمینه وجود دارد. استفاده از مواد ژنتیکی طبیعت نه تنها رشد گیاهان را افزایش می‌دهد بلکه سطح تولید خالص گیاهان زراعی و حیوانات اهلی را نیز ارتقا می‌دهد.

۱ـ Food and Agriculture Organization

اهداف توسعه پایدار:

عبارت است از دستیابی به یک فرایند مساوی از نقطه‌نظر اقتصادی، عدالت و مشارکت اجتماعی، فرایندی که جهت جدیدی را عرضه می‌کند و به کمک تکنولوژی از کارایی بالاتری بهره‌مند می‌گردد و در نهایت اینکه فرایندی است که از محیط زیست بهره گرفته و در حفظ و اعتلای آن می‌کوشد. برای رسیدن به اهداف ذکر شده توسعه پایدار باید دارای شرایط زیر باشد:

۱ از نظر اقتصادی، غنی شدن گروهی نباید موجب فقیر شدن گروهی دیگر شود. توسعه پایدار نباید موجب جدا شدن بخش‌های عمده‌ای از جامعه از منافع حاصله از توسعه گردد. ساختاری که رشد آن مرهون ایجاد نابرابری است، ممکن است صرفاً از نظر بیوفیزیکی پایدار باشد اما از نظر اقتصادی و اجتماعی پایدار نباشد.

از نظر اکولوژیکی نباید موجب تخریب و انهدام تنوع و قدرت بیولوژیکی اکوسیستم‌ها و نیز نباید باعث تخریب فرایندهای اکولوژیکی و سیستم‌های حیاتی گردد.

۲ از نظر اجتماعی و سیاسی نقش هم‌بستگی، هماهنگی در عمل و مشارکت بین بخش‌ها و افراد را ایفا کند.

۳ از نظر تکنولوژی باید ظرفیت‌ها را برای پاسخ‌گویی به تغییرات، بالا برده و راه‌های در دسترس برای بهره‌وری مناسب و نگهداری از منابع را افزایش دهد.

آخر اینکه وجود تنوع در سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، تولیدی و اکولوژیکی نباید به‌عنوان عاملی بازدارنده در توسعه دیده شود، بلکه به‌عنوان یک عامل حمایتی که به کمک آن سیستم قادر به انجام تعهدات خواهد بود؛ تلقی گردد.

حفاظت گیاهان در مناطق طبیعی حفاظت شده:

حفظ و نگهداری از گیاهان در زیستگاه‌های طبیعی آنها غالباً به‌عنوان حفاظت از کانون اصلی گونه‌های گیاهی تلقی می‌شود، اما این‌کار خیلی فراتر از یک تدبیر ساده مثل حصارکشی پیرامون بخش‌هایی از پوشش گیاهی است. مناطق حفاظت شده باید به‌صورت طیف گسترده‌ای از انواع زیستگاه‌ها و مناطق، عوامل تهدید، نگرش و رفتار اجتماعی، مورد توجه قرار گیرند. به‌همین دلیل حفظ و نگهداری از گیاهان به طیفی از گزینه‌های مدیریت نیاز دارد تا بتواند از یک‌سو نیازهای ویژه گونه‌ها و اکوسیستم‌ها را برآورد نماید و از سوی دیگر و به همان اندازه، پاسخگوی نیازهای معنوی باشد که در مناطق حفاظت شده زندگی کرده و یا از آن بازدید می‌کنند. عموماً یک گونه از شمار زیادی از افراد مستقل تشکیل شده است. اغلب گونه‌ها واحدهای نسل‌آوری به‌وجود می‌آورند که ماهیتاً بسیار متنوع هستند. این تنوع از یک‌سو واکنشی در برابر محیط زیست و از سوی دیگر بازتابی از تنوع محیط زیست به شمار می‌رود.

برای حفاظت ضرورتاً باید گونه‌ها در تمام گستره جغرافیایی و زیستگاهی خود و با توجه به تنوع آنها حفظ و نگهداری شوند. حفاظت از گیاهان باید جانوران را نیز مدنظر قرار دهد. گیاهان و جانوران مستقل از هم تکامل پیدا نکرده‌اند، بلکه در پیوندی متقابل با یکدیگر تکامل یافته‌اند. بسیاری از ذخیره‌گاه‌ها با کمترین توجه و تفکر درباره مفهوم دقیق و روشن آنها طرح‌ریزی شده اند. به‌وضوح معلوم است که برای یک ذخیره‌گاه، بالقوه اهداف متعددی وجود دارد و در واقع ممکن است برای هرمنطقه خاص حفاظت شده اهداف حفاظتی بی‌شماری وجود داشته باشد. ذکر این نکته مهم است که حفظ و نگهداری اجتماعات با حفاظت از ژن‌ها یکسان نیستند.

در درجه اول باید آن دسته از مناطقی را که نیاز به حفاظت مبرم دارند، شناسایی نمود. بدیهی است تمام اکوتیپ‌هایی که شایسته حفاظت هستند باید مشخص شوند اما گونه‌های برجسته‌ای (Conspicuous species) که آشکارا در حال نابودی هستند، نیاز به حفاظت و اقدام فوری‌تری دارند. در درجه دوم، گونه‌های کلیدی

(Key species) که تشخیص خوبی برای نشان دادن ثمربخشی مدیریت محسوب می‌شوند، مدنظر قرار گرفته و براین گونه‌ها امعان نظر بیشتری باید داشت. چنانچه گونه‌های نادری که برجستگی بیشتری دارند نتوانند بقای خود را حفظ کنند، در این‌صورت معلوم می‌شود که در رابطه با طراحی و مدیریت ذخیره‌گاه اشتباهی رخ داده است.

در درجه سوم، حفظ گونه‌ها (preservation) چیزی است که مردم آن را درک می‌کنند. گونه‌هایی که همدردی بیشتری بین مردم بر می‌انگیزند؛ عامل مهمی در ارتقای سطح آگاهی و تأمین هزینه‌های حفاظت می‌باشند و بالاخره فهرست گونه‌هایی که برای منطقه حفاظت شده پیشنهادی تهیه می‌شود؛ اطلاعاتی فراهم می‌کند که انتخاب آن را از نظر جغرافیایی زیستی توجیه می‌کند.

گفت و گو

درباره گیاه یا درخت میوه‌ای که در محل زندگی شما قبلاً بوده و امروز از بین رفته است با دوستان هم‌گروه خود بحث کنید و دلایل از بین رفتن آن‌را بررسی نمایید.

بحران محیط زیست:

محیط زیست به تمامی محیطی اطلاق می‌شود که انسان به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به آن وابسته است و زندگی و فعالیت‌های او را در ارتباط با آن قرار می‌دهد. محیط‌زیست اصلی انسان را لایه نازکی از سطح کره‌زمین مشتمل بر پوشش خاکی و هوا تشکیل می‌دهد. این لایه حیات را بیوسفر یا زیست‌کره می‌گویند. زیست کره از مجموع موجودات زنده (گیاهان، انسان، سایر جانوران و ارگانیسم‌ها) و باقی‌مانده موجودات متلاشی شده که در گذشته می‌زیستند و کلیه ترکیبات مواد زنده و غیرزنده به اضافه اتمسفر (هوا، لایه اوزون و. . .)، هیدروسفر، لایه کف دریا، رودخانه‌ها و کوه‌های یخی (ژئوسفر)، رسوبات معدنی، خاک و صخره‌ها که اساس حیات را در روی زمین تشکیل می‌دهند؛ به‌وجود آمده است.

تأثیر انسان بر محیط زیست:

جمعیت کنونی دنیا نمایانگر پدیده‌ای بی‌سابقه در تاریخ جهان است. در گذشته هرگز پیش نیامده که یک‌گونه موجود زنده چنین تأثیر بزرگی بر محیط زیست گذاشته و با شدت ادامه داشته باشد. انسان مسئله اصلی محیط زیست است. این عقیده که افزایش جمعیت عامل اصلی تخریب محیط زیست است، مورد تأیید همگان می‌باشد. برخی استدلال می‌کنند که تغییرات ایجاد شده در محیط زیست، ناشی از رشد جمعیت نیست بلکه مصرف و رفاه بیش از حد و نیز تکنولوژی‌های آلوده‌کننده محیط زیست، مسئول این وضع است. احتمالاً هر دو این نظرات می‌تواند درست باشد. جمعیت عامل اصلی و تکنولوژی علت نهایی تخریب محیط زیست محسوب می‌شود.

به‌طور کلی می‌توان پیامدهای رشد جمعیت را به‌صورت ذیل خلاصه نمود:

تخریب محیط زیست: کاهش منابع طبیعی، تغییرات آب و هوا و تخریب لایه اوزون، کاهش و آلودگی منابع آب شیرین، تخریب مراتع و چراگاه‌ها، فرسایش خاک و قلیایی یا اسیدی شدن خاک‌های حاصلخیز، جنگل‌زدایی و بیابان‌زدایی، نابودی تنوع زیستی، کاهش منابع انرژی و مواد معدنی، تخریب

چشم‌اندازهای طبیعی و مراکز تفریحی طبیعی، افزایش مواد زاید خانگی و صنعتی و...

تأثیرات فرهنگی: محرومیت‌های آموزشی، بی‌سوادی، و...

تأثیرات اجتماعی: بیکاری، فقر، رشد شهرنشینی و آسیب‌های اجتماعی، مشکل مسکن ...

افزایش نیازهای غذایی: افزایش تقاضا برای غلات و حبوبات، مواد پروتئینی و..

مسایل محیط زیست از قدیم وجود داشته و در حال حاضر شدت بیشتری یافته است. انسان از وقتی‌که کشاورزی در زمین‌های مرتفع را آغاز کرده، موجبات فرسایش خاک را فراهم آورده است و در نتیجه سوزاندن جنگل‌ها جهت تهیه زمین‌های زراعی، آنها را نابود کرده است. استفاده نادرست از پوشش گیاهی خاک جهت دامداری نیز به طریقی دیگر باعث از بین رفتن آنها شده است. با این همه تا یک قرن قبل، این اقدامات چندان زیاد نبود که موجب برهم خوردن نظام طبیعی محیط زیست شود. منشأ اصلی این مسایل، کاهش روزافزون منابع طبیعی و ایجاد انواع آلودگی‌ها در محیط است. در حال حاضر، تقاضای سرانه افراد کره‌زمین خیلی بیشتر از رشد تولید منابع طبیعی است، به‌طوری که منابع و مواد اولیه تجدیدپذیر رو به کاهش گذاشته‌اند و یا روز به روز از دسترس دور می‌گردند. مصرف سوخت‌های فسیلی نسبت به دوران قبل از انقلاب صنعتی افزایش پیدا کرده و موجب دگرگونی‌ها و بحران‌هایی شده است. بهره‌گیری بیش از حد و بدون برنامه از اکوسیستم‌های طبیعی منجر به نابودی منابع طبیعی و سرانجام گسیختگی نظام اکولوژیک می‌شود. از سوی دیگر، محیط زیست تحت فشار انبوه فضولات ناشی از مواد مصرفی و دورریختنی قرار می‌گیرد که هر چند با عمل تصفیه خود به خود (Self-Purification) طبیعت هضم و جذب می‌شوند، ولی تجمع و انباشتگی و تجزیه‌ناپذیری برخی از مواد سرانجام محیط را دچار آلودگی می‌کند. زیرا که اکوسیستم جهانی بسته و محدود است و بی‌انتها نمی‌باشد.

حفاظت کلی منابع طبیعی:

هدف واقعی از حفاظت منابع طبیعی مشتمل بر:

۱ـ حفاظت کیفیت محیط زیست به‌منظور رفع نیازهای انسان و توجه به ارزش‌های دیگر آن مانند زیبایی و تفریح.

۲ـ توجه به استفاده مداوم از گیاهان و جانوران و مواد از راه برداشت متوازن، تا تجدید حیات یا بقای دراز مدت آنها امکان‌پذیر باشد.

منابع طبیعی را عموماً به دو دسته تقسیم می‌کنند:

قابل تجدید مانند جنگل، مرتع، ماهی، حیوانات شکاری و غیرقابل تجدید مانند زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و کانی‌های دیگر.

البته منابع طبیعی قابل تجدید در صورتی می‌توانند باقی بمانند که با توجه به میزان بازدهی آنها در بهره‌برداری از آنها رعایت کامل برداشت بشود و مورد حمایت قرار گیرند. انسان فقط در صورتی می‌تواند از لحاظ تأمین نیازمندی‌های دایمی خود از منابع طبیعی مطمئن گردد که تعداد جمعیت و میزان تقاضاهای خود را در سطح متعادلی نگاه دارد تا گردش مواد در موجود زنده و خاک به همان سرعتی باشد که مورد استفاده قرار می‌گیرد. انسان، جزئی از محیط زیست است و مانند همه جانداران بیوسفر به هوا، آب، خاک و دیگر جانداران نیاز دارد. تخریب هر یک از این اجزا بر تمامی طبیعت اثرخواهد گذاشت؛ زیرا بقای هوا، آب، خاک و جانداران چنان به یکدیگر وابسته است که اگر

یکی از این اجزا غیرقابل استفاده شود، تمامی بیوسفر به نابودی کشانده خواهد شد. در زمان حاضر که بر اثر رشد اقتصادی و ازدیاد جمعیت روز به روز بر میزان مصرف و احتیاجات انسان افزوده می‌شود، حفاظت از منابع طبیعی اهمیت حیاتی دارد.

جنگل‌داری و مرتع‌داری:

جنگل‌ها و مراتع تنها مواد غذایی و دیگر مواد و وسایل زندگی را برای رفع نیازهای آدمی فراهم نمی‌کنند، بلکه باعث تولید اکسیژن می‌شوند. میزان تولید اکسیژن که دراقیانوس‌ها (در مناطق کم عمق) در هر کیلومتر مربع روزانه ۰/۵۵ تن است، درچمن‌زار و مناطق جنگلی به ۱/۱ تا ۳/۳ تن و در جنگل‌های استوایی به ۳/۳ تا ۱۱ تن می‌رسد. البته این رقم در صحاری لم‌یزرع صفر است. مقدار کل اکسیژنی که تمام جنگل‌های جهان در سال تولید می‌کنند، به ۴۱۲۵۰ میلیون تن می‌رسد. با توجه به این ارقام اهمیت و نقش جنگل در تولید اکسیژن برای ادامه حیات انسان و سایر موجودات زنده کاملاً مشخص می‌شود. انسان بدون توجه به مزایای بی‌شمار جنگل به خاطر سودجویی در بسیاری از نقاط بی‌رحمانه آنها را از بین برده و در جای آنها به کشاورزی پرداخته است. این عمل، خاک غنی جنگل را در معرض تابش خورشید و وزش باد و ریزش باران قرار داده و در نتیجه پس از یک بهره‌کشی کوتاه، آن را به زمین لم‌یزرع مبدل کرده است. مراتع نیز تقریباً وضعی مشابه به جنگل‌ها را دارند. به‌طرق مختلف مورد تهدید و تخریب قرار گرفته‌اند. چرای مفرط و بی رویه دام‌ها موجب انحطاط گیاهان مرغوب و به‌طور کلی پوشش زنده خاک گردیده و چرای خارج از فصل یا بیش از حد نیز به تقلیل سطح مراتع کمک نموده است. نظر به اینکه حدود بیست درصد از درآمد ملی ما، مربوط به بخش کشاورزی است و قسمت عمده این درآمد از دام‌داری و دامپروری حاصل می‌شود، حفظ و توسعه منابع غذایی دام (علوفه، مرتع) نقش مؤثری در ازدیاد درآمد ملی ایفا می‌کند.

کاربرد اراضی:

با فرسایش خاک توسط باد و آب، حاصلخیزی زمین از دست می‌رود. زمینی که تا چند سال قبل به‌صورت یک واحد زنده و فعال عمل می‌کرد، با چند سال کشت و کار به‌صورت توده‌ای خاک مرده و بیابانی بی‌حاصل در خواهد آمد. حیوانات وحشی مناطق گوناگون را که طی قرن‌ها خود را با محیط سازش داده‌اند و با آب‌وخاک و گیاهان منطقه به حالت تعادل در آمده‌اند؛ به وسایل مختلف توسط انسان‌ها نابود شده و به‌جای آن گله‌هایی از حیوانات اهلی نگهداری می‌شوند. این عمل در ابتدا باعث خشنودی انسان می‌گردد چون بازدهی بیشتری خواهد داشت. ولی همین حیوانات اهلی با چریدن علف‌ها و سم‌کوب زمین‌ها، پوشش منطقه را به نیستی می‌کشانند و پس از چندی به‌علت کمبود علوفه به مناطق دیگر کوچ داده می‌شوند و یادگاری جز بیابان از خود برجای نخواهد گذاشت.

تاکنون طرح‌ریزی و کاربرد صحیح اراضی تنها در مواردی شکل گرفته است که مسئله به‌صورت یک بحران بروز نموده است. در حال حاضر، تهیه یک طرح جامع کاربرد اراضی در مناطق مختلف مورد نیاز فوری است. به‌نظر می‌رسد که آنچه موجب تهدید سیستم‌های فعلی اجتماعی و اقتصادی خواهد شد، فرسایش مزارع گندم، جو و پنبه نیست، بلکه انهدام کیفیت محیط‌زیست است. از راه‌های جلوگیری از کاربرد غلط اراضی در شهرها، غیرمسکونی و خلوت نگه‌داشتن دره‌ها، رودخانه‌ها و مرداب‌ها و دریاچه‌ها، حفظ مناظر طبیعی، حفظ منابع آب‌های زیرزمینی و غیره می‌باشد.

کشاورزی:

مکانیزه شدن کشاورزی بستگی به استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی و انرژی سوخت‌های فسیلی دارد و به نحو قابل ملاحظه‌ای در میزان رشد محصولات کشاورزی مؤثر است. با این‌حال، کاربرد تکنولوژی در کشاورزی خود نیز بحران‌هایی ایجاد

نموده است که شاید در وهله اول به چشم نیاید ولی عواقب وخیم و غیر قابل جبران خواهد داشت. از جمله آلودگی محیط زیست ناشی از کاربرد بیش‌از حد ماشین‌های کشاورزی و علف‌کش‌ها و سایر مواد شیمیایی و نیز مقاوم شدن آفات و امراض گیاهی در برابر سموم و نابودی حشرات مفید. تحولات جدید در روش‌های کشاورزی، کشت‌زارها و سایر منابع طبیعی را به‌صورت‌های مختلف تهدید می‌کند. چنانچه آبیاری، بی‌رویه و بدون زهکشی مناسب صورت گیرد، ممکن است کشتزارها را به شوره‌زار یا باتلاق تبدیل نماید. ماشین‌های سنگین کشاورزی با ایجاد آلودگی در سطح مزارع (ایجاد دود، ریختن گازوئیل وروغن) باعث نابودی جانداران میکروسکوپی موجود در خاک می‌شوند و در تغییرشرایط خاک محیط (شرایطی که طی قرن‌ها تغییر و تبدیل طبیعی به حالت تعادل درآمده است) نقش اساسی دارند. آفت‌کش‌های مختلف باعث مسمومیت آب و خاک و در نتیجه موجودات زنده می‌گردند. کشت گونه‌های پرورش یافته و اصلاح شده، باعث نابودی گونه‌های بومی می‌گردند که با شرایط محلی سازگاری بیشتری دارند و در برابر آفات بومی مقاومت بیشتری ازخود نشان می‌دهند.

پژوهش کنید

علت ریزگردها و خشک شدن تالاب‌ها را بررسی و در کلاس ارائه نمایید.

کشاورزی و محیط زیست:

کشاورزی، بزرگ‌ترین و قدیمی‌ترین صنعت جهان است و بیش از نیمی از تمام مردم جهان در مزارع زندگی می‌کنند. تولید، فراوری و توزیع مواد غذایی، همگی محیط زیست را تغییر می‌دهند. به خاطر عظمت این صنعت، اثرات آن برمحیط زیست غیر قابل اجتناب بوده و می‌تواند جنبه‌های مثبت و منفی داشته باشد. برای مثال علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های جدید در کوتاه‌مدت انقلابی در کشاورزی به‌وجود آوردند، لیکن در دوره‌های طولانی اثرات نامطلوب آنها بر محیط زیست ثابت شده است. کشاورزی دارای تأثیرات اولیه و ثانویه بر محیط‌زیست می‌باشد. اثر اولیه آن تأثیراتی است که در محل انجام کشاورزی به‌وقوع می‌پیوندد و اثر ثانویه در محل صورت نگرفته بلکه توسط باد و جریان‌های سطحی یا زیرزمینی آب بر محیط وارد می‌گردد. مشکلات اصلی ناشی از کشاورزی در زمینه مسائل زیست محیطی عبارت‌اند از: جنگل‌زدایی، کویرزایی، فرسایش خاک، تخریب منابع آبی، شوره‌زار شدن، تجمع فلزات سنگین، تجمع ترکیبات آلی سمی، آلودگی آب و رشد بیش از حد جلبک‌ها.

از بین رفتن پوشش و گونه‌های گیاهی:

فلات وسیع ایران با داشتن حدود ۷۵۰۰ تا ۷۸۰۰ نوع گیاه آوندی که تقریباً به ۱۱۱۰ جنس و نزدیک به ۱۵۰ تیره تعلق دارند، نسبت به مجموع انواع گیاهان تمامی کره زمین که بالغ بر ۳۵۰ تیره می‌باشد، از اهمیت خاصی برخوردار است. وجود تفاوت آب و هوایی شمال، جنوب، شرق و غرب ایران و رشته‌کوه‌ها و دشت‌های وسیع و دیگر عوامل، سبب شده‌اند که ترکیب پوشش گیاهی بدین صورت درآید. متأسفانه به‌علت استفاده نادرست، توسعه بی‌رویه کشاورزی، چرای مفرط و استفاده زیاد از گیاهان جهت تهیه سوخت و نیز به‌منظور تغذیه حیوانات اهلی، احیای طبیعی این پوشش دچار وقفه شده است و در بعضی نقاط برخی از انواع گیاهان نابود شده‌اند.در پاره‌ای موارد، گیاهان خارجی یا غیربومی که وارد یک محل

شده‌اند، رفته رفته جانشین گیاهان بومی شده و از تعداد آنها کاسته و بالاخره آنها را از بین برده‌اند. در حال حاضر تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی از بین رفته‌اند یا در حال انقراض‌اند، مثلاً در چند متری ساحل دریای خزر، کمربندی از نوعی پیچک به‌نام، *Convolvolus persica* از چالوس تا رامسر وجود داشته که بر اثر احداث پلاژهای عمومی و ویلاهای خصوصی و تبدیل زمین‌های ساحلی به باغ‌ها و مراکز صنعتی دیگر، امروزه فقط در یک یا دو محل که تاکنون از دستبرد عوامل مخرب به دور مانده است، وجود دارند. انسان برای تأمین نیازهای روزافزون خود، نوع پوشش گیاهی یک منطقه را تغییر می‌دهد و با این عمل، باعث انهدام پوشش گیاهی و جانوری یک منطقه می‌شود. مثلاً برای دستیابی به تولید بیشتر، اقدام به وارد کردن و کشت انواعی می‌کند که بازدهی زیاد دارند و با این تک کشت و حمایت از گونه وارد شده موجبات انقراض انواع محلی را فراهم می‌آورد.

صنعت و مشکلات زیست محیطی:

هرجا که صنعت باشد، رشد اقتصادی نیز وجود دارد و رشد اقتصادی بدون صنعتی کردن یک کشور میسر نمی‌شود. اصولاً مناسب‌ترین راه برای بالا بردن سطح اقتصادی و فراهم کردن زندگی بهتر برای مردم یک کشور، صنعتی کردن آن است و باید که هماهنگ با وضع اجتماعی و با فراهم کردن کلیه عوامل و امکانات لازم مبادرت به این امر شود. سیستم‌های صنعتی، موادی را که جوامع برای ادامه بقای خود بدان نیازمندند، فراهم می‌سازد و ضمناً بر درصد اشتغال می‌افزایند. در نتیجه، سطح زندگی را بالا می‌برند اما از سویی دیگر چنانچه مواد سمی حاصل از ضایعات و پسمانده خود را بدون تصفیه و کنترل در محیط تخلیه کنند، خسارات جبران‌ناپذیر به بار خواهند آورد. نیاز به مواد خام به مقدار فزاینده‌ای موجب می‌گردد که بهره‌گیری بی‌رویه از منابع طبیعی بدون توجه به نتایج و مسایلی که به بار خواهد آورد، ادامه یابد. جنگل‌های بسیاری به نابودی کشانده می‌شوند و بهره‌گیری نادرست از معادن موجب تخریب خاک‌های باارزش می‌شود. کاستن وسعت فضای سبز و زمین‌های باارزش باعث جمع شدن سرب حاصل از احتراق وسایط نقلیه در رستنی‌ها و خاک می‌گردد. البته بیشتر این بحران‌ها از عدم هماهنگی وسایل ارتباطی با سایر عوامل مؤثر در ساخت یک اجتماع ناشی می‌گردند. توسعه مؤسسات اتمی و مصرف روزافزون رادیو ایزوتوپ‌ها و آزمایش‌های پی دی پی اتمی، نگرانی در مورد افزایش میزان فضولات رادیواکتیو و رسیدن آن به حد غیرمجاز را تشدید می‌کند. ذرات رادیواکتیو حاصل از آزمایش بمب‌های اتمی و هیدروژنی و نیز مواد زاید رادیواکتیو حاصل از استفاده از کانی‌های رادیواکتیو برای مقاصد صنعتی و تولید انرژی، انسان را با شکل جدیدی از مسئله آلودگی روبه‌رو ساخته است. آلودگی حاصل از مواد رادیواکتیو بسیار خطرناک است و نه فقط برای انسان‌ها و جانورانی که با آن در تماسند، بلکه احتمالاً بر ژن‌ها و در نتیجه نسل‌های بعدی آنها نیز اثر می‌گذارد. به‌طور کلی نمی‌توان نتایج ارزنده صنعت و تکنولوژی را از نظر دور داشت. باید گفت که صنعت و تکنولوژی ایجاد آلودگی نمی‌کند، بلکه روش استفاده از آن که تاکنون به‌طور مسلم ناقص و نارسا بوده است، باعث این نابسامانی‌ها در محیط می‌شود.

راه‌های جلوگیری از تخریب محیط زیست:

کسانی‌که به آینده کره‌زمین و حفظ موجودیت آن علاقه‌مندند، باید از خویش سؤال کنند که بشر برای ایجاد تغییر و ساختن آینده‌ای روشن و مناسب چه منابع قدرتی دراختیار دارد. روی هم رفته سه دسته قدرت وجود دارند که هر یک ممکن است زیرگروه‌هایی را شامل شوند:

اولین نوع قدرت، «قدرت تهدید» است، روش نظارت مستقیم دولت مرکزی می‌تواند استانداردهای زیست‌محیطی را تعیین و مقرراتی را جهت تضمین رعایت آن استانداردها طرح‌ریزی کنند. مقررات معمولاً

حاوی دستوری است که آلوده‌گر را موظف می‌کند تا از سطح کیفیت زیست محیطی تعیین شده تجاوز نکند و شامل سیستم نظارتی است که رعایت و تقویت استانداردها را کنترل می‌کند. دومین نوع قدرت، «قدرت اقتصادی» یا روش «انگیزه‌های مبتنی بر بازار» است. استانداردهای زیست محیطی را می‌توان از طریق نظام‌های انگیزه‌ای (ایجاد انگیزه) به‌منظور وارد کردن آلوده‌گران به تغییر فناوری‌های مورداستفاده برای تولید کالا یا حتی تغییر کالایی که تولید می‌کنند، به اجرا درآورد. این نظام‌ها نیز زمینه‌هایی را برای مصرف‌کنندگان فراهم می‌آورند تا بتوانند تشخیص دهند که کالاهای آلاینده نسبت به کالای غیرآلاینده ضررهای بیشتری دارند. به‌طورکلی، مالیات‌های آلودگی، ابزار مناسبی را برای جبران هزینه‌های خارجی خسارات ناشی از آلودگی که توسط مؤسسات و کارخانه‌ها به‌وجود می‌آیند، فراهم آورده و میزان انتشار آلودگی را به حد بهینه و با ثباتی تخفیف می‌دهند. این مالیات‌ها دارای اثرات جانبی مطلوبی بوده به گونه‌ای که مصرف‌کنندگان را نسبت به عواقب آلودگی ناشی از کالاهای خریداری شده توسط آنها آگاه می‌سازد. بنابراین، مناسب است که مالیات‌ها به‌عنوان یک ابزار محرک اقتصادی جهت کاستن از میزان آلودگی مدنظر قرار گیرد. هدف از وضع این مالیات ایجاد نوعی انگیزه اقتصادی برای حفظ زیست است، نظیر صرفه‌جویی در مصرف سوخت به منظور کاهش انتشار CO_2، ارتقای سرمایه‌گذاری در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی و نیز جانشین‌سازی با محصولات کم کربن و استفاده از آن به‌عنوان درآمد مالیاتی.

از طریق یادگیری می‌توان به قدرتی دست یافت که آن را قدرت تلفیقی می‌نامند اینکه چگونه در مورد مسائل محیط زیست جهانی درس بیاموزیم و چگونه دانسته‌های خود را به دیگران انتقال دهیم، از مسائلی هستند که متخصصان محیط زیست باید به آنها توجه کافی مبذول دارند. به‌طور کلی یکی از مهم‌ترین اقدامات برای رفع مشکل زیست محیطی، ارتقای فرهنگ عمومی در این زمینه است. این خود در گام اول نیازمند آموزش محیط زیست در همه سطوح است. ما نیازمند آنیم که آگاهی‌های زیست محیطی به‌صورت جزئی از معارف همگانی درآید و مشکلات ناشی از آن، نگرانی عموم را سبب شود. در آن صورت است که نمودهای آن، به‌صورت اصلاح ساختار نظام قوانین، مدیریت و نظام آموزشی کشور، اصلاح کاربری مختلف زمین و منابع، استانداردها، ضوابط دقیق زیست‌محیطی در ارتباط با همه فعالیت‌ها در جهت توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی درخواهد آمد و منافع نسل حاضر و نسل‌های آینده هر دو تأمین خواهد شد.

جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
اکوسیستم و محیط‌زیست	۱ـ تحلیل اکوسیستم و بوم‌شناسی ۲ـ تحلیل محیط زیست و کشاورزی توسعه پایدار	تحلیل اکوسیستم و بوم‌شناسی و محیط زیست و کشاورزی توسعه پایدار	بالاتر از حد انتظار	تحلیل اکوسیستم طبیعی و مصنوعی، تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم، اثرات انسان بر اکوسیستم، تنوع زیستی	۳
			در حد انتظار	تحلیل اکوسیستم طبیعی و مصنوعی، تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم، اثرات انسان بر اکوسیستم، تنوع زیستی	۲
			پایین‌تر از انتظار	تحلیل نادرست اکوسیستم طبیعی و مصنوعی، تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم، اثرات انسان بر اکوسیستم، تنوع زیستی	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۳

فناوری‌های نوین در کشاورزی

واحد یادگیری ۴

فناوری‌های نوین در کشاورزی

فن‌آوری‌های نوین و حسگرها

آیا می‌دانید که:

- دنیای فناوری کشاورزی یا همان تکنوکشاورزی با استقبال سریعی در حال تغییر و تحول است؟
- در بخش‌های مختلف مانند حسگرها، فناوری‌های مرتبط با تولید غذا، اتوماسیون‌سازی، مهندسی کشاورزی، آب مغناطیسی، نانو در کشاورزی، سوپرجاذب‌ها، انرژی هسته‌ای در کشاورزی و... چقدر پیشرفت حاصل شده است؟
- حسگرها می‌توانند در کلیه مراحل تولید، آماده‌سازی محصولات کشاورزی، تست و تشخیص محصولات و کنترل بر ماشین‌آلات کشاورزی تأثیر بگذارند.

فناوری‌های حال و آینده کشاورزی

گفت‌وگو

با دوستان هم گروه خود درباره دلایل استفاده از فناوری‌های نوین در محل زندگی خود بحث نمایید.

دنیای فناوری کشاورزی یا همان تکنوکشاورزی با سرعت زیادی در حال تغییر و تحول است. آمیختن فناوری باعث شده است که امور سخت کشاورزی به شیوهٔ خودکار انجام شوند و کشاورزان دانش و بینش وسیع‌تری در خصوص محصولات خود به دست آورند. از این‌رو تکنولوژی همگام با نیازهای کشاورزی و محیط زیست در حال رشد و توسعه است. فناوری‌های جدید می‌توانند صنعت کشاورزی را نیز مانند هر صنعت دیگری متحول کنند. ازطرفی پیش‌بینی‌هایی در زمینه فناوری‌های جدید براساس گفت‌وگو با متخصصان امر و نظر خواهی از آنها انجام شده است که هر یک از این فناوری‌ها از نظر علمی چه زمانی توسعه خواهند یافت (منظور فناوری‌هایی است که توسط شرکت‌های بزرگ، دولت‌ها و دانشگاه‌ها توسعه یافته است)، چه زمانی توجه زیادی به آنها خواهد شد (منظور زمانی است که سرمایه‌گذاران خطرپذیر و شرکت‌های نوپا سرمایه‌های عظیمی را به این فناوری‌ها اختصاص می‌دهند) و چه زمانی از نظر مالی می‌توانند منفعت بخش باشند.

این فناوری‌ها در بخش‌های مختلف مانند حسگرها، فناوری‌های مرتبط با تولید غذا، اتوماسیون‌سازی، مهندسی کشاورزی، آب مغناطیسی، نانو در کشاورزی، سوپرجاذب‌ها، انرژی هسته‌ای در کشاورزی و... معرفی خواهند شد.

مزارع آینده: صنعت کشاورزی یکی از تأثیرپذیرترین صنایع از دگردیسی دیجیتال و پیشرفت فناوری است. غذا یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین تولیدات اقتصادی است و کشاورزی هم یکی از مهم‌ترین و اصیل‌ترین حرفه‌های موجود از ابتدای تمدن بشری برای تحقق این نیاز اولیه بشر بوده است. مطابق گفته‌های سازمان کشاورزی و غذای (FAO) ملل متحد، با توجه به رشد جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ در مقایسه با سال ۲۰۰۶ به اندازه ۶۰ درصد به مواد غذایی بیشتر نیاز داریم.

در کنار مزایایی که فناوری می‌تواند برای تولیدکنندگان و کشاورزان داشته باشد، برای دولت‌ها نیز منافعی را به‌دنبال خواهد داشت. دگردیسی دیجیتال و توسعه فناوری‌ها در تمامی بخش‌ها از جمله کشاورزی دارای تأثیرات شگرفی است که در ترغیب دولت‌ها در به‌کارگیری این فناوری و ابزارها بسیار مؤثر است. در ادامه مروری بر مزایایی خواهیم داشت که در نگرش دولت‌ها به استفاده از فناوری در صنعت کشاورزی نقش به‌سزایی دارد.

- کاهش قیمت تمام‌شده
- افزایش صادرات به جهت افزایش تولید
- کاهش نگرانی‌های ناشی از هدر رفت منابع آبی در سیستم کشاورزی
- رونق کشاورزی و کاهش سیر صعودی مهاجرت به شهرها
- حفظ منابع زیست‌محیطی

البته باید توجه داشت که صنعت کشاورزی مسیری بسیار طولانی را تا رسیدن به این مرحله یعنی کشاورزی هوشمند طی کرده است. اگرچه هنوز کشاورزی به‌معنای واقعی و فراگیر، به شکل هوشمند در نیامده است اما با توجه به پیشرفت‌های فناوری،

می‌توان پیش‌بینی کرد که در مدل هوشمند چه تغییراتی حاصل خواهد شد. اگر صنعت کشاورزی را از آغاز پیدایش ماشین‌های بسیار ابتدایی که در برداشت محصول مورد استفاده قرار می‌گرفتند، در نظر بگیریم، می‌توان مراحل دیگری را در جهت تکامل این ماشین‌ها و توسعه فناوری‌های کشاورزی را بر شمرد.

حسگرها: فن‌آوری‌های جدید، صنعت کشاورزی را مانند هر صنعت دیگری تغییر داده یا در حال تغییر آن هستند. از میان فن‌آوری‌ها، حسگرها یا سنسورهای هوشمند نقش به‌سزایی در زمان حال و سهم بیشتری در آینده کشاورزی بازی خواهند کرد. حسگرها در جمع‌آوری اطلاعات از زمین کشاورزی اهمیت زیادی را برعهده دارند؛ اطلاعاتی که توسط بسیاری از فناوری‌های دیگر برای تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. مانند حسگرهایی که مقدار دقیق محصولات برداشت شده و موجود در انبار را دارند. همچنین حسگرهایی که در درون خاک قرار می‌گیرند و میزان آب و مواد مغذی موجود در خاک را دائماً بررسی کرده و به کشاورز گزارش می‌دهند.

حسگرها می‌توانند در کلیه مراحل تولید، آماده‌سازی محصولات کشاورزی، تست و تشخیص محصولات و کنترل بر ماشین‌های کشاورزی، کنترل و نظارت بر حیوانات مزرعه و وضعیت ماشین‌های کشاورزی کمک کنند.

در زیر به برخی از حسگرهایی که در حال حاضر یا آینده در حوزه کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ خواهیم پرداخت.

حسگرهای قابل استفاده در آب و هوا: وجود این حسگرها در مزارعی که اتوماسیون‌سازی شده‌اند، یک امر لازم و ضروری است و در حال حاضر امکان بررسی شرایط مزارع، برخی از جنگل‌ها و پهنه‌های آبی را فراهم می‌کند. این حسگرها در سال ۲۰۱۳ از نظر علمی توسعه یافتند و در سال ۲۰۱۵ نیز مورد توجه قرار گرفتند و ارزش مالی پیدا کردند.

استفاده از حسگرها در کشاورزی

تجهیزات تله‌ماتیک: این تجهیزات به برخی از تجهیزات مکانیکی مانند تراکتور این امکان را می‌دهد که با راننده خود ارتباط برقرار کنند و او را از آسیب‌های احتمالی که ممکن است به‌زودی به‌وسیله وارد شود، آگاه کنند. می‌توان ارتباط بین راننده و تراکتور را یک پلتفرم که در واقع ترکیبی از تعداد زیادی ربات‌های کوچک و بزرگ با میکروحسگرها است در نظر گرفت.

تجهیزات زیست‌سنجی حیوانات مزرعه: امروزه قلاده‌های مجهز به GPS (سامانه بازشناسی با امواج رادیویی) یا RFID (سامانه‌ای بی‌سیم برای برقراری ارتباط که با تبادل اطلاعات بین یک برچسب و یک بازخوان عمل می‌کند) و همچنین سیستم‌های زیست‌سنجی می‌توانند اطلاعات مهم و حیاتی مربوط به حیوانات دامی را تشخیص دهند و این اطلاعات را به مزرعه‌داران انتقال دهند.

حسگرهای مورد استفاده برای محصولات: در کشاورزی مدرن به جای اینکه میزان بذر مورد نیاز برای تولید محصول زیاد، بدون بررسی و آزمایش مشخص شود، می‌توان از حسگرهایی استفاده کرد که میزان مورد نیاز بذر را برای تجهیزات مورد استفاده برای کشت محصول، تعیین کنند. در ضمن می‌توان از حسگرهای نوری و یا پهپادها برای اطمینان از سلامت محصول، استفاده کرد. (برای مثال با استفاده از اشعه مادون قرمز می‌توانند این کار را انجام دهند).

تکنولوژی سنسور در زمین و مزرعه

اینترنت اشیا: امروزه در کشورهای پیشرفته، آیفون و آیپد در دست کشاورزان حکم یک وسیله عادی است. با استفاده از فناوری اینترنت اشیا اطلاعات دقیقی نظیر آب و هوا، شرایط رشد محصول، کیفیت و رطوبت خاک که قبلاً در دسترس نبود، مشخص می‌شود.
حسگرهای خاک و هوا که در مزارع نصب می‌شوند و به دستگاه‌های موبایل متصل هستند، می‌توانند تصمیمات لازم را در زمینه‌هایی همچون آبیاری جهت رسیدن به سطح مشخصی از رطوبت، استفاده مؤثر از کودها و سموم شیمیایی را به‌صورت هوشمند و براساس اطلاعات موجود بگیرند. این کار به کاهش خسارات ناشی از خطاهای انسانی کمک می‌کند.

این ابزار می‌تواند مشاهداتی چون جریان‌های بارانی، تگرگ، سطح برگ، آب مورد نیاز محصول، تنش‌های محیطی، شرایط آب و هوای نقطه‌ای و حتی آلودگی هوا را اندازه‌گیری کند. این دستگاه همواره توسط بلوتوث، وای‌فای و اینترنت شبکه به تلفن همراه متصل می‌باشد.

این دستگاه دید مناسبی را از سراسر زمین‌های زراعی در اختیار قرار می‌دهد.
با استفاده از این وسیله برای نخستین بار کشاورزان ما قادر هستند وضعیت محصول را نسبت به شرایط آب و هوایی مدیریت کنند. از طرفی این پردازنده‌ها قادر هستند میزان بازدهی محصول آینده را تعیین کنند و به این ترتیب کشاورزان می‌توانند دید بهتری نسبت به بازار خود به دست آورند. ضمن اینکه مواردی چون خشکسالی، بحران غذایی، میزان استفاده از آب روستایی هم پیش‌بینی خواهد شد.

فناوری‌های تولید غذا

در تولید مواد غذایی هم می‌توان از فناوری‌های مرتبط با اصلاح ژنتیک بهره‌مند شد و حتی به‌صورت بالقوه می‌توان از فناوری‌های مرتبط با تولید گوشت در محیط آزمایشگاهی نیز استفاده کرد.

اصلاح ژنتیکی فرآورده‌های غذایی: به‌زودی خصوصیات حیوانات و گیاهانی که برای تولید غذا پرورش داده می‌شوند، با استفاده از فناوری‌ها اصلاح ژنتیکی می‌شوند تا نیازهای زیستی و فیزیولوژیکی بشر به بهترین شکل ممکن تأمین شوند. افراد متخصص در زمینه مهندسی ژنتیک درکشاورزی تلاش می‌کنند با استفاده از این فناوری، خصوصیات گیاهان و دام‌ها را از پایه و اساس تغییر دهند و آنها را اصلاح کنند.

گوشت درون کشتگاهی: که به آن گوشت مصنوعی نیز گفته می‌شود، نوعی از گوشت است که با کشتن حیوانات دامی به‌دست نمی‌آید بلکه با کشت و تکثیر یک سلول ماهیچه به‌دست می‌آید. محققان در حال تحقیق و بررسی برای تولید گوشت از طریق این روش هستند؛ اما هنوز چنین گوشتی تولید نشده است.

اتوماسیون‌سازی

در مورد اتوماسیون‌سازی هم می‌توان گفت این فرآیند می‌تواند با استفاده از ربات‌های بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک به‌منظور بررسی محصولات کشاورزی یا نگهداری از آنها، عملی شود.

سیستم کنترل نواری (swath control) با نسبت متغیر: این سیستم با بهره‌گیری از GPS فعالیت می‌کند و به تجهیزات مورد استفاده برای کشت محصولات کمک می‌کند تا با جلوگیری از روی هم قرار گرفتن بذر، در مصرف مواد معدنی، مواد مورد استفاده برای تقویت خاک و نیز مواد لازم برای از بین بردن علف‌های هرز صرفه‌جویی کنند. این سیستم با محاسبه شکل زمینی که مواد ذکر شده در آن مورد استفاده قرار می‌گیرند و هم‌چنین محاسبه میزان حاصلخیزی بخش‌های مختلف زمین و میزان کارایی تراکتورها و ربات‌های مورد استفاده برای کشاورزی، می‌توان میزان مواد مصرفی را در قسمت‌های مختلف زمین تعیین کرد.

تکرار سریع روند پرورش انتخابی یا تکثیر گزینشی: در این فرایند انسان به پرورش گیاهان یا حیواناتی می‌پردازد که از نظر ژنتیکی اصلاح شده هستند. نسل بعدی گیاهان یا حیواناتی که با استفاده از این روش تکثیر و پرورش داده می‌شوند، از نظر کمیتی مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند و از روش‌هایی که برای تکثیر یا پرورش آنها به‌کار گرفته می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ربات‌های مختص کشاورزی:

ماشین‌هایی هستند که برای اهداف مشخصی طراحی شده‌اند و تماماً خودکار می‌باشند و برای کاشت و برداشت محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ربات‌ها (agriculture robots) برای اتوماسیون‌سازی فرایندهای مختلف کشاورزی و تسریع آنها، مانند برداشت محصول، چیدن میوه، شخم‌زنی، نگهداری از خاک، از بین بردن علف‌های هرز، کاشت محصول، آبیاری و سایر موارد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کشاورزی دقیق: یکی از مفاهیمی است که در کشاورزی مدرن به آن توجه زیادی می‌شود و به‌معنای تلاش برای عدم وجود ناهمگونی در مزرعه است. در این روش، مدیریت کشاورزی براساس مشاهده تغییرات متنوعی که در مزارع کشاورزی ایجاد شده است و واکنش به آنها صورت می‌گیرد. کشاورزان در این روش نوین می‌توانند با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و حسگرهای پیشرفته، بازده مواد مورد استفاده در کشاورزی (بذر، کود، آفت کش و غیره) را افزایش دهند و در عین حال منابع مختلف، حتی در مقیاس‌های بزرگ را حفظ کنند. هم‌چنین با استفاده از این رویکرد جدید می‌توان اطلاعات بیشتری در مورد محصولات متنوع و آب و هوای مناطق جغرافیایی مختلف به دست آورند. در ضمن استفاده از حسگرهای دقیق می‌تواند روند تصمیم‌گیری خودکار و ایجاد فناوری‌های مکمل برای کشت محصولات را تقویت کند.

فناوری استفاده از مجموعه ربات‌ها (Robotic farm swarms): ایده مطرح شده در مورد این فناوری، ترکیب چندین ربات مورد استفاده برای کشاورزی با هزاران میکروحسگر است. این ربات‌های مجهز به حسگر می‌توانند برای نظارت بر شرایط زمین یا پیش‌بینی این شرایط و یا حتی برای کشت محصولات و برداشت آنها بدون دخالت انسان‌ها مورد استفاده قرار گیرند. اجرای این فناوری واقعاً کاربردی در مقیاس کوچک در آینده میسر خواهد شد.

مهندسی کشاورزی:

مهندسی کشاورزی نیز با فناوری‌هایی در ارتباط است که باعث می‌شود امکان استفاده از ابزار جدید در کشاورزی فراهم شود و کشاورزی به جایگاه‌های جدیدی دست پیدا کند و حتی در زمینه‌های مختلف اقتصادی نیز به رشد و شکوفایی خوبی برسد. یکی از زمینه‌هایی که در مهندسی کشاورزی به آن توجه زیادی می‌شود، زیست‌شناسی مصنوعی است که امکان برنامه‌ریزی مجدد به‌صورت کارآمد برای تولید سوخت از موجودات تک‌سلولی، محصول جانبی (فراورده‌هایی که در کنار محصول اصلی به‌صورت ناخواسته تولید می‌شوند) از شیمی آلی و هم‌چنین تولید وسایل هوشمند را فراهم می‌کند.

سیستم اکولوژیکی بسته: اکوسیستمی است که از تبادل ماده با فضای بیرونی بی‌نیاز است. در این سیستم‌ها از نظر تئوری، مواد زائد به اکسیژن، مواد مغذی و آب تبدیل می‌شوند تا نیاز موجوداتی که در این اکوسیستم قرار دارند، تأمین شوند. نظیر چنین اکوسیستمی قبلاً در مقیاس‌های کوچک اجرا شده است؛ اما فناوری‌های جدید موجب شده است که امکان ایجاد این اکوسیستم‌ها در مقیاس بزرگ نیز ممکن شود.

زیست‌شناسی مصنوعی: زیست‌شناسی مصنوعی که ترکیبی از علوم و مهندسی است. این نوع از زیست‌شناسی شامل تعریف مجدد گسترده از علم زیست‌شناسی و توسعه آن است و هدف آن نیز طراحی، تولید و اصلاح سیستم‌های زیستی مهندسی است که برای پردازش اطلاعات، دستکاری در مواد شیمیایی، ساختن مواد و ایجاد ساختارها، تولید انرژی، تأمین مواد غذایی و حفظ سلامت انسان و بهبود آن و هم‌چنین محافظت از محیط پیرامونی انسان، طراحی شده‌اند.

مزارع عمودی

مزارع عمودی: این روش توسعه کشاورزی در محیط شهری به‌صورت عمودی است. در این روش نوین، گونه‌های گیاهی یا جانوری در آسمان خراش‌هایی که به همین منظور ساخته شده‌اند و یا آسمان خراش‌های چند منظوره، پرورش داده می‌شوند. در مزارع عمودی از فناوری‌هایی مشابه فناوری‌های مورد استفاده در خانه‌های شیشه‌ای استفاده می‌شود. که گیاهان علاوه بر نور طبیعی با سیستم‌های روشنایی با مصرف کم، نیز تقویت می‌شوند. از مزایای آن برداشت محصول

در همه فصول سال، محافظت محصولات از شرایط بد آب و هوایی، خودکفایی شهرها در تولید محصولات کشاورزی مورد نیاز خود و کاهش هزینه‌های حمل و نقل محصولات می‌شود.

کشاورزی شهری و داخلی:

در حال حاضر حدود ۲۰ درصد از مواد غذایی جهان در محیط‌های شهری تولید می‌شود و صنعت چند میلیارد دلاری را به خود اختصاص داده است.

یکی از کمپانی‌ها اقدام به ایجاد روشی برای توسعه کشاورزی خانگی کرده و سیستمی راه‌اندازی کرده است که در آن گیاهان و سبزی‌های دارویی به‌صورت خودکار رشد می‌کنند و از طریق گوشی هوشمند روند رشد آنها کنترل می‌شود. این سیستم شامل پمپ، چراغ‌های روشنایی و فیلترهای هوای کربنی است و مواد مغذی برای رشد گیاهان را فراهم می‌کند.

ضمن اینکه سیستم موجود نقش یک میزبان برای سنسورهای محیطی را ایفا و با استفاده از یک دوربین HD، اطلاعات مورد نیاز را به گوشی هوشمند ارسال می‌کند. با این حال، از لحاظ مصرف انرژی الکتریسیته، این سیستم چندان مقرون به‌صرفه نیست و می‌توان برای اجرای مفید آن به برنامه‌های کاربردی انرژی خورشیدی امیدوار بود.

باغبانی در کانتینر

روش نوآورانه دیگری در کشاورزی شهری ابداع شده است که برای رشد محصولات از کانتینرهای مخصوص حمل‌ونقل روی یک کامیون استفاده می‌شود و تمام امکانات مورد نیاز برای رشد محصول را در آن فراهم می‌کند.

به‌علاوه، این امید وجود دارد که با به‌کارگیری اینترنت اشیا بتوان نظارت دقیق‌تری بر شرایط رشد محصولات کشاورزی داشت. این تکنولوژی به کشاورزان این توانایی را می‌دهد که محصولات خود را از راه دور کنترل و ویژگی‌های رشد گیاه از قبیل دما، رطوبت سطح دی‌اکسیدکربن را ارزیابی کنند.

ضمن اینکه زنگ‌های هشداری وجود دارند که در صورت خارج شدن شرایط از حالت ایده‌آل به صدا درمی‌آیند. علاوه بر این، اطلاعات جمع‌آوری شده کمک می‌کند تا سرویس‌هایی که به کشاورزان داده می‌شود ؛ بهبود یابد و چشم‌انداز بهتری در اختیار مشتریان برای استفاده از محصولات فراهم شود. البته باغبانی در کانتینر در فضای شهری، جدید نیست؛ اما با توجه به این‌که در این کانتینرها از آب به‌صورت بهینه استفاده می‌شود، در مناطقی که خشک‌سالی وجود دارد روش مفیدی خواهد بود.

حشرات خوراکی و مواد مغذی گیاهی:

حشرات بخش بزرگی از مواد غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. معمولاً در بسیاری از کشورهای غیرغربی با استفاده از مقدار کم کربن به پرورش و اصلاح نژاد آنها پرداخته می‌شود. با تکیه بر فناوری اینترنت اشیا و اتوماسیون، سیستم‌های کشاورزی هوشمند را طراحی کرده‌اند که به سادگی برای رشد حشرات به‌کار برده می‌شوند. این سیستم از ادغام سنسور با یک پلتفرم ثبت داده‌ها ساخته شده است و اطلاعات را تحلیل و بهینه‌سازی می‌کند و در مانیتور نمایش می‌دهد. در این میان، یک اپلیکیشن مرتبط وجود دارد که وضعیت سلامت حشرات را ردیابی می‌کند.

از طرفی این تکنولوژی توانسته است راه خود را در مکمل‌های غذایی نیز باز کند. هر چند ارتباط این بخش با کشاورزی یا تولید مورد بحث است، اما قطعاً در فرآیند آن تکنولوژی حضور دارد.

■ **پهپادها:** این دستگاه‌ها نقشه زمین کشاورزی را تهیه می‌کنند و تصاویر هوایی از وضعیت محصولات کاشته شده را ارائه می‌دهند.

سامانه ضد تگرگ:

این سامانه با استفاده از گاز مایع، بر اثر شلیک‌های پی‌درپی و با ایجاد ارتعاشات صوتی و حرارتی، سلول‌های هسته مرکزی مولکول تگرگ را در داخل ابر تگرگ‌زا شکسته و به باران تبدیل می‌کند؛ در واقع سامانه ضد بارش تگرگ این امکان را به وجود می‌آورد که قبل از بارش تگرگ و با پیش‌بینی وضع هوا و مشاهده عینی ابرها، با تبدیل تگرگ به باران، از خسارات احتمالی پیشگیری کند.

نکته اقتصادی قابل تأمل آن است که حتی اگر دستگاه طی ۱۰ سال فقط یک بار عمل کند و موجب پیشگیری خسارت در محدوده پوششی خود شود، با کل هزینه‌های انجام گرفته برابری می‌کند. همچنین این دستگاه نه تنها هیچ‌گونه عوارض زیست‌محیطی ندارد، بلکه گاهی نیز حتی موجب افزایش مقدار و شدت باران می‌شود.

این دستگاه شامل مخزن انفجار، لوله پرتاب و هدایت، مخازن ذخیره گاز، لوازم کنترل فشار، سامانه ایجاد اشتعال، فرمان و تأمین انرژی اعم از باتری و تابلو خورشیدی است و کاربرد می‌تواند به صورت دستی و یا با ارسال پیامک از طریق تلفن همراه و قابلیت دریافت و پردازش داده‌های هواشناسی به روش GIS با این دستگاه کار کند.

سامانه ضد تگرگ دارای یک ژنراتور تولید موج انفجاری می‌باشد که یک موج فشاری مخصوص به نام «سالیتون» است ایجاد کرده و انرژی پر قدرت حاصله از انفجار بعد از عبور از گلوی بالای محفظه به سمت دهانه مخروطی شکل هدایت می‌شود و در این موقع در تمامی جهات به ارتعاش در می‌آید. سالیتون (موج فشاری) به عنوان یک پرتابه به سمت فضا و داخل ابرهای تندری با سرعت صوت شلیک و هدایت می‌شوند. این حرکت موجب ایجاد یک صدای سوت مانند شده که در بعضی شرایط آب و هوایی صدایی شبیه سوت بخار را ایجاد می‌کند. این صدا در نزدیکی سامانه به مدت ۳۰ ثانیه قابل شنیدن می‌باشد.

امواج صوتی مذکور بعد از رسیدن به ابرها دارای پتانسیل تولید تگرگ باعث ایجاد پدیده لرزش «توربلانس» در آنها می‌شود. این فرایند ایجاد لرزش توسط امواج، موجب اختلال در بهم پیوستن طبیعی ذرات و کریستال‌های یخی در همان مراحل اولیه رشد و نمو و تشکیل ذرات تگرگ می‌شود و متعاقب آن بارش به صورت قطرات لطیف باران و یا برف خفیف ادامه می‌یابد.

عملکرد این سیستم‌ها بنا به ماهیت عملیاتی که دارند، نسبی بوده و بستگی به پتانسیل ابرها دارد و جهت حصول نتیجه مطلوب می‌بایستی سامانه حداقل چند دقیقه قبل از وارد شدن ابرهای تندری به ناحیه تحت پوشش فعال شود. این سامانه به فرایند تشکیل بارش‌ها نه چیزی را اضافه، نه چیزی را کم می‌کند و تنها کاری که انجام می‌دهد، ساختار بارش را در حین شکل‌گیری آنها به نحو سودمندی اصلاح می‌کند و هیچ نقشی در قطع بارش‌ها و یا شروع مجدد آنها ندارد.

واحد یادگیری ۵

به‌کارگیری فناوری جدید در کشاورزی

ابر جاذب‌ها: «Super Absorbent»

ایران به‌عنوان کشوری با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، همواره با مشکل کمبود آب روبروست. یکی از مسائل مهم بخش مصرف آب مسئله آبیاری در کشاورزی است که در تولید محصولات مختلف با کیفیت مطلوب، اهمیت بسیاری دارد. با توجه به این موضوع که کل آب مصرفی در ایران حدود ۹۰ میلیارد مترمکعب در سال می‌باشد، حدود ۸۰ میلیارد مترمکعب آن در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. از این مقدار ۶۵ درصد آن به‌علت شیوه‌های غلط و روش‌های ناکارآمد سنتی آبیاری هدر می‌رود. خشک‌سالی و فجایع زیست محیطی، پیامد هدر روی بی‌رحمانه آب است. محدودیت منابع آب کشور، ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آب را روشن می‌سازد. اعمال مدیریت صحیح و به‌کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به‌منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب کشور می‌باشد. دستیابی به اهداف فوق‌الذکر (حفظ ذخیره رطوبتی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و ...) با انجام اقداماتی نظیر استفاده از کود سبز و آلی، مالچ گیاهی و مصنوعی، ایجاد پوشش گیاهی و یا استفاده از مواد اصلاح‌کننده نظیر تورب، پرلیت و پلیمرها میسر می‌باشد. برای مقابله با این مسائل و مشکلات، به‌کارگیری شیوه‌های نوین آبیاری لازم می‌باشد. هم‌چنین نفوذ آب ناشی از بارندگی و آبیاری به لایه‌های زیرین خاک و دور از دسترس ریشه گیاه است که به مشکل کمبود آب دامن می‌زند. بنابراین ارائه راه‌کارهائی در جهت بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

امروزه پیشرفت سریع علم در زمینه‌های گوناگون که جهان را به سمت زندگی آسان سوق داده و با رفع نیازهای ضروری، سعی در حفظ منابع طبیعی نموده است و باعث شده تا مواد مصنوعی و سنتزی اهمیت و جایگاه ویژه‌ای پیدا کنند. یکی از این مواد که مخزن ذخیره‌ای کوچکی برای حفظ و نگهداری مایع حیات بشر بوده و در عصر حاضر که کم‌آبی و خشک‌سالی متوالی باعث شده تا اکثر نقاط جهان با خطر خشکی رو به رو شوند، ابرجاذب‌ها هستند. ابر جاذب‌ها مواد بسپاری هستند ابر جاذب‌های پلیمری به موادی گفته می‌شود که قادر به جذب آب بوده ولی در آب حل نمی‌شوند. پلیمرهای ابر جاذب، مواد صددرصد آلی هستند که قادرند به طریق فیزیکی و شیمیایی از ده‌ها تا هزاران برابر وزن خود آب یا محلول‌های آبی را جذب کنند. برخلاف موادی چون اسفنج که جذب آب در آنها فیزیکی است، جذب شیمیایی آب سبب می‌شود که آب مدت طولانی حتی تحت فشار در داخل این پلیمرها حفظ شود. این ابر جاذب‌ها ابتدا به‌صورت پودر خشک هستند که به‌راحتی می‌توان آن را با خاک مخلوط کرد. این ذرات پودری در زمان بارندگی و آبیاری که آب وارد زمین می‌شود، با جذب آب به‌صورت ژل درمی‌آیند و مقدار زیادی آب را در خود ذخیره می‌کنند و به این ترتیب از هدر رفتن آب و املاح مفید خاک به لایه‌های زیرین و دور از دسترس ریشه گیاه جلوگیری می‌شود. این ژل‌ها (شکر مانند) به‌صورت منابع آبی در خاک

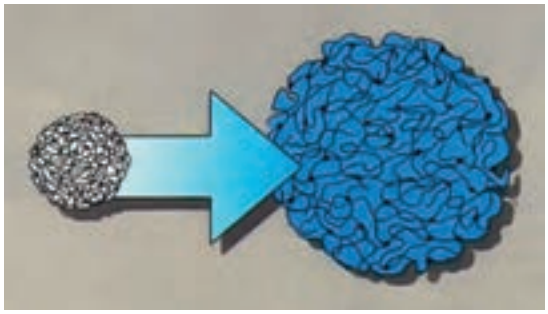
عمل می کنند و زمانی که رطوبت خاک کم شود، به طور تدریجی آب را به خاک می‌دهند. آنها با فرایند تورم و رهایش متوالی که انجام می‌دهند، باعث ایجاد تخلخل در ساختار خاک شده و وجود این تخلخل امکان جریان آب و هوا را در خاک فراهم می‌سازد. استفاده از این مواد باعث می‌شود که اولاً، فواصل آبیاری طولانی‌تر شده ثانیاً، میزان مصرف آب بسیار کمتر شود. ضمن اینکه بسیاری از املاح مفید خاک هم هدر نمی‌رود. براین اساس، با توجه به اینکه ایران از نظر آب و هوایی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود، استفاده از روش‌های کاهش مصرف آب از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

تحقیقات انجام شده در مورد تأثیر آنها در خاک در شرایط کم‌آبی روی برخی گیاهان موفقیت‌آمیز بوده و این خود به‌دلیل مناسب بودن قیمت، سهولت ساخت و مصرف، زیست سازگار بودن و همچنین طیف وسیع کاربرد آنها می‌باشد.

مزایای استفاده از سوپرجاذب‌های کشاورزی:

- صرفه‌جوئی در مصرف آب به میزان قابل توجه و کاهش هدر روی آب (۵۰ تا ۷۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزی)
- افزایش بازده و تولید محصول
- افزایش سطح زیرکشت زمین‌های کشاورزی
- جلوگیری از هدر روی آب آبیاری
- صرفه‌جویی در زمان آب‌دهی و در نتیجه کاهش دفعات آبیاری و طبعاً کاهش هزینه‌های اجرائی
- جلوگیری از شست‌وشوی کود و موادغذائی خاک به‌ویژه در سطوح شیب‌دار
- امکان کشت در سطوح شیب‌دار
- ایجاد خلل و فرج در خاک به‌دلیل عمل تناوبی جذب و دفع که به بهبود تهویه خاک می‌انجامد و هوا دهی خاک را بهتر می کند.
- تکرار عمل جذب و دفع آب به مدت حدود پنج‌سال
- عدم ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی
- استفاده بهینه از کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی
- امکان کشت در مناطق کم‌آب و بیابانی و استفاده از بارندگی‌های پراکنده
- جلوگیری از تنش‌های ناشی از نوسانات رطوبتی
- کاهش فشردگی خاک و امکان تهویه بهتر خاک
- جلوگیری از هدر رفت آب در زمین‌های کشت شده
- کشت بدون خاک و کشت قارچ
- کاهش تلفات در پرورش و جابه‌جایی قلمه و نهال

□ تقویت ریشه‌زایی و بالابردن درصد جوانه‌زنی
□ نگهداری عناصری مانند نیترات‌ها، فسفات‌ها، پتاسیم، روی، آهن و انواع ویتامین‌ها در خود و جلوگیری از هدر رفتن آنها
و نهایتاً کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد



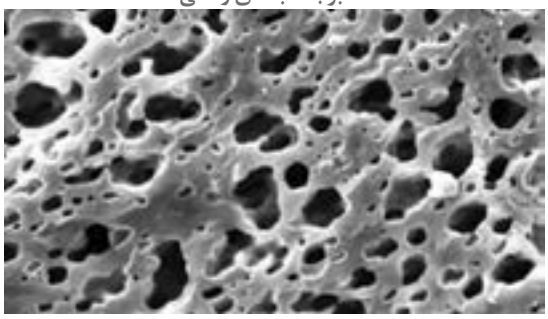
معرفی سوپرجاذب: ژل به ماده‌ای گفته می‌شود که وقتی در حلال خود قرار گیرد، حلال خود را جذب و متورم می‌گردد ولی حل نمی‌شود و حلال جذب کرده خودراحتی تحت‌فشار نیز از دست نمی‌دهد. در صورتی که ژل آب‌دوست باشد آن را هیدروژل می‌نامند. هیدروژل سوپرجاذب پلیمری (درشت‌مولکولی) آب‌دوست است که قابلیت جذب و نگهداری مقادیر زیادی آب و محلول‌های آبی را دارد (۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر)

کاربرد استفاده از هیدروژل‌های ابرجاذب، جدیدترین شیوه‌های آبیاری برای مناطق خشک است که به کمک آن می‌توان تا ۵۰ درصد اتلاف آب آبیاری و در نتیجه مصرف آب را کاهش داد. در حقیقت برای گیاه به منزله آب انبارهای زیبایی هستند که در موقع نیاز ریشه به‌راحتی آب را در اختیار آن قرار می‌دهند. این مواد پس از ۷ـ۳ سال بسته به نوع آن در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها تخریب می‌شوند. هیدروژل به‌علت تغییرحجم مداوم که به‌دلیل جذب آب و از دست دادن آب پیدا می‌کنند؛ میزان هوا را در خاک افزایش داده و باعث تهویه بیشتر خاک می‌شوند. براساس منشأ یا ساختار ابرجاذب‌ها را به دو گروه اصلی پایه طبیعی و سنتزی تقسیم می‌کنند.

ابرجاذب‌های رنگی

بسپارهای پایه طبیعی به چند دلیل مورد توجه بوده و در سال‌های اخیر مورد مطالعه طیف وسیعی از صنایع قرار گرفته‌اند. از جمله این دلایل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

□ زیست سازگاری و زیست تخریب‌پذیری
□ استفاده از منابع تجدیدپذیر مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ به‌جای منابع غیرقابل تجدید
□ ارزان بودن بسپارهای تولیدشده
□ فراوانی، تنوع و گستردگی آنها



تصویر بزرگ‌نمایی شده به‌وسیله میکروسکوپ پویشگر الکترونی از ساختار یک ابر جاذب

کاربرد هیدروژل‌های ابرجاذب:

با توجه به این که بسپارهای ابرجاذب زیرگروه خانواده هیدروژل‌ها هستند، محصولات ایجاد شده از این مواد بسیار متنوع‌اند. بسته به ماده به‌کار رفته در ابرجاذب‌ها که باعث تفاوت در ساختار آنها می‌شود، کاربرد، وظیفه و خواص متفاوتی را می‌توان از ابرجاذب‌ها انتظار داشت. با توجه به تولید سالیانه این مواد در دنیا که بیش از یک میلیون تن در سال می‌رسد، مصارف گسترده این دسته از ترکیبات تایید می‌گردد.

خواص سوپرجاذب کشاورزی:

مهم‌ترین خواص و مشخصات سوپرجاذب خوب را می‌توان به‌شرح زیر عنوان کرد:

۱ آب و محلول‌های آبی را بیشتر جذب کند.
۲ قوام و شکل هندسی اولیه را بیشتر حفظ کند.
۳ سرعت جذب آب بیشتری داشته باشد.
۴ محلول جذب کرده خود را به آرامی به محیط برگرداند.
۵ درمقابل نور پایدار باشد.
۶ ارزان باشد.
۷ اجزای انحلال‌پذیر آن هر چه کم‌تر باشد.
۸ حفظ خواص و دوام آن در مرحله انبارداری و در شرایط مصرف هر چه بیشتر باشد.
۹ بی‌رنگ و بی‌بو باشد.
۱۰ کاملاً غیرسمی بوده و قابل تخریب درمحیط زیست باشد.
۱۱ در مقابل عوامل زیستی و شیمیایی پایدار باشد.
۱۲ خنثی باشد (pH آن در اثر جذب آب و تورم تغییر نکند).

سوپرجاذب و محیط زیست:

با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه تولید و مصرف این مواد نتایج زیر حاصل شده است:

۱ سوپرجاذب‌ها هرگز به مواد اولیه سمی‌خود تبدیل نمی‌شوند و بطور کامل غیر سمی‌هستند.
۲ سوپرجاذب‌ها مواد خنثی و بی‌اثرند که مصرف آنها در کشاورزی، آلودگی خاک و محیط زیست را به‌دنبال نخواهد داشت و ایمنی استفاده آنها در خاک به‌وسیله مؤسسات تحقیقاتی معتبر جهانی تایید شده است.

نقش هیدروژل‌های ابرجاذب در کشاورزی:

جذب سریع آب و حفظ آن، بازده جذب آب ناشی از بارندگی‌های پراکنده را بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را نیز افزایش می‌دهد. مقدار این افزایش بسته به شرایط فیزیکی خاک، آب و هوا و میزان مصرف ابرجاذب در خاک متفاوت است. علاوه بر نگهداری آب، ابرجاذب‌ها به‌علت تغییر حجم مداوم (انبساط به هنگام تورم و انقباض به‌هنگام از دست دادن آب) میزان هوا را نیز در خاک افزایش می‌دهند. ابرجاذب‌ها تنش‌های رطوبتی را از بین برده و به سازگاری نباتات کاشته شده با محیط کمک می‌کنند.

هیدروژل‌های ابرجاذب به‌کار رفته در کشاورزی از نوع پلی‌آکریل‌آمید می‌باشند. این ابرجاذب‌ها بی‌رنگ، بی‌بو و

بدون خاصیت آلایندگی در خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی و هم‌چنین بافت‌های گیاهی می‌باشند. از نظر بار الکتریکی نیز نوع آنیونی آن در کشاورزی دارای اهمیت ویژه‌ای است، زیرا علاوه بر جذب کاتیون‌های مفید برای رشد گیاه، از تثبیت و شست‌وشوی آن در خاک جلوگیری می‌نماید. بدین ترتیب ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش می‌دهد. و مشکلاتی نظیر از بین رفتن پوشش گیاهی که بر اثر تغییر آب و هوا و کمبود آب می‌باشد را رفع می‌کند.

از کاربردهای عمده ابرجاذب‌ها در کشاورزی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش میزان پساب (باقیمانده آبیاری) در انواع کشت‌ها
- آبیاری فضای سبز و جنگل کاری‌ها با استفاده بهینه از آب (کاهش هزینه‌های آبیاری)
- حفاظت خاک‌های حساس به فرسایش
- افزایش رطوبت خاک به منظور جلوگیری از تنش‌های ناشی از نوسانات رطوبتی
- کشت بدون خاک (مثل قارچ‌ها) و هیدروپونیک
- کاهش تلفات در پرورش و انتقال قلمه و نهال
- امکان کشت و حفظ پوشش گیاهی در سطوح شیب‌دار
- امکان کشت در مناطق بیابانی از طریق جذب سریع آب ناشی از بارندگی و کاهش تبخیر سطحی (کاهش هدر رفتن و تبخیر آب از سطح خاک به‌دلیل خاصیت موئینگی که در نهایت از شور شدن سطح خاک جلوگیری به‌عمل می‌آورد.)

مقایسه رشد گیاه در شرایط کم‌آبی با دو نوع خاک دارای ابرجاذب (شکل سمت چپ) و فاقد ابرجاذب (شکل سمت راست)

نقش ابر جاذب‌ها در صرفه‌جویی آب در کشاورزی:

آب مایه حیات است، غذا به کشاورزی و کشاورزی به آب نیاز دارد. آب عامل اصلی در تولید محصولات کشاورزی است. باتوجه به افزایش روز افزون جمعیت و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع زمینی و آلوده‌سازی زمین‌های کشاورزی و از بین رفتن پوشش گیاهی بشر ناخواسته باعث بروز تغییرات آب و هوایی و گرم شدن هوا و کمبود آب گردیده و تولید کشاورزی با مشکلات شدید روبرو شده است. بدیهی است در چنین وضعیتی هر اقدامی در صرفه‌جویی آب و جلوگیری از هدر رفت آن اهمیت اساسی دارد.کشور ما سرزمینی خشک و کم‌آب است و متوسط بارندگی سالانه آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد.

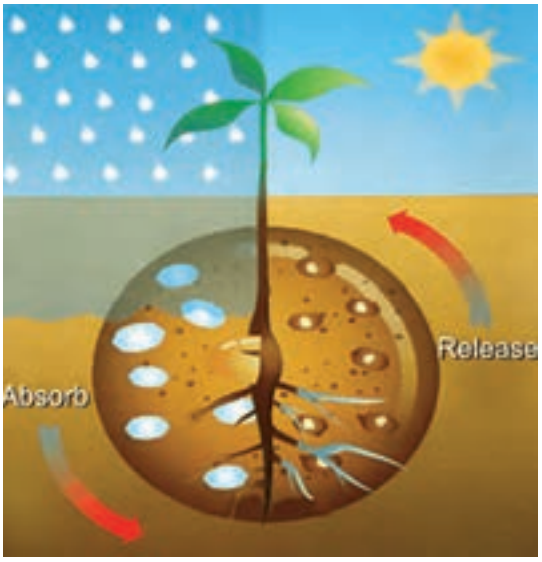
بدیهی است با استفاده از سوپرجاذب‌ها و هم‌چنین استفاده از سایر روش‌های نوین آبیاری می‌توان سرزمین‌های خشکی مثل ایران را از نگرانی در خشک‌سالی از بین برد و از وابستگی به ورود مواد غذایی از خارج و بحران اشتغال از طرف دیگر نجات داد. گیاهان حداقل نیازی به آب برای رشد و تولید و عملکرد مطلوب دارند و درصورتی‌که حداقل نیاز آبی بنا به دلائلی نتواند فراهم شود، گیاهان مواجه با تنش خشکی شده و در صورت مصادف شدن این تنش با مراحل رشدی حساس به کمبود آب نظیر جوانه‌زنی بذر و گل‌دهی، می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به محصول وارد آید. موادی نظیر بقایای گیاهی، کود کمپوست، کودهای دامی و سوپرجاذب‌های کشاورزی می‌توانند مقادیر متفاوتی آب در خود ذخیره کرده و قابلیت ذخیره‌سازی آب را درخاک افزایش دهند. آب ذخیره شده در این مواد در مواقع کم‌آبی در خاک آزاد شده و مورد استفاده ریشه قرار می‌گیرد.

میزان مصرف و نحوه استفاده:

سوپرجاذب باید به‌صورت ماده خشک با خاک مخلوط شده و در لایه حداقل ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک قرار گیرد تا اشعه ماوراءبنفش موجب شکسته شدن سریع این مواد نشود.

نحوه استفاده از سوپرجاذب به‌شرح زیر است:

۱ـ در زمین‌های زراعی: با توجه به شرائط اقلیمی و خصوصیات مزرعه به‌ویژه بافت خاک و... حدود ۲۵ تا ۴۰ کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار خاک استفاده می‌شود و به‌صورت نواری، کودپاش یا دست‌پاش در سطح مزرعه پخش می‌شود و با ابزار مناسب زیر خاک دفن می‌گردد.



۲ـ درختان میوه: ۸۰ تا ۱۰۰ گرم برای هر درخت توصیه می‌گردد. روش مصرف به این ترتیب است که ۳ تا ۵ حفره ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متری ایجاد می‌کنیم و مقدار لازم سوپرجاذب را در کف چاله به‌صورت خشک ریخته و روی آن را خاک می‌ریزیم و یا سوپرجاذب‌های خشک را با خاک مخلوط کرده و در ته چاله‌ها می‌ریزیم و روی آن را با خاک پر می‌کنیم. چاله‌ها ترجیحاً در قسمت سایه‌انداز

درخت که ریشه‌ها بیش‌تر توسعه می‌یابند؛ کنده شود و حداقل ۱۰ سانتی‌متری پایین‌تر از سطح زمین باشند.

۳ـ انتقال نهال: برای استفاده سوپرجاذب در انتقال نهال ابتدا ریشه نهال را در ظرف حاوی ژل سوپرجاذب فرو برده و به طریقی که ژل‌ها از ریشه جدا نشوند، نهال را جابه‌جا می‌کنیم. برای تهیه ژل سوپرجاذب یک کیلوگرم سوپرجاذب خشک را در یک بشکه ۲۲۰ لیتری آب ریخته و منتظر جذب آب توسط سوپرجاذب‌ها می‌شویم. برای کاشت نهال چاله‌ای مناسب اندازه ریشه حفر کرده و سپس مقداری سوپرجاذب را با خاک مخلوط کرده و در اطراف ریشه که در وسط چاله قرار داده شده، می‌ریزیم و چاله را با خاک پر کرده و آبیاری می‌کنیم.

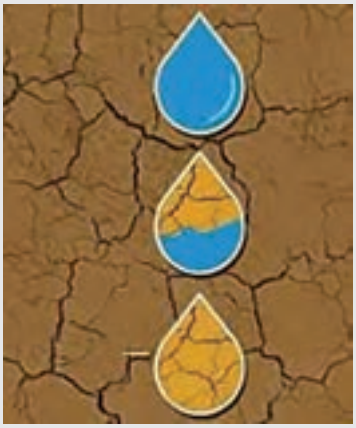
۴ـ چمن: ۲۰ تا ۲۵ گرم سوپرجاذب را برای هر مترمربع و در عمق ۱/۵ تا ۲/۵ سانتی‌متری خاک قرار می‌دهیم (به‌صورت دست‌پاش یا بذرپاش) و سپس خاک را برگردانده و به اندازه ۱۰ سانتی‌متر خاک روی آن ریخته و غلتک می‌زنیم و بعد عملیات بذرپاشی را انجام می‌دهیم.

۵ـ گلدان: سوپرجاذب را با خاک مخلوط کرده (۲ تا ۳ گرم سوپرجاذب برای هرکیلو خاک) و در قسمت تحتانی گلدان می‌ریزیم تا از هدر رفتن آب جلوگیری کند و گلدان را با خاک پر می‌کنیم. درصورتی‌که قصد تعویض و یا تغییر خاک گلدان را نداشته باشیم سوراخ‌هایی در گلدان ایجاد کرده (تا عمق دوسوم گلدان) و سوپرجاذب‌ها را درآن ریخته و فشار داده و سوراخ‌ها را با خاک پرکرده و آبیاری می‌نماییم.

۶ـ قارچ: برای استفاده از سوپرجاذب در پرورش قارچ برای هر مترمکعب ۲ کیلو سوپرجاذب اختصاص داده و به حد اشباع آبیاری می‌کنیم.

۷ـ خزانه نشاء: ۵۰ تا ۱۲۰ گرم سوپرجاذب در هر متر مربع و در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری استفاده می‌کنیم.

نکته



۱ سوپرجاذب‌ها جایگزین کودهای شیمیایی و آبیاری نمی‌باشند. این مواد تنها قابلیت نگهداری آب و برخی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را در خاک افزایش می‌دهند. سوپرجاذب‌ها براساس نوع ترکیب شیمیایی می‌توانند عناصری نظیر: نیترات، فسفاتها، Zn، B، K، Fe، را در خود نگهداری نموده و از آب‌شویی و هدر رفتن آنها جلوگیری به‌عمل آورند.

۲ سوپرجاذب‌ها می‌توانند میزان آب مصرفی را تا حدود ۵۰ درصد و میزان کود مصرفی را تا حد ۳۰ درصد بسته به شرایط مختلف کاهش دهند.

۳ ذرات پلی‌مرهای سوپرجاذب دارای چهار اندازه ذیل می‌باشند: پودری، اندازه کوچک (۱ mm ـ ۰/۳)، اندازه متوسط (۲ mm ـ ۱) و اندازه بزرگ (۴ mm ـ ۲).

۴ توصیه می‌شود تا تحت شرایط گلدان و یا مزرعه‌ای از اندازه‌های متوسط و بزرگ آن استفاده شود تا بدین ترتیب مدت زمان ابقای آب در خاک افزایش یافته و دیرتر مورد تجزیه میکروبی قرار گیرند.

میزان مصرف سوپرجاذب‌ها

گیاه / استفاده	مقدار مصرف
درختان میوه	۱۰۰ـ۸۰ گرم
انتقال نهال	۱کیلوگرم در ۲۲۰ لیتر آب
گلدان	۳ـ۲ گرم برای هر کیلوگرم خاک
زراعت	۴۰ـ۲۵ کیلوگرم در هکتار
چمن	۲۵ـ۲۰ گرم در متر مربع
قارچ	۲ کیلوگرم در متر مکعب

۵ به استثنای نوع پودری پلیمرهای سوپرجاذب که دارای خاصیت بقاء و عمر کوتاه در خاک می‌باشند، این مواد بسته به شرایط مختلف حدود ۷ـ۳ سال در خاک باقی مانده و قادر به هزاران بار جذب و دفع آب بوده و در اثر تجزیه میکروبی و یا تأثیر نور خورشید به تدریج از بین می‌روند.

۶ بهتر است محل قرار گرفتن سوپرجاذب در خاک، زیر ناحیه ریشه گیاه بوده و کاربرد عمقی آن در مناطقی که بارندگی‌های سبک دارند، مناسب نمی‌باشد.

۷ پاسخ به پرسش‌هایی مانند این‌که چه مقدار سوپرجاذب، با چه میزان آبیاری و با چه روش مصرف و به چه فاصله‌های زمانی نیاز است تا بهترین نتیجه حاصل شود، ممکن نیست مگر با صرف وقت و آزمایش‌های میدانی.

نانو و علوم کشاورزی

مقدمه:

رشد روزافزون جمعیت و کمبود مواد غذایی از یک‌سو و نابودی بخش مهمی از منابع زیست محیطی کره زمین به‌دلیل استفاده بی‌رویه از سوی دیگر، لزوم تغییر نگرش جدی نسبت به مدیریت بخش کشاورزی در سطح جهانی را نمایان می‌سازد.

طبق آخرین گزارش سازمان ملل متحد، حدود ۸۰۰ میلیون نفر از جمعیت جهان دچار فقر غذایی هستند، شمار افراد قرار گرفته در زیر خط فقر (از نظر تأمین انرژی مورد نیاز روزانه‌ی بدن) روز به روز در حال افزایش است و این بدان معناست که حفظ نوع بشر در بلندمدت و نجات خیل عظیم انسان‌ها از خطر گرسنگی، نیازمند توجه ویژه متخصصان و سیاست‌مداران امروز جهان به توسعه پایدار و همه جانبه صنعت کشاورزی است. در این بخش، به بررسی کاربردهای فناوری نانو در علوم کشاورزی و صنایع غذایی پرداخته می‌شود تا به گوشه‌ای از کاربری فناوری نانو در شاخه‌های زراعت، اصلاح نباتات، گیاه‌پزشکی و آبیاری اشاره گردد و در ادامه، ضمن بررسی کاربرد فناوری نانو در حوزه‌های علوم دامی، صنایع غذایی و ماشین‌آلات کشاورزی، نگاهی اجمالی به وضعیت این علوم در کشورمان خواهیم داشت.

نانو ریشه یونانی «نانس» به معنی کوتوله می‌باشد. فناوری نانو موج چهارم انقلاب صنعتی، پدیده‌ای عظیم می‌باشد که در تمامی گرایش‌های علمی راه یافته است. ماهیت فناوری نانو توانایی کارکردن در تراز اتمی، مولکولی و فراتر از آن در ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر، با هدف ساخت و دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتم‌ها یا مولکول‌ها با استفاده از مواد، وسایل و سیستم‌هایی با توانایی‌های جدید و با تغییر این ساختارها و رسیدن به بازدهی بیش‌تر مواد می‌باشد. فناوری نانو فرآیند دستکاری مواد در مقیاس اتمی و تولید مواد و ابزار، به‌وسیله کنترل آنها در سطح اتم‌ها و مولکول‌هاست.

درواقع اگر همه مواد و سیستم‌ها ساختار زیربنایی خود را در مقیاس نانو ترتیب دهند؛ آن‌گاه تمام واکنش‌ها سریع‌تر و بهینه‌تر صورت می‌گیرد و توسعه پایدار پیش گرفته می‌شود. فناوری نانو منجر به تغییرات شگرف در استفاده از منابع طبیعی، انرژی و آب خواهد شد و پساب و آلودگی را کاهش خواهد داد. نانوتکنولوژی قادر است که ابزارهای جدیدی را برای استفاده در بیولوژی مولکولی و سلولی و هم‌چنین تولید مواد جدید، برای شناسایی اجرام بیماری‌زا معرفی نماید و بنابراین چندین دیدگاه مختلف در نانوتکنولوژی وجود دارد که می‌تواند در علوم کشاورزی و صنایع غذایی، کاربرد داشته باشد. به‌عنوان مثال امنیت زیستی تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، سیستم‌های آزادکننده دارو برعلیه بیماری‌های شایع، حفظ سلامتی و حمایت از محیط زیست از جمله کاربردهای این علم می‌باشد.

علم نانوتکنولوژی چیست؟

انجمن ملی نوبنیاد نانوتکنولوژی که یک نهاد دولتی در کشور امریکا می‌باشد، واژه نانوتکنولوژی را چنین توصیف می‌کند: تحقیق و توسعه هدفمند، برای درک و دستکاری و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز در سطح موادی با ابعاد در حد اتم، مولکول و سوپرمولکول‌ها را نانوتکنولوژی می‌گویند. این مفهوم با واحدهایی از یک تا صد نانومتر، همبستگی دارد. دراین مقیاس خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی مواد تفاوت اساسی با یکدیگر دارند و

غالباً اعمال غیر قابل انتظار از آنها مشاهده می‌شود. در سیستم کشاورزی امروزی، اگردامی مبتلا به یک بیماری خاص شود، می‌توان چند روز و حتی چند هفته یا چند ماه قبل علائم نامحسوس بیماری را شناسایی کرد و قبل از انتشار و مرگ و میر کل گله، دام‌دار را برای اخذ تصمیمات مدیریتی و پیش‌گیری‌کننده آگاه کند و بنابراین می‌توان نسبت به مقابله با آن بیماری اقدام نمود. نانوتکنولوژی به موضوعاتی در مقیاس هم‌اندازه با ویروس‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا می‌پردازد و بنابراین پتانسیل بالایی را برای شناسایی و ریشه‌کنی عوامل بیماری‌زا دارد. نانوتکنولوژی امکان استفاده از سیستم‌های آزادکننده داروئی را که بتواند به‌طور طولانی مدت فعال باقی بماند، فراهم می‌کند. به‌عنوان مثال استفاده از سیستم‌های آزادکننده دارو، می‌توان به ایمپلنت‌های ابداع شده مینیاتوری در حیوان اشاره کرد که نمونه‌های بزاقی را به‌طور مستمر کنترل می‌کنند و قبل از بروز علائم بالینی و تب، از طریق سیستم‌های هشداردهنده وسنسورهای ویژه، می‌تواند احتمال وقوع بیماری را مشخص و سیستم خاص آزادکننده داروی معینی را برای درمان موثر توصیه کنند. طراحی سیستم‌های آزادکننده مواد دارویی، یک آرزو و رویای همیشگی محققان برای سیستم‌های رهاکننده داروها، مواد مغذی و پروبیوتیک‌ها بوده و می‌باشد. نانوتکنولوژی به‌عنوان یک فناوری قدرتمند به ما اجازه می‌دهد که نگرشی در سطح مولکولی و اتمی داشته و قادر باشیم که ساختارهایی در ابعاد نانومتر را بیافرینیم. برای تعیین و شناسایی بسیار جزئی آلودگی‌های شیمیایی، ویروسی یا باکتریایی در کشاورزی و صنایع غذایی معمولا از روش‌های بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی استفاده می‌شود. در روش‌های اخیر نانوتکنولوژی برای استفاده توام این روش‌ها، یک سنسور در مقیاس نانو طراحی کرده‌اند. در این سیستم جدید، مواد حاصل از متابولیسم و رشد باکتری‌ها با این سنسورها تعیین می‌گردد.

نانو در ایران:

در ایران چند سالی است که تکنولوژی نانو به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تحقیقات زیر بنایی کشور مورد توجه قرار گرفته است. نظریه نانو حدود ۴۰ سال پیش در دنیا مطرح شد و با تلاش‌های اریک درکسلر در دهه‌های ۸۰ و ۹۰ بسیار رشد یافت و به‌عنوان یک تکنولوژی نوین به بشر معرفی شد. در کشور ما نیز برای برخورداری از فناوری‌های نوین تلاش‌هایی صورت پذیرفته است. در چند سال اخیر برنامه‌ریزان کشور بنا براهمیت بسیار زیاد نانوتکنولوژی، سیاست‌های تشویقی خوبی را برای حمایت از تحقیقات در این بخش به‌کار برده‌اند.

به نظر می‌رسد که محققان کشورمان پاسخ مناسبی به سرمایه‌گذاری دولت در بخش نانو تکنولوژی داده‌اند و رسیدن به اهداف برنامه دولت جمهوری اسلامی ایران که همانا قرار گرفتن کشور ایران در میان ۱۵ کشور برتر دنیا در زمینه نانو تکنولوژی است، روز به روز به واقعیت نزدیک می‌شود.

جالب است بدانیم با پیشرفت‌های بسیار خوب ایران در نانو تکنولوژی به‌عنوان مرکز نانو تکنولوژی در جهان اسلام انتخاب شده است، چرا که ایران پیشرفته‌ترین کشور اسلامی در این علم است.

کاربردهای فناوری نانو در شاخه‌های مختلف کشاورزی:

فناوری نانو هیچ زمینه علمی را به حال خود رها نکرده است. علوم کشاورزی نیز از این قاعده جدا نیستند. تا به‌حال کاربردهای متعددی از فناوری نانو در کشاورزی، صنایع غذایی و علوم دامی مطرح شده است. رابطه میان فناوری نانو و علوم کشاورزی در زمینه‌های زیر قابل بررسی است:

- نیاز به امنیت در کشاورزی و سیستم‌های تغذیه‌ای
- ایجاد سیستم‌های هوشمند برای پیش‌گیری و درمان بیماری‌های گیاهی
- خلق وسایل جدید برای پیشرفت در تحقیقات بیولوژی و سلولی
- بازیافت ضایعات حاصل از محصولات کشاورزی

از بین تدابیر موجود در مدیریت آفات کشاورزی استفاده از آفت‌کش‌ها و سموم سریع‌ترین و ارزان‌ترین روش برای واکنش به یک وضعیت اضطراری است.

روش‌های کنترل زیستی در حال حاضر بسیار هزینه‌بر هستند. در این روش‌ها کنترل آفت از طریق یکی از دشمنان طبیعی آن آفت صورت می‌گیرد. امروزه مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها مشکلات زیادی را ایجاد کرده‌اند. این مشکلات شامل اثرات سوء بر سلامت انسان (ایجاد مسمومیت‌های حاد یا بیماری‌های مزمن)، تأثیر این مواد بر حشرات گرده‌افشان و حیوانات اهلی مزارع و هم‌چنین ورود این مواد به آب و خاک و تأثیر مستقیم و غیرمستقیم آن در این نظام‌های زیستی است.

مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها محصولات کشاورزی را نیز به منبع ذخیره سم تبدیل می‌کند.

مهم‌ترین سؤال در زمینه استفاده از آفت‌کش‌ها این است که چقدر از این سموم استفاده کنیم؟

استفاده از داروهای (سموم) هوشمند در ابعاد نانو می‌تواند راه‌حل مناسبی باشد. این داروها که قابلیت حرکت در گیاه را دارند، در بسته‌هایی که حاوی نشانی خاصی هستند قرار می‌گیرند. برچسب نشانی، یک کد مولکولی است که روی بسته نصب شده و به بسته اجازه می‌دهد که به بخشی از گیاه که مورد حمله عامل بیماری یا آفت قرار گرفته تحویل داده شود. این ناقلین در ابعاد نانو هم‌چنین دارای خود تنظیمی نیز هستند، به این معنی که دارو فقط به میزان لازم به بافت گیاهی تحویل داده می‌شود.

دقت در ردیابی بافت هدف و میزان اندک اما مؤثر دارو باعث می‌شود که استفاده از سموم در کشاورزی به حداقل برسد.

نانوحسگرهای زیستی در بسته‌های غذایی نیز وجود دارد که در صورت شروع فساد مواد غذایی می‌توانند هشداردهنده باشند.

از دیگر کاربردهای فناوری نانو در صنایع غذایی ایجاد پلاستیک‌های جدید در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی است. در تولید این پلاستیک‌ها از فناوری نانوذرات استفاده شده است. اکسیژن مسئله‌سازترین عامل در بسته‌بندی مواد غذایی است، زیرا این عنصر باعث فساد چربی مواد غذایی و هم‌چنین تغییر رنگ آنها می‌شود. در این پلاستیک جدید نانوذرات به‌صورت زیگزاگ قرار گرفته‌اند و مانند سدی مانع از نفوذ اکسیژن می‌شوند. به بیان دیگر مسیری که گاز باید برای ورود به بسته طی کند طولانی می‌شود. به‌همین خاطر مواد غذایی در این بسته‌ها تازگی خود را بیش‌تر حفظ می‌کنند.

با طولانی‌تر کردن مسیر حرکت مولکول‌های اکسیژن، مواد غذایی دیرتر فاسد می‌شوند.

فناوری نانو با استفاده از فرآیندهای طبیعی زیستی، شیمیایی و فیزیکی در بازیافت مواد باقی‌مانده از محصولات کشاورزی و تبدیل آنها به انرژی و یا مواد شیمیایی صنعتی نیز نقش دارد. به‌طور مثال از زمان برداشت پنبه تا تولید پارچه بیش از ۲۵٪ الیاف به ضایعات تبدیل می‌شوند. در دانشگاه کرنل در آمریکا روشی تحت عنوان «ریسندگی الکتریکی» ابداع شده که با استفاده از این روش از ضایعات پنبه محصولاتی مانند کلاف‌های پنبه و نخ البته با کیفیت پایین‌تر تولید می‌کنند. دانشمندان علوم پلیمر از این روش برای تولید نانوفیبرها از سلولز که ۹۰٪ الیاف پنبه

را تشکیل می‌دهد، استفاده کرده‌اند و الیافی کمتر از ۱۰۰ نانومتر تولید کرده‌اند که ۱۰۰۰ بار کوچک‌تر از الیاف فعلی است.

یکی از کاربردهایی که برای این الیاف ریزسلولزی بیان شده جذب آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی از محیط برای جلوگیری از ورود آنها به اکوسیستم و رها کردن مجدد این مواد در محیط در مواقع مورد نیاز است.

از دیگر محصولات فناوری نانو، نانوکاتالیزورها هستند که قابلیت تبدیل روغن‌های گیاهی به سوخت را جهت ایجاد منابع جدید انرژی دارند.

پیشرفت در زمینه علوم گیاهی، کشاورزی و صنایع غذایی رابطه مستقیمی با پیشرفت در تحقیقات زیست‌شناسی سلولی و مولکولی دارد. تولید ابزارهای جدید تحول شگرفی در تحقیقات سلولی و مولکولی ایجاد کرده است. امروزه میکروسکوپ‌هایی که قابلیت ایجاد مشاهده در مقیاس نانو را دارند، در توسعه علوم زیستی نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

فناوری نانو به‌عنوان یک فناوری بین رشته‌ای و پیشتاز رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه‌های علمی‌و صنعتی، به‌خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته آن به اثبات رسانیده است. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید، فراوری، نگهداری، بسته‌بندی و انتقال تولیدات کشاورزی دارد.

ورود فناوری نانو به صنعت کشاورزی و صنایع غذایی متضمن افزایش میزان تولیدات و کیفیت آنها، در کنار حفظ محیط زیست و منابع کره زمین است.

استفاده از فناوری نانو در صنعت کشاورزی، آینده روشنی در شکل‌گیری فرآیندهای کشاورزی و افزایش دقت در این کار، ترسیم نموده است؛ به‌عنوان مثال نانوحسگرهای پراکنده شده در یک مزرعه می‌توانند همه موارد مربوط به آن را، از مواد مقوی و میزان آب گرفته تا وجود بیماری‌ها، قارچ‌ها و آفت‌های دیگر، اندازه‌گیری کنند.

این حسگرها می‌توانند برای رساندن مقدار مشخص و دقیقی از یک آفت‌کش یا کود، با نانوذرات یا نانوکپسول‌ها برهم‌کنش داشته باشند. این کار می‌تواند منجر به کاهش هزینه و میزان پراکندگی این مواد شیمیایی در محیط‌های کشاورزی شود. چنین تراشه‌هایی می‌توانند در رساندن میزان مشخصی از داروهای واکسیناسیون و مواد درمانی دیگر نیز مورد استفاده قرار گیرند.

از دیگر زمینه‌های جذاب که در فناوری نانو مطرح است می‌توان به استفاده از گیاهان در تولید مستقیم مواد اولیه در صنعت فناوری نانو اشاره نمود. از کاربردهای آنها می‌توان به افزایش ماندگاری غذا، تغییر خواص، افزایش ارزش غذایی و تغییر مزه اشاره نمود.

در ادامه نگاهی دقیق‌تر به کاربردهای گسترده فناوری نانو در هریک از زیرشاخه‌های صنعت کشاورزی داریم.

کاربردهای نانو در زراعت

۱ـ کشاورزی دقیق

به‌طور کلی کشاورزی دقیق یک نوع نگرش جدید در مدیریت مزرعه است. امروزه با استفاده از نانوحسگرها مشخص می‌شود که هر قسمت کوچک از مزرعه به چه میزان عناصر غذایی و سم نیاز دارد و بدین وسیله از آلودگی محیط زیست جلوگیری کرده، سلامت محصولات و افزایش بازده اقتصادی را ممکن می‌سازد. نانوحسگرها می‌توانند با کنترل دقیق وگزارش‌دهی به‌موقع نیازهای گیاهان به مرکز پردازش اطلاعات سیستم را در نگهداری محصولات یاری نماید.

۲ـ ایجاد گلخانه‌های کم هزینه‌تر با هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی و دوام بیشتر در برابر رطوبت

ساختارهای نانویی می‌توانند گلخانه‌هایی در حجم کم اما انبوه پدید آورند که تقریباً برابر با ۱۰ درصد کل مزارع زیر کشت موجود، می‌توانند جمعیت کنونی جهان را تغذیه نمایند. در این صورت میلیون‌ها هکتار از زمین‌های کشاورزی به محیط‌های طبیعی برای سکونت حیوانات در سراسر جهان باز گردانده می‌شوند.

کاربردهای نانو در گیاه پزشکی

علم گیاه پزشکی نیز از پیشرفت‌هایی که فناوری نانو به ارمغان آورده است بی‌بهره نشده است. فناوری نانو می‌تواند علم گیاه پزشکی را دگرگون کند. دستاوردهای جدید ناشی از فناوری نانو مانند تیمار مولکولی بیماری‌ها، ردیابی سریع بیماری‌ها، افزایش توانمندی گیاهان برای جذب مواد غذایی همگی از عوامل تحول‌زا در بهبود کارایی علم گیاه پزشکی می‌باشند.

درحال حاضر بیماری‌های گیاهی از روی علائم مانند تغییر رنگ یا تغییر شکل اندام‌ها شناسایی می‌شوند ولی مسئله اینجاست که این علائم مدت‌ها پس از ورود عامل بیماری به بافت گیاه بروز پیدا می‌کنند به‌همین خاطر با سریع‌ترین اقدام‌ها برای جلوگیری از شیوع بیماری، باز هم مقداری از محصول از بین می‌رود، در نتیجه نیاز به ابزاری که به کمک آن بتوان در همان مراحل ابتدایی ورود عامل بیماری، آن را کنترل و مهار کرد بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

حسگرهای هوشمند و سیستم‌های حمل هوشمند به‌منظور ردیابی و مبارزه سریع و مفید با ویروس‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا گیاهی به‌کار می‌روند. نانو حسگرهای زیستی، ابزارهایی هستند که از تلفیق ابزارهای شیمیایی، فیزیکی و زیستی به‌دست آمده‌اند. این حسگرها شامل ترکیبات زیستی مانند یک سلول، آنزیم و یا آنتی‌بادی متصل به یک مبدل انرژی هستند و قادرند که تغییرات ایجاد شده در مولکول‌های اطراف خود را گزارش دهند.

این گزارش‌ها توسط سیگنال‌هایی که مبدل انرژی به تناسب با مقدار آلودگی تولید می‌کند دریافت می‌شوند. بنابراین اگر تجمع زیادی از عامل بیماری در اطراف این حسگرها وجود داشته باشد سیگنال‌های قوی فرستاده می‌شوند. ارزیابی حضور آلاینده‌ها در محیط توسط حسگرها در چند دقیقه میسر است اما با استفاده از روش‌های رایج حداقل ۴۸ ساعت زمان برای تشخیص نیاز است.

هم‌چنین تیمار مولکولی بیماری‌ها، ردیابی سریع بیماری‌ها، افزایش توانمندی گیاهان برای جذب مواد مورد نیاز با استفاده از این فناوری قابل دسترسی است.

کاربردهای نانو در آبیاری مزارع کشاورزی:

استفاده از فناوری نانو برای تولید قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار و مقاوم به نفوذ ریشه، لوله‌های پلاستیکی تراوا و لوله‌های رسی، از مهم‌ترین دستاوردهای فناوری نانو در علم آبیاری می‌باشند.

تولید محصولات نانویی

تاکنون محصولات مختلف نانویی در دنیا تولید شده و برخی از آنها به شکل تجاری در دسترس قرار گرفته است. از جمله کارهای صورت گرفته در نانوتکنولوژی سبز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: استفاده تایلند از این فناوری به‌منظور تولید نوع جدیدی از برنج (بی‌تفاوت نسبت به طول شب، پاکوتاه و معطر) و ابریشم (ضدآب و با قدرت جذب کمتر گرد و غبار) تولید نوعی نانوبرنج توسط شرکت نانورایس ایتالیا که ۲ برابر وزن خود آب جذب می‌کند. تولید نانو کودها و نانو سم‌ها در مقیاس آزمایشگاهی در ایران نیز موسسات مختلفی در این زمینه در حال کار می‌باشند که از این بین می‌توان به پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی اشاره نمود که با محوریت

قرار دادن تولید نانوپودرها گام بلندی را در این زمینه برداشته است. مانند تولید پودر دی‌اکسیدتیتانیم در ابعاد نانو جهت گندزدایی و نگهداری مواد غذایی و استفاده به‌عنوان فوتوکاتالیست و تصفیه آب و یا تولید نانوپودر طلا در مقیاس نانو جهت استفاده‌های بیولوژیک. از دیگر موسسات پیشگام در این زمینه می‌توان به مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، موسسه گیاه‌پزشکی کشور، موسسه تحقیقات خاک و آب، موسسه تحقیقات شیلات ایران، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع و پژوهشکده بیوتکنولوژی اشاره نمود.کاربردهای فناوری نانو در علوم کشاورزی و صنایع وابسته به آن گسترشی روزافزون دارد،که ادامهٔ این روند در آینده‌ای نه چندان دور تولید و توزیع مواد غذایی سالم، ارزان و با کیفیت را برای استفادهٔ همهٔ ملل دنیا محقق خواهد کرد.

جمع‌بندی و چشم‌انداز آینده فناوری نانو در کشاورزی:

علم نانو تکنولوژی افق جدیدی را برای استفاده هر چه بیش‌تر و بهتر بشر از موهبت‌های الهی فراهم کرده است. از این فناوری نه تنها از مواد موجود می‌توان بهره مناسب‌تری برد و در مقدار مصرف مواد و انرژی صرفه‌جویی کرد، بلکه استفاده‌های نوینی از طبیعت را برای بشر فراهم خواهد کرد.

از جمله کاربردهای نانو که در آینده ممکن است تحولات شگرفی در کشاورزی ایجاد کند، تأمین آب کشاورزی است. به‌عنوان مثال استفاده از نانو لوله‌ها برای تصفیه آب از آلاینده‌ها، شیرین‌سازی آب‌های شور و تأمین آب از رطوبت موجود در هوا از جمله مواردی است که جنبه تحقیقاتی آن شروع شده و امید است در آینده‌ای نزدیک به مرحله کاربرد برسد.

محصولات کشاورزی تراریخته

گیاهان همواره در معرض خطر حمله آفات و بیماری‌ها قرار دارند و یکی از بزرگ‌ترین مشکلات را برای کشاورزی، حشرات ایجاد می‌کنند. برای کاهش خسارت ناشی از حشرات، باغ‌ها و مزرعه‌ها باید به‌صورت دائم سم‌پاشی شوند. بسیاری از این آفت‌کش‌ها غیراختصاصی عمل می‌کنند، یعنی علاوه‌بر حشره آفت، طیف وسیعی از حشرات دیگر را هم از بین می‌برند. علاوه‌بر این سموم مشکلات زیادی برای سلامتی انسان ایجاد می‌کنند.

بنابراین حشره‌کش ایده‌آل باید بتواند فقط بر حشره هدف اثر داشته باشد و نه سایر گونه‌های حشرات و حیوانات و هم‌چنین باید قابل تجزیه شدن در محیط باشد، تا بعد از برداشت محصول اثری از آن باقی نماند و در تمام قسمت‌های گیاه (ریشه، ساقه و برگ) موجود باشد، تا تمام این قسمت‌ها را مصون سازد.

نوعی باکتری خاکی وجود دارد که برای محافظت از خود در برابر حشراتی که از آن تغذیه می‌کند مکانیسم دفاعی اختصاصی دارد. این گونه باکتری نوعی پروتئین سمی در برابر حشرات تولید می‌کند که برای حشرات از حشره‌کش‌های ارگانوفسفره ۸۰ هزار بار سمی‌تر است.

تلاش‌هایی برای تولید آفت‌کش با کمک این باکتری‌ها انجام شد که موفقیت اقتصادی چندانی نداشت. راهکار دیگر وارد کردن ژن تولیدکننده این سم به درون سلول‌های گیاه است. نخستین بار در سال ۱۹۹۳ تلاش‌هایی در این راستا انجام شد. گیاهان تراریخته ذرت که توانایی تولید سم ضدحشره را در سلول‌های خود داشتند و گیاهان نرمال (بدون دستکاری ژنتیکی) را به‌صورت مصنوعی با لارو حشره آفت آلوده کردند، پس از گذشت شش هفته، تونل‌های حفاری شده توسط لارو حشره در گیاهان نرمال در حدود ۴۰ سانتی‌متر و در ذرت‌های تراریخته شش سانتی‌متر بود.

فرآیند انتقال ژن سبب ایجاد صفتی در گیاهان مورد آزمایش شده بود که به آنها در برابر حشرات آفت ایمنی می‌داد. مثال دیگر در این زمینه، گوجه فرنگی‌های تراریخته‌ای است که به‌واسطه تغییرات ژنتیکی و تغییر

ناشی از این دستکاری در آنزیمی که در فرآیند رسیدن میوه مؤثر است، دیرتر می‌رسند. این نوع گوجه‌فرنگی‌ها یکی از نخستین محصولات غذایی مهندسی شده‌ای بودند که اجازه فروش عمومی یافتند.

پس از لحاظ تکنیکی، دستکاری ژنتیکی می‌تواند گیاهانی تولید کند که به آفات و علف‌های هرز مقاوم‌تر باشند، عملکرد بیشتری داشته باشند، نسبت به انواع تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری مقاومت نشان دهند و کیفیت (مثلاً ویتامین‌ها و عناصر معدنی) بالاتری داشته باشند.

در سال ۲۰۱۴ مطالعه جامعی در مورد اثرات اقتصادی و کشاورزی محصولات تراریخته با توجه به تمام یافته‌های پژوهشی بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۴ انجام گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که محصولات زراعی مقاوم به آفت‌کش، هزینه تولید پایین‌تری دارند و گیاهان مقاوم به حشرات به‌علت گران‌تر بودن قیمت بذر، هزینه تولیدی تقریباً برابر با محصولات نرمال دارند. عملکرد دسته نخست در حدود ۹ درصد و در مورد دسته مقاوم به حشرات ۲۵ درصد افزایش نشان می‌دهد. محصولات کشاورزی تراریخته امکان کشاورزی ارگانیک را هم فراهم می‌کنند، چون پایه کشت ارگانیک عدم استفاده از کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی است و اگر محصولی خود مقاوم به حشره آفت باشد یا قدرت رشد بیشتر و در نتیجه رقابت قوی‌تری با علف هرز غالب مزرعه داشته باشد، نیاز به استفاده انواع سموم به خودی خود برطرف می‌شود. به‌هرحال علاوه بر تمام این جنبه‌های مثبت دستکاری ژنتیکی، نگرانی‌هایی هم در این مورد وجود دارد. از جمله آنها خطرات احتمالی فرار ژن‌ها از آزمایشگاه یا از پیکر گیاه و انتقال اتفاقی آنها به حشرات یا علف‌های هرز و ایجاد مقاومت در آنها یا مقاوم شدن باکتری‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها، اثرات احتمالی بر سلامت آدمی و هم‌چنین بحث‌های اخلاقی و غیره است.

گیاه تراریخته به گیاهی گفته می‌شود که ساختار ژنتیکی آن از طریق مهندسی ژنتیک تغییر یافته باشد. این تغییر معمولاً جهت بهبود مقاومت گیاه به برخی آفات یا بیماری‌های گیاهی و برای بهبود عملکرد گیاه و بهره‌وری کشاورزی صورت می‌گیرد.

غالباً هدف از مهندسی ژنتیک در گیاهان انتقال یک یا چند ژن به گیاه می‌باشد که در صورت موفقیت یک ویژگی جدید به گیاه می‌بخشد. این ویژگی جدید معمولاً در گیاهان هم‌خانواده یافت نمی‌شود. به‌همین دلیل انتقال ژن یا ژن‌های عامل این ویژگی، که گاهی در گیاهان غیر هم‌خانواده یا حتی موجود زندهٔ دیگر مانند یک گونه باکتری موجود می‌باشد، از طریق روش‌های متداول اصلاح نباتات محقق نخواهد شد. نمونه‌های استفاده از گیاهان تراریخته با صفتی چون مقاومت به یک آفت، بیماری یا خشکی را می‌توان در کشاورزی مدرن یافت. گیاهان تراریخته در صنعت داروسازی جهت تولید صنعتی برخی ترکیبات با کاربرد پزشکی نیز استفاده می‌شوند.

علی‌رغم فواید بسیار و به تبع آن علاقه‌مندان زیاد در بین محققین و کشاورزان، استفاده از گیاهان تراریخته منتقدینی دارد. این انتقادات براساس ملاحظات اکولوژیکی و اقتصادی می‌باشد، چرا که موجودات تراریخته غالباً به درخواست ابداع‌کنندگان آنها تحت قوانین مالکیت معنوی محافظت می‌شوند. این منتقدین هم‌چنین به بحث سلامت مواد غذایی تولید شده با گیاهان تراریخته می‌پردازند.

در ایران اولین محصول کشاورزی تراریخته رقمی از برنج است که در برابر کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* مقاوم است. اگرچه تراریزش برنج چند سالی است که در ایران آغاز شده است، ولی به‌دلیل سرسخت بودن برنج به تراریزش که خود از دشوار بودن کشت بافت آن ناشی می‌شود، این رویکرد متوقف شده است و به بسیاری از ارقام برنج بومی ایرانی تعمیم نیافته است. در قیاس با کشورهایی چون هند، چین و ژاپن، تاکنون تلاش‌های اندکی به‌منظور کشت بافت برخی از ارقام برنج بومی ایرانی صورت پذیرفته است، که این مهم مستلزم تلاش بیشتر محققین در

این زمینه می‌باشد.
منتقدان محصولات تراریخته معتقدند فعلاً در مورد تولید انبوه محصولات کشاورزی تراریخته صبر و تأمل شود، چرا که در آینده ممکن است دانش آن پیشرفت کند و زوایای پنهان این علم و تکنولوژی آشکار شود. محصولات تراریخته یا جانداران دستکاری‌شده ژنتیکی حاصل دستکاری ژنتیکی موجودات زنده اعم از گیاه و دام است. هدف از این دستکاری پاسخ به سیل مصرف حاصل از سبک زندگی سرمایه‌داری با طمع سودآوری بیش‌تر به‌دنبال تولید حداکثری با بهترین سر و شکل ظاهری فراورده است. از آنجا که علم بشر در حوزه مهندسی ژنتیک محدود است و از توانایی تاثیرگذاری و مدیریت همه خصوصیات فراورده نهایی برخوردار نیست و دقیقاً نمی‌داند حاصل پیوند ژنتیکی مثلاً ماهی و گوجه‌فرنگی یا ویروس و ذرت چه خواهد شد و لذا عاقبت مصرف‌کننده چنین فراورده‌ای اعم از دام یا انسان به بیماری‌های نامعلوم ختم می‌شود.

مضرات محصولات تراریخته:

□ **واکنش آلرژیک**: دستکاری ژنتیکی باعث ایجاد پروتئین‌هایی در گیاه یا جانور جدید می‌شود که ممکن است برای بدن انسان به‌عنوان عامل بیگانه شناسایی شده و منجر به ایجاد واکنش آلرژیک شود.

□ **نامناسب برای محیط زیست:** بقایای این جانداران برای محیط زیست نامناسب است و تا مدت‌ها به‌صورت مخفی در طبیعت باقی می‌ماند.

□ **کاهش تنوع زیستی:** تغییرات ژنتیکی باعث آسیب به برخی ارگانیسم‌ها (مانند آفات و حشرات) در اکوسیستم می‌شود و از تنوع زیستی آنها می‌کاهد.

□ **کاهش کارایی آنتی‌بیوتیک‌ها:** به‌دلیل تغییرات ژنتیکی، این محصولات به ویروس‌ها و باکتری‌ها مقاوم می‌شوند؛ خاصیت آنتی‌بیوتیکی خود را در بدن اعمال می‌کنند و از کارایی آنتی‌بیوتیک‌های دارویی می‌کاهند.

□ **طعم غیر متداول:** به‌دلیل تغییر در ساختار این محصولات، طعم متفاوتی خواهند داشت.

□ **نامناسب از جهت تغذیه‌ای برای انسان‌ها**: این محصولات باعث ایجاد بیماری‌های جدید در انسان می‌شوند و در بسیاری از گونه‌های حیوانات مانند موش‌ها و پروانه‌ها باعث مرگ شده‌اند.

□ **سلاح بیولوژیک:** بسیاری از کشورها از این محصولات به‌عنوان سلاح بیولوژیک علیه دشمنان خود استفاده می‌کنند.

فواید محصولات تراریخته:

□ **تولید محصولات قوی‌تر:** محصولات تراریخته در برابر بیماری‌ها مقاوم هستند.

□ **محافظت محیط در برابر سموم:** به‌دلیل این‌که محصولات تراریخته نیاز کم‌تری به سم دارند، بنابراین باعث محافظت محیط در برابر سم‌پاشی و آفت‌کش‌ها می‌شوند.

□**ماندگاری بیش‌تر محصولات**: با تغییر در ساختار ژنی این محصولات، بدون نیاز به ماده اضافه‌ای، محصولات مدت زمان بیش‌تری با کیفیت باقی می‌مانند.

□ **جنگل‌زدایی کمتر**: با افزایش جمعیت دنیا، نیاز به تخریب جنگل‌ها بیشتر می‌شود، اما اگر غذای کافی برای این جمعیت فراهم شود نیازی به جنگل‌زدایی نیست.

□ **کاهش گرم شدن زمین:** در صورت دستکاری ژنتیکی، گیاهان می‌توانند دی‌اکسیدکربن بیش‌تری مصرف کرده و اکسیژن بیش‌تری را به اتمسفر برسانند که پدیده گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد و باعث کاهش گرم شدن زمین می‌شود.

□ **کاهش قیمت غذا:** اگر تولید محصولات زیاد شود، قیمت آنها کاهش می‌یابد.

□ **تولید محصولات جدید:** با دستکاری ژنتیکی محصولاتی به دست می‌آید که می‌توانند در هر محیطی رشد کنند. مثلاً تولید گوجه‌فرنگی در زمین نمکی.

□ **مقاومت در برابر حشرات:** این محصولات به‌دلیل مقاومت در برابر حشرات نیاز کمتری به حشره‌کش‌ها دارند.

کاربرد انرژی هسته‌ای در کشاورزی:

فناوری هسته‌ای این امکان را فراهم می‌کند که کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی را افزایش داده و از بروز برخی مخاطرات، از جمله آفت‌زدگی و ایرادات ژنتیکی تا حدی جلوگیری کرده و مانع از آسیب به محیط زیست شد.

کاربرد دانش هسته‌ای در بخش کشاورزی و منابع طبیعی به سال ۱۹۴۶ باز می‌گردد. در این سال سازمان خواروبار و کشاورزی (FAO) ملل‌متحد با آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) پیمانی را با هدف افزایش تولید محصولات کشاورزی منعقد کرد. سابقه کاربرد دانش هسته‌ای در تحقیقات کشاورزی در کشورهای پیشرفته به بیش از نیم‌قرن و در کشورهایی هم‌چون هند و پاکستان به ۳۰ سال پیش برمی‌گردد.

در واقع با بهره‌گیری از فناوری هسته‌ای این امکان فراهم می‌شود که بتوانیم هم کیفیت محصولات تولیدی و هم میزان محصول را افزایش بدهیم، افزون بر این، بروز برخی مخاطرات در این عرصه از جمله آفت‌زدگی و ایرادات ژنتیکی نیز با استفاده از این فناوری به حداقل می‌رسد و هم‌چنین می‌توان مانع از آسیب به محیط زیست شد. به‌عنوان نمونه در بخش کوددهی به گیاهان و محصولات کشاورزی می‌توان با نشان‌دارکردن یک کود به چگونگی جذب آن پی برد، هم‌چنین ایجاد موتاسیون در ژن‌های گیاهان و ایجاد جهش‌های مفیدی که می‌تواند منجر به تولید محصولات مقاوم در برابر سرمازدگی، آفت‌زدگی، کم‌آبی و ... شود، از جمله دیگر کاربردهای انرژی هسته‌ای در عرصه کشاورزی است. افزون بر این، کنترل حشرات و آفات با پرتوهای هسته‌ای، جلوگیری از جوانه زدن برخی محصولات مانند پیاز و سیب‌زمینی با استفاده از اشعه گاما، افزایش طول عمر محصولات کشاورزی و امکان انبارکردن طولانی مدت محصولاتی مانند انواع میوه و ... نیز از دیگر مزایای قابل ذکر در این عرصه است.

کاربردهای انرژی هسته‌ای در کشاورزی

در کشور ما نیز دانشمندان و کارشناسان جوان با درک ضرورت پیشرفت در علوم، تحقیقات در بخش کشاورزی هسته‌ای را با جدیت دنبال می‌کنند، به‌خصوص در مورد محصولات گندم، جو، خرما، پنبه و سویا تحقیقات مفیدی انجام شده است

اما به‌طور کلی تشعشعات هسته‌ای کاربردهای زیادی در کشاورزی دارند که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- جهش هسته‌ای ژن‌ها در کشاورزی (طرح بازدهی وجهش گیاهانی چون گندم،برنج و پنبه)
- کنترل و از بین بردن حشرات با استفاده از تکنیک‌های خاص هسته‌ای
- به تاخیر انداختن زمان رسیدن محصولات و انبار کردن میوه‌ها
- جلوگیری از جوانه‌زدن سیب‌زمینی با استفاده از اشعه گاما
- و... .

به‌طور کلی با استفاده از فناوری هسته‌ای در بخش کشاورزی پروسه‌های مختلفی در کشورمان و دنیا صورت

گرفته است که در اینجا به چند نمونه از کاربردهای فناوری هسته‌ای در کشاورزی اشاره می‌کنیم:

۱ـ تولید بذرهای مقاوم به شوری و سرما:

یکی دیگر از مهم‌ترین مزیت‌های استفاده از انرژی هسته‌ای در کشاورزی تولید بذرهای مقاوم در برابر شوری، تولید بذرهای مقاوم در برابر سرما و تولید بذرهایی مناسب برای مناطق خشک است. با استفاده ازتکنیک‌های جهش ژنتیکی است،تنوع زیای در جمعیت گیاهی ایجاد شده و از بین آنها صفت مورد نظر مثلاً مقاومت به شوری یا مقاومت به سرما را بر اثر پرتو، تابی پیدا می‌کنیم، آنها را پرورش می‌دهیم و بهبود می‌بخشیم تا آن صفت در آن گیاه تثبیت شود.

با پرتودهی بذرها می‌توان آنها را در برابر آب و خاک شور و مناطق سرد مقاوم کرد و از این طریق در مناطق کویری هم می‌توان گیاهان مقاوم را کاشت و بارور کرد. در این روش با استفاده از پرتودهی گاما ویژگی مقاومت به شوری یا سرما در گیاهان ایجاد می‌شود.

۲ـ تولید میوه‌های بدون هسته:

در این روش به‌عنوان نمونه با استفاده از روش پرتوتابی گاما به بذر مرکبات یا میوه‌های هسته‌دار، می‌توان با اصلاح ژنتیکی میوه‌های با هسته کوچک یا بی‌هسته تولید کرد که علاوه بر خوش خوراک بودن می‌تواند در جذب بازارهای بین‌المللی و ارتقای کیفیت محصول مرکبات و میوه‌های هسته‌دار موثر باشد. بدین جهت مراکز تحقیقاتی جهاد کشاورزی بیش‌ترین تعامل را با مرکز هسته‌ای دارد و پروژه‌های مشترکی را به اجرا می‌گذارد؛ از جمله با همکاری مرکز تحقیقات مرکبات کشور در تنکابن پرتقال و نارنگی کم هسته تولید شد که محصولی بازارپسند است.

۳ـ افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی:

بااستفاده از پرتودهی گاما و افزایش عمر ماندگاری محصولات باغی به‌ویژه مرکبات می‌توان ضایعات میوه را کاهش داد و زمان بیش‌تری برای بازاریابی و صادرات این محصولات به بازارهای بین‌المللی برای تولیدکنندگان و صادرکنندگان فراهم کرد. حفظ طعم و تازگی میوه‌ها به‌ویژه مرکبات نیز از دیگر مزایای کاربرد انرژی هسته‌ای در کشاورزی است. جوانه‌زدن محصولات کشاورزی در هر سال خسارات زیادی به کشاورزان وارد می‌کند. به تاخیر انداختن جوانه‌زدن سیب‌زمینی و پیاز در انبارها و حفظ کیفیت این محصولات نیز از جمله طرح‌های تحقیقاتی است که کارشناسان بخش کشاورزی سازمان انرژی اتمی در دست مطالعه و اجرا دارند.

در این راستا پوسیدگی و از بین رفتن محصولات از جمله پیاز، سیر و سیب‌زمینی نیز در انبارها را در هر سال شاهدیم، اما با پرتوتابی فعالیت جوانه‌ها متوقف و مدت نگهداری در انبار بالا می‌رود که هم جلو خسارت‌ها را می‌گیرد و هم برای صادرات مناسب است.

۴ـ کاربرد انرژی هسته‌ای در مبارزه با آفات محصولات کشاورزی:

امروزه در جهان به بهداشت محصولات غذایی اهمیت زیادی داده می‌شود. برای افزایش سلامت محصولات کشاورزی و کاهش مصرف سم و کود شیمیایی می‌توان از فناوری پرتودهی هسته‌ای برای آفت‌زدایی از محصولات بهره برد. استفاده از پرتودهی گاما در آفت‌زدایی از محصولات هیچ آسیبی به محصول نمی‌رساند، حال آن‌که استفاده از مواد شیمیایی و سموم در مبارزه با آفات و علاوه بر کاهش سلامت محصول سبب آلودگی محیط زیست و منابع آب و خاک می‌شود. به‌عنوان مثال در یکی از این روش‌ها با استفاده از انرژی هسته‌ای و پرتوتابی گاما، آفات را عقیم می‌کنند و با رهاسازی آفات و حشره‌های عقیم به مرور جمعیت آفات کاهش می‌یابد. این روش هم اکنون برای کنترل آفت کرم گلوگاه انار و بیماری میکروبی خرما که سبب ترشیدگی و شکرک این محصول می‌شود در سازمان انرژی اتمی در حال اجراست.

۵ـ تولید گونه‌های پرمحصول و حفظ ذخایر ژنتیکی:

تولید گونه‌هایی از محصولات غذایی با حاصل‌خیزی بیش‌تر به‌منظور افزایش عملکرد محصول در واحد سطح و استفاده بهینه از منابع آب و خاک یکی از مهم‌ترین کاربردهای انرژی هسته‌ای است. در اینجا به جای این‌که سطح زیر کشت را افزایش دهیم می‌توانیم با استفاده از پرتودهی گاما گیاهان کم محصول را به گیاهان پرمحصول تبدیل کنیم. با استفاده از این روش میزان برداشت محصول گندم از ۱/۵ تن در هر هکتار به ۷ تن در هر هکتار افزایش یافته است. و یا با استفاده از فناوری هسته‌ای برای جلوگیری از افتادگی ساقه ذرت و گندم در اردبیل استفاده شده است و بدین ترتیب ساقه این گیاهان در منطقه اردبیل کوتاه‌تر و ضخیم‌تر شده و به این ترتیب ضایعات محصول کاهش و تولید محصول در هر هکتار افزایش یافته است. افزون بر این با استفاده از انرژی هسته‌ای می‌توان با اصلاح و بهبود ارقام بومی این‌گونه‌ها را که میراث طبیعی یک کشور است حفظ و از اختلاط آنها با ارقام غیربومی و نابودی گونه‌های بومی جلوگیری کرد. انرژی هسته‌ای خدمات برجسته‌ای در زمینه‌های مختلف دارد که مهم‌ترین خدمت آن را می‌توان در بخش کشاورزی در نظر گرفت؛ افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به غذا، آب و حتی صادرات محصولات غذایی محتاج علمی است که بتواند به این نیازها پاسخ دهد. امروزه استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای در بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال توسعه متداول است و ایران نیز مانند خیلی از کشورهای در حال توسعه، تحقیقات هسته‌ای خود را دنبال می‌کند.

۶ـ از بین بردن آفات و بیماری‌ها با انرژی هسته‌ای

از دیگر کاربردهای فناوری هسته‌ای، استفاده از آن در آفت‌زدایی و بالا بردن زمان نگهداری محصول است. همان‌طور که می‌دانیم کشاورزان برای از بین بردن آفات مزرعه اولین اقدامی که انجام می‌دهند استفاده از سموم شیمیایی و آفت‌کش‌های صنعتی است که اثرات نامطلوبی بر محیط زیست و محصولات تولید شده دارد، لیکن به کمک فناوری هسته‌ای و پرتوتابی در حد مناسب می‌توان آفات را از بین برد و محصول ارگانیک و عاری از هر گونه آلودگی تولید نمود. این در حالی است که امروزه در دنیا به بهداشت محصولات غذایی اهمیت فوق‌العاده زیادی می‌دهند. دست‌یابی به فناوری پرتودهی هسته‌ای و استفاده از آن در آفت‌زدایی و بالا بردن زمان نگهداری محصول بدون این‌که آسیبی به محصول برسد در بهبود اقتصاد کشور نقش مهمی‌دارد. در سال‌های گذشته از برخی مواد شیمیایی و سموم تدخینی یا گازی برای ضدعفونی کردن محصولات کشاورزی و موادغذایی صادراتی استفاده می‌شد که هم عوارض بر محصول و

مصرف‌کننده داشت و هم برای محیط زیست مناسب نبود. اکنون ما می‌توانیم از تکنیک پرتوتابی با یک «دز» مشخص و مناسب تخم «لارو» یا حشره‌ای در توده بذر یا مواد غذایی را از بین ببریم و محصول عاری از هرگونه آلودگی را به روش غیرشیمیایی روانه بازار کنیم این روش اکنون جایگاه خودش را در صنایع غذایی دنیا باز کرده است. این در حالی است که هر سال حدود ۷۰۰ هزار تن خرمای کشور به‌دلیل فراهم نبودن شرایط نگهداری آسیب جدی می‌بینند. هم‌چنین می‌توان به خسارت‌های زیادی که هر ساله آفت کرم گلوگاه انار به باغ‌داران وارد می‌کند اشاره کرد. کرم گلوگاه انار از طریق تاج وارد انار شده، تخم‌گذاری می‌کند و «لارو» آن در داخل انار به وسیله سم‌پاشی از بین نمی‌رود. در بخش کنترل آفات مرکز تحقیقات کشاورزی وابسته به سازمان انرژی اتمی، از طریق تکنیک عقیم‌سازی حشرات که در آژانس انرژی اتمی «SIT» شناخته می‌شود، حشره پرورش و تکثیر می‌شود و تخم‌گذاری می‌کند و بعد با پرتوتابی به تخم یا شفیره حشره بدون آن‌که در رفتار فیزیولوژی آنها تغییری حاصل شود، آنها عقیم و سپس در طبیعت رها می‌شوند و با حشرات دیگر جفت‌گیری می‌کنند، اما نسلی نخواهند داشت، بدین ترتیب بعد از چند سال این آفت کنترل خواهد شد. این نوع مبارزه با آفت از نظر کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست بسیار مورد توجه می‌باشد.

در پژوهش‌های کشاورزی، با پرتودهی نوعی مگس آفت نر، را عقیم می‌کنند.

۷ـ اصلاح ژنتیک:

اصلاح نباتات از جمله موضوعاتی است که همواره مورد توجه کارشناسان علوم کشاورزی بوده است. تنوع گیاهان ابزار اولیه مورد نیاز اصلاح نباتات است و برای این‌که بخواهیم از نظر عملکرد، مطلوبیت و خصوصیات کیفی انتخاب کنیم، از بین این تنوع، بهترین‌ها را انتخاب و به‌عنوان بذر یا گیاه منتخب برای کشت مورد استفاده قرار می‌دهیم، اما گاهی این تنوع برای یک صنعت مورد نظر در گیاهان وجود ندارد که آن‌وقت تنها راه ممکن برای دست‌یابی به تنوع جدید و بالا بردن ذخیره ژنتیکی استفاده از انرژی هسته‌ای است. طی کردن مسیرهای اصلاح نباتات با هدف داشتن گیاه با عملکرد بالا، گیاهان مقاوم به بیماری و آفت و مقاوم به تنش‌های محیطی مثل خشکی، شوری و سردی از طریق پرتودهی و اعمال تیمارها به‌وسیله فرآیندهای انرژی هسته‌ای انجام می‌شود.

برتری انرژی هسته‌ای در ایجاد تغیرات ژنیتیکی نسبت به روش‌های قبل در بررسی محصولات تراریخته مشخص می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم در محصولات تراریخته «ترانس ژنیک» ژن موجودی به موجود دیگر انتقال می‌یابد که ماهیتاً متعلق به خود او نیست لذا باتوجه به اینکه آن ژن در ساختار طبیعی آن نبود ممکن است برای متابولیسم بدن افراد سازگار نباشد و عوارض منفی در پی داشته باشد. برای مثال در برنج تراریخته وقتی کرم ساقه‌خوار برنج از ساقه برنج تغذیه می‌کرد از بین می‌رفت، هرچند معتقد بودند که این مواد در اندام رویشی گیاه باقی می‌ماند و به اندام زایشی یا دانه‌ها منتقل نمی‌شود.اما در موتاسیون به روش استفاده از تکنیک‌های هسته‌ای از بیرون چیزی به گیاه اضافه نمی‌شود و با پرتوتاب فقط ساختار ژنتیکی دست‌خوش یک‌سری تغییرات می‌شود.

جو به روش استفاده از مواد جهش‌زا اصلاح گردیده و متحمل نسبت به سرما و افزایش عملکرد نسبت به مواد مشابه در مناطق سرد می‌باشد. هم‌چنین پنبه از طریق

موتاسیون، مقاومت آن نسبت به بیماری‌های قارچی ورتیسیلوز افزایش یافته و خواص کیفی آن به‌عنوان محصول صنعتی بهبود یافته است.
بذر نهال گیاهان شورپسند برای مناطق کویری که دارای آب و خاک شور هستند نیز از طریق اصلاح ژنتیک به‌روش تکنیک هسته‌ای تولید شده است که استفاده از این گیاهان باعث جلوگیری از افزایش بیابانی شدن اراضی و هم‌چنین جلوگیری از فرسایش خاک در مناطق ایران می‌شود.

۸ـ تقویت صفات زودرس و دیررس

با توجه به این‌که هر صفتی در گیاهان در کنترل یک ژن می‌باشد، هرکدام از صفت‌های ارتفاع، رنگ، تعداد گل، زودرسی، دیررسی در کنترل یک ژن قرار دارند که می‌توان در بخش کشاورزی هسته‌ای هرکدام از این صفات را پرورش داد. تحقیقات انجام شده در این زمینه برروی زودرسی گندم و برنج و دیررسی نارنگی انجام شده که هرکدام فواید خاص خودش را دارد. مثلاً دیررسی مرکبات باعث تداوم بازار و تثبیت قیمت و وجود این میوه در زمان بیش‌تری از سال می‌شود که از نظر اقتصادی، هم برای باغ‌دار و هم مصرف‌کننده مقرون به‌صرفه است. هم‌چنین تحقیقاتی نیز بر روی پیازهای زعفران به‌منظور بالا بردن کیفیت و افزایش گل در حال انجام است. با تکنیک هسته‌ای می‌توان بذر را پرمحصول کرد که این امر در کشور خودمان اتفاق افتاده و با استفاده از همین تکنیک به جای برداشت ۳۰ تن گوجه‌فرنگی از یک هکتار، ۵۰ تن تولید کردیم و این درحالی است که مصرف آب و مصرف کود هم به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرد.

۹ـ پرورش طیور:

عمل‌آوری مواد خوراکی از طریق پرتوتابی، فرآیندی است که در آن مواد خوراکی در بازه زمانی معین در معرض تابش پرتوهای پرانرژی و یون‌ساز با دز مشخص قرار می‌گیرند. پرتوهای گاما، الکترون و ایکس و هم‌چنین پرتوهای ماوراءبنفش، مادون قرمز و مایکروویو عمده پرتوهای مورد استفاده در عمل‌آوری مواد خوراکی دام و طیور هستند. در پژوهش‌های علوم دامی‌از این پرتوها برای افزایش کیفیت پروتئین، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و کاهش یا حذف آلودگی‌های میکروبی خوراک دام و طیور استفاده شده است.

افزایش سرعت تحقیقات:

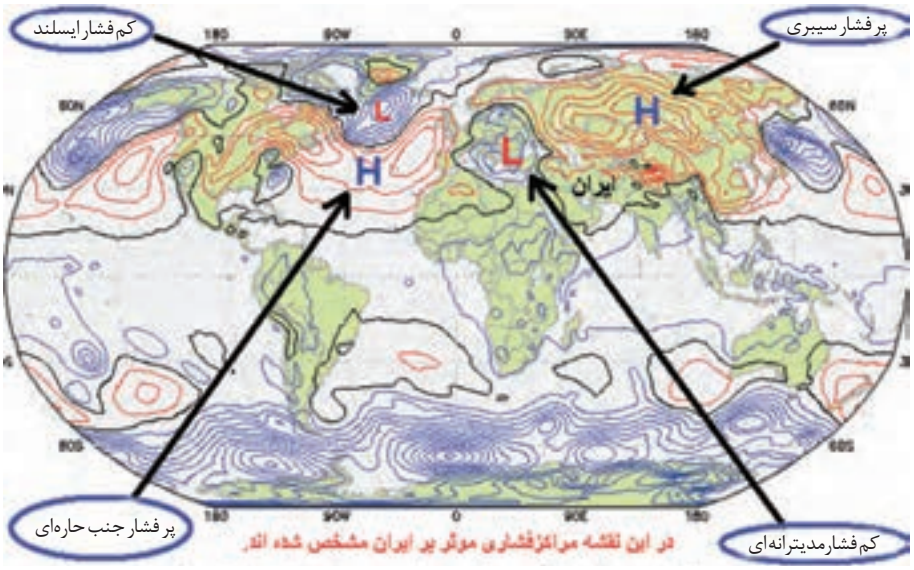
برخی تحقیقات کشاورزی برای رسیدن به نتیجه مطلوب زمان زیادی طلب می‌کند درحالی‌که با استفاده از فناوری هسته‌ای این زمان به نصف کاهش می‌یابد. برای بررسی یک بذر تا رسیدن به نتیجه مطلوب در تحقیقات معمولی اگر ده سال زمان نیاز باشد در تحقیقات هسته‌ای به ۵ سال کاهش می‌یابد. در روش معمولی برای تولید بذر اصلاح شده مثلاً گندم که مقاوم به خشکی یا شوری باشد به حداقل ۱۴ سال زمان نیاز است درحالی‌که با استفاده از فناوری هسته‌ای با پرتودهی گاما می‌توان در مدت ۵ تا ۶ سال بذر اصلاح شده گندم را تولید کرد.

جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
تحلیل فناوری‌های نوین و حسگرها	۱ـ تحلیل فناوری‌های حال و آینده کشاورزی ۲ـ تحلیل ابر جاذب‌ها	تحلیل فناوری‌های حال و آینده کشاورزی ـ خواص سوپر جاذب کشاورزی ـ نقش هیدروژل‌های ابر جاذب در کشاورزی ـ تولید محصولات نانویی ـ کاربرد انرژی هسته‌ای در کشاورزی	بالاتر از حد انتظار	تحلیل روزآوری فناوری‌های حال و آینده کشاورزی ـ خواص سوپر جاذب کشاورزی ـ نقش هیدروژل‌های ابر جاذب در کشاورزی	۳
			در حد انتظار	تحلیل فناوری‌های حال و آینده کشاورزی ـ خواص سوپر جاذب کشاورزی ـ نقش هیدروژل‌های ابر جاذب در کشاورزی	۲
			پایین‌تر از انتظار	تحلیل نادرست فناوری حال و آینده کشاورزی ـ خواص سوپر جاذب کشاورزی ـ نقش هیدروژل‌های ابر جاذب در کشاورزی	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۴

هواشناسی کشاورزی



واحد یادگیری ۶

هواشناسی و اقلیم

اقلیم کشاورزی، شاخص‌های اقلیم کشاورزی و نواحی اقلیم کشاورزی:

مقدمه: در سال ۱۹۷۸ سازمان خواروبار جهانی[۱] (FAO) به‌منظور بهینه‌سازی استفاده از زمین، آب و سایر منابع، مدلی را تحت عنوان[۲] (A.E.Z) سامانه منطقه‌ای کشاورزی-اکولوژیکی یا پهنه‌بندی اکولوژیکی-کشاورزی ارائه کرد. فائو پس از تحقیقات و آزمایش‌های فراوان در سال ۱۹۸۳ بهره‌گیری از این مدل را برای تمامی کشورها توصیه نمود. از آن به بعد چندین برنامه به‌منظور پشتیبانی از مطالعاتی که امکان ارائه پیش‌بینی و یا برآوردهایی در زمینه چگونگی توسعه کشاورزی در قرن ۲۱ را داشتند و یا اینکه چه مکان‌هایی پتانسیل لازم جهت امنیت غذایی در کشورهای در حال توسعه را دارا هستند به انجام رساند. این مدل شامل سه بخش اصلی به شرح زیر است:

۱ شناسایی ویژگی‌های محلی مرتبط با تولیدات کشاورزی نظیر اقلیم، منابع آب، خاک و شرایط فیزیکی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی[۳] (GIS) و پهنه‌بندی مناسب آنها.

۲ شناسایی نیازها و محدودیت‌های محصولات کشاورزی باتوجه به منابع فوق‌الذکر و هماهنگ کردن آنها با شرایط مدیریتی و شرایط فرضی تغییر اقلیم.

۳ ارائه ساختاری مناسب درراستای کاربری اراضی، نظیر تعیین ویژگی‌های حاصل‌خیزی زمین، توسعه منطقه با کشت آبی یا دیم، نیاز آیش، تخمین گنجایش جمعیتی و بهینه‌سازی کاربرد منابع زمین و آب.

پروژه اصلی پهنه‌بندی اکولوژیکی-کشاورزی فائو، آخرین تلاش در زمینه کاربرد آمایش سرزمین در یک مقیاس قاره‌ای بود. روش به‌کاررفته در این طرح در کمی‌نمودن پارامترهای اقلیم، خاک و سایر پارامترهای فیزیکی که در برآورد حاصل‌خیزی محصولات تعیین کننده هستند، بسیار مؤثر خواهد بود. نواحی اکولوژیکی- کشاورزی به نواحی گفته می‌شود که دارای خصوصیات اقلیمی، خاکی و ویژگی‌های طبیعی یکسان هستند. در حالی که مفهوم AEZ در اصل مفهومی‌ساده است. اما روش انجام آن توسط فائو در قالب رایانه، نرم افزار و سخت افزارهای رایانه‌ای طراحی شده است. اساس تحلیل‌ها که شامل ترکیب لایه‌های اطلاعات فضایی به‌منظور تعیین نواحی مستعد کشاورزی است، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) امکان‌پذیر می‌گردد. بیشترین تحقیقات پیشرفته AEZ از به‌هم پیوستن مجموعه‌ای از پایگاه‌های داده مرتبط با (GIS) و مدل‌های ویژه رایانه‌ای که قابلیت استفاده همزمان را در مدیریت منابع طبیعی و تخصیص کاربری اراضی دارد، شکل گرفته است. تعیین پتانسیل اقلیم مناسب برای رشد یک محصول، مقدمه و پیش‌نیاز آمایش سرزمین و مطالعات الگوی کشت منطقه‌ای نیز محسوب می‌گردد. گیاهان زراعی برای رشد و نمو و تکامل مراحل رشدی خود نیازمند

۱ـ Food and Agriculture Organization
۲ـ Agro - Ecological zones
۳ـ Geographic information systems

شرایط مناسب محیطی، هوا، آب و خاک می‌باشند. تنوع شرایط مطلوب گیاهان باعث گسترش انواع گونه‌ها در جهان گردیده است. طبقه بندی اقلیمی- کشاورزی (Bioclimatic) مدلی کاربردی است که مطالعات آن به امکانات وسیعی نیاز ندارد. در این روش ابتدا مناطق باتوجه به آمار بلند مدت پارامترهای جوی مؤثر بر رشد و نمو محصولات موردنظر، کمینه و بیشینهٔ دما، بارندگی و رطوبت نسبی طبقه‌بندی شده و آن‌گاه با درنظر گرفتن شرایط مورد نیاز محصول، نظیر آستانه‌های گرمایی، طول دوره رشد و نیاز آبی، پهنه‌های مساعد و مناسب کشت محصول خاص مشخص می‌گردد.

فوائد ناحیه‌بندی اقلیمی کشاورزی از دیدگاه هواشناسی کشاورزی

- عدم تمرکز فعالیت‌ها در سازمان مرکزی
- تعیین محصولات غالب در هر ناحیه
- ارائه آیین‌نامه‌های یکسان برای هر ناحیه
- گسترش شبکه خودکار هواشناسی کشاورزی بر اساس قانون «نخست کشاورز»
- برگزاری جلسات در هر ناحیه و بررسی راهکارهای کمک به کشاورز
- ایجاد مراکز تخصصی هواشناسی کشاورزی

قانون نخست: شناسایی ویژگی‌های محلی مرتبط با تولیدات کشاورزی نظیر اقلیم، منابع آب، خاک و شرایط فیزیکی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و پهنه‌بندی مناسب آنها.

ناحیه هواشناسی کشاورزی

اقلیم کشاورزی به‌عنوان مجموعه شرایط اقلیمی که امکان کاشت اقتصادی گونه‌های گیاهی را فراهم می‌سازد، تعریف می‌گردد و هدف از آن تعیین مقادیر شدت، مدت، فراوانی و لحظه وقوع شرایط و یا اثرات تدریجی شرایط اقلیمی بر روی موجودات زنده و خاک را بیان می‌کند. شاخص‌های اقلیم کشاورزی بیان کمی رابطه بین اقلیم و تولیدات کشاورزی است این مفهوم توسط متخصصین اقلیم کشاورزی که طبقه‌بندی‌های اقلیمی مرسوم را ارزیابی و آنها را به علت نارسایی‌های زیادی در حل مسائل علمی کشاورزی رد کردند، مطرح گردید. بر اساس این شاخص‌ها، نواحی اقلیم کشاورزی بر مبنای مناطق همگن زراعی تعیین می‌شوند و نواحی اقلیم کشاورزی و مسائل آن را روشن می‌سازد. هدف از ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی تعیین نواحی آگروکلیمائی و ارزیابی این نواحی بر مبنای مطلوبیت نسبی آنها جهت کاشت انواع مختلف محصولات کشاورزی است. این کار شامل جداسازی واحدهای آگروکلیمائی (کمربندها، مناطق، بخش‌ها و نواحی) است که منابع اقلیمی متفاوتی دارند. ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی در دو قالب ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی عام و خاص انجام می‌پذیرد. در ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی عام بدون درنظر گرفتن نیاز اقلیمی گیاه خاص، نسبت به شناسایی قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیم کشاورزی و پهنه‌بندی آنها در مقیاس قاره‌ای، کشوری و محلی اقدام می‌گردد. در ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی خاص، این پهنه‌بندی براساس نیاز اقلیمی هر یک

از گیاهان، نسبت به پهنه‌بندی قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیم کشاورزی آن گیاه اقدام می‌شود. شاخص‌های اقلیم کشاورزی اثر شرایط جوی را در مراحل مختلف رشد و نمو محصول منعکس می‌سازد. شاخص‌های آگروکلیمائی همچنین در ارزیابی منابع آگروکلیمائی در مقیاس‌های مختلف فضایی، در برنامه‌ریزی‌های کاشت محصول، میزان ریسک کاشت محصولات و تعیین فصول رویشی محصول سودمند است، بنابراین درک و فهم کاربردهای شاخص‌های مختلف آگروکلیمائی در تعیین ویژگی‌های مطلوبیت اقلیم کشاورزی برای فعالیت‌های کشاورزی بسیار ضروری است. ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی در برنامه‌ریزی‌های توسعه یکنواخت کشاورزی در سطح استان‌ها، طرح‌ریزی مناسب‌ترین الگوی زراعی، تولید تخصصی محصولات زراعی، تکنیک‌های مدیریت خاک و تعیین عملیات زراعی سودمند به متخصصان و فعالان بخش کشاورزی و باغداری کمک می‌نماید.
به‌ایستگاه‌ها و ادارات هواشناسی کشاورزی که در یک ناحیه اقلیمی قراردارند و بر روی محصولات مشترک مطالعه می‌نمایند ناحیه هواشناسی کشاورزی گفته می‌شود.

روش تعیین نواحی

برای تعیین نواحی هواشناسی کشاورزی از شاخص‌های دما، بارش، ارتفاع از سطح دریا، نوع محصول و نظرات کارشناسی بهره گرفته شده است. بر این اساس کشور ایران به شش ناحیه تقسیم می‌شود.

تصویر نواحی ۶ گانه

جهت این امر بر اساس پارامترهای بارش، دما و ارتفاع و با استفاده از روش‌های درون‌یابی اقدام به پهنه‌بندی این فاکتورها در ایران گردید. در نهایت با استفاده از شاخص‌های مذکور و نظریات محلی و کارشناسی ۶ ناحیه در ایران تفکیک گردید:
در بسیاری از کاربردها در مهندسی و علوم پایه تعدادی نقاط معلوم در دسترس است، مانند داده‌های به‌دست آمده از آزمایش یا نمونه‌برداری. در چنین مواردی سعی می‌شود تابعی یافت که حتی‌المقدور به داده‌ها نزدیک‌تر باشد. یکی از روش‌های یافتن چنین تابعی درون‌یابی می‌باشد که وجه مشخصه این روش آن است که تابع یافت شده از این روش از تمامی نقاط داده شده می‌گذرد.
ناحیه۱: استان‌های واقع در این ناحیه عبارت‌اند از: شمال استان فارس، کهگیلویه و بویر احمد، چهار محال و بختیاری، شرق خوزستان، غرب اصفهان، همدان، مرکز به سمت غرب استان مرکزی، مرکز به سمت شرق کرمانشاه، لرستان، کردستان، قزوین، قسمتی از زنجان، آذربایجان‌های شرقی و غربی و مرکز به سمت جنوب اردبیل. در این ناحیه اقلیمی ۱۲ مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی وجود داردکه همگی فعال می‌باشند.
ناحیه ۲: این ناحیه در کناره دریای خزر واقع بوده و بیشتر استان‌های گیلان، مازندران و گلستان را در بر می‌گیرد. در این ناحیه ۴ مرکز هواشناسی کشاورزی وجود دارد.
ناحیه ۳: این ناحیه در غرب کشور واقع بوده و بیشتر در شمال خوزستان، استان‌ایلام و غرب کرمانشاه پراکنده بوده و در این ناحیه ۲ مرکز هواشناسی کشاورزی وجود دارد.
ناحیه ۴: این ناحیه در حاشیه خلیج فارس واقع بوده و در مرکز به سمت جنوب خوزستان، استان بوشهر، قسمتی از غرب و جنوب فارس، کل استان هرمزگان و جنوب سیستان و بلوچستان را شامل می‌شود. در این ناحیه ۲ مرکز

هواشناسی کشاورزی وجود دارد.
ناحیه ۵: در این ناحیه که بیشتر در جنوب استان فارس، مرکز به سمت غرب کرمان و مرکز به سمت غرب استان یزد مرکز اصفهان قسمتی از استان مرکز، مرکز سمنان و قسمت‌های وسیعی از استان خراسان رضوی و شمال خراسان جنوبی پراکنده است ۸ مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی وجود دارد.
ناحیه ۶: این ناحیه بیشتر در شرق و جنوب کرمان، قسمت‌های وسیعی از سیستان و بلوچستان، جنوب خراسان جنوبی، شرق استان یزد، شرق اصفهان و جنوب استان سمنان مشاهده می‌گردد. در این ناحیه کویری از کشور ۱ مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی وجود دارد.

پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو

هدف از پهنه‌بندی اگروکلیمای ایران با روش یونسکو، ارائه تصویری گویا از نقش کلیدی اقلیم در تولیدات زراعی به دست‌اندرکاران بخش کشاورزی از جمله تولیدکنندگان، محققان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران است. نقشه‌های ترسیمی با استفاده از میانگین داده‌های دراز مدت (۹۸ـ ۱۹۷۳) بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، تشعشع و سرعت باد ایستگاه‌های هواشناسی اصلی داخلی و کشورهای هم‌جوار از منابع متعدد جمع‌آوری و به محیط GIS وارد شدند. تبخیر و تعرق مطلق (ETP) از داده‌های هواشناسی جمع‌آوری، محاسبه و به اطلاعات قبلی اضافه شد. با استفاده از نرم‌افزارهای محیط GIS و مدل رقومی ارتفاع (DEM) نقشه‌های انفرادی و تلفیقی (هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی) در یک مدل اقلیم ـ مکان تهیه شدند. نتایج نشان داد که بر مبنای سه معیار اصلی طبقه‌بندی یونسکو یعنی رژیم رطوبتی، تیپ زمستان و تابستان، ۲۸ پهنه اقلیمی در ایران قابل تشخیص می‌باشد که نشانگر تنوع قابل ملاحظه آب و هوایی ایران می‌باشد. از این تعداد ۶ ناحیه (منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان گرم، منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان خیلی گرم، منطقه خشک با زمستان معتدل و تابستان خیلی گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان خنک و تابستان گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان معتدل) بیش از ۹۰ درصد کشور را شامل می‌شود. این مطالعه نشان داد که استفاده از روش یونسکو برای تهیه نقشه‌های آب و هوایی کاربرد داشته و اطلاعات آن برای بهره‌برداران و تصمیم‌گیران قابل استفاده می‌باشد.
مطالعه اثرات تغییر اقلیم بر محصولات کشاورزی و شاخص‌های اقلیمی کشاورزی می‌تواند موجب بهبود و توسعه راهبردهای مدیریتی در ارتباط با نیازهای مهم کشاورزی در دهه‌های آینده و اتخاذ روش‌های سازگاری و کاهش اثرات سوء تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی گردد.

جدول اقلیم پنج‌گانه ایران و درختان قابل کشت در هر منطقه

ردیف	نوع اقلیم	درختان قابل کشت	مناطق و شهرستان‌های مربوط به اقلیم
۱	سردسیر شمالی و ارتفاعات بالای ۱۵۰۰ متر	سیب، گلابی، به، هلو، آلو، گوجه، گیلاس، آلبالو، زردآلو، گردو، بادام و فندوق (انگور نیز در این اقلیم به مقیاس زیاد کشت می‌شود)	الف) منطقه شمالی غربی: حومه تبریز، مرند، اردبیل، سراب، آذرشهر، زیرج‌رود، حومه مراغه، میاندوآب، مهاباد، ارومیه، سلماس، خوی، ماکو، اهر، مشکین‌شهر، مغان و قسمتی از اردبیل و سراب ب) منطقه شمال شرقی: درگز و اطراف مشهد، نیشابور، تربت حیدریه، شاهرود، شیروان، قوچان، بجنورد، اسفراین، درگز ج) منطقه شمال مرکزی: شامل قزوین، زنجان، ابهر، کرج، شهریار، دماوند، طالقان و شمیرانات د) منطقه غرب: شامل همدان، ملایر، تویسرکان، نهاوند و اطراف کرمانشاه، پاوه کرند، ایلام، خرم‌آباد، بروجرد، سنندج، بیجار، سقز، بانه و مریوان هـ) منطقه جنوب مرکزی: شامل اطراف اصفهان، گلپایگان، خوانسار، شهرضا، کاشان، نطنز، سمیرم، شهرکرد، کوهستانات یزد و) منطقه جنوب شرقی و فارس: شامل آباده، اقلید، ابرکوه، اردکان، لوانات کهگیلویه، بافت، جبال بارز ساردویه، راین، اطراف زاهدان و اطراف تفتان (خاش)
۲	نیمه‌سردسیری و خشک فلات مرکزی	انگور، انار، انجیر، پسته	اطراف قم، کاشان، گرمسار، ورامین، ساوه، یزد، رفسنجان، زرند، سیرجان، اطراف کرمان، سمنان، دامغان، تربت‌جام، مه‌ولات، اطراف سرخس، اصطهبانات، نیریز، فسا و اطراف شیراز
۳	نیمه گرمسیری ساحلی و جلگه‌های خاص داخلی	انواع مرکبات: لیمو، پرتقال، نارنگی، گریپ‌فروت، نارنج و دیگر انواع میوه‌جات نیمه گرمسیری از قبیل خرمالو (خرما در جنوب این اقلیم نیز وجود دارد)	الف) قسمت‌های ساحلی بحر خزر از آستارا تا گرگان شامل رشت، رودبار، رامسر، آمل، بابل، ساری، بهشهر و قسمتی از گرگان ب) جلگه خوزستان: شامل دزفول، شوش، اطراف اهواز و رامهرمز ج) قسمت‌های جنوبی فارس: شامل کازرون، قیر، کارزین، جهرم، داراب د) جلگه‌های جنوبی کرمان و بلوچستان شامل: جیرفت، حاجی‌آباد، ارزوئیه، سیاهو، ایرانشهر، پیک‌شهر، قصر قند
۴	گرمسیری و خشک	خرما	حوزه ساحلی خلیج فارس از ساحل اروندرود تا گواتر بلوچستان شامل خرمشهر، آبادان، بهبهان، شوشتر تا بوشهر، برازجان و جلگه‌های داخلی ساحل خلیج فارس و بحر عمان تا لنگه و بندرعباس
۵	گرمسیری مرطوب	خرما، موز، انبه، پاپایا، گوآوا و غیره	حوزه میناب، رودان، چابهار و تیس، جلگه دشتیاری و راسک و باهوکلات تا دره سرباز

کشاورزی در جهان و ایران

کشاورزی از مهم‌ترین فعالیت‌های اقتصادی انسان در سطح کره زمین است که با روی‌آوردن انسان به این فعالیت فصل جدیدی از زندگی در تاریخ بشری آغاز شد. (یک‌جانشینی و تمدن)
کشاورزی هم‌اکنون مهم‌ترین فعالیت اقتصادی در جهان است و یک سوم کل خشکی‌های روی زمین را در بر می‌گیرد؛ ۴۵ درصد جمعیت شاغل را به‌کار گرفته است.که این مقدار در کشورهای در حال توسعه بیشتر است و بیشترین سهم از درآمدملی را تشکیل می‌دهد.
طبق بر آوردهای به عمل آمده بیش از ۲۵۰ میلیون نفر در سراسر جهان به کار کشاورزی اشتغال دارند و گیاهان بسیار متنوعی (حداقل ۱۰۰۰ گونه) را با بهره‌گیری ازشیوه‌های متفاوت کشت وکار می‌نمایند.
کشاورزی تنها فعالیتی است که کمترین آسیب را به طبیعت وارد می‌سازد، اما از شرایط طبیعی به ویژه آب و هوا به شدت تأثیر می‌پذیرد.

عمده زمین‌های زراعی در ایران: ایران از نخستین کشورهایی در جهان است که کشاورزی و زراعت در آن آغاز گردیده‌است. در قرن اول پیش از میلاد ایرانی‌ها همه درختان میوه‌ای را که در یونان کشت می‌شده (به استثنای زیتون کشت می‌کرده‌اند). با هجوم اسکندر، کشاورزی ایران رو به زوال گذاشت و بسیاری از مزارع از بین رفت و این وضع تا زمان به حکومت رسیدن اردشیربابکان ادامه یافت. ساسانیان به بازسازی قنات‌ها و تشویق و گسترش کشاورزی، باغبانی و دامپروری پرداختند. پس از ساسانیان تا حمله مغول، کشاورزی ایران به تناوب دچار رکود (در زمان بنی‌امیه و پیشرفت در زمان بنی‌عباس و حکومت‌های محلی) گردید. دانشمندان این سرزمین در خلال مطالعه درباره ویژگی دارویی گیاهان به امور کاملاً فنی نیز می‌پرداختند و دستگاه‌هایی برای بهره‌برداری از آب تهیه دیدند که از آن جمله می‌توان حفر قنوات را نام برد. تقریباً یک سوم زمین‌های ایران قابلیت کشاورزی دارند؛ اما به دلیل نامناسب بودن توزیع آب در بیشتر نواحی، در اکثریت زمین‌های قابل کشت در ایران کشت و زراعت انجام نمی‌شود. فقط ۱۲ در صد از آن تحت عملیات کشاورزی می‌باشد (شامل باغات، تاکستان‌ها و زمین‌های قابل کشت) اما کمتر از یک سوم از زمین‌های قابل کشت تحت آبیاری بوده و مابقی تحت کشاورزی خشک می‌باشند. همچنین شمال و شمال‌غرب ایران دارای خاک حاصل‌خیز هستند.
با وجود اینکه ایران کشور وسیعی است، روی هم رفته خاک ایران برای کشاورزی در ابعاد بزرگ آن‌چنان مناسب نیست. و تنها کمتر از ۲۰۰ هزار کیلومتر مربع تحت عملیات کشاورزی می‌باشد. هنوز ۶۳ درصد زمین‌های با ظرفیت کشت و زرع دست‌نخورده هستند. در ایران از ۵۰ تا ۶۰ در صد ظرفیت و استعداد زمین‌هایی که تحت عملیات کشاورزی است (۱۸۵ هزار کیلومتر مربع) استفاده می‌گردد. در ایران هم زمین‌های نیاز به آبیاری و هم زمین‌های باران سیر وجود دارد. زمین‌های زیرکشت ایران در حدود شانزده میلیون هکتار برآورد می‌شود و از این زمین‌ها حدود نیمی‌از آن کشت آبی و نیمی‌دیگر به‌صورت دیم کشت می‌شود.
افزایش عملکرد تولیدات زراعی و باغی در واحد سطح، به‌کارگیری بذور مقاوم به خشکی و کم‌آبی، اجرای طرح الگوی کشت متناسب با وضعیت خاک و آب، توسعه باغ‌ها در اراضی شیب‌دار، توسعه کشت‌های متراکم و گلخانه‌ای و انتقال کشت سبزی و صیفی به گلخانه‌ها از جمله اولویت‌های وزارت جهاد کشاورزی بوده است. با تأمین به موقع و با کیفیت نهاده‌ها (کود، بذر، تسهیلات، مکانیزاسیون و...) در دو سال منتهی به سال ۹۳ تولیدات

زراعی از ۶۸ میلیون تن در سال ۹۲ با رشد ۸ درصدی به بیش از ۷۳ میلیون تن در سال ۹۳ افزایش یافته است. همچنین، تولیدات باغی نیز از ۱۵ میلیون و ۹۵۰ هزار تن با افزایش ۲ درصدی به ۱۶ میلیون و ۳۰۰ هزار تن رسیده است.در مجموع، تولیدات کشاورزی از ۹۶/۸ میلیون تن در سال ۱۳۹۲ با ۶/۶ درصد رشد به بیش از ۱۰۳ میلیون تن درسال ۱۳۹۳ رسیده است.

هواشناسی کشاورزی:

هواشناسی کشاورزی مهم‌ترین فراموش‌شده بخش کشاورزی است. خشکسالی در سال‌های اخیر تجاری زیادی را به مسئولان آموخت. شاید یکی از مهم‌ترین آنها این بود که اگر به مبحث هواشناسی کشاورزی بیش از این بها داده می‌شد و تنها به یک پیش‌بینی اشتباه بسنده نمی‌شد، اکنون بسیاری از تمهیدات برای گذراندن این دوره و تأمین مایحتاج به قیمت ارزان‌تر فراهم می‌شد. اما این اتفاق نیفتاد تا عملاً نه تنها برنامه‌های خودکفایی محصولات استراتژیک صورت نگیرد، بلکه درست با یک شوک بزرگ در تأمین موادغذایی جامعه مواجه شویم.

هواشناسی کشاورزی، شاخه‌ای از هواشناسی کاربردی است که بررسی و مطالعه اثرات مختلف عناصر آب و هوایی، هیدرولوژیکی و خاک را بر تولیدات کشاورزی اعم از زراعی، باغی، دامی، مرتع، جنگل و آبزیان مورد تحلیل قرار می‌دهد. هواشناسی کشاورزی، علمی میان رشته‌ای شامل علوم جوی و خاکی است که مرتبط با محیط شیمیایی و فیزیکی بوده و دربرگیرنده علوم گیاهی و جانوری (شامل بیماری شناسی، حشره شناسی، پارازیت شناسی و...) است که مرتبط با بیوسفر هستند.

موضوع عمده هواشناسی کشاورزی ارتباط بین محیط فیزیکی و پاسخ‌های بیولوژیکی تحت شرایط طبیعی است. دامنه مطالعات هواشناسی کشاورزی از اعماق خاک جایی که ریشه گیاهان جهت جذب آب و عناصر غذایی توسعه می‌یابند تا کیلومترها بالاتر از سطح زمین جایی که که گرده‌های گیاهی وجود دارد را در برمی‌گیرد. کاربردهای عملی علم هواشناسی کشاورزی، در حفاظت یا اجتناب از خطرات نامطلوب اقلیمی است.

امروزه اطلاعات مربوط به وضع رویش گیاهان، پیش‌بینی مقدار عملکرد، مقدار و دوره آبیاری، تهیه دستور العمل‌های مربوط به حفاظت گیاهان در مقابل پدیده‌های نامساعد جوی (یخ بندان‌های دیررس، بادهای شدید، خشک‌سالی، دماهای زیاد) در ارتباط با هواشناسی کشاورزی می‌باشد. تحقیق در مورد تعدیل مصنوعی آب وهوا (ایجاد کمربندهای حفاظتی، آبیاری، گلخانه‌ها) و همچنین شرایط میکروکلیمائی ایجادشده در پناهگاه‌ها و فضاهای سربسته توسط متخصصین هواشناسی کشاورزی صورت می‌گیرد.

جهت دست‌یابی به اهداف فوق‌الذکر سازمان هواشناسی کشور از سال‌ها قبل اقدام به تأسیس مراکز تحقیقاتی هواشناسی کشاورزی نموده که عمدتاً در مراکز تحقیقات کشاورزی کشور مستقر می‌باشند و اهم فعالیت‌های این نوع ایستگاه‌ها تحقیقاتی عبارت‌اند از:

۱ انجام دیدبانی‌های جوی

۲ انجام دیدبانی‌های رشد و نمو محصولات (فنولوژی و بیومتری)

۳ تعیین میزان رطوبت در اعماق مختلف خاک

۴ تعیین وضعیت سله، پوکی و عمق و شدت یخبندان خاک

۵ تهیه بولتن‌های ده روزه، ماهانه و فصلی محصولات تحت مطالعه

۶ تهیه بولتن‌های علمی و ترویجی محصولات مختلف

۷ انجام طرح‌ها و پروژه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی

۸ اندازه‌گیری بارش و دما در ایستگاه‌های خرد اقلیم
باتوجه به تغییر نیازهای کاربران این بخش این سازمان اقدام به تدوین برنامه پنج ساله هواشناسی کشاورزی نموده که این برنامه دارای ۳ محور اصلی به قرار زیر می‌باشد:

۱ اصلاح امور پایه هواشناسی کشاورزی
۲ ارتقای خدمات‌رسانی به کاربران
۳ تحقیقات و پژوهش‌های کاربردی هواشناسی کشاورزی در این برنامه علاوه بر اندازه‌گیری‌های زمینی، تکنیک‌های جدید و فناوری‌های نوین نیز جهت ارائه بهتر خدمات به کاربران گنجانده شده است. در این برنامه سازمان هواشناسی کشاورزی با تلفیق سطوح ماکرو (تصاویر ماهواره‌ای)، مزو (ایستگا ه‌های هواشناسی اصلی و تکمیلی) و میکرو (ایستگاه‌های هواشناسی کشاورزی) در جهت استفاده بهتر از اقلیم و افزایش عملکرد برنامه ۵ ساله دارد.

اهداف هواشناسی کشاورزی: میدان عمل این علم از لایه خاکی که در عمیق‌ترین ریشه‌های گیاهی قرار دارد تا لایه هوایی که در نزدیکی سطح زمین است و در آن محصولات زراعی و درختان میوه می‌رویند و حیوانات زندگی می‌کنند و دارای بالاترین اهمیت از نظر بیولوژی کشاورزی است، گسترش می‌یابد.

کاربرد هواشناسی کشاورزی:

۱ ایجاد رابطه با سایر علوم
۲ کسب اطلاعات دقیق از وضع جوی و آب و هوایی برای تولیدات کشاورزی
۳ لزوم تنظیم سیستم زراعی با عوامل محیطی هواشناسی کشاورزی و وضع خاک
۴ تعیین نیازهای آبیاری محصولات کشاورزی، تاریخ کشت آنها، کود دادن، کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی

وظیفه هواشناسی کشاورزی: وظیفه اصلی هواشناسی کشاورزی عبارت است از تقویت تولیدات کشاورزی و حیوانی به‌منظور تطبیق کلیه عملیات زراعی با ویژگی‌های شرایط جوی و در نتیجه استفاده از منابع اقلیمی به بهترین وجه.

اهمیت آمار وضع جوی آب و هوا در تعیین نیازهای آبیاری: تعداد دفعات آبیاری و میزان آنها بستگی به نیازهای اکولوژیکی و فیزیولوژیکی محصولات دارد. نیازهای آبیاری را در فصول مختلف می‌توان با اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی که با تبخیر و تعرق بالقوه ارتباط دارد؛ تعیین نمود. آبیاری برای تنظیم دمای سطح خاک و دمای لایه هوای بالای آب و برای اجتناب از گرم شدن بیش از اندازه ریشه‌ها و برگ‌ها استفاده می شود، آبیاری را باید اغلب در موقع شب و هنگامی که هوا نسبتاً آرام است؛ انجام داد. زیرا هوای گرم و حرکت شدید و متلاطم هوا و تشعشع شدید آفتاب در روز، اتلاف آب را از طریق تبخیر تشدید می‌نماید. لازم است ثبت دقیق پارامترهای هواشناسی در طی دوره‌های قبل از آبیاری و همچنین در فواصل بین آبیاری‌ها صورت گیرد.

تأثیر وضع جوی بر روی تاریخ کاشت: دوره‌های بحرانی یک نوع گیاه، توزیع ناحیه ای آن نوع را تعیین می‌نماید. هر یک از گیاهان در کد ژنتیک خود دارای آستانه‌های تحمل نسبت به مقادیر گرمایی انتهایی و ابتدایی مقدار معینی از رطوبت می باشند. اپتیمم بیولوژیکی، بین این مقدار ابتدایی و انتهایی قرار دارد. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک‌ها در طی دوره برداشت محصول و تکامل مراحل اولیه فنولوژیکی بر روی قدرت حیاتی گیاه در تمام دوره رویشی تأثیر می‌گذارد.
پژوهش‌هایی تحت شرایط مصنوعی یا طبیعی در مورد پیش‌بینی رشد و نمو اندام‌ها تحت تأثیر درجات مختلف استرس انجام شده که توسط عوامل هواشناسی و همچنین اثرات جمعی وضع جوی بر رشد و نمو و قابلیت

محصول دهی نباتات و قدرت تولیدی حیوانات متمرکز بوده‌اند. با درنظر گرفتن اثر شدید عوامل اقلیمی بر گیاهان و حیوانات انتظار می‌رود که کشاورزی نوین بتواند ارقام جدید گیاهان و نژادهای انتخابی حیوانات را که به بهترین وجهی با محیط مطابقت داشته باشند، تولیدکند.

تغییر الگوی کشت کشاورزان یکی از راهکارهایی است که اکثر کارشناسان برای کاهش خسارات ناشی از خشکسالی پیشنهاد و بر اجرای آن تأکید دارند. باتوجه به اینکه امروزه عملکرد محصولات زراعی به ظرفیت پتانسیل خود نزدیک می‌شوند تولیدات کشاورزی در مقابل آب و هوا آسیب‌پذیرتر شده‌اند. از طرفی تأثیر آب و هوا بر عملکرد هر گیاه متفاوت است. عملکرد غلات، گیاهان علوفه‌ای و میوه‌ها هر کدام از طریق خاصی تحت تأثیر آب و هوا قرار می‌گیرند. الگوی کشت در زراعت دیم می‌تواند باتوجه به میزان بارندگی از طریق تغییر کشت‌های پرمصرف به کشت‌های کم‌مصرف و جایگزین‌کردن محصولاتی مثل کنجد و آفتابگردان انجام شود. در ایران در زمینه تغییر الگوی کشت محصول ذرت اتفاق خوبی که افتاد جایگزین کردن ارقام میان‌رس به‌جای ارقام دیررس بود. استفاده از دانش بومی و تجربه پیشینیان در بسیاری موارد حائز اهمیت است چرا که آنها بی‌دلیل گیاهانی مثل گندم و جو و زیره سبز را انتخاب نکردند بلکه تجربه چندین هزار ساله به آنها این مطلب را دیکته کرده که این گیاهان در شرایط خشکسالی می‌توانند با حداقل نیاز آبی، تولید داشته باشند. همچنین بر اساس نتایج مطالعات مختلف می‌توان ارقام هیبربد و واریته‌هایی را تولید نمود که قادر به تحمل ژنتیکی تنش‌های اقلیمی از قبیل خشکی، گرما و نظایر آن باشند. بنابراین لازم است به منظور بهره‌برداری مناسب از عوامل تولید و حصول بازده اقتصادی مطلوب، از کشت و زرع محصولاتی برای کاشت در مزرعه انتخاب شوند که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار باشند. تغییرات آب و هوایی و به‌طور کل گرم شدن زمین در بسیاری از مناطق الگوی کاشت محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار داده است و مطالعات نشان می‌دهد که ۲ درجه افزایش میانگین دمای مطلوب سبب کاهش عملکرد برنج تا ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار شده و همچنین ۰/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش میانگین دمای زمستان سبب کاهش عملکرد گندم تا ۰/۴۵ تن در هکتار خواهد شد و احتمالاً تا چند سال آینده به علت کوتاه شدن فصل رشد در بعضی از مناطق برخی از محصولات از الگوی کاشت حذف خواهند شد

هواشناسی کشاورزی

هواشناسی کشاورزی یکی از علوم هواشناسی است، این علم از تأثیر متقابل عوامل هواشناسی و کشاورزی اعم از باغبانی و دامپروری بحث می‌نماید.توسعه بسیار زیاد پژوهش در دهه‌های اخیر منتهی به پیدایش علوم حاشیه‌ای شده است که با اتکا به پیشرفت‌های رشته‌های مربوط، میدان را برای پژوهش‌ها و روش‌های مناسب آماده نموده‌اند. هواشناسی کشاورزی یا اگرومتئورولوژی یکی از این علوم حاشیه‌ای است که از تأثیر متقابل عوامل هواشناسی و کشاورزی (گیاه و دام) بحث می‌نماید. هدف علم هواشناسی کشاورزی، کشف و تعریف چنین اثرها و لذا کاربرد دانش هواشناسی در کشاورزی عملی است. وظیفه اصلی هواشناسی کشاورزی و حیوانی (کمی و کیفی) به‌منظور تطبیق کلیه عملیات زراعی با ویژگی‌های شرایط جوی و در نتیجه استفاده از منابع اقلیمی به بهترین وجه می‌باشد.

علوم مرتبط با هواشناسی

هواشناسی کشاورزی در انجام وظایف خود با رشته‌های زیر ارتباط نزدیکی دارد که عبارت‌اند از:

۱ هواشناسی عمومی و اقلیم شناسی که از مطالعه پدیده‌های جوی بحث می‌کند.

۲ بیولوژی کشاورزی (Agrobiology) و فیزیولوژی گیاهی که از عکس‌العمل گیاه نسبت به شرایط فیزیکی محیط بحث می‌نماید.

۳ زراعت یا Agronomy که از نقش فنون کشاورزی در اصلاح شرایط رویشی و اکولوژیکی گفت‌وگو می‌کند.

۴ پدولوژی (Pedology) که از رژیم هیدروترمال (آبی ـ حرارتی) خاک بحث می‌کند.

۵ فنولوژی (Phenology) که از مراحل مختلف رشد و نمو گیاه (مراحل رویشی گیاه) و سیکل‌ها یا چرخه‌های بیولوژیک از قبیل (جوانه زدن، سبز کردن، گل کردن، رسیدن، تولد و تناسل حیوانات اهلی و مراحل مختلف آفات و امراض دامی و گیاهی) که تمام آنها توسط آب وهوا تعیین می‌شوند؛ مورد مطالعه قرار می‌دهد.

۶ جغرافیای کشاورزی که با توسعه تاریخی انواع محصولات و تجزیه و تفکیک ناحیه‌ای آنها و منطقه‌بندی کشاورزی ارتباط دارد. (که درباره ناحیه‌بندی اقلیمی با استفاده از داده‌های هواشناسی بحث می‌کند.)

با استفاده از اطلاعات لازم که از سایر رشته‌ها فراهم می‌گردد، هواشناسی کشاورزی این رشته‌ها را با نتیجه گیری‌های حاصل در تحقیقات خود تکمیل و توسعه می‌دهد. در بین این اقدامات انجام شده به منظور برآورده کردن نیازهای مذکور تعیین منطقی مناطق مناسب تولیدات کشاورزی با استفاده از Pedoclimatic (درنظرگرفتن خصوصیات خاک و آب و هوا) و مشخص نمودن منطقی عملیات زراعی مناسب بر اساس شرایط اکولوژیکی موجود حائز اهمیت خاص می‌باشد

درهر حال یکی از مفیدترین گرایش‌های علم هواشناسی، هواشناسی کشاورزی است که کاربرد آن در بخش کشاورزی از مرحله کاشت تا برداشت محصول و انبار کردن آن بسیار زیاد می‌باشد و در واقع کشاورزی نوین بدون مطالعه دائمی شرایط کشاورزی و اقلیمی و خاک‌شناسی قابل تصور نیست.

اهمیت وضع جوی و آب و هوایی در تولیدات کشاورزی نوین

یکی از عوامل مهم افزایش محصولات کشاورزی، انطباق تکنولوژی با پارامترهای اقلیمی خاص در نواحی کشت می‌باشد. دانستن وضع جوی و اقلیمی و تغییرات دوره‌ای سالانه و چند ساله پدیده‌های هواشناسی و انحرافات آنها از مقدار عادی از جمله نیازهای عمده در کشاورزی مدرن است. در هر مرحله از رشد ونمو و توسعه، موجودات زنده تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرند. وضع جوی بر روی محصولات کشاورزی قبل و بعد از کشت و در دورهٔ رشد و نمو و دورهٔ رسیدن و زمان برداشت محصول و حتی در مدت انبار کردن تأثیر می‌نماید. عملیات بعد از برداشت محصول از قبیل خشک کردن بذرهای میوه‌ها سبزیجات و سایر محصولات کشاورزی انبار شده، تحت تأثیر وضع جوی قرار می‌گیرد. وضع جوی در تغذیه و رشد و نمو و سلامتی و قدرت باروری حیوانات و همچنین در توزیع جغرافیایی آنها مؤثر است. وضع جوی علاوه بر اثر مستقیم بر روی حیوانات به‌طور غیرمستقیم از طریق علف‌هایی که حیوانات تغذیه می‌کنند و خاکی که روی آن زیست می‌کنند، بر روی آنها تأثیر دارند. شرایط جوی نه

تنها در سیکل یا دورهٔ توسعه و رشد و نمو آفات و بیماری‌ها اثر دارد بلکه در اقدامات کنترل کننده آنها نیز مؤثرند. توزیع منطقه‌ای و برنامه‌ریزی و احداث ساختمان‌هایی که برای حیوانات وگیاهان طرح ریزی‌شده یا برای ذخیرهٔ تولیدات کشاورزی درنظر گرفته شده است بایستی هماهنگی کامل با شرایط اقلیمی داشته باشد.
در پاییزهای خشک بدون باران، هر نوع تأخیر در کاشت گندم متحمل خسارات کمتری در مقایسه با وضع اپتیمم نسبت به خسارتی که احتمالاً در پاییزهای سرد و مرطوب به محصول وارد می‌شود، دارد.کاشت گندم بعد از برداشت محصول ذرت‌های دیررس هیبرید در پاییزهای توأم با بارندگی‌های فراوان باعث تنزل قابل ملاحظهٔ عملکرد و حتی از بین رفتن کامل آن خواهد شد.

عوامل و عناصر اقلیمی مؤثر بر فعالیت‌های کشاورزی

نور، دما، بارش، رطوبت نسبی هوا و باد عوامل و عناصر اقلیمی مؤثر بر فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند. این عوامل خود تابعی از عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، مجاورت با کوه‌ها، فاصله از حجم‌های وسیع آب (دریاچه، دریا، اقیانوس)، جریان‌های هوای دریایی و کویری شدت و جهت باد می‌باشند. تغییرات دراز مدت نور، دما، باران، رطوبت نسبی هوا و باد در هر منطقه محدود بوده و طیف مشخصی دارند و بر روی هم اقلیم آن منطقه را مشخص می‌سازند.دما یکی ازعوامل تعیین کننده اصلی در جغرافیای گیاهان زراعی است.گیاهان که محور اصلی فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند تنها در محدوده درجه حرارت‌های مطلوب که با ساختمان ژنتیکی و فیزیولوژیکی آنها سازگار باشد، می‌توانند رشد خود را آغاز و سپری نمایند. درجه حرارت‌هایی که رشدگیاهان را کند یا متوقف می‌سازند به درجه حرارت‌های بحرانی معروف‌اند که می‌توانند در دوره رشد گیاه صدمات فراوانی به بافت‌های گیاهان زراعی وارد کنند. اکثرگیاهان در منطقه معتدله تا زمانی که درجه حرارت بالاتر از ۶ درجه سانتی‌گراد نرسد، رشد نخواهند کرد. درمورد گیاهان گرمسیری این آستانه بالاتر است.

دمای مورد نیاز برای کشاورزی

۱ متوسط درجه حرارت سالانه
۲ متوسط درجه حرارت ماهانه و روزانه
۳ میانگین درجه حرارت‌های حداقل و حداکثر
۴ میانگین درجه حرارت‌های حداقل وحداکثر مطلق (حداکثر و حداقل دمایی که گیاه موردنظر می‌تواند تحمل کند)

دما می‌تواند تحت تأثیر عوامل عرض جغرافیایی و تغییر زاویه خورشید، مسیر حرکت مراکز پر فشار و کم فشار، جابه‌جایی توده‌های هوا و..... قرار گیرد.
بارش یک عنصر آب و هوایی غالب می‌باشد که تراکم و محل استقرار سیستم‌های زراعی و انتخاب عملیات کشاورزی زارع را تحت تأثیر قرار می‌دهد و زمانی‌که با مقدارکم، تمرکز، نوسان و عدم اطمینان همراه باشد به خطری اقلیمی برای کشاورزی تبدیل می‌گردد.

شناخت دوره‌های بارانی و خشک نیز حائز اهمیت است زیرا این عوامل نقش مهمی در کشاورزی هر منطقه داشته و عامل ایجاد بی‌نظمی‌های فراوان در بارندگی می‌باشد.
میانگین بارش ماهانه، فصلی، سالانه و رژیم بارندگی (فصول وماه‌های بارش) در زمان رشد گیاه باید مورد بررسی قرار گیرد.

عرض جغرافیایی

عرض جغرافیایی عوامل دیگری را مانند دما، تابش و طول روز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. باتوجه به تأثیر این عوامل نوع پوشش گیاهی نسبت به عرض جغرافیایی تغییر می‌کند.
محدوده‌های قطبی گیاهان زراعی منتخب (درجه عرض جغرافیایی، نیم‌کره شمالی)

نوع گیاه	عرض جغرافیایی	نوع گیاه	عرض جغرافیایی
درخت نارگیل	۱۵	سویا	۴۵
نخل روغنی	۱۶	زیتون	۴۵
سیسال	۱۹	انگور	۵۱
کاکائو	۲۲	نیشکر	۵۱
موز	۲۳	توتون	۵۳
کائوچو	۲۵	ذرت	۵۴
سیب زمینی شیرین	۳۵	گندم	۶۳
پنبه	۳۸	جو،سیب زمینی	۷۰
نیشکر	۳۹		

ارتفاع

ارتفاع تأثیر زیادی بر نوع کشاورزی دارد. در نواحی کوهستانی فرصت کشت برای کشاورزی محدود است، در حالی که اکثر مناطق بزرگ کشاورزی در دشت‌های کم ارتفاع قرار دارند. افزایش ارتفاع، اثرات نامطلوبی در کشاورزی دارد. همگام با افزایش ارتفاع درجه حرارت کاهش می‌یابد و فصل رشد گیاه کوتاه‌تر می‌شود. نوسانات دمایی، افزایش ابر باعث کاهش دریافت انرژی خورشیدی می‌شود.ارتفاع در کیفیت نور تأثیرگذار می‌باشد؛ بدین ترتیب که در اثر افزایش ارتفاع از سطح دریا، افزایش قابل توجه‌ای در طول موج ماوراء بنفش (۲۸۰ تا ۳۱۵ میلی میکرون) است. شدت تشعشع ماوراء بنفش طی روزهای بلند تابستان (خرداد و تیر) نیز با افزایش عرض جغرافیایی زیاد می‌شود. افزایش نور ماوراء بنفش در این طول موج ممکن است سبب کاهش اندازه منفذ روزنه، نقصان فتوسنتز و کاهش رشد گیاه گردد. این واکنش‌ها، با سایر اثرات فیزیکی ناشی از افزایش ارتفاع مانند نقصان دما و کاهش پتانسیل تبخیر و تعرق اثر متقابل نشان داده و واکنش گیاهان مختلف را پیچیده می‌سازد.

باد (Wind)

تفاوت فشار هوا یا حرارت در دو نقطه جغرافیایی موجب حرکت هوا گشته و باد به‌وجود می‌آید. همچنین باد، به جریان هوا گفته می‌شود، به‌طور کلی‌تر، به حرکت گاز در اتمسفر باد گفته می‌شود؛ به‌طور ساده‌تر، باد از طریق گرم شدن نابرابر سطح زمین در اثر تابش خورشید پدید می‌آید.
باد نقش مهمی در انتقال، اختلاط و تسریع توزیع گازها دارد. به‌طوری که بدون وجود باد، تراکم گازها و بخار آب در یک نقطه از فضا به حدی می‌رسید که حیات غیر ممکن می‌گشت.
بادها عموماً براساس میزان قدرت شان، سرعت، نوع نیرویی که موجب به وجود آوردن شان است و محل جغرافیایی که رخ می‌دهند یا اثر می‌گذارند دسته بندی می‌شوند. باد یک کمیت بُرداری است که دارای دو مشخصه سمت و سرعت می‌باشد. سمت و سرعت یا از طریق مشاهده یا با استفاده از ابزارهای ویژه اندازه‌گیری می‌شوند.
باد می‌تواند تأثیراتی به‌صورت مثبت یا منفی بر روی محصولات کشاورزی بگذارد.

اثرات مثبت باد: مفید برای عمل گرده افشانی
اثرات منفی: جریان شدید می‌تواند خسارت‌زا باشد و مشکلاتی مانند ریزش میوه‌ها، شکستن شاخه‌های درخت و یا حتی خود درخت یا گیاه را ریشه کن سازد.

توان باد: منظور از توان بادی تبدیل انرژی باد به نوع سودمندی از انرژی مانند انرژی الکتریکی است که این کار به وسیله توربین‌های بادی صورت می‌گیرد. در آسیاب‌های بادی از انرژی باد مستقیماً برای خردکردن دانه‌ها یا پمپ کردن آب استفاده می‌شود.

انواع بادها:

□ بادهای غربی بین عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۶۰ درجهٔ شمالی و جنوبی، این بادهای شدید که در جهت چرخش زمین می‌وزند.

□ بادهای قطبی در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۶۰ درجه به‌وجود آمده و در اثر انتشار توده‌های هوای سرد از مناطق پرفشار قطبی به مناطق نسبتاً گرم‌تر شکل می‌گیرد. جهت این بادها در نیم کرهٔ شمالی، به طرف جنوب غربی و در نیم کرهٔ جنوبی، به طرف شمال غربی است.

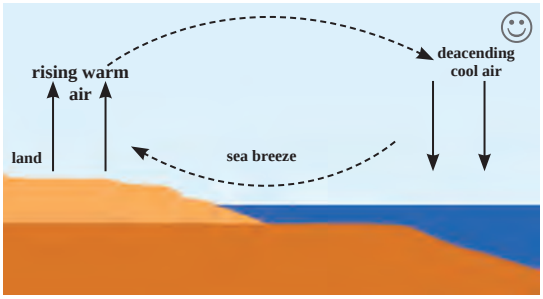
□ بادهای موسمی بادهایی هستند که به واسطهٔ اختلاف درجهٔ حرارت دریاها و قاره‌ها در زمستان و تابستان تولید می‌شوند. این بادها معمولاً در قارهٔ آسیا اتفاق می‌افتد زیرا وسعت این قاره زیاد بوده و در وسط آن دریایی وجود ندارد، در نتیجه زمستانی بسیار سرد و تابستانی بسیار گرم دارد. در نیم کرهٔ شمالی در تابستان جهت باد به سمت شمال شرقی می‌وزد و در زمستان به سمت جنوب غربی است.

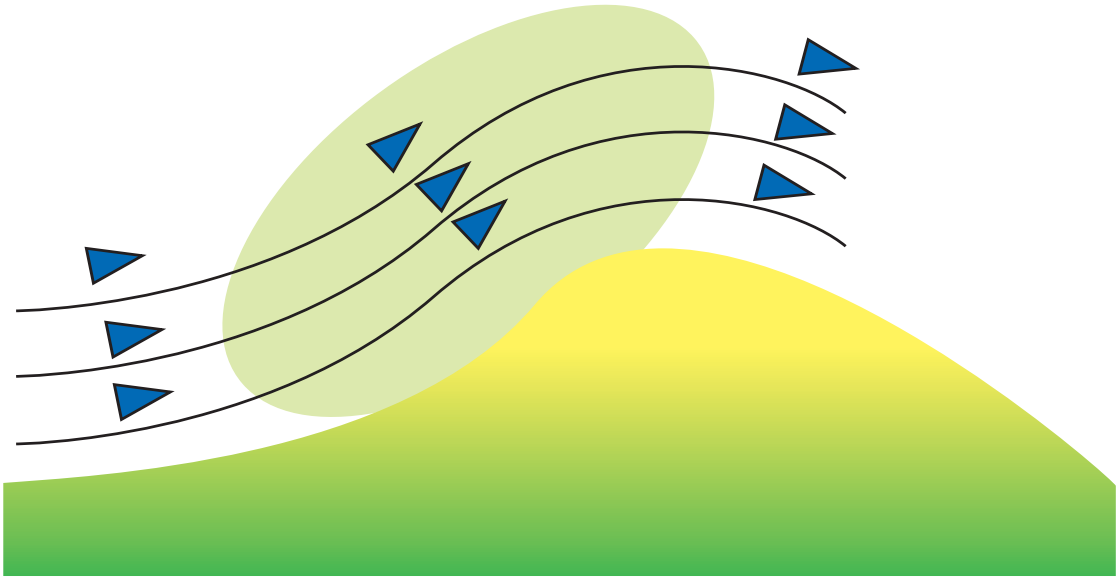
اندازه گیری باد: بادسنج نیم کروی از نوعی که جان توماس رامنی رابینسون اختراع نموده است.
برای اندازه‌گیری جهت و سرعت باد از چند نوع جهت نما و سرعت سنج یا انمومتر استفاده می‌کنند که از جملهٔ آنها سرعت سنج رابینسون است؛ این دستگاه از چهار نیم‌کره توخالی که روی یک بازو نصب شده تشکیل شده است. دوران دستگاه در اثر وزش باد به‌وسیله تعدادی چرخ‌دنده به صفحهٔ نشان‌دهندهٔ سرعت منتقل می‌شود.

باد سنج فشاری: یکی دیگر از انواع بادسنج‌ها «بادسنج فشاری» است که برای اندازه‌گیری باد در سرعت‌های زیاد به کار می‌رود. در بادسنج‌های فشاری صفحه‌ای، فشار حاصل از باد بر روی صفحه سبب انحراف آن شده، میزان انحراف باتوجه به شدت و سرعت باد روی صفحهٔ قوسی‌شکلِ مدرجی نشان داده می‌شود.

اندازه‌گیری باد در سطح بالا: اندازه‌گیری جهت باد از جنبه‌های مختلف واجد اهمیت به سزایی می‌باشد زیرا از این طریق می‌توان از شرایط توده‌های هوا و شرایط پرواز و جهت حرکت ابرها و طوفان‌ها و شرایط هوای آینده اطلاع حاصل نمود.

حرکت ابرها: به‌طور کلی جهت حرکت ابرها نشان‌دهنده جهت حرکت هوا در لایه‌های اتمسفر می‌باشد. از طرف دیگر با اینکه باتوجه به ارتفاع ابر می‌توان میزان سرعت و حرکت آن را تخمین زد. ولی چون اغلب ابرها در لایه‌های زیرین اتمسفر یعنی تروپوسفِر تشکیل می‌گردند، برای اطلاع از میزان جریان هوا در لایه‌های فوق باید به طریق دیگری اقدام نمود.





اثرات باد در کشاورزی

باد به روش‌های مختلف و بطور مستقیم و غیر مستقیم بر گیاه به شکل‌های زیر تأثیر می‌گذارد:

۱ باد روی تعرق (Transpiration) گیاه تأثیر گذاشته باعث تعرق بیشتری می‌شود.

۲ در انتقال دانه گرده و روی گرده افشانی تأثیر می‌گذارد چون گیاهان آنموفیل گل‌های خوش رنگ ندارند که حشرات جذب شوند و به‌وسیله باد تلقیح می‌شوند مثل ذرت.

۳ انتقال سموم در حین سمپاشی

۴ انتقال گازها و آب (در آبیاری بارانی)

۵ وزش مداوم باد از یک‌طرف مانع از تشکیل جوانه‌های رویشی در همان سمت گیاه می‌شود و گیاه حالت یک‌طرفه به‌خود می‌گیرد. زمانی که گندم به مرحله دانه بندی می‌رسد وزش باد مخصوصاً بادهای گرم مانع از تشکیل دانه می‌شود و اگر دانه تشکیل شده باشد، مانع از انتقال مواد غذایی به آن می‌شود که دانه گندم لاغر و چروکیده می‌شود

۶ باد همچنین دارای نیرو بوده، به‌طور مکانیکی بر گیاهان فشار وارد آورده و باعث خوابیدگی یا شکستگی ساقه آنها می‌گردد.

۷ اندام‌های گیاه در اثر تابش نور آفتاب گرم می‌شوند و باید این گرما را از طریق تبادل با محیط از دست بدهند. همچنین سطح اندام‌های گیاه از هوای اطراف مرطوب تر است که موجب پیدایش شیب رطوبت برای دفع رطوبت گیاه می‌گردد. درصورتی که باد نوزد و هوا ساکن باشد، تبادل حرارت و رطوبت فقط تحت تأثیر شیب این دو انجام می‌گیرد. وجود باد این شیب را بر هم می‌زند. و بر سرعت تبادل می‌افزاید. به همین جهت باد ملایم عامل مهمی در نقصان دمای گیاه می‌باشد. باد غالباً هوای خشک‌تری را در مجاورت اندام‌های گیاه قرار می‌دهد و از این طریق باعث افزایش تعرق و در نتیجه خنک‌تر شدن گیاه می‌شود. باد ممکن است هوای خنک‌تری را در مجاورت اندام‌های گیاه قرار دهد و باعث خنک‌تر شدن گیاه شود.

۸ باد سبب تلاطم هوا در نزدیکی اندام‌های گیاه می‌گردد. از آنجایی که هوای ساکن عایقی قوی در مقابل انتشار است، تلاطم هوا مقاومت هوا را در مقابل انتشار حرارت کاهش داده و باعث تعادل بهتر دمای گیاه با محیط اطراف آن می‌گردد. اما باد شدید، به‌خصوص که داغ باشد، با افزایش میزان تعرق باعث نقصان میزان آب گیاه و بسته‌شدن روزنه‌ها می‌گردد. کاهش سرعت فتوسنتز، افزایش دمای گیاه و بالاخره پژمردگی گیاه به‌دنبال کمبود آب پیش می‌آید. بعضی از گیاهان مکانیسم‌هایی را برای مقابله با اثرات نامطلوب باد دارند. بسیاری از این مکانیسم‌ها همانند مکانیسم‌های مقاومت در مقابل خشکی هستند.

۹ باد در انتقال خاک نیز عمل می‌کند و عامل مهمی‌در فرسایش خاک می‌باشد. باد با دارا بودن ذرات گرد و خاک می‌تواند موجب‌ایجاد خراش یا سائیدگی در برگ‌ها گردد. خراش‌هایی که به این طریق روی سطح برگ‌ها به وجود می‌آیند؛ ممکن است در نفوذپذیری برگ نسبت به علف‌کش‌ها یا عوامل بیماری‌زا مؤثر باشند. بادهای دائمی‌با تغییر در خصوصیات کوتیکول و یا بشره موجب تغییر در حساسیت گیاهان نسبت به سموم شیمیایی و بیماری‌ها می‌شوند. تغییردر خصوصیات برگ‌ها بر کیفیت مصرفی آنها نیز اثر می‌گذارد. کاشت گیاهانی که قسمت‌های سبزینه آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد در نواحی دارای بادهای شدید و دائمی بدون وجود بادشکن توصیه نمی‌شود.

بادشکن

برای نقصان اثر باد می‌توان از بادشکن استفاده نمود. بادشکن باید دیواری مشبک و یا ردیف‌هایی از درختان بوده و نفوذپذیری کافی داشته باشد. عدم نفوذپذیری بادشکن موجب سقوط هوا در پشت بادشکن و در نتیجه از بین رفتن خصوصیات بادشکن می‌گردد. یک بادشکن خوب سرعت باد را تا مسافتی حدود ۲۰ برابر ارتفاع خود به میزان مؤثر و قابل توجهی نقصان داده و می‌تواند موجب افزایش عملکرد محصولات زراعی و باغی حفاظت‌شده گردد، هرچند که حداکثر اثر بخشی بادشکن تا فاصله‌ای حدود ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن مشاهده می‌شود.

برای مقابله با عمل مکانیکی باد ممکن است ردیف‌های کاشت گیاهان را در جهت وزش بادهای دائمی‌گرفت تا باد از میان ردیف‌های کاشت عبور نماید و باعث افتادن و خوابیدگی گیاهان نگردد. لازم است که جهت ردیف‌های کاشت گیاهان معمولاً توسط جهت شیب زمین و مسیر حرکت آب آبیاری تعیین می‌گردد. درصورتی که در ناحیه‌ای بادهای شدیدی از جهت خاصی می‌وزند، باید هنگام تسطیح زمین و طراحی سیستم آبیاری، جهت باد را درنظر گرفت.

یک نوار باد شکن (Wind break) از یک یا چند ردیف از درختان تشکیل شده است که به‌طور متناوب و با فاصله‌ای از نوار بعدی، متناسب با ارتفاع درخت و ضرورت‌های عملیات زراعی و باغی، در حاشیه مزرعه و در جهت عمود بر مسیر بادهای غالب منطقه کاشته شده است. نوع درخت و تعداد ردیف‌های آن در هر نوار به شدت باد، عرض مزرعه در فاصله بین دو ردیف بادشکن و اهداف جانبی بادشکن بستگی دارد. بادشکن سرعت باد را در مسیر افقی به میزان بیش از ۱۰ برابر ارتفاع خود به‌طور معنی‌داری کاهش داده و ضمن نقصان فرسایش بادی، شرایط مساعدتری را برای رشد محصول به وجود می‌آورد.

می‌توان درختان را به فاصله خطوط ۳۰ متر از هم و ۲ متر بکاریم که درختان بلند قد (۳ متر به بالا) تا ۹ برابر طول خودشان را در اطراف، از انتشار قارچ‌ها و خطر باد محافظت می‌کند.کاشت گز در مناطق کم آب و چنار در مناطق پرآب برای بادشکن مناسب است. استفاده از شاخه‌های خشک گیاهان در تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از اثرات زیان‌بار باد را چپرکشی می‌گویند.

بادهای خارجی

به‌طور کلی بادهای خارجی ایران به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- بادی که از طرف عربستان می‌وزد که باعث‌ایجاد گرما می‌شود.
- بادی که از طرف دریای مدیترانه می‌وزد که باعث‌ایجاد بارندگی می‌شود.
- بادی که از طرف سیبری و دریای سرخ می‌وزد و باعث‌ایجاد سرما می‌شود.

وزش بادهای گرم زمستانی خصوصاً زمانی که زمین یخ زده باشد باعث خشک‌شدن درختان و نباتات علفی مثل گندم و غیره می‌شود.

هواکشی: در مناطق کوهستانی در شب هوای سرد کوهستان به‌دلیل سنگین‌تر بودن به سمت دشت می‌لغزد و باعث سردشدن کف دره و دشت می‌شود، به این پدیده هواکشی می‌گویند.

بنابراین گیاهانی که در کف دره هستند از سرما خسارت می‌بینند. مثال بارز این پدیده مرکبات شمال کشور می‌باشد و مرکبات را باید در دامنه کوه (۱۰ متر ابتدای دره) نباید کاشت که در این حالت یا اصلاً خسارت ندیده یا خسارت کم می‌باشد (جهت باد در مناطق کوهستانی در روز، از دره به کوه است.)

واحد یادگیری ۷

نیاز گیاه به عوامل محیطی

نزولات جوی

کشور ما از مناطق خشک کره زمین است و به جز حاشیه دریای خزر و دامنهٔ کوه‌های البرز و زاگرس، اغلب دارای آب و هوای خشک با نزولات آسمانی اندک می‌باشد. استفاده از آب باران برای تأمین آب آشامیدنی انسان‌ها و حیوانات و مصارف کشاورزی از قرن‌ها پیش در مناطق خشک کشور رایج بوده است. به‌طور کلی مردم خاورمیانه به علت نیاز مبرم به آب همان‌طور که در سایر رشته‌های آبیاری از پیشروترین مردم جهان بوده‌اند، در استفاده از باران نیز از پیشگامان و مبتکرین محسوب می‌شده‌اند.

نحوهٔ پراکنش، شدت، مدت و نوع نزولات جوی در انتخاب نوع محصول مؤثرند. هنگامی‌که مقدار کافی باران با توزیع مناسبی ببارد ، این نوع بارندگی برای کشاورزی مناسب خواهد بود. باران‌های پراکنده کمتر از ۱۲ میلی‌متر در تابستان و کمتر از ۵ میلی‌متر در زمستان اهمیت زیادی نداشته و غالباً در افزایش رطوبت خاک مؤثر نیستند. این‌گونه بارندگی‌ها فقط از طریق نقصان دما و افزایش رطوبت هوا بر رشد گیاه اثر می‌گذارند. هرچه میزان بارندگی بیشتر و توزیع آن با فصل رشد گیاه انطباق بیشتری داشته باشد برای کشاورز مطلوب‌تر خواهد بود.

رگبارهای شدید نیز در تعیین نوع محصول مؤثرند. بعضی از محصولات درصد قابل توجهی از سطح خاک را نمی‌پوشانند و خاک در معرض فرسایش قرار دارد. در این شرایط، باید محصولاتی را انتخاب نمود که طی دوران وقوع رگبارها پوشش کافی بر سطح خاک ایجاد نموده و یا با داشتن ریشه‌های افشان سطحی، خاک را نگهداری کنند. خطر مستمر و همه ساله تگرگ نیز نقش مهمی‌در تولید بعضی از گیاهان دارد. بعضی از گیاهان در مقابل تگرگ آسیب‌پذیرند. باید امکان وقوع تگرگ و احتمال همزمانی آن با تولید گل و دانه را در انتخاب گیاه درنظر گرفت.

تعدادی از متخصصین اقلیم شناسی، بر اساس مقدار و توزیع نزولات جوی، دما و رطوبت نسبی هوا و در نتیجه تعادل کلی بارندگی با پتانسیل تبخیر و تعرق، نسبت به طبقه‌بندی مناطق به نواحی اقلیمی خشک، نیمه خشک، نیمه مرطوب، مرطوب و بسیار مرطوب اقدام نموده‌اند. البته ضوابط به‌کارگرفته شده توسط متخصصین مختلف برای طبقه‌بندی اقلیمی متفاوت بوده و در نتیجه تعاریف ارائه شده تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند.

تهویه: اکسیژن کافی برای رشد بهتر گیاه باید در خاک وجود داشته باشد. معمولاً در خاک به‌دلیل تنفس ریشه، و فعالیت موجودات ذره‌بینی و تجزیه مواد آلی تولید CO_2 زیاد است پس این CO_2 تولید شده باید از خاک خارج شود و به‌جای آن اکسیژن وارد خاک بشود در بعضی شرایط، خاک دارای تهویه ضعیف است اما چه عواملی باعث تهویه نامناسب در خاک می‌شوند؟ تهویه نامناسب می‌تواند دو عامل داشته باشد.

۱ زیادی رطوبت خاک، یعنی خاک از آب اشباع شده جایی برای هوا و اکسیژن باقی نمانده است.

۲ تراکم و فشردگی خاک، یعنی اکسیژن کافی در خاک نگهداری نمی‌شود.

دما

تعریف دما:

دما نشانه‌ای از سرعت متوسط مولکول‌های تشکیل‌دهنده یک جسم می‌باشد. در واقع می‌توان گفت که دما کمیّتی است که به‌دلیل اختلاف آن میان دو جسم متصل به هم و یا دو نقطه از یک جسم، باعث انتقال خود به خودی گرما از جسم با دمای بیشتر، به جسم با دمای کمتر می‌شود. به عبارت ساده‌تر می‌توان این‌گونه تعریف کرد که دما، معیاری برای گرمی یا سردی اجسام است. وقتی به جسمی گرما می‌دهیم جنبش مولکولی و انرژی جنبشی داخلی آن افزایش می‌یابد که به‌صورت افزایش دما نمایان می‌شود. برعکس گرفتن گرما از جسم باعث می‌شود سرعت مولکول‌ها و دمای جسم کاهش یابد. بر اساس نظریه جنبشی مولکولی اگر کاهش انرژی یک جسم تا به صفر ادامه داشته باشد حرکت مولکولی کاملاً متوقف می‌شود و دمای آن به صفر مطلق یعنی ۲۷۳/۱۵- می‌رسد.

تفاوت گرما و دما: گرما و دما دو کمیت مرتبط به یکدیگر هستند، اما این به معنای آن نیست که هر دو دارای یک کمیت و یک معنا باشند. دما را نباید با گرما که شکلی از انرژی است اشتباه گرفت. دما میزان سرعت مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد در حالی که گرما نه تنها نشان‌دهندهٔ سرعت حرکت مولکول‌ها است بلکه تعیین‌کننده تعداد مولکول‌هایی است که تحت تأثیر آن قرار گرفته‌اند. فرض کنید در یک اتاق که به‌طور کامل بسته و ایزوله است شمعی روشن نمایید. دماسنج نصب شده در اتاق با وجود اینکه دمای شعله شمع بالای ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد است تغییری نشان نمی‌دهد. ولی اگر یک شمش فولادی به وزن ۳۰۰۰ کیلوگرم و دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد داخل همان اتاق وارد شود دمای اتاق به‌سرعت افزایش می‌یابد. گرچه دمای شعله شمع خیلی بیشتر از دمای شمش است ولی شمش فولادی گرمای خیلی بیشتری دارد و به همین دلیل دمای اتاق را بالا می‌برد.همچنین انرژی می‌تواند منتقل شود، بدون اینکه تغییری در دمای جسم به‌وجود آید. مثلاً در تبدیل یخ صفر درجه به آب صفر درجه، انرژی افزایش می‌یابد در حالی که دمای آب ثابت است.

حرارت و برودت، در حقیقت از یک عامل ناشی می‌شوند؛ و در عرف بر حسب احساسی که از دمای هوا داریم آن را گرم یا سرد می‌نامیم. این عامل که از تابش خورشید ناشی می‌شود؛ اولین عامل مؤثر در رشد گیاهان و درختان محسوب می‌شود مقدار کم آن را اصطلاحاً سرما یا برودت زیاد آن را گرما یا حرارت می‌نامیم. برای هرنوع گیاه میزان سرما و گرمای مناسب، یک مقدار معین می‌باشد که از آن مقدار کمتر یا بیشتر موجب توقف رشد یا تباهی و حتی مرگ آن خواهد شد.

اندازه‌گیری و واحدهای دما: برای سنجش دما از «دماسنج» یا «ترمومتر» استفاده می‌شود. دماسنج شیشه‌ای بر اساس انبساط مایعات در اثر گرما عمل می‌کند. در دماسنج شیشه‌ای معمولاً از الکل یا جیوه استفاده می‌شود. زیرا دمای انجماد آنها پایین است و ضریب انبساط تقریباً ثابتی دارند. در دماسنج سلسیوس نقطه پایینی آن نقطه انجماد آب بوده و با 0° نشان داده می‌شود و نقطه بالایی آن نقطه جوش آب بوده و با 100° نمایش داده می‌شود. بین نقطه بالایی و پایینی به ۱۰۰ قسمت تقسیم شده و هر قسمت یک درجه سلسیوس (سانتی‌گراد) نامیده می‌شود.همان‌طور که گفته شد پایین‌ترین حد دما ۲۷۳،۱۵- درجه سانتی‌گراد است که صفر مطلق نامیده می‌شود. صفر مطلق نقطه پایین درجه‌بندی دیگری است که به آن درجه‌بندی مطلق می‌گویند. درجه‌بندی مطلق در سیستم SI درجه‌بندی کلوین (K) نامیده می‌شود و درجه آن معادل یک درجه سانتی‌گراد (C) است. یکی دیگر از واحدهای اندازه‌گیری دما درجه فارنهایت (F) می‌باشد. در این مقیاس نقطه ذوب یخ ۳۲ و نقطه جوش آب ۲۱۲ انتخاب شده است و فاصله بین آنها به ۱۸۰ قسمت مساوی تقسیم شده است.

انواع دماسنج‌ها

دماسنج گازی:

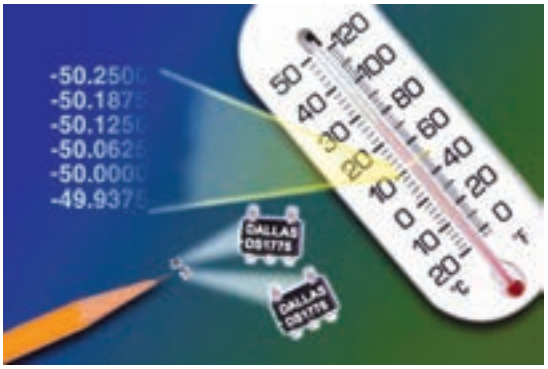
جنس، ساختمان و ابعاد دماسنج در ادارات و مؤسسات مختلف سراسر دنیا که این دستگاه را به کار می‌برند، تفاوت دارد و به طبیعت گاز و گستره دمایی که دماسنج برای آن درنظر گرفته شده است، بستگی دارد. این دماسنج شامل حبابی از جنس (شیشه، چینی، کوارتز، پلاتین ـ ایریدیم، بسته به گستره دمایی که دماسنج در آن به‌کار می‌رود) می‌باشد که به‌وسیله یک لوله موئین به فشارسنج جیوه‌ای متصل است. این دماسنج براساس دو قانون ذکر شده در مورد گاز کامل کار می‌کند.

دماسنج با مقاومت الکتریکی: دماسنج مقاومتی به‌صورت یک سیم بلند و ظریف است، معمولاً آن را به دور یک قاب نازک می‌پیچند تا از فشار ناشی از تغییر طول سیم که در اثر انقباض آن در موقع سردشدن پیش می‌آید، جلوگیری کند. در شرایط ویژه می‌توان سیم را به دور جسمی که منظور اندازه گیری دمای آن است پیچید یا در داخل آن قرار داد. دماسنج مقاومتی پلاتین را می‌توان برای کارهای خیلی دقیق در گستره ۲۵۳ـ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد به کار برد.

ترموکوپل: ترموکوپل وسیله دیگری است که برای اندازه‌گیری دما مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع دماسنج از خاصیت انبساط و انقباض اجسام جامد استفاده می‌گردد. گستره یک ترموکوپل بستگی به موادی دارد که ترموکوپل از آن ساخته شده است. گستره یک ترموکوپل پلاتینیوم ـ رودیوم که ۱۰ درصد پلاتینیوم دارد، از صفر تا ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد است.مزیت ترموکوپل در این است که به‌خاطر جرم کوچک، خیلی سریع با سیستمی که اندازه گیری دمای آن موردنظر است، به حال تعادل گرمایی در می‌آید. لذا تغییرات دما به آسانی بر آن اثر می‌کند، ولی دقت دماسنج مقاومتی پلاتین را ندارد.

واحد اندازه گیری دما

کلوین: کلوین مقیاس بنیادی دما در علوم است که سایر مقیاس‌ها بر حسب آن تعریف می‌شوند.



سلسیوس یا سانتی‌گراد: مقیاس سلسیوس براساس نقطه سه گانه آب می‌باشد. اگر t نشان‌دهنده دمای سلسیوس و T نشان‌دهنده دمای کلوین باشد، در این‌صورت داریم: $t = T - ۲۷۳,۱۵$

شناسایی سرما و پیش‌بینی آن

تعریف انواع سرما: دو نوع سرما ممکن است در هر منطقه به شرح ذیل به‌وجود آید:

۱ سرمایی که در اثر هجوم یک جریان سرد قطبی و عبور آن از منطقه پیش می‌آید که موجب کاهش شدید و ناگهانی درجه حرارت و سقوط میزان الحراره به چندین درجه زیر صفر می‌شود. این جریانات اغلب توأم با نزولات

آسمانی بوده و خاصیت کلی آنها این است که همواره از یک جو دیگر به منطقه منتقل و نفوذ می کنند و محلی نمی‌باشند و بیشتر در دوران خواب درختان در دوره غیر فعال، یعنی زمستان بروز می کنند که درختان میوه سردسیری تا حد زیادی در مقابل آن مقاومت و دوام دارند. البته بندرت در بعضی سال‌ها چنین سرماهایی در اوایل فصل بهار و پاییز نیز دیده می‌شود و موجب خسارات سنگین کشاورزان می‌شود.

۲ سرمایی که کاملاً منطقه‌ای بوده و در یک محدوده معین و محیط محدود بدون اینکه هوای سردی از سایر جاها به منطقه نفوذ کند؛ در اثر تشعشع در خود محل به‌وجود می‌آید. این نوع سرما برخلاف سرمای نوع اول، همواره در شب‌های ساکت و آرام بدون ابر و باد و برف و بوران ظاهر می‌شود؛ و اگر در اواخر زمستان یا اوایل بهار بروز کند خطرناک محسوب می‌شود. در مقابل سرمای نوع اول، که بیشتر در فصل زمستان و گاهی نیز در اوایل بهار پدید می‌آید؛ بشر چاره زیادی ندارد و باید سعی کند؛ درختان و محصولات را با شرایط جوی محل تطبیق دهد. ولی با سرمای نوع دوم می‌توان تا حدی مبارزه کرد و از گزند آن مصون ماند.

پیش‌بینی سرما

البته بسیار مفید و مطلوب خواهد بود اگر شخص بتواند از چند ساعت پیش، احتمال بروز سرما را پیش‌بینی و تدارکات لازم را مخصوصاً در مناطقی که گرم کردن باغ‌ها از طریق روشن کردن بخاری‌ها مفید و عملی است؛ به‌عمل آورد. متأسفانه در شرایط امروز، این پیش‌بینی کاملاً میسر نیست. ولی طبق قاعده کلی، معمولاً باید در شب‌های صاف و ساکن از نصف شب به بعد، در انتظار بروز سرمای محلی بود. زیرا در هوای صاف، تشعشع شدید و زیاد است. بنابراین با تشعشع، حرارت سطوح مجاور زمین و سطوح گل‌ها و میوه‌های جوان به مقدار زیادی پایین می‌آید و نسبت به حرارت محیط سرد تر می‌شود. از طرف دیگر ثابت و ساکن بودن هوا موجب تراکم و نشستن این هوای سرد در محیط باغ می گردد؛ درصورتی که اگر هوا جریان داشته باشد؛ هوای سرد در یک جا متراکم نشده و با هوای گرم لایه‌های بالا مخلوط و در نتیجه ملایم‌تر و احتمال بروز سرمای محلی کمتر خواهد بود. در ضمن در شرایط هوای صاف و ساکن معمولاً فشارسنج هوا (بارو متر) فشار بیشتری را در جو نشان می‌دهد و این خود می‌تواند قرینه‌ای برای بروز سرمای محلی به حساب آید.

باتوجه به کلیه موارد فوق، تا حدی زمان بروز سرمای محلی را می‌توان حدس زد و تدارکات لازم را به‌موقع به‌عمل آورد.

گرمای لازم برای شروع نمو: هر نبات برای اینکه سیکل تکاملی رشد خود را در طول سال به حد کمال برساند؛ به مقداری حرارت احتیاج دارد. در مورد محاسبه جمع مقدار حرارتی که برای تکمیل یک سیکل حیاتی در نباتات لازم است؛ بین پژوهشگران اختلاف عقیده و روش وجود دارد. بعضی‌ها پیشنهاد می‌کنند که برای محاسبه حرارت مؤثر، باید حرارت از صفر به بالا را به حساب آورد. پاره‌ای دیگر پنج درجه بالای صفر سانتی‌گراد را ضرور می‌دانند. ولی اکثریت معتقدند، به‌طور کلی باید درجه حرارتی را مبدأ قرار داد که در آن درجه، نبات بتواند اولین فعالیت‌های حیاتی خود را اعم از نیش زدن بذر و یا بازشدن جوانه‌ها شروع کند. البته این حرارت بر حسب انواع گیاهان متفاوت می‌باشد. مثلاً حداقل حرارت ضرور برای جوانه زدن گندم بین صفر تا ۱ درجه سانتی‌گراد، پیاز و چغندر قند بین ۱ تا ۵ درجه، ذرت و آفتابگردان ۵ تا ۱۱ درجه، توتون و گوجه فرنگی ۱۱ تا ۱۶ درجه، خیار و خربزه ۱۶ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. این حداقل درجه حرارت برای شروع نمو هر نبات را «نقطه صفر نمو» می‌نامند. «نقطه صفر نمو» برای خرما بین ۸ تا ۱۰ درجه، مرکبات ۱۲ درجه، مو ۱۰ درجه، موز ۱۳ درجه و زرد آلو و سایر میوه‌جات هسته‌دار بین ۳/۵ تا ۴ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. جمع درجات حرارت از تاریخ شروع نمو تا زمان رسیدن میوه، عامل دیگری است که در تکامل رشد نبات باید

درنظر گرفته شود. این مقدار نیز بر حسب انواع و گونه‌ها و ارقام، متفاوت است.

اثر گرما در ریشه: بین پرورش‌دهندگان گل و باغبانان، تأثیر گرما در ریشه نباتات زینتی و قلمه‌ها کاملاً شناخته شده است. استفاده از شاسی که خاک را با ریختن کود تازه در زیر آن و یا روش‌های دیگری مانند گذراندن لوله آب گرم از پایین گرم می‌کنند، حاکی از این علم می‌باشد. زیرا بالا رفتن حرارت خاک در این شرایط، موجب رشد سریع ریشه‌ها و سهولت ریشه‌دار شدن قلمه‌ها می‌گردد. ولی این حرارت، مثل سایر موارد، برحسب انواع نباتات، دارای یک حد متوسط مطلوب و حداقل و حداکثر نامساعد یا مضر می‌باشد.

اثرات مخرب گرمای هوا: اثر بر روی تولید محصولات کشاورزی: در سال ۱۳۸۱ گرما و خشک‌سالی محصول غله هند، آمریکا و کانادا را به‌شدت کاهش داد. در نتیجه محصول غله جهان ۹۰ میلیون تن یا ۵ درصد کمتر از مصرف آن شد. در سال ۱۳۸۲ گرمای شدید اروپا موجب شد محصول غله کاهش یابد و بار دیگر تولید غله ۹۰ میلیون کمتر از مصرف آن بود. در سال ۸۳ بارندگی بهتر شد اما در سال ۸۴ خشک‌سالی در آمریکا محصول غله جهان را ۳۴ میلیون تن کاهش داد.

خسارت وارده بر محصولات کشاورزی عمده‌ترین عامل افت کمی و کیفی تعداد کثیری از محصولات کشاورزی می‌باشد که هرساله موجب ضرر و زیان‌های بسیاری برای کشاورزان می گردد.

سرماهای دیررس، برف‌های سنگین، سرماهای شدید زمستانه، نبود بارش‌های به‌موقع، بارندگی‌های زمان تلقیح، گرما، تگرگ، سیل و... بسیاری از عوامل خسارت‌زای دیگر از جمله اتفاقاتی هستند که توسط آب و هوا و شرایط اقلیمی بر طبیعت حکم کرده و در اغلب موارد موجب خسارت‌های مادی کلانی برای کشاورزان عزیز می گردد.

در این راستا و باتوجه به این موضوع که بسیاری از مناطق کشاورزی در کشور ایران جزو مناطق پر خطر آب و هوایی هستند، بیمه نمودن محصولات کشاورزی تا حدودی در جبران خسارت وارده به محصولات کشاورزی نقش بسزایی داشته و می‌تواند به‌عنوان تنها راه مقابله با این نا فرمانی اقلیم باشد.

رطوبت (humidity)

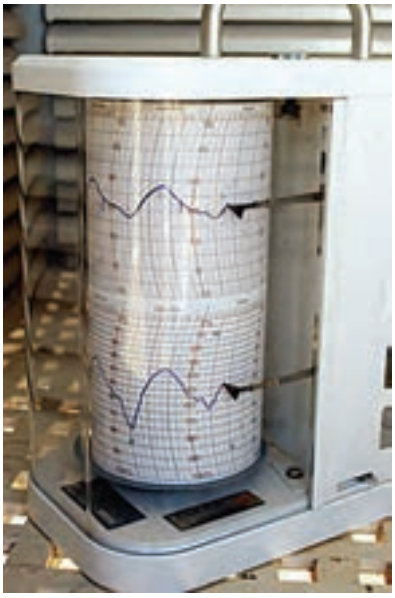
میزان رطوبت: به میزان بخار آب موجود در هوا گفته می شود. رطوبت نسبی، نسبت درصدی از بخار آب موجود در هوا در یک درجه حرارت معین، به میزان بخارآبی است کـه هوا در آن دمای معـیـن قـادر به نگهداری است. میزان بخار آبی که تودهٔ هوا می تواند در خود نگه دارد به درجه حرارت آن توده هوا بستگی دارد. هر قدر هوا گرم‌تر باشد، آب بیشتری نیز می تواند در خود جای دهد. رطوبت نسبی پاییـن به مفهوم آن است که هوا خشک بوده و قابلیت نگهداری رطوبت زیادی را نیز دارا است.

در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، هر متر مکعب هوا می‌تواند ۱۸ گرم (بخار) آب را در خود نگه دارد. در ۲۵ درجه سانتی‌گراد این مقدار به ۲۲ گرم آب افزایش می‌یابد. یعنی چنانچه دمای هوا ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد و یک متر مکعب هوا نیز محتوای ۲۲ گرم آب باشد، رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد است و اگر در برگیرنده ۱۱ گرم آب باشد، رطوبت هوا ۵۰ درصد است. چنانچه رطوبت هوا ۱۰۰ درصد باشد، آب دیگر نمی‌تواند تبخیر گردد. چرا که هوا تا آخرین ظرفیت خود از رطوبت اشباع گردیده است. مکانیسم خنک‌سازی بدن ما مبتنی بر تبخیر رطوبت (عرق)

از سطح پوست بدن می‌باشد. هر قدر رطوبت نسبی پایین‌تر باشد، رطوبت (عرق) بهتر تبخیر شده و ما احساس خنکی بیشتری خواهیم کرد. اما هنگامی که رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد باشد، ما احساس گرمای بیشتری (از دمای واقعی) خواهیم کرد، چرا که در این وضعیت عملاً عرق بدن تبخیر نمی‌شود تا ما بتوانیم احساس خنکی کنیم. شاخص حرارتی تأثیر رطوبت هوا برگرمای حقیقی هوا را نشان می دهد، که حاصل آن گرمایی است که ما آن را احساس می‌کنیم. برای مثال در گرمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد چنانچه رطوبت نسبی هوا ۳۰ درصد باشد، گرمایی که ما احساس می‌کنیم ۴۴ درجه سانتی‌گراد و چنانچه رطوبت نسبی ۹۰ درصد باشد گرمایی که ما احساس خواهیم کرد ۹۴ درجه سانتی‌گراد است.
برای تبدیل یک گرم آب به بخار آب در حدود ۵۴۰ کالری حرارت لازم است و این مقدار گرما از محیط اطراف جذب می‌شود. بدین جهت عمل تبخیر گرماگیر یا سرمازا است. درصورتی که در عمل میعان حرارت آزاد شده موجب ازدیاد گرمای محیط می‌شود. هر چه هوا گرم‌تر باشد، بخار آب بیشتری می‌تواند در هوا ذخیره شود، ولی به هر حال ذخیره بخار آب در هوا محدود است.

رطوبت و انواع آن

هوای بدون بخار آب را هوای خشک می‌گویند. این نوع هوا در جو وجود ندارد، حتی در جو روی بیابان‌ها و عرض‌های بالا. هوای خشک به‌علاوه رطوبت را هوای مرطوب می‌گویند. تبخیر که عامل مرطوب ساختن هوای خشک است، از سطح اقیانوس‌ها و آب‌های سطحی و تعرق، منبع رطوبت هوا،ایجاد ابرها و بارندگی است. حداکثر بخار آب موجود در جو ۴ـ۳ درصد است. میزان رطوبت را به‌وسیله رطوبت سنج اندازه‌گیری می کنند.
بخار آب موجود در جو در متعادل نگه داشتن درجه حرارت جو کره زمین نقش عمده‌ای دارد. زیرا بخار آب امواج تشعشعی با طول موج بلند را جذب می‌نماید. پس اگر در جو مقدار بخار آب کم باشد، اختلاف درجه حرارت بسیار زیاد می‌شود. پس بحث درمورد متغیرهای هوای مرطوب از جمله رطوبت نسبی حائز اهمیت است.
رطوبت، مقدار نم (بخار آب) موجود در هوا است. این رطوبت به صورت رطوبت مطلق و یا رطوبت نسبی بیان می‌شود.



یک نم سنج

رطوبت مطلق: رطوبت مطلق، مقدار کل بخار آب موجود در حجم معینی از هوا است. در رطوبت مطلق، دما درنظر گرفته نمی‌شود. رطوبت مطلق موجود در جو می‌تواند از نزدیک به صفر گرم در هر مترمکعب تا تقریباً ۳۰ گرم در هر متر مکعب باشد. به عبارت دیگر، رطوبت مطلق، جرم بخار آب تقسیم بر یک واحد حجم از هوا (اغلب گرم آب، بر متر مکعب هوا مورد استفاده قرار می گیرد) است.

رطوبت نسبی: رطوبت نسبی مقدار بخار آب موجود در هوا تقسیم بر حداکثر میزان رطوبتی است که هوا می‌توانسته در این دما داشته باشد. رطوبت نسبی به‌صورت درصد بیان می‌شود. اگر هوا با بخار آب اشباع

شود رطوبت نسبی ٪۱۰۰ است و اگر هیچ بخار آبی در کل هوا وجود نداشته باشد رطوبت نسبی ٪۰ است. بنا به تعریف، رطوبت نسبی، نسبت رطوبت مطلق در دمای t به رطوبت اشباع در همان دما می‌نامند. به عبارت دیگر نسبت بخار آب موجود در حجم معینی از هوا در دمای t به وزن ماکزیمم بخار آبی که می‌تواند در همین حجم در دمای t داشته باشد را رطوبت نسبی می‌گویند.

تغییرات رطوبت نسبی: تغییرات شبانه روزی رطوبت نسبی برعکس تغییرات شبانه روزی درجه حرارت است. ماکزیمم آن کمی‌قبل از طلوع آفتاب و مینیمم آن در حدود ساعت ۲ بعد از ظهر است. تغییرات سالانه رطوبت نسبی منظم نیست و نسبت به موقعیت منطقه تغییر می‌کند. رطوبت نسبی نسبت به ارتفاع نیز کاملاً نامنظم است و نمی‌توان قاعده خاصی برای آن بیان کرد. به‌طوری که ممکن است در اطراف یک ابر رطوبت نسبی صد در صد باشد و در فاصله کمی‌از آن خیلی کمتر از این مقدار باشد.

رطوبت اشباع: اگر مقدار حداکثر بخار آب در دمای ثابتی وارد هوا شود، گویند هوا در این درجه حرارت از بخار آب اشباع شده و دارای رطوبت اشباع می‌باشد. فشار یا کشش بخار آب را در این حالت فشار بخار اشباع شده در درجه حرارت مزبور می‌نامند.

فشار بخار آب: جو مخلوطی از گازهایی است که هر یک دارای فشار جزیی می‌باشند. فشار هوا در هر نقطه برابر مجموع فشارهای جزیی وارده از طرف هر گاز به انضمام بخار آب است. مقدار بخار آب موجود در هوا با مکان و زمان تغییر می کند. هر گاه فشار بالای سطح آب (یا زمین) در زمان معین و در دمای معین به‌صورت اشباع درآید، فشار جزیی بخار آب در آن زمان و دما را فشار اشباع گویند.

چنانچه هوا گرم‌تر شود موجب تبخیر مولکول‌های بیشتری می‌شود تا آنکه فضای بالایی سطح آب (زمین) به حالت اشباع در می‌آید. بنابراین فشار بخار جزیی آب به دما بستگی دارد و با افزایش دما، فشار بخار اشباع نیز افزایش می‌یابد. هر چه دما کمتر باشد، مقدار بخار آب لازم برای رسیدن به مرحله اشباع کمتر است.

نقطه شبنم: اگر دمای هوا به درجه‌ای برسد که در آن هوای مفروض صد در صد از بخار آب اشباع گردد (فشار ثابت)، چنین درجه‌ای به نقطه شبنم موسوم است. برای اندازه‌گیری ابتدایی نقطه شبنم در یک ظرف که جداره خارجی آن کاملاً صیقلی باشد، اختیار کرده و مخلوط آب و یخ در آن قرار می‌دهیم. هرگاه روی جدار خارجی ظرف با هوای موردنظر در تماس است. به تدریج ذرات بخار آب به‌صورت مایع (شبنم) پیدا شده، در دمای آب را به‌وسیله دماسنج تعیین می‌کنیم این دما درجه اشباع یا نقطه شبنم است.

رطوبت خاص: رطوبت خاص نسبت جرم بخار آب به جرم کل بخشی از هوا است و گاهی اوقات به آن «نسبت رطوبت» اطلاق می‌شود. رطوبت خاص تقریباً با «نسبت اختلاط» یا نسبت آمیختگی مساوی است. نسبت اختلاط به‌صورت نسبت جرم بخار آب در بخشی از هوا (بسته هوا) به جرم هوای خشک برای همان بسته هوا تعریف می‌شود.

علائم تنش رطوبت در گیاهان: هنگامی که علائم زیر را مشاهده کردید، رطوبت هوا را باید افزایش دهید تا گیاه را از تنش خارج کنید:

- □ حاشیه برگ‌ها قهوه‌ای شده اند
- □ گیاه پژمرده شده است
- □ شکوفه‌های گل بزرگ نمی‌شوند یا پیش از بازشدن می‌ریزند
- □ گل‌ها اندکی پس از بازشدن، چروکیده شده و خشک می‌شوند.

عوارض ناشی از زیادی یا کمی رطوبت در درختان:
با اینکه آب از عناصر یا مواد موردنیاز قطعی درختان می‌باشد ؛ مقداری که در اختیار نبات قرار می گیرد ؛ باید در حد متعادل باشد. کم یا زیاد بودن آن در محیط رشد، اعم از خاک یا هوا، در درختان عوارضی به‌وجود می‌آورد که باغ دار باید با آنها آشنا باشد و قبل از وارد آوردن خسارت چاره‌ای بیاندیشد.

الف) عوارض ناشی از زیادی رطوبت: زیادی رطوبت در خاک موجب می‌شود که رشد انساج به‌صورت ناموزنی انجام گیرد. در این شرایط رشد انساج پارانشیمی، به ضرر انساج مربوط به لوله‌های کشنده و منتقل کننده آب، توسعه بیشتری پیدا می کند که در اثر آن، نابسامانی‌هایی به صورت‌های ذیل به‌وجود خواهد آمد :

۱ شکافته شدن و ترکیدن میوه‌ها
۲ تاول زدگی
۳ پهن‌شدن شاخه‌ها
۴ زردی یا کلروز (Chlorose)
۵ سخت شدن یا پوسته پوسته شدن پوست
۶ حفره‌های پر از آب در نسج میوه
۷ گوموز یا صمغ زدگی= گوموز معمولاً به حالتی اطلاق می‌شود که پوست تنه یا شاخه درختان یا هسته میوه، یک نوع ترشحات صمغی از خود تولید و از درزها و شکاف‌های موجود در انساج فوق خارج می‌شود. این مرض در درختان میوه سرد سیری هسته دار و در انواع مرکبات بیشتر دیده می‌شود. بعضی اوقات این مرض در اثر حمله تعدادی از قارچ‌ها و باکتری‌ها، بخصوص در طوقه درختان بروز می کند.
۸ لکه تلخ (Bitter Pit)= در این بیماری که بیشتر در سیب دیده می‌شود؛ انساج مبتلا، خشک و اسفنجی شده و سلول‌ها متلاشی می‌شوند ولی هنوز پر از نشاسته هستند و جدارهای سلولی هیچ‌گونه علائمی از ضخیم شدن نشان نمی‌دهند.

ب) عوارض ناشی از کمی رطوبت: همان‌طوری که زیادی رطوبت عوارض نامطلوبی در درختان به‌وجود می‌آورد؛ کمی آن نیز باعث بروز مشکلاتی در باغ می گردد. در ذیل چند عارضه عمده که ناشی از کمی رطوبت خاک یا هوا می‌باشد؛ معرفی می گردد.

۱ سوختگی نوک برگ‌ها
۲ خزان بی‌موقع و زودرس شدن میوه‌ها
۳ خشک شدن سرشاخه‌ها
۴ تولید نسج چوب پنبه‌ای و نقطه‌های خشک در نسج میوه
۵ نوک سیاه شدن میوه= این حالت در گلابی پیش می‌آید و عبارت است از سیاه شدن قسمت رأس میوه توأم با خشک شدن نسج گوشتی زیر و ترک خوردن آن. این قبیل میوه‌ها بیشتر در مناطقی دیده می‌شوند که دارای هوای گرم و خشک می‌باشند.
۶ تولید ریگ در انساج میوه (لیتیاز- Lithiasis)= خشکی، کمی‌قبل از رسیدن میوه در گلابی‌ها، موجب تشدید و زیاد شدن دانه‌های سخت و درشت شدن آنها در نسج میوه، به‌خصوص منطقه نزدیک تخمدان می‌شود. در این شرایط، خشکی باعث می‌شود که نسج اسکلروتینی (Sclerotic) در گوشت میوه به‌خصوص در قسمت مقابل به نور بیشتر تشکیل شود. ولی این حالت فقط موقعی که خشکی در این فصل خیلی زیاد باشد؛ به‌وجود می‌آید.

نور

انرژی خورشید در همه ساختارهای گیاهی نقش دارد و نتیجه نهایی این فرایندها باعث رشد گیاه می‌شود که منجر به افزایش ماده خشک می‌گردد. در شرایطی که همه عوامل از جمله میزان دی اکسیدکربن, دما و رطوبت در حد مطلوب باشد. برای انجام فتوسنتز به شدت نور در حد مطلوب نیاز است. نور کم باعث کاهش فتوسنتز و رشد گیاه و نور بیشتر باعث صدمه به کلروپلاست‌ها و کاهش فتوسنتز می‌شود.

نور از فوتون تشکیل شده، به‌صورت امواج الکترو مغناطیسی انتشار می‌یابد و دارای انرژی می‌باشد. کیفیت، کمیت و طول دوره نوری (طول روز) سه خصوصیت مهم نور می‌باشند.

مقدار نورمورد نیاز گیاهان: گیاهان بر اساس نیاز نوری خود به میزان حداقلی از نور در طول یک روز نیاز دارند. پیشگیری بهتر از درمان است پس اگر گیاه شما علائم کمبود نور را نیز نشان نداده بهتر است از مناسب بودن نور دریافتی آن مطمئن شوید. اما مقدار نور دریافتی گیاه را نمی‌توان به وسیله چشم سنجید. چرا که به‌علت خود تطبیقی چشم با محیط، معمولاً محیط‌های نامناسب نوری نیز روشن به‌نظر می‌رسند. پس برای سنجش نور محیط به ابزار مخصوص این کار نیاز است. ابزارهای مخصوص نور سنجی وجود دارند اما برای نگهداری از یک گیاه خانگی نیازی به هزینه برای خرید چنین ابزاری نمی‌باشد. یک تلفن همراه هوشمند که به سنسور نور مجهز باشد نیز می‌تواند همان کار را برای شما انجام دهد. در این صورت تنها لازم است یکی از نرم افزارهای سنجش نور محیط را دریافت کرده و سنسور سنجش نور محیط تلفن همراه خود را در محل قرارگیری گیاه قرار دهید. معمولاً نور دریافتی بر اساس واحد lux بیان می‌شود. بر این اساس گیاهان را این‌گونه طبقه‌بندی می‌کنند.

□ **گیاهان با نیاز نوری کم:** گیاهان با نیاز نوری کم، معمولاً باید شدت نوری معادل ۵۰۰ تا ۲۵۰۰ لوکس دریافت کنند

□ **گیاهان با نیاز نوری متوسط:** این گیاهان به شدت نوری معادل ۲۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکس برای رشد مطلوب نیاز دارند. نور بیشتر در رشد بهتر این گیاهان تأثیر خواهد داشت.

□ **گیاهان با نیاز نوری بالا:** این گیاهان باید از نور مستقیم خورشید استفاده کنند و با استفاده از نورهای مصنوعی معمول خانگی رشد خوبی نخواهند داشت. این گیاهان به حداقل ۱۰۰۰۰ لوکس شدت نور نیاز دارند.

نشانه‌های کمبود نور در گیاه: ممکن است گیاه شما نور موردنیاز خود را دریافت نکند که باعث‌ایجاد علائم کمبود نور درگیاه می‌شود. گیاهانی که نور کمی‌دریافت می‌کنند یا نور دریافتی آنها کیفیت مناسبی ندارد، علائم زیر را خواهند داشت:

□ ساقه‌های گیاه نازک و کشیده (مرتفع) خواهند شد.
□ گیاه به سمت نور متمایل می‌شود.
□ گیاه ضعیف شده و رشد آن بسیار کم می‌شود.
□ برگ‌ها زرد رنگ و کوچک خواهند شد.
□ در کناره برگ‌ها علایم قهوه‌ای دیده می‌شود.
□ برگ‌های پایینی خشک می‌شوند.
□ برگ‌های ابلغ رنگ متفاوت خود را از دست خواهند داد.

درصورتی که گیاه شما نور کمی‌دریافت می‌کرده و برگ‌های آن در سایه رشد کرده‌اند از انتقال ناگهانی آن به نور زیاد خودداری کنید چرا که این کار باعث سوختگی برگ‌های گیاه خواهد شد. با افزایش تدریجی نور، مقاومت به نور با شدت بالا افزایش می‌یابد و گیاه صدمه نخواهد دید.

فتو پریود: فتو پریود عبارت است از مدت زمانی از روز که نور به گیاه می‌تابد. طول روز بسته به فصل سال و عرض جغرافیایی تغییر می‌کند. در نیم‌کره شمالی طول روز در چهار روز از سال اهمیت ویژه دارد.

۱ **اول فروردین (۲۱مارس)**: که خورشید مستقیماً بالای خط استوا قرار می‌گیرد و در این روز طول روز و شب مساوی و برابر ۱۲ ساعت است. و به آن اعتدال بهاری می‌گویند.

۲ **سی و یکم خرداد (۲۱ ژوئن)**: که خورشید در شمالی‌ترین قسمت بالایی خط استوا قرار می‌گیرد و طولانی‌ترین روز و کوتاه‌ترین شب سال است و به آن انقلاب تابستانی می‌گویند.

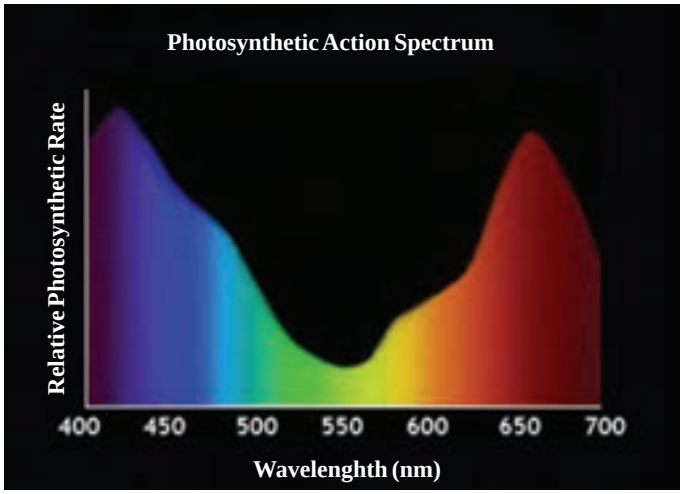
۳ **سی ام شهریور (۲۱سپتامبر)**: که خورشید مستقیماً بالای خط استوا است و طول روز و شب مساوی است و اعتدال پاییزی نامیده می‌شود.

۴ **سی ام آذر (۲۱ دسامبر)**: که خورشید در جنوبی‌ترین قسمت زیر خط استوا قرار می‌گیرد و کوتاه‌ترین روز و بلندترین شب سال است و انقلاب زمستانی نامیده می‌شود (شب یلدا).

نقطه موازنه نوری (Light compensation point): نقطه‌ای است که در آن شدت فتوسنتز برابر شدت تنفس است. در این نقطه تمامی‌مواد تولیدشده در فتوسنتز در تنفس به مصرف می‌رسد. نقطه موازنه نوری در گیاهان آفتاب پسند بیشتر از گیاهان سایه پسند است.

نقطه اشباع نوری (Light saturation point): نقطه‌ای که فتوسنتز در آن حداکثر است و با افزایش نور دیگر فتوسنتز افزایش نمی‌یابد که به آن نقطه اشباع نوری گویند.

کیفیت نور: کیفیت نور، به زبان ساده، به رنگ نوری که به سطح گیاه می‌رسد اطلاق می‌شود. رنگ نور بر اساس طول موج و طیف نور مشخص می‌شود. گیاهان قادر هستند طیف‌هایی از نور را بهتر از دیگر طیف‌ها جذب و استفاده کنند. نورهای قرمز و آبی بیشترین اثر را بر رشد گیاه دارند و نورهای سبز و زرد اهمیت کمی‌در رشد گیاه دارند. نورهای سبز و زرد معمولاً از سطح گیاه بازتاب شده و جذب گیاه نمی‌شوند، که رنگ سبز گیاهان نیز به علت بازتاب این رنگ‌ها از سطح گیاه می‌باشد.



گیاهان برای رشد مناسب به نسبت متعادلی از نور آبی و قرمز نیاز دارند که نور خورشید این نسبت متعادل را برای گیاه فراهم می‌آورد. نور آبی معمولاً در رشد شاخ و برگ گیاه نقش دارد، در حالی که رنگ قرمز به همراه آبی مشوق گلدهی در گیاه هستند.

اشعه ماورای بنفش با طول موج ۴۰۰ـ ۳۰۰ نانومتر باعث صدمه به گیاه شده و غیر قابل رویت با چشم انسان است. اشعه مادون قرمز با طول موج ۷۵۰ـ ۷۰۰ نانومتر خارج از حس بینایی انسان است و برای رشد گیاه ضروری است اما در فتوسنتز گیاه بی تأثیر است. طیف نوری (۷۶۰ـ ۳۸۰ نانومتر) در فتوسنتز نقش دارد. میزان فتوسنتز در نور قرمز و آبی حداکثر است. اگر گیاه فقط در معرض نور آبی قرار گیرد رشد کاهش و اندام‌های گیاه سفت و تیره می‌شود و اگر گیاه در معرض نور قرمز قرار گیرد؛ رشد گیاه افزایش و اندام‌های گیاه نرم و لصیف می‌شود. برای انجام فتوسنتز تمامی طول موج‌های نور لازم است.

در کنار کیفیت نور، کمیت آن نیز از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. چرا که بهترین نور هم درصورتی که شدت کافی نداشته باشد و به مدت مناسب به گیاه نرسد به رشد آن کمکی نخواهد کرد. همان‌طور که اشاره شد شدت و مدت تابش نور دو فاکتور تعیین کننده کمیت نور هستند.

شدت نور: شدت نور خورشید در بیرون جو (ثابت خورشیدی) حدود ۱۳۶۷ وات بر مترمربع است. طیف طول موج‌های نور خورشید در محدوده ۱۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی‌میکرون می‌باشد. نور خورشید طی عبور از جو و در اثر انعکاس، جذب و پراکنش توسط ازن، بخار آب، ملکول‌های اکسیژن، نیتروژن، گاز کربنیک و ذرات جامد معلق در هوا دچار تغییراتی از نظر شدت و کیفیت می‌گردد و به دو صورت پراکنده (نور پراکنده که از آسمان و منعکس شده از سطح زمین و برگ‌ها که به داخل اجتماع گیاهی وارد می‌شود) و نور مستقیم خورشید که به سطح زمین می‌رسد. شدت نور پراکنده بسیار کمتر از نور مستقیم خورشید است و برای رشد گیاهان کافی نیست، اما ممکن است برای رشد گیاهان سایه دوست (مثلاً آپارتمانی) کافی باشد. همچنین با افزایش عرض جغرافیایی، زاویه تابش خورشید و نیز طول مسیر حرکت نور در اتمسفر افزایش می‌یابد. بنابراین، میزان انعکاس، پراکنش و جذب نورها افزایش یافته و انرژی نورانی دریافتی توسط واحد سطح زمین کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، ضخامت اتمسفر و تراکم هوا در اراضی مرتفع کمتر است. در نتیجه کل شدت نور افزایش پیدا می‌کند. در یک روز روشن آفتابی، از نسبت نور پراکنده به کل نور کاسته می‌گردد؛ اما در روزهای ابری بر میزان شدت نور پراکنده نسبت به نور مستقیم افزوده می‌شود.

معمولاً هنگامی‌که شدت نور افزایش می‌یابد، میزان فتوسنتز و رشد گیاه نیز افزایش می‌یابد که این اهمیت تأثیر نور بر گیاهان و رشد را نمایان می‌سازد. در اکثر موارد نور داخل فضاهای خانگی برای رشد گیاهان کم بوده و کمبود نور شایع‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان خانگی می‌باشد. البته این مشکل در اتاق‌هایی با پنجره‌های دارای نورگیر خوب وگیاهان سایه پسند آپارتمانی کمتر دیده می‌شود.

باید توجه داشت که نور زیاد می‌تواند عامل محدودکننده‌ای به نام دما را نیز با خود به همراه داشته باشد. در مناطق گرمسیر، برخی گیاهان دارای نیاز نوری بالا، باید در محلی قرار بگیرند که از تابش مستقیم آفتاب در امان بمانند؛ و این در حالی است که باید نیاز نوری آنها نیز تأمین شود. در حالی که در مناطق معتدل می‌توان همین گیاهان را در نور مستقیم خورشید قرار داد.

تأثیر نور بر گیاهان و رشد آنها: قبل از هرچیز باید دانست که گیاه علاوه بر آب، مواد معدنی و مواد آلی، برای رشد و نمو خود نیاز به نور نیز دارد و هیچ گیاهی نمی‌تواند در تاریکی رشد کند و برای رشد و نمو خود باید تحت تأثیر نور قرار گیرد، در ضمن بسیاری از فرایندهای فیزیولوژی گیاه توسط نور انجام می‌شود.

تمامی موجودات برای رشد به انرژی نیاز دارند. کسب انرژی در گیاهان به وسیله فرایندی به نام فتوسنتز انجام می‌شود که نور در این فرایند نقش اساسی دارد.

فتوسنتز به معنای «ساخت نوری» می‌باشد که اهمیت نور را در این فرایند نشان می‌دهد. گیاهان با دریافت نور و استفاده از آن به همراه فاکتورهای دیگر انرژی مورد نیاز خود را تأمین کرده و مواد موردنیاز خود را می‌سازند.
نور عامل ادامه حیات در زمین است. در نتیجه تأثیر نور بر گیاهان قابل انکار نیست. اما چرا گیاهان به نور نیاز دارند؟

مشخصه‌های نوری در رشد گیاهان:

□ کیفیت نور

□ طول دورهٔ نور

□ کمیت نور

بر اثر دریافت نور قرمز گیاه به‌صورت طولی رشد کرده و ضعیف باقی می‌ماند و بالعکس اگر گیاه تحت تأثیر نور آبی قرارگیرد باعث کوتاه ماندن و ضخیم شدن شاخه و برگ‌های آنها می‌شود. به همین دلیل برای رشد مطلوب، گیاه به هر دو این طول موج‌ها نیاز دارد که به‌طور همزمان به گیاه تابیده شود.
طول دورهٔ رشد یکی دیگر از مشخصه‌های نوری است که در این رابطه با عامل نور طول دوره نوری یا فتوپریودیسم خصوصاً زمانی که هدف تولید گل‌های شاخه بریده شده می‌باشد؛ حائز اهمیت است.

□ طول دورهٔ روشنایی و تاریکی روی جوانه‌زنی بذر، ریشه‌زایی، رشد و نمو گیاه، زمان گلدهی و باردهی تأثیر زیادی دارد.

□ گیاهان از این نظر به ۳ دسته تقسیم می‌شوند: گیاهان روز کوتاه، گیاهان روز بلند وگیاهان خنثی یا بی‌تفاوت (بعضی از گیاهان واکنش قابل توجهی به طول روز ندارند و بی‌تفاوت می‌باشند. اما در هر حال این گیاهان نیز به‌طور طبیعی به یک جنس روز بلند یا روز کوتاه تعلق دارند. به عبارت دیگر گونه‌ای بی تفاوت به طول روز وجود ندارد.)

گروه‌بندی گیاهان بر اساس واکنش به طول روز

در این گروه‌بندی، چگونگی واکنش گیاه نسبت به طول روز (یا طول شب) در رابطه با تبدیل مریستم رویشی به جوانه گل موردنظر است.

تأکید می‌گردد که روز بلندی و یا روز کوتاهی گیاه فقط در رابطه با طول دوره از سبزشدن تا زمان تشکیل جوانه گل می‌باشد و هیچ ارتباطی با طول دوره نوری برای سایر اعمال زیستی گیاه ندارد.

گیاهان روز بلند: انتقال از مرحله رشد رویشی به مرحله رشد زایشی در گیاهان روز بلند حساس به طول روز همراه با افزایش طول روز تسریع می‌گردد و روزهای کوتاه منجر به تأخیر در گلدهی آنها می‌شود. میزان واکنش ارقام مختلف یک گونه به طول روز یکسان نمی‌باشد.

این دسته از گیاهان برای ورود به رشد زایشی و به گل رفتن بین ۱۴ـ۱۰ ساعت به نور نیاز دارند. جوانه‌های گل، زمانی تشکیل می‌شود که شب‌ها کوتاه باشد.گاهی اوقات در اثر تیمار نور شکست تاریکی در شب و در فصول سرد، پاییز و زمستان که نور به اندازه کافی به گیاهان روز بلند نمی‌رسد توسط نورهای مصنوعی، به گیاه نور تابانده می‌شود تا نیاز گیاه برآورده شود.
گیاهانی نظیر اطلسی، مینا و میمون نمونه‌ای از گیاهان روز بلند هستند.گل مینا در شرایط شب‌های بلند فقط رشد رویشی داشته و ساقه‌های آن طویل می‌شود.در اثر افزایش دورهٔ تاریکی گیاهانی مثل ارکیده و رز، رشدشان متوقف می‌شود و اندازهٔ گل‌ها کوچک و ساقه‌ها ظریف و طول گیاه به‌طور غیر طبیعی کوتاه می‌شود که بر روی بازار پسندی این گیاه تأثیر منفی دارد.

گیاهان روز کوتاه: این گیاهان در نقطه مقابل گیاهان روز بلند قرار می‌گیرند و برای ورود به رشد زایشی خود و گلدهی به نور تابشی کمتر از ۱۲ساعت نیاز دارند، در واقع نیاز بیشتر آنها به تاریکی است. در کشور ایران به دلیل اینکه روزهای آفتابی بسیاری دارد باید نیاز نوری گیاهان مختلف شناسایی شود تا گیاه در طی روزهای بلند از رشد رویشی و زایشی خوبی برخوردار باشد لذا باپایین آوردن ساعات روشنایی و ایجاد سایه یا شب‌های طولانی توسط کشیدن حصیر یا پردهٔ تیره رنگ یا پاشیدن رنگ‌های قابل شست‌وشو بر روی گل‌ها و گلخانه‌ها، گیاهان روز کوتاه را وارد مرحلهٔ گلدهی یا زایشی می‌کنند.
نمونه گیاهان روز کوتاه گل داوودی است.

گیاهان خنثی یا بی‌تفاوت: این گیاهان حساسیتی نسبت به طول روز و شب ندارند و در تمام طول سال گلدهی می‌کنند و برای نگهداری در منزل بسیار مناسب‌اند. مانند گل حنا، بگونیا و...

کمیت نور

اهمیت کمیت نور در تولید محصولات غیرقابل انکار است. میزان فتوسنتز تابع کمیت و شدت نور است؛ اگر شدت نور کم یا زیاد شود فتوسنتز نیز کاهش یافته و رشد گیاه کم می‌شود. درصورتی که شدت نور زیاد باشد با کاهش فتوسنتز رو به رو می‌شویم و اگر شدت نور کم باشد فتوسنتز نیزکم می‌شود. گاهی اوقات با افزایش درجه حرارت به خصوص در مرحله گل‌دهی با سقط و ریزش گل‌ها روبه رو می‌شویم، در واقع با افزایش شدت نور فتوسنتز و تولید کاهش یافته و در موارد شدید متوقف می‌شود و این به دلیل خاصیت اشباع نوری گیاه می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت، ماکزیمم شدت نور هر گیاه منحصر به فرد است که میزان بالاتر از آن فتوسنتز را افزایش نمی‌دهد و این مقدار را نقطه اشباع نوری گیاه می‌گویند.
تا زمانی که شدت نور از مقادیر پایین تا نقطه اشباع برسد با افزایش فتوسنتز رو به رو هستیم ولی هنگامی که شدت نور از نقطه اشباع بالاتر رود عمل فتوسنتز با بسته شدن روزنه‌ها متوقف می‌شود. توصیه می‌شود در روزهای ابری و شدیداً آفتابی میزان کم یا زیاد بودن نور را در گلخانه‌ها توسط دستگاه‌هایی مانند نور سنج اندازه‌گیری کنند تا درصورت کم یا زیاد بودن نور مشکلات را برطرف کنیم.
گیاهان از نظر شدت نور به ۳دسته تقسیم می‌شوند: گیاهان آفتاب خواه، گیاهان سایه خواه وگیاهانی که به حدواسط بین این دو قرار دارند.

گیاهان آفتاب خواه: گیاهانی هستند که به شدت نوری زیادی برای رشد و نمو خود نیاز دارند و اغلب آنها دارای برگ‌های کوچک و ضخیم می‌باشند و معمولاً به‌صورت باریک وجود دارند مانند غلات. در این گیاهان باید تراکم گیاهی را درنظر داشت زیرا اگر به اندام‌های بعضی از آنها نور کافی نرسد، مشکلی برای سایر اندام‌ها به‌وجود می‌آید. به همین دلیل این گیاهان باید در نور کامل قرار بگیرند.

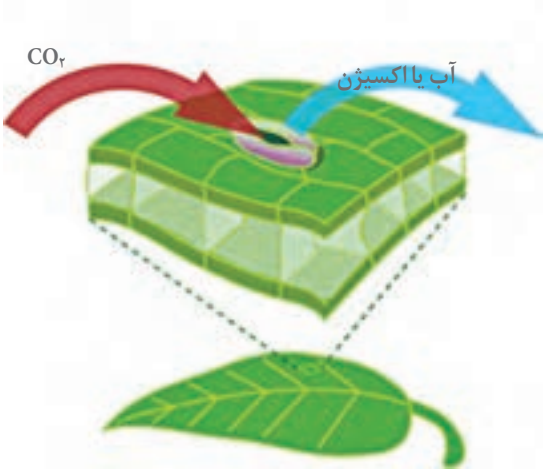
گیاهان سایه خواه: عموماً این گیاهان به شدت نوری کمی‌نیاز دارند و در شرایط سایه یا تاریکی رشد خوبی داشته و وارد مرحله زایشی می‌شوند. مانند گیاه کلم و نخودفرنگی که دارای برگ‌های پهن ولطیف هستند.گیاهانی که در حد واسط بین گیاهان آفتاب خواه و سایه خواه قرار دارند می‌توانند هم در سایه و هم در آفتاب رشد کنند. نور به‌طور معمول به شدت تعرق اثر مستقیم دارد، معمولاً در روز روزنه‌ها باز هستند و این امر سبب می‌شود که بخارآب موجود در برگ‌ها وارد جو شود.در شب روزنه‌ها بسته اند و میزان تعرق به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.

علت نورگرایی ساقه:

تجمع بیش از حد مقدار اکسین در سمت نور ندیدهٔ اندام ساقه باعث می‌شود که بر اثر مقدار نور ورودی در یک محفظه تاریک یا مکانی، ساقه به سمت نور گرایش پیدا کند که به این امر نورگرایی می‌گویند.

علت منفی بودن نور گرایی در ریشه: سلول‌های ریشه نسبت به مقدار بسیار اندک اکسین واکنش نشان می‌دهد و رشد می‌کند. رشد آنها نسبت به مقدار بیشتر این هورمون کم یا متوقف می‌شود، در نتیجه تراکم اکسین زیاد در سمت نور ندیده ریشه سبب می‌شود که این قسمت نسبت به سمت نور دیده رشد کمتری داشته باشد و ریشه به سمت مخالف نور خم گردد.

علاوه بر توضیح‌های داده شده باید بدانیم نور در کجای چرخهٔ فتوسنتز قرار دارد و بر چه بخش‌هایی از گیاه تأثیر می‌گذارد. به‌طور کلی نقش نور شکستن مولکول‌های آب در کلروپلاست و آزاد کردن الکترون است که از الکترون آزاد شده برای تشکیل مواد پر انرژی (NADPH-ATP) و نهایتاً برای تشکیل قند ۶ کربنه به‌نام گلوکز استفاده می‌شود. قند تولیدشده صرف رشد و حیات گیاه می‌شود و مقدار اضافهٔ آن در بعضی گیاهان مثل سیب‌زمینی به‌صورت درشت مولکول نشاسته ذخیره می‌شود.



چگونگی آزاد شدن الکترون و تولید انرژی آن:

رنگیزه‌های درون برگ قدرت جذب نورهای سفید خورشید را داراست. رنگیزه‌های نوری این پرتوها را که مربوط به رنگ‌های بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز است جذب می‌کنند و پس از آن بعضی از پرتوهای نور خورشید به‌ویژه پرتوهای قرمز به‌وسیله رنگیزه کلروفیل جذب می‌شود و واکنشی در مولکول‌های آن به‌وجود می‌آید که به آنها واکنش‌های فتوشیمیایی می‌گویند.

مدت زمان نوردهی: به مدت زمانی که گیاه در طول یک روز در معرض نور قرار می‌گیرد؛ مدت زمان نوردهی گفته می‌شود. گیاهان معمولاً نمی‌توانند نور ۲۴ ساعته را تحمل کنند اما ساعت نوردهی بالا می‌تواند برای آنها مفید باشد.

به‌طور کلی گیاهان در مورد کمیت به گروه‌های کم نیاز یا سایه دوست، گیاهان با نیاز متوسط یا نیمه آفتابی و با نیاز بالا یا آفتابی تقسیم می‌شوند. در حالی که گیاهان آفتابی به حداقل ۸ ساعت نور مستقیم خورشید در روز نیاز دارند، ممکن است گیاهان سایه دوست به چند ساعت نور معمولی در روز اکتفا کنند.

روشنایی و پرورش گیاه

نور برای رشد گیاه لازم است. نور خورشید ارزان‌ترین منبع در دسترس نور است ولی برای کشاورزی همیشه به میزان لازم در اختیار نیست. در نتیجه استفاده از نور مصنوعی به جهت افزایش تولید و کیفیت گیاه بسیار متداول شده است. گیاهان نسبت به انسان‌ها حساسیت کاملاً متفاوتی به رنگ‌های نور دارند. باتوجه به رشد گیاه، نور به‌صورت ذره‌های ریزی می‌باشند که فوتون یا کوانتوم نامیده می‌شوند. مقدار انرژی فوتون‌ها بسته به طول موج آنها (رنگ طیف نوری) تغییر می‌کند. برای یک انرژی نورانی نور قرمز تقریباً یک و نیم برابر فوتون بیشتر از نور آبی تولید می‌کند. یعنی اغلب منابع نور قرمز فوتون بیشتری از منابع نور آبی تولید می‌کنند. البته گیاهان دارای حساسیت متفاوت به رنگ‌های مختلف نور نشان داده و اثرات متفاوتی روی آنها می‌گذارد. درنتیجه استفاده از منبع نوری مناسب برای هر گیاه برای دستیابی به نتیجه بهینه در تولید آن مؤثر است.

حساسیت گیاه براساس افزایش نور: تنها قسمت از طیف تابش عمومی که می‌تواند توسط گیاهان برای عمل فتوسنتز مورد استفاده قرار گیرد بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است که به آن PAR (Photo synthetically Active Radiation) گفته می‌شود. تعداد فوتون‌ها در ناحیه PAR نور پرورش‌دهنده گفته می‌شود که به‌صورت میکرومول تعریف می‌شود. در نتیجه تقریباً ۴۵ درصد نور عمومی نور PAR است.

جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
تحلیل هواشناسی و اقلیم	۱ـ تحلیل هواشناسی و اقلیم	تحلیل هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی کشاورزی ـ تأثیر نور بر گیاهان و رشد آنها	بالاتر از حد انتظار	تحلیل روزآمد هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی	۳
			در حد انتظار	تحلیل هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی	۲
	۲ـ تحلیل نزولات جوی		پایین‌تر از انتظار	تحلیل نادرست هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۵

نقش اندام‌های گیاهی

واحد یادگیری ۸

نقش اندام‌های گیاهی

فیزیولوژی سوخت و ساز و تنفس

آیا می‌دانید که:

- مصرف خوراکی، چه ضرورتی دارد؟
- کدام موجود زنده، به خوراکی نیاز ندارد؟
- با تغییر نوع کار و سن، نوع و مقدار خوراکی مورد نیاز یک فرد، چگونه تغییر می کند؟
- غذای سالم و امنیت غذایی چیست؟
- چگونه می توان با حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی، خوراک سالم و کافی تولید کرد؟

تعریف فیزیولوژی گیاهی:

فیزیولوژی، دانشی است که وظایف یا عملکرد موجودات زنده را بررسی می کند. در فیزیولوژی گیاهی اعمال حیاتی، فرایندهای رشد و نمو، متابولیزم و تولید مثل گیاهان مورد مطالعه قرار می گیرد. با این تعریف می توان نتیجه گرفت که در فیزیولوژی گیاهی مطالب گسترده و گاه پیچیده‌ای مطرح می‌شوند. در این کتاب ضمن شرح مختصری در باره ساختمان و اندام های گیاه، به زبان ساده به موضوعاتی از قبیل ساختمان اندام ها، جذب و انتقال موادغذایی، فتوسنتز، واکنش و حساسیت گیاهان، تنفس، تعریق و تعرق خواهیم پرداخت.

نتایج حاصل از مطالعاتی که در فیزیولوژی گیاهی صورت گرفته، باعث توسعه و پیشرفت کشاورزی شده و آن را با استفاده از سایر شاخه‌های علوم نظیر فیزیک و شیمی از صورت ابتدایی خود به صورت کاملاً پیشرفته امروزی، مبدل ساخته است.

اندام‌های گیاهان

گیاهان دارای اندام‌های مختلفی هستند. اغلب از چهار عضو اصلی ریشه، ساقه، برگ‌ها و گل تشکیل یافته‌اند. ریشه‌ها آب و املاح را از خاک جذب کرده و آن را انتقال می‌دهند. ریشه برای افزایش سطح خود، جهت جذب شیره خام (آب و مواد معدنی) بیشتر از زمین، انشعابات ریزی به نام تارهای کشنده دارد. ساقه محل استقرار اندام‌های هوایی است و ضمناً از طریق آوندهایی که دارد شیره خام را به برگ‌ها انتقال می‌دهد. ریشه در بعضی از گیاهان کار مهم دیگری هم انجام می‌دهد و آن اندوختن ماده‌های غذایی است، مانند هویج و چغندر. برگ‌ها انرژی لازم را از خورشید گرفته و با استفاده از آب و دی‌اکسیدکربن موجود در هوا طی عملی به نام فتوسنتز اکسیژن و مواد قندی تولید می کنند. وظیفه دیگر برگ‌ها انجام عمل تبخیر آب از گیاه است که باعث جذب آب از طریق ریشه به برگ‌ها می‌شود.

اندام‌های اصلی یک گیاه

شکل و اندام‌های گیاهان بر حسب نوع و گونه آنها

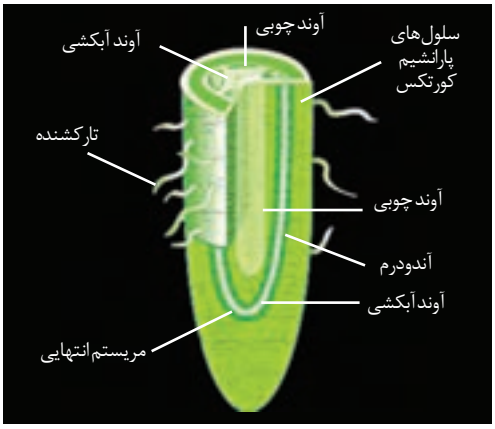
الف) ریشه: همان‌طور که می‌دانید ریشه معمولاً در خاک قرار دارد و موجب استقرار گیاه در زمین می‌شود. در برش طولی ریشه گیاهان بخش‌های زیر قابل مشاهده است:

۱ـ کلاهک: قسمت انتهایی ریشه را کلاهک ریشه می‌نامند. یاخته‌های واقع در رأس و قسمت خارجی کلاهک به تدریج و دائماً در اثر تماس با خاک و عوامل محیطی به‌صورت پوسته‌های نازکی جدا شده و درعین حال به‌طور دائم نیز توسط یاخته‌های مریستمی ریشه ساخته می‌شوند.

۲ـ ناحیه تقسیم سلولی یا مریستمی: سلول‌های حاصل از تقسیم این منطقه ضمن تمایزیابی سلول‌های مختلف ریشه را به‌وجود می‌آورند.

۳ـ منطقه رشد طولی: بلافاصله پس از ناحیه تقسیم سلولی، تقسیم سلول‌ها متوقف می‌شود؛ اما در مقابل سلول‌ها درازتر شده و رشد خود را کامل می‌کنند.

۴ـ منطقه تارهای کشنده: بیشتر موادغذایی گیاه از این منطقه جذب می‌شود. این کار توسط تارهای کشنده موجود در این ناحیه صورت می‌گیرد. از تغییر شکل و ساختمان یاخته‌های داخلی این منطقه بافت‌های مختلفی ایجاد می‌شوند و لذا این منطقه را ناحیه تمایزیابی نیز می‌نامند. به مرور که نوک ریشه از میان ذرات خاک عبور می‌کند، تارهای کشنده می‌ریزند و تارهای جدیدی جایگزین آنها می‌شوند.



برش طولی و اجزای ریشه

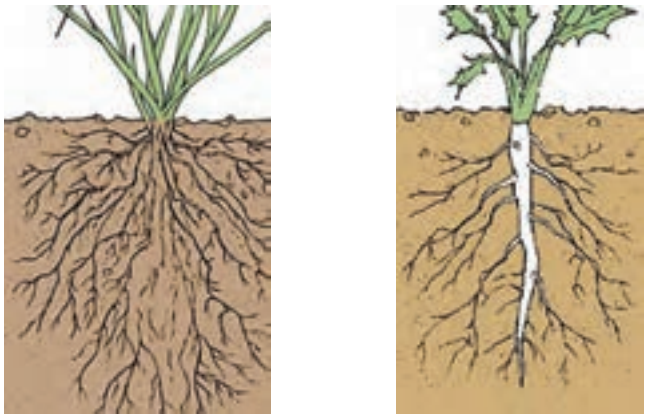
منشأ ریشه‌های جانبی

ریشه‌های جانبی و یا انشعابات ریشه به‌طور کلی در بازدانگان و نهاندانگان از یاخته‌های دایره محیطیه نشأت می‌گیرند. غالباً انشعابات ریشه از نقطه مقابل دستجات آوند چوبی اولیه نشأت می‌گیرند. ریشه اصلی گیاهان به انشعاباتی به نام ریشه‌های فرعی منشعب می‌شوند. برخی از ریشه‌ها در خود موادغذایی را ذخیره می‌کنند؛ مانند هویج و چغندر.

انواع ریشه

ریشه‌های راست: بعضی از گیاهان یک ریشه اصلی بزرگ و چند ریشه فرعی کوچک دارند. این‌گونه ریشه‌ها را ریشه راست نامیده‌اند، مانند ریشه گیاهان چغندر، هویج و ترب.

ریشه‌های افشان: بعضی از گیاهان چند ریشه اصلی دارند که به یک اندازه هستند. این‌گونه ریشه‌ها را ریشه افشان نامیده‌اند، مانند ریشه گیاهان گندم، ذرّت و برنج.



ریشه راست و ریشه افشان

ریشه نابجا: اگر ریشه ظاهرشده، حاصل رشد ریشه‌چه گیاهک دانه نبوده، یا روی اندام‌های دیگری مانند ساقه، برگ، لپه‌ها و حتی پوشش گل پیدا شود، آن را ریشه نابجا می‌گویند. ریشه‌های نابجا مانند ریشه‌های فرعی منشأ درونی داشته، فقط در برخی از گیاهان مانند علف چشمه، منشأ آنها خارجی است. ریشه نابجا ممکن است کار جذب مواد از زمین را به‌عهده نداشته باشد، مثلاً سبب نگاه‌داری گیاه به درخت دیگر شود، مانند عشقه تعداد کمتری از گیاهان استعداد تولید ریشه‌های نابجا را دارند، مثلاً در مخروطیان ریشه نابجا به ندرت به‌وجود می‌آید.

ساختمان درونی ریشه

مقطع عرضی ریشه از خارج به داخل به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ اپیدرم[۱] یا بشره: از یک ردیف سلول‌های پارانشیمی تشکیل شده است که دارای دیواره نازک، متراکم و فشرده بدون فضای بین سلولی هستند. از بعضی نقاط آن تارهای کشنده نشئت می‌گیرند. تارهای کشنده یاخته‌های اپیدرمی هستند که در قسمت‌های جانبی ریشه تشکیل می‌گردند. این بخش از ریشه بسیار نازک است و بیشتر در حدود دو سانتی‌متری نوک ریشه‌های اصلی و فرعی قرار دارند. شمار آنها بسیار زیاد است و عموماً با کندن گیاه از خاک، در زمین باقی می‌مانند.

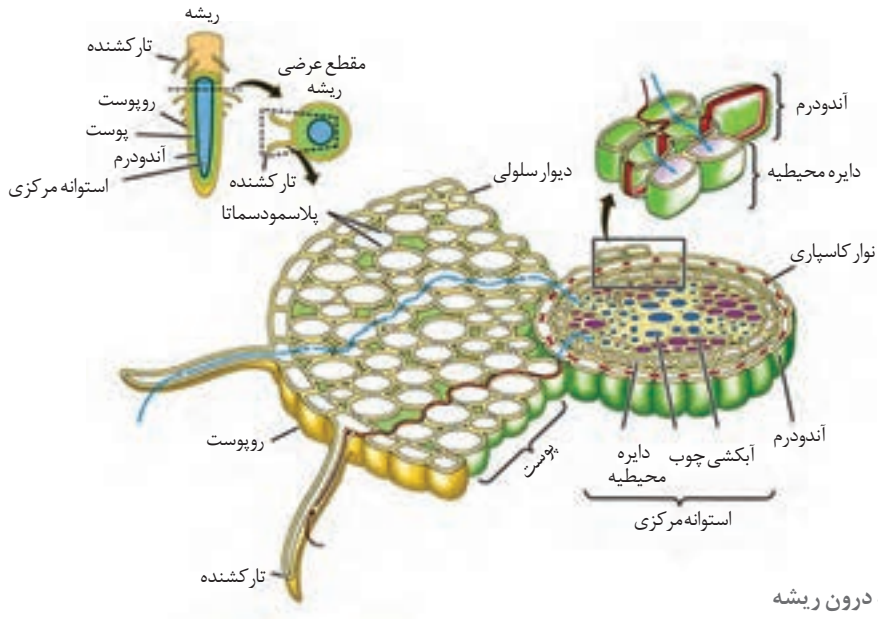
۲ـ پوست: ناحیه پوست یا کورتکس[۲] از سلول‌های پارانشیمی کروی یا چند ضلعی با فضاهای بین سلولی ساخته

۱- Epiderm
۲- Cortex

شده است. در این لایه محافظ که بافت‌های درونی را از آسیب‌های بیرونی حفظ می‌کند، دانه‌های نشاسته به فراوانی دیده می‌شوند. درونی‌ترین لایه مشخص پوست، آندودرم[1] (درون پوست) نام دارد. سلول‌های آندودرم زنده‌اند. آندودرم معمولاً جدار نازکی دارد؛ به جز در قسمت دیوارهای شعاعی و عرضی یاخته که ضخیم و کوتینی یا چوب پنبه‌ای شده و اصطلاحاً آن را نوار کاسپاری[2] می‌نامند. این نوار یا رشته دور تا دور یاخته‌های آندودرمی را در جهت دیواره‌های شعاعی و عرضی یاخته فراگرفته است. ورود آب به درون گیاه تنها از طریق پلاسمورسم‌ها و یاخته‌های فاقد چنین دیواره ضخیمی صورت می‌گیرد.

۳ـ استوانه مرکزی: داخلی‌ترین بخش برش عرضی ریشه استوانه مرکزی نام دارد. خارجی‌ترین لایه استوانه مرکزی را دایره محیطیه تشکیل می‌دهد. این لایه ابتدا از تغییر شکل لایه خارجی لایه زاینده استوانه مرکزی به‌وجود آمده و به‌صورت نسبتاً غیرفعال مریستمی باقی می‌ماند. سپس هنگام فعالیت ثانویه ریشه، از این منطقه ریشه‌های جانبی ناشی می‌شوند. یاخته‌های خارجی دایره محیطیه منتهی به تشکیل لایه زاینده آوندی شده و قسمت‌های دیگر لایه زاینده چوب پنبه را تشکیل می‌دهند. درون استوانه مرکزی دسته‌های آوند چوب و آبکش به‌صورت یک در میان قرار دارند.

دسته‌های آوندی در استوانه مرکزی قراردارند که به دو صورت آوندهای چوبی و آوندهای آبکشی دیده می‌شوند که به ترتیب وظیفه انتقال شیره خام و شیره گیاهی پرورده را به عهده دارند. بین دو دسته آوند چوبی و آبکشی یک یا چند لایه سلول به نام لایه زاینده چوب آبکشی تشکیل می‌گردد. مغز در ریشه جوان متشکل از سلول‌های پارانشیمی متراکم و فشرده در بخش میانی استوانه مرکزی قرار دارد و با بلوغ ریشه مغز از بین رفته و عناصر چوبی جایگزین آن می‌شوند.



مسیر انتقال آب و مواد معدنی به درون ریشه

۱- Endodermis
۲- Casparian strip

نقش اصلی ریشه، جذب آب و یون‌های معدنی از خاک است. تارهای کشنده در اصل سلول‌های روپوستی طویل‌شده‌ای هستند که سطح وسیعی را برای جذب آب فراهم می‌کنند.

جذب آب از طریق اسمز:

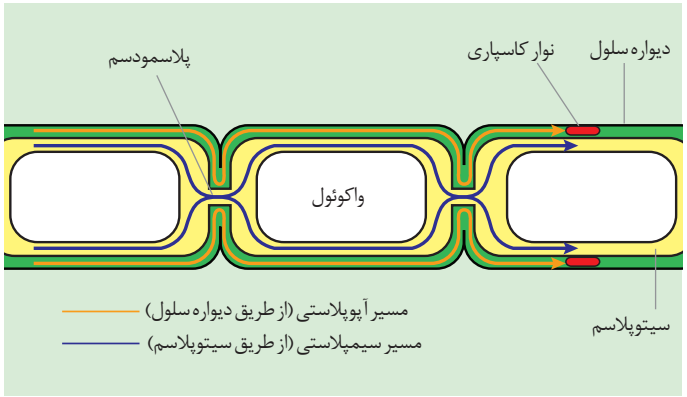
آب از طریق فشار اسمزی وارد سلول‌های تارهای کشنده می‌شود. به محض ورود آب به سلول تارکشنده پتانسیل آب سلول تارکشنده افزایش می‌یابد. حال آب از این سلول به سلول مجاور آن منتقل می‌شود و این فرایند در عرض ریشه تکرار می‌شود تا آب وارد آوند چوبی شود. آب در عرض ریشه از چند مسیر عبور می‌کند: مسیر پروتوپلاستیک و مسیر غیرپروتوپلاستیک.

مسیر پروتوپلاستی (سیمپلاستیک)[1]

آب و مواد محلول در آنکه از خاک وارد سیتوپلاسم سلول‌های تار کشنده شده‌اند، از طریق سیتوپلاسم یک سلول به سیتوپلاسم سلول مجاور وارد می‌شود. به این مسیر، که در آن پروتوپلاست زنده دخالت دارد، مسیر سیمپلاستیک می‌گویند.

مسیر غیرپروتوپلاستی (آپوپلاستیک)[2]

این مسیر، از دیواره سلول‌ها و فضای بین سلول‌ها عبور می‌کند و وارد سلول نمی‌شود. مسیر آپوپلاستیک کاملاً قابل نفوذ است و می‌تواند آب را در عرض پوست تا محل درون پوست حرکت دهد. در محل درون پوست، چوب‌پنبه موجود در نوار کاسپاری، از حرکت آب و یون‌های معدنی در مسیر غیرپروتوپلاستی جلوگیری می‌کند. از این رو آب و یون‌ها مجبور به ورود به درون سیتوپلاسم می‌شوند. همان‌طور که قبلاً گفته شد، در برش عرضی ریشه گیاهان،لایه‌ای موسوم به آندودرم وجود دارد. در برخی از بخش‌های این لایه، معمولاً مواد خاصی بر روی دیواره سلولی انباشته می‌شوند که از نظر ترکیب با سایر بخش‌های دیواره سلولی متفاوت هستند. این لایه به نوار کاسپاری موسوم است و عملکرد آن ممانعت از عبور غیرفعال موادی مانند آب و محلول‌های معدنی به درون جریان آوندهای چوب و آبکش است. نوار کاسپاری راهی را برای کنترل ورود آب و یون‌های معدنی به درون آوند چوبی فراهم می‌کند.



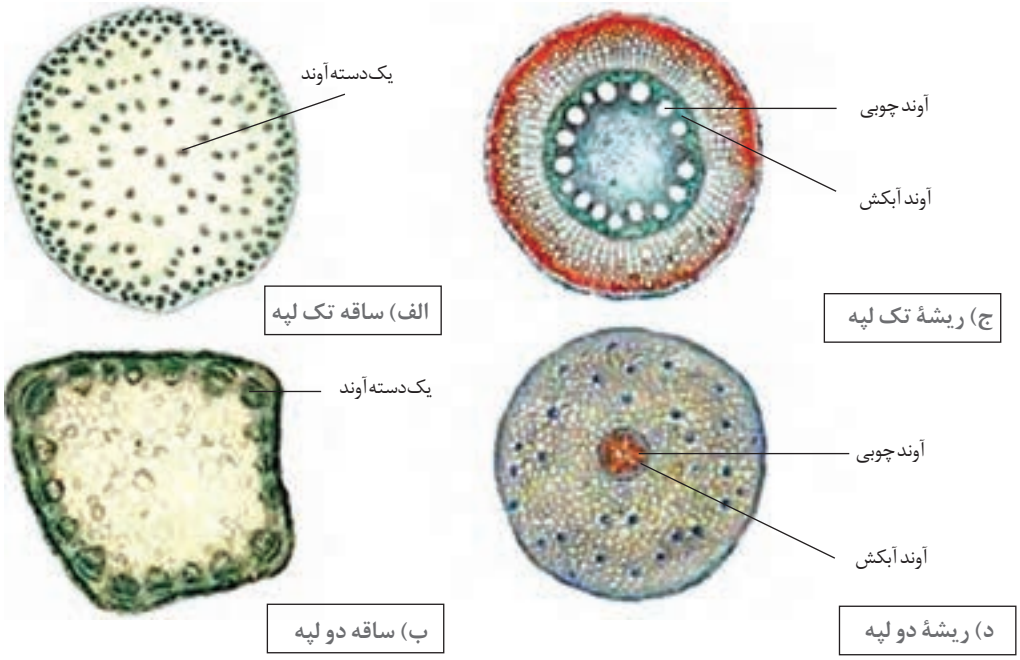
دو مسیر انتقال آب و مواد غذایی در گیاه

۱- Symplastic
۲- Apoplastic

مقایسه ساختمان درونی ریشه گیاهان تک لپه‌ای و دولپه‌ای: همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در ریشه گیاهان تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود:

۱ ریشه تک لپه‌ای‌ها برخلاف دولپه‌ای‌ها یک استوانه توپر را در مرکز تشکیل نمی‌دهد.

۲ بافت چوب و آبکش در تک‌لپه‌ای‌ها به‌صورت دستجات مجزا و یک در میان در اطراف مغز میانی قرار گرفته‌اند، اما در دولپه‌ای‌ها در مرکز استوانه آوندی بافت چوب به‌صورت ستاره‌ای شکل قرار گرفته‌اند و آوند آبکش بین بازوهای آن قرار دارند.



مقایسه برش عرضی ریشه و ساقه گیاهان تک لپه‌ای و دولپه‌ای

ب) ساقه: ساقه بخشی از محور اصلی گیاه است که معمولاً بیرون از خاک و به‌طور قائم در فضا قرار دارد. ساقه نقش‌های مهمی را به شرح زیر در گیاه ایفا می‌کند:

۱ـ نگاه‌داری: ساقه به گیاه استحکام می‌بخشد و برگ‌ها را به‌وسیله شاخه‌ها در سطوح مختلف نگاه می‌دارد.

۲ـ هدایت: ساقه مسیر انتقال آب و نمک‌های کانی از ریشه به برگ‌هاست. همچنین موادی که در برگ‌ها ساخته می‌شوند از ساقه به ریشه و دیگر اندام‌های گیاه پخش می‌شوند.

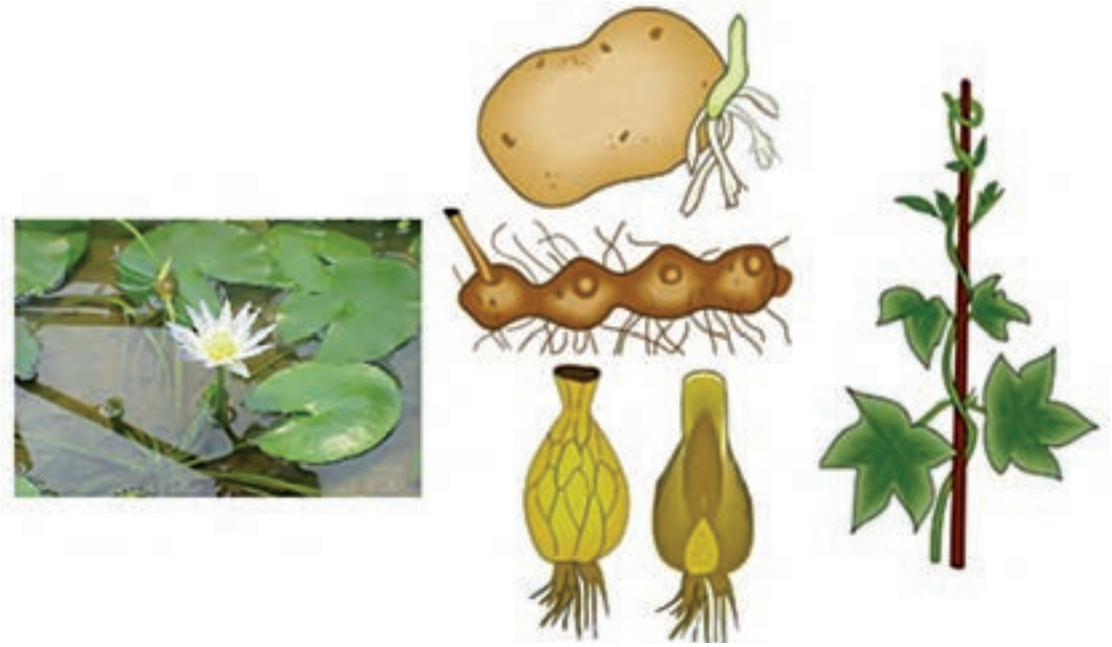
۳ـ تولید بافت‌های جدید: از طریق مریستم‌های راسی و جانبی بافت‌های جدید تولید می‌کند.

۴ـ اندوختن مواد: ساقه‌های بعضی گیاهان قادرند مواد گوناگون را در بافت‌های خود ذخیره کنند، مثلاً ساقه نیشکر، قند ذخیره می‌کند.

۵ـ فتوسنتز[1]: یاخته‌های سطحی ساقه‌های جوان دارای کلروفیل هستند و در نتیجه می‌توانند همانند برگ عمل فتوسنتز را انجام دهند.
ساقه اغلب مخروطی شکل است؛ یعنی در ناحیه‌ای که در سطح خاک قرار دارد، قطر بیشتری داشته و در انتها باریک می‌شود. بعضی از گیاهان نیز ساقه استوانه‌ای دارند.
ساقه‌ها عموماً از لحاظ بافت نگاهدارنده، غنی هستند؛ اما ساقه‌های آبی نیازی به بافت نگهدارنده ندارند و از این‌رو نرم هستند.

انواع ساقه

ساقه‌ها را از نظر محیط زندگی به سه نوع تقسیم می‌کنند: ساقه‌های آبی، ساقه‌های هوایی و ساقه‌های زیرزمینی.
ساقه‌های هوایی و زیرزمینی نیز بر حسب طول عمر، نوع گیاه و نیاز به حفاظت در برابر تغییرات اقلیمی محیط و نحوه رشد دارای انواع مختلفی هستند.



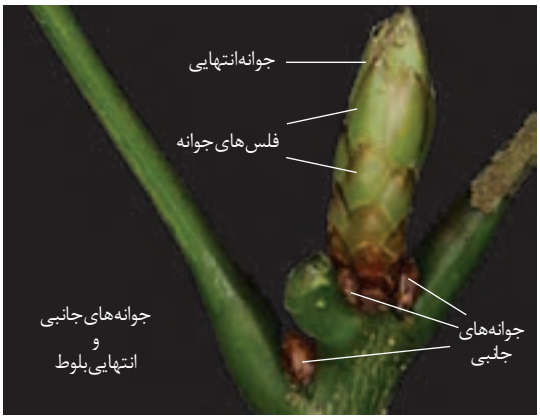
ساقه هوایی (راست)، زیرزمینی (وسط) و آبی (چپ)

■ **ساقه بازدانگان و دو لپه‌ای‌های چوبی:** برای یادآوری در اینجا ابتدا باید به‌طور خلاصه توضیح دهیم که در نهاندانگان تخمک درون تخمدان بسته است ولی در بازدانه تخمک در سطح فلس قرار دارد (شکل صفحهٔ بعد).

۱ـ Photosynthesis

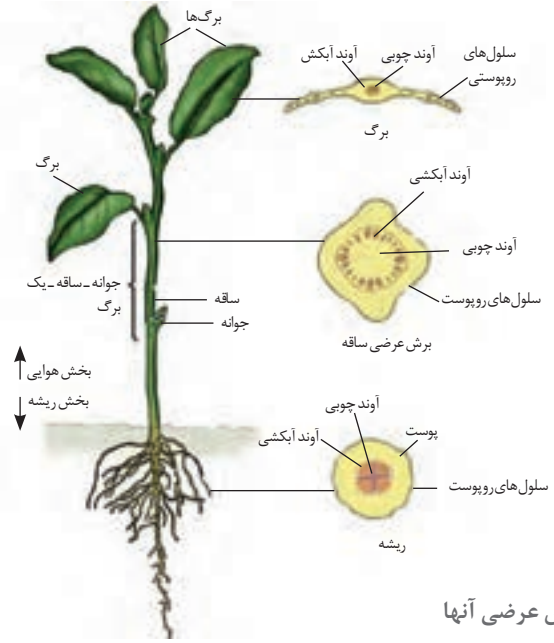
میوه کاج (راست) که جزو بازدانگان و سیب (چپ) که جزو نهاندانگان است

در ساقه‌های چوبی مانند گردو، سیب، کاج، و بلوط در نوک شاخه جوانه‌ای به نام جوانه انتهایی و در طول شاخه جوانه‌های جانبی وجود دارند و در پایین هر جوانه اثر آوند و اثر برگ دیده می‌شود. در طول ساقه‌های چوبی در محل ارتباط بافت‌های آوندی برگ و جوانه گره وجود دارد و در سطح ساقه برآمدگی‌های کوچکی به نام عدسک دیده می‌شود.



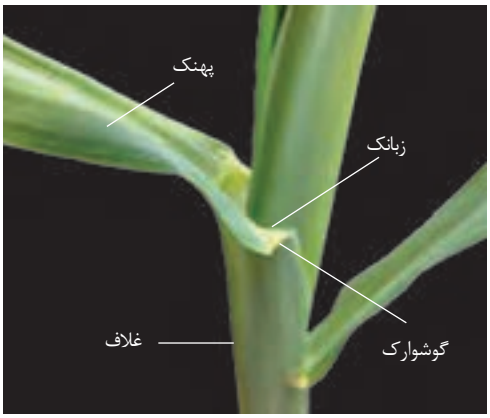
انواع جوانه در یک گیاه چوبی

ساقه گیاهان دولپه‌ای علفی: ساختار ظاهری این گیاهان شبیه به ساقه جوان گیاهان چوبی است؛ اما جوانه‌ها برهنه و در سراسر عمر گیاه فعال‌اند. برگ‌های این گیاهان نمی‌ریزند و در نتیجه اثر برگ‌ها و اثر بافت‌های آنها روی ساقه دیده نمی‌شود. از این نوع ساقه‌ها می توان لوبیا، آفتابگردان و شمعدانی را نام برد.



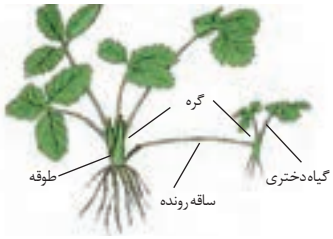
اندام‌های گیاهان دولپه‌ای و برش عرضی آنها

■ **ساقه گیاهان تک لپه‌ای:** مانند ذرت و نخل. در ذرت ساقه با غلاف برگ‌ها پوشیده شده است. اگر غلاف را جدا کنیم در ساقه آن گره و میان‌گره دیده می‌شود. مقطع عرضی ساقه در محل گره‌ها کمابیش تخم‌مرغی شکل و در یک نقطه فرورفته است. در ساقه نخل‌ها جوانه انتهایی مخروطی شکل بسیار بزرگی وجود دارد که برگ‌های جدید و گل از آن تولید می‌شوند. اگر نقطه رشد انتهایی آسیب ببیند گیاه می‌میرد. برگ‌ها نزدیک به هم در بالای ساقه تولید می‌شوند. ساقه نخل رشد قطری ندارد و قطر آن از بالا به پایین یکسان است.



برگ و ساقه ذرت (راست) و انتهای ساقه نخل (چپ)

■ **ساقه‌های تغییر شکل یافته:** این تغییر شکل ساقه اغلب با تغییر نقش آن همراه است و در هر شکل و نقشی ویژگی‌های ساختاری خود را داراست؛ یعنی گره، میان‌گره و بافت‌های مشخصی دارد. از مهم‌ترین ساقه‌های تغییرشکل یافته می‌توان ساقه هوایی رونده توت‌فرنگی و زنبق، ساقه زیرزمینی سیب زمینی و پیاز، ساقه پیچنده مانند پیچک انگور، نیلوفر، ساقه گوشتی مانند کاکتوس و فرفیون، ساقه برگ‌نما مانند کوله خاس و مارچوبه و بالاخره ساقه خارنما مانند پیراکانتا و لالک را ذکر نمود. لازم به یادآوری است که در گیاهانی مانند زرشک و اقاقیا، خارها از تغییر شکل برگ‌ها حاصل آمده‌اند.



انواع ساقه، به ترتیب از راست به چپ: توت فرنگی، سیب زمینی و انگور

انواع ساقه، به ترتیب از راست به چپ: کاکتوس، کوله خاس و پیراکانتا

ساختمان درونی ساقه

در ساقه گیاهان دولپه‌ای از خارج به داخل، بخش‌های زیر دیده می‌شوند: روپوست، پوست و مغز است.
روپوست یا اپیدرم: این لایه ساقه جوان را از خارج می‌پوشاند. معمولاً از یک ردیف سلول زنده تشکیل می‌شود که سطح خارجی آنها کوتینی شده است. ماده کوتین یا کوتیکول[1] از تبخیر آب، حمله میکروب‌ها و اثر سرما بر سلول‌های زیرین محافظت می‌کند.

پوست: مانند پوست ریشه معمولاً شامل بافت پارانشیم است. در ساقه‌های علفی سبزرنگ سلول‌های این بافت دارای کلروپلاست[2] می‌باشد. داخلی‌ترین لایه پوست را آندودرم می‌نامند که مغز ساقه را در بر می‌گیرد. سلول‌های آندودرم ساقه برخلاف آندودرم ریشه چندان تمایز نیافته‌اند.

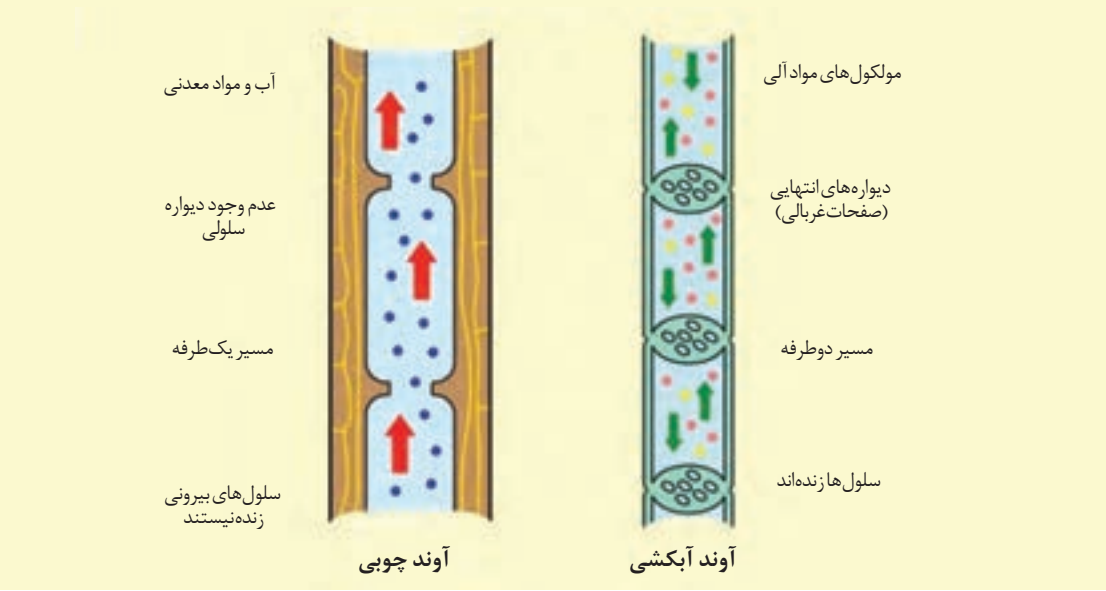
مغز: مغز ساقه بزرگ‌تر از ریشه است ولی از نظر ساختمانی به آن شباهت دارد. در برش عرضی ساقه گیاهان دولپه‌ای دسته‌های آوند چوبی و آبکشی روی یک دایره طوری به نحوی قرار گرفته‌اند که هر دسته آوند آبکش در سمت خارج و دسته آوندهای چوبی در داخل جای دارند. بقیه مغز را بافت پارانشیم مغزی پر می‌کند.
ساختمان ساقه گیاهان تک لپه‌ای نسبت به دو لپه‌ای‌ها تفاوت‌هایی دارد. بعضی از این تفاوت‌ها به شرح زیرند:
ـ تعداد دسته‌های آوندی در ساقه گیاهان تک لپه‌ای در مقایسه با دولپه‌ای‌ها فراوان‌تر بوده و در روی دایره‌های متحدالمرکز قرار دارند. معمولاً تعداد دسته‌های آوندی در سمت خارج بیشتر و اندازه آنها کوچک‌تر است. نازک بودن پوست و گاهی غیر مشخص بودن مرز بین پوست و مغز در تک‌لپه‌ای‌ها از تفاوت‌های دیگر بین ساقه تک‌لپه‌ای و دو لپه‌ای است.

آوندها

آوندهای چوبی و آبکشی، هدایت شیره گیاهی را در گیاه به‌عهده دارند. آوندهای چوبی، در قسمت استوانه مرکزی (مغز) ریشه و ساقه قرار دارند و از سلول‌های مرده و طویل شده‌ای تشکیل یافته‌اند که به دنبال هم چیده شده و آب و املاحی را که از ریشه جذب می‌شود و شیره خام نام دارد به برگ‌ها یعنی محل غذاسازی هدایت می‌کنند. در دیواره سلولزی آوندهای چوبی به منظور استحکام یافتن آنها، مقداری چوب رسوب می‌کند.
آوندهای آبکش از برگ شروع شده و به همه قسمت‌های گیاه، به ویژه محل‌های رشد، فعالیت و ذخیره‌سازی (از قبیل نوک ریشه، ساقه، گل و میوه) ادامه می‌یابند. آوندهای آبکش، سلول‌های زنده دارند و واکوئل درون این سلول‌ها، حاوی شیره غلیظی به نام شیره پرورده است که در نتیجه فرایند فتوسنتز در برگ ساخته می‌شود. این ماده، غذای سلول‌های مختلف گیاه است و مازاد آن برحسب نوع گیاه، در ریشه‌های ستبر، ساقه‌ها (نیشکر، سیب‌زمینی و...)، برگ‌های ذخیره‌ای (پیاز)، میوه و دانه ذخیره می‌شود.
همان‌طور که در شکل صفحه بعد مشاهده می‌کنید، مسیر حرکت آب و مواد معدنی در آوندهای چوبی به سمت

۱- Cuticle
۲- Chloroplast

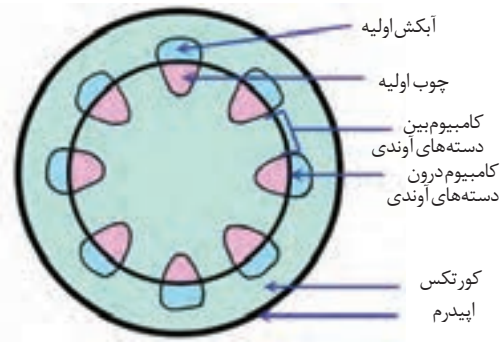
بالا صورت می‌گیرد و انتقال مواد آلی در آوندهای آبکشی انجام می‌گیرد که مسیر حرکت آنها از برگ‌ها به سمت اندام‌های مصرف‌کننده و ذخیره‌ای است.



آوندهای چوبی و آبکشی و مسیر حرکت آب و مواد غذایی در آنها

رشد ساقه

ساقه گیاهان به دو صورت طولی و قطری رشد می‌کنند. این عمل توسط سلول‌های فعال نوعی بافت به نام بافت مریستم[1] یا زاینده انجام می‌گیرد. این بافت، در نوک ریشه و نوک ساقه گیاهان علفی و پایا قرارگرفته و با تولید سلول‌هایی بر طول این اندام‌ها می‌افزاید. در گیاهان چوبی و بازدانگان، در داخل استوانه مرکزی و بین آوندهای چوبی و آبکش، مریستم دیگری به نام کامبیوم[2] دیده می‌شود که از خارج، آوند آبکش و از داخل، آوند چوبی می‌سازد. دیواره دو انتهای سلول‌های آوند آبکشی مانند آبکش سوراخ دارند. سلول‌های بافت چوبی محتوای خود را از دست داده و دیواره‌های انتهایی بین آنها از بین می‌روند و در نتیجه آوندهایی را به وجود می‌آورند که آب از آنها به آسانی عبور می‌کند. لایه زاینده یا کامبیوم و بافت آبکشی به طرف خارج ساقه رانده شده و بر قطر ساقه افزوده می‌شود.

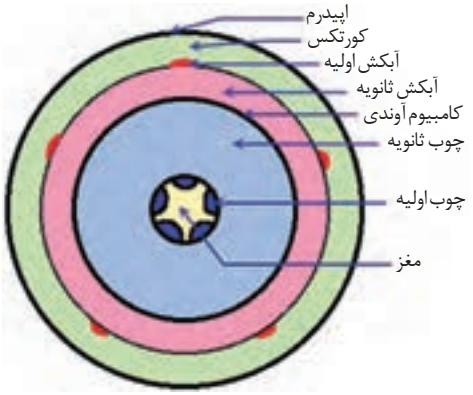


برش عرضی ساقه و محل کامبیوم آوندی و دسته‌های آوندی در گیاهان چوبی و بازدانگان

۱ـ Meristem
۲ـ Cambium

حلقه‌های سالیانه: اگر در ساقه گیاهان چوبی دو لپه‌ای و یا مخروطیان یک برش عرضی تهیه کنیم، حلقه‌های متحدالمرکزی خواهیم دید که به آنها حلقه‌های رشد سالانه می‌گویند.

این حلقه‌ها لایه‌های ضخیم چوب پسین هستند و در واقع آوندهای چوبی از کار افتاده مربوط به سال‌های قبل می‌باشند. هر حلقه نتیجه فعالیت یک سال کامبیوم است و از دو قسمت تیره و روشن تشکیل شده است. در قسمت‌های روشن که در بهار ایجاد شده‌اند، سلول‌ها بزرگ‌تر و دیواره آنها نازک‌تر است. در قسمت‌های تیره که در تابستان و پاییز ساخته شده‌اند، آوندها به‌صورت فشرده قرار دارند.



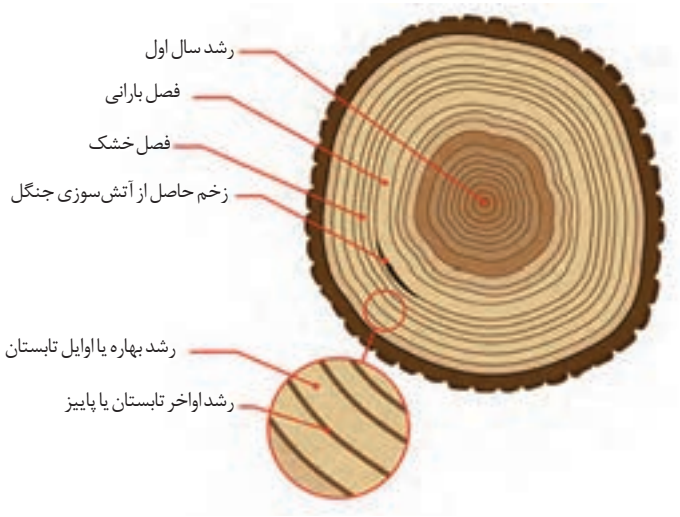
ساختمان پسین ساقه و رشد قطری آن

با شمارش حلقه‌های سالیانه می‌توان به سن درخت پی‌برد. در موقع شمارش باید فقط یا حلقه‌های روشن و یا فقط حلقه‌های تیره شمرده شوند. تعداد حلقه‌های روشن یا تعداد حلقه‌های تیره (هر کدام به تنهایی) برابر تعداد سال‌های عمر یک درخت است.

چون اغلب گیاهان در سال اول زندگی، چوب پسین و حلقه سالانه ندارند، بعد از شمارش تعداد حلقه‌های روشن، به عدد حاصل یک سال دیگر هم باید اضافه کنیم، مثلاً اگر در برش عرضی یک درخت فرضی ۴ حلقه روشن دیده شود، عمر تقریبی این درخت ۵ سال است.

حلقه‌های سالیانه فقط در درختان مناطق معتدل که فصول مشخص (فصول متناوب گرم و سرد) دارند و فقط در ساقه‌های چوبی گیاهان دو لپه‌ای و مخروطیان دیده می‌شوند. در بیشتر تک لپه‌ای‌ها، ساقه ساختار اولیه خود را تا پایان حیات گیاه حفظ کرده، تشکیلات پسین و رشد قطری در آن ظاهر نمی‌شود.

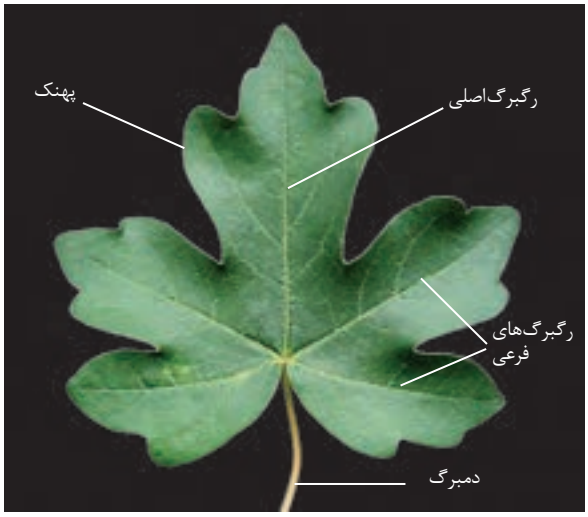
تغییر عوامل محیطی مانند: نور، دما، باران، رطوبت، خاک، آتش‌سوزی، هجوم آفات و رقابت سبب تغییر در حلقه‌های سالانه می‌شوند. با کمک حلقه‌های سالانه علاوه بر تعیین عمر درخت می‌توان به شرایط محیطی گذشته زندگی گیاه هم پی برد.



حلقه‌های رشد در ساقه یک گیاه دولپه‌ای

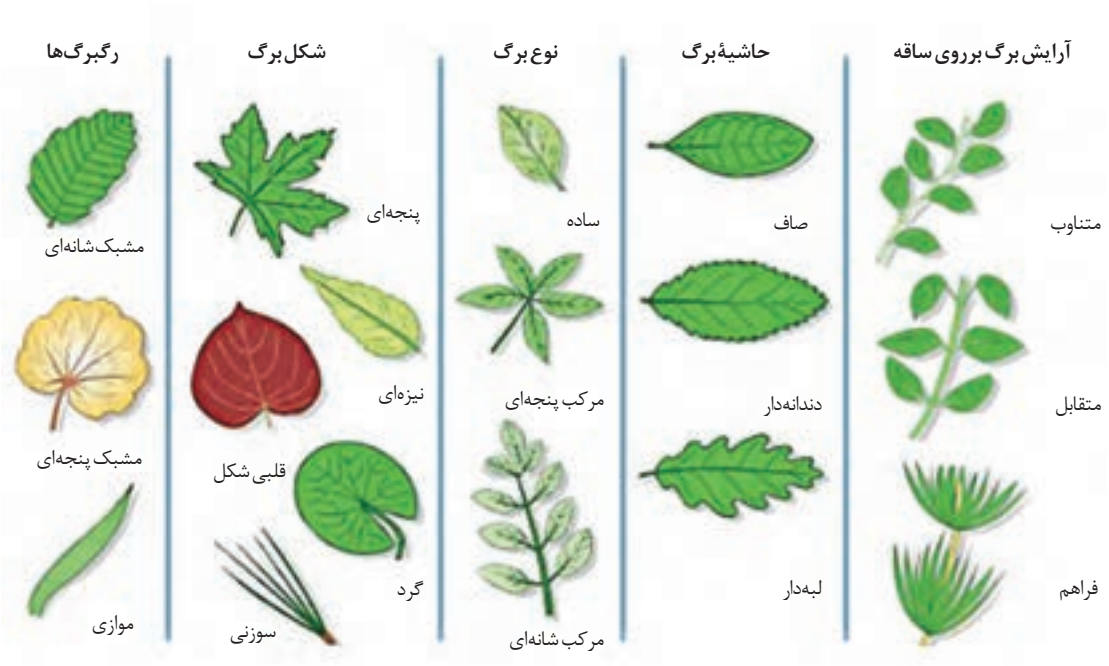
بافت چوبی یک درخت بخش عمده تنه اصلی گیاه را شامل می‌شود و در مجموع کامبیوم، آوند آبکش، پارانشیم‌های پوستی و چوب پنبه قشر نازکی را به وجود می‌آورند که در اصطلاح همگانی پوست درخت گفته می‌شود.
رشد قطری ساقه در گیاهان یک ساله و علفی وجود ندارد و یا کمتر محسوس است و اگر در آنها بافت‌های ثانوی به وجود آید، ناچیز و فاقد اهمیت بوده، هیچ‌گاه ساختار اولیه ساقه را در آنها کاملاً حذف نمی‌کند، به خصوص که پارانشیم پوستی و مغز اولیه در آنها به همان حالت اولیه باقی می‌مانند. بنابراین ساختار ثانوی در گیاهان یک‌ساله و علفی حالت نهفته داشته و به خصوص ساقه حالت علفی خود را حفظ می‌کند.

ج) برگ: برگ‌ها اندام‌های پهن و سبز رنگی هستند که با نظم و ترتیب ویژه‌ای روی ساقه گیاهان قرار دارند.
اجزای ظاهری برگ: برگ‌ها را می‌توان در اشکال و اندازه‌های مختلف پیدا کرد. بیشتر برگ‌ها پهن، صاف و معمولاً به رنگ سبزند. بعضی از گیاهان، به‌عنوان مثال مخروطیان، دارای برگ‌هایی با اشکالی مانند سوزن یا فلس می‌باشند.
نقش‌هایی که برگ‌ها در گیاهان به عهده دارند به شرح زیرند:
□ **تعرق:** دفع آب به حالت بخار از سطح برگ را تعرق می‌گویند.
□ **تعریق:** دفع آب به صورت مایع از سطح برگ را تعریق می‌نامند.
□ **فتوسنتز:** فرایندی است که در آن گیاهان سبز در برابر نور خورشید و با استفاده از دی اکسیدکربن هوا و همچنین آب، گلوکز می‌سازند و اکسیژن آزاد می‌کنند.
□ **تنفس:** فرایند آزادسازی انرژی شیمیایی موادغذایی را به کمک اکسیژن تنفس می‌گویند.
در بخش‌های بعدی این کتاب در باره اعمال حیاتی فوق توضیح بیشتری داده خواهد شد.
شکل برگ به گونه‌ای است که بهترین تناسب را با زیستگاه گیاه داشته باشد و فتوسنتز را به حداکثر برساند. در یک برگ قسمت‌های عمده‌ای که با چشم می‌توان دید عبارت‌اند از:
□ پهنک
□ رگبرگ اصلی
□ رگبرگ‌های فرعی
□ دمبرگ
در بعضی از انواع برگ، ساختار برگ مانندی در قاعده برگ دیده می‌شود که آن را گوشوارک می‌گویند.



بخش‌های مختلف یک برگ

اشکال برگ: برگ‌ها به اشکال متنوعی مانند دایره، بیضی، نیزه، پنجه، قلب و امثال آن دیده می‌شوند. اما به‌طور کلی می‌توان آنها را به سه گروه تقسیم کرد: برگ‌های پهن، برگ‌های باریک و برگ‌های سوزنی تقسیم نمود. طول بیشتر برگ‌ها بین ۲/۵ تا ۳۰ سانتی‌متر است. اما برگ بعضی از گیاهان بسیار بزرگ است، برای مثال در مرداب انزلی، قطر برگ‌های دایره‌ای نیلوفر آبی گاه به بیش از ۵۰ سانتی‌متر نیز می‌رسند. برگ‌ها یا ساده هستند یا مرکب. برگی که بیش از یک پهنک داشته باشد، برگ مرکب است و پهنک‌های برگ مرکب را برگچه می‌نامند. برگچه‌های برگ مرکب به‌صورت پر یا پنجه روی ساقه قرار می‌گیرند. نحوه استقرار و لبه برگ‌ها و همچنین طرح رگبرگ‌های پهنک برگ‌ها گوناگون است (شکل زیر).



اشکال مختلف برگ

تغییرشکل برگ‌ها: اگرچه عمل اصلی برگ، فتوسنتز می‌باشد؛ ولی در بعضی از گیاهان، برگ‌ها برای انجام اعمال اختصاصی خاص به اشکال دیگری نظیر خار، پیچک، فلس جوانه و پیاز درآمده‌اند.

تغییر شکل برگ به اندام‌های دیگر: خار در کاکتوس (شکل چپ)، پیچک در نخودفرنگی (شکل، راست)

تغییر شکل برگ به اندام‌های دیگر:اندام گوشت‌خوار در گیاه نپنتس (شکل چپ) و فلس در پیاز (شکل راست)

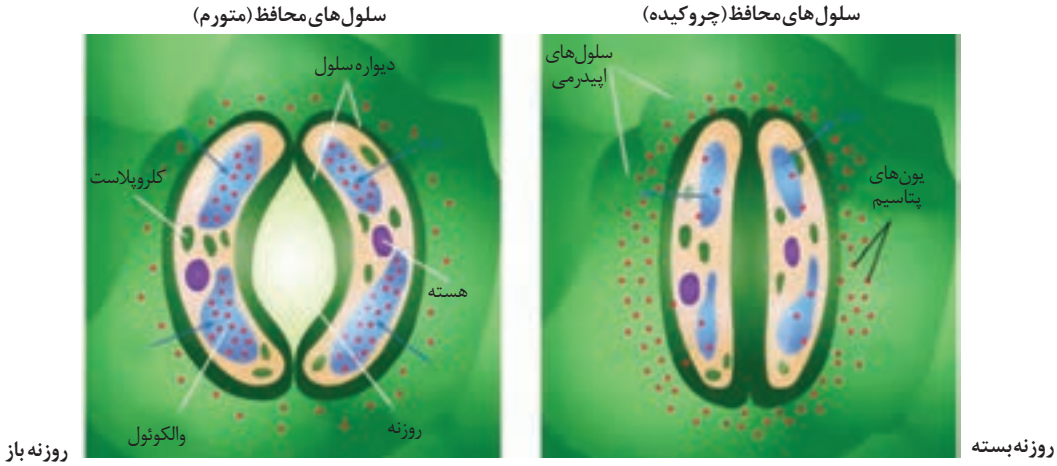
ساختمان برگ

در بررسی ساختار تشریحی برگ در گیاهان دو لپه‌ای بخش‌های زیر قابل تشخیص هستند:

۱ـ اپیدرم: لایه نازکی است که هر دو سطح رویی و زیرین برگ را می‌پوشاند. دیواره‌های بیرونی سلول‌های اپیدرمی ضخیم و آغشته به ماده مومی به نام کوتین[1] می‌باشد.

اپیدرم با وجود پوستک از ورود عوامل بیماری‌زا به درون برگ و نیز از آسیب مکانیکی بر بافت‌های درونی برگ ممانعت می‌کند. از طرف دیگر از اتلاف آب در برگ‌ها جلوگیری می‌نماید. در بعضی از برگ‌ها بر روی اپیدرم زوائدی به نام کرک وجود دارد.

اپیدرم تحتانی معمولاً حاوی سوراخ‌هایی به نام روزنه است که در تبادل گازهای فتوسنتزی نقش دارند. روزنه از دو سلول لوبیایی شکل به‌نام سلول‌های پشتیبان احاطه شده است. با تنظیم سوراخ روزنه، تبادل گازها و اتلاف آب را کنترل می‌شود. تغییرات فشار آب سلول‌های محافظ باعث باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. محدود شدن روزنه‌ها به سطح تحتانی برگ، نمونه دیگری از سازگاری برگ‌ها در جهت کاهش اتلاف آب می‌باشد.

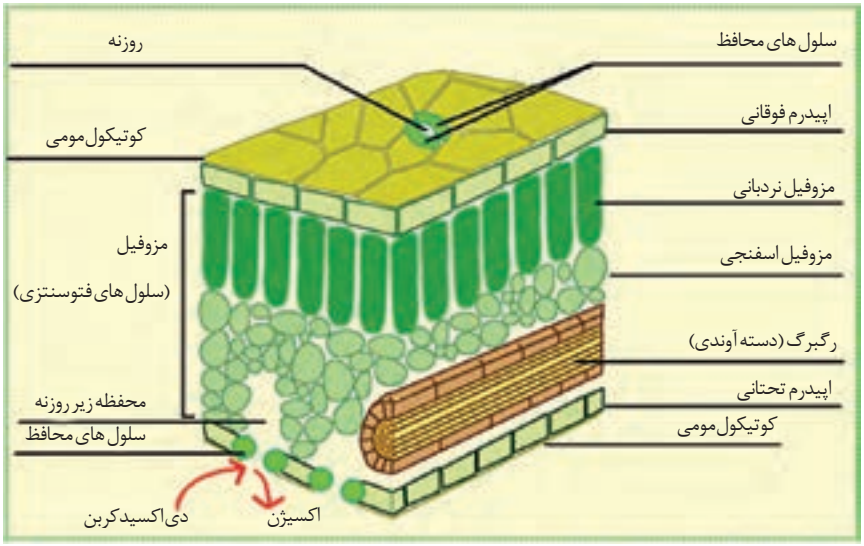


روزنه در دو حالت بسته و باز

۱ـ Cutin

در برگ‌های شناور بر سطح آب، روزنه‌ها به اپیدرم فوقانی برگ محدود می‌شوند. در برگ‌های آبزی روزنه وجود ندارد و در برگ‌های گیاهان خشکی‌زی روزنه‌ها عمقی و یا در درون فرورفتگی‌های برگی قرار گرفته‌اند.

۲ـ مزوفیل[1]: بافت فتوسنتزی برگ، مزوفیل یا میان‌برگ نام دارد که از دولایه فوقانی و تحتانی تشکیل شده است: لایه فتوسنتزی فوقانی، لایه نرده‌ای نام داشته و از ۱ تا ۳ لایه سلول استوانه‌ای تشکیل شده است که محکم در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و لایه اصلی فتوسنتزکننده برگ محسوب می‌شوند.
بخش تحتانی، لایه اسفنجی نام دارد که از تعدادی سلول‌های پراکنده و نامنظم تشکیل یافته است. در فواصل بین آنها فضاهای متخلخل، شبیه به حالت اسفنج مشاهده می‌شود. این فضاها به انتشار سریع گازها و در نتیجه تبادل گازهای فتوسنتزی کمک می‌کنند. برگ‌هایی که در برابر نور مستقیم خورشید نمو پیدا می‌کنند، در مقایسه با برگ‌های نمو یافته در سایه، دارای پارانشیم نردبانی متراکم‌تری هستند. در سلول‌های بافت نردبانی و اسفنجی هر دو کلروپلاست وجود دارد؛ ولی در لایه اسفنجی نسبت به بافت پارانشیم نردبانی کمتر نمو یافته‌اند و به همین دلیل سطح فوقانی برگ رنگ سبز تیره‌تری نسبت به سطح تحتانی دارد.
بخشی از عملکرد رگبرگ میانی و رگبرگ‌های جانبی استحکام بخشیدن به برگ است.



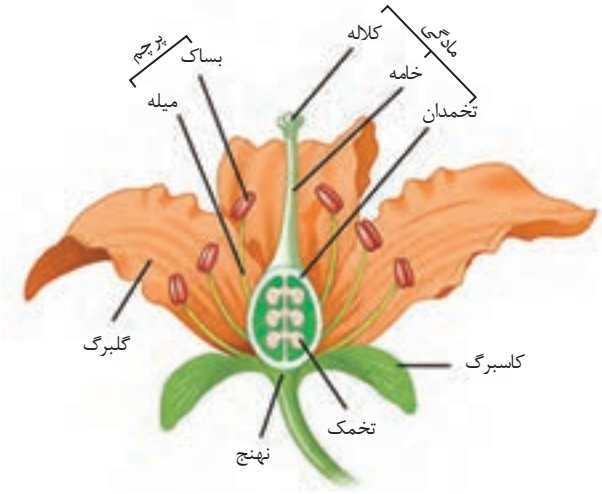
ساختمان برگ

۳ـ رگبرگ‌ها: رگبرگ‌ها از بافت آوندی تشکیل شده‌اند. بافت آوندی حاوی ساختارهای لوله‌ای شکلی به نام آوند چوبی و لیفی هستند که مسیرهای جریان آب و موادغذایی در سراسر برگ‌ها را فراهم می‌سازند. در دسته‌های آوندی درون برگ آبکش همیشه به طرف اپیدرم تحتانی و چوب به سمت اپیدرم فوقانی قرار دارد. در برخی موارد، حلقه چوب با حلقه‌ای از آبکش احاطه شده‌است.

۱ـ Mesophyll

د) گل: در گیاهان گل‌دار اندام زایشی گیاه است که در اندازه، شکل و رنگ‌های مختلف مشاهده می‌شود. با نگاهی به یک گل، چهار بخش عمده زیر را می‌توان در آن تشخیص داد. هر یک از این بخش‌ها در یک حلقه مجزا قرار گرفته‌اند.

□ **کاسبرگ:** کاسبرگ‌ها دارای ساختمانی تقریباً مشابه برگ‌ها می‌باشند و به‌عنوان پوششی از تبخیر سریع جلوگیری کرده و از قسمت‌های داخلی گل محافظت می‌کنند. رنگ بیشتر کاسبرگ‌ها سبز است ولی در بعضی قهوه‌ای و فلس‌مانند بوده و در برخی دیگر ممکن است رنگی باشد. به مجموعه کاسبرگ‌ها کاسه گل گفته می‌شود.



اجزای گل

□ **گلبرگ:** گلبرگ‌ها با رنگ‌های جذابی که دارند حشرات را به سوی خود جلب می‌کنند. همچنین گلبرگ‌ها در قاعده یا نزدیک قاعده‌شان دارای غدد ترشحی شهد گل هستند که حشرات و برخی از پرندگان از آن تغذیه می‌کنند. به مجموعه گلبرگ‌ها جام‌گل گفته می‌شوند.

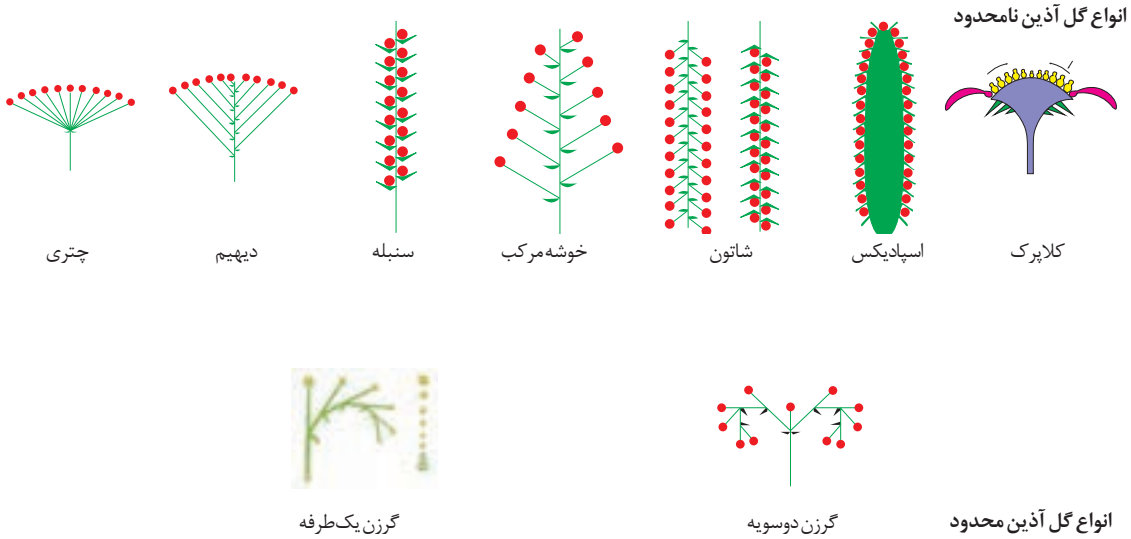
□ **پرچم:** عضو نر گیاه محسوب می‌شود. هر پرچم از یک بساک یا قسمت حامل گرده و یک میله یا پایه تشکیل می‌گردد. با رسیدن گرده‌ها، بساک باز شده و گرده‌ها از آن آزاد می‌شوند. گرده معمولاً توسط حشرات، باد و عواملی نظیر آنها به سوی کلاله گل حمل می‌گردد. پرچم‌ها اندام‌های نر گل هستند.

□ **مادگی:** حلقه درونی گل مادگی نام دارد. مادگی اندام ماده گل است. مادگی از سه بخش کلاله، خامه و تخمدان تشکیل می‌یابد. کلاله قسمت چسبناک بالای مادگی است که بخش گیرنده گرده محسوب می‌شود. خامه میله‌ای است که کلاله را به مادگی وصل می‌کند. خامه در واقع گذرگاهی است که گرده را به سمت تخمک هدایت می‌کند. تخمدان محتوی تخمک‌ها می‌باشد. تخمک‌ها منجر به تشکیل سلول‌های تخم می‌شوند.

گرده‌های گل که زنبور عسل هنگام سرکشی به گل‌ها در پای خود جمع می‌کند

گل آذین و انواع آن

شیوه آرایش گل را روی شاخه گل آذین می‌نامند. ساقه‌ای که گل‌ها روی آن قرار می‌گیرند، خود می‌تواند یک یا چند شاخه باشد. گل آذین بر دو نوع است: محدود و نامحدود.
در گل‌آذین محدود یا گرزن، جوانه انتهایی به گل انتهایی تبدیل شده و سپس می‌میرد. گل‌های دیگر را جوانه‌های جانبی تولید می‌کنند.
در گل آذین نامحدود جوانه انتهایی به رشد خود ادامه داده و گل‌های کناری را تولید می‌کند. در این نوع گل‌آذین جوانه انتهایی هیچ‌گاه تبدیل به گل نمی‌شود. هریک از گل آذین‌های محدود و یا نامحدود خود بر چند نوع تقسیم می‌شوند که به‌طور خلاصه در اشکال زیر مشاهده می‌کنید.



نمونه‌هایی از انواع گل آذین

گرده‌افشانی و لقاح

هدف اولیه یک گل تولید مثل است. انتقال دانه گرده از بساک به کلاله را گرده‌افشانی گویند. پس از آنکه دانه گرده روی کلاله قرار گرفت، از مواد مترشحه کلاله طبق خاصیت اسمز تغذیه می‌کند. سپس از دانه گرده لوله‌هایی ایجاد می‌شود که لوله گرده نام دارد. لوله گرده رشد کرده از خامه گذشته، و خود را به کیسه گرده موجود در تخمدان می‌رساند و در آنجا عمل لقاح یعنی ترکیب گامت نر و گامت ماده انجام گرفته و رشد لوله گرده متوقف می‌شود. مدت زمان رویش دانه گرده روی کلاله که آن را زمان پذیرش می‌گویند، کوتاه بوده و از چند ساعت تا یک روز ممکن است طول بکشد. سرعت رشد لوله گرده به عواملی نظیر گونه گیاه، طول خامه، دمای هوا، بارندگی و امثال آن ارتباط دارد.

حاصل عمل گرده‌افشانی و لقاح، تشکیل دانه و میوه است. هرگاه عمل لقاح صورت نگیرد و جنین بتواند از تقسیم متوالی یکی از سلول‌های کیسه جنینی حاصل شود، این کیفیت را آپومیکسی[1] گویند. در واقع آپومیکسی نوعی تولید مثل غیرجنسی است که در آن بذر بدون ترکیب گامت‌های نر و ماده تشکیل می‌شود و بذورحاصله کاملاً شبیه والد مادری هستند. بنابراین می‌توان گفت که آپومیکسی نوعی تولیدمثل غیرجنسی است.
همچنین در برخی از گیاهان و یا در شرایط خاص بدون انجام عمل لقاح میوه تشکیل می‌شود. این خاصیت را پارتنوکارپی[2] می‌نامند. در گیاهانی مانند هندوانه، پرتقال و موز این عمل اغلب اتفاق می‌افتد. دانشمندان معتقدند که با کاربرد هورمون اکسین و استفاده از تکنیک‌های مهندسی ژنتیک، پارتنوکارپی در بسیاری از گیاهان نیز در آینده نزدیک امکان‌پذیر خواهد گردید.

میوه انجیر پارتنوکارپ واریته brown turkey

میوه بی‌دانه هندوانه حاصل از پارتنوکارپی

میوه‌های فرازگرا[3] و نافرازگرا[4]: میوه‌ها دو نوع هستند. گروهی از میوه‌ها در حین رسیدن گاز اتیلن تولید نموده و فرایند رسیدن و عمل‌آوری را تسریع می‌کنند که دارای نشانه‌هایی از قبیل نرم شدن قابل‌توجه و تغییر رنگ و شیرین شدن می‌باشند. گروه دوم میوه‌هایی هستند که در حین رسیدن گاز اتیلن تولید نمی‌کنند و تغییر اندکی از قبیل از دست دادن رنگ سبز و نرم شدگی ناچیز از خود نشان می‌دهند؛ ولی تغییر مناسبی در مزه و طعم خود ندارند. میوه‌های نوع اول را میوه‌های فرازگرا و نوع دوم را نافرازگرا می‌نامند. موز، سیب، خربزه، زردآلو، خرمالو و انبه جزو میوه‌های فرازگرا هستند. یعنی زمانی که به یک مرحله خاصی از رشد می‌رسند، با اینکه هنوز سفت و تقریباً غیرقابل خوردن هستند، قابلیت برداشت را دارند. این مرحله از رسیدن میوه‌ها را رسیدن فیزیولوژیک[5] می‌گوییم. در این مرحله میزان تولید گاز اتیلن توسط میوه افزایش یافته و تنفس سلولی آن کم می‌شود. میوه‌های فرازگرا می‌توانند بعد از چیده شدن در مرحله رسیدن فیزیولوژیک، باز هم قابلیت رسیدن کامل و قابلیت خورده‌شدن را تحت شرایط خاصی پیدا کنند. این اتفاق در مورد میوه‌های نافرازگرا نمی‌افتد و اگر در مرحله رسیدن فیزیولوژیک برداشت شوند، دیگر نمی‌رسند.

۱ـ Apomixis
۲ـ Parthenocarpy
۳ـ Climacteric
۴ـ non-climacteric
۵ـ Physiological ripening

توت‌فرنگی، انگور و بسیاری از مرکبات جزو میوه‌های نافرازگرا هستند.
اتیلن، نوعی هورمون گیاهی است که باعث رسیدن میوه‌ها، بازشدن شکوفه‌ها و گل‌ها و همچنین ریزش برگ‌ها در پاییز می‌شود. به دلیل این خاصیت در کشاورزی مورداستفاده قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از خراب شدن میوه‌هایی مانند سیب، گلابی و موز در حمل و نقل یا انبار، آنها را کمی‌نارس می‌چینند و قبل از وارد کردن به بازار، تحت تأثیر اتیلن قرار می‌دهند تا برسند.

واحد یادگیری ۹

فتوسنتز

سوخت و ساز گیاهی

گیاهان نیز مانند سایر موجودات زنده برای رشد، تولید مثل، ترمیم بافت‌ها و ادامه حیات خود به انرژی نیاز دارند و غذا منبع این انرژی است. همه گیاهانی کلروفیل دارند، از طریق عملی به نام فتوسنتز غذا می‌سازند. برای انجام فتوسنتز انرژی نور خورشید لازم است و بنابراین خورشید منبع اصلی انرژی همه موجودات زنده است. گیاهان بیش از اندازه‌ای که نیاز دارند غذا می‌سازند و این غذا مستقیماً و یا به‌طور غیرمستقیم مورد استفاده انسان یا حیوانات قرار می‌گیرد.

انرژی توسط دو ماده آلی که از ترکیبات فسفر هستند، به نام‌های آدنوزین دی فسفات[1] (ADP) و آدنوزین تری فسفات[2] (ATP) گرفته و اندوخته می‌شود. آدنوزین دی فسفات در تمام سلول‌های زنده وجود دارد و در ایجاد و نگهداری انرژی نقش مهمی ایفا می‌کند. با افزودن یک فسفات به مولکول ADP تبدیل به ATP می‌شود. این عمل شبیه عمل شارژ باطری می‌باشد. هنگامی که یکی از فسفات‌ها از مولکول ATP جدا می‌شود، انرژی آزاد می‌گردد. در موقع فتوسنتز نیز مولکول‌های ATP ساخته می‌شوند؛ اما بیشتر مولکول‌های ATP هنگام تنفس به وجود می‌آیند.

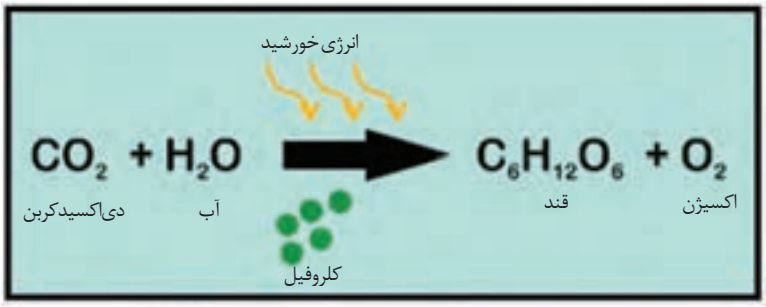
تبدیل ADP به ATP مشابه شارژ باطری است و نیاز به انرژی دارد.

در عمل فتوسنتز، درواقع انرژی خورشیدی توسط دو نوع کلروفیل‌های a و b به انرژی شیمیایی تبدیل می‌گردد. مواد خامی که وارد این فرایند می‌شوند آب و دی‌اکسیدکربن هستند و حاصل فرایند عبارت از قند اکسیژن می‌باشند.

درصد بسیار کمی‌از انرژی خورشید که به گیاه می‌رسد، به مصرف فتوسنتز می‌رسد. باوجود این، همین فرایند شیمیایی سالانه در حدود ۲۵ میلیارد تن هیدروژن را با تقریباً ۱۵۰ میلیارد تن دی اکسیدکربن ترکیب می‌کند و در حدود ۳۰۰ میلیارد تن قند به وجود می‌آورد. حدود ۴۰۰ میلیارد تن اکسیژن نیز در این فرایند آزاد می‌شود.

۱ـ Adenosine diphosphate

۲ـ Adenosine triphosphate

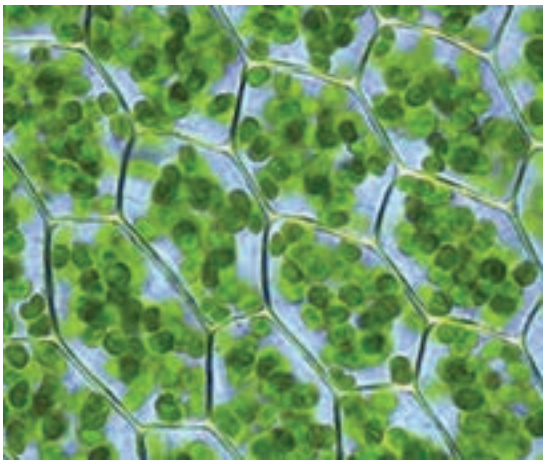


تولید اکسیژن و مواد قندی حاصل فرایند فتوسنتز

کلروفیل

سبزینه یا کلروفیل[1]، رنگدانه‌ای سبزرنگ است که در اکثر گیاهان یافت می‌شود. چندین نوع مولکول کلروفیل وجود دارد. بیشتر گیاهان دارای دو نوع کلروفیل هستند: کلروفیل a که به رنگ سبز روشن می‌باشد و کلروفیل b که رنگی پریده‌تر دارد. این دو نوع در ساختمان اصلی فرق کوچکی دارند؛ اما هر دو دارای مولکول‌های بزرگی هستند. فرمول مولکولی کلروفیل a عبارت از: $C_{۵۵}H_{۷۲}O_۵N_۴Mg$ می‌باشد. معمولاً مقدار کلروفیل a سه برابر کلروفیل b در بافت‌های گیاهی وجود دارد. فرق بین مولکول کلروفیل a و b در تعداد اتم‌های هیدروژن و اکسیژن آنهاست. همان‌طور که در فرمول کلروفیل a مشاهده می‌کنید، آنها از عناصر منیزیم، نیتروژن، اکسیژن، هیدروژن و کربن تشکیل یافته‌اند. مولکول کلروفیل b با اندکی تفاوت شبیه مولکول a است، یعنی فرمول آن $C_{۵۵}H_{۷۰}O_۶N_۴Mg$ می‌باشد. گیاهان، برای ساختن غذایشان به کلروفیل نیاز دارند.

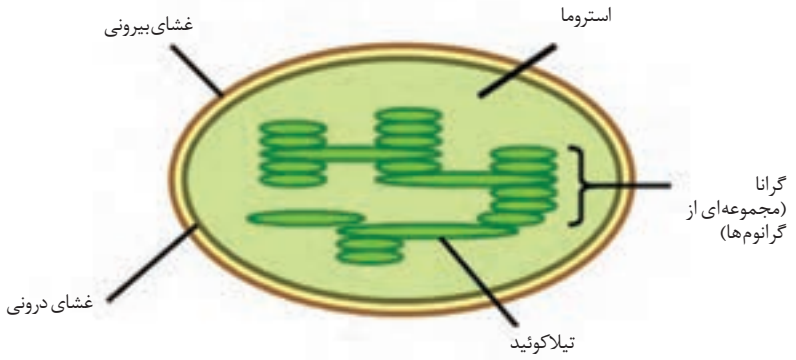
کلروپلاست‌ها: کلروپلاست‌ها اندامک‌هایی در سلول‌های سبزینه‌دار گیاهان هستند که کلروفیل‌های a و b و دیگر رنگیزه‌ها مانند کاروتنوئید، دارند. سلول‌های برگ، بیشترین مقدار کلروپلاست را دارند و به همین دلیل، اندام اصلی فتوسنتز در گیاهان به شمار می‌آیند. سلول‌های سبزینه، بیشتر نور آبی و قرمز را جذب کرده و نور سبز را منعکس می‌کنند؛ به همین دلیل، سبزینه سبزرنگ دیده می‌شود. تعداد کلروپلاست بر حسب نوع یاخته، گونه گیاهی و سن یاخته تغییر می‌کند. تعداد کلروپلاست‌ها در هر میلی‌متر مربع برگ کرچک به حدود ۴۰۰ هزار می‌رسد و یک درخت ممکن است تا $۱۰^{۱۲}$ عدد کلروپلاست داشته باشد.



کلروپلاست‌های موجود در یاخته‌های گیاه آویشن

۱ـ Chlorophyll

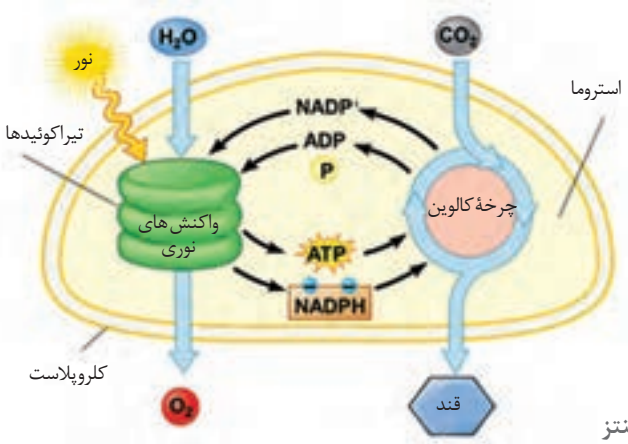
جزئیات فرایند فتوسنتز در تمام گیاهان سبز یکسان است. برجسته‌ترین خصوصیات ساختمانی کلروپلاست سیستم فشرده غشاهای درونی آن است که به تیلاکوئید[1] معروف است. تیلاکوئیدها سطح وسیعی را برای جذب نور فراهم می‌کنند. کل کلروفیل در این سیستم غشایی که محل واکنش نوری فتوسنتز است، قرار دارد. تیلاکوئیدها خیلی نزدیک به یکدیگر قرار دارند که به تیغه‌های گرانوم[2] موسوم‌اند. هر تیغه را گرانوم[3] و جمع آنها را گرانا می‌گویند.



ساختمان کلروپلاست

واکنش‌هایی که در فتوسنتز رخ می‌دهند، بر دو دسته‌اند: واکنش‌های نیازمند به نور و واکنش‌های بدون نیاز به نور. واکنش‌های نیازمند به نور در گرانا اتفاق می‌افتد. هنگامی که یک فوتون نور به یک الکترون مولکول کلروفیل می‌خورد، کلروفیل فعال شده و الکترون به تراز انرژی بالاتری می‌رود. الکترون‌های این مولکول‌های فعال شدهٔ کلروفیل، مولکول‌های آب را به دو جزء اکسیژن و اکسیژن ـ هیدروژن تجزیه می‌کنند. الکترون‌ها و اتم‌های هیدروژن را مواد پذیرندهٔ هیدروژن جذب می‌کنند و اکسیژن آزاد می‌شود. در هنگام تجزیهٔ آب چند مولکول ATP به‌وجود می‌آید. سرانجام کلروفیل به حالت غیرفعال اولیه باز می‌گردد و در فرایند مصرف نمی‌شود. واکنش‌های بی‌نیاز از نور هم در نور و هم در تار

چرخهٔ کالوین[4]: مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز به چرخهٔ کالوین معروف است. در این چرخه، دی‌اکسیدکربن و هیدروژنی که همراه پذیرنده‌های هیدروژن هستند و ATP حاصل از واکنش‌های نیازمند به نور به‌کار گرفته می‌شوند که در آن نهایتاً قند ساده گلوکز تولید می‌شود.



واکنش‌های فتوسنتز

۱ـ Thylakoid
۲ـ Grana
۳ـ Granum
۴ـ Calvin cycle

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان و شدت فتوسنتز، مقدار گاز دی اکسیدکربن است. به‌طور معمول، این گاز ۰/۰۳ درصد از هوای اتمسفر را تشکیل می‌دهد. هرچه میزان دی‌اکسیدکربن هوا افزایش یابد، شدت فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد.

به‌طور کلی سرعت فتوسنتز با افزایش شدت نور، تا حدی که همه رنگیزه‌ها مورداستفاده قرار گیرند، زیاد می‌شود و در این حالت فتوسنتز به نقطه اشباع خود می‌رسد اما این افزایش محدودیت نیز دارد؛ زیرا رنگیزه‌ها در این حالت نمی‌توانند نور بیشتری جذب کنند.

برای انجام عمل فتوسنتز، آنزیم‌های متعددی نیز فعالیت می‌کنند که سرعت آن را تا حد زیادی افزایش می‌دهند. ضمناً کاهش دما تا ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد، سبب می‌شود که سرعت واکنش‌های آنزیمی درون سلول‌ها کاهش یابد و در نتیجه، فتوسنتز آهسته‌تر صورت گیرد. در دمای ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد، شدت فتوسنتز به حداکثر می‌رسد. در دماهای بالاتر از ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد نیز سرعت فتوسنتز کاهش می‌یابد، زیرا آنزیم‌ها در این دما، ساختار سه‌بعدی خود را از دست داده و آسیب می‌بینند.

تغذیه گیاهان

گیاهان نیز مانند سایر موجودات زنده احتیاج به غذا دارند. گفته شده است اگر گیاهان هم می‌توانستند مانند انسان حرف بزنند و یا مانند حیوانات فریاد بکشند، زودتر و بهتر می‌فهمیدیم که آنها گرسنه‌اند.

در مجموع، ۱۶ عنصر در برای تغذیه طبیعی گیاهان لازم است که برخی از طریق آب، خاک و هوا به میزان کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند و برخی دیگر را باید با تغذیه مصنوعی تأمین نمود. این عناصر را به دو دسته عناصر پرمصرف[۱] و عناصر کم مصرف[۲] تقسیم می‌کنند. عناصر پرمصرف عناصری هستند که گیاهان آنها را به مقدار نسبتاً زیادی نیاز دارند. این عناصر هیدروژن (H)، کربن (C)، نیتروژن یا ازت (N)، منیزیم (Mg)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca)، اکسیژن (O)، گوگرد (S) و فسفر (P) را شامل می‌گردند.

عناصر کم مصرف عناصری هستند که گیاهان به مقدار کمتری از آنها را نیاز دارند. البته اهمیت و ضرورت این عناصر نیز مشابه عناصر پرمصرف است. این عناصر عبارت‌اند از: آهن (Fe)، روی (Zn)، کلر (Cl)، مس (Cu)، بُر (B)، مولیبدن (Mo) و منگنز (Mn). از این میان کربن، هیدروژن و اکسیژن و در بسیاری از مواد نیز کلسیم بدون نیاز به کود، از طریق آب و هوا تأمین می‌شوند. بقیه عناصر پرمصرف و کم مصرف معمولاً از خاک گرفته می‌شوند.

در زیر مختصری درباره اثر عناصر مذکور در رشد و نمو گیاهان شرح داده می‌شود:

نیتروژن (N): عنصر کلیدی در رشد شاخه و برگ گیاه (رشد رویشی) است.

فسفر (P): نقش اصلی آن در گل انگیزی و افزایش گل‌دهی و نیز لقاح و تشکیل میوه است. همچنین در رشد و توسعه ریشه‌ها نقش دارد.

پتاسیم (K): در رشد سلول‌های اندام گیاه، تشکیل افزایش شادابی گیاه و افزایش مقاومت نسبت به استرس و تنش‌های محیطی تأثیر دارد.

منیزیم (Mg): در تشکیل سبزینه (کلروفیل) و افزایش بازده فتوسنتز است و به تشکیل آنزیم‌ها کمک می‌کند.

۱ـ Macro elements

۲ـ Micro elements

گوگرد (S): نقش اصلی آن سنتز اسیدهای آمینه، پروتئین و آنتی بیوتیک در اندام‌های گیاهی است.
روی (Zn): در تشکیل و فعال شدن آنزیم‌ها، سنتز پروتئین و کلروفیل اثر دارد.
مس (C): در فعال‌سازی آنزیم ها، سنتز کربوهیدرات و پروتئین مؤثر است.
بُر (B): نقش اصلی آن در افزایش توان گل‌دهی و تشکیل میوه است.
مولیبدن (Mo): به احیای ازت خاک کمک می کند.
منگنز (Mn): در تشکیل کلروفیل و افزایش بازده فتوسنتز اثر دارد.

حرکت عناصر غذایی از خاک به ریشه گیاه

عناصر غذایی از طریق ریشه و برگ گیاه جذب می‌شوند. در اینجا نخست در خصوص جذب عناصر غذایی توسط ریشه شرح داده می‌شود. سه مکانیسم مهم در انتقال عناصر غذایی از خاک به سطح ریشه دخالت دارند:

۱ـ تماس با ریشه[1]: این ساز و کار مخصوص عنصری مانند فسفر است که حلالیت و پویایی کمتری در خاک دارند. در این حالت تارهای کشنده به سمت آن حرکت کرده و عنصر فسفر را جذب می کند. هرچقدر سطح تماس سیستم ریشه‌های گیاه بالاتر و قوی‌تر باشد، جذب هم بیشتر است. میزان ۵ـ۱ درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم ممکن است توسط تماس مستقیم جذب گیاه گردد.

۲ـ جریان انبوه یا حرکت توده‌ای[2]: عبارت است از جریان آب به طرف ریشه بر اثر تعرق گیاه که همراه آن عناصر حل شده نیز انتقال می‌یابند. حرکت توده‌ای برای عناصری که غلظت زیادی در محلول خاک دارند و در شرایطی که تعریق گیاه شدت بالایی دارد، مکانیسم غالبی است. عناصر غذایی که در خاک به‌صورت پویا می‌باشند، و یا برخی دیگر از عناصر غذایی نظیر کلسیم و نیترات عمدتاً با این روش به سمت ریشه حرکت می کنند. به‌طور کلی ۹۸ درصد نیتروژن، ۷۲ درصد کلسیم، ۸۷ درصد منیزیم و ۹۵ درصد گوگرد با این روش حرکت می کنند. در صفحات بعد درباره تعرق و تبخیر گیاه توضیح خواهیم داد.

۳ـ انتشار یا پخشیدگی[3]: انتشار یک پدیده شیمیایی است که در آن عناصر از محل‌های با غلظت بالا به سمت محل‌های با غلظت کمتر حرکت می‌نمایند. همین ساز و کار البته با سرعت کمتر در حرکت عناصر غذایی در محلول خاک به سمت ریشه مؤثر می‌باشد. پتاسیم طبق این شیوه در خاک حرکت می کند. وقتی ریشه گیاه عنصر پتاسیم را جذب می کند، غلظت آن نزدیک سطح ریشه کم و برعکس در سطح کلوئیدهای خاک زیادتر است. به عبارتی یک شیب غلظت داریم که طی آن پتاسیم از نقطه با غلظت بالا به سمت ریشه که غلظت پایین است، حرکت می کند. انجام این مکانیسم به رطوبت نیاز دارد. به همین دلیل است که در باغات با دور آبیاری بالا (سی‌روزه و بیشتر) به سبب کوتاهی دوره جذب باید غلظت پتاسیم خیلی بالاتر از حدودی باشد که در منابع مختلف به آن اشاره شده است.

۱ـ Root interception
۲ـ Mass Flow
۳ـ Diffusion

اثر متقابل عناصر

عناصر در هنگام عمل جذب بر روی هم اثر متقابل یا برهم کنش دارند. به عبارت دیگر جذب یک عنصر در جذب عنصر دیگر دخالت دارد و تداخل ایجاد می‌کند. برهم کنش یا اثر متقابل ممکن است مثبت یا منفی باشد.
بَرهَم‌کُنش مثبت یا اصطلاحاً سینرژی[1] و یا هم‌افزایی، به حالتی گفته می‌شود که جذب یک عنصر باعث افزایش جذب عنصر دیگرشود. به‌عنوان مثال بین نیتروژن و فسفر حالت برهم کنش مثبت وجود دارد، یعنی جذب نیتروژن باعث می‌شود که جذب فسفر توسط گیاه افزایش پیدا کند.
بَرهَم‌کُنش منفی را اصطلاحاً آنتاگونیسم[2] یا حالت ضدیت می‌گویند. منظور از برهم کنش منفی این است که جذب یک عنصر باعث کاهش جذب عنصر دیگر در گیاه می‌شود. به‌عنوان مثال مصرف زیاد کود فسفر باعث کاهش جذب عناصری مثل روی، آهن و منگنز توسط گیاه می‌شود.
به دلیل آنکه عناصر درعمل جذب دارای برهم‌کنش هستند، نسبت بین عناصر در خاک به طریقی باید حفظ شود. به عبارت دیگر یک ماده غذایی زیاد مصرف نشود؛ چرا که باعث ایجاد مشکل و تداخل در جذب سایر عناصر غذایی می‌شود. پس عناصر باید به‌شکل قابل جذب وجود داشته و بین آنها هم یک نسبت مناسبی برقرار باشد، تا گیاه بتواند تمامی عناصر غذایی موردنیاز خود را به مقدار کافی جذب کند.

مکانیسم‌های جذب عناصر

جذب عناصر با یکی از دو حالت زیر صورت می‌گیرد: جذب فعال[3] و جذب غیرفعال[4].
جذب فعال نیاز به انرژی دارد ولی جذب غیرفعال یا اصطلاحاً جذب فیزیکی مستقیماً نیاز به مصرف انرژی ندارد. به‌طور کلی منبع تأمین انرژی در گیاه ATP است. ATP در حقیقت کار ذخیره و انتقال انرژی را به عهده دارد. ATP یا آدنوزین‌تری‌فسفات طی عمل فتوسنتز و تنفس در گیاه تولید می‌شود. در جاهایی که نیاز به مصرف انرژی است ATP توسط آنزیمی شکسته و تجزیه می‌شود و انرژی خود را برای عمل جذب آزاد می‌کند.

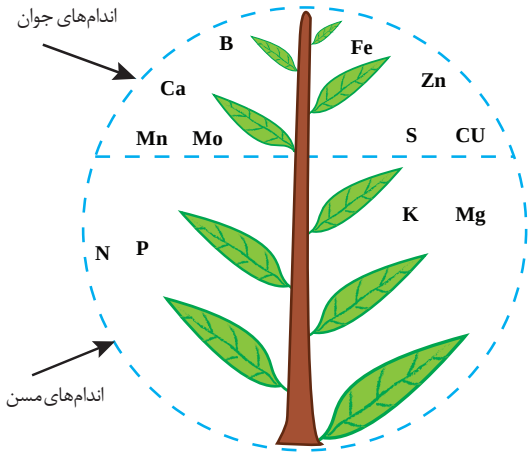
تحرک عناصر غذایی

تقریباً تمام عناصر غذایی به راحتی درون آوندها در ریشه حرکت می‌کنند و حتی بعضی از عناصر غذایی در شرایط کمبود، از برگ‌های پیر به برگ‌های جوان انتقال می‌یابند. دانستن اینکه کدام عنصر متحرک است، کمک می‌کند تا کمبود عناصر غذایی بهتر شناخته شود، مثلاً بروز علائم کمبود مواد غذایی در برگ‌های پایینی نشانهٔ این است که احتمالاً عناصر متحرک موجب کمبود شده‌اند و مشاهده علائم کمبود روی برگ‌های بالایی، نشان‌دهنده کمبود عناصر غیر متحرک می‌باشد؛ زیرا وقتی برگ‌های جوان دچار کمبود شوند، به دلیل عدم تحرک عناصر غذایی در بخش‌های دیگر کمبود در آنها ظاهر می‌شود. عناصر متحرک و غیر متحرک در جدول صفحه بعد نشان داده شده‌اند.

۱ـ Synergism
۲ـ Antagonism
۳ـ Active absorption
۴ـ Passive absorption

عناصر غذایی متحرک و غیرمتحرک در گیاهان

عناصر متحرک	عناصر غیرمتحرک
کلر	بُر
منیزیم	کلسیم
مولیبدن	مس
نیتروژن	آهن
فسفر	منگنز
پتاسیم	روی
	گوگرد



براساس آنچه درباره تحرک عناصر غذایی در گیاهان گفته شد، می‌توان باتوجه به شکل روبه‌رو محل بروز علائم کمبود موادغذایی در گیاهان را برحسب اینکه روی اندام‌های مسن رخ می‌دهند یا در اندام‌های جوان، پیش‌بینی نمود.

جذب برگی یا تغذیه برگی عناصر غذایی

عناصر غذایی از طریق زیر روزنه‌ها و یا کوتیکول برگ می‌توانند وارد گیاه شوند. روزنه‌ها در تبادلات گازی به‌عنوان مدخل ورود بعضی از عناصر به داخل گیاه مهم می‌باشند. ترکیباتی مثل NO_2، NH_3، SO_2 که در هوا وجود دارند، به‌خصوص در حوالی مناطق صنعتی و شهرهای بزرگ معمولاً از طریق روزنه‌ها وارد گیاه می‌شوند. بخشی از این عناصر در تأمین نیاز گیاه مؤثر می‌باشند. به‌عنوان مثال SO_2 موجود در هوا تا حدودی نیاز گیاه به گوگرد را تأمین می‌کند. ولی اگر غلظت این عناصر در هوا زیاد باشد موجب مسمومیت در گیاه می‌شود که آثار منفی در رشد گیاه دارد.

علاوه بر تبادلات گازی روزنه‌ای، جذب از طریق کوتیکول هم وجود دارد. همانند جذب از طریق ریشه، جذب برگی هم از طریق دو مکانیسم جذب فعال و جذب غیرفعال صورت می‌گیرد.

محلول پاشی

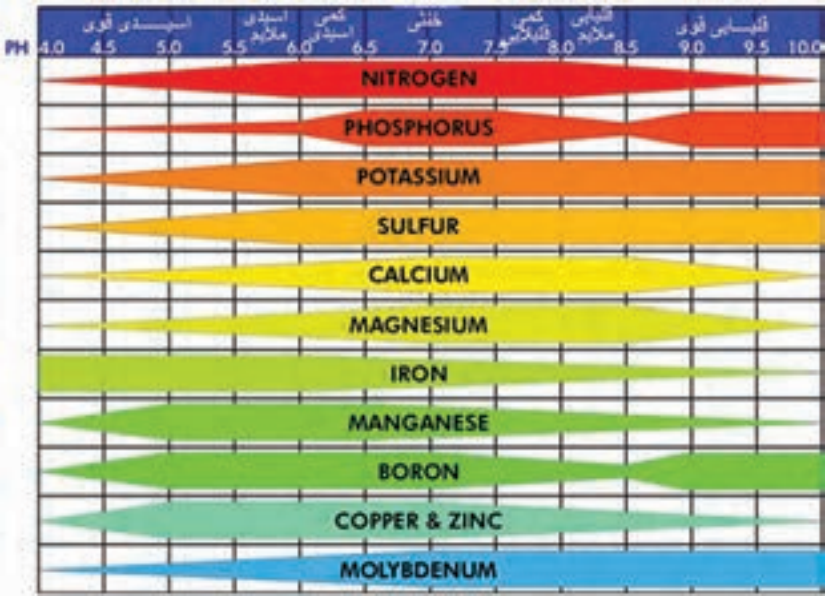
محلول‌پاشی و ضرورت آن

اسیدیته(pH)خاک‌ازعوامل‌محدودکننده جذب عناصر غذایی است؛ چراکه عناصر تنها در دامنه pH معینی قابلیت جذب توسط ریشه گیاه را دارند. چون بخش اعظم خاک‌های کشاورزی ایران قلیایی هستند، همیشه در جذب و جابه‌جایی عناصر در خاک‌مشکلات‌متعددی‌مانندتثبیت‌عناصر پیش می‌آید. به‌کارگیری محلول‌پاشی به عنوان‌تنهاروش‌مؤثرمی‌تواندکمبودعناصر غذایی‌رابرطرف‌نماید.

محلول پاشی باغ

علاوه بر مشکل اسیدیته خاک، باید گفت که تغذیه گیاهی از طریق ریشه یک مسیر طولانی را در گیاه طی می کند تا به برگ‌ها و میوه‌ها برسد، در حالی که در محلول‌پاشی عناصر غذایی موردنیاز گیاه سریعاً وارد آوندهای آبکش گیاه شده و به نقاط هدف می‌رسند. در حقیقت محلول‌پاشی یک راه میان‌بُر برای تغذیه گیاهی محسوب می‌شود. یادآور می‌شویم که اسیدی بودن و قلیایی بودن دو مشخصه شیمیایی ترکیبات مختلف هستند که توسط شاخصی به‌نام PH سنجیده می‌شوند. بر اساس تعریف اسیدها ترکیباتی هستند که یون هیدروژن آزاد می کنند و باعث کاهش pH می‌شوند. درحالی که باز یا قلیا ماده‌ای است که می تواند یون هیدروژن را جذب نموده و موجب افزایش PH محیط گردد. شیمی‌دان‌ها محدوده‌ای از صفر تا چهارده را برای PH تعریف نموده‌اند که از صفر تا ۶/۹ را محدوده PH اسیدی، از ۷/۱ تا ۱۴ را محدوده PH قلیایی و PH هفت را PH خنثی (نه اسیدی و نه قلیایی) گویند. بر این اساس با افزودن یک ترکیب اسیدی به محلول، ازPH محیط کاسته شده و اسیدی‌تر می‌شود؛ در حالی که با افزودن یک ترکیب قلیایی، PH محیط افزایش یافته و قلیایی‌تر خواهد گردید.

قابلیت دسترسی عناصر غذایی در اسیدیته‌های مختلف



محدودیت محلول‌پاشی: گاهی همه عناصر را نمی‌توان از طریق محلول‌پاشی به گیاه اضافه کرد؛ مثلاً کود اوره را می‌توان از طریق محلول‌پاشی مصرف نمود؛ ولی کودهای فسفر و پتاسیم در محلول‌پاشی استفاده نمی‌شوند. معمولاً عناصر کم‌مصرف از طریق محلول‌پاشی برای گیاه استفاده می‌شوند.

محدودیت دیگری که درمورد عناصر پرمصرف وجود دارد بالا بودن نیاز گیاه است. به عبارت دیگر نمی‌توان کل نیاز گیاه را از طریق محلول‌پاشی تأمین کرد. برای این منظور یا باید غلظت عنصر را خیلی بالا گرفت که موجب سوختگی گیاه می‌شود و یا اینکه دفعات محلول‌پاشی را زیاد کرد که از نظر اقتصادی زیان‌آور و مشکل‌آفرین می‌باشد. در بعضی موارد محلول‌پاشی بهتر بوده و در موارد دیگر مصرف عناصر در خاک ثمربخش می‌باشد. اما در مجموع مصرف توأم محلول‌پاشی و تغذیه از خاک نتیجه بهتری دارد.

از عوامل مؤثر بر جذب موادغذایی از طریق اندام‌های هوایی می‌توان نور، دما، رطوبت نسبی، سن گیاه، سطح برگ، گونه گیاه و بالاخره وضعیت تغذیه‌ای گیاه را نام برد.

تعرق[1] و تعریق[2]

گیاهان از طریق اندام‌های هوایی خود مقداری از آبی را که توسط ریشه جذب کرده‌اند، از دست می‌دهند. این عمل با دو روش تعرق و تعریق صورت می‌گیرد. خروج آب از قسمت‌های هوایی گیاه به‌صورت بخار آب را تعرق می‌نامند و خروج آب از گیاه به‌صورت مایع را تعریق می‌گویند. در شرایطی که سرعت جذب آب بالا، ولی تعرق پایین است، پدیده تعریق به علت افزایش فشار ریشه‌ای در گیاهان قابل مشاهده می‌باشد.

تعرق نسبت به تعریق در فیزیولوژی گیاه اهمیت بیشتری دارد. برگ اندام اصلی و عمده تعرق است و قسمت اعظم

۱ـ Transpiration
۲ـ Guttation

تعرق از میان روزنه‌های آن انجام می‌شود، لذا این نوع تعرق را تعرق روزنه‌ای می‌نامند. البته مقدار کمی بخار آب به روش تبخیر مستقیم از طریق یاخته‌های اپیدرمی و از میان کوتیکول خیلی نازک برگ‌ها و ساقه‌ها خارج می‌شود که این پدیده را تعرق کوتیکولی می‌گویند. همچنین خروج بخار آب ممکن است از راه عدسک‌های ساقه‌های چوبی یا عدسک‌های میوه انجام شود که آن را تعرق عدسکی می‌نامند. مقدار آبی که از طریق روزنه خارج می‌شود، بیشتر از سایر مسیرهاست.

تعرق (راست) و تعریق (چپ) در گیاهان

نقش تعرق در جذب آب از ریشه : تعرق باعث می‌شود که پتانسیل آب در برگ نسبت به پتانسیل آب در ریشه کاهش یابد. در زمان تعرق، پتانسیل آب ریشه منفی‌تر از خاک، پتانسیل آب برگ منفی‌تر از ریشه و پتانسیل آب جو منفی‌تر از برگ است. هر چقدر تعرق بالاتر باشد به همان میزان هم شدت جذب آب بالاتر خواهد بود. حوالی ظهر اختلاف پتانسیل آب برگ نسبت به ریشه به بیشترین مقدار خود می‌رسد. در این هنگام سرعت و شدت جذب آب توسط ریشه نیز بیشترین مقدار را داراست.
هرگاه پتانسیل آب جو افزایش یابد و جو از آب اشباع شود، جذب آب توسط سیستم ریشه‌ای و انتقال شیره خام در آوندهای چوبی به حداقل رسیده و یا متوقف می‌شود. در موقع شب نیز که روزنه‌ها بسته‌اند، تعرق به حداقل می‌رسد و انتقال شیره خام نیز تقریباً توقف می‌یابد.

مکانیسم تعرق در برگ‌ها :شیرهٔ سلولی در هر سلول فشاری بر دیواره سلول وارد می‌کند (فشار تورژسانس). این فشار مقداری آب را از سلول‌ها به فضای خالی بین سلول‌ها می‌راند. در اینجا آب بخار شده و از فضاهای موجود در مزوفیل برگ به طریق انتشار عبور می‌کند. بالاخره این بخار از روزنه‌های هوایی خارج می‌شود. دیواره سلول‌ها با گرفتن آب از نزدیک‌ترین آوندها، آبی را که از راه تعرق از دست داده، دوباره جبران می‌کند. در نتیجه این عمل، آب و هر ماده‌ای که در آن حل شده در آوندهای چوبی از ریشه به بالای ساقه کشیده می‌شود و به برگ‌ها می‌رسد.
بدین ترتیب می‌توان گفت که تعرق نیروی اصلی کشیده شدن آب از خاک و حرکت آن در گیاه است. تبخیر آب از برگ‌ها یک نیروی کشش ایجاد می‌کند که سبب می‌شود تا آب از طریق آوندهای چوبی در ساقه بالا بیاید. این جریان را جریان تعرق گویند.

عوامل مؤثر بر تعرق: ازعواملی که بر میزان تعرق تأثیر می‌گذارند می‌توان رطوبت نسبی، باد و جریان هوا، روشنایی، مساحت برگ‌ها، آرایش بافت‌های برگ و تعداد و وضع روزنه‌های برگ را نام برد.

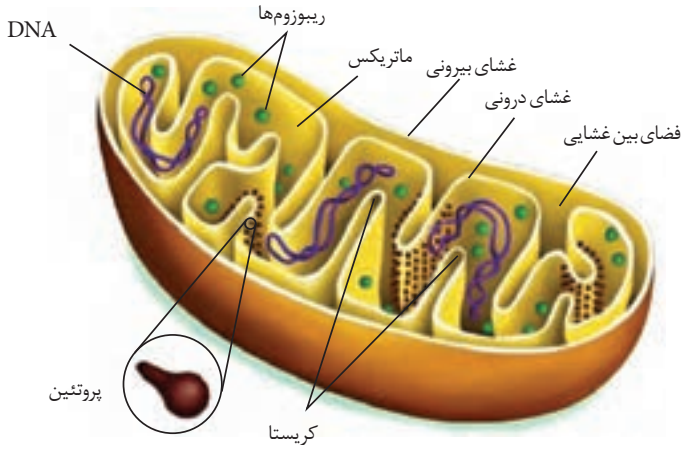
حرکت مواد آلی در گیاه: ترکیبات آلی گیاهان، درون آوندهای آبکشی حرکت می‌کنند. حرکت ترکیبات آلی در گیاه نسبت به حرکت آب پیچیده‌تر است، چون ترکیبات آلی باید از طریق سیتوپلاسم زنده آوندهای آبکشی عبور کنند. این ترکیبات در تمام جهات در آوند آبکشی حرکت می‌کنند و قادر به انتشار از غشای پلاسمایی نیستند.

تنفس در گیاهان

همان‌طور که می‌دانید همه موجودات زنده از جمله گیاهان به اکسیژن نیاز دارند. گیاهان و سایر جانداران موقعی می‌توانند به زندگی ادامه دهند که قدرت تجزیه مولکول‌های پیچیده مواد آلی (غذا) و استفاده از انرژی اندوخته‌شده در آنها را دارا باشند. در برابر فتوسنتز که به ساخته شدن مواد آلی منتهی می‌شود، تنفس قرار دارد که طی آن مولکول‌های حاصل از عمل فتوسنتز شکسته شده و انرژی حاصل از آنها صرف فعالیت‌های حیاتی مانند ساختن برخی مواد، جذب و شناسایی مواد محلول و به‌طور کلی رشد و نمو می‌شود.
ما می‌توانیم آنچه که در سلول‌های جانوری و گیاهی به هنگام تنفس اتفاق می‌افتد، را تحت فرمول کلی زیر نشان دهیم:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

تنفس عمدتاً در میتوکندری‌های درون سلول‌ها صورت می‌گیرد.



ساختمان یک میتوکندری که تنفس عمدتاً در آن صورت می‌گیرد

وجود اکسیژن حتی در انجام اعمال حیاتی میوه‌ها ضروری است. میوه‌ها اکسیژن را می‌گیرند و به مصرف اکسیداسیون مواد می‌رسانند. با این عمل گیاه انرژی لازم برای اعمال حیاتی را فراهم می‌آورند. در نتیجه اکسیداسیون مواد زائدی نظیر دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود که از گیاه خارج می‌شود. این عمل مبادله گاز یعنی جذب اکسیژن و دفع گاز کربنیک را که با پدیده‌های شیمیایی پیچیده‌ای همراه است، تنفس می‌نامند.

در گیاهان اندام‌های ویژه‌ای جهت رساندن اکسیژن به سلول‌ها و انتقال دی‌اکسید کربن حاصل از تنفس آنها به خارج وجود ندارد. تبادل گازها از راه روزنه‌ها و عدسک‌ها، انجام می‌شود. در بین سلول‌های تشکیل دهنده اندام‌های گیاه وجود حفرات کوچک و بزرگ و اتاقک‌های زیر روزنه‌ای و سلول‌های کروی با حفرات فراوان در زیر عدسک‌ها موجب می‌شوند که تبادلات گازی در گیاه به سهولت انجام شود. گازهای حاصل از فرایند فتوسنتز و تنفس برحسب قوانین انتشار گازها در گیاه بین اندام‌های گیاه و محیط خارج مبادله می‌گردد. در ریشه‌ها نیز عمل تنفس با استفاده از هوای موجود بین ذرات خاک انجام می‌شود و چنانچه برای مدت طولانی فضاهای موجود بین ذرات خاک از آب پر شود، بسیاری از گیاهان دچار خفگی ریشه شده و آثار آن پس از مدتی در بخش هوایی ظاهر می‌شود.

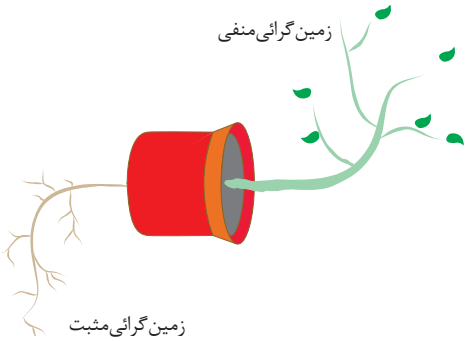
حتی گیاهان آبزی نیز احتیاج به اکسیژن دارند. آنها اکسیژن را از طریق هوایی که در آب حل شده است، به دست می‌آورند و از این طریق می‌توانند عمل تنفس را نیز انجام دهند.

حساسیت و واکنش گیاهان

گیاهان به راه‌های گوناگون به محرک‌های محیط خود پاسخ می‌دهند. حرکت، رشد و گل دادن از واکنش‌های معروف‌اند. نور، جاذبه زمین و تماس از محرک‌هایی هستند که باعث این واکنش‌ها می‌شوند؛ ولی هیچ پاسخی را نمی‌توان نتیجه تنها یک محرک دانست. محرک‌های بسیاری که هم‌زمان با هم دست‌اندرکارند و نقشی در رشد و رسیدن ایفا می‌کنند.

حرکات وابسته به رشد معمولاً کند هستند، ولی همیشگی (برگشت‌ناپذیر) می‌باشند. آنها را بیشتر به تروپیسم‌ها (گرایش‌ها) می‌شناسند. تروپیسم یک پدیده بیوشیمیایی است که اندامی از گیاه بر یک تحریک محیطی به‌صورت حرکت یا رشد واکنش نشان می‌دهد. تروپیسم دارای انواع زیادی است که در ادامه چند نمونه آن را ذکر می‌کنیم.

□ **ژئوتروپیسم[1] یا زمین‌گرائی:** پاسخ اندام گیاهی به جاذبه زمین را گویند. این نوع گرایش موجب رشد ساقه‌ها به طرف بالا خلاف جهت زمین (گرایش منفی) و رشد ریشه‌ها به طرف پایین (گرایش مثبت) می‌شود. هر دوی این پاسخ‌ها دارای اهمیت سازشی هستند، ساقه‌ها برای دریافت نور بیشتر به سمت بالا رشد می‌کنند و ریشه‌ها برای دریافت و جذب مواد و افزایش عملکردشان به سمت پایین رشد می‌کنند.



گرایش منفی اندام‌های هوایی گیاه و گرایش مثبت ریشه‌ها به نیروی جاذبه زمین

۱ـ Geotropism

□ **فتوتروپیسم[1] (نورگرائی)**؛ رشد ناشی از اثر نابرابر شدت روشنایی در اطراف یک اندام را گویند که سبب خم شدن گیاه به طرف نور یا در جهت خلاف تابش آن می‌شود.

گرایش به سمت نور

□ **هیدروتروپیسم[2] (رطوبت‌گرایی)**؛ حساسیت اندام‌های در حال رشد، مانند ریشه به آب است که سبب رشد ریشه به طرف آب می‌شود.

آب باعث گرایش ریشه‌های درختان می‌شود

□ **ترموتروپیسم[3] (گرماگرائی)**: اندام‌های گیاهی نسبت به تغییرات دما حساس هستند و به این تغییرات واکنش نشان می‌دهند، مثلاً کاکتوس در دمای خاص گل می‌دهد و برگ‌های خرزهره در نتیجه سرد شدن هوا به خود می‌پیچند و یا ریشه‌های ذرت در هوای گرم به سوی اعماق پایین‌تر زمین که خنک است رشد می‌کنند.

پیچیدن برگ‌های خرزهره در واکنش به سرما

۱ـ Phototropism
۲ـ Hydrotropism
۳ـ Thermotropism

□ **تیگموتروپیسم[1] (تماسگرائی):** این تروپیسم که نوعی خمیدگی حاصل از تماس یک جسم سخت با اندام در حال رشد گیاه است، در حقیقت معرف بطئی شدن رشد در سطح مورد تماس اندام است. تیگموتروپیسم در رشد و توسعه ریشه گیاهان نقش مهمی دارد و سبب می‌شود تا ریشه در حال رشد اگر به موانعی در خاک برخورد کند، آن را دور زده و از کنار آن بگذرد. پیچک‌های گیاهان پیچک دار نیز بر اثر تیگموتروپیسم به دور تکیه گاه می‌پیچند. گیاه گوشت‌خوار ونوس مگس‌خوار[2] با خاصیت تماس‌گرائی حشرات را به تله می‌اندازد.

پیچیدن گیاهان پیچک‌دار در اطراف مانع و بسته شدن برگ‌ها در اثر خاصیت تماس‌گرائی صورت می‌گیرد

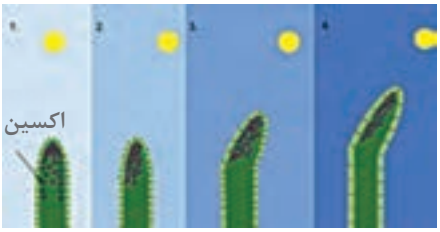
تماس‌گرائی در گیاه حساس یا میموزا، قبل و بعد از تماس

هورمون‌ها

هورمون‌ها همچون پیام‌های شیمیایی هستند که به هماهنگ‌سازی فعالیت‌های گیاهی، از قبیل تسریع رشد گل‌ها و میوه‌ها کمک کرده و یا از آن ممانعت می‌کنند. هورمون به مقدار بسیار کم تولید می‌شود و از محل ترشح به محل اثرش در گیاه انتقال می‌یابد و بعضی از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه را کنترل می‌کند. گاهی غلظت هورمون به میزان یک قسمت در میلیون قسمت آب (ppm)[3] هم می‌تواند مؤثر واقع شود. از سال ۱۹۲۸ که

۱ـ Thigmotropism
۲ـ Dionaea muscipula
۳ـ Part Per million

هورمون‌های گیاهی کشف شدند، مواد مصنوعی بسیاری ساخته شده‌اند که بر رشد و دیگر فرایندهای گیاهی مؤثرند. تنظیم کننده‌های رشد، خواه طبیعی باشند و خواه مصنوعی، در کشاورزی امروزی از مهم‌ترین مواد محسوب می‌شوند.
هورمون‌های گیاهی به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شوند:
الف) تحریک کننده‌های رشد، مانند: اکسین‌ها[1]، جیبرلین‌ها[2] و سیتوکینین‌ها[3]
ب) بازدارنده‌های رشد، مانند: اسید آبسیزیک[4] و اتیلن[5] می‌باشند.
اکسین‌ها یک نمونه از هورمون‌ها هستند که از سایر هورمون‌های گیاهی بهتر شناخته شده‌اند. این مواد در اعضایی از گیاه که در حال رشد هستند به دست می‌آیند. نور، گرانش و بعضی از مواد شیمیایی بر تولید و توزیع آن مؤثرند. طویل شدن سلول‌ها و اندام‌ها، نورگرایی (فتوتروپیسم)، زمین‌گرایی، فعال ساختن لایه زاینده و ایجاد گل از جمله نقش‌های اکسین به حساب می‌آیند.
اگر نور به یک سمت گیاه بتابد، اکسین بیشتری در سمت تاریک آن توزیع می‌شود و در نتیجه سلول‌های سمت تاریک گیاه درازتر شده و ساقه به سوی نور خم می‌شود. درصورت تابش یکنواخت نور بر گیاه، اکسین در تمام جهات یکسان توزیع شده و ساقه به سمت بالا رشد می‌کند.



اثر اکسین بر خم شدن ساقه

جیبرلین‌ها یکی دیگر از هورمون‌ها هستند که نقش‌های گوناگونی را در فعالیت‌های گیاه ایفا می‌کند و یکی از آنها افزایش اندازه حبه برخی از ارقام انگور است. از جمله اثرات سیتوکینین‌ها می‌توان به شکستن دوره خواب، ایجاد جوانه گل و نمو آن و پارتنوکارپی را نام برد. کمک به ریزش میوه، جلوگیری از سبز شدن بذر و کمک به خواب جوانه نمونه‌ای از کاربردهای اسید آبسیزیک می‌باشند. اتیلن هم کاربردهای مختلفی از جمله در رسیدن کامل و توسعه رنگ میوه روی درخت و داخل انبار دارد.

فتوپریودیسم[6]

واکنش گیاه نسبت به مدت زمان تابش متوالی نور را فتوپریودیسم گویند. اصولاً گیاهان مختلف برای گلدهی به طول روزهای مختلفی احتیاج دارند، و از این جنبه به سه گروه زیر تقسیم شده‌اند.
الف) گیاهان روزکوتاه: گیاهان روز کوتاه برای گل‌دهی به روز کوتاه، و در واقع به شب بلند نیاز دارند. بنابراین می‌توان آنها را شب بلند نامید. چنین گیاهانی اگر طول شب از حد معینی کوتاه‌تر باشد گل نخواهند داد (مانند داودی). طول مدت تاریکی ممکن است بر حسب انواع مختلف از ۱۳ تا ۱۶ ساعت متغیر باشد.
ب) گیاهان روزبلند: گیاهان روز بلند برای گل‌دهی به روز بلند و شب کوتاه احتیاج دارند. بنابراین آنها را می‌توان شب کوتاه نامید. طول شب برای آنها نباید از حد معینی بلندتر باشد (مانند کاهو و سیب زمینی).
پ) گیاهان بی‌تفاوت: این‌گونه گیاهان به طول روز یا شب حساس نبوده و در هر طول روزی قرار گیرند گل می‌دهند (مثل گوجه فرنگی).

۱ـ Auxins
۲ـ Gibberellins
۳ـ Cytokinins
۴ـ Abscisic acid (ABA)
۵ـ Ethylene
۶ـ Photoperiodism

جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
فیزیولوژی سوخت و ساز و تنفس	۱ـ تحلیل فیزیولوژی سوخت‌وساز و تنفس ۲ـ تحلیل فتوسنتز	تحلیل فیزیولوژی سوخت‌وساز و تنفس و فتوسنتز ـ اندام‌های گیاهان ـ هورمون‌های گیاهی	بالاتر از حد انتظار	تحلیل فیزیولوژی سوخت‌وساز و تنفس و فتوسنتز ـ اندام‌های گیاهان ـ هومون‌های گیاهی ـ چرخه‌های انرژی	۳
			در حد انتظار	تحلیل نادرست فیزیولوژی سوخت‌وساز و تنفس و فتوسنتز ـ اندام‌های گیاهان ـ هورمون‌های گیاهی	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	تحلیل نادرست فیزیولوژی سوخت‌وساز و تنفس و فتوسنتز ـ اندام‌های گیاهان ـ هورمون‌های گیاهی	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				

منابع

۱ راهنمای برنامه درسی رشته امور باغی، ۱۳۹۵، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

۲ تایز و زایگر، فیزیولوژی گیاهی، جلد اول، ترجمه دکتر محمد کافی، لاهوتی، زند، شریفی، گلدانی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد،۱۳۸۷

۳ کمبود مواد غذایی در نباتات زراعی و درختان میوه و سبزیجات، رادنیا، حسین، انتشارات سازمان ترویج کشاورزی، ۱۳۶۹

۴ نور مصنوعی برای گیاهان، تأمین نور مناسب برای گلخانه، گل‌های روز بلند و روز کوتاه، مطالبی در مورد گلخانه به قلم مهندس مهدی صفا

۵ مورتیمر، چارلز شیمی عمومی ۱ ترجمه عیسی یاوری. نشر علوم دانشگاهی، ۱۳۸۱

۶ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو

۷ محمدرضا خواجه‌پور، اصول و مبانی زراعت (نگارش سوم)، ناشر جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان ـ مرکز انتشارات، چاپ دوم، تاریخ نشر ۱۳۸۸

۸ نوع جدید ابر جاذب‌ها به حل بحران کمبود آب کمک می‌کنند/...Vista.ir

۹ کشاورزی و شیلات (علمی و آموزشی) www.aftabir.com

۱۰ تصفیه آب کشاورزی و لب شور به روش مغناطیسی /...agri.nb.blogfa.com

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب دانش فنی تخصصی رشته امور باغی ـ کد ۲۱۲۳۳۵

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	سیداکبر موسوی	مرکزی	۸	رضا رمضانی	خراسان شمالی
۲	عبدالباسط رنجبر	کردستان	۹	مریم لشکری	خراسان رضوی
۳	مرتضی نوبهار	آذربایجان غربی	۱۰	سلیم قادرپور اقدم	آذربایجان غربی
۴	سجاد عظیم زاده	شهرستان‌های تهران	۱۱	احمد حسنکی فرد	خوزستان
۵	رضا پورخسروانی	فارس	۱۲	جابر مهدی نیا افرا	مازندران
۶	میرزا حسین رشنو	شهرستان‌های تهران	۱۳	ندا آخوند مهدی	اصفهان
۷	عباس خدایوندی	آذربایجان شرقی	۱۴	علی صفری	کرمانشاه