



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# آب، خاک و گیاه

رشته‌های امور زراعی، امور دامی، امور باغی، صنایع غذایی، ماشین‌های کشاورزی

گروه کشاورزی و غذا

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



**نام کتاب:** آب، خاک و گیاه - ۲۱۰۲۱۱

**پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

**مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

**شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** عابدین آریان پور، محمود اسلامی، حسین اکبرلو، محمد حسن باقری، علیرضا دهرویه، آرش روزبهانی، هوشنگ سردار بنده (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

**مدیریت آماده‌سازی هنری:** عابدین آریان پور، محمود اسلامی و سید ناصر خالقی میران (اعضای گروه تألیف)

**شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

**نشانی سازمان:** مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - سمیه نصری (صفحه‌آرا) - سید مرتضی میرمجیدی و فاطمه رئیسیان (رسام)

**ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

**چاپخانه:** تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

**سال انتشار و نوبت چاپ:** وب سایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) و [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)

**چاپ سوم ۱۳۹۷**

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 به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد، و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم. بلکه انشاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است. امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

مقدمه

فصل اول : خاک

تشکیل و تکامل خاک ..... ۱۰

خصوصیات فیزیکی خاک ..... ۲۴

فصل دوم : خواص شیمیایی و بهسازی خاک

خواص شیمیایی خاک ..... ۵۶

بهسازی خاک ها ..... ۶۶

فصل سوم: خواص آب

اهمیت آب ..... ۸۷

خواص فیزیکی آب ..... ۹۱

خواص شیمیایی آب ..... ۹۷

## فصل چهارم : منابع آب

۱۰۷	منابع و ذخائر آب .....
۱۱۱	انتقال آب .....
۱۱۲	اندازه گیری آب در کشاورزی .....
۱۱۹	بازده آبیاری .....
۱۲۲	حرکت آب در خاک .....
۱۲۷	عوامل مؤثر در جذب آب توسط ریشه .....
۱۳۲	آبیاری .....

## فصل پنجم : کشت و نگهداری گیاهان

۱۳۶	کاشت گیاهان .....
۱۵۰	برداشت و نگهداری گیاهان .....

## منابع :

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار
- ۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده
- ۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات
- ۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.

کتاب حاضر درس مشترک گروه کشاورزی است و شما در طول سال تحصیلی پیش رو شایستگی‌های فنی و مهارتی درس آب، خاک و گیاه را متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در کتاب را کسب نموده و فرا بگیرید. کتاب درسی آب، خاک و گیاه شامل ۵ فصل است و هر فصل دارای واحدهای

یادگیری متنوعی است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر فصل می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن فصل را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی شما می‌توانید از بسته آموزشی نیز استفاده نمایید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات 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 به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب، اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

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





## فصل ۱

### خاک



خاک، مهربان، بخشنده و دوست خوبی است. اما اگر ما این دوستی را دانسته یا نادانسته به دشمنی بدل کنیم، خاک دشمنی سرسخت است و ما از این دشمنی سودی نخواهیم برد و در این جنگ خودساخته، بی گمان ما شکستی سخت خواهیم خورد. آیا این دشمنی و جنگ آغاز شده است؟

سایش کنم اینردپاک را  
که کویا و مینا کند خاک را

فردوسی

### تشکیل و تکامل خاک

- آیا می‌دانید ایرانیان چهار عنصر آب، هوا، خاک و آتش را عنصرهای سازندهٔ جهان می‌دانستند و به آنها احترام می‌گذاشتند؟
- آیا مفهوم خاک از دیدگاه‌های گوناگون یکسان است؟ کشاورز، زمین‌شناس، عمران و ...؟
- آیا می‌دانستید میزان خطر آلوده کردن خاک از دیگر آلودگی‌ها بیشتر است؟
- چرا خاک در سلامت انسان نقش دارد؟
- آیا می‌دانید چند سال طول می‌کشد تا یک سانتی‌متر خاک تشکیل شود؟

خاک یکی از منابع ارزشمند طبیعت است که در حدود ۶۹ درصد غذای مورد نیاز انسان از آن تأمین می‌گردد. در نبود خاک سالم، حیات نیز روی کره زمین امکان‌پذیر نخواهد بود. همچنین خاک‌ها روز به روز به قبرستان مواد زیانبخش و زیان‌آور تبدیل می‌شوند و از طرفی به طور روز افزون بر اثر ایجاد ساختمان و راه و تأسیسات شهری و صنعتی مقدار زیادی از خاک از گردش طبیعی و نیز از حوزه کشاورزی خارج می‌گردد و تبدیل به خاک مرده می‌شود. بنابراین مدیریت صحیح برای داشتن خاکی سالم لازمهٔ بقای انسان است.

#### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، انواع سنگ‌های تشکیل‌دهنده پوسته جامد زمین را تشخیص می‌دهد. تعداد کانی‌های تشکیل‌دهنده سنگ‌ها را تشخیص می‌دهد. تشکیل و نحوه تکامل خاک را با طراحی برخی آزمایش‌ها نشان می‌دهد. با کندن یک پروفیل خاک عمق خاک سطحی و زیرین را مشخص می‌کند.

## اهمیت خاک



انسان‌های اولیه با شکار کردن حیوانات، غذای خود را تهیه می‌کردند.

تا زمانی که بشر با شکار و جمع‌آوری، خوراک خود را تهیه می‌کرد نیازی به تفکر درباره طبیعت و ارزش خاکی که زیر پایش بود نداشت؛ ولی همین که بجای جمع کردن غذا اقدام به کاشت کرد و طبیعت و خاک اثر مستقیمی در زندگیش پیدا کرد مجبور شد درباره خاک فکر کند، در آن موقع بشر فکر کرد که خاک زیر پایش بستری است برای نشو و نمای گیاهان، جایی است که می‌توان در آن بذری کاشت که از آن گیاهی حاصل شود تا غذای او را تأمین کند.



گیاهان منابع غذایی بیشتری در اختیار انسان قرار دادند.

تغییر از جمع‌آوری غذا به کاشت غذا به باور عمومی در بیش از ۹۰۰۰ سال قبل در دامنه‌ها و دشتهای اطراف سلسله جبال زاگرس و در کنار رودهای دجله و فرات جایی که امروز قسمتی از ایران و عراق است پایه‌گذاری شد. در واقع اولین انقلاب کشاورزی از سرزمین ما آغاز شده است. مشکل است بتوان گفت که مردم آن زمان درباره خاک چه فکر می‌کردند. ولی از آنجایی که از آن برای تولید غذا استفاده می‌کردند، که حداقل آن را بستر رشد و نمو گیاهان خود می‌دانستند.

## خاک



خاک یکی از منابع تجدیدناپذیر است.

خاک یک جسم پویا و طبیعی است که در سطح زمین قرار دارد و محیط رشد و نمو گیاهان است. خواص آن در اثر اقلیم و موجودات زنده روی سنگ مادر شکل گرفته است و در طی زمان طولانی تغییر کرده است. برای آنکه خاک محیط مناسبی برای رشد گیاهان باشد باید نیازهای آن را تأمین کند. نیازهایی که خاک برای گیاه تأمین می‌کند عبارت‌اند از: آب، عناصر غذایی، اکسیژن و محلی برای لنگرگاه ریشه گیاهان.

تعریف فوق از خاک تعریفی متداول است، ولی دیدگاه‌های متفاوتی از این ماده ارائه شده است. آنچه از نظر کشاورز، خاک محسوب می‌شود از نظر زمین‌شناس می‌تواند سنگ نرم‌شده و از نظر مهندس ساختمان زمین و از نظر اقتصاددان، اراضی تعریف شود.

بنابر یافته‌های زمین‌شناسان، کره زمین به‌صورت توده مذابی بوده که با سرد شدن تدریجی سطح خارجی آن سفت و سخت شده و به‌صورت پوسته جامد درآمده است که به آن لیتوسفر<sup>۱</sup> می‌گویند. لیتوسفر از سه نوع سنگ تشکیل شده است:

۱. Lithosphere

## – سنگ‌های آذرین

این سنگ از سرد شدن مواد مذاب درون زمین تشکیل شده است. به مواد مذاب ماگما می‌گویند.

ماگما ممکن است که از سطح پوسته بیرون نیاید و به آهستگی و طی سالیان متمادی سرد شود در این صورت سنگ‌های آذرین درونی را به‌وجود می‌آورد. به ماگمایی که از دهانه آتشفشان بیرون می‌آید گدازه می‌گویند. گدازه‌ها طی چندین روز به سرعت سرد می‌شوند و سنگ‌های آذرین بیرونی را به‌وجود می‌آورند.

## – سنگ‌های رسوبی

این سنگ از تجمع و تراکم رسوبات تشکیل می‌گردد.

عوامل مختلفی باعث از هم پاشیدن ساختمان سنگ‌ها و خرد شدن آنها می‌شوند. خرده سنگ‌ها همراه با مواد محلول به جاهای پستی مانند دریاها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و سایر نقاط دیگر می‌روند و در آنجا رسوب می‌کنند. رسوبات در اثر عوامل گوناگونی مانند فشار و گرما به هم می‌پیوندند و سنگ‌های سخت و یکپارچه‌ای را می‌سازند که به آنها سنگ‌های رسوبی می‌گویند. سنگ‌های رسوبی به علت لایه‌لایه بودن و داشتن سنگواره<sup>۱</sup> موجودات گذشته به زمین‌شناسان کمک می‌کند تاریخ گذشته زمین را بازسازی کنند.

## – سنگ‌های دگرگون

در اثر فشار و گرمای زیاد درون زمین سنگ‌های آذرین و رسوبی تغییر شکل می‌دهند و سنگ‌های جدیدی را به‌وجود می‌آورند که به آنها سنگ‌های دگرگونی می‌گویند. سنگ دگرگونی ممکن است نسبت به سنگ اولیه شکل و اندازه جدیدی داشته باشد.

از طرفی سنگ‌ها خود از واحدهایی به نام کانی تشکیل شده‌اند. کانی عبارت است از: مواد معدنی با ترکیب شیمیایی معین و با خصوصیات فیزیکی ثابت مانند: شکل، سختی، نقطه ذوب، رنگ مشخص می‌باشد. در پوسته زمین حدود ۲۰۰۰ نوع کانی برآورد کرده‌اند. تصاویر مقابل کانی‌های سنگ‌ها را نشان می‌دهد.



کانی‌های مختلف سنگ‌ها همیشه به راحتی قابل مشاهده نیستند.

دسته‌بندی انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگون

- از هنرآموز خود یا از مزارع واحد آموزشی تعدادی سنگ تهیه کنید.
- با استفاده از ویژگی‌های مشترک هر گروه، آنها را شناسایی کنید.

فعالیت

### ویژگی سنگ‌های رسوبی

- ✓ معمولاً از قطعات سنگی به هم سیمان شده که منجر به بافت دانه‌ای می‌شود، تشکیل شده‌اند.
- ✓ لایه‌لایه هستند و لایه‌های رسوبی موازی هستند.

### ویژگی سنگ‌های آذرین

- ✓ معمولاً متشکل از کانی‌هایی هستند که قابل مشاهده‌اند به‌ویژه سنگ‌هایی که به آرامی سرد شده‌اند.
- ✓ کانی‌ها شکل هندسی منظمی دارند که به آنها بلور می‌گویند.
- ✓ سنگ‌های آذرین درونی دارای بلورهای درشت هستند.
- ✓ سنگ‌های آذرین بیرونی دارای بلورهای ریز هستند.
- ✓ معمولاً محکم هستند.

### ویژگی سنگ‌های دگرگون

- ۱- بسیار چگال و گاهی اوقات درخشان به‌نظر می‌رسند.
  - ۲- معمولاً سنگ‌های دگرگون سخت و محکم هستند.
  - ۳- این سنگ را به دلیل درخشان بودن در کارخانه سنگ‌بری برای نمای ساختمان صاف و صیقلی می‌کنند.
- تعداد کانی‌های تشکیل‌دهنده سنگ را تعیین کنید.
  - ✓ اندازه بلورها ممکن بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک باشد.
  - ✓ برخی کانی‌ها به یک رنگ دیده می‌شوند. برای نمونه طلا همیشه زرد و گرافیت همیشه سیاه است.
  - ✓ سختی کانی‌ها متفاوت است.
  - پس از دسته‌بندی سنگ‌ها و تعیین تعداد کانی تشکیل‌دهنده در هر سنگ، گزارش خود را به هنرآموز مربوطه ارائه نمایید.

## عناصر شیمیایی سازنده زمین

کانی‌های مختلف، از عناصر شیمیایی به‌وجود آمده‌اند. در حقیقت از اجتماع عناصر شیمیایی کانی‌های مختلف تشکیل می‌شود. حدود ۹۳ عنصر شیمیایی در لیتوسفر وجود دارد جدول زیر بخشی از عناصر موجود در پوسته زمین و درصد تقریبی هر یک از آنها را نشان می‌دهد.

عناصر	درصد	عناصر	درصد
اکسیژن	۴۶/۵	پتاسیم	۲/۶
سیلیسیم	۲۷/۶	تیتانیوم	۰/۶
آلومینیوم	۸/۱	فسفر	۰/۱۲
آهن	۵/۱	منگنز	۰/۰۹
کلسیم	۳/۶	گوگرد	۰/۶
منیزیم	۲/۱	کلر	۰/۰۵
سدیم	۲/۸	کربن	۰/۰۴

جدول ۱-۱ مهم‌ترین عناصر موجود در پوسته زمین

## با توجه به جدول ۱-۱

- ۱- پنج عنصری که بیشترین مقدار پوسته زمین را تشکیل می‌دهند، نام ببرید.
- ۲- با مراجعه به منابع مختلف اطلاعاتی، مهم‌ترین عناصر موجود در اتمسفر زمین کدام‌اند؟
- ۳- عناصر موجود در اتمسفر زمین را با عناصر لیتوسفر مقایسه نموده و نتیجه را به هنرآموز خود گزارش کنید.

## تشکیل خاک

پوسته جامد زمین به علت تماس دائم با آب، هوا و سایر عوامل دائماً در حال تغییر است. نتیجه این تغییر، تبدیل تدریجی سنگ‌ها به خاک است. به عبارت دیگر تخریب سنگ‌ها و تبدیل آن به خاک را هواپدیدی می‌گویند. چنین تحولی به‌کندی صورت می‌گیرد و برای انجام آن پدیده‌ها و مکانیسم‌های مختلفی دخالت دارند. عوامل مؤثر در هواپدیدی شامل سه گروه است:

### ۱- عوامل مکانیکی یا فیزیکی؛ ۲- عوامل شیمیایی؛ ۳- عوامل بیولوژیکی.

۱. **عوامل مکانیکی یا فیزیکی:** این عوامل منجر به متلاشی شدن سنگ‌ها می‌شوند. از این دسته عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فشار حاصل از یخ‌زدن آب درون سنگ‌ها
- انقباض و انبساط سنگ‌ها در اثر گرم و سرد شدن
- ورود نمک محلول به درون سنگ و ایجاد فشار حاصل از رشد نمک، تشکیل بلور انواع نمک‌ها باعث افزایش حجم شده که در نهایت منجر به خرد شدن سنگ‌ها می‌شود.
- فشار حاصل از رشد ریشه گیاهان
- انرژی حرکتی آب، باد، یخچال و نیروی ثقل



ج



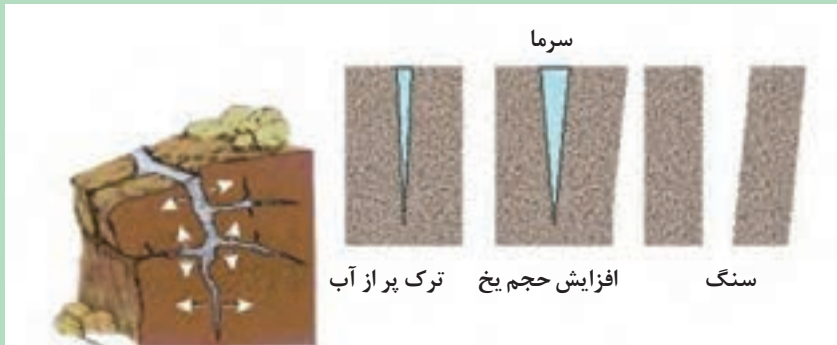
ب



الف

عوامل فیزیکی باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شوند

تفسیر کنید



در گروه‌های مشخص و زیر نظر هنرآموز خود و در محیط آزمایشگاه یک تکه سنگ را طی زمان‌های متوالی به کمک آب و شعله حرارتی گرم و سرد کرده و نتیجه را به هنرآموز خود گزارش دهید.

آزمایش کنید



**۲. عوامل شیمیایی:** این عوامل فرایند هواپدیدی فیزیکی را تکمیل می‌کند. در تشکیل خاک تجزیه شیمیایی نقش عمده‌ای را عهده‌دار است و نه تنها روی سنگ‌های متلاشی شده تأثیر می‌گذارد؛ بلکه کانی‌های جدیدی را به وجود می‌آورد که در خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر است، از این دست عوامل می‌توان موارد زیر را نام برد:



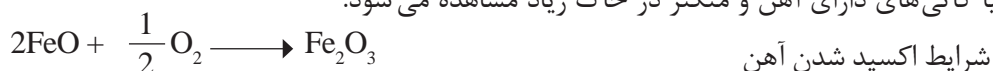
ریزش سقف غارها و تشکیل کارست

■ انحلال: حل شدن بعضی از کانی‌ها در آب، حفراتی را در سنگ به وجود می‌آورد و آنها را تخریب می‌کند.

■ هیدرولیز آب: هیدرولیز یک واکنش شیمیایی بین آب و کانی‌ها است. هرگاه در مجاورت یک کانی آبی در دسترس باشد این واکنش آغاز می‌شود. ابتدا آب تجزیه شده، سپس یون‌های حاصل به کانی‌ها حمله می‌کنند و باعث تخریب آنها می‌شوند.



■ اکسیداسیون و احیا: اکسیداسیون کانی‌ها در اکثر موارد توسط اکسیژنی که در آب محلول و هوا وجود دارد صورت می‌گیرد و هرچه غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر و آب اسیدی‌تر باشد قدرت اکسیدکنندگی آب افزایش می‌یابد. در زیر سطح ایستابی معمولاً به علت عدم وجود اکسیژن شرایط احیا وجود دارد. اکسیداسیون و احیا کانی‌های دارای آهن و منگنز در خاک زیاد مشاهده می‌شود.



■ آبگیری کانی‌ها: منظور اضافه شدن مولکول آب به بعضی از کانی‌هاست. آبگیری در تشکیل کانی‌های رسی اهمیت زیادی داشته و حتی ممکن است آب جزء ساختمان بلور کانی شود، مثل کانی گچ که می‌تواند با گرفتن آب به صورت زیر درآید:



■ کربناته و بیکربناته شدن کانی‌ها: دی‌اکسید کربن موجود در هوا با آب ترکیب شده و اسید ضعیفی به وجود می‌آورد که میل ترکیبی آن با کانی‌ها زیاد است؛ بنابراین هرچه دی‌اکسید کربن بیشتری در آب باران حل شود، آب‌های اسیدی به وجود می‌آید که در تخریب سنگ‌ها تأثیر به‌سزایی دارد. در این نوع واکنش‌ها کربنات‌ها با آب و کربن دی‌اکسید ترکیب شده و بیکربنات‌ها را به وجود می‌آورند.

فعالیت

عنوان آزمایش: شناخت عوامل خاک‌سازی

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و وسایل آزمایش: انواع سنگ، سرکه، بشر ۵۰۰ میلی‌لیتر، مزور، چراغ بونزن یا الکلی

مراحل آزمایش



۱. در درون بشر ۵۰۰ cc چند نوع سنگ با اندازه‌های مختلف قرار دهید.
۲. حدود ۲۰۰ cc سرکه را با استوانه مدرج به بشر اضافه کنید.
۳. بشر را روی چراغ بونزن یا الکلی قرار دهید.
۴. چراغ را روشن کرده و بشر را به مدت نیم ساعت حرارت دهید.
۵. چراغ را خاموش کنید.
۶. سنگ‌ها و مواد محتوی بشر را در محل مناسب بریزید.
۷. بعد از شست‌وشوی بشر، وسایل را در جای خود قرار دهید.

با توجه به مشاهدات خود به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- کدامیک از سنگ‌ها بیشتر تخریب می‌شود؟ چرا؟
- کدامیک از عوامل در تخریب سنگ‌ها نقش بیشتری دارند؟
- آیا طولانی‌تر شدن زمان آزمایش می‌تواند به تخریب سنگ‌ها کمک کند؟

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

- از بشری استفاده کنید که نسبت به حرارت مقاوم باشد.
- در هنگام قرار دادن سنگ‌ها در بشر احتیاط کنید.



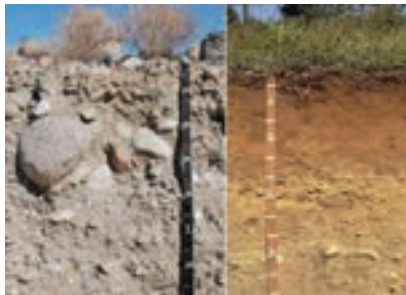
**۳. عوامل بیولوژیکی:** هرگونه تخریب سنگ‌ها را که توسط موجود زنده شامل گیاهان، جانوران و موجودات میکروسکوپی انجام می‌شود تخریب حیاتی یا بیولوژیکی می‌نامند. تخریب و متلاشی شدن سنگ‌ها و کانی‌ها تا حد قابل توجهی تحت تأثیر فعالیت گیاهان، حیوانات و باکتری‌هاست. اقلیم هر منطقه نوع گیاهان آنجا را مشخص می‌کند. گیاهان به صورت‌های زیر در تخریب سنگ‌ها دخالت دارند:

- آب و املاح محلول را از اعماق خاک به سطح می‌آورند و موجب گردش محلول آب خاک می‌شوند.
- مواد آلی شاخ و برگ گیاهان در اثر آب‌شویی، محلول اسیدی ایجاد می‌کنند که در انحلال و انتقال نمک‌ها و کانی‌ها نقش به‌سزایی دارند.
- ریشه گیاهان به علت دارا بودن خاصیت اسیدی به تخریب سنگ‌ها کمک می‌کند.
- ایجاد معبر توسط ریشه گیاهان جهت جریان آب و املاح در خاک
- فعالیت حیاتی ریشه، گاز کربنیک به وجود می‌آورد و این گاز، کربنیک‌اسید تولید می‌کند که در تخریب سنگ‌ها تأثیر دارد.
- ریشه گیاهان در درز و ترک سنگ‌ها نفوذ کرده و آنها را خرد می‌کند.

اکثر جانوران خاکزی مانند مورچه‌ها، حشرات، کرم‌های خاکی، موریانه‌ها و موش‌ها در اثر زندگی در خاک باعث ورود اکسیژن به خاک شده و بقایای حاصل از این موجودات امکان واکنش‌های شیمیایی را بیشتر می‌کند. موجودات میکروسکوپی که شامل نماتدها، پروتوزوآها، جلبک‌های سبز و غیره هستند؛ نیز با تجزیه مواد آلی و تولید اسید آلی باعث حل شدن تدریجی کانی‌ها می‌گردند. در تخریب سنگ و تشکیل خاک زمان خیلی مهم است؛ زیرا در زمان طولانی عوامل مؤثر در تشکیل خاک بر سنگ‌ها اثر گذاشته و آنها را تخریب می‌کنند و بدون در نظر گرفتن زمان، امکان تشکیل خاک غیرممکن است.

## تکامل خاک

اگر چند سنگ را خرد کنیم و گیاهی در آن بکاریم رشد نخواهد کرد. به همین دلیل به اجزای ریز تولید شده، خاک مطلوب کشاورزی نمی‌گویند زیرا این اجزای ریز چون تکامل نیافته‌اند و توانایی آن را ندارند که عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین کنند. خاک‌ها با گذشت زمان طولانی بسته به نوع سنگ اولیه باید چند صد سال بگذرد تا همه عوامل هوادیدگی بر آنها تأثیر بگذارد و تکامل یابند و تغییراتی در آن به وجود آید تا بتوانند عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را تأمین کنند. برای همین است که خاک را جز منابع تجدیدناپذیر می‌دانند؛ زیرا مدت زمانی که برای تشکیل و تکامل خاک لازم است طولانی است. پس باید در حفظ این منبع خدادادی تلاش کنیم.



خاک مناطق هموار عمیق‌تر از خاک مناطق کوهستانی است.

با گذشت زمان در اجزاء خرد شده سنگ‌ها اتفاقاتی می‌افتد و آنها را به خاک تبدیل می‌کند. یکی از مهم‌ترین این اتفاقات تشکیل لایه‌ها و طبقات در خاک است. هرچه خاکی تکامل یافته‌تر باشد تعداد و ضخامت لایه‌های آن بیشتر است. این موضوع را در مقایسه خاک کوهستان و دشت می‌توان دید.

گفتگو کنید



خاک‌های مناطق کوهستانی و دشت‌ها را از نظر تکامل با یکدیگر مقایسه کنید.

تحقیق کنید

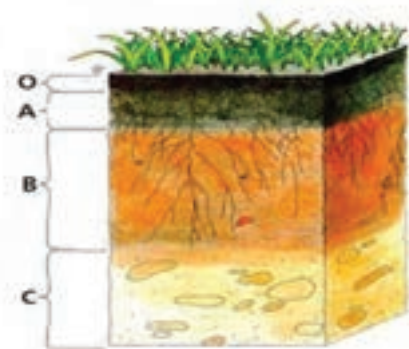


با مراجعه به منابع اطلاعاتی مختلف مدت زمان مورد نیاز برای تشکیل خاک در اقلیم‌های مختلف را بررسی کرده و نتیجه را در کلاس با هماهنگی هنرآموز خود ارائه کنید.

## نیمرخ خاک

اگر گودالی به عمق حدوداً ۲ متر حفر کنیم و مقطع قائم آن را مورد بررسی قرار دهیم لایه‌ها را مشاهده خواهیم کرد هر یک از این لایه‌ها را افق می‌نامند و به مجموعه این افق‌ها نیمرخ یا پروفیل خاک می‌گویند.

### انواع افق موجود در خاک



معمولاً افق‌ها را از سطح خاک تا سنگ بستر با حروف لاتین نام‌گذاری می‌کنند. در یک خاک ممکن است دو یا چندین لایه وجود داشته باشد مهم‌ترین افق‌های خاک عبارت‌اند از:

**افق O:** افق مواد آلی در خاک‌های معدنی بوده و در سطح خاک تشکیل شده یا در حال تشکیل است. این افق محتوی مواد آلی تجزیه شده و تجزیه نشده گیاهان است. این افق معمولاً در خاک‌های مناطق جنگلی و دارای آب و هوای گرم و مرطوب بیشتر دیده می‌شود.

**افق A:** افق A یا افق شست‌وشو در زیر افق O قرار دارد و در صورت نبودن افق مواد آلی در سطح خاک قرار می‌گیرد. کانی‌های مقاوم از قبیل کوارتز در آن به فراوانی دیده می‌شود. اگر مواد آلی تجزیه نشده در این افق جمع شوند و با سایر مواد معدنی مخلوط شوند رنگ آن تیره بوده در غیر این صورت رنگ آنها روشن است. این افق از نظر مواد غذایی و اکسیژن غنی‌تر از سایر افق‌هاست.

**افق B:** افق تجمع مواد که در زیر افق A قرار دارد و به طور معمول مواد شسته شده از طبقه بالا در آن جمع می‌شود. تراکم کانی‌های رسی، آهن، آلومینیوم و گاهی هوموس در آن دیده می‌شود و به همین دلیل رنگ آن تیره است. فعالیت شیمیایی افق B نسبت به افق A بیشتر است اما فعالیت بیولوژیکی این افق نسبت به افق A کمتر است.

**افق C:** افق معدنی که روی سنگ بستر تشکیل شده، اما سنگ بستر نیست. این افق دارای قطعاتی از جنس سنگ بستر است و مشخصات افق‌های A و B را ندارد.

**افق R:** افق سنگ بستر شامل سنگ‌های بزرگ و بدون تخریب بوده و خاک رویی از آن به وجود آمده است. در مناطق مختلف با شرایط اقلیمی متفاوت و انواع سنگ بستر، خاک‌های مختلفی با افق‌های متفاوت به وجود می‌آید. در علم خاکشناسی بر اساس مشخصات افق‌ها و سایر عوامل مانند خصوصیات شیمیایی و فیزیکی و اقلیم، خاک‌ها را طبقه‌بندی می‌کنند.

فعالیت

عنوان آزمایش: کندن پروفیل

محل آزمایش: مزرعه

ابزار و وسایل آزمایش: متر، آب‌فشان، اسید ضعیف، کلنگ، بیل

مراحل آزمایش



۱. قسمت مناسبی از مزرعه را جهت حفر پروفیل انتخاب کنید.
۲. یک گودال به ابعاد  $1 \times 2 \times 1/5$  متر در آن ایجاد کنید.  
توجه: از گودال‌هایی که قبلاً کنده شده‌اند نیز می‌توان استفاده نمود و ابتدا باید سطح رویی خاک درون گودال را بردارید.
۳. عمق خاک سطحی و زیرین را با متر اندازه‌گیری کنید.

■ آیا عمق خاک مزرعه برای زراعت مناسب است؟

۴. میزان آهک در لایه‌های خاک را با آب‌فشان دارای اسید ضعیف (اسید کلریدریک یک نرمال) اندازه‌گیری کنید.

دقت کنید: میزان جوشش ایجادشده در اثر افزایش اسید ضعیف به خاک‌های مختلف تفاوت دارد. در خاک‌هایی که آهک بیشتر دارند جوشش بیشتر است.

■ دانش‌آموزان به صورت گروهی وارد پروفیل شوند و مشاهدات خود را یادداشت نمایند.

۵. تعداد لایه‌ها و عمق آنها را در گزارش خود ذکر کنید.

۶. بعد از اتمام آزمایش، وسایل را جمع‌آوری کنید.

۷. وسایل را به آزمایشگاه منتقل کنید.

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در هنگام کار کردن با اسید مواظب خود و اطرافیان باشید.

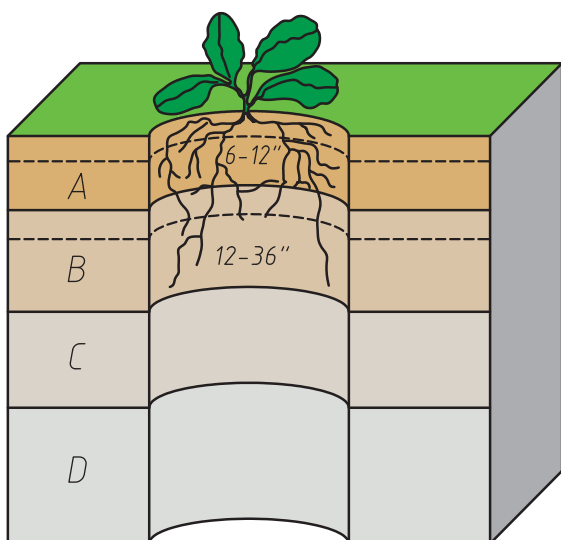
در کشاورزی خاک را به دو طبقه رویین و زیرین تقسیم می‌کنند.

## خاک سطحی یا رویین

قسمتی از خاک سطحی است که بیشتر فعالیت‌های کشاورزی در آن انجام می‌گیرد و معمولاً تخلخل بیشتری دارد و ریشه گیاهان در آن رشد می‌کند. از نظر خاک‌شناسی این بخش شامل افق‌های A و O است. هرچه ضخامت خاک

رویی بیشتر باشد از نظر زراعی خاکی مناسب است. در مناطق کوهستانی به علت شیب زیاد و در اثر فرسایش، خاک سطح‌الارض بسیار کم عمق بوده و در عوض در مناطق پست و مسطح عمق آن افزایش می‌یابد.

در خاک‌هایی که ضخامت خاک سطح‌الارض کم است در صورت امکان می‌توان با استفاده از ادوات کشاورزی و به مرور زمان به عمق شخم افزود و از این طریق ضخامت خاک سطحی را افزایش داد. به‌طور کلی اگر ضخامت خاک سطح‌الارض ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متر باشد خاک عمیق و اگر کمتر از ۲۵ سانتی‌متر باشد خاک کم‌عمق است. ضخیم‌بودن خاک سطحی یکی از ویژگی‌های خاک‌های زراعی خوب محسوب می‌شود. بین عمق خاک و میزان محصول و رشد گیاهان رابطه مستقیم وجود دارد؛ زیرا خاک‌های عمیق به‌علت توسعه ریشه امکان جذب عناصر غذایی و آب بیشتری را فراهم می‌کنند.



## خاک زیرین

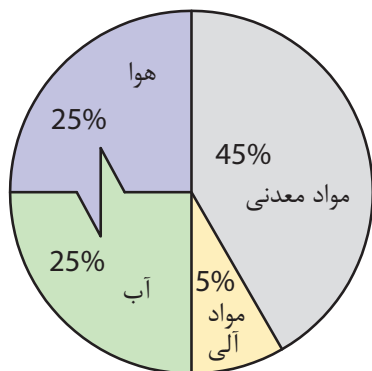
قسمتی از پروفیل خاک که در زیر خاک رویی قرار داشته، معمولاً متراکم و فشرده بوده و به‌ندرت ریشه گیاهان زراعی در آن یافت می‌شود. در این قسمت به علت عدم وجود اکسیژن و فشرده بودن خاک موجودات میکروسکوپی فعالیت چندانی ندارند و شامل بخش‌های زیرین افق B و افق C است. خاک زیرین استعداد تولید گیاه را نداشته و از نظر کشاورزی اهمیت چندانی نیز ندارد.

## اجزای خاک

اگر به یک کلوخه خاک به‌دقت نگاه کنیم دو بخش کاملاً متمایز در آن می‌بینیم (الف) بخش جامد خاک (ب) بخش خلل و فرج خاک.

### الف) بخش جامد خاک

۱. مواد معدنی: شامل اجزای حاصل از تخریب و تجزیه سنگ‌هاست که به‌صورت‌های شن، سیلت و رس در خاک مشاهده می‌شود. مبنای تقسیم‌بندی ذرات معدنی خاک قطر آنها است. در بخش‌های آینده درباره این ذرات بیشتر یاد می‌گیرید.

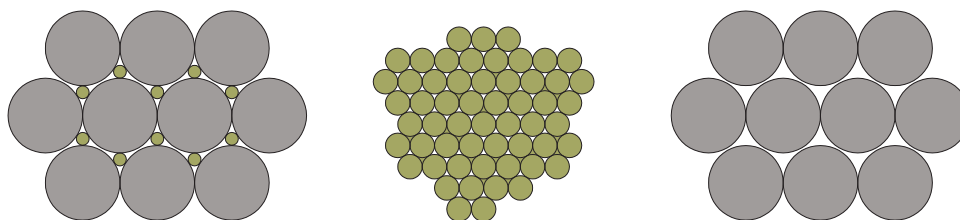


نمودار یک خاک خوب برای کشاورزی

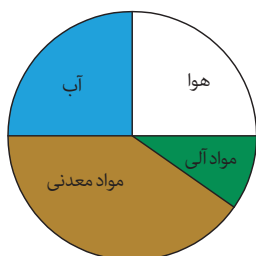
۲. مواد آلی: این مواد از بقایای جانوری و گیاهی که در مراحل مختلف تجزیه و فساد قرار دارند تشکیل شده است. نام دیگر مواد آلی کلوئیدهای آلی خاک است و تأثیر زیادی در جذب آب و نگهداری مواد غذایی دارند، ضمناً باعث چسبیدن ذرات معدنی خاک به یکدیگر می‌شوند.

### ب) خلل و فرج:

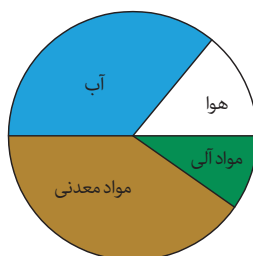
فضاهای خالی موجود بین ذرات خاک خلل و فرج خاک محسوب می‌شوند و آب و هوای مورد نیاز گیاهان را تأمین می‌کند. اگر خاکی فضاهای خالی آن کم باشد گیاهان به خوبی در آن رشد نمی‌کنند. به طور کلی در یک خاک مناسب ۵۰ درصد آن بخش جامد و ۵۰ درصد دیگر بخش خلل و فرج است. شکل زیر ساختار حجمی خاک مناسب را نشان می‌دهد. در فضاهای خالی با توجه به شرایط متفاوت آب و هوا، می‌تواند جایگزین یکدیگر شوند.



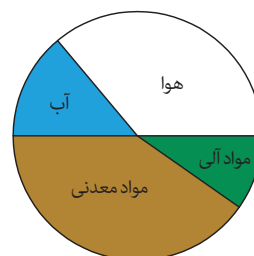
در شکل زیر میزان اجزای خاک را در سه نوع خاک شنی، متوسط ورسی مشاهده می‌کنید.



خاک متوسط



خاک رسی



خاک شنی

با توجه به طرز قرار گرفتن ذرات خاک در کنار یکدیگر انواع مختلفی از خلل و فرج در خاک ایجاد می‌شود که از نظر اندازه آنها را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

- خلل و فرج درشت: آب در اثر نیروی وزن در آن حرکت می‌کند و بیشتر مواقع در آن هوا قرار دارد.
- خلل و فرج متوسط: با توجه به شرایط در آن آب و هوا در جریان است و هدایت آب و عناصر غذایی را به عهده دارد.

خلل و فرج ریز: فضاهایی هستند که بیشتر مواقع آب در آن نگهداری می‌شود و مواقع لزوم در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

### عنوان آزمایش: خروج هوای خاک

وسایل و مواد مورد نیاز: بشر ۵۰۰CC، کلوخه، آب

مقداری آب در بشر بریزید.

یک کلوخه را در داخل آب بیندازید و به سؤالات زیر پاسخ دهید؟

۱. چرا حباب هوا در سطح بشر مشاهده می‌کنید؟
۲. به نظر شما کدام یک از خلل و فرج خاک در مراحل اولیه پر از آب می‌گردند؟
۳. آیا توانسته‌اید با این آزمایش تمامی خلل و فرج خاک را با آب پر کنید؟ چرا؟

با بررسی منابع اطلاعاتی در دسترس تحقیق کنید گیاهانی که در محیط‌های غرقابی رشد می‌کنند چگونه اکسیژن مورد نیاز خود را تأمین می‌نمایند؟ نتیجه را با هماهنگی هنرآموز خود در جلسه بعدی برای سایر هم‌کلاسی‌هایتان تشریح کنید.



## ارزشیابی تشکیل و تکامل خاک

### شرح کار:

- ۱- تعیین انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگون
- ۲- تعیین تعداد کانی‌های تشکیل دهنده در سنگ
- ۳- انجام آزمایش برای تشکیل و تکامل خاک
- ۴- مشخص کردن افق‌های خاک

### استاندارد عملکرد:

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، نحوه تشکیل خاک و تکامل آن را می‌داند و انواع سنگ‌های تشکیل دهنده پوسته جامد زمین را تشخیص می‌دهد. تعداد کانی‌های تشکیل دهنده سنگ‌ها را تشخیص می‌دهد. با کندن پروفیل خاک عمق خاک سطحی و زیرین را مشخص می‌نماید.

### شاخص‌ها:

- ۱- تشخیص انواع سنگ‌های تشکیل دهنده پوسته جامد زمین
- ۲- تعداد کانی‌های تشکیل دهنده در یک تکه سنگ را تشخیص دهد.
- ۳- با طراحی و انجام آزمایش برخی عوامل فیزیکی و شیمیایی مؤثر در تشکیل و تکامل خاک را نشان دهد.
- ۴- در پروفیل خاک، افق‌های مختلف خاک را نشان دهد. نقش لایه‌های خاک را در کشاورزی تشخیص دهد.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- ۱- محل اجرا: آزمایشگاه خاک‌شناسی - اراضی مزرعه
- ۲- تجهیزات: نمونه‌ای از انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی - مزور و بشر در اندازه‌های مختلف، چراغ بونزن، سه پایه، توری نسوز، متر فلزی، آب‌فشان، کلنگ، بیل
- ۳- مواد: سرکه، الکل، آب
- ۴- منابع:

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی	۲	
۲	تعیین تعداد کانی‌های تشکیل دهنده سنگ	۱	
۳	طراحی و انجام آزمایش برای تشکیل و تکامل خاک	۱	
۴	مشخص کردن افق‌های خاک	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیرفنی: محاسبه و ریاضی - سازمان‌دهی اطلاعات - جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست‌محیطی مرتبط با آن/ نگرش: دقت در اهمیت خاک - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

### خصوصیات فیزیکی خاک

■ آیا می‌دانید در تصمیم‌گیری برای انتخاب نمونه خاک به چه نکته‌هایی باید توجه کرد؟

■ آیا مقاصد اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی خاک در کشاورزی را می‌دانید؟

فیزیک خاک یکی از شاخه‌های علم خاک‌شناسی است و وظیفه پیش‌بینی، اندازه‌گیری و کنترل فرایندهای فیزیکی که در خاک رخ می‌دهد را بر عهده دارد. اهداف کاربردی اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی خاک در کشاورزی بسیار زیاد است که از آن جمله می‌توان به مدیریت صحیح خاک در زمینه‌های آبیاری، زهکشی، حفاظت آب و خاک، شخم و انواع خاک‌ورزی، تنظیم دمای خاک و... اشاره کرد.

#### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، نمونه‌های فرعی را از عمق مشخص شده تهیه نماید. از نمونه‌های فرعی نمونه مرکب یا نهایی تهیه کند. درصد سنگ‌ریزه خاک را تعیین کند. بافت خاک را به روش لمسی و هیدرومتری تعیین کند. پایداری خاکدانه‌ها را با استفاده از دو الک و سطل تعیین کند. وزن مخصوص ظاهری و حقیقی خاک را به دست آورد. درصد تخلخل خاک را به دست آورد. درصد رطوبت خاک را به روش وزنی و حجمی به دست آورد. میزان نفوذپذیری خاک را در مزرعه تعیین کند.



## نمونه برداری خاک

برای افزایش تولیدات زراعی و باغی شناسایی خاک از ضروریات است بخشی از خاک که مورد ارزیابی قرار می‌گیرد نمونه نامیده می‌شود. نمونه برداری باید به طریقی انجام شود که نماینده کاملی از کل زمین مورد نظر باشد. در نمونه برداری به منظور ارزیابی حاصلخیزی خاک، باید نوع بهره‌برداری مشخص شود سپس اقدام به جمع‌آوری اطلاعات اولیه و تهیه نقشه اراضی گردد در صورت عدم وجود نقشه می‌توان با تهیه کروکی وضعیت محل نمونه برداری را مشخص نمود. به دلیل اینکه کلیه آزمایشات بعدی ما در رابطه با خاک روی نمونه‌های برداشته شده انجام می‌گیرد. روش نمونه برداری باید به صورت صحیح انجام شود. معمولاً روش‌های متفاوتی مانند زیگزاگ، مستطیلی و... برای نمونه برداری وجود دارد. یکی از این روش‌ها را با راهنمایی هنرآموز خود انتخاب کنید.

به نظر شما انتخاب روش نمونه برداری تأثیری در نتایج حاصل از نمونه‌ها دارد؟  
 قطعه‌بندی اراضی بایستی با توجه به مشخصات ظاهری خاک مانند رنگ خاک، شیب زمین، بافت خاک، پوشش گیاهی و... ابتدا زمین را به قطعاتی یکنواخت تقسیم کرد، سپس اقدام به نمونه برداری نمود.

### عمق و تعداد نمونه

در این خصوص به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- چه نوع گیاهی را می‌خواهید بکارید؟
- آیا عمق نفوذ ریشه همه گیاهان یکسان است؟

به کمک هنرآموز خود عمق مناسب نمونه برداری در گیاهان مختلف را مورد بررسی قرار داده و عمق نمونه برداری خاک در کشت گندم و درختان را تعیین کنید.

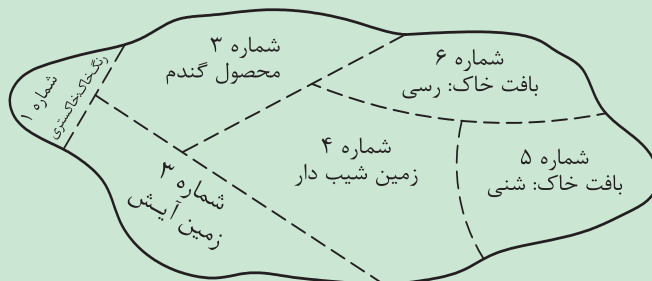
گفت‌وگو کنید



تحقیق کنید



- از هر قطعه زمین چند نمونه می‌توان برداشت کرد؟ فاصله نمونه‌ها از همدیگر و از حاشیه زمین چقدر بایستی باشد؟
- وزن نمونه‌های فرعی و نهایی چقدر است؟
- با توجه به اینکه هرچه تعداد نمونه‌های فرعی بیشتر باشد نمونه نهایی به نمونه واقعی مزرعه نزدیک‌تر است؛ ولی افزایش تعداد نمونه فرعی بیش از حد معینی توصیه نمی‌شود؟ چرا؟



## انواع نمونه

الف) نمونه دست‌خورده: نمونه‌ای است که خاک از لحاظ ظاهری و فیزیکی شبیه به خاک مزرعه نیست. برای اکثر آزمایش‌های شیمیایی خاک می‌توان از نمونه دست‌خورده استفاده کرد.

ب) نمونه دست‌نخورده: نمونه‌ای است که خاک از نظر فیزیکی کاملاً شبیه خاک مزرعه می‌باشد. برای آزمایش‌هایی مانند تعیین درصد رطوبت و تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک از این نوع نمونه استفاده می‌شود.

## وسایل نمونه‌برداری

برخی از وسایل نمونه‌برداری در زیر نشان داده شده است:



پاسخ دهید



- به نظر شما چه عواملی در به‌کارگیری وسایل فوق جهت نمونه‌برداری دخالت دارد؟
- برای برداشت نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده کدام یک از وسایل فوق را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟
- کدام یک از وسایل فوق را برای برداشت نمونه از اراضی که گیاهان چند ساله در آن کاشته شده‌اند توصیه می‌کنید؟

## نکاتی که باید در زمان نمونه‌برداری رعایت کرد:

۱. از برداشت نمونه، از نقاطی که به کودهای شیمیایی و حیوانی و یا بقایای گیاهی آغشته هستند خودداری شود، چرا؟
۲. از نقاطی که محل رفت و آمد دام، ماشین‌ها و ادوات کشاورزی هستند نمونه‌برداری صورت نگیرد، چرا؟
۳. از جدا کردن مواد آلی در حال تجزیه که در داخل خاک هستند خودداری شود.
۴. رطوبت زمین در موقع برداشت نمونه باید در حد گاورو باشد.

**توجه:** رطوبت در حد گاورو مقداری از رطوبت خاک است که پس از فشردن مقداری خاک در دست تبدیل به گوله شده، اما به دست نچسبیده و پس از پرتاب آرام روی زمین گلوله خاک از هم پاشیده شود.

### نکاتی که بعد از نمونه برداری باید مد نظر قرار گیرد:

۱. پس از مخلوط کردن نمونه‌های فرعی و انتخاب نمونه نهایی، آن را باید در اسرع وقت به آزمایشگاه منتقل نمود.
۲. از قرار دادن نمونه در معرض نور مستقیم آفتاب و یا دیگر منابع مستقیم حرارتی خودداری کنید، چرا؟
۳. دو نمونه کارت مشخصات نمونه برداری را تهیه و تکمیل کرده و یک عدد را داخل نمونه و دیگری را به بیرون ظروف محتوی نمونه الصاق کرده و آن را به آزمایشگاه مورد نظر ارسال کنید.
۴. نمونه‌های نهایی گروه خود را جهت آزمایشات بعدی با الصاق یک کارت نمونه روی ظرف مناسب جهت آزمایشات بعدی در آزمایشگاه نگه دارید.

محل نمونه برداری:	تاریخ نمونه برداری:
نام و نام خانوادگی نمونه بردار:	شماره نمونه:
عمق نمونه برداری:	محصول مورد نظر برای کاشت:
بافت لمسی:	سایر توضیحات:

\* بافت لمسی در همین فصل توضیح داده خواهد شد.

برای انجام نمونه برداری هنرجویان به گروه‌های ۳-۴ نفره تقسیم شده و عملیات نمونه برداری را زیر نظر هنرآموز مربوط به روش زیر انجام دهید:

عنوان فعالیت: نمونه برداری خاک
محل انجام: مزرعه
ابزار و مواد آزمایش: سطل بزرگ، اُگر، بیلچه، سینی خاک، ورقه آلومینیومی

فعالیت

## مراحل آزمایش

۱. محل نمونه برداری را مشخص کنید.  
در این خصوص به سؤالات زیر پاسخ دهید:
  - به نظر شما از چه محل هایی از زمین می توان نمونه برداشت؟
  - آیا نیاز به رسم کروکی نیست؟
  - کروکی چیست؟ در صورت نیاز، کروکی زمین مورد نظر را رسم کنید.
  - آیا می توان از هر نقطه زمین نمونه برداشت؟
  - آیا نیاز به قطعه بندی زمین مورد نظر نمی باشد؟
  - قطعات مشخص شده باید چه ویژگی هایی داشته باشند؟
  - مساحت قطعات مشخص شده حداکثر چقدر است؟
۲. با توجه به مساحت قطعه تعداد نمونه را مشخص کنید.
۳. با یکی از روش های نمونه برداری (ترجیحاً زیگزاگ) مسیر حرکت را مشخص کنید.
۴. در محل نمونه برداری سطح زمین را تمیز کنید.
۵. از عمق یا عمق های مورد نظر با بیل یا اگر نمونه برداری کنید.
۶. نمونه های فرعی را در یک محل جمع آوری کنید.
۷. بعد از مخلوط کردن نمونه های فرعی، یک نمونه ۲ کیلوگرمی را در ظرف نمونه بریزید.
۸. کارت نمونه برداری را تکمیل کنید و در درون و بیرون ظرف نمونه برداری قرار دهید.

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

هنگام نمونه برداری خاک با تجهیزات فردی مناسب به مزرعه یا صحرا مراجعه کنید.

دقت کنید

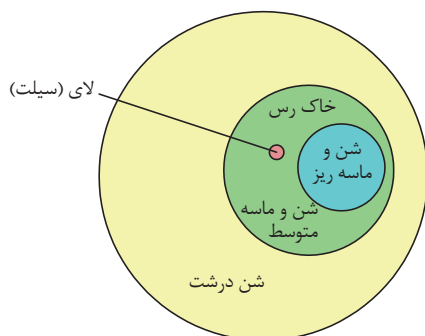


در هنگام نمونه برداری از مخلوط کردن نمونه های فرعی عمق های مختلف خاک خودداری کرده و نمونه نهایی هر عمق را جداگانه به آزمایشگاه ارسال کنید.

## خصوصیات فیزیکی خاک

### بافت خاک

بافت خاک درصد نسبی ذرات شن، سیلت و رس را در نمونه خاک نشان می دهد. بسیاری از واکنش های مهم فیزیکی و شیمیایی خاک با بافت آن رابطه مستقیم دارد. بافت یکی از مشخصات معمولاً تغییرناپذیر خاک است. هر چه مقدار ذرات درشت خاکی بیشتر باشد ذخیره عناصر غذایی و رطوبت قابل استفاده گیاه کمتر می شود؛ ولی نفوذپذیری آن نسبت به آب و هوا



قابل توجه است ابتدا به خصوصیت مهم این سه نوع ذره (شن - سیلت - رس) می‌پردازیم. اندازه ذرات شن بین ۰.۰۵ - ۰/۰۵ میلی‌متر بوده، بنابراین کمتر در معرض واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی قرار می‌گیرند. اهمیت این ذرات از نقطه نظر ایجاد نقطه اتکا برای سایر ذرات ریز هستند به علت فضای زیاد بین ذرات شن، جریان هوا و آب را تسهیل می‌کنند. ذرات سیلت اندازه‌ای بین ۰/۰۵ - ۰/۰۰۲ میلی‌متر دارند و پودر مانند احساس می‌شوند و خاصیت چسبندگی آنها کم است و از طرفی مقدار زیادی آب قابل استفاده برای گیاه در خود نگهداری می‌کنند. این خاصیت باعث خطرآفرینی در ساختمان‌سازی و راه‌سازی می‌شود زیرا نگهداری آب و انجماد آن باعث تخریب خاک می‌شود. ذرات رس از نظر اندازه کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر می‌باشند. دارای سطوح زیادی هستند و مقدار قابل توجهی آب و عناصر غذایی جذب سطوح رس می‌شوند به همین جهت رس‌ها در میزان ظرفیت کل آب در خاک و مواد غذایی مورد نیاز گیاهان مؤثر هستند. بافت خاک را با روش‌های لمسی، هیدرومتری و پیت اندازه‌گیری می‌کنند. در ادامه به مهم‌ترین آنها اشاره خواهد شد.

### روش لمسی (صحرائی)

بافت خاک، چون با دست و لمس کردن خاک‌ها با دو انگشت شست و سبابه صورت می‌گیرد به اصطلاح روش لمسی می‌گویند. ابتدا گل یا خمیری که دارای حداکثر چسبندگی باشد تهیه می‌کنند و آن را بین دو انگشت دست قرار داده و خصوصیات نظیر زبری، نرمی، وجود ذرات شن، حالت چسبندگی یا لوله شدن، تشکیل نوار و شکل پذیری و... را مورد بررسی قرار می‌دهند. این روش بسیار ساده و درست زمان کوتاهی انجام‌پذیر است. میزان دقت آن به تجربه فرد بستگی دارد.

عنوان آزمایش: تعیین بافت خاک به روش لمسی

محل آزمایش: مزرعه

ابزار و وسایل آزمایش: خاک، آب، خط‌کش

شرح:

۱. مقداری خاک را برداشته با افزودن تدریجی آب به صورت خمیر درآورید.
۲. در کف دست آن را به صورت مفتولی به قطر حدود ۱ سانتیمتر درآورید.
۳. لوله‌های گلی آیا به دور انگشت حلقه می‌شوند؟
۴. از بین انگشت شست و اشاره با حرکت مکرر رو به جلوی انگشت شست آن را به جلو هدایت می‌کنید.
۵. وقتی طول نوار به حد معینی رسید می‌شکند.
۶. طول چند نوار به دست آمده را با خط‌کش اندازه‌گیری کنید و متوسط آنها را به دست آورید.
۷. با استفاده از جدول زیر بافت خاک را حدس بزنید.



نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در هنگام تهیه، لمس و فرم‌دهی به گل مورد آزمایش، مراقب اجسام تیز و برنده باشید.

### جدول تخمین بافت خاک به روش لمسی

معیار تشخیص	شن	لوم شنی	لوم	لوم سیلتی	لوم رسی	رس
زبری و نرمی گل در بین انگشت‌ها و ظاهر قابل رؤیت آن	گل در بین انگشت‌ها کاملاً زبر به نظر می‌رسد و ذرات شن کاملاً ملموس است.	زبری کمتری دارد و دانه‌های درشت کمتری در آن دیده می‌شود.	زبری متوسط	ذرات درشت کم و گل نسبتاً نرم و صابونی	نرم و دارای ذرات درشت ناچیز	کاملاً نرم بوده و ذرات شن در آن ملموس نیست و سطح براق به نظر می‌رسد.
پایداری کلوخه خشک	شکل نمی‌پذیرد	شکل نمی‌پذیرد	به راحتی از هم می‌پاشد	نسبتاً به راحتی از هم می‌پاشد.	نسبتاً به راحتی از هم می‌پاشد.	خیلی سفت و پایدار
پایداری کلوخه مرطوب	ناپایدار	پایداری کم	پایداری متوسط	پایدار	خیلی پایدار	خیلی پایدار
پایداری و ثبات نوار تشکیل شده در بین انگشت‌های شست و سبا به	نوار تشکیل نمی‌شود	نوار تشکیل نمی‌شود	نوار تشکیل نمی‌شود	نوار به صورت بریده تشکیل می‌شود	نوار نازک و شکننده تشکیل می‌شود	نوار خیلی دراز و مقاوم تشکیل می‌شود
لوله کردن در کف دو دست	لوله نمی‌شود	لوله نمی‌شود	به سختی لوله می‌شود	لوله می‌شود، ولی در سطح خمیر ترک می‌خورد.	لوله می‌شود، ولی به صورت حلقه در نمی‌آید	به راحتی لوله شده و تشکیل حلقه می‌دهد
چسبندگی	کاملاً غیر چسبنده	تقریباً غیر چسبنده	چسبندگی کم	چسبندگی متوسط	چسبندگی نسبتاً زیاد	چسبندگی نسبتاً زیاد
اثر باقیمانده روی دست	هیچگونه اثری روی دست باقی نمی‌ماند.	هیچگونه اثری روی دست باقی نمی‌ماند.	مقداری رنگ بر روی دست می‌ماند	مقداری رنگ و مقداری گل بر روی دست باقی می‌ماند	مقداری گل روی انگشت باقی می‌ماند	مقداری گل روی انگشت باقی می‌ماند

### تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری

هیدرومتر یا چگال‌سنج وسیله‌ایست که می‌توان غلظت ذرات موجود در مایعات را با آن تعیین کرد. اعدادی که از روی هیدرومتر خوانده می‌شود به قرائت معروف هستند. هیدرومتر در دمای ۲۰ سانتی‌گراد استاندارد شده‌اند به این دلیل باید پس از هر قرائت آنها را با توجه به دمای محیط تصحیح کرد.

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری

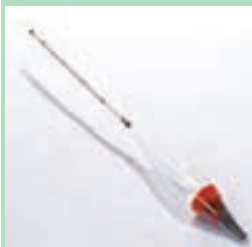
محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: همزن الکتریکی، ترازوی دقیق، استوانه مدرج یک لیتری (مزور)، زمان‌سنج، همزن دستی، هیدرومتر، دماسنج، الک، بشر، آب‌فشان، نمونه خاک، هگزا متافسفات سدیم (کالکن)، آب اکسیژنه، آب مقطر، سولفوریک اسید

مراحل آزمایش :

۱. مقدار ۱۰۰ گرم از خاک الک‌شده را توزین و داخل بشر یک لیتری بریزید.
۲. حدود ۲۰۰ میلی‌متر آب به آن اضافه کنید.
۳. مقدار ۱۰ میلی‌متر آب اکسیژنه ۲۰ درصد به مخلوط اضافه کنید.
۴. مقدار ۲۰ میلی‌متر سولفوریک اسید رقیق (۱۰ درصد) به مخلوط اضافه می‌کنید.
۵. مقدار ۵۰ میلی‌متر کالکن را به مخلوط آب و خاک در بشر اضافه کنید.
۶. مخلوط را در ظرف مخصوص همزن برقی (آژیتاتور) ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط را به هم بزنید.
۷. مخلوط را در یک استوانه مدرج یک لیتری ریخته و سپس با آب آن را به حجم برسانید.
۸. همراه هر سری نمونه یک استوانه شاهد نیز در نظر گرفته شود که داخل آن تمام مواد به جز خاک وجود دارد.
۹. مخلوط را کاملاً به هم بزنید (۲۰ بار با همزن دستی یا با سروته کردن مزور مخلوط آب و خاک) سپس مزور را روی میز قرار داده به آرامی هیدرومتر را داخل مزور رها کرده و هم‌زمان زمان‌سنج را روشن کنید.
۱۰. بعد از گذشت ۴۰ ثانیه قرائت اول را خوانده و یادداشت کنید. دمای مخلوط را نیز یادداشت کنید.





۱۱. پس از دو ساعت ابتدا دمای مخلوط را اندازه‌گیری و سپس قرائت دوم را خوانده و یادداشت کنید.

پاسخ دهید

- به نظر شما کدام یک از ذرات پس از دو ساعت رسوب می‌کند؟
- آیا ذراتی هنوز در آب شناور هستند؟

۱۲. پس از اعمال تصحیح قرائت‌های اول و دوم درصد ذرات معدنی را با راهنمایی هنرآموز خود محاسبه کنید.

هر قرائت به دو تصحیح نیاز دارد:

الف) تصحیح حرارتی:

هیدرومتر روی ۲۰ درجه سانتی‌گراد استاندارد شده است. اگر دمای مخلوط از ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر باشد به ازای هر درجه ۰/۳ به عدد هیدرومتر اضافه و اگر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد کمتر بود به ازای هر درجه ۰/۳ از عدد هیدرومتر کم کنید.

ب) تصحیح کالکن:

در محاسبات به ازای هر ۵۰CC کالکن ۲/۵ واحد از قرائت‌ها کم کنید. (برای این منظور بایستی قرائت هیدرومتر در استوانه شاهد از قرائت استوانه نمونه در هر زمان کمتر شود.)

۱۳. از رابطه‌های زیر درصد ذرات شن، سیلت و رس را در نمونه خاک به‌دست آورید.

$$۲ \times [\text{قرائت دوم شاهد تصحیح شده به دما} - \text{قرائت دوم نمونه تصحیح شده به دما}] = \text{درصد رس}$$

$$۲ \times [\text{قرائت اول شاهد تصحیح شده به دما} - \text{قرائت اول نمونه تصحیح شده به دما}] - ۵۰ = \text{درصد شن}$$

$$\text{درصد رس} + \text{درصد شن} - ۱۰۰ = \text{درصد سیلت}$$

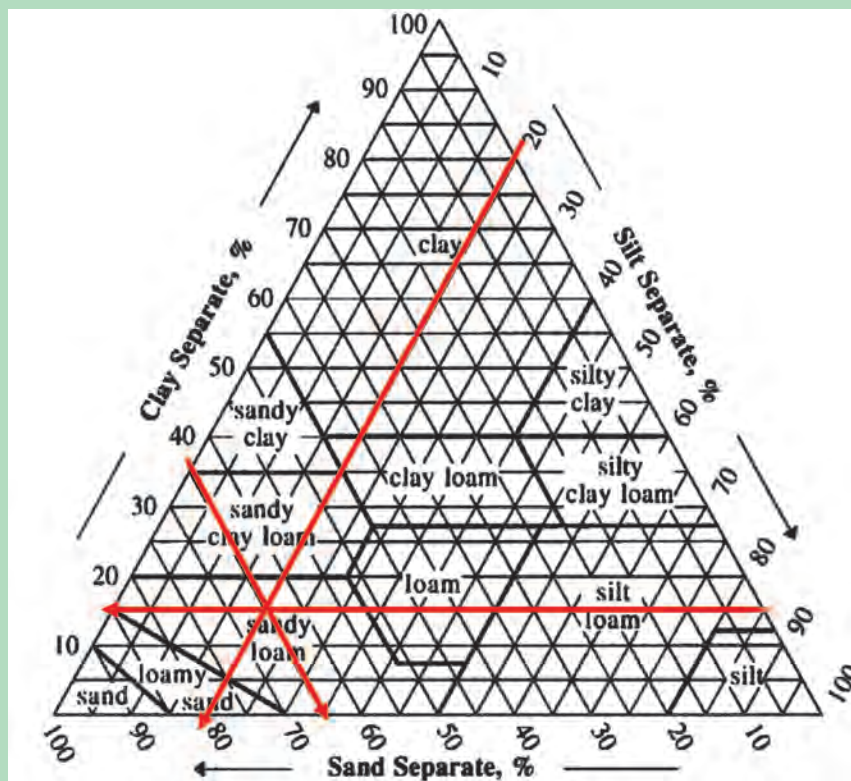


۱۴. با استفاده از مثلث بافت خاک، کلاس بافت خاک را به دست آورید.

### مثلث بافت خاک و نحوه استفاده از آن

بعد از تعیین درصد رس و سیلت و شن اعداد مربوط به هریک از ذرات را روی اضلاع مثلث مشخص می‌کنند. آنگاه از درصد مربوط به رس خطی به موازات ضلع شن و از درصد شن خطی به موازات ضلع سیلت و از درصد سیلت خطی به موازات ضلع رس رسم می‌کنند. این سه خط یکدیگر را در نقطه‌ای قطع می‌کنند که بافت خاک را مشخص می‌کند.

فرض کنید در یک آزمایش اگر درصد شن (۶۵)، سیلت (۲۰) و رس (۱۵) باشد محل تقاطع سه نقطه مذکور در منطقه لوم شنی قرار می‌گیرد پس بافت خاک لوم شنی است.



نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در هنگام کار با آب اکسیژنه باید دقت کرد تا از تماس مستقیم اجتناب شود، زیرا باعث سوختن پوست شده و بخارات آن به چشم آسیب می‌زند. به این دلیل بهتر است در زیر هود آب اکسیژنه را به خاک اضافه کنید. در هنگام اضافه کردن آب اکسیژنه با توجه به مقدار مواد آلی گاز کربنیک آزاد شده و اثرات آن را می‌توان مشاهده نمود.

## انواع بافت خاک

با کمی دقت در مثلث بافت خاک درمی‌یابیم که دوازده منطقه در آن قرار دارد. به‌طور کلی بافت‌های خاک را در سه گروه طبقه‌بندی می‌کنند:

الف) خاک‌های سبک، ب) خاک‌های میان بافت، ج) خاک‌های سنگین.

### الف) خاک‌های سبک

خاک‌هایی که قسمت اعظم بافت آنها از شن تشکیل شده است. زه‌کشی آن آزادانه و به‌طور طبیعی صورت می‌گیرد. با پیدایش دوران خشکسالی زودتر رطوبت خود را از دست می‌دهند و در معرض فرسایش بادی هستند. رطوبت قابل استفاده گیاه در این خاک‌ها ناچیز بوده و آبیاری باید با تناوب بیشتری صورت گیرد. آب‌شویی املاح و کودهای شیمیایی نیز قابل توجه است. تلفات کودی بیشتر از سایر خاک‌هاست. خاک‌هایی با بافت شنی، لوم شنی و شن لومی در این گروه قرار می‌گیرند. این خاک‌ها معمولاً در بهار زودتر گرم شده و محصولات کاشته شده در آنها زودرس می‌شوند.

تحقیق کنید



۱. چرا خاک‌های سبک زودتر گرم می‌شوند؟

۲. چرا در خاک‌های سبک کودهای دامی را در عمق بیشتری قرار می‌دهند؟

### ب) خاک‌های میان بافت

به خاک‌هایی که مقدار درصد رس آنها بین ۱۰ تا ۳۰ درصد در نوسان است، اطلاق می‌شود. حاصلخیزی این خاک‌ها در آب و هوای مختلف متفاوت بوده و رطوبت قابل استفاده گیاه از خاک‌های سبک بیشتر و خطر فرسایش آنها کمتر است. بافت‌های لوم رس ماسه‌ای، لوم لای و لوم در این گروه قرار می‌گیرند.

### ج) خاک‌های سنگین

خاک‌هایی که رس زیادی دارند. در این خاک‌ها سطح خاک در اثر تناوب خشکی و رطوبت ایجاد درز و ترک می‌کند. رطوبت قابل استفاده گیاه در این خاک‌ها از کلیه خاک‌ها بیشتر است. زهکشی آنها دشوار است، به همین دلیل این خاک‌ها به مدت طولانی مرطوب می‌مانند. حاصلخیزی این خاک‌ها در حد مطلوب بوده و تناوب آبیاری آن کمتر از سایر گروه‌ها است. بافت‌های رسی، لوم رس، رس لای و رس ماسه‌ای در این گروه قرار دارند.

تحقیق کنید



۱. میزان فرسودگی ادوات کشاورزی در کدام یک از بافت‌های خاک بیشتر است؟

۲. با توجه به پیشرفت‌های زیادی که در کاشت گیاهان در روش‌های کاشت بدون خاک صورت گرفته است، آیا نیازی به تغییر بافت خاک وجود دارد؟

## ساختمان خاک



ذرات معدنی خاک شن و سیلت و رس به ندرت به صورت مجزا در خاک دیده می‌شوند، به جز خاک سواحل و تپه‌های شنی، این ذرات اغلب با مواد چسبنده به یکدیگر چسبیده و واحد بزرگ‌تری به نام خاکدانه را به وجود می‌آورند. خاکدانه به مقداری از ذرات جامد خاک گفته می‌شود که با مواد چسبنده به یکدیگر چسبیده‌اند.

ساختمان خاک عبارت است از ترتیب قرار گرفتن ذرات خاک در کنار یکدیگر است. ساختمان خاک در ایجاد شرایط فیزیکی مطلوب مؤثر است که این شرایط مطلوب فیزیکی باعث آبرسانی، تهویه، تغذیه گیاهان و فعالیت میکروبی و توسعه ریشه می‌گردد. پس ساختمان خاک به‌طور غیر مستقیم موجب رشد بهتر گیاه می‌شود.



خاک‌ها را براساس وجود یا عدم وجود ساختمان به دو گروه تقسیم می‌کنند:

■ خاک‌های بدون ساختمان: خاک‌هایی هستند که ساختمان مشخصی ندارند، در نتیجه بدون خلل و فرج بوده و عمل تهویه در آنها به‌خوبی انجام نمی‌گیرد. از این دسته می‌توان به ساختمان تک دانه‌ای و ساختمان توده‌ای اشاره کرد.

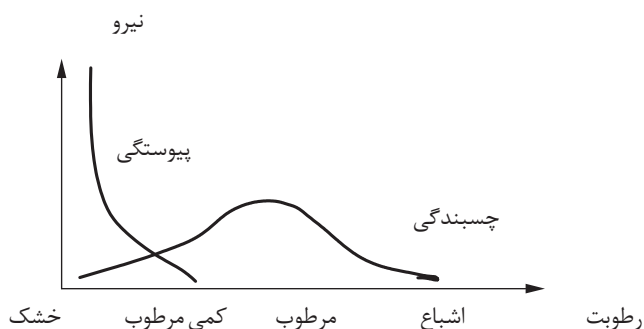
■ خاک‌های ساختمان‌دار: خاک‌هایی هستند که در آنها ذرات اصلی خاک (شن، سیلت و رس) به صورتی در کنار هم قرار گرفته‌اند که منجر به شکل‌گیری آنها و تشکیل خاکدانه و در نهایت ساختمان خاک می‌شود. براساس شکل خاکدانه، خاک‌ها را به چهار گروه اصلی ساختمان‌های کروی، مکعبی، منشوری، ستونی و بشقابی در این گروه قرار می‌دهند.

### عوامل مؤثر در تشکیل خاکدانه

هنگامی که ذرات معدنی خاک به یکدیگر متصل شوند، خاکدانه تشکیل می‌شود. خاکدانه‌ها به‌نوبه خود ساختمان خاک را به وجود می‌آورد. برای این منظور دو نیرو باید وجود داشته باشد.

**الف) نیروهای فشردگی:** در طبیعت و در داخل خاک نیروهای فشردگی به کمک پدیده‌هایی مانند یخ زدن و ذوب شدن، چروکیدگی و تورم که در اثر وجود آب در خاک است و همچنین حفر زمین به وسیله جانوران و فشار ریشه گیاهان در خاک تأمین می‌شود.

**ب) نیروهای چسبندگی حاصل از مواد چسبنده:** چسبندگی ذرات خاک به یکدیگر از منابع مختلفی تأمین می‌شود مانند: رس‌ها و اکسیدهای آهن، مواد آلی ترشح یافته از ریشه گیاهان، گوارش جانوران خاکزی، فعالیت میکروب‌ها و هوموس حاصل از تجزیه مواد آلی خاک، نیروی چسبندگی از کشش سطحی آب هم مشتق می‌شود و برای ایجاد آن وجود آب و هوا توأمأ ضروری است. در خاک خشک با افزایش تدریجی رطوبت میزان نیروی چسبندگی افزایش پیدا می‌کند این افزایش نیرو تا زمانی است که لایه‌ای ناپیوسته از آب و هوا بین ذرات خاک وجود داشته باشد. با افزایش زیاد رطوبت و تجمع ملکول‌های آب و تبدیل آن به یک لایه پیوسته از آب، نیروی کشش سطحی به علت فقدان هوا از محیط حذف شده و نیروی چسبندگی کاهش می‌یابد. هنگامی که در کنار دریا و روی شن‌های ساحلی قدم می‌زنید در صورتی که خاک کاملاً خشک باشد و یا کاملاً زیر آب باشد پایمان به راحتی در شن ساحلی فرو می‌رود. در صورتی که خاک ساحلی کمی مرطوب باشد و به عبارت دیگر در خاک، هم آب و هم هوا هم‌زمان وجود داشته باشد پا در شن فرو نمی‌رود و در برابر وزن عابر پیاده مقاومت می‌کند؛ زیرا در رطوبت کم نیروی کشش سطحی، ذرات شن را به هم می‌چسباند و در حالت کاملاً خشک و کاملاً مرطوب از نیروی کشش سطحی خبری نیست و پا به راحتی در آن فرو می‌رود.



نمودار بالا تغییرات نیروهای پیوستگی و چسبندگی را با مقدار رطوبت خاک نشان می‌دهد. مقدار نیروی پیوستگی با رطوبت نسبت عکس دارد یعنی هرچه رطوبت افزایش یابد مقدار نیرو کاهش پیدا می‌کند؛ ولی نیروی چسبندگی در رطوبت خیلی کم و رطوبت خیلی زیاد، به شدت کاهش می‌یابد.

با توجه به نمودار بالا پاسخ دهید:

- نیروی چسبندگی در چه رطوبتی حداکثر است؟
- نیروی پیوستگی در حالت خشک چه وضعیتی دارد؟

عنوان آزمایش: آماده سازی و تعیین درصد سنگریزه خاک

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و وسایل آزمایش: چکش لاستیکی یا چوبی، الک ۲ میلی متری، ترازو

فعالیت



مراحل آزمایش

۱. خاک هوا خشک را با چکش لاستیکی یا چوبی به آرامی بکوبید.

■ در هنگام کوبیدن چه مواردی را باید رعایت کرد؟

۲. با ترازو جرم کل نمونه خاک را اندازه گیری کنید. ( $w_1$ )

$$\text{درصد سنگریزه} = \frac{w_2}{w_1} \times 100$$

۳. خاک کوبیده شده را از الک ۲ میلی متری عبور دهید.

۴. ذرات باقی مانده روی الک را شست و شو دهید تا فقط ذرات سنگریزه باقی بماند.

۵. ذرات باقی مانده روی الک را پس از خشک شدن وزن

کنید ( $w_2$ )

۶. با استفاده از رابطه روبه رو درصد سنگریزه را بدست آورید.



دقت کنید: در صورتی که درصد سنگ بیشتر از ۵۰٪ باشد، خاک مناسب

کشاورزی نیست.

در این خصوص به سؤالات زیر پاسخ دهید:

■ سنگریزه زیاد چه مشکلاتی را به وجود می آورد؟

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در هنگام کوبیدن خاک از پراکنش ذرات خاک جلوگیری کنید. ذرات خاک در هوا مشکلات تنفسی به وجود

می آورد و به وسایل آزمایشگاهی آسیب می رساند.

اندازه قطر الک (میکرون)	قطر ذرات (میکرون)	قطر ذرات (میلی‌متر)	نام ذرات
۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۱-۲	شن خیلی درشت
۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۵-۱	شن درشت
۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۰/۲۵-۰/۵	شن متوسط
۱۰۰	۱۰۰-۲۵۰	۰/۱-۰/۲۵	شن ریز
۵۰	۵۰-۱۰۰	۰/۰۵-۰/۱	شن خیلی ریز
-	۲-۵۰	۰/۰۰۲-۰/۰۵	سیلت
-	<۲	<۰/۰۰۲	رس

## پایداری خاک

تعیین پایداری خاکدانه‌های یک خاک از اهمیت زیادی برخوردار است؛ زیرا اگر خاکدانه‌ها در اثر جذب آب و برخورد با ادوات و ماشین‌آلات کشاورزی متلاشی نشوند بیانگر آن است که عملیات کاشت و داشت برداشت مانند شخم، آبیاری، زهکشی و سایر عملیات‌ها تأثیر سوء بر ساختمان خاک نخواهد داشت.

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین پایداری خاکدانه‌ها

ابزار و مواد آزمایش: دو عدد الک، سطل و نمونه خاک

مراحل آزمایش:

۱. از نمونه خاک به یک مقدار در دو الک بریزید.
۲. یکی از الک‌ها را در درون آب بالا پایین ببرید.
۳. پس از آزمایش خاکدانه‌هایی که بر روی الک باقی مانده است را خشک کنید.
۴. خاکدانه‌های حالت خشک و تر را با یکدیگر مقایسه کنید.



در چه صورت پایداری خاکدانه‌ها مناسب‌تر است؟

در صورتی که در حالت تر، از مقدار خاکدانه‌ها کاسته شده باشد بسته به میزان کاهش وزن خاکدانه‌ها خاک از ناپایداری بیشتری برخوردار است. معمولاً هرچه تعداد خاکدانه‌های بزرگ‌تر

در خاکی بیشتر باشد نشان دهنده ساختمان بهتر و مناسب تر می باشد .  
نکته: مرطوب کردن خاک باید تدریجی باشد. زیرا افزایش ناگهانی رطوبت، مقاومت خاکدانه‌ها در برابر تخریب کاهش می یابد . به عبارت دیگر مرطوب کردن تدریجی امکان خروج هوای خاکدانه‌ها را فراهم می کند و در نتیجه پراکنش به حداقل می رسد و پایداری خاکدانه ها افزایش می یابد.

چرا در مناطق گرم و خشک سیلاب گل آلوده‌تر از مناطق جنگلی است؟

بحث کنید



## وزن مخصوص ظاهری خاک

جرم یک سانتی‌متر مکعب خاک خشک در شرایط طبیعی یا مزرعه را وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گویند جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها حدود ۱/۱ تا ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب نوسان می‌کند. در خاک‌های معمولی جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها حدوداً نصف وزن مخصوص حقیقی آن است. وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها را به روش‌های پارافین و سیلندر تعیین می‌کنند. انجام یکی از آزمایش‌های زیر کافی است.

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و وسایل آزمایش: کوبه، سیلندر، چکش، آون، ترازوی دقیق، کاردک

مراحل آزمایش

۱. به کمک ترازو وزن سیلندر خالی را بدست آورید.
۲. با استفاده از کوبه و سیلندر نمونه‌برداری، نمونه دست نخورده از خاک مزرعه برداشت کنید.
۳. پس از برداشت نمونه به کمک کاردک خاک اضافه‌تر از حجم سیلندر را جدا کنید. دقت شود در صورتی که حجم سیلندر به‌طور کامل از نمونه خاک مورد نظر پر نگردیده است، نمونه‌برداری را تکرار کنید.



۴. بعد از انتقال نمونه به آزمایشگاه موارد زیر را به ترتیب انجام دهید.
- ۱ ابتدا خاک را همراه سیلندر به مدت ۲۴ ساعت در اتو ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک کنید.
  - ۲ وزن خاک خشک را با کم کردن وزن سیلندر تعیین کنید (W).
  - ۳ با محاسبه حجم سیلندر حجم خاک را مشخص کنید (V).



$$\text{وزن مخصوص ظاهری خاک} = \frac{\text{وزن خاک خشک}}{\text{حجم خاک کل}} = \frac{W}{V}$$

توجه: حجم سیلندر از قبل توسط کارخانه سازنده مشخص شده است، در غیر این صورت حجم سیلندر را با استفاده از روابط هندسی مشخص کنید.

$$V = \pi r^2 h \quad \pi = 3/14 \quad h = \text{ارتفاع سیلندر} \quad V = \text{حجم سیلندر}$$

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در هنگام کار با سیلندر و کوبه خاک مواظب دست خود باشید.

عنوان آزمایش: تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک به روش پارافین

فعالیت

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: ترازوی دقیق، چراغ بونزن، سه پایه، توری نسوز، استوانه مدرج ۲۵۰ میلی‌لیتری، بشر جهت ذوب پارافین، آب فشان، پارافین جامد، نخ، آب



### مراحل آزمایش

۱. کلوخه‌ای را که در آون خشک شده است (°C ۱۰۵ - ۲۴ ساعت) را انتخاب کنید.
۲. کلوخه را با دست یا کاردک به صورت مدور در آورده اطراف کلوخه را با نخ بسته و سپس آن را وزن کنید ( $W_p$ ).
۳. روغن پارافین جامد را به کمک چراغ بونزن یا هر منبع گرمایی در دسترس کمی گرم کنید. (حدود ۶۰ درجه سانتی‌گراد)
۴. کلوخه را به آرامی وارد پارافین کنید. این عمل را چندبار تکرار کرده تا اطراف کلوخه را پارافین بگیرید، بعد از خنک شدن کلوخه را مجدداً وزن کنید ( $W_1$ ).
۵. در یک استوانه مدرج به حجم مشخص آب بریزید.
۶. کلوخه همراه با روغن را وارد آب کنید. افزایش حجم آب را در استوانه مدرج قرائت و به عنوان حجم کلوخه و روغن در نظر بگیرید ( $V$ ).
۷. با استفاده از رابطه زیر وزن مخصوص ظاهری خاک را محاسبه کنید.

$$Bd = \frac{W_s}{V - \frac{W_1 - W_s}{\rho_w}}$$



رعایت موارد ایمنی در هنگام کار با چراغ بونزن و روغن داغ را فراموش نکنید.

رعایت نکات زیر برای افزایش دقت در آزمایش به شما کمک می‌کند:

۱. با توجه به اینکه نقطه ذوب روغن پارافین ۶۰°C است، نباید روغن را بیش از این دما حرارت دهید تا از آلودگی محیط اجتناب شود و ضمناً از وارد شدن روغن به داخل کلوخه نیز جلوگیری شود.

دقت کنید



۲. در هنگام انتخاب استوانه مدرج باید دقت کرد تا استوانه‌ای را انتخاب کنیم که دارای درجه بندی کوچک‌تر بوده و هم کلوخه به راحتی از دهانه آن عبور کند.

فعالیت

۱. با استفاده از دو روش بالا وزن مخصوص ظاهری یک خاک را تعیین کنید و در مورد اختلاف در نتایج و نیز خطاهای موجود در هر روش در گزارش کار بحث و بررسی کنید.  
۲. درباره عوامل مؤثر در وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها در گزارش کار بحث و بررسی کنید.

## وزن مخصوص حقیقی خاک

وزن یک سانتی‌متر خاک بدون هوا را وزن مخصوص حقیقی می‌گویند به عبارت دیگر وزن مخصوص حقیقی وزن واحد حجم ذرات جامد تشکیل‌دهنده خاک است. وزن مخصوص حقیقی خاک‌ها حدوداً بین  $2/2$  تا  $2/7$  گرم بر سانتی‌متر مکعب نوسان دارد.

تحقیق کنید



۱. تعیین وزن مخصوص حقیقی چه کاربردهایی دارد؟
۲. وزن مخصوص حقیقی خاک‌های حاصلخیز که مواد آلی بیشتری دارند، چگونه است؟
۳. چه رابطه‌ای بین وزن مخصوص حقیقی و مواد آلی خاک وجود دارد؟

وجود مواد آلی می‌تواند باعث کاهش وزن مخصوص حقیقی خاک‌ها شود. وزن مخصوص حقیقی خاک‌ها را با روش‌های پیکنومتر و استوانه مدرج تعیین می‌کنند.

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک به روش استوانه مدرج

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: ترازوی دقیق، استوانه مدرج  $100\text{ cc}$ ، آب‌فشان، همزن شیشه‌ای، آب

### مراحل آزمایش



۱. استوانه مدرجی را وزن کنید ( $W_1$ ).
۲. از نمونه خاک گروه خود مقداری برداشته و تا حدود یک سوم استوانه مدرج را خاک ریخته و سپس آن را مجدداً وزن کنید. ( $W_2$ )
۳. تا حدود یک دوم استوانه مدرج به آن آب اضافه کنید.
۴. با یک همزن شیشه‌ای آب و خاک را کاملاً به هم زده تا هوای خاک از آن به صورت حباب خارج شود و سپس با آب به حجم رسانده و وزن کنید ( $W_3$ ).
- سؤال: چه نکاتی در هنگام به هم زدن مخلوط خاک و آب باید رعایت کنیم؟
۵. محتویات درون استوانه را دور ریخته و بعد از شستن مزور آن را با آب پر کرده و وزن کنید ( $W_4$ ).

### جدول زیر را تکمیل کنید

ردیف	شرح	وزن (گرم)
۱	وزن استوانه مدرج	$W_1$
۲	وزن استوانه با خاک	$W_2$
۳	وزن خاک	$W_2 - W_1$
۴	وزن استوانه و آب و خاک بدون هوا	$W_3$
۵	وزن استوانه با آب	$W_4$
۶	وزن استوانه و آب و خاک با هوا	$W_3$ و $W_4$
۷	تفاضل مراحل	$W_3$ و $W_4$
۸	تقسیم مرحله ۳ بر مرحله ۷	

وزن مخصوص حقیقی نمونه خاک گروه خود را با سایر گروه‌ها مقایسه کنید.

### تعیین وزن مخصوص حقیقی به روش پیکنومتر

پیکنومتر یک بالن کوچک است که در این آزمایش استفاده می‌شود. ابتدا خاک را وزن کرده و بعد از حذف هوای آن، حجم ذرات خاک را مشخص می‌کنند و در نهایت وزن مخصوص حقیقی را بدست می‌آورند. نوع بافت در میزان وزن مخصوص حقیقی تأثیری ندارد؛ ولی نوع سنگی که خاک از آن تشکیل شده است در میزان وزن مخصوص حقیقی مؤثر است.



وزن مخصوص سنگ‌های آذرین را با وزن مخصوص سنگ‌های آهکی مقایسه کنید؟

عنوان آزمایش: تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک به روش پیکنومتر

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: پمپ خلأ، دسیکاتور شیردار، لوله‌های رابط، پیکنومتر، ترازوی دقیق، آب‌فشان، نمونه خاک، آب

مراحل آزمایش



۱. یک پیکنومتر را وزن کنید. ( $w_1$ )
۲. مقدار ۱۰ گرم از نمونه خاک گروه خود را وزن کرده و به‌دقت در پیکنومتر بریزید. ( $w_2$ )
۳. تا نیمه پیکنومتر را آب بریزید.
۴. به کمک آب‌فشان خاک آغشته شده به جدار پیکنومتر به داخل آن را بشوید.
۵. پیکنومتر را در درون دسیکاتوری که به پمپ خلأ متصل است قرار داده و به مدت ۱۰ دقیقه پمپ را روشن کنید.
۶. با آب مخلوط را به حجم رسانده و سپس وزن کنید. ( $w_3$ )
۷. مخلوط داخل پیکنومتر را دور ریخته و بعد با آب پر کرده و به حجم رسانده و مجدداً وزن کنید. ( $w_4$ )
۸. در پایان با تکمیل کردن جدول زیر، وزن مخصوص حقیقی را محاسبه کرده و در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

ردیف	شرح	وزن (گرم)
۱	وزن پیکنومتر	( $w_1$ )
۲	وزن خاک	( $w_2$ )
۳	وزن پیکنومتر و آب و خاک بدون هوا	( $w_3$ )
۴	وزن پیکنومتر با آب	( $w_4$ )
۵	جمع مراحل ۲ و ۴	$4 + 2$
۶	تفاضل مراحل ۳ و ۵	$5 - 3$
۷	تقسیم مرحله ۲ بر مرحله ۶	



- به نظر شما تعیین وزن مخصوص حقیقی با کدام روش دقیق‌تر است، چرا؟
- آیا رابطه‌ای بین وزن مخصوص حقیقی و ظاهری خاک وجود دارد؟
- وزن مخصوص ظاهری بافت رسی با بافت شنی چه تفاوتی دارد؟ دلیل این تفاوت را بیان کنید؟

## تخلخل خاک

منظور از تخلخل خاک حجم فضاها یا حجم خلل و فرج آن است. در این فضاها آب و هوا قرار می‌گیرد. در خاک‌های سبک یا درشت بافت، تخلخل کمتری از خاک‌های ریز بافت یا سنگین است؛ ولی در خاک‌های سبک تخلخل بیشتر از نوع تخلخل درشت می‌باشد.

در خاک‌های رسی مقدار تخلخل همواره در حال تغییر است، زیرا خاک مرتباً در حال انقباض و انبساط است، خاکدانه تشکیل شده و متراکم می‌شود. تخلخل خاک در جذب و انتقال آب و هوا، توسعه ریشه‌ها و هدایت حرارتی خاک اهمیت فراوانی دارد. میزان تخلخل را به روش‌های مختلف اندازه‌گیری می‌کنند و از رابطه زیر نیز قابل محاسبه است:

$$P\% = \left(1 - \frac{\text{وزن مخصوص ظاهری}}{\text{وزن مخصوص حقیقی}}\right) \times 100$$

$$P\% = \text{درصد تخلخل}$$

مثال:

چنانچه وزن مخصوص ظاهری خاکی ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب و وزن مخصوص حقیقی آن نیز ۲/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد، مطابق رابطه فوق خواهیم داشت:

$$P\% = \left(1 - \frac{1/3}{2/6}\right) \times 100 = 50\%$$

تخلخل ۵۰ درصد برای لایه سطحی خاک‌ها که شخم زده شده و دارای بافت متوسط می‌باشد، مناسب است. همانطور که قبلاً اشاره شد در فضاهای خالی یا تخلخل خاک هوا و آب جریان دارد.

ریشه گیاه برای رشد مناسب به آب و هوا نیاز دارد پس تخلخل کل خاک و نحوه تقسیم خلل و فرج بین ذرات ریز و درشت در تغذیه و تنفس گیاه بسیار با اهمیت است. تخلخل خاک‌های زراعی بین ۳۵ تا ۵۵ درصد متغیر است. تخلخل کمتر و بیشتر از این دو حد به‌ندرت در خاک‌های زراعی مشاهده می‌شود (تخلخل کمتر از ۳۵ درصد مشکلات زیادی به‌ویژه از لحاظ تهویه، نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری خاک و ریشه دوانی ایجاد می‌کند. تخلخل مطلوب تخلخلی است که حدود ۵۰ درصد باشد و به نسبت مساوی بین خلل و فرج ریز و درشت و متوسط تقسیم می‌شوند.

در کشاورزی تخلخل کل را در نظر می‌گیرند و هرچه مقدار آن به ۵۰ درصد نزدیک باشد شرایط مناسب‌تری برای رشد گیاه فراهم می‌شود زیرا در این شرایط میزان آب و هوا به مقدار کافی در منافذ وجود دارد (حدوداً نیمی از منافذ آب و نیمی حاوی هوا می‌باشند) و شرایط بهینه برای رشد اکثر گیاهان در این حدود فراهم است.

## آزمایش تعیین تخلخل خاک

عنوان آزمایش: تعیین تخلخل خاک

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: استوانه مدرج، همزن شیشه‌ای، آب‌فشان، خاک

### مراحل آزمایش



۱. دو استوانه مدرج به حجم ۱۰۰ میلی لیتر انتخاب کنید.
۲. به مقدار مشخصی در یکی از آنها آب بریزید مثلاً ۵۰ میلی لیتر ( $V_w$ ).
۳. در مزور دیگر به میزان ۴۰ میلی لیتر خاک بریزید ( $V_s$ ).
۴. سپس به آرامی خاک را درون استوانه‌ای که حاوی آب است ریخته و با یک همزن شیشه‌ای آن را خوب هم زنید تا آب تمام منافذ خاک را پر کند و هیچ هوایی در درون خاک باقی نماند.
۵. حجم مخلوط آب و خاک را قرائت کنید. ( $V_t$ ) همیشه حجم مخلوط آب و خاک از جمع حجم آب و خاک (۵۰+۴۰) کمتر می‌شود. چرا؟



۶. حجم منافذ خاک که توسط آب پر شده است، برابر است با تفاضل نهایی حجم مخلوط از مجموع حجم‌های آب و خاک یا
- $$V_a = (W_v + V_s) - V_t$$
- $$18 = (50 + 40) - 72$$

۷. با استفاده از رابطه زیر تخلخل را محاسبه کنید.

$$p\% = \frac{V_a}{V_s} \times 100 = \frac{18}{40} \times 100 = 0.45 \times 100 = 45\%$$

تخلخل خاک در این حدود برای کشاورزی مناسب است.

## رطوبت خاک

رطوبت یا آب موجود در خاک را به دو روش مستقیم و غیرمستقیم اندازه‌گیری می‌کنند. در روش مستقیم مقادیر جرمی یا حجمی رطوبت را اندازه‌گیری می‌کنند. در روش غیر مستقیم اثرات رطوبت موجود در خاک به روش‌های گوناگون تعیین می‌شود که از مهم‌ترین آنها می‌توان به روش‌های بلوک گچی، تانسئومتر، نوترون متر و اشعه گاما اشاره کرد. رطوبت وزنی: در صورتی که وزن آب یا رطوبت موجود در خاک را به وزن خاک خشک تقسیم کنیم. رطوبت وزنی آن را تعیین کرده‌ایم.

درصد رطوبت وزنی خاک مزرعه هنرستان خود را بدست آورید.

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین درصد رطوبت وزنی خاک

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و وسایل آزمایش: ترازوی دقیق، بیلچه، آون، کلوخه

مراحل آزمایش



۱. یک نمونه دست نخورده را از خاک مزرعه را برداشته و در آزمایشگاه توزین کنید (wt).
۲. نمونه توزین شده را درون آون در دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس و به مدت ۲ ساعت قرار دهید.
۳. پس از خشک شدن خاک مجدداً آن را توزین کنید (WS).
۴. وزن آب موجود در خاک را بدست آورید.  $W_s - W_w = W_t$
۵. به کمک فرمول زیر درصد رطوبت وزنی را بدست آورید.

$$M\% = \text{درصد رطوبت وزنی}$$

$$W_w = \text{وزن آب موجود در خاک بر حسب g}$$

$$W_s = \text{وزن خاک خشک بر حسب g}$$

$$M\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

هیچ گاه مواد و ظروف داغ را مستقیم روی ترازوی الکتریکی قرار ندهید.

## رطوبت حجمی

برای به دست آوردن رطوبت حجمی یک خاک ابتدا درصد رطوبت وزنی خاک را طبق آزمایش قبل به دست آورده و سپس با داشتن وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از رابطه زیر رطوبت حجمی آن را محاسبه می‌نماییم.

$$\% V = M \times Bd$$

$$\% V = \text{درصد رطوبت حجمی}$$

$$M = \text{درصد رطوبت وزنی}$$

$$Bd = \text{وزن مخصوص ظاهری خاک}$$

مثال: خاک مرطوبی به وزن ۲۵/۵۲ گرم را در آون خشک می‌کنیم. وزن آن به ۱۸/۶۵ گرم کاهش می‌یابد، درصد رطوبت وزنی و حجمی آن را مشخص کنید؟ وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۳ g/cm<sup>۳</sup> است.

$$\text{وزن آب} = ۲۵/۵ - ۱۸/۶۵ = ۶/۸۷$$

$$M\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{۶/۸۷}{۱۸/۶۵} \times 100 = ۳۶\%$$

$$\% V = \% M \times Bd = ۳۶\% \times ۱/۳ = ۴۷\%$$

این خاک ۴۷ درصد منافذ آن از آب پر شده است و در ۵۳ درصد منافذ آن هوا جای دارد.

با استفاده از این دو روش (کلوخه - سیلندر) رطوبت خاک را تعیین کنید و در مورد اختلاف آنها و خطای موجود در هر روش و نحوه کاهش خطا در گزارش کار خود بحث و بررسی انجام دهید. قابل ذکر است که با استفاده از سیلندر و نمونه دست‌نخورده وزن مخصوص ظاهری و رطوبت خاک را نیز می‌توان به دست آورد.

## دمای خاک

درجه حرارت خاک تحت تأثیر مقدار جریان گرما در خاک است. دمای خاک و هوا هر یک به دیگری بستگی دارد و هر دو روی رشد گیاه تأثیر زیادی می‌گذارند. از آنجا که دمای خاک در بیشتر مواقع مشابه دمای هواست، اهمیت آن در رشد گیاه را نادیده می‌گیرند در صورتی که در برخی از موارد تفاوت‌های زیادی بین آن دو وجود دارد؛ به عنوان مثال ممکن است یک خاک مرطوب در فصل بهار مدت‌ها پس از گرم شدن هوا همچنان سرد باقی بماند به این ترتیب جذب آب توسط ریشه نیز کندتر صورت می‌گیرد. نوسان دمای خاک خواه به صورت بالا رفتن یا پایین آمدن در تجزیه مواد آلی و معدنی نقش بسزایی دارد. مقدار حرارت جذب شده توسط خاک به میزان اشعه خورشید که به زمین می‌رسد، بستگی دارد و تحت تأثیر عوامل آب و هوای منطقه، رنگ خاک، شیب زمین و پوشش گیاهی قرار می‌گیرد.



## اثرات دمای خاک

۱. اثر دما در میزان فعالیت موجودات خاک: فعالیت میکرو ارگانیسم‌های خاک به شدت تحت تأثیر دمای خاک قرار دارد. به طوری که این فعالیت در دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد ناچیز و در دماهای ۱۸-۳۰ سانتی‌گراد فعالیت موجودات زنده و مفید خاک به حداکثر مقدار می‌رسد و در دمای خیلی بالا (بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد) میکروب‌ها از فعالیت باز می‌ایستند.

۲. اثر دما در تکامل خاک: دمای یکی از عوامل مهم در تحول خاک به شمار می‌رود و مستقیماً در کلیه واکنش‌های خاک تأثیر می‌گذارد. دمای خاک در شدت تبخیر آب از خاک مؤثر است.

۳. اثر دما در جذب عناصر غذایی: ریشه گیاهان در محدوده خاصی از دما قادر به جذب آب و عناصر غذایی هستند؛ به عنوان مثال جذب عناصر توسط گیاه خیار در پایین‌تر از دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌شود.

## روش اندازه‌گیری دمای خاک

چون دمای خاک از عوامل مهم رشد گیاه است و در قابلیت جذب آب و عناصر غذایی مؤثر بوده اندازه‌گیری آن ضروری است. برای اندازه‌گیری حرارت خاک از دماسنج جیوه‌ای با پوشش محافظ استفاده می‌شود. براساس استاندارد سازمان جهانی هواشناسی باید دما را در عمق‌های ۱۰ و ۲۰ و ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری کرد.



## رنگ خاک

رنگ خاک یکی از بارزترین خصوصیات خاک بوده که به سادگی قابل مشاهده است. با وجود اینکه رنگ مستقیماً تأثیر کمی روی فعالیت خاک دارد. ولی با دانستن آن می‌توان اطلاعات زیادی در مورد خاک بدست آورد؛ برای مثال وجود مواد آلی در خاک خصوصیتی است که اکثر اوقات توسط رنگ آن مشخص می‌شود. در آب و هوای معتدل، عموماً خاک‌هایی با رنگ تیره دارای مواد آلی بیشتری از خاک‌های روشن هستند. خاک‌های تیره



دفترچه رنگ خاک

عموماً حاصلخیزتر هستند و این به سبب وجود مواد آلی و مواد تغذیه‌ای است. مواد آلی تازه که کمی تجزیه شده‌اند قهوه‌ای رنگ هستند و هنگامی که کاملاً تجزیه شوند و به هوموس تبدیل می‌شوند دارای رنگ سیاه می‌باشند. رنگ روشن در بسیاری از موارد به علت وجود کوارتز، گچ، آهک، نمک زیاد در خاک است این نوع خاک‌ها فاقد ارزش تغذیه‌ای هستند. برای تعیین رنگ خاک و سایر مواد از دفترچه رنگ استفاده می‌کنیم.

تحقیق کنید



- بررسی کنید برای اندازه‌گیری رنگ خاک چه شاخصه‌هایی اندازه‌گیری می‌شود؟
- آیا اندازه‌گیری رنگ خاک در حالت‌های خشک و مرطوب متفاوت است؟

## نفوذپذیری خاک

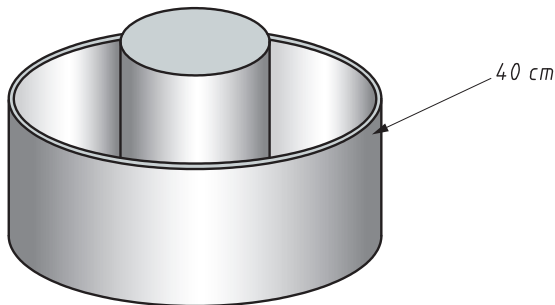
نفوذپذیری عبارت است از ورود آب از سطح خاک به داخل آن یا شدت جریان آب به داخل خاک که برحسب ارتفاع آب در واحد زمان بیان می‌شود. مثل میلی‌متر در ساعت برای خاک‌هایی با نفوذپذیری کم، و سانتی‌متر در روز برای خاک‌هایی با نفوذپذیری زیاد استفاده می‌شود. در اکثر روش‌های آبیاری چون آب در روی سطح خاک جریان می‌یابد و به تدریج در آن نفوذ می‌کند تا برای استفاده گیاه در خاک ذخیره شود. لذا نحوه ورود آب به داخل خاک و نیز سرعت این کار بسیار حائز اهمیت است.

در ابتدا که خاک خشک است، آب به سرعت نفوذ می‌کند (نفوذ اولیه)، ولی پس از حدود ۲۰-۳۰ دقیقه که فضای موجود در خاک با آب پر شد نفوذ کاهش می‌یابد. بعد از چند ساعت سرعت ورود آب برابر عددی ثابت می‌گردد (نفوذ دائمی). هنگام انتخاب روش آبیاری دانستن میزان نفوذپذیری بسیار مهم است.

نوع آبیاری پیشنهادی	مقدار کیفی نفوذ	مقدار کمی نفوذ (میلی‌متر در روز)
(کرتی، جوی پشته و ...)	نفوذ کم	< ۱۰
بارانی - سطحی	نفوذ متوسط	۱۰-۳۰
قطره‌ای	نفوذ زیاد	> ۳۰

میزان نفوذپذیری به عوامل مختلفی بستگی دارد که از آن جمله می‌توان به ضخامت آب بالای خاک، مقدار و اندازه روزنه‌های خاک، مقدار رطوبت اولیه خاک، پوشش گیاهی و شیب زمین اشاره کرد. در مناطق خشک و نیمه خشک با اینکه رطوبت اولیه خاک کم است، ولی باز هم سیلاب‌های شدید اتفاق می‌افتد. درحالی‌که با توجه به پایین بودن مقدار بارندگی باید انتظار داشت که تمام باران در خاک نفوذ کند. دلیل این امر آن است که اولاً باران در مناطق خشک عموماً دارای پراکنش مناسبی نیست؛ ثانیاً باران‌ها با شدت زیاد و در مدت کم می‌بارند که فرصت نفوذ آب به خاک وجود ندارد؛ ثالثاً به علت خصوصیات خاک و ایجاد گل و لای، منافذ خاک بسته شده و از ورود آب به داخل آن جلوگیری می‌نماید.

باران اغلب به صورت رواناب جاری می شود که می تواند سیلاب های ویرانگر را به وجود آورد. روش های مختلفی برای اندازه گیری نفوذ آب به خاک وجود دارد که رایج ترین آنها تعیین نفوذپذیری خاک با روش استوانه مضاعف بوده است.



در این روش، برای اطمینان از نفوذ قائم آب به خاک، از دو استوانه تو در تو استفاده می گردد. به این ترتیب که به سبب وجود آب در حد فاصل دو استوانه، فرض بر این است که نفوذ آب از استوانه میانی به صورت قائم باشد و نشأت افقی فقط از حد فاصل بین دو استوانه صورت می گیرد؛ بنابراین نفوذ آب از استوانه میانی، می تواند خصوصیات نفوذپذیری خاک را به خوبی نشان دهد.

قبل از شروع آزمایش از آماده بودن وسایل اطمینان حاصل کنید. آزمایش حدود ۲ ساعت طول خواهد کشید. به همین جهت بهتر است این آزمایش به صورت گروهی انجام شود تا در مراحل مختلف دانش آموزان مشارکت کنند.



عنوان آزمایش: تعیین نفوذپذیری خاک با روش استوانه مضاعف

فعالیت

محل آزمایش: مزرعه

ابزار و مواد آزمایش: استوانه مضاعف، چکش، زمان سنج، ظرف آب، دفترچه یادداشت، آب، بیل

مراحل آزمایش

۱. سطح زمین موردنظر را با بیلچه تمیز کنید.
۲. استوانه مضاعف را از لبه تیز آن در روی زمین قرار دهید.

رتیف	زمان برحسب دقیقه	ارتفاع آب نفودی برحسب میلی متر
۱	۵	
۲	۱۰	
۳	۱۵	
۴	۲۰	
۵	۳۰	
۶	۴۰	
۷	۵۰	
۸	۶۰	
۹	۹۰	
۱۰	۱۲۰	

۳. صفحه مخصوص روی آن قرار دهید.
  ۴. با کوبیدن روی استوانه مضاعف آن را در حدود ۱۰ سانتی متر در خاک فرو کنید.
  ۵. نایلون مخصوص را در کف استوانه داخلی قرار دهید.
  ۶. آب را به آرامی در درون هر دو استوانه بریزید.
  ۷. همزمان با روشن کردن زمان سنج نایلون را از استوانه خارج کنید.
  ۸. با توجه به جدول زیر در زمان‌های مشخص شده میزان آب ورودی به خاک را برحسب میلی متر یادداشت کنید.
  ۹. در هنگام آزمایش در صورت نیاز هر دو استوانه را با آب مجدداً پر کنید، چرا؟
  ۱۰. با تکمیل جدول زیر و انجام محاسبات، گزارش عملیات را به هنرآموز خود ارائه کنید.
- با استفاده از رابطه روبرو میزان نفوذپذیری را تعیین می‌کنند.

$$I = \frac{H}{T}$$

$I$  = نفوذپذیری برحسب میلی متر در ساعت

$H$  = مقدار آب نفوذی به زمین برحسب میلی متر (مجموع ستون سوم)

$T$  = زمان آزمایش برحسب ساعت

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در هنگام کار با استوانه مضاعف و چکش مواظب دستان خود و اطرافیان باشید.

## ارزشیابی خصوصیات فیزیکی خاک

شرح کار:

- ۱- نمونه برداری از خاک ۲- تعیین درصد سنگ ریزه ۳- تعیین بافت خاک ۴- تعیین پایداری خاکدانه‌ها ۵- تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک ۶- تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک ۷- تعیین درصد تخلخل خاک ۸- تعیین درصد رطوبت خاک ۹- تعیین نفوذ پذیری خاک

استاندارد عملکرد:

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، نمونه‌های فرعی را از عمق مشخص شده تهیه نماید. از نمونه‌های فرعی نمونه مرکب یا نهایی تهیه کند. در صد سنگ ریزه خاک را تعیین کند. بافت خاک را به روش لمسی و هیدرومتری تعیین کند. پایداری خاکدانه‌ها را با استفاده از دو الک و سطل تعیین کند. وزن مخصوص ظاهری و حقیقی خاک را به دست آورد. درصد تخلخل خاک را تعیین کند. درصد رطوبت خاک را به روش وزنی و حجمی تعیین کند. میزان نفوذ پذیری خاک را در مزرعه محاسبه کند.

شاخص‌ها:

- ۱- نمونه برداری با استفاده از ابزار مختلف با در نظر گرفتن شرایط و هدف از نمونه برداری ۲- توزین و آماده کردن نمونه، الک کردن و محاسبه ۳- به روش لمسی (آماده کردن خاک، اضافه نمودن آب، ایجاد مفتول، اندازه گیری، مقایسه با جداول) به روش هیدرومتری (آماده سازی خاک، توزین، اضافه نمودن آب و آب مخلوط کردن، حجم رساندن، اندازه گیری دما، هم زدن، قرار دادن هیدرومتر، زمان سنجی، اضافه کردن محلول کالکن، زمان سنجی و اندازه گیری دما، محاسبه، مقایسه با مثلث بافت خاک. ۴- قرار دادن مقدار مساوی از نمونه خاک بر روی دو الک و مقایسه خاکدانه‌ها پس از آزمایش ۵- به روش سیلندر (توزین سیلندر خالی، برداشت خاک و توزین سیلندر، خشک کردن، توزین، محاسبه، مقایسه) به روش پارافین (انتخاب کلوخه، توزین، نخ بستن، فرو بردن در پارافین مذاب، توزین کلوخه، ریختن حجم مشخص آب در مزره، قرار دادن کلوخه در مزره، محاسبه حجم کلوخه، فرمول گذاری، محاسبه، مقایسه با جداول استاندارد ۶- به روش مزره (توزین مزره خالی، ریختن خاک در مزره و توزین، افزودن آب، هواگیری، به حجم رسانی، توزین، محاسبه و مقایسه) به روش پیکنومتر (توزین پیکنومتر خالی، توزین خاک، ریختن خاک در پیکنومتر، اضافه کردن آب، هواگیری، به حجم رسانی، توزین پیکنومتر، تخلیه پیکنومتر، پر کردن پیکنومتر از آب و توزین آن، محاسبه، مقایسه) ۷- انتخاب وسیله، میزان آب و خاک، تهیه مخلوط، هواگیری، محاسبه، مقایسه ۸- به روش وزنی (انتخاب کلوخه، توزین، خشک کردن، توزین، محاسبه و مقایسه) به روش حجمی (سیلندر گذاری، توزین، خشک کردن، توزین، محاسبه و مقایسه) ۹- کارگذاری استوانه، آبریزی، زمان سنجی، محاسبه و مقایسه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- ۱- محل اجرا: آزمایشگاه خاک شناسی اراضی مزرعه ۲- تجهیزات: سیلندر خاک، سطل، اگر، بیلچه، آون، سینی خاک، چکش لاستیکی یا چوبی، الک، خط کش، همزن الکتریکی، ترازوی دقیق، استوانه مدرج یک لیتری (مزره)، زمان سنج، همزن دستی، هیدرومتر، دماسنج، بشر، آب فشان، ترازوی دیجیتال، کوبه، سیلندر، کاردک، چراغ پونزن، سه پایه، توری نسوز، استوانه مدرج ۲۵۰ میلی لیتری، آب فشان، پمپ خلأ، دسیکاتور شیردار، پیکنومتر، استوانه مضاعف، زمان سنج ۳- منابع ۴- زمان: ... دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نمونه برداری و آماده سازی خاک	۱	
۲	تعیین بافت خاک	۱	
۳	تعیین پایداری خاکدانه‌ها	۲	
۴	تعیین درصد تخلخل	۱	
۵	تعیین رطوبت و نفوذ پذیری خاک	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیر فنی: محاسبه و ریاضی - سازمان دهی اطلاعات - جمع آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: سازماندهی نقاط نمونه برداری، نگرش: دقت در سنجش - ریزینی - ظرافت - تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



## فصل ۲

# خواص شیمیایی و بهسازی خاک



خاک اهمیتی فوق العاده در زندگی ما دارد تا آنجا که ما خود را از خاک می دانیم و چنین می پنداریم که بدون خاک ما وجود نخواهیم داشت.

بنی آدم سرشت از خاک دارند      اگر خاکی نباشد، آدمی نیست  
(سعدی)

هنگامی که دانش می گوید؛  
و خرد می شود،

عمل برنده می شود.

### خواص شیمیایی خاک

- از خاک چه می دانید؟
- آیا می دانید اسیدیته خاک چیست؟
- آیا تا به حال اندیشیده اید که گیاهان زراعی محل سکونت شما در چه نوع خاک‌هایی بهتر رشد می کنند؟
- آیا می دانستید اسیدیته خاک بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه تأثیر دارد؟
- آیا می دانید اسیدیته آب مصرفی شهر یا روستای شما چند است؟
- آیا تحمل شوری خاک برای انواع گیاهان یکسان است؟

واکنش خاک در اثر فعل و انفعالات شیمیایی که در آن صورت می گیرد ، به وجود می آید. تعیین اسیدیته خاک در تشخیص امراض و اختلالات مربوط به رشد گیاه بسیار حائز اهمیت است. پس می توان واکنش خاک را به درجه حرارت بدن موجود زنده تشبیه کرد . به نحوی که اندازه گیری آن اولین قدم در راه تشخیص امراض و یا اختلالات موجود در اعمال حیاتی حیوان و گیاه است . تمام خاک‌های حاصلخیز دارای مقدار جزئی نمک محلول هستند . مقدار کمی از نمک ها برای رشد گیاه ضروری است ولی وجود نمک زیاد در خاک ، محصول را کاهش می دهد زیرا نمک باعث می شود آب به سختی جذب گیاه شود .

### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، با مفهوم pH و EC آشنا شده و با انجام آزمایش‌هایی تهیه گل اشباع و به نسبت‌های مختلف عصاره‌گیری نموده و pH و EC محلول‌های خاکی را اندازه‌گیری می نماید .



## خصوصیات شیمیایی خاک

### اسیدیته یا واکنش خاک

واکنش خاک در اثر فعل و انفعالات شیمیایی که در آن صورت می‌گیرد، به وجود می‌آید. تعیین اسیدیته خاک در تشخیص امراض و اختلالات مربوط به رشد گیاه بسیار حائز اهمیت است؛ به عنوان مثال چنانکه برگ‌های سبز گیاه تغییر رنگ داده و رنگ آن به تدریج روشن‌تر شود ابتدا باید عوامل مؤثر در این تغییر رنگ را جستجو کرد. بدین منظور اولین قدم در راه تشخیص علل تغییر رنگ، تعیین واکنش خاک است. پس می‌توان واکنش خاک را به درجه حرارت بدن موجود زنده تشبیه کرد. به نحوی که اندازه‌گیری آن اولین قدم در راه تشخیص امراض و اختلالات موجود در اعمال حیاتی حیوان و گیاه است.

خاک شناسان اسیدیته خاک را تحت عنوان واکنش خاک می‌شناسند و آن را اختصاراً به pH نشان می‌دهند. pH عبارتست از غلظت یون هیدروژن در یک محلول خاک است. مفهوم pH براساس تفکیک یا تجزیه ملکول آب استوار است. ملکول‌های آب طبق واکنش زیر به مقدار خیلی کم در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد تفکیک می‌شوند.



اگر محیط خنثی باشد در محلول یک حالت تعادل بین یون‌های هیدروژن و هیدروکسید حاصل از تجزیه آب به وجود می‌آید. در این صورت می‌گویند محیط خنثی است وقتی در محلول مقدار یون هیدروژن بیشتر از یون هیدروکسید باشد محیط اسیدی است و برعکس در حالتی که یون هیدروکسید بیشتر از یون هیدروژن باشد محیط قلیایی خواهد بود. بنابر آنچه ذکر شد pH آب خالص در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد برابر ۷ خواهد بود به همین ترتیب pH اسیدها کمتر از ۷ و pH قلیاها یا بازها بیشتر از ۷ می‌باشد. در صورتی که دما تغییر کند pH نیز تغییر می‌نماید به طور مثال برای آب خالص در دمای ۱۰۰ سانتی‌گراد pH آن ۶ و در صفر درجه سانتی‌گراد pH آن به ۷/۵ افزایش می‌یابد. علت آنست که با افزایش دما، غلظت یون H کاهش می‌یابد. بنابراین در اندازه‌گیری pH اثر دما را باید مد نظر داشت.

## حدود pH

pH در محدوده ۰-۱۴ تغییر می‌کند. اسیدیته محیط خنثی ۷ می‌باشد و در صورتی که pH کمتر از ۷ باشد اسیدی و بیشتر از آن قلیایی می‌باشد.

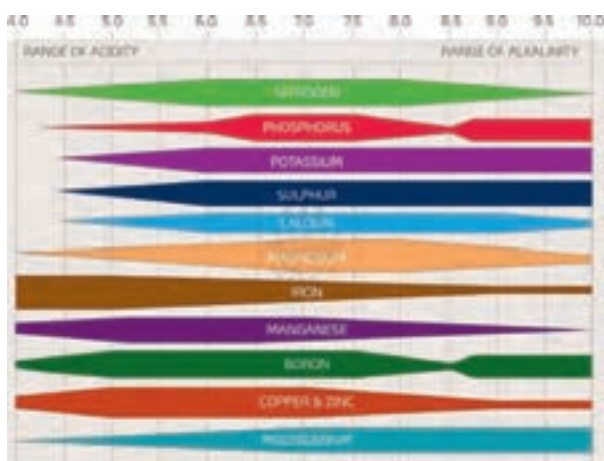
pH خاک‌های مناطق مختلف متفاوت است در نواحی مرطوب تغییرات pH بین ۴-۷ است در مواردی که درصد مواد آلی خیلی بالا باشد ممکن است اسیدیته از ۴ هم پایین‌تر بیاید. به تدریج که اقلیم یا آب و هوا خشک‌تر می‌شود مقدار pH بالا رفته و قلیایی می‌شود. مناسب‌ترین pH خاک‌های زراعی حدود ۶/۵ است در این pH گیاه با عوامل محدودکننده رشد مواجه نمی‌شود و بیشتر عناصر غذایی در حد مطلوب جذب می‌شوند.

خاک‌های آهکی به مقدار زیاد در ایران وجود دارد pH این خاک‌ها به دلیل افزایش کلسیم کربنات، کمبود بارندگی، تراکم نمک در محدوده ۷/۵-۸/۵ متغیر است در این محدوده غلظت یون هیدروژن بسیار کاهش یافته و مشکلات متعددی را از نقطه نظر تغذیه گیاه به وجود می‌آورد.

### تأثیر pH در میزان فعالیت موجودات زنده خاک

فعالیت، رشد و تکثیر موجودات زنده خاک شدیداً تحت تأثیر تغییرات pH قرار دارد. این اثر گاهی مستقیماً به غلظت یون هیدروژن مربوط می‌شود ولی بیشتر مواقع به علت عواملی است که به نحوی با pH در ارتباط هستند. باکتری‌ها و اکتینومیسیت‌ها حداکثر فعالیت خود را در pH خنثی داشته و رشد آنها در pH کمتر از ۵/۵ به شدت متوقف می‌شود. برعکس قارچ‌ها در pHهای مختلف به خوبی رشد و فعالیت می‌کنند. بنابراین در خاک‌های اسیدی جمعیت قارچ‌ها در خاک غلبه داشته ولی در خاک‌های نزدیک به خنثی به علت رقابت شدید باکتری‌ها و اکتینومیسیت‌ها فعالیت آنها محدود می‌شود. به طور کلی pH بین ۶-۷ را می‌توان مناسبترین حالت اسیدیته برای بیشتر واکنش‌های بیولوژیکی خاک در نظر گرفت.

### تأثیر pH در جذب عناصر غذایی



تصویر زیر رابطه بین جذب عناصر غذایی و pH را نشان می‌دهد. به عنوان مثال همانطور که در تصویر مشاهده می‌کنید آهن، منگنز، بر، مس و روی در اسیدیته کمتر از ۶ قابلیت جذب آنها افزایش می‌یابد و برعکس گوگرد، ازت و پتاسیم در pH های بیشتر از ۵/۵ قابلیت جذب آنها افزایش می‌یابد. علت تأثیر pH بر روی میزان جذب عناصر به عوامل متعددی بستگی دارد از آن جمله می‌توان به اثرات عناصر روی یکدیگر و افزایش یا کاهش حلالیت برخی از نمک‌های این عناصر در pH های مختلف اشاره کرد.



با بررسی وضعیت گیاهان موجود در منطقه خود pH مناسب آنها را با یکدیگر مقایسه کرده و نتیجه را برای سایر همکلاسی‌های خود ارائه کنید.

### روش‌های اندازه‌گیری pH

pH عمدتاً با روش‌های رنگ سنجی و الکتریکی اندازه‌گیری می‌شود. در روش رنگ‌سنجی pH محلول، از طریق مشاهده تغییر رنگ مشخص می‌شود. استفاده از این روش در مقایسه با روش الکتریکی تقریباً فراموش شده تلقی می‌گردد. علاوه بر کندی استفاده از این روش در مورد خاک به دلیل کدر شدن مخلوط آب و خاک، استفاده از آن را بسیار محدود کرده و تنها در آزمایش‌های صحرایی و نیز تخمین تقریبی pH مجاز است. در این روش از یک سری محلول‌های رنگی و یا کاغذ تورنسل استفاده می‌کنند. در روش الکتریکی pH یا غلظت یون هیدروژن در یک محلول را توسط الکترود مخصوص از جنس شیشه اندازه‌گیری می‌شود. این دستگاه‌ها به صورت رومیزی یا جیبی می‌باشند.



قابل ذکر است که برای اندازه‌گیری pH بایستی ابتدا عصاره مورد نظر از خاک تهیه کنیم. به طور معمول نسبت‌های مختلفی بین آب و خاک انتخاب می‌شود. مثل نسبت اشباع، یک‌به‌یک، یک به پنج، یک به ده و غیره که در آزمایشگاه تهیه می‌گردد. بهترین نسبت آب و خاک برای تعیین pH نسبت ۱ به ۲/۵ است. تجربیات گسترده در زمینه اندازه‌گیری pH نشان داده است که مقادیر pH برای یک خاک ثابت نیست و در شرایط مختلف اعداد مختلفی را نشان می‌دهد و با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت pH مختلفی بدست می‌آید.

### آزمایش محلول‌سازی و عصاره‌گیری

در اکثر آزمایش‌های شیمیایی خاک مانند تعیین pH و عناصر خاک به یک محلول صافی نیاز است که حاوی کلیه شرایط خاک باشد. برای تهیه محلول آب و خاک می‌توان نسبت‌های مختلف آب و خاک را با هم مخلوط نمود. در این نسبت‌ها صورت کسر مربوط به آب و مخرج آن مربوط به خاک است مثلاً نسبت یک به دو، دو مربوط به حجم آب و یک مربوط به وزن خاک است.

## عنوان آزمایش: تهیه عصاره گل اشباع

## محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: ظرف مخصوص، کاردک، آبفشان، قیف بوخنر، کاغذ صافی، پمپ تخلیه، ارلن

## مراحل آزمایش

برای تهیه این عصاره باید ابتدا گلی بسازیم که به آن گل اشباع می‌گویند.

توجه: بهتر است گل اشباع را یک روز قبل ساخته و در روز بعد عصاره‌گیری کنید برای تهیه گل اشباع به صورت زیر عمل کنید:

۱. مقداری از نمونه خاک گروه خود را (حدود ۴۰۰ گرم خاک نرم ۲ میلی‌متری) در یک بشر یا ظرف پلاستیکی بریزید.

۲. با آبفشان بر روی آن مقداری کمی آب مقطر اضافه کرده و با کاردک به هم بزنید.

۳. اضافه کردن آب مقطر و به هم زدن را آنقدر ادامه دهید تا گل به حالتی برسد که دارای سه شرط زیر باشد:

الف) سطح گل براق باشد. ب) در صورت برگرداندن گل نریزد. ج) اگر با کاردک شیاری در گل ایجاد کردید با چند ضربه شیار ناپدید شود.

۴. قیف بوخنر را به کمک حلقه لاستیکی روی ارلن تخلیه متصل کنید.

۵. کاغذ صافی را پس از برش دادن روی قیف قرار داده و بعد آن را با آب مقطر مرطوب کنید.

۶. پمپ را به ارلن تخلیه متصل کنید.

۷. با کاردک مقداری گل را روی کاغذ صافی پهن کنید.

۸. دستگاه را روشن کنید.

در صورت نیاز این مراحل را تکرار کنید. عصاره جمع‌آوری شده را در ظرف

مناسب نگهداری کنید. در هنگام کار با کاغذ صافی مواظب باشید کاغذ

صافی آسیب نبیند.



نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

با دستان مرطوب هیچ‌گاه به وسایل برقی دست نزنید.

برای تعیین بعضی از خواص شیمیایی خاک به عصاره‌های خاک با نسبت مختلف نیاز است. به عنوان نمونه عصاره یک به پنج را تهیه کنید.

فعالیت

عنوان آزمایش: تهیه عصاره یک به پنج

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: ارلن، ترازوی دیجیتال، آب‌فشان، شیکر، قیف، کاغذ صافی



مراحل آزمایش

- ۱- ۵۰ گرم خاک را وزن کرده و در یک ارلن بریزید.
- ۲- ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به خاک مورد آزمایش اضافه کنید.
- ۳- ۳۰ دقیقه مخلوط را با هم‌زن برقی (شیکر) هم بزنید.
- برای عصاره‌گیری بهتر است مدتی محلول را به حالت ساکن قرار دهید تا خاک آن رسوب کند، سپس محلول رویی را عصاره‌گیری کنید.
- ۴- درون یک قیف شیشه‌ای کاغذ صافی قرار داده و آن را روی ارلن بگذارید.
- ۵- عصاره رویی مخلوط آب و خاک را در قیف ریخته تا به تدریج محلول در ارلن جمع‌آوری شود.
- ۶- عصاره را در یک ظرف مناسب نگهداری کنید.

**نکته:** تهیه عصاره سایر نسبت‌های خاک و آب مشابه آزمایش فوق بوده و تنها مقدار آب و خاک تغییر می‌کند.

## تعیین pH خاک

به دلیل اینکه یکی از عوامل مؤثر در میزان اسیدیته نسبت آب و خاک است. به همین منظور سه نوع عصاره را انتخاب کرده و pH آن را تعیین کنید. ولی به تجربه ثابت کرده است که عصاره ۱ به ۲/۵ بهترین نسبت آب و خاک برای تعیین pH خاک است و میزان غلظت یون هیدروژن را در شرایط مزرعه نشان می‌دهد.

## عنوان آزمایش: تعیین pH خاک

## محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و وسایل آزمایش: گل اشباع تهیه شده، دستگاه pH سنج، دماسنج، آب فشان، محلول استاندارد

## مراحل آزمایش



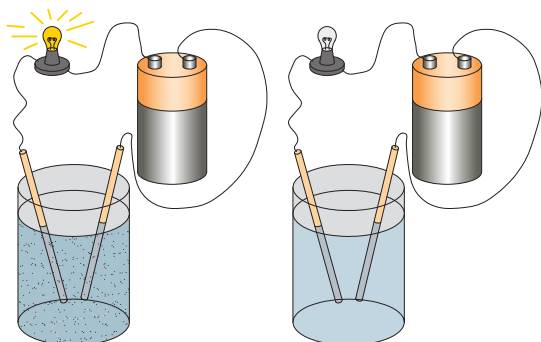
۱. ابتدا دمای عصاره را اندازه‌گیری کنید.
۲. دستگاه pH متر را با محلول‌های استاندارد و دمای محلول تنظیم کنید.
۳. الکتروود دستگاه را با آب مقطر شسته و با دستمال کاغذی خشک کنید.
۴. الکتروود دستگاه pH متر را داخل گل اشباع قرار داده و pH عصاره را قرائت کنید.
۵. در پایان الکتروود را با آب مقطر شسته و آن را در محل مخصوص قرار می‌دهیم.

## شوری خاک

تمام خاک‌های حاصلخیز دارای مقدار جزئی نمک محلول هستند. مقدار کمی از نمک‌ها برای رشد گیاه ضروری است؛ ولی وجود نمک زیاد در خاک، محصول را کاهش می‌دهد؛ زیرا نمک باعث می‌شود آب به‌سختی جذب گیاه شود. نه تنها مقدار کل نمک محلول خاک، بلکه میزان بعضی از یون‌های حاصل از تجزیه نمک‌ها هم به‌طور مستقل در خاک مهم هستند مثلاً وجود بیش از حد سدیم باعث از هم پاشیدگی ساختمان خاک شده و نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد.

نمک معمولاً در منطقه‌ای از زمین و یا آب‌های زیرزمینی و سطحی وجود دارد؛ چنانچه میزان تبخیر بیش از آبیاری باشد نمک در سطح خاک تجمع می‌کند. چنین شرایطی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود دارد. نمک موجود در خاک بیشتر شامل کلریدها و سولفات‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم است. در بعضی از خاک‌ها مقادیر قابل ملاحظه‌ای از کربنات‌ها، بی‌کربنات‌ها و نیترات‌ها دیده می‌شود. خطرناک‌ترین نوع نمک موجود در خاک، سدیم کربنات و سدیم بیکربنات است. مقدار نمک محلول در خاک را معمولاً توسط هدایت الکتریکی اندازه‌گیری می‌کنند. هدایت الکتریکی<sup>۱</sup> را با (EC) نمایش می‌دهند. هدایت الکتریکی توانایی محلول در عبور جریان الکتریسیته است و با مقاومت الکتریکی نسبت عکس دارد.

۱. Electro Conductivity



$$EC = \frac{1}{R}$$

آب خالص به علت نداشتن نمک یک هادی ضعیف جریان الکتریسیته است. در صورتی که در آن نمک حل کنیم جریان بیشتری از الکترون را هدایت می‌کند، پس با افزایش نمک هدایت الکتریکی آن افزایش می‌یابد؛ بنابراین اندازه‌گیری هدایت الکتریکی یک معیار دقیقی از غلظت کل نمک محلول است: میزان شوری را با دستگاه، هدایت‌سنج یا EC متر اندازه‌گیری می‌کنند.

واحد هدایت الکتریکی میلی موس بر سانتی متر (mmho/cm) و میکروموس بر سانتی متر ( $\mu\text{mho/cm}$ ) است. در سیستم بین‌المللی واحد جدید هدایت الکتریکی بر حسب دسی زیمنس بر متر (ds/m) است. هر mmho/cm با یک ds/m برابر است.

چون با افزایش دما میزان نمک محلول افزایش می‌یابد، به همین دلیل با افزایش دما هدایت الکتریکی نیز افزایش پیدا می‌کند. درجه حرارت استاندارد برای تعیین هدایت الکتریکی یا شوری ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. چون با افزایش مقدار آب در محلول عصاره‌گیری شده میزان نمک محلول افزایش می‌یابد بهترین شرایط رطوبتی برای اندازه‌گیری شوری خاک FC یا ظرفیت زراعی است برای سهولت از عصاره گل اشباع استفاده می‌کنند. خاک‌ها را با توجه به میزان شوری به ۴ گروه طبقه‌بندی می‌کنند.

نوع خاک	mmho/cm-ds/m	EC	ردیف
خاک غیر شور	<۲		۱
خاک کمی شور	۲-۴		۲
خاک یا شوری متوسط	۴-۸		۳
خاک خیلی شور	۸-۱۶		۴
خاک فوق‌العاده شور	>۱۶		۵

مقاومت گیاهان در برابر شوری متفاوت است. اکثر گیاهان به شوری حساس هستند، ولی گروه کوچک از گیاهان مانند گیاهان کویری می‌توانند تا حدی شوری را تحمل کنند. به این دسته از گیاهان شورپسند یا هالوفیت می‌گویند. بعضی از گیاهان زراعی مانند جو هم می‌توانند شوری را تا مقداری تحمل کنند.

گیاهان منطقه محل زندگی خود را از نظر مقاومت در برابر شوری شناسایی و دسته‌بندی کنید.

تحقیق کنید



## تعیین شوری خاک

دستگاه EC سنج برای اندازه‌گیری شوری استفاده می‌شود. این دستگاه دارای دو الکتروود است که به وسیله یک پوشش پلاستیکی محافظت می‌گردد. در هنگام کار با دستگاه باید موارد زیر را رعایت کرد تا نتایج بهتری حاصل شود.

الکتروود هنگامی که دستگاه روشن است، اگر در هوا قرار گیرد باید عدد صفر را نشان دهد. وقتی که الکتروود را در محلول قرار می‌دهیم باید منافذ موجود در روی الکتروود در محلول قرار گیرد تا تمام هوای اطراف الکتروود حذف شود در غیر این صورت هوا باعث ایجاد خطا در قرائت میزان شوری می‌گردد. قبل از شروع هر آزمایش بهتر است دستگاه را تنظیم کنیم. بدین منظور از نم‌هایی که به عنوان محلول استاندارد است، استفاده می‌کنیم.

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین شوری خاک

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: عصاره اشباع، دستگاه EC سنج، دماسنج، آب‌فشان، محلول استاندارد، لوله آزمایش

### مراحل آزمایش

۱. در یک لوله آزمایش مقداری محلول استاندارد بریزید.
۲. ابتدا دستگاه را با محلول استاندارد تنظیم کنید.
۳. الکتروود را با آب مقطر شسته سپس با کاغذ صافی خشک کنید.
۴. الکتروود را در محلول مورد نظر قرار دهید.
۵. شوری را با واحدهای مختلف روی دستگاه قرائت کنید.
۶. برای مقایسه بهتر است چند محلول با شوری متفاوت را برای آزمایش انتخاب کنید.
۷. پس از انجام آزمایش الکتروود را با آب مقطر بشویید.
۸. در پایان شوری مربوط به محلول‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کنید.



نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

- پس از هر بار استفاده از دستگاه الکتروود آن را با آب مقطر شسته و خشک کنید.
- روش تنظیم یا کالیبره کردن دستگاه را از هنرآموز خود پرس‌وجو کنید.

آب مقطر، آب شهری و آب آبیاری نمونه‌هایی با شوری متفاوت هستند.



## ارزشیابی خواص شیمیایی خاک

شرح کار:

۱- تعیین دامنه pH مناسب گیاهان قابل کشت در منطقه ۲- عصاره گیری ۳- تعیین pH خاک ۴- تعیین شوری خاک

استاندارد عملکرد:

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، با مفهوم pH و EC آشنا شده و با انجام آزمایش‌هایی گل اشباع تهیه و به نسبت‌های مختلف عصاره‌گیری نموده و pH و EC محلول‌ها را اندازه‌گیری می‌نماید.

شاخص‌ها:

- ۱- انجام تحقیق و ارائه pH مناسب گیاهان قابل کشت در منطقه
- ۲- تهیه عصاره گل اشباع (آماده سازی خاک و توزین، افزودن آب مقطر، تهیه مخلوط، آماده سازی قیف و ارلن، ریختن گل، روشن کردن پمپ و عصاره‌گیری) - عصاره ۱ به ۵ (توزین خاک، محاسبه آب، تهیه مخلوط، قراردادن در شیکر، رسوب گذاری، عصاره‌گیری)
- ۳- اندازه گیری دمای عصاره، تنظیم دستگاه pH متر، قراردادن الکتروود در محلول، قرائت، مقایسه، شست شوی الکتروود
- ۴- تنظیم EC سنج، آماده سازی الکتروود، قراردادن الکتروود در محلول، قرائت، مقایسه، شست شوی الکتروود

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- ۱- محل اجرا: آزمایشگاه خاک شناسی
- ۲- تجهیزات: ترازوی دیجیتال، همزن الکتریکی، همزن دستی، مزور و بشر در اندازه‌های مختلف، دماسنج آزمایشگاهی، کاردک، پمپ خلاء، قیف بوختر، ارلن تخلیه، pH متر، EC متر، آب‌فشان
- ۳- مواد: خاک، آب مقطر، کاغذ صافی، محلولهای استاندارد pH متر و EC متر
- ۴- منابع: جداول استاندارد

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین pH مناسب گیاهان قابل کشت در منطقه	۱	
۲	عصاره گیری از نمونه خاک	۱	
۳	تعیین اسیدیته خاک	۲	
۴	اندازه گیری شوری خاک	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی های غیر فنی: محاسبه و ریاضی - سازمان دهی اطلاعات - جمع آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی - رعایت در مصرف مواد شیمیایی/ نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی		۲
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

### بهسازی خاک‌ها

- چگونه می‌توان انواع خاک را برای کشاورزی اصلاح کرد؟
- آیا می‌دانید مواد آلی اثرات مهمی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد؟

مواد آلی کمک می‌کند تا خاک یک منطقه آب بیشتری را در خود حفظ کند و جذب و نگهداری آب سبب جلوگیری از جریان هرز آب و بروز سیل و فرسایش خاک خواهد شد. جذب آب و جریان آن در خاک، بخصوص در خاک‌های با بافت نرم سبب تهویه آن می‌شود و تبدیل به خاکی می‌شود که کشاورزان آن را خاک زراعی می‌گویند. وجود مواد آلی، کار و اعمال زراعی را بر روی خاک سهل و آسان تر می‌کند، ریشه گیاهان در محیط مناسبی قرار گرفته و قادر خواهند بود مواد غذایی لازم را از آن خاک جذب کنند.

#### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، راه‌های اصلاح خاک‌های سنگین، سبک، اسیدی و شور را تشخیص می‌دهد. و با توجه به نوع خاک اقدام به اصلاح خاک می‌کند. همچنین بانکت‌هایی به صورت دستی از نهرکن در اراضی ایجاد نماید و برخی از گیاهان دیم را در حاشیه بانکت‌ها کشت نماید.

## بهسازی و اصلاح خاک‌ها

در بعضی از خاک‌ها شرایطی حاکم است که محدودیت‌هایی را برای کشاورزان به وجود می‌آورد. استفاده مناسب از این خاک‌ها مستلزم اقداماتی است که شرایط را بهبود بخشد. در ادامه به چند نوع خاک که دارای محدودیت هستند اشاره شده و روش‌های اصلاح آنها نیز مورد تأکید قرار می‌گیرد.

فعالیت

عنوان آزمایش: تأثیر کود دامی

محل آزمایش: آزمایشگاه

وسایل و مواد مورد نیاز: ۴ عدد گلدان، ظرف مدرج آب، زمان سنج، خاک شنی، خاک رسی، کود دامی پوسیده، زمان سنج

شرح آزمایش:

- ۱- پس از تشکیل گروه‌های ۳ تا ۵ نفره، نماینده گروه وسایل و مواد مورد نیاز را بگیرد.
- ۲- گلدان‌ها را از نظر زهکش (سوراخ انتهای گلدان) واری و سپس شماره‌گذاری کنید.
- ۳- در گلدان شماره یک خاک شنی بریزید. (حدود ۲ سانتی‌متر از لبه گلدان خالی باشد).
- ۴- در گلدان شماره دو به نسبت ۳ به ۱ خاک شنی و کود دامی بریزید.
- ۵- در گلدان شماره سه خاک رسی بریزید.
- ۶- در گلدان شماره چهار به نسبت ۳ به ۱ خاک رسی و کود دامی بریزید.
- ۷- با استفاده از ظرف مدرج به گلدان شماره یک به مرور آب اضافه کنید به طوری که از لبه گلدان آب سرریز نشود و این کار را ادامه دهید تا آب از زهکش گلدان خارج شود. همزمان موارد خواسته شده در جدول زیر را اندازه‌گیری و در جدول یادداشت کنید.
- ۸- برای دیگر گلدان‌ها نیز آزمایش را تکرار کنید و در جدول یادداشت کنید.



شماره گلدان	مقدار آب داده شده به گلدان	مدت زمان لازم برای خارج شدن آب از زهکش	مقدار آب خارج شده از زهکش
۱- (خاک شنی)			
۲- (خاک شنی / کود دامی)			
۳- (خاک رسی)			
۴- (خاک رسی / کود دامی)			

۹- چه تفاوتی بین گلدان‌ها وجود دارد؟ در گروه درباره این تفاوت‌ها گفت‌وگو کنید و نتیجه را به هنرآموز خود ارائه دهید.

۱۰- در پایان مکان و وسایل را تمیز کرده و تحویل دهید.

### خاک‌های رسی یا سنگین

خاک‌هایی هستند که رس زیادی دارند. در این خاک‌ها سطح خاک در اثر تناوب خشکی و رطوبت ایجاد درز و ترک می‌کند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک و اغلب بر اثر جاری شدن سیلاب در دشت‌ها و در حاشیه رودخانه‌هایی که حالت طغیانی دارند به وجود می‌آیند.



### اصلاح خاک‌های سنگین

مهم‌ترین مشکل خاک‌های سنگین چسبندگی زیاد خاک و کاهش تخلخل آن است که باعث خصوصیات فیزیکی نامناسب خاک می‌گردد. برای اصلاح این خاک‌ها می‌توان یکی از روش‌های زیر را با توجه به شرایط انتخاب کرد:

- اضافه کردن شن
- اضافه کردن کود حیوانی
- اضافه کردن بقایای گیاهی
- کشت کود سبز

عنوان آزمایش: بهسازی خاک‌های رسی

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و وسایل آزمایش: گلدان، زمان‌سنج، خاک رس، ماسه، آب

مراحل آزمایش



۱. دو گلدان انتخاب کنید.
۲. در یکی از گلدان‌ها خاک رس بریزید.
۳. در گلدان دیگری شن و رس به نسبت ۱ به ۲ بریزید.
۴. به هر دو گلدان آب اضافه کنید.
۵. زمان خروج آب از هر دو گلدان را در جدول زیر یادداشت کنید.
۶. میزان چسبندگی خاک مرطوب را در هر دو گلدان بررسی کنید.
۷. گلدان‌ها را در معرض نور خورشید قرار دهید، مدت زمان لازم برای خشک شدن خاک را یادداشت کنید.
۸. بعد از خشک شدن خاک‌ها، آنها را از نظر ایجاد سله و ترک مقایسه کنید.
۹. جدول زیر را کامل کنید.

گلدان شن و رس	گلدان خاک رس	ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری
		زمان خارج شدن آب از گلدان به دقیقه
		زمان خشک شدن خاک به ساعت
		میزان چسبندگی در حالت مرطوب
		وجود درز و ترک و سله

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در آزمایشگاه خاک شناسی پوشیدن روپوش کار را فراموش نکنید. خاک‌ها جز منابع تجدید ناپذیر محیط زیست می‌باشد و باید از آنها به خوبی استفاده نمود.

## خاک‌های شنی یا سبک

خاک‌هایی که میزان شن آنها زیاد بوده و به همین دلیل دارای ویژگی‌هایی مانند زهکشی زیاد، ظرفیت نگهداری آب کم، کمبود شدید مواد آلی و فقیر از نظر تغذیه‌ای هستند. این خاک‌ها بیشتر در حاشیه و بستر رودخانه‌ها و سواحل دیده می‌شوند. کشور ما در مناطق مرکزی و کویری از این نوع خاک‌ها بسیار دارد. اصلاح این خاک‌ها با یکی از روش‌های زیر امکان‌پذیر است:



اضافه کردن رس

■ اضافه کردن کود حیوانی

■ اضافه کردن بقایای گیاهی

■ کشت کود سبز

■ پخش سیلاب

فعالیت

عنوان آزمایش: بهسازی خاک‌های شنی با آب گل‌آلود

محل آزمایش: گلخانه یا مزرعه

ابزار و مواد آزمایش: گلدان، خاک، شن، زمان‌سنج، آب

مراحل آزمایش

مرحله اول :

۱. گلدانی را با شن پر کنید.
۲. با اضافه کردن آب به آن زمان خروج آب را در جدول زیر یادداشت کنید.
۳. گلدان را در مقابل نور خورشید قرار داده و زمان لازم برای خشک شدن خاک را یادداشت کنید.

مرحله دوم :

۱. گلدان مورد آزمایش در مرحله اول را به مدت چهار هفته با آب گل‌آلود آبیاری کنید.
۲. سپس خاک گلدان را از نظر زمان خروج آب و مدت زمان خشک شدن مورد بررسی قرار دهید.

### ۳. جدول زیر را کامل کنید.

ویژگی‌های مورد بررسی	زمان خروج آب به دقیقه	مدت زمان خشک شدن به ساعت
مرحله		
اول		
دوم		

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

هنگام کار در مزرعه موارد ایمنی را رعایت کنید.

### خاک‌های اسیدی

اسیدیته پایین خاک‌ها یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان است. در ایران اغلب pH خاک آنقدر کاهش پیدا نمی‌کند که اثرات سوء اسیدی شدن در آن ظاهر شود. خاک‌های اسیدی احتمالاً تنها در قسمتی از مناطق شمالی ایران ممکن است عوارضی را به وجود آورد. در بعضی از مناطق کاهش pH ممکن است اتفاق بیفتد و مشکلاتی را برای زارعین به وجود آورد. هر عاملی که بتواند عناصر بازی (Na،Ca،Mg،K) را از خاک خارج کند و یا عناصر H،Al را افزایش دهد باعث کاهش pH و در نتیجه اسیدی شدن خاک می‌گردد. از عوامل مهم اسیدی شدن خاک‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شستشوی زیاد خاک
- جذب عناصر غذایی توسط گیاهان
- اسیدهای آلی ترشح شده توسط ریشه گیاهان
- استفاده زیاد از کودهای شیمیایی اسیدزا

وقتی pH خاک اسیدی می‌شود، یون‌هایی مانند هیدروژن، آلومینیوم و منگنز به مقدار زیاد در آب حل می‌شوند و می‌تواند برای گیاه محیطی سمی ایجاد کند. در خاک‌های خیلی اسیدی، جذب کلسیم دچار اختلال می‌شود. برای اصلاح خاک‌های اسیدی باید از ترکیب‌هایی استفاده کرد که عناصر بازی خاک را افزایش دهد. بهترین ماده که این ویژگی را دارد آهک است.

آهک به اشکال زیر در طبیعت وجود دارد:

- آهک زنده یا کلسیم اکسید CaO
- آهک مرده یا کلسیم هیدروکسید  $Ca(OH)_2$
- سنگ آهک یا کلسیم کربنات  $CaCO_3$



کلسیم موجود در ترکیبات فوق در اثر انحلال تدریجی جانشین عناصر هیدروژن و آلومینیوم در سطح کلونیدها شده و این دو عنصر را از سطح کلونیدهای خاک خارج می‌کند. با گذشت زمان نیز این یون‌های خارج شده از سطح کلونیدها با عمل آب‌شویی از خاک خارج می‌شود. متداول‌ترین ترکیبی که برای اصلاح خاک‌های اسیدی استفاده می‌شود، سنگ آهک است.

۱. کدام نوع آهک را جهت اصلاح این‌گونه خاک‌ها توصیه می‌کنید؟
۲. نحوه و زمان استفاده از آهک جهت اصلاح خاک‌های اسیدی چگونه است؟

## خاک‌های شور



خاک شور، خاکی که به حدی دارای نمک است که از رشد گیاه ممانعت بعمل می‌آورد یا میزان محصول را کاهش می‌دهد. معمولاً املاح در سطح خاک تجمع یافته و پوسته سفیدی را به وجود می‌آورد.

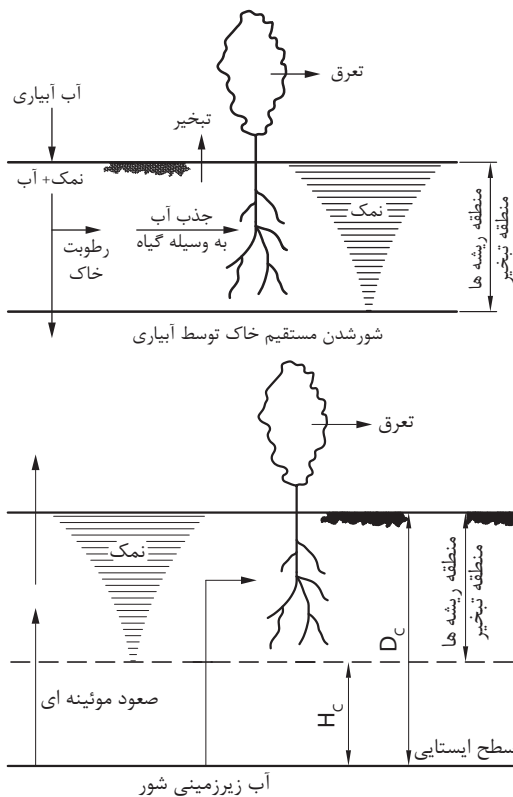
## علل شور شدن خاک‌ها

خاک‌ها به علت مختلف شور می‌شوند که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- **آبیاری با آب شور:** در اثر آبیاری با آبی که دارای نمک محلول هستند و با گذشت زمان خاک‌ها شور می‌گردند. در مناطق گرم و خشک مثل ایران این روند به وفور دیده می‌شود.

- **شور شدن خاک‌ها از طریق آب زیر زمینی:** اگر سطح آب زیرزمینی بالا باشد، در اثر نیروی موئینگی آب به سطح خاک راه یافته و با تبخیر آب، مقداری نمک در سطح خاک باقی می‌ماند.

- **دادن کودهای شیمیایی بیش از حد و در زمان‌های متوالی** نیز باعث شور شدن بعضی از خاک‌های زراعی می‌شود.





## اصلاح خاک‌های شور

مؤثرترین راه اصلاح خاک‌های شور شستشوی املاح و خارج کردن آنها از ناحیه ریشه با مقدار آب کافی است. اما عمل شستشوی بدون ایجاد زهکش مناسب نبوده و باعث بالا آمدن سفره آب زیرزمینی شده، در نتیجه مجدداً نمک در خاک تجمع می‌یابد. برای اصلاح خاک شور ابتدا آن را با حجم مشخصی از آب به مدت چند ماه غرقاب می‌کنند تا نمک‌های خاک در آب حل شوند و سپس با عمل زهکشی، آب شور را از خاک خارج می‌کنند.

فعالیت

عنوان آزمایش: بهسازی یا اصلاح خاک‌های شور

محل آزمایش: گلخانه یا مزرعه

ابزار و وسایل آزمایش: گلدان، خاک، ماسه، زمان‌سنج، آب

### مراحل آزمایش

۱. دو گلدان انتخاب کنید.
۲. در هر گلدان به مقدار کافی خاک مزرعه بریزید.
- نکته: دقت کنید میزان خاک داخل آن ۲ سانتی‌متر از لبه آنها پایین‌تر باشد.
۳. گلدان‌ها را طوری آبیاری کنید تا آب از ته گلدان‌ها خارج شود. مقدار آب آبیاری یکی از گلدان‌ها دو برابر دیگری باشد.
۴. عمل آبیاری را چند روز انجام دهید.
۵. میزان هدایت الکتریکی یا شوری آب خروجی را اندازه‌گیری کنید.
۶. نقش مقدار آب آبیاری، در شوری دو گلدان را در کلاس بررسی کنید.

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در مصرف آب کشاورزی صرفه‌جویی کنیم زیرا بیشترین حجم آب در این بخش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## خاک‌های قلیایی

به خاک‌هایی که میزان سدیم آنها زیاد است خاک قلیایی گویند برای اصلاح خاک‌های قلیایی قبل از شست‌شوی و ایجاد زهکش مناسب، باید سدیم زیادی را از سطح کلوئیدهای خاک جدا کرد. گاهی اوقات مصرف زیاد آب توأم با عملیات کشاورزی موجب خروج سدیم قابل تبادل و نمک محلول در خاک می‌شود؛ ولی مصرف مواد اصلاح‌کننده باعث تسریع در امر اصلاح خاک‌های قلیایی می‌گردد. گچ و گوگرد متداول‌ترین مواد شیمیایی اصلاح‌کننده این نوع خاک‌ها هستند. این مواد را می‌توان همراه با آب آبیاری و یا به صورت پاشیدن و مخلوط کردن آن به خاک سطحی افزود. چون گچ ارزان‌تر بوده و در زمان کمتری فرایند اصلاح صورت می‌گیرد به مقدار زیاد مصرف می‌شود.

## خاک‌های شور و قلیا

خاک‌های شور و قلیا خاک‌هایی که میزان نمک محلول و سدیم آنها بیش از حد مجاز است. با توجه به ویژگی‌های شیمیایی این نوع خاک‌ها، اصلاح آنها از سایر خاک‌ها سخت‌تر است؛ زیرا اضافه کردن هر نوع آب و مواد اصلاح‌کننده خود باعث افزایش شوری خاک می‌گردد، به همین علت اصلاح این نوع خاک‌ها مقرون به صرفه نیست.

## فرسایش

فرسایش به از بین رفتن خاک سطحی می‌گویند که سریع‌تر از فرایندهای تشکیل آن باشد. عوامل محیطی مانند آب و باد، فعالیت‌های حیوانات مانند چرای بیش از حد دام و دخالت انسان مانند پاکسازی جنگل و عملیات مکانیزه کشاورزی باعث از بین رفتن خاک سطحی می‌گردد. به طور کلی انتقال یا حرکت خاک را از یک نقطه به نقطه دیگر در سطح زمین که باعث کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود؛ فرسایش می‌نامند. البته در مواردی امکان دارد فرسایش با کاهش حاصلخیزی و بدون انتقال خاک باشد.

اگر فرسایش در شرایط طبیعی و بدون دخالت انسان صورت گیرد به آن فرسایش ژئولوژیکی می‌گویند. میزان تخریب خاک در این حالت برابر با خاکی است که توسط عوامل خاکساز تشکیل می‌شود. در نتیجه بین تشکیل و فرسایش خاک تعادل برقرار است. دخالت انسان باعث افزایش سرعت فرسایش نسبت به تشکیل خاک می‌گردد که باعث از بین رفتن خاک سطحی می‌شود.

عواملی که بر میزان فرسایش مؤثرند، عبارتست از: بارندگی، رواناب، باد، خاک، شیب، پوشش گیاهی و عملیات حفاظتی. میزان فرسایش معمولاً بر حسب واحد جرم در واحد سطح و در واحد زمان مثل کیلوگرم در متر مربع در سال بیان می‌شود. از نظر مقایسه، فرسایش در زمین‌های کشاورزی که بیش از ۴/۵ کیلوگرم در متر مربع در سال باشد در گروه فرسایش شدید طبقه‌بندی می‌شود. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهد که فرسایش در مناطقی به حداکثر می‌رسد که میانگین بارندگی سالانه کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر در سال باشد با افزایش بارندگی از ۳۰۰ میلی‌متر در سال نقش حفاظتی پوشش گیاهی بر عوامل فرسایش فزونی می‌یابد و در نتیجه میزان تلفات خاک کاهش پیدا می‌کند. فرسایش خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک از معضلات حفظ محیط زیست است. این مشکل در ایران که بخش وسیعی از آن را کویر در بر گرفته است و خاک نیز از پوشش مناسب برخوردار نیست، بسیار بارز و چشمگیر است.

## انواع فرسایش

به‌طور کلی فرسایش را از نظر عامل به‌وجود آورنده آن به دو گروه کلی تقسیم‌بندی می‌کنند:

(۱) فرسایش آبی (۲) فرسایش بادی

## مراحل فرسایش

هر دو نوع فرسایش صرف‌نظر از عامل به‌وجود آورنده آن شامل سه مرحله است:

- مرحله جدا شدن ذرات از توده خاک
  - مرحله انتقال مواد توسط عامل فرساینده
  - مرحله رسوب و ته‌نشینی مواد در اثر کاهش انرژی انتقال
- شناخت دقیق مراحل ما را در امر مبارزه با فرسایش و برنامه‌های حفاظت خاک یاری می‌کند.

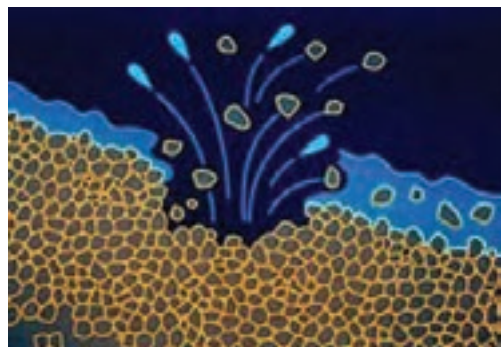
## خطرات فرسایش

فرسایش حداقل سه نوع خسارت همراه دارد:

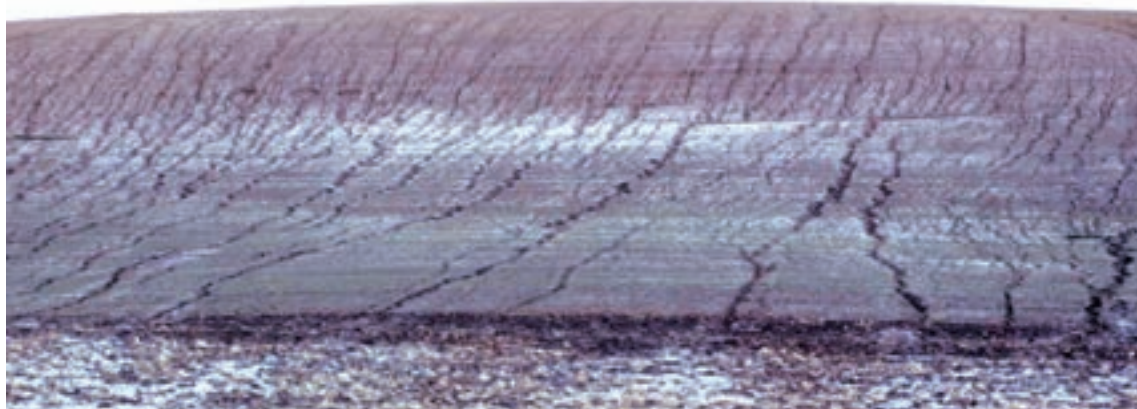
۱. کاهش حاصلخیزی زمین‌های زراعی تحت فرسایش
۲. تشکیل شیارهای عمیق و از بین رفتن یکنواختی خاک‌های سطحی که کاربرد ماشین‌های کشاورزی را محدود می‌کند.
۳. رسوب خاک در رودخانه‌ها و مخازن پشت سدها، عمر مفید سدها را کاهش می‌دهد.

## انواع مهم فرسایش

**فرسایش بارانی:** از بین رفتن خاک در اثر برخورد قطرات باران است. قطرات باران هنگام برخورد با خاک منجر به جداسازی و انتقال ذرات خاک می‌شود.



**فرسایش ورقه‌ای:** از بین رفتن خاک رویی به صورت ورقه‌های نازک را فرسایش ورقه‌ای یا سطحی می‌گویند. عامل این نوع فرسایش آب یا باد است. در صورت ادامه فرسایش ورقه‌ای باعث ایجاد شیارهای کوچکی در سطح خاک می‌شود که به آن فرسایش شیاری می‌گویند.



فرسایش شیاری حالت پیشرفته فرسایش سطحی است.

**فرسایش خندقی:** این نوع فرسایش بر اثر توسعه و پیشرفت فرسایش شیاری به وجود می‌آید به این شکل که از بهم پیوستن شیارها، نهر یا خندق به وجود می‌آید و سنگ بستر ظاهر می‌شود.



**فرسایش توده‌ای یا زمین لغزش:** خاک دامنه‌ها بر اثر جذب آب و سنگین شدن در جهت شیب به صورت یک توده شامل خاک و سنگ جدا شده و روی سنگ بستر شروع به حرکت می‌کند.



## روشهای کنترل فرسایش

عوامل فرساینده باعث جدا شدن و انتقال ذرات خاک می گردند. کاهش نیروی آب و باد در این دو مرحله باعث کنترل فرسایش می گردد. هر چند روش های کنترل آنها با هم متفاوت است.

### روش های کنترل عوامل جداکننده

با ایجاد پوشش مناسب می توان اثرات تخریبی نیروی جدا کننده ذرات خاک را کنترل کرد یکی از بهترین روش کنترل، ایجاد پوشش گیاهی است. اندام های هوایی گیاه از برخورد آب یا باد با ذرات خاک جلوگیری می کند. استفاده از سایر پوشش های طبیعی مانند بقایای گیاهی، پوشش های مصنوعی و استفاده از انواع مواد نفتی در مواقع لزوم امکان پذیر است. به طور کلی به این پوشش ها مالچ گویند.

فعالیت

عنوان آزمایش: تأثیر پوشش گیاهی در فرسایش

محل آزمایش: گلخانه یا مزرعه

ابزار و مواد آزمایش: آبپاش، دوظرف شیشه ای بزرگ، یک میز، دو عدد چهار پایه، دو جعبه به ابعاد  $30 \times 40 \times 10$  سانتی متر

#### مراحل آزمایش

۱. از یک منطقه مرتعی یا چمن یک تکه خاک با پوشش گیاهی به اندازه داخل جعبه جدا کنید و در داخل جعبه بگذارید.

۲. از همان منطقه خاکی را انتخاب کنید که فاقد هر نوع پوشش گیاهی باشد. از آن خاک هم در داخل جعبه بگذارید.

نکته: هدف این است که هر دو خاک درون جعبه از یک نوع باشد و تنها تفاوت در میزان پوشش گیاهی باشد.

۳. جعبه و سایر وسایل را برابر شکل صفحه بعد به صورت شیب دار آماده کنید.

۴. به مقدار و مدت و ارتفاع برابر به هر دو جعبه آب بپاشید.



با توجه به نتایج بدست آمده به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- آب خروجی کدام جعبه زلال تر است، چرا؟
- آب از کدام جعبه دیرتر خارج می شود، چرا؟
- در کدام ظرف آب کمتری جمع می شود، چرا؟

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

کشور ما به لحاظ اقلیمی مستعد بروز انواع حوادث از جمله سیل و زمین لغزش است. کنترل فرسایش از بروز حوادث مذکور جلوگیری می کند.

## روش های کنترل عوامل انتقال دهنده

در این مرحله باید به هر طریقی سرعت عامل انتقال دهنده را کاهش داد. بدین منظور می توان با ایجاد مانع، کاهش شیب و افزایش نفوذپذیری خاک از انتقال ذرات جدا شده خاک جلوگیری کرد. در ادامه چندین روش کاربردی برای کنترل فرسایش آبی یا بادی مورد اشاره قرار می گیرد.



**تراس بندی یا سکوبندی:** در مناطق شیبدار، برای از بین بردن شیب، زمین را به صورت پله های پهن در می آورند که همان تراس یا سکو هستند. نتیجه این عمل توقف جریان آب و افزایش نفوذ آن به داخل خاک می گردد. در بعضی مواقع در این تراس ها گیاهان زراعی یا درخت کاشته می شود.



جوی‌ها یا شیارهای عمود بر شیب سرعت حرکت آب را کاهش می‌دهد

**بانکت‌بندی:** ایجاد شیار روی خطوط تراز و عمود بر جهت شیب زمین را بانکت‌بندی می‌گویند. تفاوت بانکت و تراس در اینست که در تراس‌بندی آب کاملاً متوقف می‌شود؛ ولی در بانکت‌بندی فقط سرعت آب را کاهش می‌دهند و جریان آب متوقف نمی‌شود. بانکت‌ها را با دست یا ماشین‌های مناسب احداث می‌کنند.

فعالیت

عنوان آزمایش: ایجاد بانکت

محل آزمایش: مزرعه

ابزار و وسایل آزمایش: تخته به طول ۲-۳ متر، تراز، نخ، ریسمان کار، بیل، کلنگ، میخ چوبی، چکش، نهرکن پشت تراکتوری

مراحل آزمایش

۱. ترجیحاً این عملیات را در مراتع شیب‌دار اطراف هنرستان انجام دهید.
۲. تراز را به کمک نخ به وسط تخته ببندید.
۳. یک عدد میخ چوبی را به عنوان نقطه شروع (A) در بالاترین ارتفاع بکوبید.
۴. یک سر تخته را کنار اولین میخ کوبیده شده قرار داده و سر دیگر آن را با نگاه به تراز بنایی در محلی قرار دهید که در تراز با آن باشد (نقطه B).
۵. مجدداً سر چوب را در نقطه B گذاشته و نقطه C را در تراز با آن مشخص کنید. این عمل را تکرار کنید تا نقاط هم ارتفاع متعددی بدست آید.
۶. نقاط بدست آمده را با ریسمان کار به هم متصل و سپس به کمک بیل و کلنگ یا نهرکن پشت تراکتوری در مسیر ریسمان کار جوی ایجاد کنید (بانکت).
۷. جوی حاصله (بانکت) دارای شیب ملایمی بوده که ضمن جلوگیری از ایجاد رواناب موجب نفوذ ملایم آب باران در زمین می‌گردد.
۸. در حاشیه بانکت می‌توان گیاهان مقاوم به خشکی را به صورت دیم کاشت.

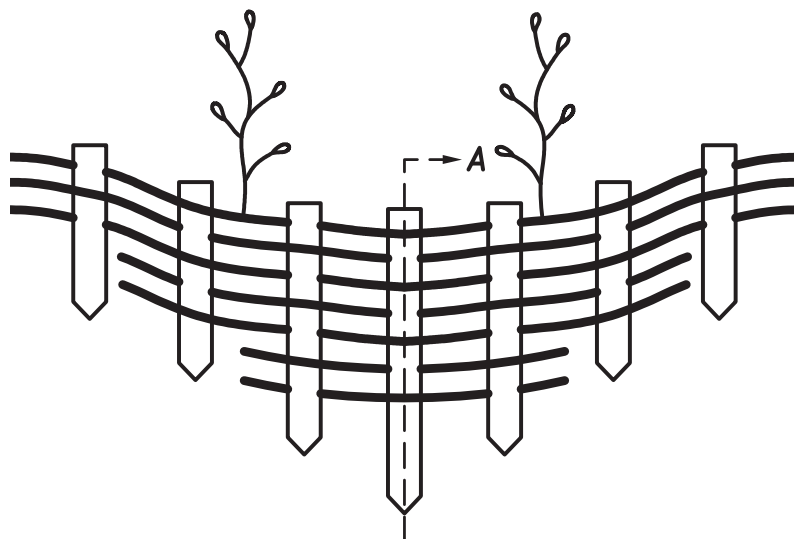
نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

- لباس مناسب کار را پوشیده و به تجهیزات ایمنی و فردی مجهز شوید (کلاه، دستکش و...).
- استفاده از ماشین‌های کشاورزی برای رشته‌هایی که کار با ماشین‌های کشاورزی را آموزش دیده‌اند مجاز است.

**سدهای خشکه چین:** موانع کوچک سنگی که در داخل آبراهه‌ها و خندق‌ها ایجاد می‌شود سدهای خشکه چین نام دارد. این سدها باعث کاهش سرعت آب و افزایش نفوذ آن به داخل خاک می‌گردند. گل و لایی که در پشت سدها رسوب می‌کند به تدریج مکان مناسبی برای رشد گیاهان فراهم می‌کند. که به کنترل بیشتر فرسایش کمک می‌کند.



**سنگ چینی، چیرسازی و شمع کوبی:** در مناطقی که جنس خاک مناسب نباشد و دائم در حال تخریب باشد. به منظور جلوگیری از ریزش خاک و سنگ، دامنه‌های پر شیب را در فواصل معین سنگ چین کرده و یا میله‌های چوبی یا فلزی را در خاک فرو می‌کنند. با جمع شدن خاک و سایر مواد در پشت این موانع تقریباً یک سکو ایجاد می‌شود. البته شمع کوبی در داخل رودخانه‌ها و سواحل با ساختن ستون‌های بتونی یکی از روش‌های کنترل فرسایش است.







شمع کوبی کنار سواحل از برخورد شدید آب با خاک کنار ساحل جلوگیری می‌کند

## فرسایش بادی

هجوم ریزگردها به مناطق شهری را به دفعات از رسانه‌های خبری شنیده‌اید. در مناطق خشک و بیابانی باد باعث از بین رفتن خاک و هجوم شن‌های روان و ذرات رس به شهرها و روستاها می‌گردد که باعث خسارات جانی و مالی فراوان شده و از سوی دیگر نیز باعث پیشروی بیابان می‌گردد. کشور ما با قرار گرفتن در منطقه گرم و خشک بیشتر در معرض فرسایش‌های شدید آبی و بادی است. با اجرای طرح‌های بلندمدت و کوتاه مدت باید در صدد کنترل سریع عوامل فرساینده باشیم. فرسایش بادی خسارات زیر را باعث می‌شود:

■ تهدید سلامت انسان با انواع بیماری‌های تنفسی و پوستی

■ خسارت به مزارع کشاورزی

■ خسارت به ساختمان‌ها و جاده‌ها

## روش‌های کنترل فرسایش بادی

همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شد روش‌های کنترل فرسایش بادی در مرحله جدا شدن ذرات مشابه فرسایش آبی است. در این مرحله افزایش مواد آلی و رطوبت خاک از جدا شدن ذرات خاک و شن جلوگیری می‌کند برای این منظور بهتر است کلش مزارع را به خاک برگردانیم تا باعث افزایش مواد آلی و در نتیجه چسبندگی خاک گردد. ولی متأسفانه یکی از روش‌های غلط سوزاندن بقایای گیاهی پس از برداشت محصول است که آسیب زیادی به خاک و محیط زیست می‌زند.

- بذرپاشی و بوته‌کاری گیاهان که می‌تواند جدا شدن و انتقال خاک را کاهش دهد.
- ایجاد موانع در مسیر حرکت باد که به این موانع بادشکن می‌گویند. بادشکن زنده از چند ردیف درخت که عمود در جهت حرکت باد کاشته می‌شوند تشکیل می‌شود. در صورتی که شرایط محیطی اجازه رشد گیاهان مختلف را ندهد از موانع غیر زنده مانند حصیر، نی، سرشاخه درختان و سازه‌های ساختمانی استفاده می‌کنند.
- استفاده از انواع مالچ‌ها برای کنترل فرسایش بادی



مالچ گیاهی قرار دادن بقایای گیاهی بر روی زمین است



بوته‌کاری و کاشت درخت و درختچه نیز از فرسایش جلوگیری می‌کند



ساختن موانع غیر زنده از حصیرونی



پاشیدن مالچ نفتی برای جلوگیری از حرکت خاک

## ارزشیابی: بهسازی خاکها

### شرح کار:

۱- طراحی و انجام آزمایش نقش مواد آلی در اصلاح خاک ۲- اصلاح خاکهای رسی و خاکهای شنی ۳- اصلاح خاکهای شور، خاکهای اسیدی و خاکهای قلیایی ۴- روش های کنترل فرسایش خاک

### استاندارد عملکرد:

روش های اصلاح خاک های سنگین، سبک، اسیدی، قلیایی و شور با آزمایش های ساده انجام می دهد. روش های کنترل فرسایش را تحقیق کرده و گزارش می کند.

### شاخص ها:

- ۱- انجام آزمایش تأثیر کود دامی در گلدان های خاک رس و خاک شنی و مقایسه با شاهد.
- ۲- طراحی و انجام آزمایش اصلاح خاک های رسی و خاک های شنی
- ۳- طراحی و انجام آزمایش اصلاح خاک های شور، خاک های اسیدی و خاک های قلیایی
- ۴- طراحی آزمایش برای تعیین نقش پوشش گیاهی در فرسایش (انتخاب خاک و برداشت آن، جای گذاری، آب پاشی، بررسی نتایج) - ایجاد بانکت (تعیین نقاط هم تراز، ریسمان کشی و خط کشی، ایجاد شیار)، ارائه گزارش بازدید

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- ۱- محل اجرا: آزمایشگاه خاک شناسی - اراضی زراعی و مرتعی هنرستان
  - ۲- تجهیزات: گلدان، زمان سنج، آب پاش، دوظرف شیشه ای بزرگ، یک میز، دو عدد چهار پایه، دوجعبه به ابعاد  $10 \times 40 \times 30$  سانتی متر - تخته به طول ۳-۲ متر، تراز بنایی، نخ، ریسمان کار، بیل، کلنگ میخ چوبی، چکش
  - ۳- مواد: خاک رس، ماسه، آب، بذور دیم
  - ۴- منابع: جداول استاندارد
- زمان: ... ساعت

### ابزار و تجهیزات:

گلدان، زمان سنج، آب پاش، دوظرف شیشه ای بزرگ، یک میز، دو عدد چهار پایه، دوجعبه به ابعاد  $10 \times 40 \times 30$  سانتی متر - تخته به طول ۳-۲ متر، تراز بنایی، نخ، ریسمان کار، بیل، کلنگ میخ چوبی، چکش، تراکتور، نهرکن

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین نقش مواد آلی در اصلاح خاک	۱	
۲	بهسازی خاک های رسی، شنی، شور	۲	
۳	کنترل فرسایش خاک	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی های غیر فنی: محاسبه و ریاضی - سازمان دهی اطلاعات - جمع آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی - رعایت در مصرف مواد شیمیایی/ نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی		۲
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



## فصل ۳

# خواص آب



آب نوعی منبع استراتژیک محسوب می‌شود. بسیاری از جنگ‌ها از جمله جنگ ۶ روزه در خاور میانه، بر سر به دست آوردن منابع آبی بیشتر صورت گرفت.

### آب و خواص آن

- آیا می دانستید آب فراوان ترین ماده مرکب بر روی زمین است؟
- آیا می دانید آب مهم ترین عمل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است؟
- می دانید چند درصد وزن بدن شما را آب تشکیل می دهد؟

آب در چرخه خود، مرتباً از حالتی به حالت دیگر تبدیل می شود. آب مهم ترین ماده حیات و آبادانی است. این ماده سرآغاز حیات و جزء اصلی تمام موجودات زنده است. براساس نظریه تکامل، آب، متان و آمونیاک ترکیبات اصلی اولیه موجود در جو زمین هستند که عامل تولید نخستین آمینو اسید می باشند. این ماده به عنوان نقطه آغازین حیات جانوری شناخته می شود.

#### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، با انجام آزمایش هایی خصوصیات کشش سطحی، گرانیروی، نقطه جوش و خاصیت اسمزی را با طراحی برخی از آزمایش ها نشان می دهد.

## اهمیت آب



آب مایه حیات و فراوان‌ترین ماده مرکب روی کره زمین است. بیش از ۷۵ درصد جرم بدن یک انسان از آب تشکیل شده و نیز بیش از ۷۵ درصد سطح کره زمین را آب پوشانده است با وجود این حجم عظیم آب تنها ۲ درصد از آب‌های کره زمین شیرین و قابل شرب است و بقیه آن به علت محلول بودن انواع نمک‌ها غیرقابل استفاده هستند. بیش از ۹۰ درصد آب شیرین هم به صورت منجمد در دو قطب زمین و دور از دسترس بشر واقع شده است. آب در زندگی بشر در مواردی از قبیل آشامیدن، کشاورزی، دامپروری، تولید نیرو، مصارف صنعتی و شهری کاربرد وسیعی دارد.

نقش حیاتی آب در زندگی انسان و حیوان و گیاه و محیط زیست کاملاً روشن است. با وجود پیشرفت‌های شگفت‌آوری که در زمینه‌های مختلف صورت گرفته، آب همچنان اهمیت خود را به عنوان منبع اصلی تأمین انرژی و نیز تولید محصولات کشاورزی حفظ کرده است، به این دلیل برخی از دانشمندان معتقدند، آب دلیل اصلی بسیاری از منازعات سیاسی در جهان آینده خواهد بود.

با توجه به محدودیت منابع آب و از سوی دیگر، افزایش جمعیت جهان صرفه‌جویی و جلوگیری از مصرف بی‌رویه این نعمت الهی یک وظیفه شرعی و انسانی است که ما باید در تمامی جنبه‌های زندگی به آن توجه کنیم. مطالعات گسترده‌ای در مورد ذخیره‌سازی آب، ارائه الگوی مصرف در بخش‌های شهری، صنعت و کشاورزی و نحوه تصفیه پساب‌ها جهت استفاده مجدد در حال انجام است.

آب مهم‌ترین و اساسی‌ترین نهاد در بخش کشاورزی است. امروزه آب جوابگوی نیاز کشاورزان نیست و باید به فکر راه چاره‌ای اساسی در این زمینه باشیم. توجه به راه‌های بهره‌برداری مناسب آب با هدف رسیدن به کشاورزی پایدار، در صورتی امکان‌پذیر است که ذخایر آبی و خاکی کشورمان حفظ شود در این راه استفاده از روش‌های جدید آبیاری علاوه بر تأثیر در تولید محصولات کشاورزی مخصوصاً امکان استفاده بهتر از آب موجود، از فرسایش خاک نیز جلوگیری خواهد نمود. امروزه مدیریت استفاده صحیح

و بهینه از آب آبیاری در بخش کشاورزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. مطمئناً با شرایط فعلی، یعنی کاهش نزولات آسمانی و منابع آب زیرزمینی در آینده‌ای نزدیک با بحران کمبود آب زراعی روبرو خواهیم بود. بی‌شک دستیابی به توسعه و خودکفایی کشور در زمینه کشاورزی بدون جلوگیری از هدررفت آب آبیاری و بهره‌مندی از تکنولوژی جدید امکان‌پذیر نیست.

## آب مجازی چیست؟

امروزه کمبود آب شیرین در بخش‌های زیادی از دنیا دیده می‌شود. این کمبود مشکلات متعددی را در جنبه‌های مختلف زندگی انسان از جمله تأمین آب شرب سالم و آب کشاورزی به وجود آورده است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ میلادی، ۵۰ تا ۶۰ درصد مردم جهان با تنش آب و مشکلات ناشی از کم آبی مواجه شوند.

**آب مجازی:** مقدار آبی است که کالا یا محصول در فرایند تولید از لحظه شروع تا پایان، مصرف می‌کند؛ به طورمثال برای تولید یک کیلوگرم گندم به طور متوسط ۱۳۰۰ لیتر آب مصرف می‌شود. توسعه‌دهندگان ایده آب مجازی معتقدند با صادرات و واردات کالا و محصولات، حجم زیادی آب جابه‌جا می‌شود که از آن به عنوان تجارت آب مجازی یاد می‌شود. در مباحث تجارت، آب مجازی به منظور کاهش فشار بر منابع آب موجود، در کشورهای کم آب توصیه شده که به جای تولید مواد غذایی از منابع آب داخلی، به واردات مواد غذایی مبادرت ورزیده و منابع آب داخلی را برای فعالیت‌های تجاری پرسود اختصاص دهند؛ به عنوان مثال تولید صیفی‌جات مانند خربزه و هندوانه در مناطقی که میزان بارندگی سالانه آنها پایین است و همچنین سطح تبخیر و تعرق در آنها بالا است به هیچ‌وجه برای تولید این محصولات مناسب نیست. انتظار می‌رود با استقرار نظام الگوی کشت در کشور که به هر دلیلی تاکنون اجرا نشده است بتوان بخشی از این مشکلات را حل کرد. در حال حاضر، تجارت آب مجازی از لحاظ اقتصادی «نامرئی» و از لحاظ سیاسی «غیرفعال» است. بر اساس تعریف ذکر شده از آب مجازی، شرایط اقلیمی، مکان و زمان تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی، فرهنگ و عادات مردم در میزان آب مجازی مؤثر است و قطعاً مقدار آن در مورد یک محصول در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود. برای محاسبه مقدار آب مجازی محصولات (کشاورزی، صنعتی و غیره) لازم است کلیه منابع آبی که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم (اعم از باران، آب سطحی یا آب زیرزمینی) در تولید محصول مؤثر بوده‌اند در محاسبات مورد توجه قرار داد. با توجه به توضیحات فوق می‌توان از رابطه زیر برای محاسبه آب مجازی استفاده کرد.

$$\text{آب مجازی} = \frac{\text{کل حجم آب مورد نیاز برای تولید}}{\text{مقدار محصول تولید شده}}$$



آب مجازی و بهره‌وری آب، نسبت به هم رابطه معکوس دارند. بر اساس تعاریف، بهره‌وری آب عبارتست از: مقدار محصول تولید شده از واحد حجم آب و واحد آن معمولاً کیلوگرم بر مترمکعب تعریف می‌شود، به عبارت دیگر در بهره‌وری آب به دنبال این موضوع هستیم که در ازای مصرف آب محصول بیشتری تولید کنیم، در حالی که آب مجازی، مقدار آب مصرف شده برای تولید مقدار معینی محصول را مورد توجه قرار می‌دهد و واحد آن لیتر بر کیلوگرم (یا مترمکعب بر کیلوگرم) است؛ بنابراین با افزایش بهره‌وری آب، مقدار آب مجازی در محصول یا کالای مورد نظر کاهش خواهد یافت و برعکس. آب مجازی یک جریان درون منطقه‌ای و بین‌المللی است. با توجه به ارتباط آب مجازی و بهره‌وری آب، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد در صرفه‌جویی آب مجازی باشد. همچنین در کشورهای کم‌آب مانند کشور ما می‌توان با تجارت آب مجازی و واردات محصولات آب‌بر، مقدار آب مورد نیاز برای تولید آنها را ذخیره نمود. در حال حاضر کشور ما با ۱۵ میلیارد متر مکعب واردات آب مجازی در رتبه هشتم و کشورهایمانند ژاپن، آمریکا و آلمان که بحران آب ندارند به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند.

جدول: میزان آب مجازی برخی از محصولات کشاورزی

نام محصول	واحد سنجش	مقدار آب مجازی (لیتر)	نام محصول	واحد سنجش	مقدار آب مجازی (لیتر)
شیر	لیتر	۱۰۰۰	سویا	کیلوگرم	۱۸۰۰
سیب‌زمینی	کیلوگرم	۹۲۵	گوشت قرمز	کیلوگرم	۱۵۰۰۰
گوجه‌فرنگی	کیلوگرم	۱۸۶	پنیر	کیلوگرم	۵۰۰۰
نان	قرص	۱۵۰	برنج	کیلوگرم	۱۴۵۰۸
سیب	کیلوگرم	۷۰۰	کاغذ	برگ	۱۰
فیله مرغ	کیلوگرم	۳۶۰۰	قهوه	۷۵۰ گرم	۸۴۰
کره	کیلوگرم	۱۸۰۰۰	پرتقال	کیلوگرم	۵۰۰
شکر	کیلوگرم	۱۷۵	همبرگر	عدد	۲۴۰۰

با توجه به جدول بیان کنید نیاز آبی برای تولید محصولات زراعی و باغی بیشتر است یا محصولات دامی؟ چرا؟

- مشخص کنید با توجه به وضعیت اقلیم منطقه خود کشت و کار چه محصولاتی با رویکرد آب مجازی مغایرت دارد؟

- با مراجعه به مراکز خدمات جهاد کشاورزی و همچنین کارشناسان و کشاورزان خبره محلی راه‌های افزایش بهره‌وری در مصرف آب را در منطقه خود بررسی و با هماهنگی هنرآموز مربوط در کلاس ارائه دهید.



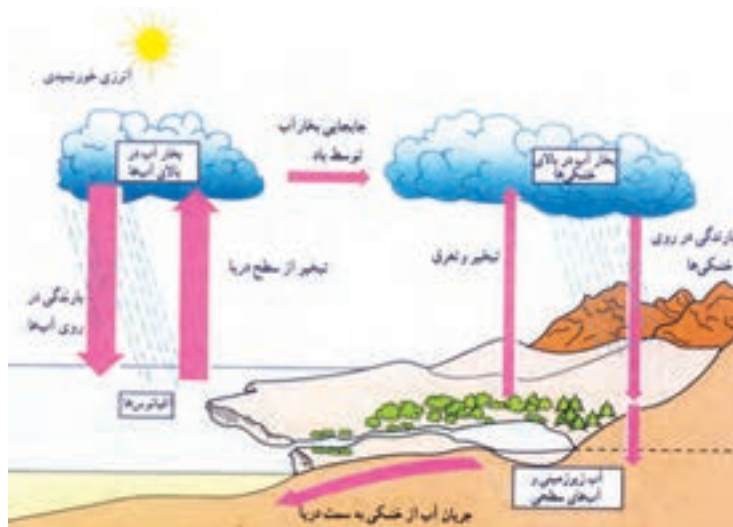
## گردش آب در طبیعت

چرخه آب یک جریان مداوم حرکت بین زمین، اقیانوس، رودخانه‌ها، نهرها و جوی‌ها است. آب همواره در اطراف و بالای زمین در حال چرخش است. همان‌طور که آب در این چرخه در حال حرکت می‌باشد از شکل مایع (آب، باران، آب نمک) به گاز (بخار آب) و دوباره به مایع تبدیل می‌شود. این مایع ممکن است سرد شود و به شکل جامد (یخ یا برف) درآید. چرخه آب برای ادامه زندگی روی زمین ضروری است و مدت میلیون‌ها سال است که این چرخه در طبیعت جریان دارد. منابع آبی زمین همواره از طریق چرخه آب، در حال تجدید شدن هستند.

### اجزای چرخه آب

چرخه آب از دو جزء تشکیل شده است. گردش کوچک که روی اقیانوس‌ها انجام می‌شود. آب از اقیانوس‌ها و دریاها تبخیر شده و پس از متراکم شدن در جو به صورت ابر درآمده و دوباره به صورت بارش روی اقیانوس‌ها، دریاها و دریاچه‌ها می‌ریزد. چرخه بزرگ آب مسیری طولانی‌تر را طی می‌کند. بعد از عمل تبخیر آب از سطح اقیانوس‌ها و دریاها و تراکم آن در جو به سمت خشکی‌ها حرکت می‌کند و در سطح زمین به شکل‌های گوناگون ریزش می‌کند.

بخشی به صورت باران و برف روی زمین بر می‌گردد و سپس به صورت رواناب بر سطح زمین جاری می‌شود و در ادامه پس از طی مسیری طولانی به مخازن اصلی باز می‌گردد. مقداری از رواناب هم به داخل خاک نفوذ می‌کند که گیاهان از آن استفاده کرده و مقداری هم به آب‌های زیرزمینی وارد می‌شود. آبی که وارد گیاهان شده بعد از استفاده گیاه به صورت‌های تبخیر و تعرق به جو برمی‌گردد؛ البته آب مسیرهای دیگری را طی می‌کند، ولی در نهایت دوباره به شکل‌های گوناگون وارد چرخه می‌شود.



### فرایندهای چرخه آب

شش فرایند متعدد در چرخه آب دخالت دارند که عبارتند از:

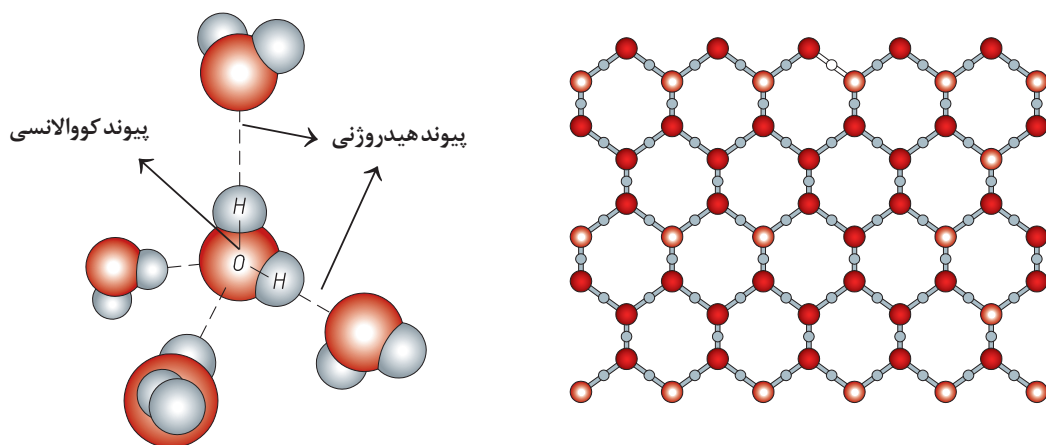
- تراکم
- بارش
- نفوذ
- روان آب
- تبخیر
- تعرق

فرایندها همزمان بوده و به غیر از بارش، بقیه آن دائمی هستند. بخار آب متراکم شده و ابرها را تشکیل می‌دهد که در شرایط مناسب منجر به بارش می‌شود. باران در سطح فرو می‌ریزد و به خاک نفوذ می‌کند یا به صورت روان آب جاری می‌شود. آب سطحی (مثل دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، اقیانوس‌ها و غیره) تبخیر شده و به صورت رطوبت به هوا برمی‌گردند، درحالی‌که گیاهان طی فرآیند تعرق، آب را به هوا برمی‌گردانند.

### خواص فیزیکی آب

آب تنها ماده‌ای است که در دمای معمولی سه حالت مایع، جامد و گاز را دارا می‌باشد. بیشتر خواص فیزیکی و شیمیایی آب به شکل مولکول آن بستگی دارد؛ لذا ابتدا مولکول آن را بیشتر مورد بررسی قرار می‌دهیم. یک مولکول آب از سه اتم (۲ اتم هیدروژن و ۱ اتم اکسیژن) تشکیل شده است و به شکل زیر کنار هم قرار می‌گیرند. پیوند بین اتم‌های یک مولکول از نوع پیوند قوی کووالانسی

است؛ ولی پیوند بین مولکول‌های آب از نوع پیوند ضعیف هیدروژنی بوده که این پیوند باعث تشکیل مجموعه‌ای از مولکول‌ها شش‌وجهی می‌گردد. این ساختمان در بلور یخ به صورت کامل به وجود می‌آید و ساختمانی نسبتاً باز دارد که در شکل زیر قابل مشاهده است. پیوند هیدروژنی در آب، عامل مهمی در پیدایش بسیاری از ویژگی‌های آن است. ویژگی‌هایی که برای انسان و سایر موجودات زنده اهمیتی حیاتی دارد.



### نقطه انجماد

دمایی است که مایعات در آن به حالت جامد درمی‌آیند. نقطه انجماد آب خالص در شرایط متعارفی صفر درجه سانتی‌گراد است. وجود ناخالصی و افزایش فشار نقطه انجماد آب را کاهش می‌دهد؛ زیرا این دو عامل می‌توانند از تشکیل ساختمان شش‌وجهی جلوگیری کنند.

کاربرد اثر «ناخالص در کاهش نقطه انجماد آب» را در کارخانه یخ، پس از پژوهش و یا بازدید در کلاس ارائه دهید.

پژوهش کنید



### نقطه جوش

دمایی که در آن آب از حالت مایع به گاز (بخار آب) تبدیل می‌شود. نقطه جوش آب خالص در شرایط متعارفی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است. وجود هرگونه ناخالصی در آب، نقطه جوش آن را افزایش می‌دهد. در دمای معمولی هم می‌تواند تبخیر شود و به حالت بخار آب درآید و این به علت کمبود فشار بخار اشباع محیط است که باعث تبخیر آب در دمای معمولی می‌شود.

## آزمایش: تأثیر ناخالصی بر نقطه جوش

مواد و وسایل لازم: آب، شکر، ظرف کوچک برای جوشاندن آب و دماسنج جیوه‌ای

## شرح آزمایش

- آب را در ظرف ریخته و آن را حرارت دهید تا به جوش آید. زمانی که آب به جوش می‌آید با استفاده از دماسنج دمای آن را اندازه‌گیری کرده و ثبت کنید.
- برای تعیین نقطه جوش آب باید برای مدت زمان ۵ دقیقه و هر ۳۰ ثانیه دمای آب در حال جوش را یادداشت و میانگین آن را محاسبه کنید.
- در مرحله بعد مقداری شکر را به آب اضافه کرده و سپس آن را حرارت دهید. همه مراحل قبلی را برای محلول آب و شکر تکرار کنید تا نقطه جوش این محلول را نیز محاسبه کنید.
- کدام یک در دمای بالاتری به جوش می‌آید؟
- می‌توانید مواد دیگری نیز به آب اضافه کنید تا اثر آنها را بر تغییر نقطه جوش آب مورد بررسی قرار دهید.

گفت‌وگو کنید

- آیا نقطه جوش یک نمونه آب در بالای کوه و در نقاط پست یکی است؟
- چرا کوهنوردان برای آب‌پز کردن تخم‌مرغ در ارتفاعات مشکل دارند؟ چه راه‌حلی برای آنها پیشنهاد می‌کنید؟

## وزن مخصوص

نسبت وزن یک ماده به حجم آن را وزن مخصوص می‌گویند. حداکثر وزن مخصوص آب در ۴ درجه سانتی‌گراد معادل یک است. وزن مخصوص آب در حالت جامد (یخ) کاهش می‌یابد؛ زیرا حجم یخ افزایش یافته و سبک‌تر از آب می‌گردد و به همین جهت یخ‌ها روی آب شناور می‌مانند. این پدیده در حیات موجودات آبی نقش بسزایی دارد و باعث می‌شود که حیات در زیر لایه یخ‌زده رودخانه‌ها و دریاچه‌ها در نواحی قطبی، نیمه‌قطبی و مکان‌هایی که یخ شناور است ادامه پیدا کند. هرچند از نظر علم فیزیک وزن و جرم با هم تفاوت دارند، اما اگر از این تفاوت وزن و جرم بگذریم با اغماض می‌توان وزن مخصوص را به جای جرم مخصوص نیز استفاده کرد.

## کشش سطحی

پیوند بین مولکول‌های آب باعث به وجود آمدن نیرویی در آب می‌شود که به این نیرو کشش سطحی می‌گویند. عامل اصلی حرکت آب در داخل منافذ ریز خاک که مانند لولهٔ موئین عمل می‌کند نیروی کشش سطحی آب است. نیروی کشش سطحی بین ملکول‌های آب باعث قرار گرفتن حشرات بر روی سطح آب می‌شود.



فعالیت

عنوان آزمایش: مشاهدهٔ نیروی کشش سطحی آب

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: نی شیشه‌ای، مایع ظرف شویی، بشر

### مراحل آزمایش

۱. دو نی شیشه‌ای مشابه انتخاب کنید.
  ۲. هر دو نی را با آب و مایع ظرف شویی تمیز بشوید.
  ۳. نی A را در روغن فرو برده و خارج می‌کنیم.
  ۴. هر دو نی را در درون یک بشر پر از آب فرو می‌بریم.
- با توجه به مشاهدات خود به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- در کدام نی آب به بالا حرکت می‌کند؟ چرا؟
- سطح آب در داخل نی‌ها را بررسی کنید. چه تفاوتی وجود دارد؟
- در کدام نی آب به سمت پایین حرکت می‌کند؟

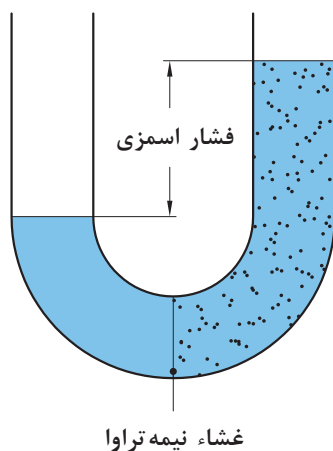
نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

آب مایع حیات است در مصرف آن دقت کنید.

لزجت یا گرانروی<sup>۱</sup>

مقاومتی که یک مایع در مقابل جریان یافتن از خود نشان می‌دهد لزجت نام دارد. افزایش دما باعث کاهش لزجت آب می‌شود. به این دلیل روانی و سیالیت آب افزایش پیدا می‌کند. در تصویر زیر مقایسه گرانروی آب با عسل را مشاهده می‌کنید.

## خاصیت اسمزی آب



عبور مولکول‌های آب از غشاء نیمه تراوا را اسمز می‌نامند. اگر یک محلول غلیظ را با پرده نیمه تراوا از محلول رقیق یا آب خالص جدا کنیم. مشاهده می‌کنیم که آب از محلول رقیق به طرف محلول غلیظ حرکت می‌کند، مانند ورود آب از محلول خاک (محیط رقیق) به داخل ریشه (محیط غلیظ)، در فرآیند جذب آب، غشاء سلولی نقش پرده نیمه تراوا را عهده‌دار است. در مناطق گرمسیری به علت پایین بودن لزجت آب گرم، ضریب نفوذ آب به داخل خاک بالاتر از سایر مناطق است. به مقدار فشاری که به محلول غلیظ وارد می‌کنند تا از ورود آب خالص به آن جلوگیری کند، فشار اسمزی می‌گویند.

## آزمایش: فشار اسمزی

مواد و وسایل مورد نیاز: تخم مرغ، نی، لیوان یک بار مصرف، قیچی، چسب مایع، لیوان شیشه‌ای

## شرح آزمایش

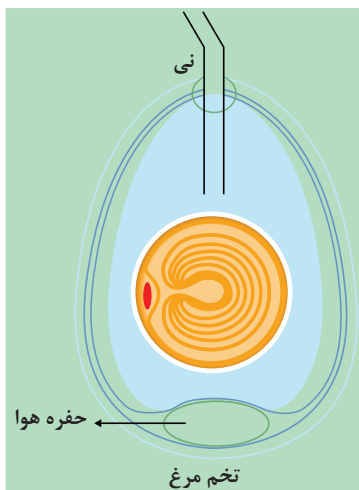
۱- در قسمت انتهایی تخم مرغ پوسته آهکی را طوری جدا کنید که پوسته نازک داخلی آسیب نبیند.

توجه: در قسمت انتهایی تخم مرغ بین پوسته آهکی و پوسته نازک داخلی حباب هوا وجود دارد این قسمت را انتخاب کنید.

۲- سر تخم مرغ را به اندازه قطر نی کاملاً سوراخ کنید.

۳- نی را از سوراخ ایجاد شده وارد تخم مرغ کنید و با چسب مایع مناسب آن را محکم کنید.

۴- لیوان یک بار مصرف را به اندازه تخم مرغ قیچی کنید.



- ۵- تخم مرغ را داخل لیوان یک بار مصرف قرار دهید.
- ۶- لیوان یک بار مصرف حاوی تخم مرغ را داخل لیوان شیشه‌ای قرار دهید.
- ۷- درون لیوان شیشه‌ای تا جایی که نصف تخم مرغ درون آب قرار گیرد آب بریزید.
- ۸- بعد از یک ساعت از آزمایش خود بازدید کنید. چه مشاهده می‌کنید؟
- ۹- مشاهدات خود را یادداشت کنید و در مورد علت پدیده به وجود آمده با هم کلاسی هایتان گفت‌وگو کنید.
- ۱۰- علت را پس از تحقیق و گفت‌وگو به هنرآموز خود گزارش دهید.

خلاق باشید

خاصیت اسمزی آب را می‌توانید در منزل با استفاده از خلال سیب‌زمینی و آب نمک آزمایش کنید و در کلاس نتیجه آن را ارائه دهید.

خلاصه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی آب

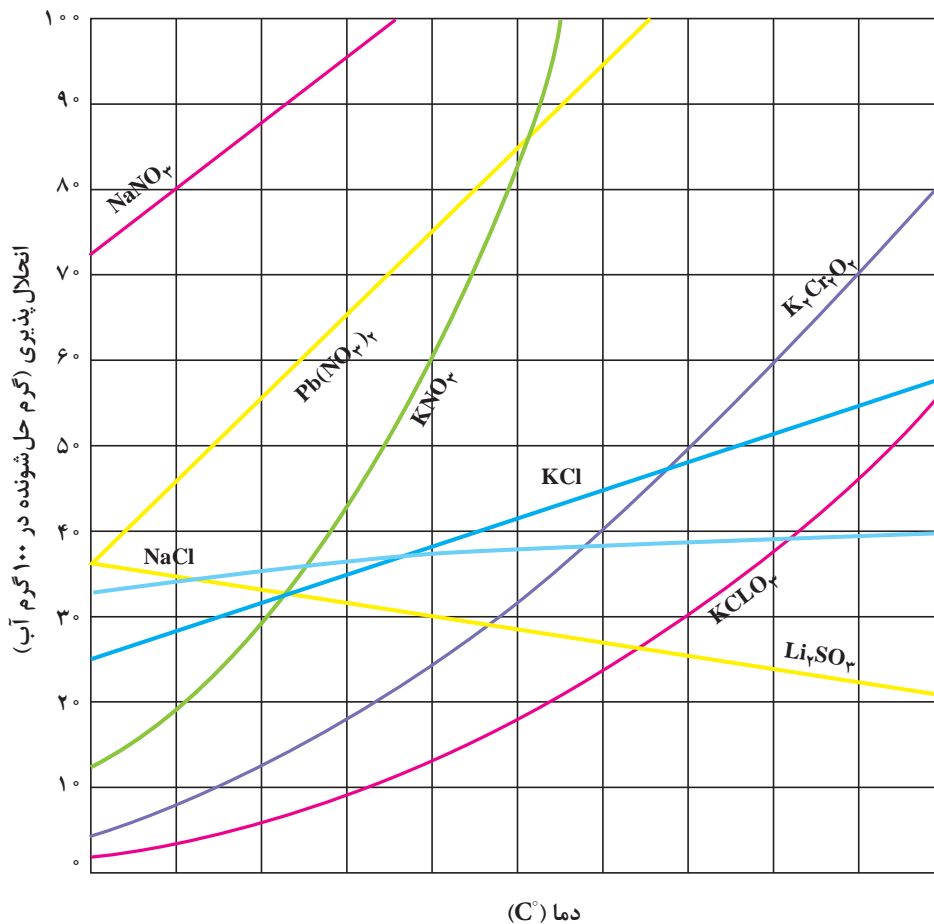
دما به سانتی‌گراد	چگالی بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب	وزن مخصوص	گرمای نهان تبخیر (کیلو ژول بر گرم)	گرانروی دینامیکی به سانتی‌پواز	فشار بخار به میلی‌متر جیوه	فشار بخار به گرم بر سانتی‌متر مربع
۰	۰/۹۹۹۸۴	۰/۹۹۹۸۷	۲۵۰۰	۱/۷۹	۴/۵۸	۶/۲۳
۵	۰/۹۹۹۹۶	۰/۹۹۹۹۹	۲۴۸۹	۱/۵۲	۶/۵۴	۸/۸۹
۱۰	۰/۹۹۹۷۰	۰/۹۹۹۷۳	۲۴۷۷	۱/۳۱	۹/۲۰	۱۲/۵۱
۱۵	۰/۹۹۹۱۰	۰/۹۹۹۱۳	۲۴۶۵	۱/۱۴	۱۲/۷۸	۱۷/۳۸
۲۰	۰/۹۹۸۲۱	۰/۹۹۸۲۴	۲۴۵۳	۱/۰۰	۱۷/۵۳	۲۳/۸۳
۲۵	۰/۹۹۷۰۵	۰/۹۹۷۰۸	۲۴۴۱	۰/۸۹	۲۳/۷۶	۳۲/۳۰
۳۰	۰/۹۹۵۶۵	۰/۹۹۵۶۸	۲۴۳۰	۰/۷۹۸	۳۱/۸۳	۴۳/۲۷
۳۵	۰/۹۹۴۰۴	۰/۹۹۴۰۷	۲۴۱۸	۰/۷۱۹	۴۲/۱۸	۵۷/۳۴
۴۰	۰/۹۹۲۲۲	۰/۹۹۲۲۵	۲۴۰۶	۰/۶۵۳	۵۵/۳۴	۷۵/۲۳
۵۰	۰/۹۸۸۰۴	۰/۹۸۸۰۷	۲۳۸۲	۰/۵۴۷	۹۲/۵۶	۱۲۵/۸۳
۶۰	۰/۹۸۳۲۰	۰/۹۸۳۲۳	۲۳۵۸	۰/۴۶۶	۱۴۹/۴۶	۲۰۳/۱۹
۷۰	۰/۹۷۷۷۷	۰/۹۷۷۸۰	۲۳۳۳	۰/۴۰۴	۲۳۳۳/۷۹	۳۱۷/۸۴
۸۰	۰/۹۷۱۷۹	۰/۹۷۱۸۲	۲۳۰۸	۰/۳۵۵	۳۵۵/۲۸	۴۸۳/۰۱
۹۰	۰/۹۶۵۳۱	۰/۹۶۵۳۴	۲۲۸۳	۰/۳۱۵	۵۲۵/۸۹	۷۱۴/۹۵
۱۰۰	۰/۹۵۸۳۶	۰/۹۵۸۳۹	۲۲۵۷	۰/۲۸۲	۷۶۰/۰۰	۱۰۳۳/۲۳



## خصوصیات شیمیایی آب

### حلالیت آب

جزئی که ماده حل شونده را در خود حل می‌کند و معمولاً درصد بیشتری از محلول را تشکیل می‌دهد، حلال نام دارد. آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال شناخته شده در طبیعت است. آب ترکیب‌های بسیاری را در خود حل می‌کند. محلول‌هایی که حلال آنها آب است، محلول آبی نامیده می‌شوند. آب و محلول‌های آبی نقش مهمی در زندگی روزانه ما دارند. اغلب فرآیندهای زیستی از قبیل هضم، جذب و سوخت و ساز مواد غذایی در محلول آبی انجام می‌شود. اغلب موادی که در خاک وجود دارد در آب حل می‌شوند. به عمل پراکنده شدن یکنواخت دو یا چند جسم انحلال می‌گویند به سیستم حاصل محلول می‌گویند. حلالیت اغلب نمک‌ها در آب با افزایش دما بیشتر می‌شود.



هر نقطه روی منحنی، انحلال پذیری را در دمای مربوطه نشان می‌دهد و مربوط به محلول سیر شده است.

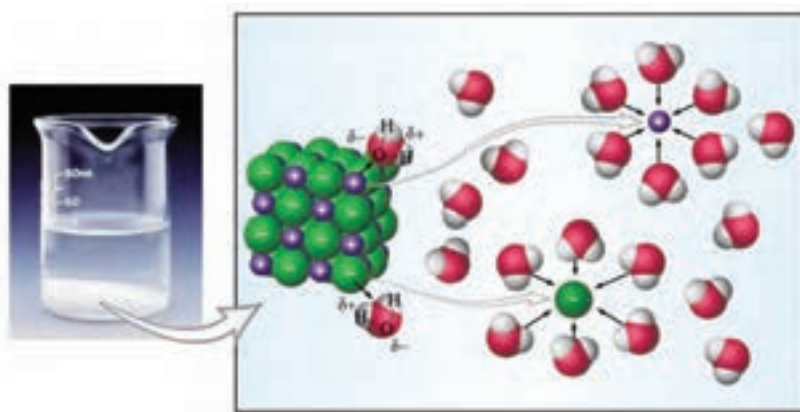
## حلالیت اکسیژن در آب

تمام گازهای اتمسفر تا حدودی در آب محلول اند. نیتروژن و اکسیژن به مقدار کمی در آب حل می‌شوند و چون با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند حلالیت آنها مستقیماً متناسب با فشار جزئی آن در هوا است و با افزایش دما حلالیت اکسیژن در آب‌ها کاهش می‌یابد. همچنین حلالیت گازها در آب‌های شور و در آب‌های آلوده کمتر از آب‌های تمیز است.

حلالیت بالای آب به دلایل زیر است:

۱. چون آب یک مولکول قطبی است، مواد قطبی مانند نمک‌ها به راحتی در آن حل می‌شوند؛ زیرا نمک‌ها پس از حل شدن در آب یون‌های مثبت و منفی را به وجود می‌آورند که جذب قطب‌های غیرهمنام خود می‌شوند.

۲. پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب باعث حل شدن برخی ترکیبات غیرقطبی مانند الکل در آن می‌شود؛ البته اکثر مواد آلی مانند نفت به علت غیرقطبی بودن در آب حل نمی‌شوند.



### آزمایش: انحلال پذیری آب

مواد مورد نیاز: ید، قند، نمک طعام، آب، نفت و روغن  
وسایل مورد نیاز: ۱- لوله آزمایش ۲- پیپت

### شرح آزمایش

#### مرحله اول:

ابتدا ۵ سانتی متر مکعب آب، نفت و روغن مایع بردارید و در سه لوله آزمایش بریزید.  
۰/۵ گرم ید را به هریک از حلال‌ها اضافه کنید.

بررسی کنید که ید در کدام یک بهتر و سریع‌تر حل می‌شود؟  
مشاهدات خود را یادداشت کنید و به تأیید هنرآموز خود برسانید.

**مرحله دوم**

همانند مرحله اول ۵ سانتی متر مکعب آب، نفت و روغن بردارید و در سه لوله آزمایش بریزید. یک گرم نمک را به هریک از حلال‌های آب، نفت و روغن اضافه کنید. بررسی کنید که نمک در کدام یک بهتر و سریع‌تر حل می‌شود؟ مشاهدات خود را یادداشت کنید و به تأیید هنرآموز خود برسانید. **مرحله سوم:** این آزمایش را بر روی قند نیز برای سه محلول یادشده تکرار کنید.

حل‌شونده			حلال
قند	نمک طعام	ید	حلال
			آب
			نفت
			روغن

کدام مواد در آب حل می‌شوند؟ علت را توضیح دهید. نتیجه آزمایش بالا را پس از بررسی در گروه و مراجعه به منابع به صورت یک گزارش به هنرآموز خود ارائه دهید.

**هدایت الکتریکی**

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد آب خالص هدایت الکتریکی ضعیفی دارد؛ ولی با حل کردن نمک در آن هدایت الکتریکی آن افزایش پیدا می‌کند. در مسایل مربوط به آب و خاک با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول‌های مختلف آشنا شدید. مهم‌ترین شاخص کیفیت آب آبیاری اندازه‌گیری هدایت الکتریکی است. با دانستن درجه شوری توصیه‌های لازم را در مورد آشامیدن، آبیاری و سایر مصارف رعایت می‌کنیم.

انواع آب	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس برسانتی‌متر)
آب پاک	$< 0.50$
آب مقطر	۱
آب باران	۲ - ۱۰۰
آب زیرزمینی	۵۰ - ۵۰۰۰۰
آب دریا	$> 50000$

## ظرفیت گرمای ویژه آب

ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده مقدار انرژی است که یک گرم از آن ماده دریافت می‌کند تا درجه حرارت آن ماده یک درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. آب در مقایسه با سایر مواد، گرمای ویژه بسیار بالایی دارد و این بدین معنی است که می‌تواند گرمای زیادی را جذب کند یا از دست بدهد بدون این که درجه حرارت آن تغییر کند.

یکی از فواید این خاصیت آن است که دمای زمین در شبانه‌روز تغییر زیادی نمی‌کند؛ زیرا زمین آب فراوانی دارد و بیشتر انرژی خورشید صرف تبخیر آب و به راه انداختن چرخه آب می‌شود و از گرم شدن زیاد زمین جلوگیری می‌کند. کشاورزان نیز با توجه به این خاصیت آب است که در سرمای ناگهانی زمستان اقدام به آبیاری می‌کنند تا از یخ زدن محصولات خود جلوگیری کنند.

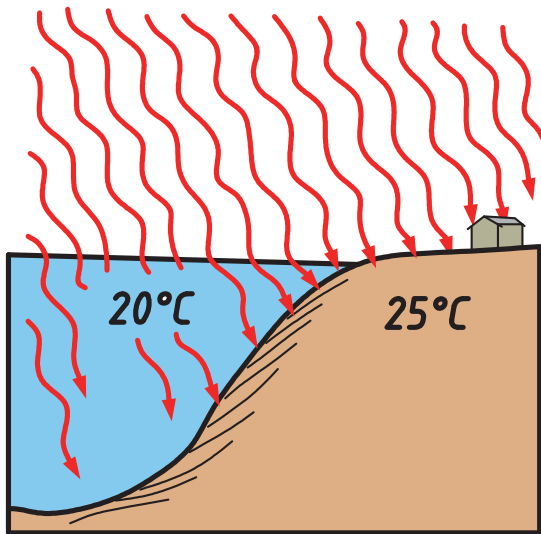
## کیفیت آب

اگرچه آب کاملاً خالص در طبیعت یافت نمی‌شود؛ اما آب آشامیدنی خالص، مایعی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است آب در چرخه خود قادر است املاح و گازهای موجود در طبیعت را به صورت محلول در آورده و بسیاری از آلودگی‌ها را همراه خود به حرکت درآورد. آب باران قبل از رسیدن به زمین، ناخالصی‌های موجود در هوا نظیر ذرات معلق، گازها، مواد رادیواکتیو و میکروب‌ها را به سطح زمین آورده و در حین حرکت در زمین نیز آلاینده‌ها را با خود حمل کند. به علاوه آب‌های جاری اغلب دریافت‌کننده فاضلاب‌ها و پساب‌ها هستند.

در مناطق خشک مانند کشور ما، آب آبیاری معمولاً

کیفیت نامطلوبی دارد. منظور از کیفیت آب، مطلوب بودن آن برای مصرف است. آب در مواردی از جمله کشاورزی، باغبانی، آشامیدن و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. به همین جهت شاخص‌های ارزیابی آب، در هر مورد متفاوت خواهد بود.

آب کشاورزی هنگامی مطلوب است که کیفیت آن مورد ارزیابی قرار گیرد و دارای کیفیت مناسب باشد.



## معیارهای ارزیابی کیفیت آب آبیاری

آب آبیاری از چهار نقطه نظر مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرد:

### ■ شوری یا مقدار املاح (EC)

مقدار شوری و املاحی که در آب آبیاری وجود دارد اگر از یک حد مشخصی تجاوز کند اصطلاحاً آب را شور می‌گویند. اگر شوری آب آبیاری ۲۵۰ میکروموس یا کمتر باشد جزء آب‌های غیرشور محسوب می‌شود و برای اکثر محصولات زراعی مناسب خواهد بود. با توجه به شرایط اقلیمی کشور ما در اکثر محصولات زراعی از آب‌های کمی شوری استفاده می‌کنند. ولی باید در نظر داشت که در تولید محصولات باغی بهتر است از آب‌های غیرشور استفاده کنیم؛ چرا؟

### ■ میزان نسبی سدیم ( $ESP^1$ )

اگر میزان سدیم آب بالا باشد آب را سدیمی می‌گویند. آب سدیمی موجب قلیایی شدن خاک می‌شود. سدیم زیاد در آب آبیاری علاوه بر آسیب به زمین کشاورزی، به تولید محصول نیز آسیب جدی وارد می‌کند و شدیداً عملکرد محصول را کاهش می‌دهد. حد مجاز سدیمی بودن خاک‌ها ۱۰ درصد بوده و بیش از آن خاک سدیمی است.

سدیم زیادی در آب آبیاری چه ضرری برای خاک‌های کشاورزی دارد؟

تحقیق کنید



### ■ غلظت کربنات و بی‌کربنات

معیار سوم، غلظت کربنات و بی‌کربنات آب آبیاری است. غلظت کربنات و بی‌کربنات یا سختی آب را با میزان کف کردن صابون می‌توان مشخص کرد، به عبارتی اگر صابون به راحتی در آب کف نکند و یا برای کف کردن صابون به آب زیادی لازم باشد آب را سخت می‌نامند. این دسته از آب‌ها برای آبیاری نامناسب هستند و مشکلاتی را ایجاد می‌کنند.

### ■ عناصر سمی

عامل مهم دیگر در ارزیابی کیفیت آب آبیاری، عناصر سمی است. در آب‌های مناطق خشک ممکن است عناصری مثل کلر و سدیم و بُر به مقدار زیاد وجود داشته و باعث مسمومیت گیاه شوند. علاوه بر آن، آب‌هایی که به نحوی آلوده‌اند، مثلاً به وسیلهٔ پساب‌های صنعتی آلوده شده‌اند، دارای عناصر سمی مانند کادمیوم، سرب و نیکل هستند. به نحوی که غلظت این عناصر در آب فراوان است و برای گیاه ایجاد مسمومیت می‌کند. حد مجاز عناصر فلزی مانند آلومینیوم، بریلیوم، سلنیوم و نیکل در آب آبیاری بسیار کم است و در غلظت‌های بیش از حد مجاز به گیاه آسیب می‌رساند.

۱. Exchangeable sodium percentage

در مورد آب شرب علاوه بر اینکه شاخص‌های ارزیابی مذکور از حد پایین تری برخوردار هستند؛ به طور مثال سختی آن بهتر است کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باشد باید شروط اساسی دیگر نیز در مورد آب تصفیه شده مد نظر قرار گیرد که به مهمترین آنها اشاره می‌شود.

۱. عدم داشتن بو و طعم، بوی آب قاعداً ارتباط نزدیکی با طعم آن دارد. عوامل مختلفی در ایجاد طعم و بوی آب مؤثر است که از جمله این عوامل می‌توان به جلبک‌ها، تجزیه گیاهان آبی اشاره کرد.

۲. کدورت آب پدیده‌ای است که میزان زلال بودن یا شفافیت آن را مشخص می‌کند و یکی از معیارهای تعیین کیفیت ظاهری آب است. کدورت معمولاً به علت وجود مواد معلق در آب ایجاد می‌شود. در برنامه‌های تهیه، تأمین و توزیع آب بهداشتی معیار کدورت نیز مورد توجه است.

۳. آب خالص معمولاً بی‌رنگ است. رنگ آب آلوده می‌تواند ناشی از مواد در حال پوسیدن خاک و یا نمک‌های فلزی موجود در طبیعت مثل آهن باشد. آلاینده‌های صنعتی می‌توانند به وجود آورنده طیف وسیعی از رنگ‌ها در آب باشند.

۴. اسیدیته آب یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی آب شرب هستند. pH آب حدوداً خالص، در ۷ تا ۸٫۵ درجه سانتی‌گراد حدود ۷ است، یعنی خنثی است.

برای ارزیابی کیفیت آب ابتدا باید از آب نمونه‌برداری صورت گیرد و نمونه‌ها معمولاً به صورت بطری‌های یک لیتری انجام می‌شود که از آب سیستم شهری، رودخانه، چاه، قنات یا سایر منابع آب برداشت می‌شود. سپس نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

## آزمون‌های کنترل کیفیت آب

فعالیت

### ۱- اندازه‌گیری سختی آب

**ابزار و تجهیزات:** ترازوی آزمایشگاهی (۱/۱۰ میلی‌گرم)، بورت، بالن حجمی (ژوژه) ۱۰۰۰ میلی‌لیتری، پیپت ۵۰ میلی‌لیتری، ارلن

**مواد:** نمونه آب - محلول EDTA (اتیلن - دی‌آمین تترا استیک اسید یا ادتا)، محلول بافر، شناساگر (اریوکروم بلک T) و آب مقطر

### روش کار

۱- روپوش کار بپوشید.

۲- به گروه‌های ۳ - ۵ نفره تقسیم شوید.

۳- وسایل و مواد مورد نیاز را توسط سرگروه خود تحویل بگیرید.

۴- با پیپت، ۵۰ میلی‌لیتر نمونه آب را در ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری انتقال دهید.

۵- ۴ میلی‌لیتر محلول بافر و ۳ قطره شناساگر اریوکروم بلک T به آن بیافزایید تا به رنگ قرمز مایل به ارغوانی شود.

۶- بلافاصله تیتراسیون را با افزودن محلول EDTA از بورت به ارلن در حال به هم زدن محلول، انجام دهید تا رنگ قرمز، ناپدید شود.

روش محاسبه: مجموع مقدار کلسیم و منیزیم برحسب میلی‌مول از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$C(\text{Ca} + \text{Mg}) = \frac{c \times v}{25}$$

که در آن:

V: حجم مصرفی بر حسب EDTA برحسب میلی‌لیتر

C: غلظت محلول EDTA برحسب میلی‌مول در لیتر

۲- اندازه‌گیری pH آب

ابزار و تجهیزات: pH متر

- روپوش کار بپوشید.

- به گروه‌های مشخص تقسیم شود.

pH متر را با بافر ۴ و ۷ کالیبره کنید.

- الکتروود آن را خشک کنید.

- pH آب را اندازه‌گیری کنید و یادداشت کنید.

۳- اندازه‌گیری شوری آب

ابزار و تجهیزات: EC سنج

به روش گفته شده در ۲ شوری خاک را اندازه‌گیری کنید.

۴- ارزیابی کیفیت آب

با توجه به جدول استاندارد کیفیت آب مورد آزمایش را با توجه به رشته خود (آبیاری، شرب دام یا انسان)

مورد ارزیابی قرار دهید و نتیجه را به هنرآموز مربوطه گزارش نمایید.

## ارزشیابی آب و خواص آن

### شرح کار:

- ۱- بررسی خصوصیات فیزیکی آب (گرانروی، نقطه انجماد، جوش، تبخیر، خاصیت اسمزی)
- ۲- بررسی خواص شیمیایی آب و اهمیت آنها
- ۳- تعیین معیارهای ارزیابی کیفیت آب

### استاندارد عملکرد:

خصوصیات فیزیکی (کشش سطحی، گرانروی، نقطه جوش و خاصیت اسمزی)، شیمیایی آب (انحلال پذیری، اسیدیته و شوری) را با طراحی برخی از آزمایش‌ها نشان دهد و کیفیت آب را با توجه به رشته خود تعیین کند.

### شاخص‌ها:

- ۱- انجام آزمایش تأثیر ناخالصی بر روی نقطه جوش و انجماد - طراحی و انجام آزمایش فشار اسمزی، کشش سطحی آب
- ۲- تعیین رابطه حلالیت نمک‌ها و اکسیژن در آب با تغییر دما - تحلیل اهمیت گرمای ویژه آب در کشاورزی
- ۳- تعیین سختی، شوری و pH آب - مقایسه با جدول استاندارد کیفیت آب

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

محل اجرا: آزمایشگاه خاک

تجهیزات: لوله‌های مویین شیشه‌ای، بشر ۱۰۰۰ میلی، قیف شیشه‌ای، پایه، گیره، EC سنج، pH متر، ترازو (دقت ۰/۱ میلی گرم)، بورت، بالن حجمی (ژوزه) ۱۰۰۰ میلی لیتری، پیپت ۵۰ میلی لیتری و ارلن

مواد: غشاء نیمه تراوا، نمک، انواع مایعات (آب، آب مقطر، روغن، عسل، مایع ظرفشویی و ...)، محلول بافر، شناساگر

منابع: - جداول استاندارد

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی خصوصیات فیزیکی آب (گرانروی، نقطه انجماد، جوش، تبخیر، خاصیت اسمزی)	۱	
۲	بررسی خواص شیمیایی آب و اهمیت آنها	۱	
۳	تعیین معیارهای ارزیابی کیفیت آب	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیر فنی: محاسبه و ریاضی - سازمان دهی اطلاعات - جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی - جلوگیری از هدر رفت آب / نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی	۲	
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



## فصل ۴

### منابع آب



قنات زارچ با قدمتی بیش از سه هزار سال، طولانی‌ترین قنات دنیاست.

### منابع و انتقال آب

- آیا آثار مربوط به بحران آب در منطقه شما وجود دارد؟
- سایر کشورها برای مقابله با بحران آب چه اقداماتی را انجام می دهند؟
- برای مقابله با بحران آب چه اقداماتی را باید انجام دهید؟

مشکل بهره برداری از آبهای زیرزمینی در مقایسه با آبهای سطحی آن است که این آبها از دید بهره برداران پنهان اند و آنان نمی توانند عمق فاجعه ای را که در حال وقوع است دریابند. عدم تعادل فزاینده میان برداشت و ورودی آبهای زیرزمینی سبب شده که بسیاری از دشت های کشور از سوی وزارت نیرو به عنوان دشت های بحرانی معرفی شوند.

#### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، با انواع منابع و ذخایر آبی و اهمیت حفظ و نگهداری آن آشنا و انواع تأسیسات و نحوه انتقال آب را تشخیص داده و دبی آب را به روش وزنی، حجمی، محاسبه سرعت آب و سطح مقطع جریان اندازه گیری می کند.

## منابع و ذخائر آب

منابع آب شامل موارد زیر است:

- آب‌های سطحی (رودخانه‌ها و سیلاب‌ها)
- آب‌های زیرزمینی (چشمه، قنات، چاه)
- نزولات آسمانی (باران، برف، تگرگ)
- آب‌های دیگر اتمسفر (مه، شبنم)
- آب‌های نامتعارف (فاضلاب‌ها، پساب‌ها و...)

### آب‌های سطحی

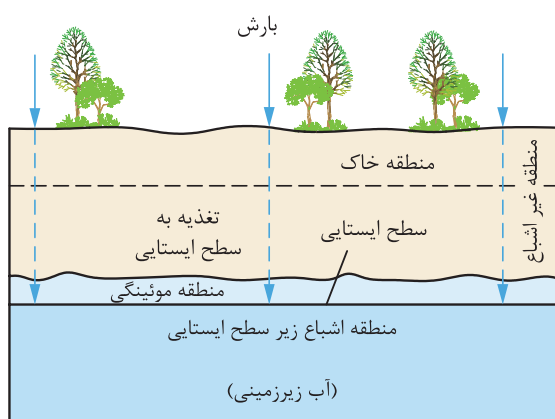


آب این منابع در طول زمان هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی دائماً در حال تغییر است و عموماً کیفیت پایینی دارند ناخالصی‌های عمده این منابع از نوع فیزیکی و دارای مواد معلق معدنی و آلی هستند و در صورت قرار گرفتن در معرض هوا عموماً ناخالصی‌های شیمیایی آنها مانند کلر، آهن، کربنات و بی‌کربنات اکسید می‌شوند. استخرها، حوضچه‌های طبیعی، مخازن سدها، دریاچه‌های آب شیرین، آبگیرها، تالاب‌ها و... جزء آب‌های راکد سطحی هستند. در این منابع، آب جریان ندارد و همیشه در دسترس است؛ ولی ممکن است در طول فصل آبیاری نوسانات شدیدی در سطح آن ایجاد شود، میزان برداشت با توجه به حداقل عمق در طول برداشت لحاظ می‌گردد و وابستگی شدیدی به تغذیه مجدد دارند. از نظر آلودگی، این منابع ناخالصی‌های فیزیکی (شن، سیلت و ...) و املاح محلول ندارند؛ ولی ناخالصی‌های آلی مثل خزه‌ها، جلبک‌ها، برخی جانوران کوچک آبزی و آثار و بقایای موجودات زنده در آنها فراوان یافت می‌شود. البته بخشی از منابع سطحی که جریان دارند مثل رودخانه‌ها و سیلاب‌ها انواع آلودگی‌های فیزیکی و شیمیایی در آنها وجود دارد.

## آب‌های زیر زمینی

منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی بارش‌های محیطی است که پس از بارش به صورت باران و برف به درون زمین نفوذ می‌کند. در مناطق آتشفشانی آب‌های زیرزمینی از سرد شدن بخار آب همراه ماگما پدید می‌آید. در مناطق نفت‌خیز نیز در زمان رسوب‌گذاری مقداری آب شور در بین لایه‌های رسوبی محبوس می‌شود.

## اهمیت منطقه نیمه اشباع



سطحی که در زیر زمین، آب در امتداد آن می‌ایستد، به سطح ایستایی موسوم است. سطح ایستایی کمابیش شکل سطح زمین را به خود می‌گیرد و بر حسب زمان، فاصله آن تا سطح زمین متغیر است. در زیر این سطح، تمام فضاهای موجود در سنگ‌ها پر از آب است. به همین سبب، این منطقه را منطقه اشباع می‌نامند. در بالای سطح ایستایی منطقه دیگری وجود دارد که تا سطح زمین ادامه می‌یابد. در این منطقه فضای موجود بین ذرات خاک و سنگ قسمتی به وسیله هوا و قسمتی توسط آب پر شده است. نام این منطقه،

منطقه غیر اشباع است. بهترین شرایط رشد گیاه در منطقه غیر اشباع است؛ زیرا کلیه شرایط فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز رشد گیاه در این منطقه فراهم می‌شود.

## چشمه

چشمه‌ها هنگامی پدید می‌آیند که آب زیرزمینی به طور طبیعی به سطح زمین می‌رسند و جریانی کم و بیش مداوم داشته باشند. خروج آب از برخی چشمه‌ها به صورت طبیعی و با نیروی زیاد اتفاق می‌افتد. چشمه‌های آب گرم شامل آب‌هایی هستند که در اثر تماس با سنگ‌های زیرزمینی گرم شده‌اند.

## قنات

روش تأمین آب توسط قنات یا کاریز برای اولین بار توسط ایرانیان در حدود سه هزار سال قبل در سرزمین ایران توسعه یافت و سپس در برخی از کشورهای دیگر دنیا نظیر اسپانیا و مکزیک نیز به کار گرفته





شد. قنات عبارت است از: یک رشته چاه (میله) در یک زمین شیبدار که انتهای آنها به کانالی افقی و شیبدار (کوره) متصل است. آب سفره‌های کم‌عمق به ویژه در زمین‌های آبرفتی و دامنه کوه‌ها در کوره تحت نیروی ثقل جریان یافته و هیچگونه انرژی دیگری لازم ندارد. قنات چنانچه مرتب لایروبی و مرمت شود تقریباً به طور مدام آبدهی خواهد داشت.

### اجزای قنات

به اولین چاه که به داخل لایه آبدار حفر می‌شود، مادر چاه اطلاق می‌گردد. محلی را که آب از آن خارج می‌شود مظهر قنات می‌نامند. چاه‌های بین مادر چاه و مظهر قنات را که جهت تسهیل در حفر کوره و لایروبی قنات ایجاد می‌شوند، میل‌ه یا چاه‌های تخلیه و تنفس می‌گویند. بخشی از طول کوره که از لایه آبدار می‌گذرد تره‌کار و قسمت دیگر را خشکه‌کار گویند.

حریم قنات: در تمام طول قنات به عرض ۱۲ متر حریم قنات است که نباید در آن زراعت و آبیاری شود. معمولاً دو طرف حریم نهری احداث می‌شود، تا آب داخل حریم نشود. در صورت لزوم برای عبور نه‌های آب از روی حریم باید به اندازه ۱۲ متر از آن در محدوده حریم با مصالح ساختمانی پوشش داده شود.

### چاه

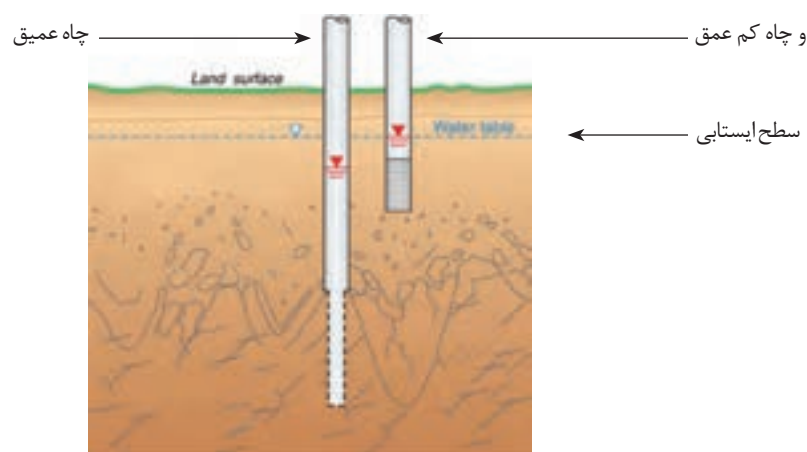
چاه‌ها تا زیر سطح ایستایی حفر می‌شوند. اگر این سطح، به سطح زمین نزدیک باشد، چاه را سطحی و کم‌عمق گویند. چاه‌های کم‌عمق را معمولاً در زمین‌های آبرفتی و با دست حفر می‌کنند. دهانه این چاه‌ها در حدود یک متر است.

### چاه‌های نیمه عمیق

در یک منطقه گاه ممکن است لایه‌های مختلفی از آب زیرزمینی وجود داشته باشد که روی یکدیگر قرار گرفته و به وسیله لایه‌های نفوذناپذیر از هم جدا شده باشند، چنانچه ضمن حفاری در یک منطقه که لایه‌های آب متفاوتی دارد چاه فقط به لایه اول برسد این چاه را چاه نیمه عمیق گویند.

### چاه‌های عمیق

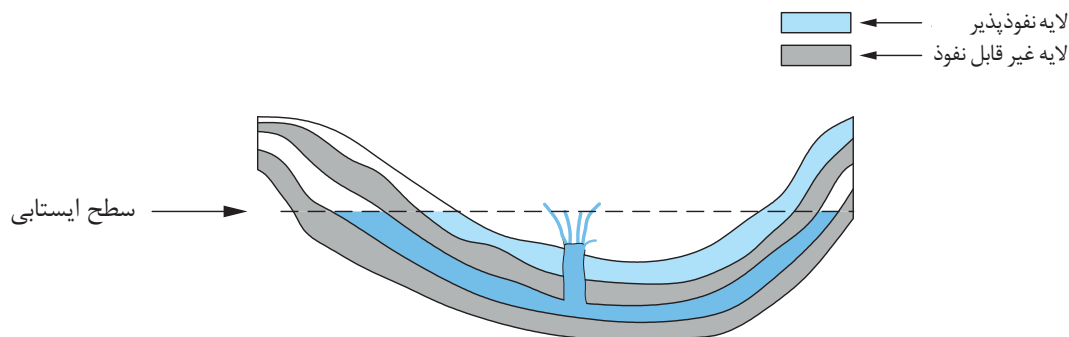
این چاه‌ها صرفاً برای مصارف کشاورزی، قطب‌های صنعتی و یا آب آشامیدنی شهرهای بزرگ حفر می‌شوند. چاه‌های عمیق را چاه‌های لوله‌ای نیز می‌گویند و علت این است که جداره این چاه‌ها به منظور جلوگیری از ریزش لوله‌گذاری می‌شود. این جدار لوله‌ای حالت مشبک دارد تا بتواند به آسانی آب‌ها را از اطراف به داخل چاه نفوذ دهد.



چاه عمیق و چاه کم عمق

### چاه‌های آرتزین

نام این نوع چاه‌ها از ناحیه آرتزیا در فرانسه که برای اولین بار در سال ۱۲۲۶ حفر شد و شروع به فوران کرد اقتباس گردیده است. چنانچه آب زیرزمینی بین دولایه غیرقابل نفوذ قرار گیرد و منطقه تغذیه آب در ارتفاعات بلند واقع شده باشد این آب تحت فشار قرار می‌گیرد. اگر در چنین محل‌هایی چاه حفر شود، به هر صورت سطح ایستابی آب زیرزمینی بالاتر از سطح چاه بوده و آب به صورت فوران از چاه خارج می‌شود که به آن چاه آرتزین می‌گویند.



در چاه آرتزین سطح ایستابی بالاتر از سطح زمین قرار دارد

## فاضلاب‌ها، پساب‌ها، آب زهکش‌ها و آب‌های شور تصفیه شده



فاضلاب‌ها و پساب‌های تصفیه شده، می‌توانند به عنوان منبعی برای تأمین آب، مورد استفاده قرار گیرند به دلیل دبی ثابتی که دارند مورد اطمینان هستند از لحاظ کیفی در استفاده از چنین آب‌هایی باید کلیه جوانب کیفی آب آبیاری مورد توجه قرار گیرد، همانند گرفتگی، مسائل بهداشتی، سمیت بعضی از عناصر و به هم خوردن تعادل عناصر کم‌مصرف در خاک.

تفاوت فاضلاب شهری و پساب صنعتی: فاضلاب شهری از نظر کمی تقریباً دارای دبی ثابت بوده و جریان آن مداوم است و از لحاظ کیفی قابل پیش‌بینی و معمولاً محتوی آلودگی میکروبی می‌باشد؛ ولی پساب صنعتی گاهی محتوی مواد سمی است و مواد آلی آن شاید قابل تجزیه نباشد؛ لذا باید هر دو این نوع آب‌ها را قبل از ورود به شبکه مصرفی تصفیه کرد.

## انتقال آب

اراضی تحت آبیاری غالباً از منابع آب فاصله زیادی دارند. در مسیر انتقال آب از زمین‌های متفاوتی با شرایط مختلف عبور می‌کند که برای کنترل و توزیع آن به تأسیسات خاصی نیاز است که به مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

**کانال‌های روباز:** از معمول‌ترین روش‌های انتقال آب به شمار می‌آیند. در آبراهه‌های روباز آب در امتداد شیب زمین حرکت می‌کند و به همین دلیل این کانال‌ها در قسمت‌های مرتفع شروع شده و در نهایت به مزرعه ختم می‌شوند.

**کانال‌های بدون پوشش:** بر روی زمین حفر می‌شوند و از خاک‌های حفاری به عنوان خاکریز استفاده می‌کنند.



**کانال‌های پوشش‌دار:** کانال‌های بدون پوشش را با مصالح مختلفی چون خاک رس، بتن، آجر، آسفالت و ورقه‌های پلاستیکی پوشش می‌دهند. با ایجاد پوشش از رشد علف‌های هرز، فرسایش خاک و هدر رفت آب آبیاری جلوگیری می‌کنند.

**خطوط لوله:** در بعضی از سیستم‌های آبیاری به جای استفاده از انواع کانال، از لوله استفاده می‌کنند.

مزایای استفاده از لوله برای انتقال آب:

- کاهش تلفات آب
- کنترل علف‌های هرز
- کنترل و توزیع مناسب آب
- کاهش اشغال زمین توسط سیستم آبیاری
- رعایت جنبه‌های بهداشتی و کیفیت آب





با بازدید از مزارع منطقه خود با ساختمان نهر و تجهیزات آن آشنا شده، گزارشی در مورد تجهیزات و روش به کارگیری آنها (دریچه‌های تنظیم و انواع مقسم و ...) تهیه کنید.

## اندازه‌گیری آب در کشاورزی

آیا راجع به این موضوع فکر کرده‌اید که چرا آب آبیاری را اندازه می‌گیریم؟ به دو دلیل لازم است. که آب آبیاری اندازه‌گیری شود:

- کمبود آب و توجه به دیدگاه صرفه‌جویی در مصرف و جلوگیری از تلفات آب
- اطمینان از دریافت آب کافی توسط گیاهان

بنابراین برای کنترل میزان آب مصرفی و اجرای آبیاری صحیح، لازم است مقدار آبی را که از منبع اصلی وارد کانال‌ها و بالاخره وارد واحدهای زراعی می‌شود اندازه‌گیری کرد. واحد سنجش آب مصرفی در کشاورزی چیست؟ چگونه و با چه وسایلی می‌توان آب مصرفی در کشاورزی را اندازه گرفت؟ برای پاسخ به این سؤالات نیاز به دانستن مطالبی است که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

### تعریف دبی جریان

مقدار آبی را که در یک ثانیه از یک منبع آب (چاه، چشمه، قنات، رودخانه، کانال و ...) جریان پیدا می‌کند دبی، بده و یا آبدهی آن منبع می‌گویند و با حرف **Q** نشان می‌دهند. دبی جریان آب را در سیستم متریک برحسب مترمکعب در ثانیه و یا لیتر در ثانیه بیان می‌کنند. واحد مترمکعب در ثانیه برای دبی‌های زیاد مثل رودخانه و کانال‌های بزرگ و واحد لیتر در ثانیه برای جریان‌های آب چاه‌ها و آبی که وارد نشستی‌ها می‌شود، به کار می‌رود. برای تبدیل مترمکعب در ثانیه به لیتر در ثانیه می‌توان آن را در ۱۰۰۰ ضرب کرد. در گذشته واحدهای مختلف محلی برای اندازه‌گیری جریان آب در ایران وجود داشت که در بعضی نقاط هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد که متداول‌ترین آنها سنگ است. هر سنگ آب معادل ۱۴ لیتر در ثانیه است. از واحدهای قدیمی دیگر می‌توان: دست آب، جرعه، سبو، لوله، نهرآب، دانگ و آب بیل را نام برد. روش‌هایی که برای اندازه‌گیری دبی جریان آب بکار برده می‌شوند که عموماً در دو گروه کلی قرار می‌گیرند: هر یک از روش‌های اندازه‌گیری دبی آب دارای محاسن و معایب بوده و در شرایط معینی بکار می‌روند.

- روش‌هایی که در آنها مستقیماً دبی آب اندازه‌گیری می‌شود.
- روش‌هایی که در آنها سرعت جریان آب اندازه‌گیری شده و بعد با محاسبه سطح مقطع جریان دبی را به دست می‌آورند.



## روش‌های اندازه‌گیری مستقیم دبی جریان آب

در این روش‌ها با بکارگیری ابزار و وسایل مخصوص، دبی را براساس فرمول‌ها و اندازه‌گیری‌های ساده به دست می‌آورند:

**روش وزنی:** در این روش مقدار آب جریان یافته از یک منبع آب را در واحد زمان برحسب واحد وزنی اندازه می‌گیریم.

فعالیت

عنوان آزمایش: روش وزنی اندازه‌گیری مستقیم دبی جریان آب

محل آزمایش: آزمایشگاه با محوطه هنرستان

ابزار و مواد آزمایش: سطل پلاستیکی، زمان‌سنج، ترازوی بزرگ تا ظرفیت ۲۰ کیلوگرمی، ماشین حساب



مراحل آزمایش

۱. در ابتدا ظرف خالی را وزن کنید.
۲. شیر آب را باز کرده و همزمان با گذاشتن ظرف در زیر شیر آب زمان‌سنج را به کار بیندازید.
۳. همزمان با پر شدن ظرف، آن را از زیر شیر آب خارج کرده و زمان‌سنج را متوقف کرده و شیر آب را ببندید.
۴. ظرف محتوی آب را توزین و زمان طی شده برای پر شدن ظرف را محاسبه کنید.
۵. با استفاده از فرمول مقابل دبی جریان را محاسبه کنید.

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{t \times \gamma}$$

$Q$  = دبی یا بده جریان برحسب لیتر در ثانیه

$P_1$  = وزن ظرف خالی برحسب کیلوگرم

$P_2$  = وزن ظرف با آب برحسب کیلوگرم

$t$  = زمان برحسب ثانیه

$\gamma$  = وزن مخصوص آب برحسب کیلوگرم در لیتر (۱ کیلوگرم

در لیتر)

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

صرفه جویی در مصرف آب ما را از منابع جدید بی نیاز می‌کند.

مثال: در روش اندازه‌گیری دبی آب به روش وزنی مفروضات زیر را داریم. دبی را برحسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

$$P_1 = 14 \text{ kg} \quad P_2 = 34 \text{ kg} \quad t = 100 \text{ s} \quad \gamma = 1 \text{ kg/l}$$

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{t \times \gamma} = \frac{34 - 14}{100 \times 1} = \frac{20}{100} = 0.2 \text{ l/s}$$

### روش حجمی

در این روش به طور مستقیم حجم آب جریان یافته از منبع آب را برحسب واحد حجمی در زمان معین اندازه گرفته و سپس دبی را در واحد زمان محاسبه می‌کنیم. روش حجمی دقیق‌تر از روش وزنی است.

فعالیت

عنوان آزمایش: روش حجمی اندازه‌گیری مستقیم دبی جریان آب

محل مواد: آزمایشگاه یا محوطه هنرستان

ابزار و وسایل آزمایش: سطل پلاستیکی مدرج، زمان‌سنج، ماشین حساب

#### مراحل آزمایش

۱. شیر آب را باز کرده و همزمان با قرار دادن ظرف مدرج زمان‌سنج را بکار بیندازید.

۲. همزمان با پر شدن ظرف آن را از زیر شیر آب خارج کرده و زمان‌سنج را متوقف کنید.

۳. حجم آب ظرف و زمان اندازه‌گیری شده را به دست آورید.

۴. با استفاده از فرمول زیر دبی جریان را محاسبه کنید.



$$Q = \frac{V}{t}$$

$Q$  = دبی برحسب لیتر در ثانیه

$V$  = حجم ظرف برحسب لیتر

$t$  = زمان پر شدن ظرف برحسب ثانیه

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

بدون آب زندگی در کره زمین امکان پذیر نیست.

مثال: اگر حجم ظرفی ۲ مترمکعب باشد و این ظرف در مدت ۵۰ ثانیه از طریق جریان یک لوله آب پر شود، دبی جریان این لوله را برحسب لیتر در ثانیه محاسبه کنید.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{2 \times 1000}{50} = \frac{2000}{50} = 40 \text{ l/s}$$

## اندازه‌گیری دبی آب در کانال‌ها با تعیین سرعت و سطح مقطع جریان آب

با توجه به تعریف دبی، مقدار آب را در کانال‌ها می‌توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$Q = V \times S$$

$Q =$  دبی بر حسب مترمکعب در ثانیه  
 $V =$  سرعت آب بر حسب متر در ثانیه  
 $S =$  سطح مقطع آب در کانال بر حسب مترمربع

واضح است که برای تعیین  $Q$  باید سرعت متوسط آب در کانال و سطح مقطع جریان آب در کانال را تعیین کرد. در ادامه نحوه اندازه‌گیری دو عامل مذکور را شرح می‌دهیم.

**اندازه‌گیری سرعت آب در کانال‌ها:** همان‌طور که می‌دانیم سرعت هر جسم متحرک عبارت است از: مسافت طی شده توسط آن جسم در واحد زمان.

$$V = \frac{L}{t}$$

$V =$  سرعت بر حسب متر در ثانیه  
 $L =$  مسافت بر حسب متر  
 $t =$  زمان بر حسب ثانیه

سرعت آب در کانال‌ها را می‌توان با روش‌های مختلف اندازه گرفت که انتخاب روش معین به شرایط محلی و دقت موردنیاز و در اختیار بودن وسایل و امکانات بستگی دارد. با استفاده از جسم شناور ساده و با سرعت سنج مکانیکی (مولینه) می‌توان سرعت آب را اندازه‌گیری نمود.

### اندازه‌گیری سرعت آب در کانال با جسم شناور ساده

برای تعیین سرعت آب در این روش که ساده‌ترین و معمولی‌ترین روش اندازه‌گیری است دو نقطه را در مسیر آب به طول مشخص که نسبتاً مستقیم و عاری از علف هرز باشد انتخاب کرده و جسمی را که کمتر تحت اثر باد قرار گیرد (مثل یک بطری که تا نصف از آب پر شده) در ابتدای مسیر انتخاب شده (نقطه A) انداخته و فاصله زمانی را که جسم شناور به انتهای مسیر (نقطه B) برسد با زمان سنج اندازه‌گیری می‌کنند. اگر فاصله زمانی لازم  $t$  و فاصله بین دو نقطه (A و B) برابر با  $L$  باشد سرعت آب سطحی از رابطه زیر به دست می‌آید.

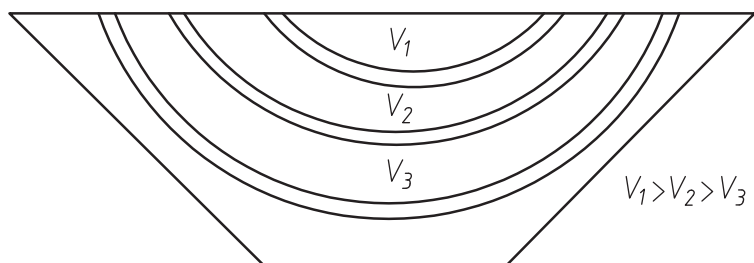
$$V = \frac{L}{t}$$

$L =$  مسافت بر حسب متر  
 $t =$  زمان بر حسب ثانیه  
 $V =$  سرعت بر حسب متر در ثانیه

باید توجه کرد که سرعت جریان آب در دو طرف نهر کمتر و در وسط بیشتر است. همچنین سرعت آب در اعماق مختلف نهر متفاوت است که بیشترین سرعت در سطح آب و کمترین آن در کف کانال است؛ لذا برای محاسبه سرعت، سرعت متوسط را اندازه‌گیری می‌کنند. مقدار  $K$  به عمق آب بستگی دارد و حدوداً  $0/8$  در نظر می‌گیرند.

$$V_m = K \times V$$

$V_m =$  سرعت متوسط بر حسب متر در ثانیه  
 $V =$  سرعت سطحی بر حسب متر در ثانیه  
 $K =$  ضریب ثابت  $\cong 0/8$



### اندازه‌گیری سرعت با سرعت‌سنج مکانیکی (مولینه)

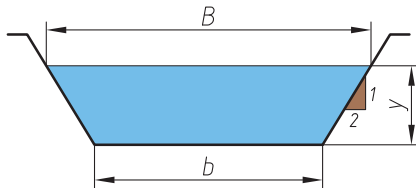
سرعت‌سنج یا مولینه، متداول‌ترین وسیله اندازه‌گیری سرعت آب است. اساس کار سرعت‌سنج‌ها، پروانه‌ای است که در مقابل جریان آب قرار می‌گیرد و در اثر سرعت آب به چرخش درمی‌آید. سرعت چرخش پروانه به سرعت آب بستگی دارد. سرعت آب روی صفحه نمایش داده می‌شود.



سرعت سنج یا مولینه

## اندازه‌گیری سطح مقطع آب در کانال‌ها

برای محاسبه سطح مقطع جریان آب، مقطع نهر دست‌ساز و دارای شکل هندسی منظم (ذوزنقه‌ای، مستطیل، نیم‌دایره، مثلثی) را با استفاده از قواعد هندسی به دست می‌آورند. در مواردی که سطح مقطع نهر شکل هندسی غیرمنظم داشته باشد در این صورت از طریق محاسبه عمق متوسط و حاصلضرب آن در عرض جریان آب، سطح مقطع جریان را به دست می‌آوریم.



$$S = \frac{B+b}{2} \times y$$

در مواردی که سطح مقطع نهر شکل هندسی غیرمنظم داشته باشد از طریق محاسبه عمق متوسط و حاصلضرب آن در عرض جریان، سطح مقطع را محاسبه می‌کنیم. همانند شکل روبه‌رو:



در چند نقطه عمق را اندازه‌گیری نموده و میانگین آنها را به عنوان عمق متوسط گزارش می‌کنند.

$$dm = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6}{6}$$

عمق متوسط حاصل، در عرض مقطع که به راحتی اندازه‌گیری می‌شود، ضرب می‌شود.

عنوان آزمایش: اندازه‌گیری دبی آب در کانال‌ها با تعیین سرعت و سطح مقطع جریان آب

فعالیت

محل آزمایش: مزرعه (کانال یا نهر آب)



ابزار و وسایل آزمایش: جسم شناور یا مولینه، زمان‌سنج، خط‌کش، متر، ماشین حساب

مراحل آزمایش

الف) اندازه‌گیری سرعت متوسط آب

۱. دو نقطه را در مسیر آب به طول ۲۰ متر که نسبتاً مستقیم و عاری از علف هرز باشد انتخاب کنید.
۲. یک بطری که تا نصف از آب پر شده در ابتدای مسیر انداخته و زمانی را که به انتهای مسیر می‌رسد را با زمان‌سنج اندازه‌گیری کنید.

۳. سرعت آب سطحی را از فرمول زیر به دست آورید.

$$V = \frac{L}{t}$$

$L$  = مسافت بر حسب متر

$t$  = زمان بر حسب ثانیه

$V$  = سرعت بر حسب متر در ثانیه

۴. سرعت متوسط را با استفاده از رابطه  $V_m = K \times V$  حساب کنید.

$V_m$  = سرعت متوسط آب

$V$  = سرعت سطحی آب

$K$  = ضریب ثابت  $\approx 0.8$

ب) اندازه گیری سطح مقطع کانال

۱. مقطعی از یک آب گذر را که دارای جریان نسبتاً ملایمی است انتخاب کنید.

۲. خط کش را در کف نهر قرار داده به طوری که صفر خط کش در کف واقع شود.

۳. سپس در فواصل مختلف عمق آب را اندازه بگیرید.

۴. متوسط عمق ها را محاسبه کنید.

۵. از حاصل ضرب عمق متوسط در عرض جریان، سطح مقطع جریان را به دست آورید.

ج) محاسبه دبی جریان

دبی آب کانال از رابطه  $Q = V \times S$  به دست آورید.

$Q$  = دبی بر حسب مترمکعب در ثانیه

$V$  = سرعت آب بر حسب متر در ثانیه

$S$  = سطح مقطع آب در کانال بر حسب مترمربع

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

در جریان های شدید آب در کانال ها ایمنی را رعایت کنید.

## بازده آبیاری

در دنیایی که آب بسیار ارزشمند است، نباید قطره‌ای از آن را هدر داد. لازم است تمام کسانی که از آب برای آبیاری استفاده می‌کنند، بازده آن را مشخص کنند؛ البته بازده آبیاری در نقاط مختلف متفاوت است. بازده را در لغت نسبت منافع حاصل بر منبع سرمایه‌گذاری شده می‌گویند و در آبیاری، بازده به مفهوم نسبت آب مصرفی به وسیله گیاه بر کل آب جدا شده از منبع آبی است. یکی از اهداف محاسبه بازده آبیاری، ارزیابی سیستم آبیاری و اصلاح میزان آب مصرفی در جهت حداکثر استفاده از آن است. هدف‌های دیگری مانند محاسبه ظرفیت کانال‌های آب‌بر، تعیین توان موتور پمپ و یا الکترو پمپ‌ها و ... دنبال می‌شود. افزایش بازده آبیاری مستلزم کاهش تلفات آن است. به طور کلی آب بلافاصله پس انشعاب از منبع اصلی (رودخانه، چاه، یا هر منبع دیگر) تا محلی که به مصرف گیاه می‌رسد، تحت تأثیر عواملی نظیر نفوذ به اعماق خاک، تبخیر از سطح آب در کانال، جریان‌های سطحی و غیره تلف می‌شود. هرچه تلفات بیشتر باشد، به همان نسبت مقدار بازده کمتر خواهد بود. بازده آبیاری را به چند جزء تقسیم می‌کنند:

- بازده منبع
- بازده انتقال
- بازده توزیع
- بازده کل که حاصلضرب همه بازده‌ها است.

بازده منبع به مقدار آبی که از یک منبع مانند استخر خارج شده است نسبت به مقدار آبی که در ابتدا وارد استخر شده است را بازده منبع می‌گویند. هرچه آب کمتر از استخر هدر رود بازده آن بالا است.

بنابه تعریف بازده انتقال، مقدار آب رسیده به محل مصرف، تقسیم بر مقدار آب گرفته شده از منبع آبی می‌گویند. برای افزایش بازده انتقال باید تلفات انتقال را شناخت و آن را کاهش داد. به طور کلی بازده انتقال را در کانال‌های خاکی می‌توان ۵۰ درصد و در کانال‌های بتنی تا ۹۵ درصد و در لوله‌های فولادی تا ۹۹ درصد در نظر گرفت.

همیشه منبع آب آبیاری و مزرعه (محل مصرف) در یک محل واقع نشده‌اند. در این صورت باید آب را از فاصله‌ای دور به مزرعه منتقل کرد. در این عمل کمیت و کیفیت آب تحت تأثیر عوامل مختلفی تغییر می‌کند که حادترین حالت آن زمانی است که کانال خاکی از زمین‌هایی با کیفیت خاک نامطلوب با بافت سبک عبور کند. با اندازه‌گیری آب در محل انشعاب از منبع آب آبیاری (چاه، چشمه قنات، رودخانه و ...) و اندازه‌گیری آن در محل ورود به مزرعه می‌توان تلفات آب در مسیر انتقال و در نهایت بازده را اندازه‌گیری کرد.

$$\text{بازده انتقال} = \frac{\text{دبی آب در محل ورود به مزرعه}}{\text{دبی آب در محل انشعاب از منبع}}$$

بازده کل سیستم آبیاری برابر است با حاصلضرب بازده‌ها:

بازده توزیع × بازده انتقال × بازده منبع = بازده کل

## ارزشیابی شایستگی منابع آب و اندازه‌گیری دبی آن

### شرح کار:

- ۱- بررسی و مقایسه منابع آبی
- ۲- اندازه‌گیری دبی به روش وزنی و روش حجمی
- ۳- اندازه‌گیری دبی آب کانال با تعیین سرعت و سطح مقطع
- ۴- تعیین بازده آبیاری

### استاندارد عملکرد:

با انواع منابع و ذخایر آبی و اهمیت حفظ و نگهداری آن آشنا و انواع تأسیسات و نحوه انتقال آب را تشخیص داده و دبی آب را به روش وزنی، حجمی و محاسبه سرعت آب و سطح مقطع جریان اندازه‌گیری و مشخص می‌کند.

### شاخص‌ها:

- ۱- ارائه تحقیق و گزارش از انواع منابع آبی و تعیین روش بهره‌برداری از آن
- ۲- توزین ظرف خالی، سنجش زمان در زمان آبیاری، توزین، محاسبه
- ۳- تعیین طول، انتخاب و آماده‌سازی جسم شناور، سنجش زمان حرکت، محاسبه سرعت، اندازه‌گیری سطح مقطع نهر، محاسبه
- ۴- تعیین بازده منبع - بازده انتقال

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- محل اجرا: آزمایشگاه خاک شناسی، انبار خاکی و بتونی زمین زراعی
- تجهیزات: ترازوی دیجیتال، زمان سنج، ماشین حساب، سطل مدرج، مولینه، خط کش، متر، بطری،
- مواد: آب
- منابع: جداول استاندارد

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی و مقایسه منابع آبی	۱	
۲	اندازه‌گیری دبی به روش وزنی و روش حجمی	۲	
۳	اندازه‌گیری دبی آب کانال با تعیین سرعت و سطح مقطع	۲	
۴	تعیین بازده آبیاری	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیر فنی: محاسبه و ریاضی - سازمان دهی اطلاعات - جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی - جلوگیری از هدر رفت آب/ نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



### آب در خاک و گیاه

- آیا نیاز آبی گیاهان یکسان است؟
- آیا می دانید چه نیرویی سبب می شود آب از ریشه گیاه به قسمت های بالایی گیاه حرکت کند؟

در شرایط مزرعه، ریشه ها در خاک نسبتاً مرطوب نفوذ می کنند، در حالی که ساقه و برگ ها در محیط نسبتاً خشک رشد می نمایند. این امر موجب جریان مستمر آب از طریق خاک به داخل گیاه و به اتمسفر می شود.

#### استاندارد عملکرد

هنر جو پس از اتمام این واحد یادگیری با انجام آزمایش حرکت آب در خاک و صورت های مختلف آب در خاک آشنا شده و ضرایب رطوبتی خاک مانند: حد ظرفیت زراعی و حد پژمردگی گیاه را تعیین می کند.

## حرکت آب در خاک

آب به حالت جامد در خاک حرکتی نداشته، ولی در حالت‌های مایع و بخار در جهات مختلف حرکت می‌کند. این پدیده کنترل‌کننده سرعت نفوذ آب به داخل خاک بوده، آب موردنیاز ریشه‌ها را تأمین کرده و در ضمن باعث حرکت آب‌های زیرزمینی به طرف چشمه‌ها و جویبارها می‌شود. جریان آب به حالت مایع در خاک به دو صورت اشباع و غیراشباع می‌تواند وجود داشته باشد. معمولاً بعد از بارندگی و آبیاری حالت اشباع و تا قبل از خشک شدن حالت غیراشباع وجود دارد. در هر دو حالت آب می‌تواند در دو جهت حرکت کند.

### حرکت آب از بالا به پایین

در حالت اشباع آب در اثر نیروی وزن جریان می‌یابد در این حالت خلل و فرج بزرگ محتوای آب بوده و آب با سرعت از طریق این خلل و فرج رو به پایین حرکت می‌کند. در حالت غیراشباع خلل و فرج بزرگ از آب تخلیه شده در نتیجه عامل نیروی وزن اهمیت خود را از دست داده و در این صورت آب تحت تأثیر نیروی کشش سطحی به صورت لایه‌هایی در اطراف ذرات خاک جریان می‌یابد و حرکت آن کندتر از حالت اشباع است. علاوه بر نیروی وزن و نیروی کشش سطحی عوامل دیگری در مقدار جریان آب از بالا به پایین تأثیر دارد بافت خاک، ساختمان خاک، مقدار کلوئیدهای آلی و معدنی خاک و غیره از آن جمله می‌باشند. جریان آب از بالا به پایین از نظر آبیاری و زهکشی اهمیت داشته باعث ذخیره باران، نفوذ آب به خاک و جلوگیری از فرسایش می‌شود.

### حرکت آب از پایین به بالا

در اثر خاصیت موینگی منافذ خاک، آب به طرف بالا صعود می‌کند. خلل و فرج خاک منافذ بسیار ریزی در خاک ایجاد می‌کنند که مانند لوله‌های موین عمل می‌کند. به علت وجود نیروی پیوستگی و چسبندگی، آب از این لوله‌ها بالا می‌رود. هرچه قطر لوله‌های موین کمتر باشد، ارتفاع صعود آب بیشتر خواهد بود. این پدیده باعث می‌شود آب از سطح آب‌های زیرزمینی به طرف بالا حرکت کرده، آب مورد نیاز گیاهان را تأمین کند. اگر سطح آب زیرزمینی پایین‌تر از عمق یک متری نباشد جریان صعودی آب برای آبیاری زیرزمینی محصولات زراعی کافی است.

فعالیت

عنوان آزمایش: حرکت افقی و عمودی آب

محل آزمایش: آزمایشگاه

ابزار و مواد آزمایش: گلدان، خاک مزرعه، ظرف مناسب برای اضافه کردن آب به صورت قطره‌ای

## مراحل آزمایش

- ۱- گلدانی را از خاک مزرعه پر کنید.
- ۲- در سطح خاک گلدان قطره قطره آب بریزید.
- ۳- پس از مدتی که این عمل را انجام دادید چه مشاهده می‌کنید؟
- ۴- آب در چه جهتی حرکت کرده است؟
- ۵- پاسخ را از منابع معتبر تحقیق کنید.

جذب آب توسط گیاه و حرکت آن در خاک به مقدار آب یا رطوبت بستگی ندارد. معنی این سخن این است که حرکت آب در داخل خاک لزوماً به مقدار آب وابسته نیست و آب همیشه از جای زیادتر به جای کمتر حرکت نمی‌کند بلکه حرکت آب از یک نقطه به نقطه دیگر، به مقدار پتانسیل آب در خاک وابسته است. به عبارت دیگر آب از یک نقطه که با نیروی کمتری نگه داشته می‌شود به سمت دیگر که نیروی بیشتری بر آب اعمال می‌شود حرکت می‌کند. پس پتانسیل آب جهت حرکت آن را مشخص می‌کند و آب از جایی با پتانسیل آزاد بیشتر به جایی با پتانسیل آزاد کمتر حرکت می‌کند. اگر دو خاک با رطوبت یکسان ولی با بافت مختلف را در نظر بگیرید آب از خاک با بافت درشت به سمت خاک با بافت ریز حرکت می‌کند زیرا در خاک شنی آب با نیروی کمتری به ذرات خاک می‌چسبد و به همین جهت آسان‌تر حرکت می‌کند.

## آب در خاک

آب در خاک به شکل‌های مختلفی دیده می‌شود که انواع آن در زیر آمده است:

**آب آزاد یا آب ثقلی:** آبی است که منافذ درشت و متوسط خاک را پر می‌کند و تحت تأثیر نیروی وزن در خاک حرکت می‌کند. این نوع آب برای رشد گیاه مفید نیست زیرا به سرعت از دسترس گیاه خارج و ریشه گیاه نمی‌تواند آن را جذب کند. از طرفی عناصر غذایی پس از محلول شدن در آب همراه آن از خاک خارج می‌شود. در شرایط زهکشی نامناسب نیز باعث کاهش اکسیژن خاک می‌شود که برای ریشه گیاهان و موجودات زنده هوای خاک مضر است.

**آب موئینه یا آب کاپیلاری:** مقدار آبی است که در روزنه‌ها و منافذ ریز خاک نگهداری می‌شود. این نوع آب مورد استفاده گیاه می‌باشد. خاک‌های سنگین که روزنه‌های ریز زیادی دارند مقدار آب موئینه بیشتری در خود جای می‌دهند. روزنه‌های ریز خاک مانند لوله‌های مویین عمل می‌کنند. هر چه قطر این لوله‌ها کمتر باشد ارتفاع صعود آب بیشتر است.

**آب هیگروسکوپی یا آب پوسته‌ای:** مقدار آبی است که به صورت غشایی نازک در اطراف ذرات خاک با نیروی بسیار زیاد قرار دارد و فاقد تحرک است و فقط به صورت گاز حرکت می‌کند. این نوع آب نیز برای گیاه غیرقابل استفاده است.

**آب ساختاری یا آب ترکیبی:** آبی است که در ساختمان کانی‌های سنگ‌ها قرار دارد؛ به طور مثال در کانی گچ یا ژیپس با فرمول شیمیایی  $(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$  مقداری آب وجود دارد که غیرقابل استفاده گیاهان است؛ زیرا این نوع آب با نیروی زیادی به کانی پیوسته است و در دمای حدود ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد از کانی یا سنگ می‌تواند خارج شود.

### حدود آب در خاک یا ضرایب رطوبتی

**حد اشباع:** مقدار آب در خاک در حال تغییر است. وقتی که بارندگی رخ داده باشد و یا آبیاری صورت گرفته باشد. اکثر منافذ خاک توسط آب پر می‌شود در این حالت خاک در حالت اشباع است. حد اشباع خاک را با S نمایش می‌دهند.

**حد ظرفیت زراعی:** بسته به نوع بافت خاک معمولاً یک تا سه روز بعد از آبیاری، مقدار آب در خاک به حدی می‌رسد که در این حالت منافذ درشت خاک از آب تخلیه شده ولی منافذ ریز، پر از آب بوده و گیاهان می‌توانند از آن استفاده کنند. به این حد از رطوبت ظرفیت زراعی می‌گویند و آن را با FC نشان می‌دهند.

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین ظرفیت زراعی

محل آزمایش: مزرعه

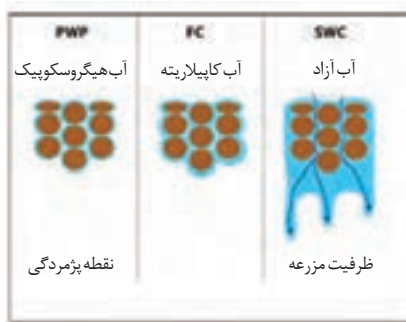
ابزار و وسایل آزمایش: اگر یا مته، ورقه پلاستیکی سیاه، ترازوی دقیق، بیلچه یا سیلندر نمونه برداری

مراحل آزمایش

۱. کرت کوچکی به مساحت ۲/۵ مترمربع را چنان انتخاب کنید که نمونه‌ای از خاک مزرعه باشد. نکته: توجه کنید که سطح سفره آب زیرزمینی پائین‌تر از ۲ متر باشد.
۲. کرت انتخابی را از علف‌های هرز پاک کرده و سپس به آن تا حد اشباع، آب اضافه کنید.
۳. ورقه پلاستیکی سیاه رنگی را روی سطح کرت بکشید تا از تبخیر جلوگیری کند.
۴. با استفاده از اگر، نمونه‌های خاک مرطوب را از عمق مناسب در هر صبح و عصر برداشت کرده و رطوبت آن را تعیین کنید. (مراجعه به آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک)
۵. عمل نمونه‌برداری را تا زمانی که رطوبت خاک در روزهای متوالی تقریباً برابر شوند، ادامه دهید (طول آزمایش حداقل سه روز).
۶. منحنی تغییر رطوبت روزانه را نسبت به زمان رسم کنید.
۷. کمترین مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده را به عنوان ظرفیت زراعی اعلام کنید.

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:  
یکی از اقدامات مؤثر در کاهش مصرف آب استفاده از شیرآلات کم مصرف است.

**حد نقطه پژمردگی:** با جذب تدریجی آب توسط گیاهان و خروج آب به صورت تبخیر از سطح خاک و زهکشی مقدار آب کاهش یافته و به حدی می‌رسد که آثار پژمردگی در برگ گیاه ظاهر می‌شود به این حد رطوبتی، نقطه پژمردگی موقت می‌گویند. در این حالت گیاه در روز پژمرده و در شب شادابی خود را به دست می‌آورد. در این زمان اگر آبیاری صورت گیرد گیاه شادابی خود را باز می‌یابد. با ادامه کم‌آبی اگر آبیاری صورت نگیرد گیاه شادابی خود را از دست داده و رشد گیاه عملاً متوقف می‌شود به این حد رطوبتی پژمردگی دائم می‌گویند و آن را با WP نمایش می‌دهند.

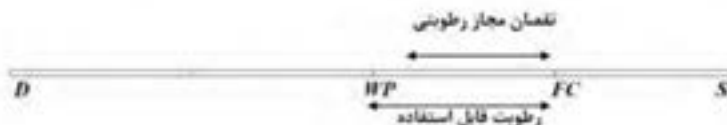


آب در دسترس برای رشد گیاهان

**حد خشکی:** در صورتی که خروج آب از خاک ادامه یابد و خاک از آب تخلیه شود به صورتی که اکثر منافذ خاک را هوا پر کند می‌گویند خاک کاملاً خشک است. به این حد رطوبتی حد خشکی می‌گویند و آن را با D نمایش می‌دهند.

## آب مورد نیاز و نقصان مجاز رطوبتی

تغییرات آب در خاک را به صورت شکل زیر نشان می‌دهند.



مقداری از رطوبت خاک را که بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی است، رطوبت قابل استفاده می‌گویند. این رطوبت مورد استفاده گیاه است و مقدار آن در خاک‌های مختلف متفاوت است. تمام رطوبت قابل استفاده به راحتی قابل جذب گیاه نیست و در نزدیکی نقطه پژمردگی جذب آب به سختی صورت می‌گیرد. آن مقدار از رطوبت قابل استفاده که به راحتی جذب گیاه می‌شود نقصان مجاز رطوبتی یا آب سهل‌الوصول نام دارد و معمولاً بین ۷۵-۵۰ درصد رطوبت، قابل استفاده است. این مقدار رطوبت از FC شروع شده و تا قبل از WP ادامه می‌یابد. مشخص کردن حدود رطوبتی خاک برای مدیریت آبیاری و تعیین نوع آبیاری اهمیت زیادی دارد.

عنوان آزمایش: محاسبه آب قابل دسترس گیاه

محل آزمایش: گلخانه یا هر مکان مناسب رشد گیاه

ابزار و وسایل آزمایش: گلدان شمعدانی یا یک گیاه دیگر، ترازوی دقیق، آب پاش

مراحل آزمایش



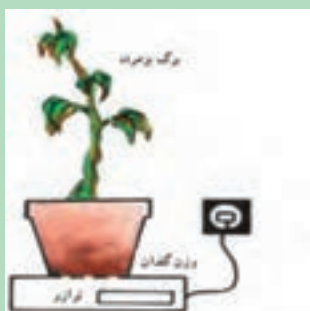
- ۱- مقدار کمی آب در گلدان بریزید. چه اتفاقی می افتد؟ آب ریخته شده در گلدان کجا ذخیره می شود؟
- ۲- ریختن آب در گلدان را ادامه دهید تا آب از ته گلدان خارج شود. آب خارج شده از گلدان کدام صورت آب در خاک است؟



- ۳- آبیاری گلدان را متوقف کنید و صبر کنید تا خارج شدن آب از ته گلدان به پایان برسد. رطوبت باقی مانده در گلدان همان حد رطوبت مزرعه است.



- ۴- جرم گلدان را با ترازو اندازه گیری کنید و در دفترچه خود یادداشت نمایید.
- ۵- گلدان را در مکان مناسب رشد گیاه تا چند روز نگهداری کنید. هر روز به نوبت از آن بازدید کنید. زمانی که گیاه در روز (دما و نور) پژمرده شد و در شب (خنک) شادابی خود را به دست آورد گیاه به پژمردگی موقت رسیده است.



- ۶- قطع آبیاری را همچنان ادامه دهید تا گیاه در شب (خنک) هم شاداب نشود. در این حالت گیاه به پژمردگی دائم رسیده است.
- ۷- جرم گلدان را در این مرحله نیز با ترازو اندازه گیری نمایید و در دفترچه یادداشت کنید.
- ۸- اختلاف وزن گلدان را در دو مرحله ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم حساب کنید. عدد به دست آمده همان آب قابل دسترس است.
- ۹- گزارش انجام آزمایش را به هنرآموز خود ارائه دهید.

## عوامل مؤثر در جذب آب توسط ریشه

جریان ممتد آب از خاک به ریشه و از آنجا به ساقه و برگ ادامه دارد. همراه با انتقال آب، مواد کانی به صورت یون وارد ریشه شده و از راه آوندهای چوبی به همه نقاط گیاه حرکت می‌کنند. بدین ترتیب نیاز سلول‌های گیاه به مواد کانی برآورده می‌شود. برحسب تعریف به آب حاوی یون‌ها که در آوندهای چوبی جریان پیدا می‌کند شیره خام گفته می‌شود. عوامل مختلفی در جذب آب دخالت دارند که عبارت‌اند از:



■ **وسعت و عمق ریشه:** هرچه گسترش و پراکندگی ریشه‌های گیاه بیشتر بوده و در عمق زیادتری از خاک فرو رفته باشند مقدار آبی را که می‌توانند جذب کنند زیادتر خواهد بود.

■ **عمق خاک زراعی:** هرچه عمق خاک زراعی بیشتر باشد قابلیت نفوذ ریشه بیشتر بوده و در نتیجه گیاه از ذخیره آب زیادتری استفاده خواهد کرد.

■ **درجه چوب پنبه‌ای شدن غشاء ریشه:** ریشه‌های موئینه جوان قدرت جذب بیشتری نسبت به ریشه‌های پیر و چوب پنبه‌ای شده دارند.

■ **تبخیر و تعرق گیاه:** هر چقدر تبخیر و تعرق از گیاه بیشتر باشد به همان نسبت جذب آب توسط ریشه افزایش می‌یابد.

■ **حرارت خاک:** چنانچه حرارت خاک کم باشد جذب آب کاهش می‌یابد و اگر حرارت خاک کم و زمین یخ‌زده باشد، هیچگونه جذبی صورت نمی‌گیرد. همچنین در صورتی که درجه حرارت خاک از حد معینی بالاتر باشد جذب آب کاهش می‌یابد. طبق محاسبات مشخص شده است که بهترین درجه حرارت خاک در روز ۲۴ درجه سانتیگراد و در شب ۱۸ درجه سانتیگراد است.

■ **تهویه خاک:** با کاهش جریان هوا در اطراف ریشه مقدار جذب به وسیله ریشه گیاه کاهش یافته و در بعضی موارد سبب خفگی گیاه می‌شود به طور کلی مقاومت گیاهان بسته به نوع گیاه در مقابل تهویه متفاوت است.

■ **غلظت محلول خاک:** هر قدر غلظت املاح محلول در آب بیشتر باشد فشار اسمزی آن بیشتر خواهد شد و بنابراین مقدار جذب آب کاهش می‌یابد. پس هرچه آب شورتر باشد مقدار جذب آب توسط ریشه کاهش می‌یابد.

## مراحل جذب املاح توسط ریشه

خاک محل مناسبی برای ذخیرهٔ املاح مورد نیاز گیاهان است. املاح موجود در خاک، در آب حل شده و توسط ریشه جذب می‌گردد؛ مراحل جذب املاح به شرح زیر است:

۱. حرکت یون‌های غذایی به سمت ریشه
۲. تراکم یون‌ها در سلول‌های ریشه
۳. حرکت شعاعی یون‌ها از سطح ریشه به داخل آوندهای چوبی
۴. حرکت یون‌ها از آوندهای چوبی به ساقه، شاخه و برگ

عوامل مؤثر در جذب املاح توسط ریشه، عبارت‌اند از:

- نوع گیاه
- وسعت و عمق ریشه
- سوخت و ساز سلولی
- تنفس ریشه
- غلظت املاح موجود در خاک و نوع ترکیب آنها
- تهویه خاک
- درجه حرارت خاک
- رطوبت خاک

آزمایشات نشان داده است که بیشترین مقدار جابجایی املاح از ریشه به سایر اندام‌ها در طول روز یعنی هنگامی که فعالیت سوخت و ساز در گیاه بیشتر است صورت می‌گیرد. سرعت جابجایی املاح در گیاه از آب کمتر است و حدود یک متر در دقیقه گزارش شده است. باید دانست که ریشه تنها اندام جذب‌کننده گیاه نیست بلکه برگ‌ها و ساقه‌های جوان و جوانه‌ها نیز قادرند بعضی از ترکیبات معدنی را جذب کنند.

## تبخیر و تعرق گیاهان

فرایند تبدیل آب مایع به بخار را تبخیر گویند. تبخیر ممکن است از سطوح آزاد آب و یا از سطح مرطوب خاک صورت گیرد.

گیاهان، مقداری آب به صورت بخار، از راه روزنه‌های هوایی و بشره نازک برگ‌ها و جوانه‌ها و ساقه‌های جوان، دفع می‌کنند. این عمل، تعرق نام دارد.

طبق آزمایشات مشخص شده است که درصد کمی از آب جذب شده توسط گیاهان، در داخل بافت‌های گیاهی نگهداری و قسمت اعظم آن دوباره به صورت تعرق از طریق روزنه‌های موجود در سطح برگ‌ها به اتمسفر برمی‌گردد. تعرق، بیشتر از روزنه هوایی و به مقدار کم، از سلول‌های سطحی برگ‌های دارای پوست نازک، صورت می‌گیرد.



**تبخیر و تعرق:** به مجموع مقدار آبی که در واحد سطح از راه تبخیر از سطح خاک و از راه تعرق از سطح گیاهان از دست می‌رود، تبخیر و تعرق نامیده می‌شود. در ارزیابی میزان آب و خاک، برای تأمین رشد گیاه، لازم است که هم تبخیر و هم تعرق را مورد محاسبه قرار دهیم.



تعرق از انتهای روزنه‌ها و سطح برگ انجام می‌شود

### عوامل مؤثر در تبخیر و تعرق

عوامل مؤثر در تعرق را می‌توان به دو گروه عوامل درونی و عوامل محیطی تقسیم کرد.

### عوامل یا شرایط درونی گیاه:

**الف) شکل برگ‌ها:** گیاهان پهن برگ به علت داشتن روزنه‌های بیشتر مقدار آب بیشتری نسبت به سوزنی برگ‌ها از دست می‌دهند.



**ب) طرز قرار گرفتن برگ‌ها روی ساقه:** زاویه تابش خورشید نسبت به سطح برگ در مقدار تعرق مؤثر است؛ مثلاً تعرق برگ‌هایی که نور خورشید به طور عمود بر آنها می‌تابد بیشتر از سایر برگ‌هاست.

**ج) وسعت سطح برگ‌ها:** شدت تعرق با وسعت اندام‌های هوایی به ویژه وسعت سطح برگ‌های گیاه نسبت مستقیم دارد، بنابراین سقوط برگ‌ها در پاییز شدت تعرق را در گیاه کاهش می‌دهد. یکی از راه‌های سازش گیاهان برای زیست در مناطق خشک کم کردن شدت تعرق از راه کوچک شدن سطح برگ‌های آنهاست. اگر مقدار شاخه و برگ را به وسیله هرس کم کنیم مقدار تعرق کم خواهد شد.

**د) ساختمان برگ:** هر قدر ساختمان پوست نازک‌تر باشد و تعداد روزنه‌ها در آن بیشتر باشد تعرق بیشتری صورت می‌گیرد. در حالی که هر اندازه ضخامت سلول‌های پوست بیشتر باشد و کرک‌دارتر باشند، تعرق کمتر می‌شود.

**ه) روزنه‌ها و تعداد آنها:** هر چه تعداد روزنه‌ها بیشتر باشد، تعرق شدیدتر است.

**و) وسعت و عمق نفوذ ریشه:** هر چه مقدار جذب آب بیشتر صورت گیرد به همان نسبت مقدار تعرق بیشتر است.

### عوامل محیطی:

عوامل محیطی که در زیر به آنها اشاره می‌شود در میزان تبخیر و تعرق تأثیر دارند.

**الف) شدت نور:** نور شدید در بعضی گیاهان باعث باز شدن روزنه‌ها و خارج شدن آب گیاه به صورت بخار می‌شود. نورهای با شدت کمتر تأثیر کمتر در شدت تعرق دارند.

**ب) حرارت:** خروج مولکول‌های بخار آب تابع درجه حرارت است. هر قدر حرارت آب زیادتر باشد انرژی مولکول‌ها بیشتر خواهد بود و خروج آنها از آب زیادتر صورت خواهد گرفت. آزمایشاتی که با گرم کردن آب صورت گرفته، نشان می‌دهد که هر قدر حرارت سطح آب بیشتر باشد، تبخیر افزایش می‌یابد. این عمل نتیجه مستقیم افزایش بخار یا میزان حرارت است. در هوای گرم تعرق از سطح برگ‌ها نیز افزایش می‌یابد.

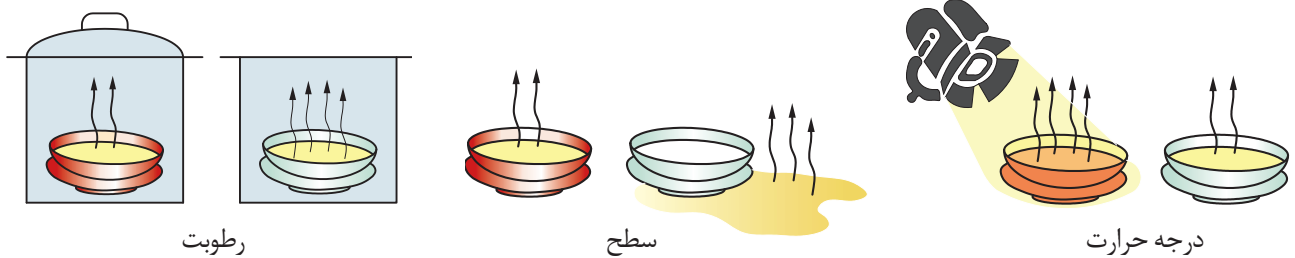
**ج) وزش باد:** وزش باد بر میزان تبخیر و تعرق تأثیر مثبت دارد.

**د) کیفیت آب و خاک از نظر املاح:** هر قدر غلظت املاح بیشتر باشد مقدار تبخیر کمتر می‌شود.

**ه) جهت شیب زمین:** در نیم‌کره شمالی شیب‌های جنوبی بیشتر از شیب‌های شمالی در معرض تابش نور آفتاب هستند و در نتیجه زودتر گرم می‌شوند؛ بنابراین تبخیر در شیب‌های جنوبی بیشتر از شیب‌های شمالی است.

**و) رطوبت نسبی:** هر قدر رطوبت نسبی هوا بیشتر باشد مقدار تبخیر آب از سطح برگ‌ها و زمین کمتر بوده و در نتیجه نه‌تنها آب قابل استفاده گیاه در خاک بیشتر است بلکه احتیاج روزانه گیاه به آب نیز کمتر خواهد بود.

ن) سطح تبخیر تعرق: هر چه سطح تبخیر و تعرق وسیع تر باشد میزان تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد.



عنوان آزمایش: تبخیر و تعرق

فعالیت

محل آزمایش:

ابزار و وسایل آزمایش: ۴ عدد گلدان، ترازو، آب پاش

مراحل آزمایش

- ۱- چهار عدد گلدان را طوری انتخاب کنید که دو گلدان از یک گیاه پهن برگ و دوتای دیگر از یک گیاه باریک باشند.
- ۲- گلدان‌ها را شماره‌گذاری کنید.
- ۳- گلدان‌ها را تا مرحله ظرفیت زراعی آبیاری کنید.
- ۴- در این مرحله جرم گلدان‌ها را با ترازو اندازه‌گیری و در دفترچه یادداشت کنید.
- ۵- از انواع گیاهان یکی را در محیط باز و دیگری را در محیط بسته نگهداری کنید و هر دو ساعت جرم گلدان‌ها را اندازه‌گیری کرده و در جدول زیر یادداشت کنید.

جرم نوع گیاه	شماره	ظرفیت زراعی	۲ ساعت بعد	۴ ساعت بعد	۶ ساعت بعد	۸ ساعت بعد
گیاه ... (پهن برگ)	گلدان شماره ۱					
	گلدان شماره ۲					
گیاه ... (باریک برگ)	گلدان شماره ۳					
	گلدان شماره ۴					

- ۶- گلدان‌های دارای گیاه مشابه را که در محیط متفاوت قرار داده‌اید باهم مقایسه کنید. در کدام گلدان تبخیر و تعرق بیشتری صورت گرفته است؟ چرا علت را در گروه بررسی کنید.
- ۷- گلدان‌هایی را که در محیط‌های مشابه نگهداری کرده بودید اما نوع گیاه متفاوتی داشتند را نیز از نظر تبخیر و تعرق مورد بررسی قرار داده و نتیجه را به هنرآموز خود گزارش کنید.

## فواید تبخیر و تعرق برای گیاهان

۱- **صعود شیره خام:** کششی که در نتیجه عمل تبخیر و تعرق در گیاه به وجود می‌آید و همچنین پیوستگی شبکه آب عامل مؤثری در صعود شیره خام به طرف برگ‌ها است.

۲- **خنک شدن برگ‌ها:** تبخیر و تعرق باعث خنک شدن برگ‌ها می‌شود، زیرا وقتی آب از سطح جسمی تبخیر می‌شود دمای آن کاهش می‌یابد علت آن است که برای تبخیر شدن آب برگ، مقداری از حرارت آن برای تبخیر مصرف می‌شود و لذا موجب خنک شدن برگ‌ها می‌شود و مانع از آسیب دیدن برگ‌ها بر اثر حرارت زیاد نور خورشید می‌شود.

### تعریق



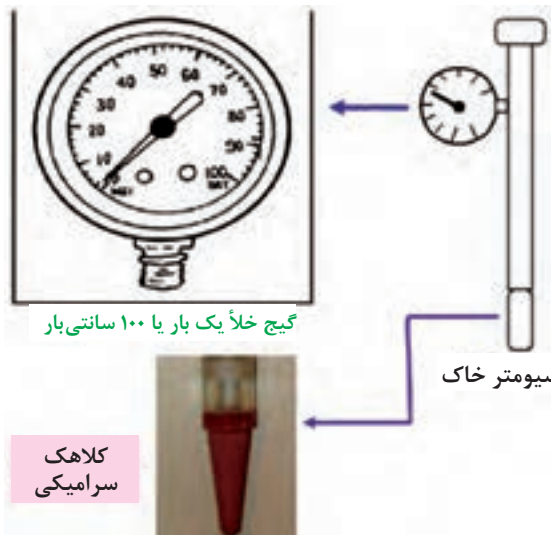
هرگاه به دنبال یک روز گرم، شب خنک داشته باشیم قطرات آب از نقاطی در لبه و نوک برگ‌های بعضی از گیاهان خارج می‌شود. بیرون رفتن آب از گیاه به حالت (مایع) را تعریق می‌گویند. محل خروج قطرات آب، روزنه‌های ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی است که هر کدام در نوک یک آوند قرار دارند.

## آبیاری

در بسیاری از مناطق دنیا به منظور تأمین آب لازم برای رشد محصولات، از آبیاری استفاده می‌شود. در مناطق خشکی چون خاورمیانه و غرب آمریکا یا بارندگی نیست و یا مقدار آن اندک است و آب لازم از طریق آبیاری تأمین می‌شود؛ ولی در نقاط مرطوب و معتدلی چون آفریقای مرکزی و اروپا گرچه محصولات با بارندگی طبیعی رشد می‌کنند؛ ولی غالباً آب باران کافی نبوده و باید از آبیاری تکمیلی استفاده شود. به طور کلی آبیاری عبارت است از: رسانیدن آب کافی به خاک به منظور تأمین رطوبت لازم برای رشد گیاه.

### هدف از آبیاری

۱. تأمین رطوبت لازم برای رشد گیاه.
۲. کم کردن خطر یخبندان.
۳. از بین بردن و یا کم کردن نمک موجود در خاک.
۴. حاصلخیز کردن و اصلاح اراضی شنی به کمک آب‌هایی که دارای مواد معدنی هستند.
۵. ایجاد سهولت و امکان اجرای عملیات زراعی.



## تعیین زمان آبیاری

اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک برای برنامه‌ریزی و تنظیم دور آبیاری (فاصله دو آبیاری) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک افرادی که دارای تجربه کافی هستند می‌توانند با نمونه‌گیری از قسمتی از خاک رطوبت آن را تخمین بزنند. اما یکی از راه‌های مطمئن اندازه‌گیری رطوبت خاک برای تعیین زمان آبیاری استفاده از تانسومتر است. تانسومتر دستگاهی است متشکل از قسمت‌های زیر:

فعالیت

عنوان آزمایش: تعیین زمان آبیاری به کمک تانسومتر

محل آزمایش:

ابزار و وسایل آزمایش: تانسومتر، آب مقطر

- ۱- به روش زیر تانسومتر را برای نصب در کنار گیاه آماده کنید.
  - لوله تانسومتر را توسط آب مقطر جوشیده و سرد پر کنید.
  - کلاهک سرامیکی تانسومتر را به مدت ۱۲ ساعت در یک سطل پر از آب قرار دهید.
- ۲- حال تانسومتر را در مزرعه‌ای با رطوبت حدود ظرفیت زراعی با راهنمایی هنرآموز خود به روش زیر در کنار گیاه نصب کنید.
  - ابتدا توسط یک لوله تو خالی (با قطری حدود لوله تانسومتر) خاک را تا عمق مورد نظر برش دهید. با توجه به نوع گیاه عمق نصب را از هنرآموز خود پرس‌وجو کنید.
  - مقداری خاک نرم برای تماس بهتر کلاهک سرامیکی در ته گودال بریزید و تانسومتر را داخل آن نصب کنید.
  - کناره‌های تانسومتر را با خاک پر کنید.
- ۳- با در نظر گرفتن موارد زیر و راهنمایی هنرآموز خود زمان آبیاری را تعیین کنید.



- برای تعیین زمان آبیاری توصیه می‌شود از دو تانسومتر استفاده شود، اولی در منطقه بیشترین فعالیت گیاه و دومی در پایین‌ترین عمق فعالیت ریشه - برای بیشتر گیاهان زمان مناسب آبیاری وقتی است که تانسومتر بالایی ماتریک ۳۰۰ تا ۵۰۰ سانتی‌متر و تانسومتر پایینی شروع کاهش پتانسیل را نشان دهد.

## ارزشیابی آب در خاک و گیاه

### شرح کار:

- ۱- طراحی و انجام آزمایش برای حرکت افقی آب در خاک
- ۲- تعیین ظرفیت زراعی، تعیین نقطه پژمردگی موقت و دائم، تعیین آب قابل دسترس گیاه
- ۳- آماده کردن تانسومتر - نصب تانسومتر - قرائت تانسومتر و تعیین زمان آبیاری با استفاده از جدول استاندارد

### استاندارد عملکرد:

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری با انجام آزمایش حرکت آب در خاک و صورت‌های مختلف آب در خاک آشنا شده و ضرایب رطوبتی خاک مانند: حد ظرفیت زراعی و حد پژمردگی گیاه را تعیین می‌کنند.

### شاخص‌ها:

- ۱- پرکردن گلدان، آبیاری، ارائه اطلاعات جمع آوری شده از منابع معتبر
- ۲- طراحی آزمایش، تعیین نقطه پژمردگی موقت و دائم، تعیین آب قابل دسترس گیاه
- ۳- انتخاب کرت، پاک‌سازی کرت، آبیاری، ایزوله کردن کرت، نمونه‌گیری مکرر جهت تعیین درصد رطوبت، رسم منحنی، ارائه گزارش

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- ۱- محل اجرا: آزمایشگاه زراعت، مزرعه
- ۲- تجهیزات: آب‌فشان، گلدان، اوگر، ترازوی آزمایشگاهی دیجیتال، بیلچه، سیلندر نمونه‌گیری
- ۳- مواد: خاک مزرعه، پوشش پلاستیکی تیره
- ۴- منابع: جداول و استانداردها منابع و اطلاعات

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	طراحی و انجام آزمایش برای حرکت افقی آب در خاک	۱	
۲	تعیین حدود آب در خاک	۱	
۳	تعیین زمان آبیاری	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیر فنی: محاسبه و ریاضی-سازمان دهی اطلاعات - جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات/ایمنی: خودفرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی - رعایت مصرف بذر و سایر نهاده‌های مرتبط با آن/ نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

## فصل ۵

# کشت و نگهداری گیاهان



بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد کشور نه تنها وظیفه تأمین غذای مردم را به عهده دارد بلکه در روند توسعه به طرق مختلف ایفاء نقش می‌کند، لذا استفاده بهینه از عوامل تولید در این بخش در جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی حائز اهمیت است. بنابراین همراه با رعایت نکات فنی تولید و اتخاذ سیاست‌های مربوط به بالا بردن راندمان تولید در این بخش، اقتصادی بودن تولید این محصولات نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. روند افزایشی ضایعات مواد غذایی نیز یکی از چالش‌های جدی اکثر کشورها به ویژه، کشورهای در حال توسعه است.

### کاشت گیاهان

هدف از ارائه این فصل آشنایی با مبانی علم زراعت و باغبانی و همچنین نگهداری محصولات آنهاست به همین منظور در سطح کوچک کشت یک گیاه زراعی و باغی را در هنرستان خود انجام داده و با بازدید از مزارع بزرگ و سیلوها، با روش‌های کشت و کار، بسته بندی و نگهداری محصولات کشاورزی اطلاعات خود را در این خصوص افزایش دهید.

#### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری با بذر و تقسیم بندی بذور آشنا شده و ضمن آماده‌سازی بستر، کاشت در سطح کوچک را انجام داده و برخی از مراحل داشت و نگهداری گیاه را انجام می‌دهد.



## بذر

بر حسب تعریف زراعی بذر قسمتی از گیاه است که کاشته می‌شود تا جوانه زند و گیاهی شبیه گیاه اصلی یا پایه مادری به وجود آورد. بذر ممکن است به شکل دانه، میوه یا غده، پیاز، ساقه، برگ و یا قسمتی از بافت گیاه باشد. از نظر فیزیولوژی تنها دانه رسیده با گیاهک کامل بذر شناخته می‌شود. در یک تقسیم‌بندی کلی بذر را به دو دسته بزرگ رویشی و زایشی تقسیم می‌کنند. بذرهای زایشی یا جنسی همان دانه درون میوه که حاصل گرده‌افشانی و لقاح است و بذرهای رویشی یا غیر جنسی از اندام یا قسمتی از اندام رویشی گیاه حاصل می‌شود.

## فعالیت

بذرهای گیاهان مورد کاشت در منطقه خود را به صورت جنسی و غیرجنسی تقسیم‌بندی و در مورد معایب و محاسن هر یک بحث کنید.

## شرایط لازم برای جوانه‌زنی بذر

**بذر سالم:** بذر باید زنده بوده و به حد کافی ذخیره مواد غذایی داشته باشد، تا بتواند نیاز مواد غذایی گیاه تازه روئیده را تا زمانی که قادر به انجام عمل فتوسنتز شود، از محل مواد ذخیره بذر تأمین کند.

**عوامل محیطی:** برای جوانه زدن بذر ترکیب مناسبی از رطوبت، حرارت، نور و اکسیژن در محیط کشت لازم است. در زیر به‌طور مختصر به هر یک از آنها اشاره می‌شود.

**الف) رطوبت:** بستر بذر باید همیشه به اندازه کافی مرطوب باشد تا بذر پس از جذب آب، جوانه تولید کند. انواع مختلف بذور در رطوبتی بین ۵۷ تا ۶۲ درصد رطوبت وزنی (نسبت به وزن خشک بذر) جوانه می‌زنند. گندم و جو در ۵۴-۵۰ درصد، لوبیا روغنی در ۵۷ درصد و ذرت خوشه‌ای در ۶۲ درصد رطوبت جوانه می‌زنند.

**ب) حرارت:** مناسب‌ترین حرارت برای جوانه زدن بذر بسیاری از گیاهان بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. معمولاً گیاهان سرددوست در دماهای پایین‌تری نسبت به گیاهان گرمادوست جوانه می‌زنند. هر قدر دمای بستر بذر از دمای مطلوب جوانه زدن کمتر باشد، درصد جوانه زدن بذر و نیروی رشد گیاهچه پایین‌تر خواهد بود.

**ج) اکسیژن:** وقتی شرایط محیط از نظر رطوبت و دما مناسب باشد، جوانه زدن بذر آغاز می‌شود. در این حالت جوانه زدن با متابولیسم مواد ذخیره‌ای آن شروع می‌شود. این عمل به اکسیژن احتیاج دارد. در کاشت بذر اگر آنها را در عمق زیاد و یا در محیط اشباع شده از آب بکارند بر اثر عدم دریافت اکسیژن جوانه نخواهند زد؛ ولی بذوری مانند برنج و گیاهان آبی چون به اکسیژن کمتری احتیاج دارند، اکسیژن محلول در آب برای جوانه زدن آنها کافی است.

د) **نور:** تحقیقات نشان می‌دهند که نور در بعضی از بذور گیاهان سبب تسریع جوانه‌زنی می‌شود مانند: بذر تازه کاهو، کرفس و پامچال در حالی که جوانه زدن تعدادی دیگر از بذور را به تعویق می‌اندازد، مانند: بذر پیاز، سیر و تاج خروس.

### بستر بذر

به محل قرار گرفتن یا استقرار بذر، بستر بذر اطلاق می‌شود. بستر مناسب بذر بستری است که در آن شرایط لازم در حد مطلوب برای جوانه زدن و رشد بذر فراهم شود تا گیاه حاصل از آن بتواند حداکثر عملکرد را در واحد سطح داشته باشد.

### شرایط یک بستر مطلوب

- بذر را در مقابل سرما و گرما و نیز از گزند پرندگان و سایر جانوران حفظ کند.
- حاصلخیز باشد.
- بافت مناسب و قابل نفوذ به آب و هوا داشته باشد.
- شرایط مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها را داشته باشد.
- ظرفیت نگهداری رطوبت آن بالا باشد.
- عاری از علف‌های هرز، آفات و عوامل بیماری‌زا باشد.
- از شیب مناسب برخوردار باشد.

### آماده‌سازی بستر بذر

عملیات تهیه زمین را که برای کاشت انجام می‌شود می‌توان به دو بخش اساسی، تهیه فیزیکی، مکانیکی زمین و تهیه شیمیایی آن تقسیم‌بندی کرد.

**عملیات تهیه فیزیکی، مکانیکی زمین:** مهم‌ترین عملیاتی است که به منظور آماده‌سازی زمین قبل از کاشت انجام می‌گیرد، این عملیات به دو عملیات خاک‌ورزی اولیه و خاک‌ورزی ثانویه تقسیم می‌شوند.

خاک‌ورزی اولیه شامل عملیاتی مانند شخم است که نسبتاً در عمق زیاد انجام می‌شود و معمولاً سطح خاک پس از خاک‌ورزی اولیه ناهموار باقی می‌ماند. خاک‌ورزی ثانویه دیسک زدن و تسطیح نهایی زمین است.

**عملیات تهیه شیمیایی زمین:** حاصلخیزی خاک یکی از مهم‌ترین علل افزایش عملکرد در واحد سطح است و هر عاملی که به حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک کمک کند در ازدیاد محصول تأثیر فراوان خواهد داشت. اگر زمین مزروعی هر ساله کشت شود، بدون این که مواد غذایی به آن اضافه شود، حاصلخیزی طبیعی خود را به تدریج از دست خواهد داد. بر این اساس به موازات تهیه مکانیکی و فیزیکی خاک، از لحاظ حاصلخیزی نیز باید آن را آماده کرد که این کار به نام آماده‌سازی شیمیایی معروف است و با دادن انواع کود صورت می‌گیرد. در واقع اثر کود در زمین، ازدیاد مواد غذایی در خاک زراعی است تا کمبود عناصر موجود در آن که مورد احتیاج گیاه است جبران شود.

پاییز (کود فسفره، کود پتاسه، کود آلی همراه با شخم عمیق)  
بهاره (کود از ته همراه با دیسک یا ماله)

الف) قبل از کاشت (کود پایه)  
ب) بعد از کاشت (کود سرک)

**زمان پخش کود**



کود پاش سانتریفوژ

دستی  
ماشینی

کودپاشی  
کودکاری

**طریقه پخش کود**

عنوان آزمایش: اجرای شخم با بیل (عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر)

فعالیت

محل آزمایش: مزرعه

ابزار و مواد آزمایش: بیل شخم، فرغون، میخ چوبی، نخ یا ریسمان، شن کش، کود دامی پوسیده، کود شیمیایی پایه، متر

مراحل آزمایش



قبل از شروع کار توجه داشته باشید که:

الف) شرایط شخم فراهم باشد (خاک، آب و هوا، گیاه)

ب) وسیله کار (بیل) سالم باشد. بیل سالم بیلی است که:

■ دسته آن صاف و صیقلی باشد.

■ قطر دسته بیل، یا پنجه دست متناسب باشد.

■ طول دسته با قد و طول دست شما متناسب باشد.

■ دسته تا حد ممکن سبک و مقاوم باشد.

■ سطح پهنه بیل سالم باشد.

■ جهت اسپیره بیل متناسب با عادت شما باشد.

ج) بیل، مناسب زمین باشد (در اراضی سبک از بیل معمولی و در اراضی سنگین، از بیل یزدی استفاده کنید).

۱. گاورو بودن زمین را بیازمایید و در صورت نیاز اقدام به آبیاری کنید.

۲. کارگروه خود را تشکیل دهید (۳ تا ۵ نفر).

۳. به تجهیزات ایمنی و فردی مجهز شوید (لباس کار، کلاه، دستکش و...).

۴. کود دامی کاملاً پوسیده به مقداری که مربی تعیین می کند در سطح زمین به طور یکنواخت پخش کنید.

۵. از یک سمت زمین ترجیحاً پشت به آفتاب، شروع به بیل زدن (شخم) زمین کنید.

۶. پس از اجرای شخم با شن کش سطح زمین را صاف و سپس با ضربات بیل کلوخه‌ها را نرم و هموار کنید.

۷. زمین خود را به چند قسمت (کرت) تقسیم بندی کنید (ویژگی کرت‌ها مانند ابعاد، جهت، پهنا و ارتفاع پشته‌ها و ...) را از هنرآموز خود بپرسید.

۸. کودهای پایه را به مقدار و روشی که هنرآموز تعیین می کند، در سطح زمین پخش و با خاک مخلوط کنید.

۹. با راهنمایی هنرآموز، جوی‌های آبیاری را ایجاد کنید.

نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی:

لباس مناسب کار را پوشیده و به تجهیزات ایمنی و فردی مجهز شوید (کلاه، دستکش و...).

در هنگام کار در مزرعه از قرار گرفتن در معرض نور شدید خورشید بپرهیزید.

## کاشت

قرار دادن بذر در بستر به منظور جوانه زدن و رشد و نمو را کاشت گویند. پس از انجام شخم و عملیات تکمیلی فیزیکی و شیمیایی خاک و تسطیح آن با ماله یا لولر، روش کاشت معین و مشخص می شود که به عواملی مانند مقدار آب، وسایل کاشت، جنس زمین، نوع گیاه و اقلیم منطقه بستگی دارد.

### روش‌های کاشت

با توجه به عوامل مؤثر یکی از روش‌های کشت زیر انتخاب می شود.

۱. **روش کپه‌ای:** این روش در مواردی معمول است که گیاه نسبت به تراکم زیاد خاک، سله بستن و تهویه خاک حساس باشد و زارع از جوانه‌زنی و استقرار تمام بذور خود مطمئن نباشد. این روش به صورت جوی پشته بوده و برای تهیه جوی پشته که در این روش معمولاً ایجاد می شود از نهرکن و یا گاواهن برگردان دار می توان استفاده کرد. شیار عمیقی که با این وسایل ایجاد می شود، به منزله جوی است و خاک تولید شده در طرفین هر جوی، پشته را تشکیل می دهد.

فاصله بین دو جوی ایجاد شده، عرض پشته نامیده می‌شود. عرض پشته‌ها بستگی به نوع گیاه و نوع خاک دارد. طریقه بذرکاری در این روش معمولاً به صورت کپه‌ای است. این طرز بذرکاری در ایران برای گیاهان وجینی و صیفی جات معمول است. در این روش کارگر یا زارع با بیلچه‌ای که در دست دارد، حفره‌های کوچکی به فواصل مساوی بالای داغ آب در کنار پشته ایجاد می‌کند و تعدادی بذر را در آن می‌ریزد و روی آن را با خاک می‌پوشاند.

**۲. روش درهم یا پاششی:** در این روش بذور را روی خاک می‌پاشند و با وسایلی مانند دندان‌ه، شن‌کش و غیره زیر خاک می‌کنند. پخش بذر ممکن است با دست و یا با دستگاه بذرپاش سانتریفوژ انجام گیرد. بذرپاشی با دست باید با دقت و مهارت انجام شود. در این روش مقدار بذر در واحد سطح را باید بیشتر منظور کرد. کاشت درهم بیشتر در مورد گیاهان یونجه، شبدر، گندم، جو خزانه‌کاری و امثال آنها صورت می‌گیرد. در این روش علاوه بر بالا بودن مقدار مصرف بذر، عمق بذور و سطح پاشش غیریکنواخت خواهد بود؛ اما سرعت عمل زیاد است. آبیاری در این روش ممکن است به روش غرقابی، کرتی یا بارانی باشد.

**۳. روش ردیفی (بذرکاری):** در این روش بذرها را روی ردیف‌های موازی با فواصل منظم به وسیله ماشین‌های بذرکار کشت می‌کنند. کشت ردیفی بیشتر برای گیاهانی نظیر آفتابگردان، سویا، چغندر قند، ذرت و نظایر آنها که احتیاج زیادی به عملیات داشت دارند صورت می‌گیرد. عملیات داشت مانند: وجین و سله‌شکنی و خاک دادن پای بوته و غیره اگر توسط ماشین‌آلات مربوط انجام شود، بسیار سریع و آسان تر و با صرفه‌تر انجام خواهد شد، حال آنکه در زراعت دست‌پاش و در هم کلیه عملیات داشت با دست کارگر صورت می‌گیرد. هزینه عملیات داشت درهم چندین برابر عملیات به روش کشت ردیفی خواهد بود.



**۴. روش بذرریزی (خطی کاری):** همانند بذرکارها هستند با این تفاوت که در بذرکارها فاصله در روی ردیف‌ها قابل تنظیم است. درحالی‌که در این روش بذرریزی که با ماشین‌های خطی کار انجام می‌شود. مقدار ریزش بذر در طول خطوط ملاک است. گیاهانی مانند غلات ریزدانه، سبزیجات برگی و گیاهان علوفه خطی کاری می‌شوند.

## روش‌های کاشت از نظر تأمین رطوبت برای جوانه زدن بذر

کشت بذر با توجه به تأمین رطوبت برای جوانه زدن در دو حالت امکان‌پذیر است:

۱. **هیرم‌کاری یا نم‌کاری:** در این روش اول زمین مزروعی را آبیاری می‌کنند و پس از این که زمین گاو رو شد، آن را شخم می‌زنند و سپس بذر کاری انجام می‌گیرد. بذر کاشته شده از رطوبت خاک استفاده می‌کند و سبز می‌شود. در این روش زمین سله نمی‌بندد و بذر جوانه زده بدون هیچ مشکلی از خاک خارج می‌شود و به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد. هیرم‌کاری بیشتر در اراضی رسی سفت و سخت انجام می‌گیرد. چون اگر پس از کشت آبیاری شود زمین سله می‌بندد و گیاهچه نمی‌تواند خود را از زیر خاک خارج کند. در این روش عملیات کاشت باید سریع انجام گیرد چون زمین در فاصله چند روز رطوبت خود را از دست می‌دهد.

۲. **خشکه‌کاری:** در این روش پس از انجام عملیات تسطیح و تهیه بستر بذر، عملیات کاشت انجام می‌شود، عملیات کاشت ممکن است با دست و یا ماشین صورت گیرد. در هر دو حالت پس از ایجاد مرز و کرت‌بندی و یا ایجاد نهرها، آبیاری مزرعه انجام می‌شود. پس از آبیاری ممکن است زمین سله ببندد. در نتیجه پس از گاو رو شدن زمین می‌توان بین فواصل خطوط را با کولتیواتور سله‌شکنی کرد و یا در بعضی از گیاهان با آبیاری‌های متوالی و زود به زود از مزاحمت سله برای خارج شدن گیاهچه از خاک جلوگیری کرد.

## تاریخ کاشت

وقتی فصل کاشت بذر فرا رسید باید آن را به موقع کاشت. هدف از تاریخ کاشت یک بذر مشخص کردن زمان به موقع کاشت آن است. به طوری که مجموعه عوامل مؤثر محیطی در آن تاریخ برای جوانه زدن و سبز شدن و رشد گیاهچه مطلوب باشد. ضمن این که در طی مراحل رشد، گیاه با شرایط مناسب خود روبه‌رو می‌شود با شرایط نامساعد نیز مواجه نمی‌گردد. مناسب‌ترین تاریخ کاشت در یک فصل، بهترین و بیشترین عملکرد را در برخواهد داشت. با توجه به محدود بودن روزهای مناسب کشت در هر فصل، کاشت از حیث زمان انجام گرفتن به ۳ نوع تقسیم می‌شود:

### ۱. هراکشت (زود هنگام)

اولین زمان ممکن برای شروع کشت در هر فصل را هراکشت می‌نامند.

### ۲. کشت کرپه (دیر هنگام)

به کشت‌های دیر هنگام که معمولاً در آخر فصل کشت انجام می‌شود، کرپه گویند. در کشت کرپه معمولاً گیاهان قدری کوتاه، ضعیف و عملکرد پایینی خواهند داشت.

### ۳. وراکشت (به‌هنگام)

از نظر زمانی این کشت حدفاصل هراکشت و کشت کرپه قرار دارد.

۱. از مزارع هنرستان منطقه خود بازدید به عمل آورید.
۲. انواع روش‌های کاشت را مشاهده و در مورد مزایا و معایب هر روش با کارشناسان و یا کشاورزان خبره گفت‌وگو کنید.
۳. اطلاعات جمع‌آوری شده را تکمیل و در کلاس ارائه دهید.

## داشت

کلیه عملیاتی را که در فاصله جوانه زدن بذر تا برداشت انجام می‌گیرد، عملیات داشت گویند. عملیاتی که به این منظور اجرا می‌شوند، عبارت‌اند از:

### آبیاری

آبیاری در مفهوم کلی عبارت است از تأمین نیاز آبی گیاهان به طوری که به رشد و عملکرد مناسب برسند. تأمین آب شامل سه مرحله تهیه، انتقال و توزیع است.

### دور آبیاری

فاصله زمانی بین دو آبیاری متوالی را دور آبیاری می‌نامند. این فاصله زمانی به شرایط آب و هوایی منطقه، میزان نزولات آسمانی، نوع محصول، بافت خاک (جنس خاک)، میزان رطوبت ذخیره شده در خاک، مراحل مختلف رشد محصول و نیاز آبی آن بستگی دارد.

### روش‌های آبیاری

**الف) غرقابی:** در این روش آب روی تمام سطح خاک را می‌پوشاند و به مدت لازم روی آن می‌ماند تا خاک بتواند آب لازم را دریافت کند.

سلبندی از معایب این نوع آبیاری در خاک‌های سنگین است، که با وسایلی مانند کولتیواتور می‌توان سلبشکنی کرد. همچنین تماس آب با طوقه گیاه، مصرف آب زیاد و راندمان پایین از معایب دیگر این روش آبیاری است.

**ب) نشستی:** ابتدا زمین را به صورت جوی و پشته در می‌آورند که عمق و فاصله این جوی و پشته بستگی به نوع محصول دارد. بعد با جریان یافتن آب در جوی‌ها به پشته‌ها نشست یا نفوذ می‌کند. از محاسن این روش عدم تماس مستقیم آب با ساقه گیاه است.

**ج) آبیاری بارانی:** در این روش آب از داخل لوله تحت فشار به صورت ذرات یا قطرات روی محصول پاشیده می‌شود. از محاسن آن می‌توان عدم نیاز به تسطیح زمین، پخش یکنواخت آب در مزرعه، صرفه‌جویی در مقدار مصرف آب، عدم سلبه بستن و تنظیم دما را نام برد.

د) **آبیاری قطره‌ای:** در این روش آب به صورت قطرات از طریق لوله‌های تحت فشار در پای هر گیاه ریخته می‌شود. از محاسن آن صرفه‌جویی در آب، امکان توزیع کودهای محلول و کنترل علف‌های هرز در فواصل ردیف‌ها می‌باشد.

هـ) **آبیاری زیرزمینی:** در این روش آب روی زمین قرار نمی‌گیرد و در سطح جریان ندارد، بلکه در زیر زمین در داخل لوله‌های تراوا جریان می‌یابد. ضمناً دو روش دیگر به نام مه‌پاش و کوزه‌ای نیز مرسوم است که در شرایط خاص از آن استفاده می‌شود (گلخانه و مزارع کویری).

## غلتک زدن

ضمن عملیات داشت در چند مورد از غلتک استفاده می‌شود:

■ در زراعت غلات به علت یخ‌زدگی ناشی از سرمای زمستان سطح خاک پوک شده و ریشه ممکن است صدمه ببیند که برای جلوگیری از آن و همچنین پنجه زدن بیشتر مزرعه غلتک زده می‌شود. در چمن‌کاری نیز قبل و بعد از بذریابی عملیات غلتک‌زدن انجام می‌شود.

■ نوعی غلتک دنداندار نیز وجود دارد که برای سله‌شکنی استفاده می‌شود.

## واکاری

واکاری یعنی قسمتهایی از مزرعه که به تعداد کافی گیاه در آن سبز نشده است، دوباره بکاریم گاهی پس از سبز شدن بعضی از نقاط به دلایل مختلف مانند بارش تگرگ، سرمای بی‌موقع، سله بستن، نرسیدن رطوبت کافی، تنظیم نبودن بذرکار، کمی قوه‌نامیه گیاه، باعث می‌شود که قسمتهایی از مزرعه بدون گیاه بماند. معمولاً برای رفع این مسئله، در مورد گیاهانی که خاصیت جابه‌جایی آنها زیاد باشد، به کندن بوته‌های اضافی از محل پرتراکم و کاشت آنها در محل‌های خالی اقدام می‌شود. در مورد گیاهانی که خاصیت جابه‌جایی ندارند باید بلافاصله اقدام به کاشتن مقداری بذر در نقاط کم‌بوته کرد که این عمل را واکاری گویند.

عمل واکاری نباید چندان به تأخیر افتد که اختلاف رشد بوته‌های اصلی و واکاری زیاد باشد، به استثنای درختکاری که در سال دوم بعد از کاشت باید اقدام به این کار کرد.

## تنک کردن

یعنی حذف بوته‌های اضافی به‌طوری که در واحد سطح تعداد آنها به اندازه مطلوب برسد، به این ترتیب که در بذریابی امکان دارد که علی‌رغم دقت لازم میزان تراکم بذر در یک نقطه زیادتر از حد لزوم باشد. از طرفی برای به‌دست آوردن محصول و نهال خوب باید تعداد بوته‌ها را به صورت دلخواه درآورد که این عمل را تنک کردن گویند.



## وجین

به دفع علف‌های هرز با استفاده از وسایل مکانیکی وجین گویند. وجین بیشتر در گیاهانی که به صورت ردیفی کاشته می‌شوند انجام می‌گیرد. چنین گیاهانی را گیاهان وجینی گویند مانند ذرت، سیب‌زمینی، توتون، چغندر قند و غیره.

این محصولات قدرت رقابت زیادی را با علف‌های هرز نداشته و عملکرد آنها در صورت عدم وجین پایین خواهد بود. معمولاً عملیات سله شکنی و وجین به طور همزمان و با یک وسیله انجام می‌گیرد و خاک‌دهی پای بوته نیز صورت می‌گیرد.

## سله شکنی

قشر سخت و غیرقابل نفوذی را که در زمین‌های سنگین پس از آبیاری ایجاد می‌شود سله گویند. سله‌شکنی و سیخک زدن زمین یکی از عملیات بسیار مفید و لازم برای بهتر کردن شرایط محیطی و رشد و نمو گیاه است. این عمل مخصوصاً در اراضی سنگین و رسی که هر بار پس از آبیاری قسمت‌های فوقانی آن سفت و سخت می‌شود، از لحاظ تهویه، عدم نفوذ آب، هدر رفت رطوبت خاک، همین‌طور عدم رشد قطری و قطع ریشه‌ها و تارهای کشنده و در بعضی موارد سبب عدم خروج نهال جوان از خاک می‌گردد بسیار لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

## استفاده از سایبان

از سایبان برای موارد زیر استفاده می‌شود:

۱. جلوگیری از خطر آفتاب‌زدگی گیاهان و بوته‌ها در خزانه با استفاده از داربست و شاخه و برگ درختان به خصوص برای نهال‌های پیوند شده است.
۲. جلوگیری از تابش شدید خورشید به گلخانه‌ها با استفاده از سایبان حصیری یا پاشیدن گل سفید به صورت محلول روی شیشه‌های گلخانه.
۳. استفاده از سایبان برای بوته‌های تازه سبز شده در خزانه و گیاهانی که طاقت تحمل گرما و شدت نور زیاد را ندارند.

## قیم زدن

قیم در موارد زیر قابل استفاده است:

۱. برای نگهداری بوته‌های گل در گلدان.
۲. در مزارع سبزی‌کاری برای سرپا نگه‌داشتن بوته‌های نخودفرنگی، لوبیای پابلند و گوجه‌فرنگی و یا هر گیاه با ساقه رونده یا پیچنده.
۳. در خزانه نهال‌های پیوندی برای حفاظت پیوندک سبز شده در مقابل وزش باد شدید.



نخودفرنگی بر روی قیم

### پاجوش گیری

بعضی از درختان مانند سیب و گلابی، انار و گوجه در پایه مادری پاجوش تولید می‌کنند در صورتی که پاجوش‌های حاصله روی ساقه و ریشه گیاه جنبه تولیدی و ازدیاد نداشته باشد باید آنها را مرتباً قطع کرد تا موجب ضعیف شدن گیاه نشود. به خصوص روی نهال‌های حاصل از بذور در خزانه که به منظور پایه انتخاب می‌شوند یا نهال‌هایی که پیوند شده و به خزانه دوم یا انتظار منتقل می‌شوند لازم است پاجوش‌گیری به طور مرتب انجام گیرد.

### کود سرک

بعضی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه مانند انواع کودهای از ته که قابل حل در آب هستند زود از بین می‌روند؛ لذا اغلب برای تقویت گیاهان سبز شده در خزانه و یا در محل اصلی، مقداری مواد غذایی جدید به عنوان کود سرک در اختیار گیاهان قرار می‌دهند. معمولاً این مواد به شکل کود حیوانی (باید حتماً پوسیده باشد) و یا کود معدنی خشک و یا کود محلول به گیاهان داده می‌شود بعد از کاشت کمتر اتفاق می‌افتد که خزانه احتیاج به کود سرک داشته باشد، با این وجود در صورت احتیاج می‌توان از کود اُزته و یا ریزمغذی‌ها استفاده کرد. بهترین موقع دادن کود سرک به گیاهان موقع غروب آفتاب، قبل از آبیاری و بارندگی است. بعضی اوقات آثار سوختگی روی برگ سبزی‌ها دیده می‌شود که در این صورت در دادن کود سرک به سبزی‌های برگی باید دقت بیشتری به عمل آورد. پس از دادن کود سرک باید آبیاری کرد. در قلمستان‌ها قبل از ریشه‌دار شدن قلمه‌ها نباید از کود سرک استفاده کرد؛ اما بعد از حصول اطمینان مصرف کود سرک ضروری است.

### سفید کردن

پاره‌ای از سبزی‌ها مانند کرفس، گل کلم و ... باید قبل از مصرف سفید شوند تا از حیث طعم و لطافت قابل استفاده شوند. برای این منظور باید به روش مختلف از رسیدن نور خورشید به قسمت مورد نظر جلوگیری کرد.

از نظر فیزیولوژی، سفید کردن یعنی جلوگیری از تشکیل کلروفیل برای بازارپسندی محصول است. این امر ممکن نیست مگر آن که گیاه در تاریکی نشو و نما کند، یکی از راه‌های سفید کردن، خاک دادن پای بوته و پوشاندن گل توسط برگ‌ها است.

### هرس

پاره‌ای از سبزی‌ها و درختان میوه برای اینکه محصول مرغوب‌تری بدهند باید قسمتی از اندام‌های فوقانی آنها قطع شود. این عمل را که برای ایجاد تعادل بین اندام‌های رویشی و زایشی انجام می‌گیرد هرس کردن می‌نامند؛ مثلاً هرس، خربزه، گوجه‌فرنگی، کدو، ذرت و هرس قبل از کاشت نهال‌های درختان به منظور حفظ و تعادل بین ریشه و ساقه، بعد از باردهی برای مرغوبیت میوه و قبل از باردهی به منظور فرم دادن درخت انجام می‌گیرد.

### خاک دادن پای بوته

در بعضی از گیاهان مانند ذرت و توتون که ریشه‌های افشان، شاخ و برگ فراوان و ساقه بلندی دارند، در مقابل باد کم استقامت هستند و ممکن است روی زمین بخواهند. برای ازدیاد استحکام پای آنها را خاک می‌دهند. همچنین برای پاره‌ای دیگر از گیاهان از قبیل سیب‌زمینی اگر پای بوته‌ها را خاک دهند در اطراف طوقه غدد زیادی تشکیل می‌شود و یا در مورد گوجه‌فرنگی خاک دادن پای بوته باعث افزایش ریشه و در نتیجه افزایش محصول می‌شود. خاک دادن پای بوته‌ها در زراعت‌هایی که روی خطوط موازی کشت شده‌اند با ماشین‌آلات مخصوص انجام می‌گیرد. همچنین به منظور سفید کردن بعضی از سبزی‌ها مانند کرفس، تره‌فرنگی و کاسنی فرنگی نیز خاک‌دهی استفاده می‌شود.

### پیوند

اتصال دو قطعه بافت زنده گیاهی به یکدیگر به نحوی که با هم یکی شوند پیوند نامیده می‌شوند و به عنوان یک گیاه مستقل به زندگی ادامه می‌دهد. قسمتی که در بالای محل پیوند قرار می‌گیرد پیوندک و قسمت زیرین که ریشه‌دار است پایه خوانده می‌شود.

دلایل انجام پیوند:

۱. امکان ازدیاد گیاهانی که نمی‌توانند به آسانی توسط قلمه و خوابیدن و یا دیگر روش‌های رویشی زیاد شوند؛
۲. تسریع در باردهی؛
۳. جوان کردن درختان مسن؛
۴. بارور کردن نهال‌های حاصل از بذر؛
۵. استفاده از مزایای برخی از پایه‌ها؛
۶. تغییر ارقام میوه یک باغ؛
۷. به دست آوردن شکل ویژه‌ای از رشد، اندام و محصول؛

۸. ترمیم قسمت‌های آسیب دیده درختان.

هرگاه پیوندک از یک شاخه حاوی چند جوانه تشکیل شده باشد به آن پیوند شاخه گویند و هرگاه تنها از یک جوانه به انضمام اندکی از پوست تشکیل شده باشد آن را کوپیوند (پیوند جوانه) می‌نامند. پیوند انواع مختلفی دارد که شما در درس تولید محصولات باغی با آنها آشنا خواهید شد.

فیلم آموزشی: انواع پیوند

نمایش فیلم



### کنترل آفات و بیماری‌ها

به طور کلی نباتات زراعی از زمانی که در زمین کشت می‌شوند تا زمانی که محصول آنها برای نگهداری به انبارها انتقال می‌یابد، تحت تأثیر عوامل و حوادث مختلفی قرار می‌گیرند که عده‌ای از آنها با اثرات سوء و زیان‌بار خود می‌توانند باعث نابودی گیاهان زراعی شوند؛ بنابراین باید با شناخت دقیق این عوامل و حوادث و همچنین شناخت اثرات مضر آنها، روش‌های به خصوصی را به کار گرفت تا گیاهان بتوانند تحت محافظت قرار گیرند و از خسارت وارده به آنها جلوگیری به عمل آید.

## ارزشیابی شایستگی کاشت گیاهان

### شرح کار:

- ۱- آماده سازی بذر برای کاشت
- ۲- آماده سازی بستر کاشت بذر
- ۳- عملیات کاشت دستی بذر
- ۴- مراقبت از گیاه

### استاندارد عملکرد:

بذرها را برای کاشت آماده کرده سپس ضمن آماده سازی بستر، کاشت در سطح کوچک را انجام داده و برخی از مراحل داشت و نگهداری گیاه را انجام دهد.

### شاخص‌ها:

- تعیین سلامت ظاهری بذر برای کاشت
- انتخاب وسیله، پخش کود دامی، برگرداندن خاک، نرم کردن خاک، کرت‌بندی، پخش کود شیمیایی، اختلاط کود و خاک
- بازدید، مشاهده و ارائه اطلاعات جمع آوری شده از منابع معتبر - انجام برخی مراقبت‌های مورد نیاز گیاه کاشته شده (وجین، تنک و ...)
- تعیین خطوط کاشت - تعیین فاصله بذرها در روی ردیف و بین ردیف‌ها - کاشت بذر در عمق توصیه شده - خاک‌دهی روی بذر

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- محل اجرا: حیاط هنرستان، مزرعه
- تجهیزات: بیل، فرغون، متر، میخ چوبی، ریسمان، شن‌کش،
- مواد: کود دامی، کود شیمیایی
- منابع: هنرآموز

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی بذر برای کاشت	۱	
۲	تهیه بستر بذر	۱	
۳	کاشت دستی در سطح کوچک	۲	
۴	مراقبت از گیاه	۱	
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیر فنی: محاسبه و ریاضی - سازمان دهی اطلاعات - جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات/ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی - رعایت عدم بذر - جلوگیری از آلودگی خاک/ نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی</p>		۲
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

### برداشت و نگهداری گیاهان

- آیا می‌دانید برداشت گیاهان بسته به نوع محصول ممکن است در مرحله رویشی، گل‌دهی یا کامل شدن دانه یا میوه باشد؟
- آیا می‌توانید از گیاهان رایج در منطقه خود که برداشت آنها در مراحل مختلف رشد گیاه اتفاق می‌افتد مثال بزنید؟
- برداشت نا به هنگام محصولات زراعی و باغی چه زیان‌هایی دارد؟
- آیا تا به حال از محل ذخیره محصولات علوفه‌ای یا محصولات دانه‌ای بازدید کرده‌اید؟

در این شایستگی هنرجویان با استفاده از بازدیدهای علمی و فیلم‌های آموزشی، انواع رسیدگی محصولات، انواع برداشت محصولات زراعی و باغی، روش آماده‌سازی محصولات برای نگهداری و چگونگی نگهداری محصولاتی مانند غلات، علوفه و سبزی‌ها را فرا می‌گیرند.

#### استاندارد عملکرد

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری با مشاهده، انواع شاخص رسیدگی، روش‌های برداشت و آماده‌سازی محصولات و چگونگی نگهداری محصولاتی مانند غلات، علوفه و سبزی‌ها آشنا شده و اقدام به آماده‌سازی انبار و سیلوی محصول می‌نماید.

## برداشت

گیاه بعد از اتمام دورهٔ رویشی خود وارد مرحلهٔ زایشی (گل و میوه دادن) می‌شود. در این دوره مراحل دادن گل و میوه را سپری می‌کند. بسته به نوع محصول و هدف تولید ممکن است محصول در آخر دورهٔ رویشی یا در مرحله گل و یا در مرحله تولید میوه برداشت شود. به هر صورت برداشت به موقع و رعایت نکات و اصول فنی مربوط به برداشت از اهمیت زیادی به خصوص اقتصادی برخوردار است. در صورتی که برداشت به موقع انجام پذیرد محصول بهترین کمیت و کیفیت را خواهد داشت. برداشت زود به علت نرسیدن کامل محصول باعث کاهش عملکرد و عدم مرغوبیت می‌شود و از بازارپسندی محصول می‌کاهد. برداشت با تأخیر (دیر) به علت رسیدگی بیش از حد، ممکن است محصول در هنگام برداشت صدمه ببیند و قسمتی از آن فاسد و غیرقابل فروش شود که برای تولیدکننده زیان بار است. ضمناً برای انبار کردن به هیچ‌وجه مناسب نخواهد بود. با توجه به این که اولین شرط برداشت هر محصول رسیده بودن آن است؛ بنابراین قبل از پرداختن به نحوهٔ برداشت محصولات، لازم است مفهوم رسیدگی را بدانید.

### رسیدگی

۱. **رسیدگی فیزیولوژیکی:** در این نوع رسیدگی رشد طبیعی محصول کامل می‌شود؛ یعنی محصول تمام مراحل رشد و نمو خود را روی گیاه مادری به اتمام می‌رساند. بسیاری از محصولات کشاورزی پس از رسیدن فیزیولوژیکی قابل برداشت و استفاده هستند مانند انواع غلات و حبوبات و برخی محصولات باغی مانند: هندوانه، گیلاس، انگور، مرکبات و ...

۲. **رسیدگی تجارتي:** بعضی از محصولات در زمان برداشت دارای بازارپسندی مناسب نبوده و در مراحل قبل و یا بعد از آن دارای ارزش تجارتي و اقتصادی بیشتری هستند که به آن رسیدگی تجارتي یا اقتصادی گویند؛ مانند:

الف) میوه‌هایی که بافت گوشتی آب دار دارند نظیر خیار و بادمجان و یا میوه‌هایی که بافت گوشتی کم آب دارند نظیر نخودفرنگی، لوبیا سبز، ذرت شیرین، سبزیجات برگی، بامیه و ... اینگونه میوه‌ها قبل از رسیدن فیزیولوژیکی برای عرضه به بازار مصرف مناسبند و اگر دیرتر برداشت شوند و به رسیدگی فیزیولوژیکی برسند اکثراً دارای بافت خشبی شده و از نظر کیفیت بازارپسند نیستند. ب) میوه‌هایی که مانند سیب، موز، گوجه‌فرنگی و خرما بین پایان مراحل رشد و شروع رسیدن برای مصرف فاصله کم و بیش طولانی به نام بلوغ وجود دارد که این گونه میوه‌ها مدتی بعد از رسیدن فیزیولوژیکی مطلوب و قابل مصرف می‌شوند. این میوه‌ها پس از برداشت مرحله رسیدگی خود را نیز می‌توانند ادامه دهند.

باید توجه داشت که اکثر محصولات زراعی در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی برداشت می‌شوند مانند: غلات و حبوبات ولی در محصولات باغی اکثراً سلیقهٔ مصرف‌کننده و بازارپسندی زمان برداشت آن را مشخص می‌کند که این زمان همان‌طور که گفته شد ممکن است قبل یا بعد از رسیدن فیزیولوژیکی باشد؛ البته بازارپسندی برای برخی از محصولات زراعی نیز تابع زمان برداشت است؛ مانند اکثر محصولات علوفه‌ای.

## برداشت محصولات زراعی و باغی

برداشت محصولات بر حسب هدفی که از کشت آنها دارند متفاوت است و می‌توان آنها را بر حسب نوع مصرفی که دارند تقسیم‌بندی کرد:

۱. مصرف میوه‌ای: مانند گوجه‌فرنگی، خیار، هندوانه، میوه درختان و ...
۲. مصرف دانه‌ای: مانند گندم، جو، برنج، ذرت، لوبیا، نخود، باقلا، نخودفرنگی، ذرت بلالی و ...
۳. مصرف گل: مانند زعفران، گل کلم، آرتیشو، انواع گل‌های شاخه بریده، گلدانی و ...
۴. مصرف قسمت‌های علفی: مانند یونجه، شبدر، اسپرس، سبزی‌های برگ‌های ساقه‌ای و ...
۵. قسمت‌های برگ‌گی: مانند چای، توتون، کاهو، اسفناج، کلم‌پیچ و ...
۶. مصرف ساقه‌ای: مانند نیشکر، کنف، مارچوبه و ...
۷. مصرف از اندام‌های زیرزمینی: مانند چغندر قند، چغندر لبویی، سیب‌زمینی، پیاز.

## نگهداری محصولات کشاورزی

بسیاری از محصولات زراعی و باغی، بلافاصله پس از برداشت مصرف نمی‌شوند و لازم است آنها را برای مدتی کم و بیش طولانی ذخیره نمود. محصولات برداشت شده، موجودات زنده‌ای هستند که همانند هر موجود زنده دیگر تنفس نموده، تولید گرما می‌کنند و دچار تغییرات شیمیایی می‌گردند و مورد هجوم حشرات و موجودات ذره‌بینی قرار می‌گیرند. بنابراین، لازم است در ذخیره نمودن آنها دقت بسیار شود و با نگهداری آنها در محل‌های مناسب، آنها را در برابر عوامل فساد و کاهش دهنده کیفیت، محافظت نمود. در این بخش، ضمن معرفی محل مناسب نگهداری، شرایط نگهداری برخی از محصولات نیز به اختصار توضیح داده می‌شود.

### آشنایی با انواع سیلوها از نظر ساختمانی

سیلوه‌ها مخازن نگهداری محصولات کشاورزی است و باید دارای شرایطی باشند که کیفیت محصول را به شکل مطلوبی حفظ کنند.

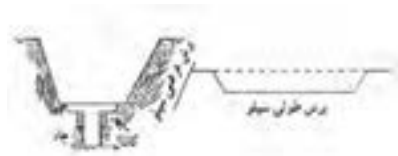
سیلوه‌ها از نظر وضعیت ساختمانی به سه گروه زمینی، سطحی و هوایی تقسیم می‌شوند.

### انواع سیلوه از نظر ساختمانی

#### سیلوه‌های زمینی

این سیلوه‌ها در عمق زمین در مناطقی که سطح آب زیرزمینی پایین و بیشتر از ۶ تا ۷ متر باشد ایجاد می‌شود و از نظر جنس دیواره‌ها و بدنه به سه گروه زمینی خاکی، ساده یا کلشی و مدرن (بتونی) تقسیم می‌شوند.

در سیلوه‌های زمینی خاکی و ساده، یا کلشی اتلاف محصول



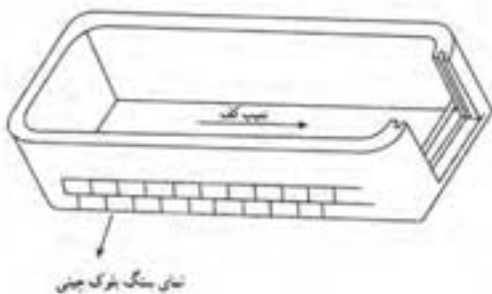
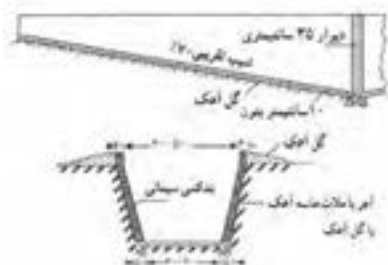


به دلیل آلودگی با خاک و نامناسب بودن شرایط زیاد است و در حال حاضر کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورت استفاده از این روش با ریختن کاه روی دیوار (کلشی) تا حدود زیادی از میزان تلفات کاسته می‌شود.

### سیلوه‌های زمینی مدرن یا خندقی

این سیلوه‌ها در داخل زمین به صورت دوزنقه‌ای ایجاد و با استفاده از مصالح ساختمانی مثل آجر و سیمان و بتون ساخته می‌شوند. عمق این سیلوه‌ها حدود ۲ تا ۳ متر و از یک طرف و یا هر دو طرف دارای شیب برای حمل و برداشت محصول است. عرض سیلوه‌ها حدود ۳ تا ۱۰ متر (معمولاً ۴ متر) و در قسمت بالا حدود یک متر بیشتر از کف است. طول سیلوه‌ها مطابق نیاز و حداکثر ۲۵ تا ۳۰ متر در

نظر گرفته می‌شود. در کف سیلو کانال جمع‌آوری آب اضافی به ابعاد حدود ۱۰ سانتی‌متر عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر عرض و یک چاه به عمق چند متر ایجاد می‌گردد. این سیلو باید در مناطق مرتفع ایجاد می‌شود. و حتی‌الامکان دیواره‌های بالایی از کف زمین بلندتر باشد.

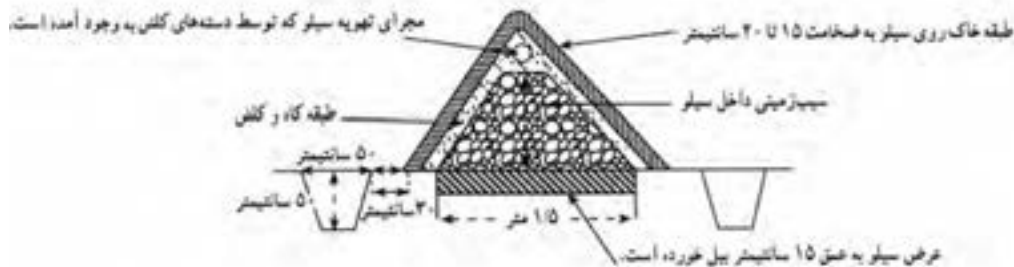


سیلوی سطحی	به ظرفیت ۵ تن
عرض داخلی	۱/۵ متر
ارتفاع	۱ متر
طول	۵ متر
عرض	۱ متر
حجم	۷/۵ متر مکعب
ضخامت دیوارها	۲۵ سانتی‌متر
شیب کف	۵۶ درصد

### سیلوی سطحی

این سیلوه‌ها در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالاست به منظور نگهداری محصولات کشاورزی خصوصاً علوفه در سطح زمین مانند سیلوی زمینی خندقی (مثل وان) با همان اندازه ایجاد می‌شود. ارتفاع دیواره‌ها از طرفین باید دارای شیب ملایمی برای حمل و تردد تراکتور باشد. در کف سیلو، ایجاد کانال با شیب مناسب برای خارج کردن رطوبت ضروری است.





## سیلوهای هوایی

به سیلوهایی که ارتفاعی بیش از ۳ متر دارند گفته می‌شود. جنس این سیلوها از چوب یا فلز یا بتون است. سیلوهای چوبی و فلزی دارای ظرفیت کمتر و معمولاً قابل انتقال و جابه‌جایی هستند. از این سیلوها برای انواع محصولات استفاده می‌شود.

در حال حاضر در دنیا از نوع بتنی این سیلوها برای ذخیره غلات استفاده می‌شود. این سیلوها دارای دو قسمت اساسی برج کار و انبار ذخیره هستند.



**الف) برج کار:** گندم پس از انجام مراحل اولیه آماده‌سازی، به وسیله تسمه نقاله‌های بی‌انتهای به برج کار منتقل می‌شود. در مجاورت پمپ مکش غلات به داخل برج یک هواکش برای گرفتن گرد و خاک نصب شده است تا ناخالصی‌های فیزیکی پاک شود. سپس در برج کار، گندم بوجاری، به مخازن ذخیره فرستاده می‌شود. گفتنی است که برج کار، به همین منظور ساخته شده است.

**ب) انبار ذخیره:** انبار ذخیره به تناسب ظرفیت سیلو، از تعدادی کندهای گرد و ستاره‌ای شکل تشکیل شده که محل نگهداری محصول است. ظرفیت نگهداری این مخازن به بیشتر از ۱۰۰ هزار تن می‌رسد.

## انواع سیلو از نظر هوادهی

سیلوها از نظر هوادهی به دو گروه با تهویه و بدون تهویه تقسیم می‌شوند:

۱. **سیلوهای دارای تهویه:** از لوله‌های مشبک هوادهی در کف سیلو، هواکش‌های قوی برای مکیدن هوا از مخزن به بیرون و یا یک هوا دهنده قوی برای دمیدن هوا از قسمت پایین به داخل مخزن استفاده می‌شود. از هواکش‌های دو منظوره نیز برای دمیدن و مکیدن هوا در سیلوها استفاده می‌شود.

۲. **سیلوهای فاقد تهویه:** در صورت نیاز برای هوادهی، محصول با استفاده از نقاله از مخزن خارج و در معرض هوای شدید قرار می‌گیرد و سپس به قسمت دیگری منتقل می‌شود. در این روش هزینه و ضایعات زیاد است.

با توجه به آنچه در ساختمان سیلوها ارائه شد از انواع سیلوهای موجود در منطقه بازدید کرده، خصوصیات فنی آنها را بررسی و مقایسه کنید (گزارش کار را ارائه کنید).

فعالیت

### آشنایی با چگونگی سیلو کردن

**آماده کردن محصولات برای سیلو:** برای نگهداری محصولات مختلف در سیلو، باید ابتدا نسبت به آماده کردن محصول اقدام شود تا از بروز مشکلات و ضایعات بعدی جلوگیری شود.

**آماده کردن غلات:** محصول در مرحله رسیدن کامل و دارای رطوبت ۴۱ درصد و یا کمتر باشد. محصول خالص شود و از مواد خارجی مثل سنگ و خاک و دانه‌های شکسته عاری باشد. محصول بوجاری شده و عاری از بذور علف‌های هرز باشد.

در صورت وجود آفت بیشتر از حد مجاز با استفاده از سموم شیمیایی و قرنطینه، محصول آفت‌زدایی شود. محصولات فاسد و آلوده جدا شود و از ورود آنها به سیلو ممانعت به عمل آید.

از سیلوی یک نوع غلات بازدید کرده و گزارش کار خود را از آماده کردن آنها تا مرحله سیلو به هنرآموز خود ارائه دهید.

فعالیت



**آماده کردن گیاهان علوفه‌ای برای سیلو شدن:** گیاهان علوفه‌ای از نظر سهولت سیلو شدن به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱. گروهی از گیاهان مثل ذرت علوفه‌ای، سورگوم، تفاله چغندر و برگ چغندر علوفه‌ای، به دلیل بالا بودن مقدار مواد کربوهیدراته در آنها به سهولت سیلو می‌شوند.

۲. دسته دیگری از گیاهان علوفه‌ای مثل علوفه‌های دانه‌ریز، گیاهان چمنی، علوفه مرتعی مخلوط با لگومینوزها مانند شبدر (از مرحله گلدهی) به راحتی سیلو نمی‌شوند. در دسته اول مشکلی از نظر سیلو شدن وجود ندارد؛ اما برای گروه دوم باید از مواد مکمل و افزودنی برای تهیه سیلو استفاده شود.



## زمان مناسب برداشت گیاهان علوفه‌ای برای سیلو شدن

گیاهان مختلف، هر کدام در یک مرحله خاص از رشد دارای مناسب‌ترین شرایط برای سیلو شدن هستند؛ برای مثال یونجه و شبدر، در مراحل اولیه گل کردن؛ بقولات دانه‌ای، در زمان تشکیل دانه؛ علف‌های خانواده گندمیان، در موقع ظهور خوشه‌ها؛ ذرت، سورگوم و سودان گراس، در موقع شیری شدن دانه‌ها. به طور کلی در موقع برداشت باید رطوبت علوفه برای سیلو شدن کمتر از ۷۰ درصد باشد (رطوبت ۶۰ تا ۷۰ درصد مناسب است).

نمایش فیلم از زمان برداشت گیاهان علوفه‌ای برای سیلو شدن

نمایش فیلم



## انبار

برخی از محصولات زراعی و باغی نظیر برنج و حبوبات و میوه‌های خشک را می‌توان در انبار نگهداری نمود. انبارها نیز باید شرایطی داشته باشند تا کیفیت محصول نگهداری شده را در طول مدت نگهداری حفظ نمایند.

### خصوصیات ساختمانی انبارها

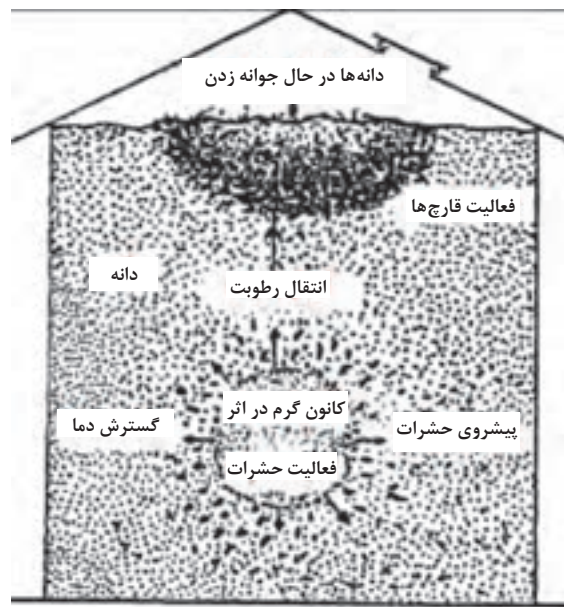
- ۱- کف انبارها باید با مصالح مناسب پوشش داده شود تا از نفوذ رطوبت به داخل محصول، جلوگیری نماید.
  - ۲- دیواره‌ها و سقف انبار باید بدون درز و شکاف و تا حد امکان عایق باشد.
  - ۳- انبار باید از استحکام و ابعاد مناسب برخوردار و دارای ایمنی مطلوب باشد.
  - ۴- نگهداری و دسترسی به محصول، به سهولت امکان پذیر باشد.
  - ۵- تهویه انبار به خوبی امکان پذیر باشد.
- (امروزه برای نگهداری مطلوب محصولات از انبارهای تهویه‌دار مجهز به هواکش و لوله‌های سوراخ‌دار در کف یا طول مخزن برای جریان هوا استفاده می‌شود).
- ۶- انبار باید از نظر حرارت، رطوبت نسبی، نور و جریان هوا قابل کنترل باشد.
- بدیهی‌ست در غیر این صورت محصول نگهداری شده در انبار، در اثر بالا رفتن تدریجی دما و رطوبت فاسد شده، یا در اثر حمله آفتاب، به تدریج از بین خواهد رفت.



یک نوع انبار



انبار علوفه خشک



چگونگی خراب شدن غلات در اثر تغییر دما در انبار، جابه‌جایی رطوبت در انبار و طرز انتقال حشرات و قارچ‌ها از یک نقطه به نقطه دیگر توده غله

## بازدید

- ۱- از انواع انبارهای موجود در منطقه بازدید کنید.
- ۲- خصوصیات فنی آن را از نظر ساختمانی، نور و تهویه بررسی نمایید.
- ۳- نحوه نگهداری محصولات انباری را بررسی نمایید.

## روش نگهداری و ذخیره محصولات زراعی دانه‌ای

محصولات دانه‌ای (نظیر گندم، جو، حبوبات و ...) را در کیسه‌های کنفی قرار داده، در انبار نگهداری می‌کنند. در این صورت، باید انبار قبلاً ضدعفونی و با استفاده از مواد شیمیایی، حشرات و موش‌ها و سایر عوامل زیان‌آور آن دفع شده تا صدمه‌ای به محصول وارد نسازند. دیواره‌ها و کف انبار باید بتونی و عایق باشد تا رطوبت، گونی‌ها را نپوساند. معمولاً با گذاشتن چوب زیر گونی‌ها، فاصله‌ای بین گونی و کف انبار ایجاد می‌کنند. مدت نگهداری غلات در انبار به درصد رطوبت دانه، درجه حرارت و رطوبت نسبی انبار بستگی دارد. مثلاً گندم، در صورتی که رطوبت دانه ۱۵ درصد و حرارت انبار ۱۴ درجه سانتی‌گراد باشد فقط ۸ تا ۱۲ ماه قابل نگهداری است و اگر درجه حرارت به ۱۶ برسد این مدت به ۷-۴ ماه، کاهش می‌یابد. اگر رطوبت نسبی انبار بالا باشد، درصد رطوبت دانه‌ها نیز افزایش یافته و در نتیجه مدت نگهداری آنها کاهش می‌یابد.

برای نگهداری گندم و جو، اغلب از سیلوهای بتونی یا فولادی استفاده می‌شود. این سیلوها مجهز به سیستم تهویه و وسایل گردش و دوران هوا و مواد ضدعفونی هستند. در این سیلوها، غلات به صورت غیربسته‌بندی شده و توده‌ای نگهداری می‌شوند.

از انبارهای نگهداری محصولات دانه‌ای منطقه خود را بازدید کنید و مشاهدات خود را به هنرآموز مربوطه ارائه نمایید.  
- در صورت عدم امکان بازدید از فیلم آموزشی استفاده شود.

## روش نگهداری و ذخیره نمودن محصولات علوفه‌ای

بعضی محصولات علوفه‌ای مانند شبدر و یونجه را پس از خشک کردن ذخیره می‌نمایند و برخی دیگر نظیر ذرت علوفه‌ای را به حالت تر و تازه سیلو می‌کنند.  
ذخیره علوفه خشک به انبار خاصی نیاز ندارد. همین که علوفه از تابش مستقیم آفتاب، ریزش باران و وزش باد در امان باشد کافی است. در صورتی که علوفه عدل‌بندی شده باشد وجود یک سرپناه کفایت می‌کند.  
ذخیره ذرت علوفه‌ای فقط در سیلو امکان‌پذیر است. به این منظور ضمن برداشت، ذرت را کاملاً خرد نموده در سیلوهای زمینی روی هم ریخته، آن را می‌فشارند تا حتی‌المقدور هوای داخل آن خارج گردد و روی آن را با کاه و ورقه‌های پلاستیکی و کاه‌گل می‌پوشانند. بدین ترتیب، محصول سیلو شده در شرایط بی‌هوازی به تدریج تخمیر و تا چندین ماه به خوبی نگهداری می‌شود. برای جلوگیری از تجمع آب باران و نفوذ رطوبت به داخل سیلو باید ارتفاع توده سیلو شده، در وسط نسبت به کناره‌های آن بیشتر باشد.

فیلم آموزشی (آماده‌سازی سیلو)

نمایش فیلم



## روش ذخیره و نگهداری میوه‌ها

برای نگهداری میوه‌هایی نظیر سیب و پرتقال، از انبارهای تهویه‌دار استفاده می‌شود. این انبارها دیواره‌های عایق داشته، در پایین آنها دریچه‌هایی تعبیه شده است. در طول فصل پاییز، هوای سرد شب وارد انبار شده، دمای آن را تا حد امکان نسبتاً پایینی نگاه می‌دارد. در فصل زمستان در صورت سرد شدن شدید هوای بیرون دریچه‌ها را می‌بندند.  
استفاده از سردخانه (انبارهایی که مجهز به دستگاه‌های تنظیم‌کننده هستند) برای نگهداری طولانی‌مدت بسیاری از میوه‌ها در سال‌های اخیر رایج گردیده است.

## روش نگهداری و ذخیره کردن سبزیجات

بسیاری از سبزیجات را می‌توان در انبار نگهداری کرده و به تدریج به مصرف رساند. برای نگهداری سبزیها باید شرایطی به وجود آورد که فعالیت حیاتی سبزی مثل تنفس به حداقل برسد و از تبخیر آب که موجب پلاسیدگی و کاهش وزن سبزی می‌شود، جلوگیری کرد. معمولاً در دمای ۰-۵ درجه و رطوبت نسبی بین ۹۰-۹۵ درصد، فعالیت حیاتی سبزی کند شده، میزان تبخیر آب آن به حداقل می‌رسد. جدول مدت نگهداری پاره‌ای از سبزی‌ها را نشان می‌دهد.

انواع سبزی	درجه حرارت انبار	درصد رطوبت نسبی	حداکثر مدت نگهداری
مارچوبه	۰	۹۵-۹۸	یک هفته
کلم تکمه‌ای	۰	۹۵-۹۸	۲ ماه
کلم پیچ	۰-۴/۵	۹۰-۹۸	۵ ماه
کرفس	۰	۹۰-۹۸	۳ تا ۵ ماه
خیار	۰-۴/۵	۹۰-۹۸	۴ تا ۵ ماه
طالبی	۰	۸۰-۹۰	۱ ماه
گوجه‌فرنگی نیمه‌رس	۱۰-۱۵/۵	۹۵-۹۸	۱ ماه
گوجه‌فرنگی قرمز رسیده	۴/۵	۹۵-۹۸	۱۰ روز
فلفل دلمه‌ای	۰	۹۵-۹۸	۱۰ روز
بادمجان	۰	۹۰-۹۵	۳ تا ۴ هفته
هویج	۰-۴/۵	۹۰-۹۵	۶ ماه
پیاز	۰-۰/۵	۸۰-۹۵	۵ ماه

معمولاً سبزیهای ریشه‌ای و غده‌ای و بعضی از سبزی‌های برگ‌ی نظیر کلم پیچ، در انبار و یا در سیلوهای موقت در محل تولید قابل نگهداریست. نگهداری سبزی‌های برگ‌ی، نظیر، نعناع، ترخون، جعفری، گشنیز و غیره از طریق خشک کردن آن در سایه ممکن است؛ اما در حد وسیع یا حجیم از روش خشک کردن سریع طی فرایند صنعتی استفاده می‌شود.



## ارزشیابی برداشت و نگهداری گیاهان

### شرح کار:

- ۱- برداشت محصولات کشاورزی (تعیین رسیدگی فیزیولوژی و تجاری)
- ۲- بررسی و تعیین شرایط سیلو کردن
- ۳- انبار کردن محصولات
- ۴- نگهداری سبزی و میوه

### استاندارد عملکرد:

تعیین شاخص‌های رسیدگی محصولات برای برداشت و چگونگی نگهداری محصولات کشاورزی پس از برداشت شاخص‌ها:

- ۱- تعیین رسیدگی فیزیولوژیکی و تجاری برخی محصولات زراعی و باغی قابل کشت در منطقه
- ۲- ارائه گزارش بازدید، فیلم و تحقیق از انواع سیلو
- ۳- ارائه گزارش بازدید، فیلم و تحقیق از شرایط انبار و انبار کردن علوفه و محصولات دانه‌ای
- ۴- ارائه گزارش تحقیق از چگونگی نگهداری میوه‌ها و سبزیجات و شرایط و مدت نگهداری آنها

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- ۱- محل اجرا: هنرستان بازدید
- ۲- تجهیزات: وسیله نقلیه، ویدئو پروژکتور، نوشت افزار، نرم افزار، کامپیوتر

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین رسیدگی برخی محصولات کشاورزی (رسیدگی فیزیولوژیکی و تجاری)	۱	
۲	تعیین شرایط سیلو کردن علوفه	۱	
۳	انبار کردن محصولات کشاورزی	۲	
۴	نگهداری سبزی و میوه	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیر فنی: محاسبه و ریاضی - سازمان دهی اطلاعات - جمع آوری و گردآوری اطلاعات / ایمنی: خود فرد / توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی مرتبط با آن / نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

## منابع:

- حیدریان، هومن، آزمایشگاه مکانیک خاک جلد اول و دوم، آوند اندیشه، ۱۳۹۰
- بای بوردی، محمد، زهکشی و بهسازی خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۹۱
- کردوانی، پرویز، حفاظت خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۹۴
- یدالله پور، علی و همکاران، آب و خاک، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴
- بهبودی، فرهاد و همکاران، آب و خاک، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴
- مقیمی، نبی‌الله و همکاران، تشخیص انواع خاک و اصلاح آن، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴
- ارزانی، کاظم و همکاران، کاشت، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴
- مقیمیان، عزت‌الله، آیش و تناوب، برداشت و نگهداری محصولات، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴





بهنر آموزان محترم، بهنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظریه‌های اصلاحی خود را درباره‌ی مطالب این کتاب از طریق نامه  
به نشانی تهران - صندوق پستی ۸۷۴ / ۴۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

