

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# راهنمای هنر آموز

آب، خاک و گیاه

رشته‌های امور زراعی، امور باغی، ماشین‌های

کشاورزی، امور دامی، صنایع غذایی

گروه کشاورزی و غذا

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز آب، خاک و گیاه - ۲۱۰۷۸۰

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

عابدین آریان‌پور، حسین اکبرلو، علیرضا دهرویه، آرش روزبهانی و هوشنگ سرداربنده  
(اعضای شورای برنامه‌ریزی)

عابدین آریان‌پور، محمود اسلامی و سیدناصر خالقی میران (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

جواد صفری (مدیر هنری) - رضوان جهانی فریمانی (صفحه‌آرا)

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

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

وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -

خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/ صندوق پستی:

۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۳۹۶

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

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، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

۱.....	<b>کلیات</b>
۲.....	<b>آموزش مبتنی بر شایستگی</b>
۲.....	■ رویکرد برنامه درسی ملی.....
۳.....	■ برنامه درسی فنی و حرفه‌ای.....
۸.....	■ نکاتی درباره آزمایشگاه.....
۱۳.....	<b>ارزشیابی</b>
۱۴.....	■ انواع سنجش در آموزش مبتنی بر اساس شایستگی.....
۱۹.....	■ نمونه‌هایی از چگونگی ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی.....
۲۳.....	<b>پودمان ۱ - خاک</b>
۲۴.....	■ تشکیل و تکامل خاک.....
۴۰.....	■ خصوصیات فیزیکی خاک.....
۷۵.....	<b>پودمان ۲ - خواص شیمیایی و بهسازی خاک</b>
۷۶.....	■ خواص شیمیایی خاک.....
۹۵.....	■ بهسازی خاک.....
۱۱۳.....	<b>پودمان ۳ - خواص آب</b>
۱۱۴.....	■ آب و خواص آن.....

پودمان ۴- منابع آب..... ۱۳۱

■ منابع و انتقال آب..... ۱۳۲

■ آب در خاک و گیاه..... ۱۴۲

پودمان ۵- کشت و نگهداری گیاهان..... ۱۵۷

■ کاشت گیاهان..... ۱۵۸

■ برداشت و نگهداری گیاهان..... ۱۶۵

## سخنی با هنرآموزان گرامی

کتاب آب، خاک و گیاه به عنوان درس گروه کشاورزی و غذا (رشته‌های امور زراعی، امور باغی، ماشین‌های کشاورزی، امور دامی و صنایع غذایی) با رویکرد شایستگی محور، طراحی و تدوین شده است. در این کتاب سعی شده است، مدیریت استفاده از نهاده‌های کشاورزی و مراحل تولید و نگهداری ارائه شود. شایستگی‌های ارائه شده در این کتاب به صورت فرایندی شامل هدف‌های توانمندسازی (دانشی و مهارتی) سازماندهی شده است.

از هنرآموزان گرامی انتظار می‌رود هنگام تدریس با بیان اهمیت نقش کشاورزی در توسعه و استقلال کشور اهمیت جایگاه شاغلین در این بخش را گوشزد کرده تا هنرجویان با اهمیت و تأثیر خود در آینده کشورشان بیشتر آشنا شده و با علاقه بیشتری به یادگیری بپردازند. همچنین بیان اهمیت صرفه‌جویی و مدیریت نهاده‌های خدادادی، همچون خاک و آب در بخش کشاورزی را به دفعات در موضوعات مختلف بیان فرمایید تا در آنها نهادینه شود. واحدهای در نظر گرفته برای تمامی رشته‌های گروه کشاورزی و غذا قابل اجرا و الزامی است.

میهن خویش را کنیم آباد  
تا بمانیم خرم و آزاد

دست در دست هم دهیم به مهر  
یار و غمخوار یکدگر باشیم

«عباس یمینی شریف»

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

# کلیات

# آموزش مبتنی بر شایستگی

## رویکرد برنامه درسی ملی

منظور از این اصطلاح، جهت‌گیری آموزش‌های مدرسه‌ای بر اساس فلسفه تربیتی نظام حاکم بر جامعه و انتظارات رهبران، مردم و نهادها از برنامه درسی ملی است. این رویکرد، رویکرد فطرت‌گرای توحیدی نام دارد که مقصد عالی آن، شکوفایی گرایش‌های الهی در انسان و تربیت انسان خلیفه ... است.



الگوی هدف‌گذاری در برنامه درسی ملی براساس پنج عنصر تعقل، ایمان، عمل، علم و اخلاق است. در میان عناصر پنج‌گانه، عنصر تعقل جنبه محوری دارد و سایر عناصر پیرامون آن تعریف می‌شوند. انتظار می‌رود هنرجویان با مجموعه‌ای از این عناصر به مرتبه‌ای از شایستگی‌های پایه دست یابند.



## برنامه درسی فنی و حرفه ای

برنامه درسی فنی و حرفه ای مجموعه ای از استانداردهای دنیای کار، اهداف، محتوا، روش ها، راهبردهای یاددهی- یادگیری، تجهیزات، زمان، فضا، استاندارد شایستگی ها، مواد آموزشی و استاندارد ارزشیابی است که دانش آموز (هنرجو)، هنرآموز یا مربی را برای رسیدن به آن اهداف در حوزه آموزش های فنی و حرفه ای هدایت می نماید. دامنه شمول برنامه درسی در حوزه آموزش های فنی و حرفه ای، دنیای کار و دنیای آموزش را دربر می گیرد.

در نظام های آموزش فنی و حرفه ای کشورها معمولاً سه نوع استاندارد دیده می شود:

**۱ استاندارد شایستگی حرفه ای:** شایستگی یا مهارتی است که توسط متولیان کشاورزی، صنعت، بازار کار، اتحادیه ها، صنوف و ... تهیه می شود. در این استاندارد، وظایف، کارها و صلاحیت های هر شغل یا حرفه مورد توجه قرار می گیرند. استاندارد شایستگی حرفه تعیین کننده فعالیت ها، کارها، ابزارها و شاخص هایی برای عملکرد در یک حرفه می باشد. در استاندارد شایستگی حرفه موارد ذیل وجود دارد:

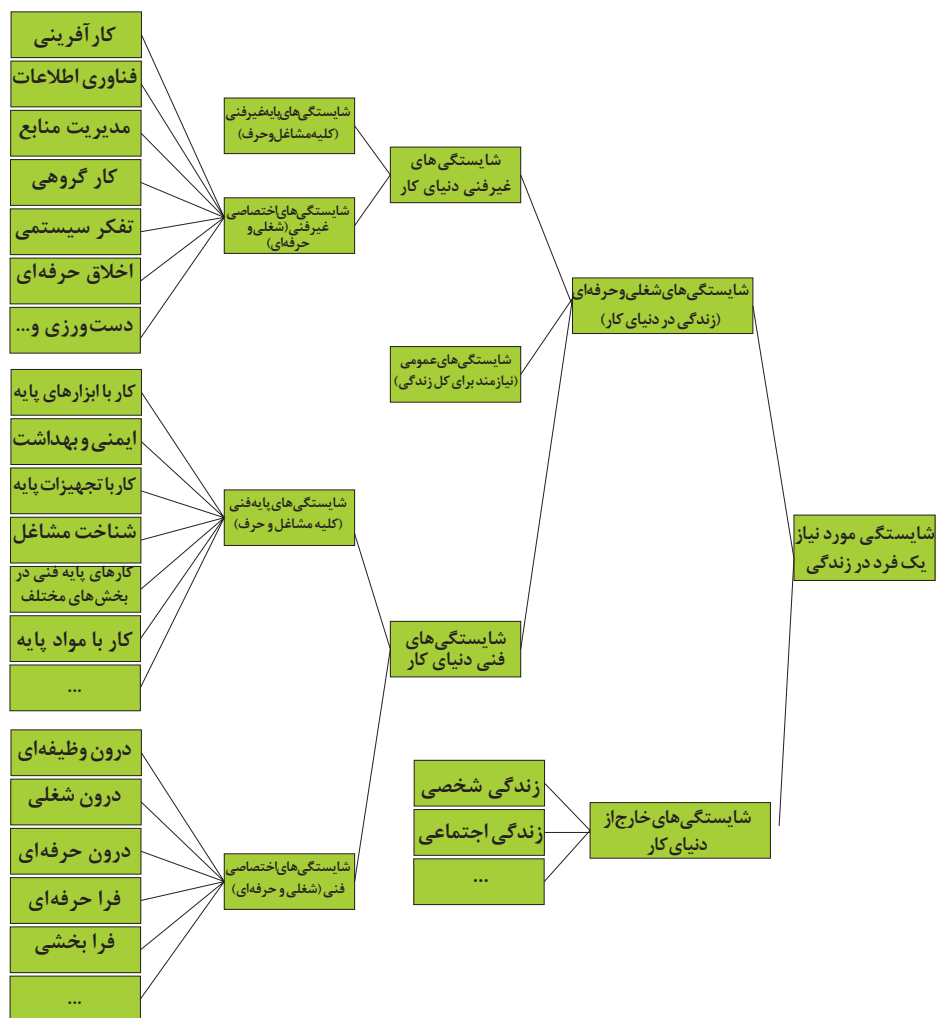
- فعالیت موجود در حرفه (وظایف و کارها) با روش های مختلفی مانند دیکوم، تجزیه و تحلیل مشاغل و ... استخراج می شود.
- شرایط و ویژگی های محیط کار (فیزیکی و ...)
- دانش، توانایی و نگرش محیط کار (با روش های تحلیل کار و ...)
- معیارهای عملکرد و استاندارد ارزشیابی از کارها
- تجهیزات و وسایل مورد نیاز در محیط کار
- شایستگی های محوری و غیر فنی محیط کار

**۲ استاندارد ارزشیابی:** براساس استاندارد شایستگی حرفه ای و دیگر عوامل مؤثر توسط گروه های مشترکی از حوزه های گوناگون تهیه می شود و منجر به اعطای گواهینامه یا مدرک صلاحیت حرفه ای می گردد.

**۳ استاندارد آموزشی (برنامه درسی):** بر اساس استانداردهای شایستگی حرفه و ارزشیابی توسط ارائه دهندگان آموزش های فنی و حرفه ای تهیه می گردد. در این استاندارد، اهداف درس، محتوا، راهبردهای یاددهی- یادگیری، تجهیزات آموزشی و ... در اولویت قرار دارد.

## شایستگی (Competency)

مجموعهٔ اثبات شده از دانش، مهارت و نگرش مورد نیاز جهت انجام یک تکلیف کاری بر اساس استاندارد را، «شایستگی» گویند. شایستگی‌ها در حوزه آموزش‌های فنی و حرفه‌ای به سه دستهٔ شایستگی‌های فنی، غیرفنی و عمومی تقسیم‌بندی می‌شوند.



■ **سطح شایستگی انجام کار:** صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطح صلاحیت حرفه‌ای انجام می‌شود، انجام هر کار ممکن است با کیفیت مشخصی در محیط کار مورد انتظار باشد. سطح کیفی شناخته شده از یک شخص در محیط کار را سطح شایستگی مورد انتظار یا نیاز گویند. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی می‌باشد.

### ■ استاندارد عملکرد (Performance Standard):

شایستگی‌های حرفه‌ای (فنی و غیرفنی) دنیای کار براساس استاندارد عملکرد استوار است. آن سطح شناخته شده و قابل قبول برای انجام یک کار در یک حرفه یا شغل را استاندارد عملکرد آن کار می‌نامند. معمولاً در استاندارد عملکرد شرایط انجام کار، عملکرد و معیار ارزیابی آورده می‌شود.

### نظام یاددهی - یادگیری مبتنی بر شایستگی



### ■ آموزش مبتنی بر شایستگی: رویکردی

در آموزش فنی و حرفه‌ای است که تمرکز بر شایستگی‌های حرفه‌ای دارد. شایستگی‌ها را به عنوان پیامدهای آموزشی در نظر می‌گیرد و فرایند نیازسنجی، طراحی و تدوین برنامه درسی و ارزشیابی بر اساس آنها انجام می‌شود. شایستگی‌ها می‌توانند به شایستگی‌های فنی (در یک حرفه یا مجموعه‌ای از حرفه‌ها)، غیرفنی و عمومی دسته‌بندی شوند. رسیدن فراگیران به حداقلی از همه شایستگی‌ها به عنوان هدف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در این رویکرد مورد توجه قرار می‌گیرد.

### ■ اهداف توانمندسازی: اهداف توانمندسازی

اهدافی است که براساس شایستگی‌ها، استاندارد عملکرد و بایسته‌های یاددهی - یادگیری جهت کسب شایستگی‌ها توسط دانش‌آموزان تدوین می‌گردد. اهداف توانمندسازی با توجه به رویکرد شکوفایی فطرت شامل پنج عنصر: تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق و چهار عرصه ارتباط تربیت



رویکرد تدوین بسته یادگیری  
براساس اهداف توانمندسازی

شونده با خود، خدا، خلق و خلقت است که با محوریت ارتباط با خدا تعریف، تبیین و تدوین می‌شوند.

باتوجه به اینکه آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای و مهارتی فرایند تکوین و تعالی هویت حرفه‌ای فراگیران است و هویت فراگیران برآیند نوع ارتباط آنان با خدا، خود، خلق و خلقت می‌باشد، بنابراین اهداف تربیت با توجه به این عرصه‌ها قابل تبیین خواهد بود، این عرصه‌ها به گونه‌ای جامع، یکپارچه و منطقی کلیه ساحت‌های تربیتی را دربرمی‌گیرد.

## طرح درس

طرح درس کلی یا بودجه بندی ارائه محتوا در قالب ساختار زمانی، یکی از ابزارهای اصلی و مهم در آموزش به‌شمار می‌آید. بنابراین لازم است برای بهبود فرایند آموزش، رسیدن به تمامی اهداف تعیین شده، پرهیز از روزمرگی و بی‌برنامگی، افزون بر طرح درس روزانه، طراحی و اجرای طرح درس سالانه ضروری می‌باشد. جدول زیر نمونه‌ای از یک بودجه بندی پیشنهادی است.

بودجه بندی پیشنهادی کتاب آب، خاک و گیاه

تعداد	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	جلسه (۴ ساعته) واحد یادگیری
۲										تشکیل و تکامل خاک
۲	۴	۳								خصوصیات فیزیکی خاک
		۱	۲							خواص شیمیایی خاک
				۲	۲					بهسازی خاک
					۲	۱				آب و خواص آن
						۳	۱			منابع و انتقال آب
							۱	۲		آب در خاک و گیاه
								۲		کاشت گیاهان
									۳	برداشت و نگهداری گیاهان

توجه: زمان اجرا برحسب شرایط اقلیمی، ویژگی‌های خاک و امور اجرایی، قابل تغییر و اصلاح است.

## نمونه طرح درس روزانه

مشخصات کلی	نام درس: نام واحد یادگیری: موضوع درس:	کلاس: صفحات: مدت اجرا: دقیقه	شماره طرح درس: پایه: تاریخ اجرا:
	هنرستان:	هنرآموز(طراح درس):	
فعالیت‌های قبل از تدریس	۱- هدف کلی:		
	۲- اهداف توانمند ساز:		
	۳- روش‌های تدریس:		
	ابزار مورد نیاز:		
	وسایل مورد نیاز:		
	مواد مورد نیاز:		
	فضا و امکانات مورد نیاز:		
	رسانه‌های آموزشی:		
	پیام روز:		
فعالیت‌های ضمن تدریس	۱- فعالیت‌های اولیه: (سلام و احوالپرسی - حضور و غیاب - بازدید تکالیف و ...)		
	۲- ارزشیابی تشخیصی:		
	۳- آماده‌سازی (زمینه‌سازی):		
	۴- مباحث نظری:	۵- فعالیت‌های عملی:	انتظارات
	۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری:		
	۷- ارزشیابی تکوینی (مرحله‌ای):		
	فردي:		
پس از تدریس	تعیین تکلیف	گروهی:	
	معرفی منابع و سایر اقدامات لازم:		
موضوع جلسه آینده:			

در ورود به آزمایشگاه جهت آموزش مناسب کلیه افراد بهتر است مواردی را رعایت کنند که به اهم آنها اشاره می‌شود .

■ مسئولین آزمایشگاه هماهنگی لازم را به عمل آورند تا فراگیران در هنگام ورود به آزمایشگاه با سردرگمی مواجه نگردند .

■ وسایل و تجهیزات مورد نظر برای هر آزمایش با هماهنگی لازم از قبل آماده شده باشد .

■ در اولین جلسه، پس از حضور کلیه هنرجویان گروه‌بندی آنها انجام شود. سعی کنید هنرجویان درانتخاب هم گروه‌های خود آزاد باشند.

■ هر گروه یک نماینده یا سرگروه را انتخاب و به هنرآموز خود معرفی نماید.

■ برای برقراری نظم در آزمایشگاه، نماینده هر گروه وظیفه تقسیم کار و تحویل وسایل را برعهده دارد و بقیه اعضای گروه تمامی درخواست‌ها و نیازهای گروه را برای آزمایش از طریق ایشان به اطلاع هنرآموز می‌رسانند.

■ هنرآموزان گرامی و یا سایر عوامل اداری آموزشی هنگام حضور در آزمایشگاه با رعایت موارد آموزشی، روپوش، ایمنی و ... در آزمایشگاه، الگوی مناسبی برای هنرجویان باشند.

■ هنرجویان در گروه‌های خود با هماهنگی نماینده و نظارت هنرآموز اقدام به انجام آزمایش نمایند. در صورتی که برای برخی از آزمایش‌ها امکانات و شرایط آزمایش برای همه گروه‌ها وجود نداشت سعی شود در هر جلسه تعدادی از هنرآموزان از هریک از گروه‌ها انتخاب و آزمایش انجام دهند. ملاک مشارکت همه هنرجویان در امر آموزش است.

■ حضور به موقع در آزمایشگاه، قبل از ورود هنرجویان از جمله مواردی است که باید توسط مسئولین آزمایشگاه رعایت شود تا از بروز هرگونه اتفاق ناگواری جلوگیری شود.

■ پوشیدن روپوش در آزمایشگاه قبل از هر توصیه‌ای توسط کلیه افراد (آموزش دهنده و آموزش گیرنده) رعایت شود .

**تذکراتی درباره نحوه برگزاری کلاس آزمایشگاه و آزمون عملی و نهایی :**

تذکرات ایمنی و بهداشتی به هنرجویان در هر جلسه هنگام کار با تجهیزات و

مواد خطرناک الزامی است تا هنرجویان به عواقب ناشی از کار با آنها از قبل آگاهی داشته باشند.

■ مرور دستورالعمل هر آزمایش در ابتدای جلسه باعث می شود افراد با روند برگزاری آموزش عملی و موضوعات هر جلسه، از قبل مطلع باشند.

■ وسایل آزمایشگاهی باید دوره های متمادی مورد استفاده قرار گیرند، در نگهداری از آنها دقت شود.

■ پس از هر مرحله کاری هنرجویان ارزشیابی شوند. این روند ضمن سنجش هنرجویان، نواقص و مشکلات آموزش را نیز آشکار می کند و در ادامه کار برطرف می شود.

**از هنرجویان بخواهید برای برگزاری یک کلاس عملی مناسب موارد زیر را رعایت نمایند:**

- به منظور نتیجه گیری بهتر در آزمایشگاه دستور کار مربوط به آن روز را دقیقاً مطالعه نموده و در صورت امکان برای اطلاع بیشتر سایر منابع را مطالعه کنند.
- یک دفترچه یادداشت جهت درج شرح آزمایش، مشاهدات و محاسبات به همراه خود داشته باشند.
- در پایان هر آزمایش میز کار و کلیه وسایل مورد استفاده را کاملاً تمیز نموده و آنها را به مسئول آزمایشگاه تحویل دهند.
- به موقع در آزمایشگاه حاضر شوند.
- روپوش مناسب بپوشند.
- به تذکرات مسئولین آزمایشگاه توجه کنند.
- از شوخی نابجا در هنگام حضور در آزمایشگاه پرهیز کنند.
- مواردی که قبل و هنگام آزمایش با آن روبرو می شود و در ذهن هنرجو چالش ایجاد نموده است را یادداشت و در کلاس مطرح نمایند.
- در انجام آزمایش همه اعضای گروه مشارکت داشته باشند.
- از خود و دیگران در برابر خطرات احتمالی مواظبت کنند.
- از اموال و تجهیزات آزمایشگاه مواظبت و نگهداری کنند.
- در آزمایشگاه موارد بهداشتی را رعایت نموده و در تمیز کردن سایتی که به آنها اختصاص دارد مشارکت کنند.

## ایمنی در آزمایشگاه

نظر به اینکه در طول مدت آزمایش سلامتی افراد در اولویت می باشد، هنرجویان می بایست کلیه مواردی که در آزمایشگاه به آن تأکید می گردد را رعایت نموده و از دست زدن به تجهیزات خودداری نمایند. رعایت کلیه موارد از بروز خطرات احتمالی و حوادث جلوگیری می نماید.

**آمار نشان می دهد که اکثر حوادث ناگوار نتیجه یک بی احتیاطی کوچک است.**

### از هنر جویان خواسته شود که:

- کلیه حوادثی که اتفاق می افتد هرچند جزئی را به مسئولین آزمایشگاه گزارش نمایید.
- از دست زدن به ظروف شیشه ای داغ خودداری نمایید؛ زیرا ظروف شیشه ای به کندی گرمای خود را از دست می دهند.
- در موقع گرم کردن لوله آزمایش آن را به طرف خود و دیگران نگیرید ممکن است در هنگام گرم کردن مایع داخل آن به شدت به بیرون پرتاب شود.
- هیچ یک از مواد شیمیایی را نجشید زیرا احتمال اینکه مواد سمی در آن باشد، وجود دارد.
- هرگاه می خواهید بوی محلولی را متوجه شوید از تنفس مستقیم بخارات آن خودداری نمایید. کافی است با فاصله بخارات مزبور را با دست به سمت بینی خود هدایت نموده و استشمام نمایید.
- موادی که بخارات سمی تولید می کنند بهتر است در زیر هود نگهداری شوند. آزمایش هایی که در ادامه، تولید بخارات سمی می کنند نیز بهتر است در زیر هود انجام گیرد تا از پخش مواد سمی در فضای آزمایشگاه جلوگیری گردد.

**استفاده از لوازم حفاظت فردی در کار با مواد شیمیایی ضروری است.**

- کلیه مواد دورریختنی مانند کاغذهای صافی و مخلوط آب و خاک را در محل مناسب بریزید.
- قبل از برداشتن مواد از داخل ظرف، برچسب روی آن را به دقت بخوانید.
- از مواد و معرف های شیمیایی به اندازه نیاز استفاده کنید.
- هیچ گاه مواد شیمیایی استفاده شده را به ظرف اصلی باز نگردانید.



## عوامل خطر را شناسایی کنید ولی تجربه نکنید.

### نمونه گزارش کار

**عنوان آزمایش:** نام آزمایش مربوطه را در این قسمت یادداشت کنند.  
**زمان آزمایش:** در این قسمت روز، تاریخ و زمان دقیق آزمایش را بنویسند.  
**وسایل و مواد لازم:** کلیه مواد و تجهیزات و وسایل مورد نیاز آزمایش را در این قسمت یادداشت کنند.

**مقدمه:** مطالب تئوری و پایه علمی آزمایش را در این قسمت شرح دهند.  
**شرح آزمایش:** کلیه عملیات اجرایی و عملی که در هنگام آزمایش یا عملیات میدانی انجام می‌گیرد در این قسمت به دقت نوشته شود.  
**نتیجه گیری:** اکثر آزمایش‌ها دارای نتیجه‌ای هستند که ما به دنبال رسیدن به آن هستیم. تکرار آنها در میزان یادگیری مؤثر است.

**خطای آزمایش:** خطاهای موجود در مراحل آزمایش و تأثیرات آنها در روند آزمایش و نتایج حاصل از آن یادآوری می‌گردد.

**پیوست آزمایش:** هرگونه محاسبات و جداول و نمودار مورد نیاز جهت تبیین نتایج آزمایش در این قسمت ارائه می‌گردد. برای گزارش‌نویسی علاوه بر رعایت موارد فوق برای بهتر شدن گزارش هنجاریان می‌توانند از ابتکار و خلاقیت خودشان استفاده نمایند. برای هر جلسه یک گزارش کار تهیه گردد. از زیاده‌گویی و خلاصه‌نویسی بیش از اندازه در هنگام گزارش‌نویسی خودداری کنند. بهتر است گزارش کار حداکثر در دو برگ نوشته شود. با کمی مطالعه در زمینه موضوع و با آمادگی در جلسه حضور یابند. دقت در آزمایش به یادگیری بلند مدت هنجاریان کمک می‌کند و از فراموشی مطالب جلوگیری می‌نماید.

## نمونه فرم گزارش کار

عنوان آزمایش :
تاریخ آزمایش :      روز .....      ...../...../.....
تجهیزات و مواد مورد نیاز :
مقدمه :
شرح آزمایش :
محاسبات :
نتیجه گیری :

# ارزشیابی

## سنجش و ارزشیابی

ارزشیابی شایستگی و صلاحیت‌های حرفه‌ای باید:

- ✓ همخوان با اهداف و استاندارد عملکرد کاری در سطح صلاحیت مورد نظر باشد.
- ✓ متناسب با سطح شایستگی باشد.
- ✓ سطوح بالای شناختی را ارزشیابی کند.
- ✓ امکان پذیر باشد.
- ✓ روایی داشته باشد.
- ✓ پایایی داشته باشد.
- ✓ منصفانه و متعادل باشد.
- ✓ مبتنی بر شواهد مناسب باشد.
- ✓ همه جانبه باشد.

ارزشیابی استانداردهای عملکرد حرفه‌ای باید شایستگی انجام کار براساس استاندارد عملکرد را سنجش نماید. این شایستگی ترکیبی از دانش، مهارت و نگرش می‌باشد. در فرایند آموزش چنانچه سنجش و ارزشیابی به‌طور صحیح و براساس شایستگی‌ها انجام نشود، آموزش‌های داده شده کاملاً بی‌خاصیت و نابارور می‌ماند. مبنای سنجش و ارزشیابی شایستگی‌های مورد نیاز بازار کار است. باید توجه داشته باشیم که هدف از آموزش، کسب شایستگی در سه حوزه دانشی، مهارتی و نگرشی است. در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای شایستگی‌های دانشی توأم با شایستگی‌های مهارتی و نگرشی ارزشیابی می‌شود.

## انواع سنجش و آموزش بر اساس شایستگی

### مشاهده عملکرد

در این نوع سنجش تمرکز ارزیاب بر فرایند انجام کار است که اثبات شایستگی عملکرد بر اساس فرایند و رویه کاری هم نامیده می‌شود.

### آزمون مهارت

در این نوع سنجش تمرکز ارزیاب بر نمونه کار، نمونه مهارت و یا انجام یک پروژه است. بدیهی است در پروژه‌ها نمونه مهارت‌ها به صورت تکراری و فراوان ممکن است مورد ارزیابی قرار گیرد.

### شبیه سازها

در این نوع سنجش‌ها تمرکز ارزیاب متوجه محصول نهایی و یا مشاهده فرایند انجام کار باشد در برخی از موارد شبیه سازی مستلزم انجام محاسبات و راه‌اندازی نرم‌افزارهای خاص می‌باشد.

### آزمون کتبی عملکردی

در این نوع سنجش تمرکز ارزیاب بر نتایج محاسبات و عملیات انجام شده است. بیشتر این نوع سنجش در تکالیف کاری دانشی که سطح بالای مهارت‌های شناختی دارند، انجام می‌گیرد.

### مقیاس بندی رتبه ای - ارزشیابی شایستگی حرفه

ردیف	مقیاس بندی شایستگی جزء	محدوده انتظارات - مقیاس بندی شایستگی جزء	مقیاس بندی شایستگی (کار)
۱	بلی - خیر	عدم شایستگی: کسب نکردن حداقل ۷۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز شایسته: کسب حداقل ۷۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز	نیازمند آموزش: نداشتن معیارهای مربوط به شایستگی کار شایسته: داشتن معیارهای مربوط به شایستگی کار
۲	مقیاس های ۳، ۲، ۱	سطح مقیاس ۱: کسب نکردن حداقل ۶۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۲: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۳: کسب کردن حداقل ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز	نیازمند آموزش: کسب نکردن حداقل ۶۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز شایسته: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز شایستگی کامل: کسب کردن حداقل ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز

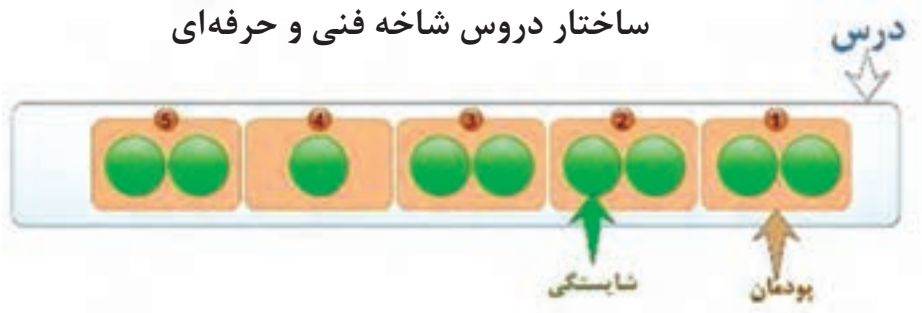
## دروس شایستگی

- ۱ شایستگی های غیرفنی شامل الزامات محیط کار در پایه دهم کارگاه نوآوری و کارآفرینی، کاربرد فناوری های نوین، مدیریت تولید در پایه یازدهم و اخلاق حرفه ای در پایه دوازدهم (شاخه فنی و حرفه ای و کاردانش)
- ۲ درس مشترک گروه کشاورزی و غذا در پایه دهم شامل: آب، خاک و گیاه
- ۳ کارگاه های ۸ ساعته (شاخه فنی و حرفه ای) پایه های دهم، یازدهم و دوازدهم
- ۴ دروس شایستگی های پایه شامل: ریاضی، فیزیک، زیست و شیمی
- ۵ دروس دانش فنی پایه و دانش فنی تخصصی

### ■ ارزشیابی مبتنی بر شایستگی

هر یک از مواد درسی شامل پنج پودمان می‌باشد که باید برای هر یک از آنها توسط هنرآموز مربوط ارزشیابی مستقل از هنرجو صورت گیرد و در نتیجه یک نمره مستقل برای هر یک از پودمان‌ها ثبت گردد.

### ساختار دروس شاخه فنی و حرفه‌ای



■ نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد و فقط یک نمره بر اساس ۰ تا ۲۰ ثبت می‌گردد.

بخش اول شامل ارزشیابی پایانی هر پودمان: نمره ارزشیابی از کسب شایستگی از پودمان مورد نظر که با سه نمره ۱، ۲، ۳ (۱=عدم احراز شایستگی؛ ۲=احراز شایستگی ۳=احراز شایستگی بالاتر از حد انتظار) مشخص می‌گردد و نتیجه آن با ضریب ۵ منظور می‌گردد.

بخش دوم ارزشیابی مستمر: نمره مستمر که براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و کارگاهی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکردی درسی و... از ۰ تا ۵ نمره اختصاص پیدا خواهد کرد.

■ هر پودمان شامل یک تا دو واحد یادگیری (واحد شایستگی) است و ارزشیابی پیشرفت تحصیلی از واحدهای شایستگی مطابق با شیوه مندرج در کتاب‌های درسی صورت خواهد گرفت و نتیجه آن در دفاتر ثبت نمره کلاسی در مدرسه ثبت خواهد شد و بر اساس نتیجه حاصل از ارزشیابی واحدهای شایستگی نمره پودمان به دست خواهد آمد.

زمانی هنرجو در درس دروس شایستگی قبول اعلام می‌گردد که در هر ۵ پودمان درس نمره بالای ۱۲ کسب کند. در این صورت میانگین ۵ نمره پودمان به عنوان نمره کلی درس در کارنامه تحصیلی هنرجو منظور خواهد شد. در صورتی که فرد در یک یا چند پودمان حداقل نمره ۱۲ را کسب نکند در آن درس قبولی را به دست

نمی‌آورد و نمره ۱۰ در سیستم برای او منظور خواهد شد. ارزشیابی مجدد صرفاً در پودمان یا پودمان‌هایی که حداقل نمره موردنظر در آن کسب نشده است صورت خواهد پذیرفت و در تمام طول سال تحصیلی حداقل برای یک بار امکان‌پذیر خواهد بود.

خلاصه نمرات کسب شده در پودمان‌های رشته‌های تحصیلی در یک کاربرگ تحت عنوان گواهی شایستگی‌های حرفه‌ای تنظیم و همراه با مدارک تحصیلی دیگر به‌هنگام تحویل داده خواهد شد.

هنگامی‌که می‌توانند در ارزشیابی فرایندمدار و نتیجه‌مدار، کتاب همراه هنرجو را در زمان اجرای ارزشیابی با خود به همراه داشته باشند.

#### نمرات احتمالی در ثبت نمره واحد یادگیری

نمره شایستگی	نمره مستمر	نمره قابل ثبت	نتیجه	نمره شایستگی	نمره مستمر	نمره قابل ثبت	نتیجه	نمره شایستگی	نمره مستمر	نمره قابل ثبت	نتیجه
۱	۰	۵	غیرشایسته	۲	۰	۱۰	غیرشایسته	۳	۰	۱۵	شایسته (قبول)
۱	۰/۵	۵/۵	غیرشایسته	۲	۰/۵	۱۰/۵	غیرشایسته	۳	۰/۵	۱۵/۵	شایسته (قبول)
۱	۱	۶	غیرشایسته	۲	۱	۱۱	غیرشایسته	۳	۱	۱۶	شایسته (قبول)
۱	۱/۵	۶/۵	غیرشایسته	۲	۱/۵	۱۱/۵	غیرشایسته	۳	۱/۵	۱۶/۵	شایسته (قبول)
۱	۲	۷	غیرشایسته	۲	۲	۱۲	شایسته (قبول)	۳	۲	۱۷	شایسته (قبول)
۱	۲/۵	۷/۵	غیرشایسته	۲	۲/۵	۱۲/۵	شایسته (قبول)	۳	۲/۵	۱۷/۵	شایسته (قبول)
۱	۳	۸	غیرشایسته	۲	۳	۱۳	شایسته (قبول)	۳	۳	۱۸	شایسته (قبول)
۱	۳/۵	۸/۵	غیرشایسته	۲	۳/۵	۱۳/۵	شایسته (قبول)	۳	۳/۵	۱۸/۵	شایسته (قبول)
۱	۴	۹	غیرشایسته	۲	۴	۱۴	شایسته (قبول)	۳	۴	۱۹	شایسته (قبول)
۱	۴/۵	۹/۵	غیرشایسته	۲	۴/۵	۱۴/۵	شایسته (قبول)	۳	۴/۵	۱۹/۵	شایسته (قبول)
۱	۵	۱۰	غیرشایسته	۲	۵	۱۵	شایسته (قبول)	۳	۵	۲۰	شایسته (قبول)

## ابزار کمکی هنرآموزان در ارزشیابی

### نمون برگ ارزشیابی پایانی

رشته تحصیلی: نام و نام خانوادگی:			درس: کد دانش آموزی:		
پودمان ۱:					
واحد یادگیری ۱: تعداد مراحل: ۶			واحد یادگیری ۲: تعداد مراحل: ۶		
مرحله کار	حداقل نمره	نمره	مرحله کار	حداقل نمره	نمره
۱	۲		۱	۲	
۲	۱		۲	۱	
۳	۱		۳	۱	
۴	۱		۴	۱	
۵	۲		۵	۲	
۶	۱		۶	۱	
ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی / توجهات زیست محیطی			ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی / توجهات زیست محیطی		
۲			۲		
میانگین مراحل			میانگین مراحل		
۰			۰		
نمره شایستگی ۳			نمره شایستگی از ۳		
۰			۰		
نمره مستمر (از ۵)			نمره مستمر (از ۵)		
نمره نهایی کار از ۲۰			نمره واحد یادگیری از ۲۰		
۰،۰			۰،۰		

زمانی هنرجو شایستگی را کسب می نماید که ۲ نمره از ۳ نمره واحد یادگیری را اخذ نماید. شرط قبولی هر پودمان حداقل ۱۲ است. نمره کلی درس (میانگین نمرات پودمان ها) زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را کسب نماید

### نمون برگ خود ارزیابی هنرجویان در هر پودمان

نام و نام خانوادگی:			عنوان پودمان (فصل): .....
نام واحد یادگیری	وضعیت عملکرد من در این پودمان		
	اهداف عملکردی که با کمک و راهنمایی هنرآموز انجام می دهم	اهداف عملکردی که با کمک می دهم	اهداف عملکردی که نیاز به تمرین و تکرار بیشتر دارم
			.....
			.....

\*این فرم توسط هنرجو تکمیل می شود.



## نمونه‌هایی از چگونگی ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی

### ۱ تفکر منطقی

- آیا هنرجو در فرایند اجرای فعالیت‌ها، اقدام به شناسایی واقعیت‌ها و حقایق می‌نماید و آنها را درست به کار می‌برد و نتیجه‌گیری صحیحی می‌نماید؟
- با توجه به محدودیت‌ها آیا تصمیم درست اخذ می‌کند؟
- اطلاعات مورد نیاز را به‌نحو مطلوب جمع‌آوری می‌کند؟
- تناقض‌ها و شکایات و مشکلات را ارزیابی می‌کند و مسئله مربوطه را مورد شناسایی قرار می‌دهد؟

### ۲ خلاقیت

- در فرایند اجرای کار هنرجو، الگوها و روابط را شناسایی می‌کند؟
- بین پدیده‌های جدید و قدیم ارتباط برقرار می‌کند؟
- اقدام به خلاصه‌سازی، جمع‌بندی و پاراگراف‌بندی می‌کند؟
- آیا برای حل مسائل را حل خلاقانه و جدید ارائه می‌دهد؟

### ۳ یادگیری مادام‌العمر

- آیا هنرجو برای یادگیری دانش جدید از دانش قبلی استفاده می‌کند؟
- نمودارها و نمادها را تفسیر می‌کند؟
- روحیه پرسشگری دارد؟
- در جستجوی دانش است و سعی می‌کند کمبودها را برطرف کند؟
- اشکالات احتمالی محتوا و روش‌های ارائه شده را اعلام و پیشنهاد می‌کند؟

### ۴ سواد اطلاعاتی

- آیا هنرجو در فرایند کار در انتخاب، در به‌دست آوردن شناسایی داده‌ها، فرایندها، طبقه‌بندی کردن‌ها و پیش‌بینی نتایج تلاش می‌کند؟
- آیا داده‌ها و اطلاعات را به‌طور صحیح مورد استفاده قرار می‌دهد؟
- دقت و درستی داده‌ها، اطلاعات و فرایندها را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد؟
- گزارش‌ها را به‌طور کامل و درست و به‌موقع با کارایی بالا استفاده می‌کند؟

## ۵ کاربرد فناوری

- آیا هنرجو در شناسایی و استفاده از فناوری‌های موجود و مناسب با توجه به نوع کار و کسب نتایج فناورانه تلاش می‌کند؟
- آیا با استفاده از فناوری‌های موجود در نگهداری مستندات، شناسایی اشکالات و تعیین کمبودها و رفع نواقص اقدام می‌کند؟
- آیا در انجام پژوهش‌های تعیین شده در کتاب از تارنمای‌های تخصصی برای یافتن متن و تصویر، به خوبی استفاده کرده است؟

## ۶ محاسبه

- آیا هنرجو از علوم پایه مانند ریاضی و علوم استفاده می‌کند؟
- آیا نتایج حاصله را ثبت می‌کند؟
- محاسبات مرتبط را به‌طور صحیح و دقیق انجام می‌دهد؟
- متون مورد نیاز را به‌راحتی ترجمه می‌کند؟

## ۷ ارتباط مؤثر

- آیا هنرجو در فرایند آموزش به دقت گوش می‌دهد؟
- روحیه پرسشگری و پاسخ‌دهی دارد؟
- با دیگران ارتباط دوستانه برقرار می‌کند؟
- به‌طور فعال در مساعدت با دیگران تلاش می‌کند؟
- ارتباط کلامی و غیرکلامی مناسبی دارد؟
- در مذاکره‌ها شرکت فعال می‌کند و نسبت به کسب نتیجه مطلوب و به موقع حساس و نگران است؟
- مشکلات و نقص‌های موجود را به موقع و با گفتار مؤدبانه بیان می‌کند؟

## ۸ کار تیمی

- هنرجو در گروه کاری خود به‌عنوان یک عضو فعال تیم عمل می‌کند؟
- آیا سایر اعضای گروه و کلاس او را به‌عنوان فردی مثبت، فعال، قانونمند و داوطلب برای انجام وظایف خاص و کمک به اعضای تیم می‌شناسند؟
- آیا استانداردها را می‌شناسد؟ استانداردها را رعایت می‌کند؟
- برای پذیرش مفاهیم جدید به دیگران کمک می‌کند؟

- در موقعیت‌های جدید خود را تطبیق می‌دهد؟
- به حقوق دیگران احترام می‌گذارد و حقوق خود را طلب می‌کند؟
- تفاوت‌ها، تبعیض‌ها و نگرانی‌ها را تشخیص می‌دهد؟ و موارد دیگری مانند آن

## ۹ ویژگی‌های شخصیتی و اخلاقی

- آیا هنرجو اخلاق حرفه‌ای و ارزش‌های اجتماعی را می‌شناسد؟ و به آنها پایبند است؟
- در کار خود وفادار است و با حسن نیت مسئولیت‌ها را می‌پذیرد و اجرا می‌کند؟
- حضور به موقع و فعال دارد و تمام قوانین و مراحل مرتبط با اجرای مسئولیت‌ها را به طور دقیق اجرا می‌کند؟
- مسئولیت‌های واگذار شده را بدون نظارت مافوق با دقت انجام می‌دهد؟
- همواره با اشتیاق کار می‌کند و فعالیت‌های خود را به نمایش می‌گذارد؟
- پایبند به کسب روزی حلال و اجرای وظایف با توجه به آموزه‌های اخلاقی، اجتماعی و دینی است؟
- امانت‌دار است و از منابع و تجهیزات به خوبی نگهداری می‌کند؟ و موارد دیگری مانند آن.

## ۱۰ مستندسازی

- آیا هنرجو گزارش‌ها و فعالیت‌های خود را مستندسازی می‌کند؟
- نمون برگ‌های ارائه شده را به طور دقیق کامل می‌کند؟
- آیا به کنترل کیفیت پایبند است و آن را مستند می‌کند؟ (مثلاً به دست آوردن نتایج صحیح و قابل قبول در کارهای عملی)

## ۱۱ مدیریت منابع

- آیا هنرجو کار خود را به موقع شروع می‌کند و در بازه زمانی تعیین شده اجرا می‌نماید؟
- آیا به جداول زمانی مربوط به برنامه‌های ارشد و مأمورین نظافت کارگاه پایبند است؟
- تحویل و تحول تجهیزات را سریع و به موقع انجام می‌دهد؟
- در صورتی که به عنوان ارشد گروه انتخاب شود، در توزیع تجهیزات و تحویل و تحول آن به طور دقیق عمل می‌کند؟
- وظایف خود را به خوبی می‌شناسد و به آن عمل می‌کند؟ و موارد دیگری مانند آن.

## ۱۲ مدیریت کار و کیفیت

- آیا هنرجو نقاط قوت و ضعف فردی خود را می‌شناسد و نسبت به اصلاح و ارتقای آن تلاش می‌کند؟
- مسئولیت‌پذیر است و به آسانی مسئولیت‌ها را می‌پذیرد؟
- زمان انجام کار و رسیدن به نتیجه را می‌تواند تخمین بزند؟
- به مسائل مدیریتی مانند مشتری‌مداری، سلسله مراتب اداری، کسب دانش و مهارت در صورت نیاز، برای داشتن یک نتیجه کیفی، پایبند است؟

## ۱۳ تفکر سیستمی

- آیا هنرجو، محیط هنرستان را به عنوان یک سیستم زنجیروار وابسته به هم می‌داند و آن را به خوبی می‌شناسد؟
- آیا به اجرای یک فعالیت آزمایشگاهی نگرش سیستمی دارد؟
- آیا در فرایند اجرای کار در صورت رسیدن به مشکل قدرت تصمیم‌گیری دارد؟
- آیا در بهبود و تداوم فعالیت‌ها در محیط کلاس، کارگاه و هنرستان تلاش می‌کند؟ و موارد دیگری مانند آن.

## ۱۴ تفکر انتقادی

- آیا هنرجو در هنگام برخورد با یک مورد اشتباه اقدام به انتقاد صحیح می‌کند؟
- آیا برای بهبود یک فرایند نظرات خود را خیلی صریح و بی‌پرده دنبال می‌نماید؟
- آیا قدرت تشخیص در انتخاب بهترین‌ها در میان فعالیت‌های انجام شده را دارد؟
- سعی دارد با نگاه نقادانه دانش خود را ارتقاء دهد و فرایندها را اصلاح نماید؟ و موارد دیگری مانند آن.

## ۱۵ کارآفرینی

- آیا هنرجو در فرایند اجرای کار نسبت به ایجاد یک زمینه شغلی مرتبط با کارهای عملی و محتوای نظری خود فکر می‌کند و پیشنهادی ارائه می‌دهد؟
- آیا آموخته‌های خود را با نیازهای بازار تطبیق می‌دهد و در راستای ایجاد شغل و کارآفرینی پیشنهادهایی ارائه می‌دهد؟ و موارد دیگری مانند آن.

پودمان اول

خاک

# واحد یادگیری ۱: تشکیل و تکامل خاک

زمان آموزش

جمع: ۸ ساعت

## اهداف توانمندسازی

- ✓ انواع سنگ‌های موجود در پوسته زمین را بشناسد.
- ✓ تعداد کانی‌های نمایان یک سنگ را تشخیص دهد.
- ✓ عوامل تخریب سنگ‌ها یا تشکیل خاک‌ها را با انجام آزمایش نشان دهد.
- ✓ از روی پروفیل خاک افق‌های مختلف خاک را نشان دهد.
- ✓ اجزای خاک را با انجام آزمایش تشخیص دهد.
- ✓ بهداشت و ایمنی را در محیط آموزش رعایت نماید.

## واژه‌های کلیدی

خاک، سنگ، عناصر شیمیایی، تشکیل و تکامل خاک، عوامل مؤثر در تکامل خاک، نیم‌رخ خاک، افق یا لایه‌های خاک

## خلاصه محتوا

در این واحد یادگیری فراگیر با مفهوم دقیق‌تر خاک از منظر کشاورزی آشنا شده و عواملی که در تشکیل و تکامل خاک دخالت دارند را می‌شناسد. هنرجو می‌تواند لایه‌های اصلی یک پروفیل خاک را تشخیص دهد.

**ابزار و تجهیزات:** انواع سنگ، مزور (استوانه مدرج)، بشر، چراغ بونزن، سه پایه، توری نسوز، متر، آب‌فشان

**مواد مصرفی:** آب، اسید ضعیف، سرکه و الکل

## بودجه بندی شایستگی:

پودمان	جلسه (۴ساعت)	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت های تکمیلی
خاک	اول	تشکیل خاک	- انواع سنگ را از نظر سختی تشخیص دهد - تفکیک سنگ ها از نظر تعدادکانی تشکیل دهنده - طراحی و انجام آزمایش در مورد تأثیر دما در تخریب سنگ - بررسی عوامل خاک سازی	
	دوم	تکامل خاک	- تشخیص انواع افق های نیمرخ خاک - طراحی و انجام آزمایش برای نشان دادن تخلخل خاک - ارزشیابی مرحله ای	بازدید از یک پروفیل خاک

### هدف های آموزشی و رفتاری را دقیقاً مشخص کنید.

آنچه را که از یادگیرندگان به عنوان هدف آموزشی انتظار دارید، در آغاز درس دقیقاً به آنان بگویید. ترغیب هنجریان و فراگیران مستلزم پیام صریح هدف های آموزشی و نوع رفتارها یا مهارت هایی است که آنها می خواهند بیاموزند. پژوهش های انجام شده نشان داده اند یادگیرندگانی که از اهداف درسی و آموزشی مطلع نیستند، به خوبی یادگیرندگانی که هنرآموز پیش از آغاز درس دقیقاً به آنها می گوید که چه انتظاراتی از آنها دارد، در پیشرفت درسی موفق نمی شوند.

### راهنمای فرایند آموزش:

برای ارائه مناسب بخش عملی بهتر است:

- بعد از آماده شدن هنجریان و پوشیدن روپوش یا لباس کار آنها را به محل مناسب هدایت کنید.
- سعی کنید در هنگام آزمایش همه هنجریان مشارکت نمایند.
- تجهیزات مورد نیاز برای کار صحرایی را با مشارکت هنجریان به محل موردنظر منتقل نمایید.
- از نمونه سنگ های منطقه برای بیان تفاوت سنگ ها و انواع کانی های آن استفاده نمایید.
- هر موجود زنده ای برای رشد و نمو نیاز به مواد غذایی دارد و انسان نیز به عنوان یک



موجود زنده از این قاعده مستثنی نیست. گوشزد کردن تاریخ زندگی بشری بر روی کره زمین و نیازهای غذایی او از شکار حیوانات تا کشت و کار گیاهان علاوه بر جذابیت برای هنرجویان می‌تواند در فهم اهمیت خاک بسیار مفید باشد.



■ اشاره به تمدن‌های اولیه در بین‌النهرین<sup>۱</sup> و شروع عصر کشاورزی از سرزمین ما و توسعه آن به سایر مناطق می‌تواند برای هنرجویان جذاب باشد.

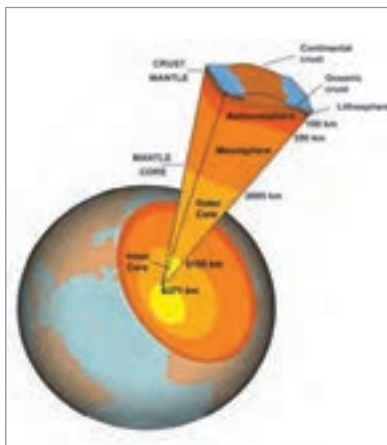
■ خاک<sup>۲</sup> واژه‌ای عمومی است که برای توده‌های طبیعی، از مواد معدنی و آلی تشکیل شده است و بیشتر سطح زمین را پوشش می‌دهد. خاک دارای موجودات زنده می‌باشد و قابلیت حمایت از گیاهان در فضای باز را دارد و در مناطقی که فعالیت‌های انسانی وجود دارد، تغییرپذیر است. تعریف ما از خاک با توجه به نوع کاربری اراضی (معدن، ساختمان، کشاورزی و غیره) متفاوت می‌باشد. در این مبحث ما خاک را بیشتر از منظر کشاورزی به هنرجویان معرفی می‌کنیم و سایر تعاریف را نیز برای جذابیت می‌توانیم به آنها اشاره کنیم. به طور مثال خاک خوب از نظر کشاورزی و عمران و ساختمان با هم تفاوت عمده‌ای دارند هر چند فراگیری آنها مورد نظر نمی‌باشد. نمایش تصاویر از این کاربری‌ها می‌تواند در آموزش مفاهیم مفید باشد.

شکل ۱-۱- آغاز کشاورزی در کره زمین



شکل ۱-۲- کاربرد خاک راه‌سازی، ساختمان و معدن





شکل ۳-۱- بخش های کره زمین

■ معرفی بیشتر قسمت های اصلی کره زمین (هسته - جبه - پوسته) و تأکید بیشتر بر قسمت های روئین زمین و سنگ به عنوان اصلی ترین ماده تشکیل دهنده آن از دیگر مفاهیمی است که پرداختن به آن می تواند به آموزش این موضوع کمک کند.

منطقه ای از سطح زمین که همه ویژگی های نسبتاً پایدار یا قابل پیش بینی زیست کره به صورت عمودی در بالا و پایین آن قرار گرفته باشد، سرزمین نامیده می شود. از آن جمله می توان به اتمسفر در بالاترین قسمت، خاک، ساختار زمین شناسی زیرین در پایین ترین قسمت، زمین ریخت های<sup>۱</sup> وابسته به آن، هیدرولوژی، جوامع گیاهی و جانوری، جوامع میکروبیولوژیکی و برابند فعالیت های گذشته و حال حاضر انسان اشاره نمود. این عوامل برای استفاده از سرزمین در حال حاضر و برنامه ریزی برای آینده نقش مؤثری دارند.

■ تفاوت سنگ های اطراف ما و کانی های تشکیل دهنده آن و عناصر شیمیایی موجود در آنها از سایر مواردی است که می توانید به طور خلاصه در مورد آن گفت و گو کنید. برای ایجاد انگیزه می توان با نشان دادن چندین نوع سنگ و اشاره به تفاوت های ظاهری آنها بحث را جذاب تر ارائه نمود.



دگرگون



رسوبی



آذرین

شکل ۴-۱- سنگ

با تخریب سنگ‌های پوسته زمین و گذشت زمان، خاک به وجود می‌آید. در این روند طولانی مدت، عوامل گوناگونی دخالت دارند که این عوامل را در سه گروه به آنها معرفی کنید. عواملی که سنگ‌ها را فقط از نظر اندازه خرد می‌کنند و تغییرات حاصل در آن فقط مربوط به ابعاد می‌گردد در گروه عوامل فیزیکی<sup>۱</sup> قرار می‌گیرند. عواملی که باعث تغییر در ساختار شیمیایی سنگ‌ها می‌شوند جزء عوامل شیمیایی<sup>۲</sup> تقسیم‌بندی می‌شوند. این عوامل هر چند تغییرات در ساختار سنگ را باعث می‌شوند و انواع جدیدی از سنگ و کانی‌ها را به وجود می‌آورند ولی به علت محدودیت زمان، این فرایندها به صورت فرمول‌های شیمیایی در بخش عوامل شیمیایی جهت ارائه بهتر مطالب آورده شده است، ولی آموزش آن الزامی نیست. کلیه تغییراتی که در سنگ توسط موجود زنده ایجاد می‌شود جزء عوامل بیولوژیکی<sup>۳</sup> می‌باشند. همه موجودات زنده می‌توانند در تشکیل خاک دخالت نمایند که از دخالت انسان تا کوچک‌ترین موجودات زنده در این مبحث ارائه می‌شود.



شکل ۵-۱- تبدیل سنگ به خاک

## تکامل خاک

اگر ما چند سنگ را خرد کنیم و به صورت ذرات ریز در آوریم آیا می‌توان به آن خاک گفت؟

با این پرسش ذهن هنجریان را به سمت تحول و تکامل خاک و نیز زمان بر بودن آن ببرید.

برای بخش عملی تشکیل خاک بهتر است موارد بیان شده در صفحه بعد را از قبل هماهنگ نمایید.

۱- Physical Weathering

۲- Chemical Weathering

۳- Biological Weathering

■ هماهنگی لازم برای حفر گودال مناسب با بیل مکانیکی را انجام دهید. البته از گودال‌های قبلی نیز می‌توانید استفاده کنید. برای این منظور کافی است سطح رویی گودال را با کلنگ یا هر وسیله مناسب دیگر بتراشید تا سطح گودال تازه گردد.

■ در تشریح پروفیل خاک بهتر است مواردی مانند میزان شدت نور و جهت تابش تأکید گردد.

■ در هنگام حفر و تشریح پروفیل خاک، میزان رطوبت خاک در حد مناسب باشد.

■ همان‌گونه که در تعریف سرزمین مشخص شد، خاک به عنوان جزئی از سرزمین محسوب می‌شود.

■ خاک جوان که از سنگ به وجود آمده است با گذشت زمان و تحت تأثیر فرایندهای متفاوت به خاک پیر تبدیل می‌شود که ترکیب پیچیده‌ای دارد و با عمق زیاد محیط مناسبی را برای رشد و نمو گیاهان فراهم می‌کند. به عمق کم خاک‌های جوان و تعداد کم لایه‌های آن در مقایسه با خاک‌های پیر اشاره کنید. برای این منظور بهترین مقایسه عمق خندق در خاک‌های کوهستان و دشت است. نمایش تصاویر و مقایسه خاک‌های کوهستان و دشت از این منظر مناسب می‌باشد. خاک‌های موجود در دنیا را در کلاس‌ها یا طبقات مشخصی طبقه‌بندی می‌کنند. دو طبقه‌بندی معروف عبارت‌اند از:

■ طبقه‌بندی فائو<sup>۱</sup>

■ طبقه‌بندی آمریکایی

طبقه‌بندی آمریکایی بیشترین کاربرد را دارد. در این طبقه‌بندی ۱۲ رده وجود دارد که به شرح زیر می‌باشند:

رده یا کلاس	مشخصات
GELISOLS	خاک‌هایی با یخبندان دائمی
HISTOSOLS	خاک‌های آلی
SPodosols	خاک‌های جنگل‌های اسید با تجمع زیر سطحی ترکیبات فلز - هوموس
ANDISOLS	خاک‌های تشکیل یافته از خاکستر آتشفشانی

مشخصات	رده یا کلاس
خاک‌های به شدت هوادیده مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری	OXISOLS
خاک‌های رسی با ظرفیت انقباض و انبساط بالا	VERTISOLS
خاک‌های حاوی کربنات ( $\text{CaCO}_3$ ) مناطق خشک با توسعه افق زیر سطحی	ARIDISOLS
خاک‌های به شدت آب‌شویی شده با منطقه زیر سطحی تجمع رس و درصد اشباع بازی $< 35\%$	ULTISOLS
خاک‌های علفزار و مرتع با میزان بازی بالا	MOLLISOLS
خاک‌های متوسط آب‌شویی شده با منطقه زیر سطحی تجمع رس و درصد اشباع بازی $> 35\%$	ALFISOLS
خاک‌های با توسعه ضعیف افق‌های زیر سطحی	INCEPTISOLS
خاک‌های با توسعه مورفولوژیکی کم و یا بدون توسعه مورفولوژیکی	ENTISOLS



■ تفاوت خاک کوهستان و دشت از نظر میزان رشد گیاه نیز قابل توجه است. خاک‌های کوهستان به علت عمق کم، گیاهان کمتری روی آنها رشد می‌کنند، ولی در دامنه‌ها و دشت‌ها به علت عمق زیادتر خاک تجمع و رشد گیاهان به فراوانی دیده می‌شود.

■ معرفی افق یا لایه‌های مختلف که در خاک‌ها دیده می‌شوند و بیان ویژگی‌های آنها و تفاوت‌های ظاهری از مباحثی است که باید در این قسمت به آن بپردازید. تفاوت‌های بنیادی این افق‌ها با یکدیگر

موردنظر نمی‌باشد. قابل ذکر است که امکان مشاهده همه این افق‌ها در یک پروفیل خاک کمتر اتفاق می‌افتد.

در تمام مطالعات خاک‌شناسی داده‌های بنیادی از تشریح نیم‌رخ خاک<sup>۱</sup> به‌دست می‌آید و بخش بزرگی از اطلاعات مورد نیاز برای هماهنگی و طبقه‌بندی خاک‌ها

در مناطق مورد مطالعه از این طریق تأمین می‌شود. داده‌های مزبور همچنین برای تفسیر خاک‌ها و هماهنگ نمودن تفسیرها در سراسر کشور کاربرد اساسی دارند. تشریح خاک‌ها و تهیه نقشه خاک قسمتی از گزارش خاک‌شناسی است. در تشریح نیم‌رخ خاک باید تمام ملاحظات مرتبط با تمام ویژگی‌های افق‌ها و لایه‌های پدون<sup>۱</sup>، محیط خارجی پدی پدون<sup>۲</sup>، خاستگاه مواد مادری، کاربری و پوشش اراضی، موقعیت نقاط مطالعاتی در ارتباط با واحد زمین‌نما<sup>۳</sup>، خصوصیات نیم‌رخ خاک شامل ضخامت، بافت، ساختمان، پایداری کلاس زه‌کشی، طبقه‌بندی پدون تا پایین‌ترین سطح را شامل شود. در مطالعات خاک‌شناسی استفاده از فرم‌های استاندارد تشریح نیم‌رخ خاک برای ثبت مشاهدات و داده‌ها سودمند است. وقتی از فرم‌های استاندارد استفاده می‌شود، امکان نادیده گرفتن بعضی از خصوصیات از بین می‌رود. در فرم‌های استاندارد تشریح نیم‌رخ خاک به دلیل فضای محدود برای ثبت اطلاعات از علائم اختصاری و نشانه‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱-۷. خاک کم عمق کوهستان و خاک عمیق تر دشت

براساس سطح دقت مطالعات و مقیاس نقشه‌ها می‌توان برآوردی از تعداد نقاط مشاهدات یا پروفیل را ارائه نمود. بدین منظور به‌طور معمول به ازای هر ۱ تا ۴ سانتی‌متر مربع در روی نقشه، دست کم یک نقطه مشاهداتی یا پروفیل پیش‌بینی می‌کنند. به‌طور مثال اگر مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ باشد، در هر ۲۵ هکتار حداقل یک نقطه مشاهداتی انتخاب می‌شود.

برای انتخاب محل پروفیل، مسیرهای پیمایش باید به نحوی انتخاب شوند که حتی‌الامکان وسعت بیشتری از خاک‌ها را در بگیرند و از واحدهای بیشتری عبور نمایند. طول مسیرهای پیمایش به درجه تفصیلی بودن مطالعات بستگی دارد.

۱- Pedon

۲- Polypedon

۳- Landscape

در بعضی از مطالعات خاک‌شناسی به جای انتخاب مسیرهای پیمایش از روش قطعه‌بندی استفاده می‌شود. اگر چه این روش نمی‌تواند جایگزین روش قبلی باشد ولی ممکن است امکان مشاهده آرایش فضایی را که قبلاً میسر نبوده فراهم سازد. ■ استفاده از فرم‌های استاندارد تشریح نیم‌رخ خاک و پیرامون نیم‌رخ خاک، برای ثبت مشاهدات حائز اهمیت می‌باشد. با استفاده از فرم‌های استاندارد تشریح، امکان نادیده گرفتن بعضی از ویژگی‌های خاک از بین می‌رود. قبل از تشریح پیرامون نیم‌رخ خاک ابتدا باید تاریخ و زمان تشریح، نام تشریح‌کننده، شرایط جوی در زمان تشریح، موقعیت مکانی محل نیم‌رخ و مواردی مانند این در فرم مربوطه ثبت گردد. تاریخ تشریح نیم‌رخ خاک به صورت کامل (روز/ماه/سال) ثبت گردد.

**در تشریح پیرامون و اطراف نیم‌رخ خاک موارد زیر را باید مد نظر داشت:**

**شرایط جوی:** آفتابی، ابری، نیمه ابری، بارانی، برفی

**موقعیت مکانی نیم‌رخ خاک:** وضعیت زه‌کشی، سطح آب زیرزمینی، رواناب سطحی

**وضعیت اقلیمی:** دوره یخبندان، میانگین بارندگی سالیانه، میانگین دمای سالیانه، میانگین پتانسیل تبخیر و تعرق سالیانه

**اطلاعات ژئومورفولوژیکی:** فیزیوگرافی مکان، سطوح ژئومورفیکی، خصوصیات هندسی اراضی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، طول شیب، شکل شیب

**وضعیت سیل‌گیری:** تناوب، طول مدت، زمان سیل‌گیری

**وضعیت ماندابی:** تناوب، عمق، زمان ماندابی

**حرکت آب در خاک:** در فشار ۱/۵ بار، در فشار  $\frac{1}{3}$  بار، در فشار ۱۵ بار  
**کاربری:** انسان ساخت، اراضی لخت، پوشش زراعی، علفی، درختچه‌ای، درختی، پوشش آب

**مواد مادری:** نوع مواد مادری، منشأ مواد، فاصله درز و ترک سنگ‌ها، سختی سنگ بستر، هوازدگی، عمق سنگ بستر

**فرسایش:** نوع فرسایش، کلاس فرسایش

**اجزای سنگی سطح زمین:** نوع قطعات سنگی، درصد پوشش اجزای سنگی، اندازه قطعات سنگی

اکثر خصوصیات در صحرا و تعدادی نیز در آزمایشگاه مشخص می‌شوند.

## افق یا لایه‌های خاک

لایه‌ای است تقریباً به موازات سطح خاک که به دلیل پیدایش مجموعه‌ای از ویژگی‌های ناشی از تأثیر عوامل خاک‌سازی در آن، از لایه‌های بالا و پایین خود متمایز شده است. اگر همه ویژگی‌ها جنبه توارثی داشته و از مواد مادری کسب شده باشند و شواهدی از تکوین و تکامل در آنها دیده نشود، در این صورت بیشتر از واژه لایه استفاده می‌شود. هرچند از نظر علم خاک‌شناسی واژه لایه<sup>۱</sup> با افق<sup>۲</sup> تفاوت زیادی دارد ولی در معرفی آن به هنرجویان سعی کنید بیشتر از واژه لایه استفاده کنید.

### لایه‌های اصلی خاک

ردیف	علامت افق	شرح افق
۱	O	افق مواد آلی
۲	A	افق انتقال آهن، آلومینیوم و رس و تجمع مواد معدنی و آلی
۳	E	افق انتقال آهن، آلومینیوم، رس و مواد آلی و تجمع مواد معدنی
۴	B	افق تجمع رس، آهن، آلومینیوم، سیلیس، هوموس و آهک یا افق تجمع سزگونی اکسیدها
۵	C	افق فاقد دگرسانی یا دگرسانی کم، سنگ بستر نرم
۶	L	مواد خاکی لیمینک
۷	R	سنگ بستر به شدت سخت
۸	W	لایه یا افق آب به صورت مایع یا یخ دائمی در خاک (به جز روی خاک)

### لایه‌های حد واسط:

در بعضی نقشه‌های خاک افق‌هایی با دو علامت مانند AB یا A/B مشخص شده‌اند. این افق‌ها را افق حد واسط می‌گویند.

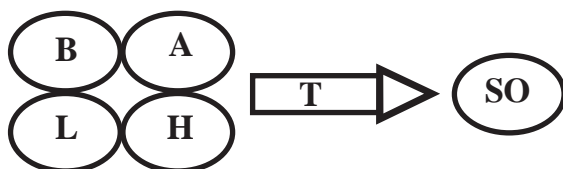
AB افقی است که دارای خصوصیات غالب A و بعضی از ویژگی‌های افق B را دارد. A/B افقی است که مخلوطی از مواد با خصوصیات افق‌های A و B که خصوصیات افق A در آن غالب است. افق‌های حد واسط زیادی از ترکیب افق‌های اصلی می‌توان مشاهده نمود.

۱- layer

۲- Horizon

## عوامل خاک‌سازی

همان‌گونه که گفته شد خاک نتیجه واکنش‌های شیمیایی و فیزیکی است که از تأثیر آب و هوا و موجودات زنده بر روی پوسته جامد زمین به وجود می‌آید. در واقع دنیای خاک از کلیه عوامل مذکور متأثر است.



A اتمسفر<sup>۱</sup> که معرف جو زمین است.

B بیوسفر<sup>۲</sup> که نشانه موجودات زنده است.

H هیدروسفر<sup>۳</sup> معرف اقلیم یا انواع آب و هوا است.

L لیتوسفر<sup>۴</sup> مبین پوسته خارجی زمین یا همان سنگ‌ها و کانی‌هاست.

T زمان<sup>۵</sup>

عوامل خاک‌سازی در سطح و عمق زمین با هم روابط متقابل دارند. نوع خاکی که حاصل می‌شود بستگی به شدت تأثیر عوامل گفته شده، دارد و بدین جهت پیداکردن دو نوع خاک کاملاً مشابه تقریباً محال است. از ترکیب پنج عامل اقلیم و موجودات زنده و پستی و بلندی و مواد مادری و زمان در شرایط معین فقط یک نوع خاک به وجود می‌آید.  $S=F(Cl,r,T,P,O)$

عوامل بالا چون متغیر مستقل هستند، بایستی بتوان آنها را با عدد و وابستگی آنها را به صورت یک تابع ریاضی بیان نمود. سه عامل اقلیم و پستی و بلندی و زمان قابل اندازه‌گیری است ولی دو عامل مواد مادری و موجودات زنده عوامل کیفی هستند که تاکنون نتوانسته‌اند آنها را به عدد تبدیل کنند. با توجه به موارد گفته شده برای تشکیل و تکامل خاک می‌توان شرایطی را در نظر گرفت که سرعت خاک‌سازی افزایش یابد. در شرایطی مثل اقلیم گرم و مرطوب، وجود پوشش گیاهی، مواد مادری نرم و قابل نفوذ آب، میزان آهک کم، زمین هموار با زه‌کشی مناسب خاک‌سازی تسریع می‌شود.

۱ - Atmosphere

۲ - Biosphere

۳ - Hydrosphere

۴ - Lithosphere

۵- Time



برعکس در شرایط اقلیم سرد و خشک، فقدان پوشش گیاهی، مواد مادری سخت و غیر قابل نفوذ، میزان آهک زیاد و زمین‌های شیب‌دار و حالت ماندابی باعث کاهش سرعت خاک‌سازی می‌شود.

■ لایه‌های خاک را از نظر کشاورزی به صورت ساده بیان نمایید. اشاره به تفاوت‌های عمده این دو لایه در معرفی بهتر آنها مورد تأکید قرار گیرد. شناسایی خاک‌های سطحی و بیان ویژگی‌های آنها برای هنرجویان مفید خواهد بود. دیدن لایه‌های درون زمین و معرفی خصوصیات خاک رویین و زیرین کافی است. وجود یا عدم وجود اثر موجودات زنده در این دو بخش خاک را به هنرجویان نشان دهید. تفاوت‌های خاک رویی و سطحی مانند اندازه و تعداد ریشه‌ها، اندازه و تعداد حفرات، رنگ لایه‌ها مقاومت در برابر ضربه چکش، میزان آهک، میزان رطوبت و غیره را برای تعمیق آموزش می‌توان یادآوری نمود.



■ معرفی مناسب بخش‌های معدنی خاک (شن - سیلت - رس) در فهم خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اهمیت بسزایی دارد. تأکید بر فضا‌های خاک و متغیر بودن میزان آب و هوا از مواردی است که نباید مورد غفلت قرار گیرد. مقدار تخلخل کل خاک تابعی از تخلخل هوا و تخلخل آبی است و میزان آنها در یک خاک در شرایط مختلف تحت تأثیر عوامل محیطی و غیره تغییر می‌کند. کاهش یکی از آنها باعث افزایش نوع دیگر می‌شود. نشان دادن خاک‌های مختلف (شنی - رسی) و مقایسه میزان این دو تخلخل از اهمیت بسزایی برخوردار است.

به انواع ترکیبات کربنی موجود در باقی مانده گیاهی و یا جانوری که در مراحل مختلف تجزیه قرار دارند ماده آلی گفته می شود. مواد آلی را براساس حلالیت در اسید و باز و همچنین مقاومت در برابر تجزیه میکروبی به سه گروه تقسیم می کنند.

■ **فلوئیک اسید:** دسته ای که دارای کمترین وزن مولکولی بوده و در اسید و باز محلول می باشند و در برابر حمله میکروبی مقاوم نیستند.

■ **هومیک اسید:** دسته ای که دارای وزن مولکولی متوسط بوده و در باز محلول بوده ولی در اسید نامحلول می باشند. در برابر حمله میکروبی مقاومت متوسط دارند.

■ **هومین:** بخشی از مواد آلی که دارای وزن مولکولی زیاد بوده و در اسید و باز نامحلول هستند و در برابر حمله میکروبی بیشترین مقاومت را دارند. رنگ هومین سیاه می باشد.

### میزان مواد آلی در خاک:

با توجه به نقش مواد آلی در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مقدار آن در حدود ۵ درصد تأکید شده است. ولی مقدار بهینه کربن آلی در خاک حداقل ۲ تا ۳ درصد برآورد گردیده است. با مصرف روز افزون کودهای شیمیایی، توسعه کشت متراکم، استفاده از ارقام پر محصول، عدم برگشت بقایای گیاهی به خاک و سوزاندن آنها، سالیانه از مقدار ماده آلی خاک به میزان قابل توجهی کاسته شده و در نتیجه باعث کاهش قدرت باروری و حاصلخیزی خاک شده است. کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین قرار گرفته است. بررسی ها نشان می دهد که در بیش از ۶۰ درصد از اراضی زیر کشت، میزان کربن آلی کمتر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از آن کمتر از نیم درصد می باشد. درصد ماده آلی را با اعمال ضریب  $1/724$  در کربن آلی به دست می آورند. کربن آلی خاک را به دو روش سوزاندن خشک و اکسیداسیون مرطوب تعیین می کنند.

جدول ارزیابی خاک از نظر کربن آلی یا مواد آلی

کلاس خاک / شاخص ارزیابی	% کربن آلی	% ماده آلی
خیلی کم	$< 0.4$	$< 0.69$
کم	$0.4 - 0.7$	$0.69 - 1.20$
متوسط	$0.7 - 1$	$1.20 - 1.72$
زیاد	$1 - 2$	$1.72 - 3.5$
خیلی زیاد	$2 <$	$3.5 >$

نمونه چک لیست ارزشیابی واحد یادگیری تشکیل و تکامل خاکی

اهداف توانمند سازی		نتایج فردی از گروهی از اندره	نتایج گروهی از اندره
شایستگی های فنی		غیر فنی	
		فنی	
		.....	
		طراحی و انجام آزمایش برای نشان دادن تخلخل خاک	
		میزان آهک را در لایه های مختلف پروفیل خاک اندازه گیری می کند.	
		در پروفیل خاک عمق خاک سطحی و زیرین را تعیین می کند.	
		تعداد لایه ها را در پروفیل خاک تعیین می کند.	
		با طراحی و انجام آزمایش نقش عوامل شیمیایی را در تشکیل خاک نشان می دهد.	
		با طراحی و انجام آزمایش نقش عوامل فیزیکی را در خرد شدن سنگ ها نشان می دهد.	
		تعداد کانی تشکیل دهنده یک نمونه سنگ را تعیین می کند.	
شایستگی های غیر فنی		انواع سنگ های رسوبی، آذرین و دگرگون را دسته بندی می کند.	
		.....	
		.....	
		در کار گروهی مشارکت می کند.	
		در نگهداری از ابزار و وسایل رعایت می کند.	
		بهداشت فردی را رعایت می کند.	
نام هنر جو به تفکیک گروه		روپوش یا لباس کار مناسب می پوشد.	
			احمدی (گروه ۱)
			امیری (گروه ۱)
			..... (گروه ۱)
			..... (گروه ۲)
نام و نام خانوادگی هنر آموز:			.....
با توجه به نتیجه ارزشیابی، عملکرد هنر جو مورد قبول است			
نیاز به تکرار دارد			
تاریخ - امضا			

## ارزشیابی پایانی 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 لایه‌های خاک

## استاندارد عملکرد:

هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، با نحوه تشکیل خاک و تکامل آن آشنا شده 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 دگرگون - مزور و بشر در اندازه‌های مختلف، چراغ بونزن، سه پایه، توری نسوز، مترفلزی، آیفشان، کلنگ، بیل
- ۳ مواد: سرکه، الکل، آب
- ۴ منابع: هنرآموز، کتاب‌درسی

## معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگون	۲	
۲	تعیین تعداد کانی‌های تشکیل دهنده در 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: درستکاری مدیریت مواد و تجهیزات، گردآوری اطلاعات، سازماندهی اطلاعات / ایمنی: خود فرد / توجهات زیست‌محیطی: / نگرش: دقت در اهمیت خاک، ریزینی، ظرافت، تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

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

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

## واحد یادگیری ۲: خصوصیات فیزیکی خاک

زمان آموزش

جمع: ۳۶

### اهداف توانمندسازی

- ✓ اقدامات قبل از نمونه برداری را بیان می کند.
- ✓ نمونه اصلی و فرعی را برداشت می کند.
- ✓ انواع نمونه دست خورده و دست نخورده را توضیح می دهد.
- ✓ نکات بعد از نمونه برداری را می داند.
- ✓ بافت خاک را توضیح می دهد.
- ✓ بافت خاک به روش لمسی را انجام می دهد.
- ✓ ویژگی های بافت خاک به روش هیدرومتری را می داند.
- ✓ بافت خاک به روش هیدرومتری را انجام می دهد.
- ✓ توانایی استفاده از مثلث بافت خاک را دارد.
- ✓ خصوصیات گروه های اصلی بافت خاک را توضیح می دهد.
- ✓ نیروهای مؤثر در تشکیل ساختمان خاک را معرفی می کند.
- ✓ انواع دانه بندی را انجام می دهد.
- ✓ وزن مخصوص حقیقی و ظاهری خاک را تعیین می کند.
- ✓ تخلخل و انواع آن را توضیح می دهد.
- ✓ تفاوت رطوبت وزنی و حجمی را بیان می کند.
- ✓ دمای خاک و اثرات آن را می داند.
- ✓ رابطه بین رنگ خاک و بارخیزی آن را می داند.
- ✓ نفوذپذیری خاک را تعیین می کند.

### واژه های کلیدی

نمونه برداری، نمونه اصلی و فرعی، بافت خاک، هیدرومتری، مثلث بافت خاک، ساختمان خاک، نیروی چسبندگی و پیوستگی، دانه بندی، وزن مخصوص حقیقی و ظاهری خاک، تخلخل خاک دفترچه مانسل، استوانه مضاعف

## خلاصه محتوا

در این واحد یادگیری هنرجو نمونه‌برداری از خاک را با وسایلی مانند اُگر، سیلندر نمونه‌برداری و بیلچه انجام می‌دهد و با مفاهیم و خصوصیات فیزیکی خاک آشنا می‌شود. نحوه تعیین هریک از این ویژگی‌ها را می‌آموزد. با حدود مناسب این ویژگی‌های خاک را می‌شناسد.

**ابزار و تجهیزات:** انواع اُگر، بیل و بیلچه، کلنگ، چکش لاستیکی یا چوبی، استوانه مدرج ۱ لیتر، سیلندر نمونه‌برداری، الک ۲ mm، همزن برقی، هیدرومتر، دما سنج، شیکر خشک، سری الک‌ها، سطل، انواع ترازوی دیجیتال، استوانه مدرج ۱۰۰ cc، استوانه مدرج ۲۵۰ cc، پیکنومتر، آون، دسیکاتور، پمپ خلأ، دماسنج خاک، دفترچه رنگ مانسل، استوانه مضاعف و متعلقات، زمان سنج، همزن شیشه‌ای، آbfشان، چراغ بونزن، سه پایه و توری، کوبه خاک، سینی خاک، هیتر

**مواد مصرفی:** آب مقطر، اسید سولفوریک، ورق کالک، خاک، آب اکسیژنه، نمک کالکن، روغن پارافین جامد، روزنامه یا ورقه کاغذی،

## بودجه بندی شایستگی:

ردیف	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت های تکمیلی
۱	اول	نمونه برداری خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تعیین محل نمونه برداری</li> <li>- تفکیکی وسایل نمونه برداری</li> <li>- برداشت نمونه های دست خورده و دست نخورده</li> </ul>	بازدید از مزرعه
	دوم	بافت خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- طراحی آزمایش برای اندازه گیری سنگریزه خاک</li> <li>- تخمین بافت خاک به روش لمسی</li> <li>- مقایسه اندازه ذرات معدنی خاک</li> </ul>	آزمایشگاه
	سوم	بافت به روش هیدرومتری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- انجام آزمایش بافت خاک به روش هیدرومتری</li> <li>- تفکیکی خاک های سبک و سنگین</li> <li>- استفاده از مثلث بافت خاک</li> </ul>	آزمایشگاه
	چهارم	ساختمان خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تفکیک خاک دانه از ذرات معدنی خاک</li> <li>- شناسایی و رسم نمودار نیروهای مؤثر در ساختمان خاک</li> </ul>	بازدید از مزرعه
	پنجم	دانه بندی و پایداری خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- انجام آزمایش دانه بندی خاک</li> <li>- طراحی یک آزمایش ساده برای تعیین پایداری خاک</li> </ul>	آزمایشگاه
	ششم	وزن مخصوص حقیقی و ظاهری خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- انجام آزمایش تعیین وزن مخصوص ظاهری</li> <li>- انجام آزمایش برای تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک</li> </ul>	آزمایشگاه
	هفتم	تخلخل خاک رطوبت خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تعیین تخلخل خاک با یک آزمایش ساده</li> <li>- تعیین رطوبت وزنی خاک</li> <li>- تعیین رطوبت حجمی خاک</li> </ul>	مزرعه - آزمایشگاه
	هشتم	دما و رنگ خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- اندازه گیری دمای خاک</li> <li>- تعیین رنگ خاک در حالت خشک و مرطوب</li> </ul>	مزرعه
	نهم	نفوذپذیری خاک	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تعیین نفوذپذیری خاک با استوانه مضاعف</li> <li>- تعیین نوع آبیاری با توجه به نفوذپذیری</li> <li>- ارزشیابی مرحله ای</li> </ul>	بازدید از مزرعه

در شرایط مناسب از تشویق های کلامی استفاده کنید. در بسیاری مواقع تقویت ملموس به اندازه تشویق های کلامی هنرآموز مؤثر نیست. استفاده از اظهاراتی چون خوب، عالی، مرتباً پس از عملکرد درست هنرجو از تدابیر مؤثر انگیزشی است. تشویق هنرجو ساده ترین و طبیعی ترین وسیله است که به سهولت در اختیار هنرآموزان قرار دارد مؤثرترین تشویق آن است که به رفتار و عملکرد درست هنرجو وابسته باشد.



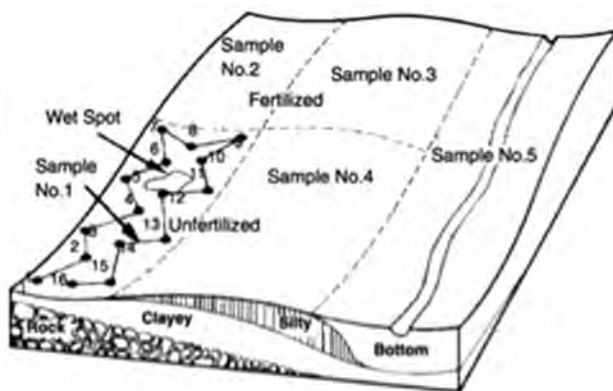
## راهنمای فرایند آموزش

### نمونه برداری خاک

لزوم شناسایی بهتر خاک به عنوان نهاده اصلی مورد تأکید قرار گیرد زیرا برای افزایش تولیدات زراعی و باغی، شناسایی خاک از ضروریات است. اولین گام شناسایی یک جامعه آماری متنوع مانند خاک، نمونه برداری درست از آن است. نمونه برداری باید به طریقی انجام گیرد که نمونه نماینده کاملی از کل زمین مورد نظر باشد.

مراحل اصلی مطالعات خاک شناسی عبارت از برنامه ریزی مطالعات، بررسی های مقدماتی، عملیات میدانی، فعالیت های ستادی تهیه نقشه ها و گزارش نهایی می باشد. برای نمونه برداری از خاک ها، باید ابتدا مطالعات مقدماتی صورت گیرد. در این مرحله باید تعداد قطعات و نقاط نمونه برداری را تعیین نمود. هر چند انتخاب نقاط نمونه برداری در عملیات میدانی امری متداول است، اما باید یادآوری نمود که در این زمینه نمی توان استاندارد خاصی ارائه نمود. تعداد نقاط نمونه برداری به درجه اطمینان از درستی پیش بینی ها و اهداف طرح بستگی دارد.

پس از تکمیل مطالعات مقدماتی، به مشخص کردن قطعات نمونه برداری، نقاط نمونه برداری، اعماق نمونه برداری، زمان مناسب برای انجام نمونه برداری، تعیین وسایل مناسب برای نمونه برداری، برداشت درست نمونه ها، نگهداری و حمل درست نمونه ها پرداخته می شود. در نمونه برداری به منظور ارزیابی حاصل خیزی خاک باید نوع بهره برداری مشخص شود سپس اقدام به جمع آوری اطلاعات اولیه و تهیه نقشه اراضی نمود در صورت عدم وجود نقشه

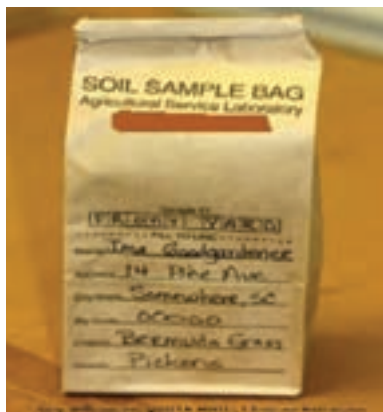


می توان با تهیه کروکی وضعیت محل نمونه برداری را مشخص نمود. اگر مزرعه یا زمین مورد بهره برداری دارای شرایط مختلف از نظر موقعیت جغرافیایی مثل شیب، ارتفاع، توپوگرافی، پوشش گیاهی، رنگ خاک، میزان فرسایش، تاریخ کشت و غیره باشد باید هر کدام از این قطعات

را، جداگانه بر روی نقشه یا کروکی زمین نشان داد و از هر کدام از این قطعات جداگانه نمونه برداری نمود.

پس از مشخص شدن قطعات، ابتدا حدود آنها را روی زمین مشخص می کنیم و برای معرفی بهتر، آنها را با حروف نام گذاری می کنیم. بعد از هر قطعه به روش های مختلف مانند زیگزاگی، قطری، ضربدری، حروف Z و W و یا تصادفی روی زمین حرکت کرده و از نقاط مختلف به فاصله حدوداً ۵۰-۲۵ متر نمونه های فرعی را برداشت می کنیم. نمونه های فرعی مربوط به هر قطعه را در داخل ظرف پلاستیکی ریخته و نهایتاً همه را در یک مکان مناسب جمع کرده و سپس با هم مخلوط می کنیم.

تعداد نمونه نهایی هر قطعه به یکنواختی و مساحت زمین بستگی دارد. در صورتی



که زمین حداکثر ۱۵ هکتار و یکنواخت باشد یک نمونه نهایی کافی است. تعداد نمونه فرعی در هر قطعه حداقل باید از ۱۵ نقطه تهیه شده باشد. مقدار نمونه نهایی برای کلیه آزمایش های خاک یک تا دو کیلوگرم کافی است.

بعد از اتمام نمونه برداری و تهیه نمونه های نهایی، کارت یا کاردکس نمونه برداری برای هر نمونه نهایی هر قطعه تکمیل می شود.

■ برای این بخش از درس کافی است بعد از توضیحات ابتدایی هنرجویان را با وسایل نمونه برداری به یک زمین آیش یا زمین بایر هدایت کنید. وسایل نمونه برداری دست خورده و دست نخورده را با خود به زمین منتقل کنید.

■ همه هنرجویان در برداشت نمونه های فرعی مشارکت نمایند. هر گروه حداقل ۱۰ نمونه فرعی دست خورده و یک نمونه دست نخورده برداشت نمایند.



- در انتها همه نمونه‌های دست خورده را در یک مکان مناسب مخلوط نموده و نمونه نهایی را تهیه نمایید.
- نمونه‌های نهایی را بهتر است در پاکت یا کارتن‌های مقوایی نگهداری و به آزمایشگاه منتقل کنیم.
- بعد از برداشت نمونه‌ها، هر گروه نمونه نهایی دست خورده را در محل مناسب بر روی سینی مخصوص خاک‌شناسی یا بر روی روزنامه‌ها پهن نموده تا هوا خشک شوند.
- در هنگام خشک کردن نمونه نباید از تابش مستقیم نور خورشید و یا حرارت استفاده نمود.
- هنجرویان نمونه‌های دست نخورده را وزن نموده (وزن خاک مرطوب) و در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار دهند.
- بعد از ۲۴ ساعت، در روز بعد حتماً آون را خاموش نمایید.

## ترازوی دیجیتال

در این مرحله که با دو دستگاه آزمایشگاهی باید اندازه‌گیری انجام دهید ابتدا این دو دستگاه را معرفی کنید. ترازوی الکتریکی یکی از تجهیزات لازم در آزمایشگاه می‌باشد. با توجه به میزان دقت، انواع مختلفی دارد و در هنگام کارکردن باید از ترازوی مناسب استفاده نمود. دقت ترازوی‌های الکتریکی می‌تواند ۱، ۰/۱، ۰/۰۱ گرم و یا بیشتر باشد.



### نحوه کار با ترازوی دیجیتال

- دو شاخه برق دستگاه را به پریز متصل نمایید.
- دکمه ON / OFF را فشار دهید تا ترازوی دیجیتال روشن شود.
- بعد از روشن شدن ترازو روی صفحه آن تمام نشانگرها ظاهر می‌شوند.
- نمایش عدد ۰،۰ تنظیم و کالیبره بودن ترازوی دیجیتالی می‌باشد. بسته به دقت ترازو عدد نمایشی متفاوت است.
- عمده‌ت‌ترازوی‌های دیجیتالی با واحدهای مختلف قابلیت اندازه‌گیری وزن اجسام را دارند. مانند g، IB و OZ که به ترتیب واحدهای گرم، پوند و اونس می‌باشند.
- با فشار دادن دکمه MODE، واحدهای مورد نظر را انتخاب کنید.
- بعد از اتمام کار، دستگاه را با فشار دادن دکمه ON / OFF خاموش نمایید و دو شاخه را از برق بکشید.

آموزش‌هایی که به تفکر تلنگر نزنند، یادگیرنده را به سطحی نگری سوق می‌دهد.

مواردی که باید در هنگام کار با ترازو رعایت نمود تا نتایج دقیق‌تری به دست آید:

- بعد از وزن کردن و پایان کار بهتر است ترازو را از برق خارج کنید.
- هنگام وزن کردن مواد از قرار گرفتن کفه ترازو در محل خود اطمینان حاصل نمایید.
- ترازو ممکن است چندین واحد اندازه‌گیری داشته باشد. در استفاده از واحد ترازو دقت نمایید.
- در هنگام کار کردن با ترازو از وارد کردن ضربه به دکمه‌های آن خودداری نمایید.
- هیچ‌گاه مواد را به‌طور مستقیم روی ترازو نگذارید برای این منظور از کاغذ یا یک ظرف شیشه‌ای مناسب استفاده کنید.
- بعد از قراردادن کاغذ یا ظرف شیشه‌ای وزن آن را صفر کنید تا در محاسبات دچار خطا نشوید.
- از وزن کردن مواد داغ یا خیلی گرم خودداری نمایید زیرا از طرفی باعث آسیب دیدن دستگاه خواهد شد و از سوی دیگر جریان هوای گرم باعث نوسان در قرائت اعداد خواهد شد.

## آون oven

از «آون» یا «فور خشک‌کننده» در آزمایشگاه‌ها به منظور خشک کردن و استریل کردن ظروف شیشه‌ای و فلزی استفاده می‌شود. کارخانجات سازنده، به منظور انجام فعالیت‌های مختلف، انواع گوناگونی از این وسیله را طراحی نموده‌اند. در برخی از آنها، انتقال گرما به‌طور خود به خود و طبیعی صورت می‌گیرد؛ به‌طور معمول، آون‌ها در محدوده حرارتی بین دمای اتاق تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد کار می‌کنند. اگر چه انواعی از فورها هستند که تا دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد را نیز تأمین می‌نمایند.

در آزمایشگاه خاک‌شناسی معمولاً از آونی استفاده می‌شود که دمای آن از صفر تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد قابل تنظیم است معمولاً برخی از آنها به سیستم تهویه‌ای متصل هستند که این سیستم به خشک شدن سریع نمونه خاک کمک می‌کند خشک کردن خاک به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد صورت می‌گیرد و اگر سیستم تهویه‌ای داشته باشد حدود ۱۰ تا ۱۲ ساعت برای

خشک کردن کافی می باشد.

### اساس کارکرد

آون های خشک کننده عموماً دارای یک محفظه درونی و یک محفظه بیرونی است. محفظه درونی از آلومینیوم و یا جنس استیل ساخته شده که دارای خاصیت انتقال



گرمایی خوبی بوده و در دیواره آن سوراخهایی از جنس استیل تعبیه شده است. این سوراخها به منظور تسهیل جریان هوا در اطراف اجسامی که باید خشک و یا استریل شود، طراحی شده است.

محفظه درونی به وسیله مواد

عایقی از بخش بیرونی جدا شده است. این مواد عایق موجب حفظ دمای بالای محفظه درونی شده و همچنین موجب تأخیر در انتقال گرما به بخش محفظه بیرونی آون خواهد شد. محفظه بیرونی از ورقه های استیلی درست شده که با یک لایه رنگ الکترواستاتیک محافظ پوشیده شده اند.

گرما از طریق مقاومت های الکتریکی تولید شده و این انرژی حرارتی به محفظه درونی منتقل می شود. این مقاومت ها در قسمت پایینی آون قرار داشته و گرما به صورت طبیعی و یا با استفاده از نیروی پنکه داخلی در میان محفظه توزیع می شود.

### اجزای دستگاه آون:

**دستگیره:** جهت باز و بسته کردن درب دستگاه

**کلید TEMPتنظیم دما:** با توجه به آزمایش های مورد نظر از دمای مشخص استفاده می شود.

**کلید TIMER زمان سنج:** کلید تنظیم زمانی دستگاه است.

**کلید ON/OFF:** کلید روشن و خاموش کردن دستگاه است.



■ قبل از خارج کردن هر وسیله‌ای از درون آون، مطمئن شوید که به دمای اتاق رسیده باشد.

■ نکته مهم در هنگام کارکردن با آون این است که بعد از خشک شدن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت نباید نمونه‌ها را بلافاصله خارج کرد (به علت دارا بودن پتانسیل ماتریک ۱۰۰۰۰ bar- زیرا رطوبت را سریعاً جذب می‌کند) برای همین نمونه‌ها را باید داخل دسیکاتور قرار دهیم و معمولاً داخل آن یک نمک جاذب رطوبت مثل سولفات مس قرار دارد بعد از اینکه نمونه‌ها خنک شدند آنها را وزن کنید.

■ در هنگام خارج کردن نمونه‌ها از آون، دستگاه را از مدار الکتریکی خارج نمایید.



■ از قراردادن مواد قابل اشتعال و آتش‌زا در درون و اطراف آون خودداری کنید.

■ از محلول‌های اسیدی و یا ایجاد بخارات خورنده در داخل آون جلوگیری شود. این کار موجب از بین رفتن سطح داخلی آون خواهد شد.

■ در هنگام کارکردن با آون از وسایل حفاظت فردی از قبیل دستکش عایق، عینک محافظ و انبرک (به منظور گذاشتن و برداشتن وسایل) استفاده شود.

## آماده‌سازی نمونه خاک

حداقل پس از مدت ۴۸-۲۴ ساعت خاک را در ماشین خاک کوب می‌ریزیم. تا نمونه خاک کاملاً خرد شود در صورت عدم وجود ماشین خاک کوب می‌توان از چکش لاستیکی یا چوبی مخصوص برای خرد کردن خاک‌دانه‌ها استفاده نمود.

در این مرحله نباید نیروی وارده به حدی باشد که ذرات شن و ماسه نیز خرد شوند بلکه کفایت فقط خاک‌دانه‌ها متلاشی شوند. پس از کوبیدن خاک آن را از الک ۲ میلی‌متری عبور می‌دهیم این عمل را چند بار تکرار می‌کنیم تا ذرات درشت کاملاً از خاک جدا شوند.

در این مرحله می‌توانید میزان درصد سنگ‌ریزه خاک را مطابق آزمایش کتاب به‌دست آورید.

نمونه‌های دست نخورده را بعد از خشک‌شدن از آون خارج نموده و مجدداً وزن نمایید (وزن خشک).

با داشتن وزن تر و خشک نمونه دست نخورده می‌توانید درصد رطوبت خاک را در این مرحله تعیین کرد.

## بافت خاک<sup>۱</sup>

مهم ترین ویژگی فیزیکی خاک بافت آن می باشد. همانطور که می دانیم منظور از بافت تعیین درصد شن، سیلت و رس خاک است. بافت خاک را به روش های مختلف تعیین می کنند. چون روش هیدرومتری در کشاورزی بیشتر مورد استفاده می باشد به آن می پردازیم. در روش هیدرومتری<sup>۲</sup> از یک چگال سنج استفاده می شود که توسط آن غلظت ذرات خاک موجود در سیال را اندازه گیری می کنند. روش های هیدرومتری و پیپت بر قانون استوکس استوار است. برای آشنایی یک تعریف کلی از آن ارائه می شود.

## قانون استوکس<sup>۳</sup>

این قانون درباره حرکت مواد در داخل یک سیال است. براساس این قانون سرعت ته نشین شده یک ذره در داخل یک سیال با نیروی ثقل زمین و تفاوت بین چگالی ذره و سیال و مجذور شعاع ذره نسبت مستقیم دارد و با گرانروی یا لزوجت سیال نسبت عکس دارد با تعاریف بالا می توان قانون استوکس را به صورت معادله زیر نوشت:

$$v = \frac{2G(D_1 - D_2)r^2}{9\eta}$$

در این رابطه:

$V$  = سرعت ته نشینی ذره بر حسب سانتی متر در ثانیه

$r$  = شعاع ذره بر حسب سانتی متر

$g$  = شتاب گرانش یا ثقل زمین که معادل ۹۸۰ سانتی متر بر مجذور ثانیه می باشد.

$D_1$  = وزن مخصوص حقیقی خاک که ۲/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر می گیرند.

$D_2$  = وزن مخصوص آب که ۱ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد.

$\eta$  = لزوجت یا گرانروی مایع که برای آب ۰/۰۱ پواز (g/cm.sec) می باشد.

با قرار دادن مقادیر در رابطه مذکور معادله استوکس به صورت رابطه زیر خلاصه می شود:

$$V = 3470 \cdot r^2 \text{ Cm/Sec}$$

۱- Soil texture

۲- Hydrometer

۳- Stokes' law

ذرات خاک با قطر متفاوت دارای سرعت مختلفی هستند. به همین جهت زمان لازم برای ته‌نشین شدن هر نوع ذره خاک (شن - سیلت - رس) در آب متغیر است. با توجه به شرایطی که در آزمایشگاه برقرار است، ذرات رس در حدود ۴۰ ثانیه ته‌نشین می‌شوند و ذرات سیلت حداکثر ۲ ساعت طول می‌کشد تا رسوب کنند و رس‌ها با توجه به اندازه اکثراً رسوب نمی‌کنند برای همین اگر شما مخلوط آب خاک را در حالت سکون قرار دهید بعد از مدت‌های طولانی هم شفاف نخواهند شد زیرا ذرات رس هنوز هم در آب شناور می‌باشند. مهم‌ترین دلیل عدم رسوب رس، به علت بارهای همانام منفی آن می‌باشد.

**هنرجو یک جست‌وجوگر طبیعی است، وظیفهٔ هنرآموز پرورش روح**

**جست‌وجوگر اوست.**

برای اینکه از قانون استوکس نتایج بهتری حاصل شود شرایط زیر باید برقرار باشد:

- ذرات باید کروی سخت و جامد باشند.
  - ذرات نباید از خود دارای حرکت براونی باشند.
  - سقوط ذرات باید آزاد صورت گیرد.
  - ذرات باید وزن مخصوص یکسانی داشته باشند.
  - ظرف محتوی سیال و ذرات معلق در آن باید به حالت ساکن باشند.
- ذرات شن، سیلت و رس می‌توانند توسط مواد مختلف به یکدیگر بچسبند و خاک‌دانه‌ها را به وجود بیاورند. از مهم‌ترین آنها می‌توان به مواد آلی و آهک اشاره نمود. برای اینکه به مقدار این سه جزء پی ببریم ابتدا باید کلیه خاک‌دانه‌های خاک را از بین ببریم تا سه جزء کاملاً از هم جدا شوند.
- پس باید این عوامل را ابتدا حذف کنیم برای از بین بردن ماده آلی از یک اکسیدکننده قوی مثل آب اکسیژنه ( $H_2O_2$ ) استفاده می‌کنند. به این منظور می‌توان ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر مکعب آب اکسیژنه ۲۰ درصد به خاک اضافه نمود.



## نکته



در هنگام کار با آب اکسیژنه باید دقت نمود تا از تماس مستقیم اجتناب شود؛ زیرا باعث سوختن پوست می شود و ضمناً بخارات آن به چشم آسیب می رساند. برای همین 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 می توان مشاهده نمود. برای از بین بردن آهک موجود در خاک از سولفوریک اسید رقیق استفاده می شود. با توجه به اینکه میزان آهک در خاک های کشور ما (خاک های آهکی) زیاد است، باید آن را حذف نمود تا نتایج آزمایش از دقت بیشتری برخوردار باشد. برای اینکه کاملاً خاک دانه های خاک را از بین ببریم از یک نمک آلی به نام شیمیایی (سدیم هگزا متا فسفات) استفاده می کنند. نام تجاری این نمک کالکن است سدیم موجود در این نمک به آن خاصیت پخش کنندگی می دهد و باعث پراکنده شدن خاک دانه ها می گردد. چنانچه هیدرومتر را در آب خالص قرار دهیم عدد  $1/000 \text{ g.cm}^{-3}$  را نشان می دهد.

اگر هیدرومتر را در مخلوط آب و خاک قرار دهیم هیدرومتر کمتر در مخلوط فرو می رود و می توان اعدادی را قرائت کرد که چگالی مخلوط را نشان می دهد. به طور مثال اگر عدد  $1/025$  را از روی هیدرومتر بخوانیم. عدد صحیح چگالی آب و عدد اعشاری چگالی خاک را بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب بیان می کند.

با توجه به اینکه آزمایش در یک استوانه مدرج  $1000$  سانتی متر مکعبی انجام می شود بخش اعشاری را در عدد  $1000$  ضرب می کنیم تا واحد آن را به گرم در لیتر تبدیل کنیم.



همان گونه که در شکل های بالا مشاهده می کنید، میزان فرو رفتن هیدرومتر به چگالی مخلوط بستگی دارد. درستست چپ تصویر چون آب خالص است هیدرومتر بیشتر در آب فرو رفته است ولی در تصویر سمت راست چون مخلوط چگالتراست هیدرومتر کمتر در آب فرو رفته و هیدرومتر عدد بزرگتری را نشان می دهد.

هنگامی که خاک را در آب مخلوط می‌کنیم، ذرات با توجه به اندازه قطر به تدریج رسوب می‌کنند اگر در زمان ۴۰ ثانیه هیدرومتر را در مخلوط قرار دهیم عددی که از روی هیدرومتر می‌خوانیم به قرائت اول معروف است و میزان رس و سیلت معلق در آب را نشان می‌دهد. زیرا فرض بر این است که تا ۴۰ ثانیه همه ذرات شن موجود در مخلوط در ته استوانه مدرج رسوب می‌کنند. بعد از گذشت ۲ ساعت همه ذرات سیلت هم رسوب می‌کنند. اگر در این زمان هیدرومتر را در مخلوط قرار دهیم، عددی که هیدرومتر نشان می‌دهد و قرائت دوم نام دارد، مقدار رس را نشان می‌دهد. اعدادی که توسط هیدرومترها قرائت می‌شود باید دو تصحیح روی آنها انجام گیرد:

**۱ تصحیح حرارتی:** دما روی گرانروی مؤثر است برای همین هیدرومترها را در دمای استاندارد و مشخص می‌سازند. بیشتر هیدرومترها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شوند. با افزایش دما گرانروی کاهش یافته و هیدرومتر بیشتر در سیال فرو می‌رود در نتیجه غلظت را کمتر از مقدار واقعی نشان می‌دهد. بنابراین اگر در زمان قرائت دمای مخلوط بیشتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، به ازای هر درجه ۰/۲۵ به عدد قرائت شده اضافه می‌کنیم و اگر دمای مخلوط کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، به ازای هر درجه ۰/۲۵ از عدد قرائت شده توسط هیدرومتر کم می‌کنیم.

**۲ تصحیح کالکن:** برای حذف چسبندگی رس‌ها و پخش شدن خاک‌دانه‌ها از نمک کالکن استفاده می‌کنیم. این نمک باعث افزایش غلظت مخلوط و در نتیجه کمتر فرو رفتن هیدرومتر در مخلوط آب و خاک می‌شود و هیدرومتر عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد. در این حالت غلظت کالکن را حساب نموده و از عدد هیدرومتر کم می‌کنیم. در محاسبات به ازای هر ۵۰ سانتی‌متر مکعب کالکن ۲/۵ واحد از قرائت کم می‌کنیم. بعد از تصحیح قرائت‌ها با انجام محاسبات درصدهای رس و سیلت و شن را مشخص می‌کنیم و در نهایت با استفاده از مثلث بافت خاک نوع بافت خاک را تعیین می‌کنیم.

برای درک بهتر مطالب و راهنمایی جهت انجام محاسبات آزمایش، قبل از انجام آزمایش با اعداد فرضی به هنرجویان مثالی را مانند نمونه زیر طراحی کنید:

در یک آزمایش بافت خاک با روش هیدرومتری در مراحل بالا قرائت اول ۱۰۳۸ و دما ۲۲ درجه سانتی‌گراد و قرائت دوم ۱۰۱۲ و دما ۱۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد درصد شن و سیلت و رس به صورت بیان شده در صفحه بعد مشخص می‌شود:

در قرائت اول قسمت اعشاری (۰/۰۳۸) مربوط به غلظت خاک است و قسمت صحیح مربوط به آب می باشد بخش اعشاری را در ۱۰۰۰ ضرب می کنیم تا به گرم در لیتر تبدیل کنیم.

$$۰/۰۳۸ \times ۱۰۰۰ = ۳۸ \quad \text{گرم در لیتر}$$

دما چون ۲۲ درجه است تفاوت آن را با ۲۰ درجه به دست می آوریم:

$$۲۲ - ۲۰ = ۲$$

چون ۲ درجه بیشتر از ۲۰ است آن را در عدد ثابت ۰/۲۵ ضرب می کنیم:

$$۰/۲۵ \times ۲ = ۰/۵$$

عدد حاصل را به عدد قرائت اضافه می کنیم:

$$۳۸ + ۰/۵ = ۳۸/۵$$

چون ۵۰ سی سی کالک استفاده کرده ایم ۲/۵ واحد از قرائت کم می کنیم:

$$۳۸/۵ - ۲/۵ = ۳۶$$

ما در ابتدا ۵۰ گرم خاک وزن نموده ایم عدد قرائت تصحیح شده را در ۲ ضرب می کنیم تا درصد سیلت و رس مشخص شود:

$$۳۶ \times ۲ = ۷۲$$

قرائت دوم مقدار یا درصد رس را مشخص می کند و مانند قرائت اول عمل می کنیم. ابتدا قسمت اعشاری را در ۱۰۰۰ ضرب می کنیم تا تغییر واحد انجام گیرد:

$$۰/۰۱۲ \times ۱۰۰۰ = ۱۲$$

در قرائت دوم دما ۱۹ درجه می باشد تفاوت آن را با دمای استاندارد مشخص می کنیم:

$$۱۹ - ۲۰ = -۱$$

عدد حاصل را در عدد ثابت ۰/۲۵ ضرب می کنیم:

$$۰/۲۵ \times -۱ = -۰/۲۵$$

عدد حاصل را با قرائت دوم جمع می کنیم. در واقع اینجا هم به دلیل کاهش دما و افزایش لزوجت هیدرومتر کمتر در آب فرو می رود و عدد قرائت بیشتر از مقدار واقعی است به همین جهت عدد تصحیح را کم می کنیم:  $۱۲ + (-۰/۲۵) = ۱۱/۷۵$  تصحیح کالک را مانند مرحله قبل انجام می دهیم:

$$۱۱/۷۵ - ۲/۵ = ۹/۲۵$$

در آخر عدد نهایی قرائت دوم را در ۲ ضرب می کنیم تا درصد رس مشخص شود.

$$۹/۲۵ \times ۲ = ۱۸/۵$$

اگر قرائت اول را از ۱۰۰ کم کنیم درصد شن مشخص خواهد شد.

$$۱۰۰ - ۷۲ = ۲۸$$

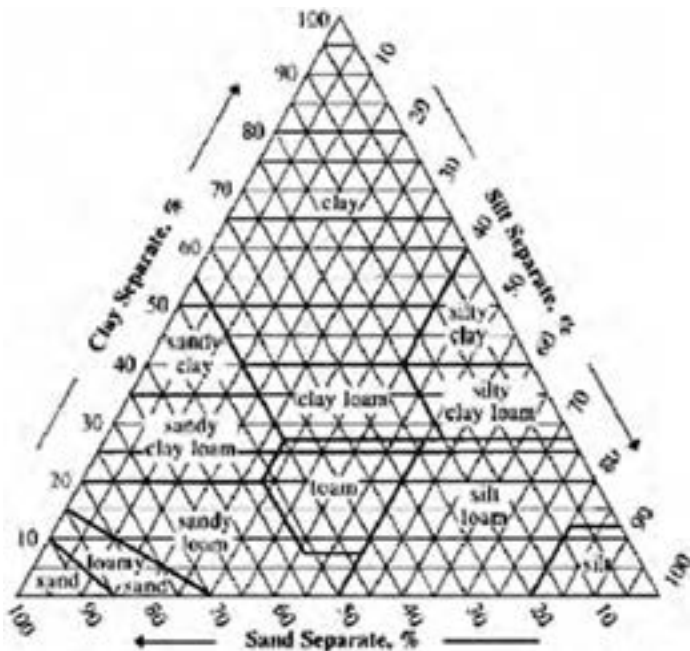
و اگر قرائت دوم را از قرائت اول کسر کنیم درصد سیلت به دست خواهد آمد:

$$۷۲ - ۱۸/۵ = ۵۳/۵$$

حال با داشتن درصد شن، سیلت و رس از روی مثلث، بافت خاک را مشخص می کنیم.

## مثلث بافت خاک

مثلث بافت خاک یک مثلث متساوی الاضلاعی است که بر روی سه ضلع آن درصد شن، سیلت و رس قرار دارد و داخل مثلث نیز به دوازده منطقه<sup>۱</sup> تقسیم شده است. درون هر منطقه نام آن نوشته شده است هر نقطه واقع در این مناطق را در نظر بگیریم دارای خصوصیات کلی آن منطقه می باشد. با توجه به درصدهای به دست آمده از محاسبات برای سه جزء شن، سیلت و رس به صورت زیر عمل می کنیم. با دقت روی اضلاع مثلث متوجه می شویم که چرخش اعداد روی آن به صورت موافق عقربه های ساعت می باشد. روی هر ضلع مقادیر مربوطه را مشخص می کنیم.



<sup>۱</sup> - zone

سپس از روی هر نقطه خطی به موازات ضلع بعدی رسم می‌کنیم جهت گردش انتخاب اضلاع برعکس گردش عقربه‌های ساعت می‌باشد. به‌طور مثال با داشتن درصد شن خطی به موازات ضلع سیلت و از مقدار سیلت خطی به موازات ضلع رس و از مقدار رس خطی به موازات ضلع شن رسم می‌کنیم. در مثال بالا با عنایت به اعداد به‌دست آمده، نقطه تقاطع سه خط فرضی در منطقه Silt Loam قرار می‌گیرد پس بافت خاک Silt Loam می‌باشد.

یکی از اشکالات عمده مثلث بافت خاک این است که ترکیب خاک متفاوتی ممکن است وجود داشته باشد که همگی تحت عنوان نام یک بافت برده می‌شوند. مثلاً خاکی با ترکیب ۳۵ تا ۵۵ درصد رس و ۰ تا ۲۰ درصد سیلت و ۴۵ تا ۶۵ درصد شن همگی به نام یک بافت خاک رس شنی نامیده می‌شوند. یکی دیگر از چالش‌های مثلث بافت خاک تبدیل مقادیر کمی به مقادیر کیفی است به نحوی که ما مقادیر درصد‌های شن، سیلت و رس را به مثلث خاک می‌دهیم و یک تعریف کیفی از خاک مثل بافت می‌گیریم در صورتی که هدف از علوم تبدیل مقادیر کیفی به کمی است و نه برعکس. گروه‌های دوازده گانه بافت خاک را در سه گروه بزرگ سبک، سنگین و متوسط تقسیم می‌کنند:

### گروه بافت‌های سبک

**۱ شن (sand):** خاک‌هایی که حداقل ۸۵ درصد شن داشته و مجموع ذرات سیلت و ۱/۵ برابر ذرات رس از ۱۵ درصد کمتر است.

**۲ شن لومی (loamy - sand):** خاک‌هایی که مقدار شن آن ۷۰ تا ۹۰ درصد بوده و مجموع سیلت و ۱/۵ برابر ذرات رس بیش از ۱۵ درصد و مقدار رس از ۳۰ درصد کمتر می‌باشد.

**۳ لوم شنی (sandy - loam):** خاک‌هایی که مقدار رس آن کمتر از ۲۰ درصد بوده و یا مجموع درصد سیلت و دو برابر درصد رس از ۳۰ درصد بیشتر است و یا خاک‌هایی که مقدار شن آنها ۴۳ تا ۵۲ درصد، مقدار رس آن کمتر از ۷ درصد و سیلت کمتر از ۵۰ درصد است.

### گروه بافت‌های متوسط

**۴ لوم (loam):** خاکی که مقدار رس آن بین ۷ تا ۲۷ درصد و سیلت آن ۲۸ تا ۵۰ درصد و شن آن کمتر از ۵۲ درصد است.

**۵ لوم سیلتي (silt - loam):** خاکی که مقدار سیلت آن بیش از ۵۰ درصد و

رس آن بین ۱۲ تا ۲۷ درصد بوده و یا مقدار ذرات سیلت بین ۵۰ تا ۸۰ درصد نوسان داشته و مقدار رس آن کمتر از ۱۲ درصد باشد.

**۶ سیلت (silt):** خاکی که مقدار سیلت آن بیشتر از ۸۰ درصد و مقدار رس آن کمتر از ۱۲ درصد است.

**۷ لوم رس شنی (sandy, clay, loam):** خاک‌هایی که محتوی ۲۰ تا ۳۵ درصد رس بوده و مقدار سیلت آن از ۲۸ درصد کمتر و مقدار شن آن از ۴۵ درصد بیشتر باشد.

**۸ لوم رس سیلتی (silty - clay - loam):** خاک‌هایی که در آن مقدار رس بین ۲۷ تا ۴۰ درصد بوده و مقدار شن از ۲۰ درصد کمتر است.

### گروه بافت‌های سنگین

**۹ لوم رس (clay - loam):** خاک‌هایی که در آن مقدار رس بین ۲۷ تا ۴۰ درصد و مقدار رس از ۲۰ تا ۴۵ درصد نوسان می‌کند.

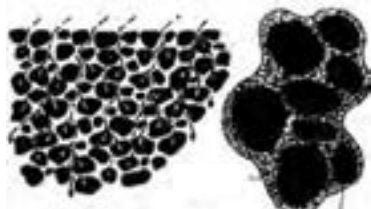
**۱۰ رس شنی (sandy - clay):** خاک‌هایی که در آن مقادیر رس و شن به ترتیب از ۳۵ و ۴۵ درصد بیشتر است.

**۱۱ رس سیلتی (silty - clay):** خاک‌هایی که در آن مقادیر هر یک از ذرات رس و سیلت از ۴۰ درصد بیشتر است.

**۱۲ رسی (clay):** خاک‌هایی که در آن مقدار رس از ۴۰ درصد بیشتر بوده و مقادیر شن و سیلت به ترتیب از ۴۵ درصد و ۴۰ درصد کمتر است.

## سطح ویژه<sup>۱</sup>

یکی از ویژگی‌های فیزیکی خاک که در خواص فیزیکی و شیمیایی آن نقش مهمی دارد سطح ویژه آن است. سطح ویژه عبارت است از نسبت سطح به واحد وزن آن. هر چه قدر قطر ذرات کوچک‌تر



ذره سیلت    نرم‌شن    ذره رس

باشد سطح ویژه آن بیشتر است هر چه قدر سطح ویژه بیشتر باشد تبادلات شیمیایی بیشتر صورت می‌گیرد. در بخش خصوصیات شیمیایی خاک به

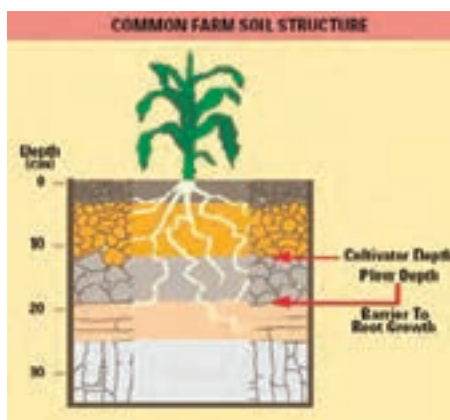
$$S = \frac{\text{سطح cm}^2}{\text{وزن gr}} \quad \text{آن بیشتر می پردازیم.}$$

در خاک ورزی اولیه و ثانویه با استفاده از انواع ماشین های خاک ورزی، خاک دانه های خاک به قطعات ریزتر تبدیل می شود که در نهایت باعث افزایش سطح ذرات خاک می گردد.

افزایش سطح ذرات خاک منجر به افزایش جذب آب و مواد معدنی توسط ذرات خاک می شود. آب و عناصر غذایی ذخیره شده در هنگام نیاز، مورد استفاده گیاه قرار می گیرد.

هنرآموز ظرفیت فراگیری هنجویان را می شناسد، نه آن را با فشار در هم می شکند و نه آن را خالی می گذارد.

## ساختمان خاک<sup>۱</sup>



ساختمان مشترک خاک مزارع

شکل و نوع قرارگیری ذرات و اجزای خاک، منجر به تشکیل خاک دانه می گردد. دریک پروفیل ممکن است یک ساختمان بیشتر از سایر ساختمان های دیگر دیده شود. ولی ممکن است در هر افق ساختمان متفاوتی باشد. خواصی از قبیل نفوذ آب، کاهش وزن مخصوص ظاهری و نفوذ هر چه بهتر ریشه ها،

تعداد و اندازه منافذ موجود در بین و درون ذرات خاک، وزن مخصوص ظاهری و تهویه به ساختمان خاک بستگی دارد.

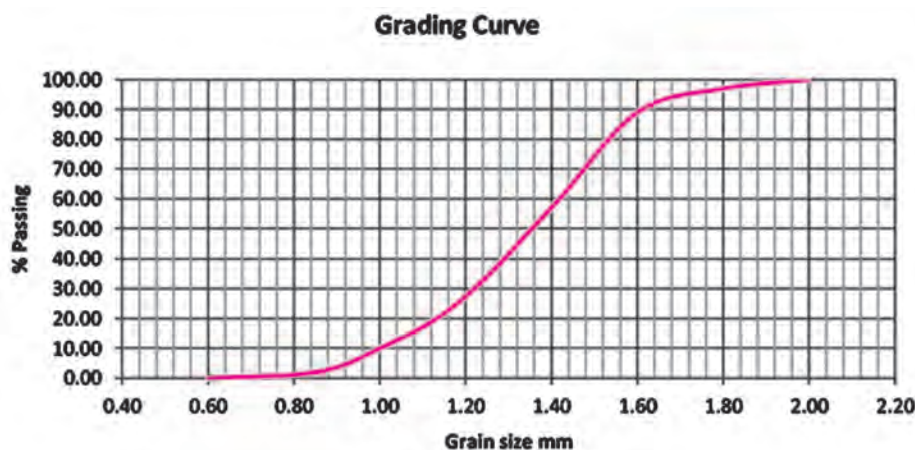
اتصال ذرات ریز خاک و تشکیل ذراتی بزرگ تر توسط کلسیم، منیزیم و هوموس

صورت می‌یابد. سدیم از هم پاشیدگی و تخریب ساختمان خاک را تشدید می‌کند. عملیات زراعی مانند شخم اثرات مفید و گاهی اثرات منفی بر روی ساختمان خاک می‌گذارد. از بین بردن علف‌های هرز و کنترل آنها و برگرداندن بقایای گیاهی به توده خاک و مخلوط‌شدن خاک با مواد آلی و تشکیل خاک‌دانه از اثرات مثبت شخم است. از طرفی دیگر ممکن است خاک‌دانه‌های موجود در خاک توسط فشار چرخ‌های تراکتور و ماشین‌های سنگین مثل غلتک از بین برود و اثرات منفی بر روی ساختمان خاک بر جای بگذارد هر اندازه رطوبت خاک بیشتر باشد متراکم شدن و از بین رفتن خاک‌دانه‌ها به وسیله ماشین‌های کشاورزی زیادتر است و حتی ممکن است تا عمق ۶۰ سانتی‌متری نیز برسد.

## مراحل تشکیل ساختمان خاک

به‌طور کلی هر خاکی براساس ترکیب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خود قادر است، ذرات جامد معدنی را در کنار هوا و آب به شکل واحدهایی در کنار هم مجتمع نموده و درون واحدهای خاکی مجتمع نیز، اتصال و ارتباط مجددی برقرار نماید. نتیجه این فرایند، تشکیل واحدهای ریز ساختمانی یعنی خاک‌دانه‌ها و در نهایت واحدهای ساختمانی است.

## منحنی دانه‌بندی خاک





همان‌طور که در منحنی صفحه قبل مشاهده می‌کنید بر روی محور عمودی درصد عبوری ذرات و بر روی محور افقی اندازه قطر الک‌ها بر حسب میلی‌متر قرار دارد. ضمناً محور افقی به صورت لگاریتمی می‌باشد. هر قدر شیب منحنی دانه‌بندی کمتر باشد تغییر در اندازه دانه‌های خاک زیاد است و هر قدر شیب منحنی بیشتر باشد خاک یکنواخت‌تر است. خاکی از نظر دانه‌بندی مناسب است که اندازه دانه‌ها از درشت تا ریز گسترده باشد. این منحنی در مباحث مهندسی کاربرد زیادی دارد. با استفاده از منحنی دانه‌بندی می‌توان اندازه قطر دانه‌های مربوط به هر نقطه دلخواه را به دست آورد مانند نقاط ۱۰ درصد و ۳۰ درصد و ۶۰ درصد  $D_{10}$  -  $D_{30}$  -  $D_{60}$  که مترادف با قطر دانه‌هایی هستند که به ترتیب ۱۰، ۳۰، ۶۰ درصد دانه‌های خاک که از آن کوچک‌تر می‌باشند. منحنی دانه‌بندی را می‌توان با استفاده از ضریب یکنواختی ( $C_u$ ) و ضریب خمیدگی ( $C_c$ ) بهتر توصیف نمود. ضریب خمیدگی خاک‌های خوب دانه‌بندی‌شده بین ۱ تا ۳ متغیر است.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

## وزن مخصوص ظاهری

وزن مخصوص عبارت است از وزن واحد حجم یک جسم که گاهی به صورت چگالی نیز بیان می‌شود. در این صورت همان نسبت وزن مخصوص جسم به وزن مخصوص آب می‌باشد. چون در سیستم متریک، وزن مخصوص آب مساوی واحد (یک) می‌باشد، بنابراین وزن مخصوص از نظر عددی معادل چگالی می‌باشد. برای تعیین وزن مخصوص هر ماده با تعیین جرم و حجم آن وزن مخصوص آن را با استفاده از رابطه روبه‌رو مشخص می‌کنند.  $d = \frac{m}{v}$  چون خاک وضعیت‌های متفاوتی از نظر رطوبت و هوا دارد، برای خاک وزن مخصوص‌های مختلفی مشخص می‌کنند. وزن مخصوص ظاهری خاک، وزن



مخصوص حقیقی خاک، وزن مخصوص تر و وزن مخصوص خشک از آن جمله‌اند. طبق تعریف وزن مخصوص ظاهری خاک عبارتست از وزن مخصوص خاک در شرایط مزرعه که رطوبت و هوا حدوداً به نسبت مساوی در منافذ

خاک قرار دارند. وزن مخصوص ظاهری برای خاک‌های مختلف حدوداً بین ۱/۱ تا ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب قرار دارد. خاک‌های رسی یا سنگین به علت داشتن تخلخل کل بیشتر دارای وزن مخصوص ظاهری کمتری نسبت به خاک‌های شنی هستند.

همان‌طور که می‌دانیم خاک‌های شنی دارای تخلخل هوایی بیشتری هستند ولی تخلخل کل آنها از خاک‌های رسی کمتر است. برای همین نیز خاک‌های شنی دارای وزن مخصوص ظاهری بیشتری می‌باشند. وزن مخصوص ظاهری خاک را با استفاده از سیلندر نمونه‌برداری تعیین می‌کنند. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید با گذاشتن درپوش از هرگونه تبخیر رطوبت نمونه خاک جلوگیری می‌نمایند تا بتوان از این طریق میزان دقیق رطوبت خاک را هم تعیین نمود.

## وزن مخصوص حقیقی<sup>۱</sup>

منظور از وزن مخصوص حقیقی خاک، وزن مخصوص ذرات خاک می‌باشد. برای تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک وزن ذرات خاک را مشخص می‌کنند و برای تعیین حجم ذرات خاک هوای موجود بین ذرات خاک را از بین برده سپس حجم ذرات خاک را تعیین می‌کنیم. وزن مخصوص حقیقی خاک را به دو روش اندازه‌گیری می‌کنند. روش استوانه مدرج و روش پیکنومتر که هر کدام جداگانه در کتاب توضیح داده شده‌اند.

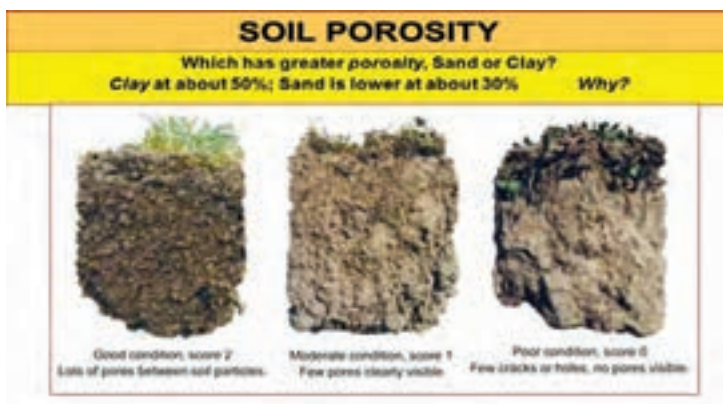
۱ - Particle density

## تخلخل خاک<sup>۱</sup>

تخلخل عبارت است از نسبت فضاهای موجود در خاک به حجم کل خاک که به

$$P = \frac{V_w + V_a}{V_t} \times 100$$

صورت درصد بیان می‌شود:



در رابطه بالا صورت کسر، حجم آب و هوای خاک و مخرج کسر، حجم کل خاک می‌باشد. میزان تخلخل عمدتاً نتیجه ساختمان خاک است. ساختار خاک نیز تحت تأثیر عواملی چون بافت، ثبات یا پایداری ساختمان، عملیات زراعی و شرایط محیطی است. میزان کل تخلخل و نسبت ریزی و درشتی فضای بین ذرات خاک، در آبیاری مزرعه و رشد گیاه بسیار مؤثر است. آب در هنگام آبیاری بیشتر خلل فرج خاک را اشغال می‌کند. درخلل فرج ریزتر بر اثر نیروی موینه‌ای آب در لوله‌های مویین نگه داشته می‌شود و در موقع لزوم به مصرف گیاهان می‌رسد، در حالی که در خلل و فرج درشت‌تر، آب تحت تأثیر نیروی گرانش یا جاذبه قرار دارد. وقتی آب به طرف اعماق زمین حرکت می‌کند هوا جای آن را می‌گیرد. ریشه گیاهان برای رشد مناسب همزمان به آب و هوا نیاز دارند. به طوری که آب یا هوا به تنهایی نمی‌توانند نیاز گیاه را برطرف کنند.

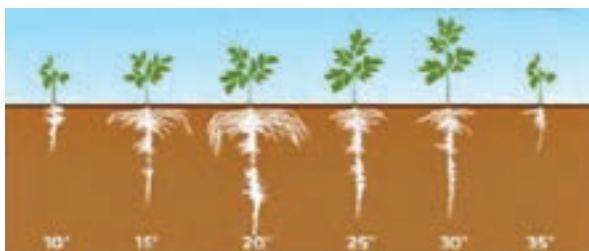
پرسش زیر را در کلاس به گفت‌وگو بگذارید و با توجه دادن هنجرویان به رابطه تعیین درصد تخلخل گفت‌وگو را هدایت کنید تا خود به جواب برسند.

چرا با وجود تخلخل زیادتر خاک‌های رسی نسبت به خاک‌های شنی حرکت آب در آن به کندی صورت می‌گیرد؟

تخلخل کل خاک و نحوه تقسیم خلل و فرج بین آب و هوا (ذرات ریز و درشت) در تغذیه و تنفس گیاه بسیار اهمیت دارد. تخلخل خاک‌های زراعی بین ۳۵ تا ۵۵ درصد متغیر است. در خاک‌های زراعی تخلخل خارج از این دو حد کمتر مشاهده می‌شود (تخلخل پایین‌تر از ۳۵ درصد مشکلات زیادی به ویژه از لحاظ تهویه، نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری خاک و ریشه دوانی ایجاد می‌کند). تخلخل مطلوب تخلخلی است که حدود ۵۰ درصد و به نسبت مساوی بین خلل و فرج ریز و درشت باشد. در کشاورزی تخلخل کل را در نظر می‌گیرند و هر چه 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 دیگر هوا می‌باشند) و شرایط بهینه برای رشد بیشتر گیاهان در این حالت فراهم می‌باشد.

## دمای خاک<sup>۱</sup>

درجه حرارت خاک تحت تأثیر مقدار جریان گرما در خاک است. دمای خاک و هوا هریک به دیگری بستگی دارد و هر دو بر روی رشد گیاه تأثیر زیادی می‌گذارند. از آنجا که دمای خاک در بیشتر مواقع مشابه دمای هوا است، 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. با افزایش ۱۰ درجه دما واکنش‌های شیمیایی خاک دو برابر می‌شود. تصویر زیر تأثیر دمای خاک را در رشد ریشه گیاهان را به خوبی نشان می‌دهد.



درجه حرارت یک نقطه از خاک ممکن است به دلایل زیر تغییر کند.

- مبادله گرما با محیط (تشعشع)
- جریان گرما در درون خاک (هدایت گرما)
- فرایندهای فیزیکی و شیمیایی (واکنشهای گرمازا یا گرماگیر مثل تبخیر و میعان)

■ مبادله گرما با هوا (ترکیبی از هدایت گرما و جابه‌جایی آن)

**جذب حرارت در خاک:** مقدار حرارت جذب شده توسط خاک به میزان اشعه خورشید که به زمین می‌رسد بستگی دارد و عوامل آب و هوای منطقه، رنگ خاک، شیب زمین و پوشش گیاهی در آن مؤثر است.

**دفع حرارت از خاک:** از گرمای موجود در خاک فقط قسمتی از آن در خاک باقی مانده و بقیه آن از طریق هدایت و تشعشع به جو پس داده می‌شود. در حالی که حرارت دفع شده از راه هدایت بخصوص در مواقعی که هوای مجاور سطح خاک حرکت سریعی دارد قابل ملاحظه است ولی در بیشتر مواقع سهم تشعشع به مراتب بیشتر است. خاک به طور دائم از خود اشعه‌های حرارتی به صورت اشعه مادون قرمز ساطع می‌کند و چون این اشعه‌ها ظرفیت حرارتی بالایی دارند، خروج دائم این اشعه‌ها از خاک منجر به هدر رفتن قسمت زیادی از حرارت خاک می‌شود.

### گرمای ویژه خاک:

طبق تعریف مقدار گرمایی که یک گرم خاک می‌گیرد تا دمای آن یک درجه سانتی‌گراد بالا رود را گرمای ویژه آن می‌گویند. بدیهی است هر قدر گرمای ویژه خاک بیشتر باشد تغییرات دمای آن کندتر صورت می‌گیرد. چون خاک یک ماده مرکب است گرمای ویژه آن متغیر است. رطوبت خاک در مقدار گرمای ویژه خاک نقش زیادی دارد. به‌طور مثال گرمای ویژه یک خاک خشک  $0.2$  است ولی اگر این خاک  $20$  درصد رطوبت داشته باشد گرمای ویژه آن  $0.33$  و در رطوبت  $30$  درصد گرمای ویژه آن به  $0.38$  افزایش خواهد یافت. بنابراین میزان رطوبت خاک، نقش عمده‌ای در سرعت گرم یا سرد شدن آن دارد. استفاده از آبیاری در زمان خاص برای کاهش اثرات سرمای ناگهانی به همین موضوع برمی‌گردد. زیرا رطوبت باعث افزایش ظرفیت گرمای ویژه خاک شده و تغییر درجه حرارت آن کندتر می‌شود.

**حرارت تبخیر:** عمل تبخیر آب یک واکنش گرماگیر است و موجب خنک شدن خاک می‌گردد. باید در نظر داشت همه حرارت مورد نیاز برای عمل تبخیر از دمای خاک تأمین نمی‌شود و قسمتی از آن نیز از جو گرفته می‌شود. خاک‌های مرطوب

درجه حرارت پایین‌تری نسبت به خاک‌های خشک دارند. زیرا عمل تبخیر بیشتر در آنها رخ می‌دهد و از طرفی گرمای ویژه خاک مرطوب بالاتر است در نتیجه گرمای بیشتری برای افزایش دما نیاز دارند.

## اثرات دمای خاک

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

**اثر دما در تکامل خاک:** دما 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 می‌باشد از طرف دیگر پیدایش گروه‌های بزرگ خاک در رژیم‌های حرارتی معین تشکیل می‌شود. (رژیم‌های حرارتی خاک)

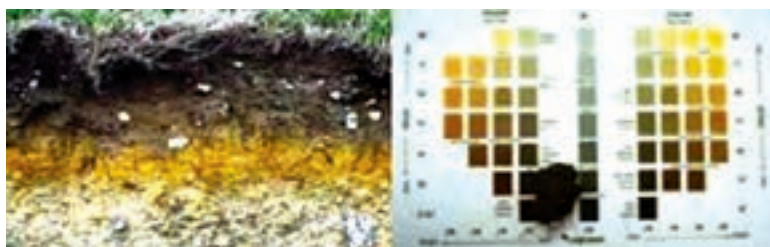
**روش اندازه‌گیری دمای خاک:** چون دمای خاک از عوامل مهم رشد گیاه می‌باشد و در قابلیت جذب آب و عناصر غذایی مؤثر است اندازه‌گیری آن ضروری است. برای اندازه‌گیری حرارت خاک از دماسنج جیوه‌ای با پوشش محافظ استفاده می‌شود. براساس استاندارد سازمان جهانی هواشناسی باید دما را در عمق‌های ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری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



## رنگ خاک<sup>۱</sup>

رنگ یک متغیر کیفی است زیرا اول اینکه افراد مختلف احساس‌های متفاوتی از یک رنگ معین دارند. دوم اینکه رنگ هر جسم به خواص خود آن جسم و به نوری که از آن بازتاب می‌شود نیز بستگی دارد. سوم اینکه رنگی که ما از یک جسم درک می‌کنیم به بافت جسم نیز بستگی دارد یعنی هر چه ذرات یک جسم ریزتر باشد روشن‌تر به نظر می‌رسد. چهارم اینکه لغات یا کلماتی که برای بیان رنگ‌ها به کار می‌رود غالباً همراه‌کننده می‌باشد مثلاً آنچه را یکی قهوه‌ای قرمز می‌نامد دیگری ممکن است قرمز قهوه‌ای بنامد.

رنگ سرخ خاک عموماً مربوط به اکسید آهن بدون آب یا هماتیت است ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) و نمایانگر زهکشی و تهویه خوب است. در اقلیم گرم و مرطوب آهن به مقدار زیاد انباشته می‌شود و در نتیجه خاک آن سرخ رنگ است. در بعضی از خاک‌ها عموماً رنگ قرمز نشان‌دهنده پیر بودن خاک نیز هست. رنگ زرد خاک‌ها به خصوص در لایه‌های زیرین نشان‌دهنده رطوبت زیاد خاک و اکسید آهن آبدار یا لیمونیت است ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). در شرایط احیا موقعی که خاک تهویه خوبی ندارند مثل خاک‌های مردابی رنگ خاک به علت تشکیل اکسید آهن دو ظرفیتی رنگ خاکستری پیدا می‌کند. وجود لکه‌های رنگین در خاک به علت اکسیداسیون ناقص و متناوب حاصل می‌شود که این حالت در خاک‌های با زهکشی و تهویه نامناسب مشاهده می‌شود. رنگ سفید خاک در اثر وجود مواد مختلف از قبیل کربنات‌های کلسیم و منیزیم و گچ می‌باشد.



تقریباً انواع رنگ‌ها در خاک یافت می‌شود از قبیل سفید، سرخ، قهوه‌ای، خاکستری، زرد، سیاه و حتی رنگ‌های متمایل به آبی و سبز نیز در خاک‌ها مشاهده می‌شود. علت وجود رنگ‌های گوناگون در خاک به رنگ ذرات تشکیل‌دهنده آن مربوط

<sup>۱</sup> - Soil color

است. تأثیر هر یک از رنگ‌های ذرات خاک با سطوح ذرات متناسب است یعنی ذراتی که سطح زیادی دارند رنگ آنها در خاک غالب است به این ترتیب کلونیدهای خاک مهم‌ترین نقش را در پیدایش رنگ ایفا می‌کنند. بهترین مثال هوموس و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد. هوموس سیاه یا قهوه‌ای است، اکسیدهای آهن نیز ممکن است قرمز یا زرد یا قهوه‌ای کم رنگ باشد.

**نگاه هنرآموز چون نور خورشید است، که در کلاس بر همه یکسان می‌تابد.**

به‌طور کلی بارخیزی خاک‌ها به ترتیب رنگ‌های زیر کاهش می‌یابد. ولی بدون شک استثناهای زیادی نیز وجود دارد که از این قاعده پیروی نمی‌کنند.

سیاه ← قهوه‌ای ← قهوه‌ای کم‌رنگ ← قرمز ← خاکستری ← زرد ← سفید



با توجه به دلایل بالا روش‌هایی برای بیان رنگ به‌صورت کمی اختراع شده است که بهترین و متداول‌ترین آنها استفاده از دفترچه رنگ مانسل<sup>۱</sup> می‌باشد. سه عامل اصلی سازنده رنگ در روش مانسل زمینه<sup>۲</sup>، روشنی<sup>۳</sup> و خلوص<sup>۴</sup> می‌باشند.

زمینه مربوط به رنگ طیف غالب می‌باشد که ترکیبی از حرف و عدد

می‌باشد حروف Y- GY- G- BG- B- PB- P- RP- R- YR که رنگ صفحه را با توجه به رنگ غالب مشخص می‌کند.

و عدد همراه آن نیز می‌تواند در بیان دقیق‌تر صفحه به ما کمک کند. روشنی از مقایسه رنگ جسم با سفید مطلق بیان می‌شود و درجات مختلف از سفید تا سیاه را نشان می‌دهد مقدار روشنی نیز از ۰ تا ۱۰ به ترتیب از سیاه تا سفید است. خلوص مراتب رنگینی را نشان می‌دهد و درجه انحراف از سفید یا خاکستری را مشخص می‌کند که اعدادی از ۱ تا ۱۰ و یا بیشتر را به خود اختصاص می‌دهد.

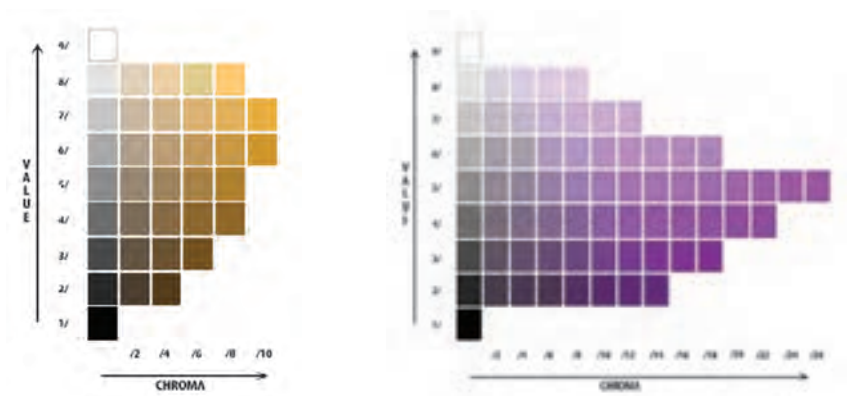
۱- Munsell

۲- Hue

۳- Value

۴- Chroma





در نهایت رنگ یک جسم به صورت یک عدد مخلوط و همراه با حروف مشخص می شود به طور نمونه:

$$7/5 \text{ G } \frac{2}{6} \text{ و } 5 \text{ YR } \frac{4}{5}$$

در عدد مخلوط بیان شده عدد و حرف مقابل کسر زمینه رنگ را نشان می دهد و صورت کسر میزان روشنی و مخرج آن مقدار خلوص رنگ را نشان می دهد. یکی از عواملی که در تعیین رنگ خاک باید در نظر گرفت میزان رطوبت است. هرچه میزان رطوبت خاک افزایش یابد رنگ آن تیره تر می شود.

### آزمایش:

سه ظرف مناسب انتخاب کنید و در هر سه آنها کمی خاک خشک بریزید. به اولین ظرف آبی اضافه نکنید. در ظرف میانی یک قاشق آب بریزید. در لیوان آخری سه قاشق آب بریزید. با افزایش مقدار آب داخل لیوان ها رنگ خاک چه تغییری می کند؟



نفوذ<sup>۲</sup> به وارد شدن آب از سطح زمین به داخل خاک می‌گویند. سرعت وارد شدن آب به داخل خاک یا به عبارت دیگر سرعت نفوذ از پارامترهای بسیار مهم در طراحی آبیاری است. در واقع نوع سیستم آبیاری که برای یک منطقه برگزیده می‌شود براساس خصوصیات نفوذ آب به داخل خاک است.

بنابراین سرعت نفوذ آب به داخل خاک را باید مهم‌ترین پارامتر فیزیک خاک دانست که در طراحی سیستم‌های آبیاری و زهکشی باید در نظر گرفته شود. به منظور طراحی و ارزیابی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، تعیین نفوذ آب در خاک امری اجتناب‌ناپذیر است.

### Compare



در شکل بالا مدت نفوذ یک مقدار آب ثابت را در چهار نوع خاک متفاوت مشاهده می‌کنید. هر چه اندازه ذرات تشکیل‌دهنده خاک کاهش می‌یابد مقدار نفوذ به شدت کاهش یافته ولی برعکس مدت زمان نفوذ به شدت افزایش می‌یابد.

### مکانیسم نفوذ

ورود آب به داخل خاک در نتیجه تأثیر توأم نیروی گرانش زمین و موینگی صورت می‌گیرد. نیروی گرانش زمین فقط در جهت قائم عمل می‌کند. اما نیروی موینگی در ابتدا که خاک خشک بود و منافذ از آب موین خالی از آب است، هم در جهت عمودی و هم در جهت‌های افقی عمل می‌کند. ولی به تدریج که منافذ از آب اشباع شد، تنها نیروی گرانش زمین دخالت کرده و جریان نفوذ عمده قائم می‌باشد. به همین دلیل سرعت نفوذ در ابتدای وارد شدن آب به سطح خاک زیاد و سپس به تدریج کم شده و به مقدار ثابتی که فقط نتیجه عمل نیروی گرانش زمین است می‌رسد. بنابراین مقدار آبی که در زمین نفوذ می‌کند، صرف نظر از وضعیت

۱- Soil permeability

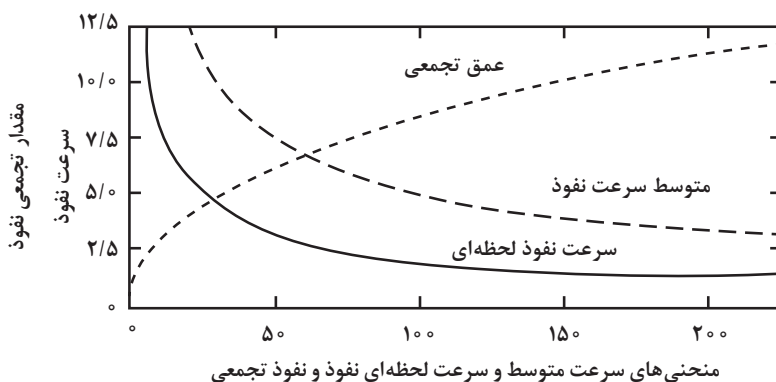
۲- Infiltration

سطح خاک به صورت تجمعی نسبت به زمان افزایش می‌یابد. نفوذ آب در خاک به عواملی مانند بافت و ساختمان خاک، پوشش گیاهی، شیب زمین و از همه مهم‌تر قابلیت پراکندگی ذرات سطحی خاک بستگی دارد. اگر لایه سطحی خاک حاوی مقدار زیادی یون قابل تبادل سدیم باشد، پس از مرطوب شدن باعث پراکندگی ذرات خاک شده و جلو نفوذ آب را سد می‌کند. بنابراین نفوذ آب به داخل خاک در لایه‌های رسی و سیلتی بسیار اندک است.

اگر منحنی تغییرات نفوذ تجمعی نسبت به زمان را ترسیم کنیم منحنی نفوذ تجمعی به دست می‌آید. چنانچه عمق آب نفوذ یافته را با حرف  $i$  و زمان را با حرف  $t$  نمایش دهیم سرعت نفوذ  $\left(\frac{di}{dt}\right)$  که همان شیب منحنی نفوذ تجمعی باشد نسبت به زمان به‌طور مرتب کاهش پیدا می‌کند. یعنی به تدریج که آب در خاک نفوذ می‌کند از سرعت نفوذ کاسته می‌شود. سرعت نفوذ لحظه‌ای، را نباید با متوسط سرعت نفوذ اشتباه گرفت. اگر مقدار عمق آب نفوذ یافته در لحظه  $t$  برابر  $i$  و در لحظه  $t_1$  برابر  $i_1$  باشد متوسط سرعت نفوذ برابر است با:  $\frac{i_1 - i_0}{t - t_0}$  متوسط سرعت نفوذ  $I_t =$  نفوذ تجمعی از لحظه صفر تا زمان  $t$

اما سرعت نفوذ لحظه‌ای برابر است با متوسط سرعت نفوذ در صورتی که  $t - t_0$  به سمت صفر میل کند.

$$\text{سرعت نفوذ لحظه‌ای} = \frac{di}{dt}$$

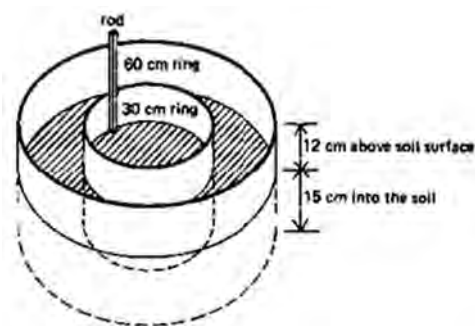


واحد اندازه‌گیری نفوذپذیری برحسب طول در واحد زمان می‌باشد. واحدهای متر در ثانیه یا سانتی‌متر در ثانیه، متر در ساعت یا سانتی‌متر در ساعت و متر در روز یا سانتی‌متر در روز، از واحدهای مورد استفاده می‌باشند. واحد سیستم متریک آن متر در ثانیه می‌باشد. چنانچه خاک در هنگام شروع بارندگی خشک باشد سرعت نفوذ آب در آن در ابتدا به مراتب بیشتر از هنگامی خواهد بود که باران روی همین خاک ولی با رطوبت اولیه زیاد ببارد.

### هنرآموزانی که فراگیران را به مرحله خودآموزی می‌رسانند، موفق‌ترین‌اند.

در مناطق خشک و نیمه‌خشک با اینکه رطوبت اولیه خاک کم است ولی باز هم سیلاب‌های شدید اتفاق می‌افتد. در حالی که با توجه به پایین بودن مقدار بارندگی باید انتظار داشت که تمام باران در خاک نفوذ کند. زیرا اول اینکه باران در مناطق خشک عموماً دارای پراکنش مناسبی نمی‌باشد. دوم اینکه باران‌ها با شدت زیاد و در مدت کم می‌بارند که فرصت نفوذ آب در خاک وجود ندارد. سوم اینکه به علت خصوصیات خاک و ایجاد گل و لای منافذ خاک بسته شده و از ورود آب به داخل خاک جلوگیری می‌نماید. اغلب، بارندگی‌ها به صورت رواناب جاری می‌شود که می‌تواند سیلاب‌های ویرانگر را به وجود آورد.

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک وجود دارد که رایج‌ترین آنها تعیین نفوذپذیری خاک با روش استوانه مضاعف<sup>۱</sup> می‌باشد. در این روش، برای اطمینان از نفوذ قائم آب به خاک، از دو استوانه تو در تو استفاده می‌گردد.



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 نش جانبدی فقط از حد فاصل بین دو استوانه صورت می‌گیرد. بنابراین، نفوذ آب از استوانه میانی، می‌تواند خصوصیات نفوذپذیری خاک را به خوبی نشان دهد.



## ارزشیابی خصوصیات فیزیکی خاک

### شرح کار:

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

### استاندارد عملکرد:

نمونه های فرعی را از عمق مشخص شده تهیه نماید. از نمونه های فرعی نمونه مرکب یا نهایی تهیه کند. درصد سنگ ریزه خاک را تعیین کند. بافت خاک را به روش لمسی و هیدرومتر تعیین کند. پایداری خاک دانه ها 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 نفوذپذیری خاک را در مزرعه محاسبه کند.

### شاخص ها:

- 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 اکسیژنه و اسید سولفوریک، 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 خاک دانه ها 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 موزر، قرار دادن کلوخه در موزر، محاسبه حجم کلوخه، فرمول گذاری، محاسبه، مقایسه با جداول استاندارد ۶ به روش موزر (توزین موزر خالی، ریختن خاک در موزر 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 کار گذاری 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 (موزر)، زمان سنج، همزن دستی، هیدرومتر، دماسنج، بشر، آبفشان، شیکر خشک، ترازوی دیجیتال، کوبه، سیلندر، کاردک، چراغ بونزن، سه پایه، توری نسوز، استوانه مدرج ۲۵۰ میلی لیتری، آبفشان، پمپ خلا، دیسیکاتور شیردار، پیکنومتر، استوانه مضاعف، زمان سنج ۳ منابع: کتاب همراه هنرجو، هنرآموز، کتاب درسی

معیار شایستگی:

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

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





پودمان دوم

خواص شیمیایی و بهسازی خاک

## واحد یادگیری ۳: خواص شیمیایی خاک

زمان آموزش

جمع: ۱۲ ساعت

### اهداف توانمندسازی

- ✓ مفهوم اسیدیته را بیان کند.
- ✓ اثرات pH در خاک را شرح دهد.
- ✓ از یک نمونه خاک انواع مختلف عصاره را تهیه نماید.
- ✓ اسیدیته خاک را اندازه‌گیری کند.
- ✓ مفهوم شوری و واحدهای اندازه‌گیری آن را بیان کند.
- ✓ شوری عصاره خاک و آب را اندازه‌گیری کند.
- ✓ مفهوم تبادل کاتیونی را بیان کند.

### واژه‌های کلیدی

عصاره‌گیری خاک، اسیدیته، حدود pH خاک، روش‌های اندازه‌گیری pH، هدایت الکتریکی، مقاومت الکتریکی، تبادل کاتیونی

### خلاصه محتوا

در این واحد یادگیری هنرجویان، مفهوم اسیدیته خاک و اثرات آن در خاک و موجودات زنده را بررسی می‌کنند. انواع عصاره خاک را تهیه کرده و اندازه‌گیری اسیدیته و شوری خاک و تقسیم‌بندی خاک‌ها را از نظر شوری انجام می‌دهند. ابزار و تجهیزات: ظرف پلاستیکی، کاردک، آب‌فشان، قیف بوختر، پمپ تخلیه، ارلن، ترازوی دیجیتال، شیکر، قیف شیشه‌ای، pH متر رومیزی، pH متر قلمی،

دماسنج، EC متر، لوله آزمایش  
**مواد مصرفی:** آب مقطر، خاک، کاغذ صافی، محلول‌های استاندارد تنظیم اسیدیته و شوری.  
**بودجه‌بندی شایستگی:**

پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت‌های تکمیلی
خواص شیمیایی و بهسازی خاک	اول	عصاره‌گیری خاک	- تهیه انواع عصاره خاک - عصاره گل اشباع	
	دوم	تعیین اسیدیته خاک	- اندازه‌گیری اسیدیته خاک با دستگاه - اندازه‌گیری اسیدیته با محلول‌های شیمیایی یا کاغذ تورنسل	
	سوم	تعیین شوری خاک	- تعیین شوری خاک و آب - مقایسه خاک‌ها از نظر شوری	

مطالب آموزشی را از ساده به دشوار ارائه دهید.

ارائه مطالب درسی به صورت متوالی، از ساده به دشوار موجب می‌شود که یادگیرندگان ابتدا در یادگیری مطالب ساده به اندازه کافی موفقیت به دست آورند. این کسب موفقیت اولیه، انگیزه یادگیرنده را برای یادگیری‌های بیشتر افزایش می‌دهد و بر آمادگی او می‌افزاید. علاوه بر این کسب پیشرفت غالباً به دریافت پاداش و تأیید از سوی هنرآموز و والدین منجر می‌شود که این خود یکی از عوامل انگیزشی به‌شمار می‌آید. بنابراین هنرآموز باید سعی کند تا در تمام مراحل آموزشی برای همه یادگیرندگان فرصت کسب موفقیت فراهم آورد.

### عصاره گیری

در بیشتر آزمایش‌های شیمیایی خاک مانند تعیین pH و EC 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 مانند گل اشباع، نسبت یک به یک، نسبت دو به یک، نسبت دو و نیم به یک، نسبت پنج به یک و نسبت ده به یک که هر نسبت برای موارد خاص کاربرد دارد. یادآوری نمایید که در این نسبت‌ها صورت کسر مربوط به آب و مخرج آن مربوط به خاک است مثلاً نسبت دو به یک، دو مربوط به آب و یک مربوط به خاک است.

### طرز تهیه عصاره اشباع

برای تهیه این عصاره ابتدا باید گلی بسازیم که به آن گل اشباع می‌گویند. بهتر است گل اشباع را یک روز قبل ساخته و در روز بعد عصاره‌گیری نماییم. برای تهیه گل اشباع به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- مقداری خاک در حدود ۴۰۰ گرم خاک نرم (الک ۲ میلی متری) را در یک بشر یا ظرف پلاستیکی می‌ریزیم.
- سپس با آب‌فشان بر روی آن مقداری کمی آب مقطر اضافه می‌کنیم و با کاردک به هم می‌زنیم.
- اضافه کردن آب مقطر و به هم زدن را آن قدر ادامه می‌دهیم 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 کردیم با چند ضربه شیار ناپدید شود.
- بعد از آماده شدن خمیر گل اشباع آن را با کمک پمپ و قیف بوختر عصاره‌گیری می‌نمایند، عصاره به دست آمده را عصاره گل اشباع می‌گویند. از این عصاره برای تعیین شوری خاک استفاده می‌کنند.

## شیکر ارلن

دستگاهی آزمایشگاهی است که یک صفحه نگهدارنده ارلن روی آن تعبیه شده است و با حرکات منظم یا نامنظم ارلن‌ها را حرکت می‌دهد و کار مخلوط کردن محلول‌ها را انجام می‌دهد. متداول‌ترین نوع آن، شیکر رومیزی است.

اجزای دستگاه:



- صفحه لرزاننده
- میله یا فنرهای نگهدارنده ارلن
- کلید روشن و خاموش
- کلید زمان سنج
- کلید سرعت

شیکر آزمایشگاهی برای هم زدن مایعات در ظروف آزمایشگاهی برای اعمالی نظیر ارزیابی‌ها، محیط‌های کشت، رنگ‌آمیزی، تحلیل‌های داروشناسی، آنالیز آلودگی آب و خاک و غیره استفاده می‌شود. انواع مختلفی از شیکر وجود دارد، که هر کدام الگوهای هم زدن متفاوتی دارند. بعضی سکوی خود را به شکل دایره‌ای حرکت می‌دهند در حالی که دسته‌ای دیگر به صورت رفت و برگشتی سکوی خود را از یک سمت به سمت دیگر جابه‌جا می‌کنند. یک شیکر گردابی سکوی خود را می‌چرخاند. شیکرهای لرزشی دارای یک سکوی لرزشی هستند.

**در هنگام کار با شیکر بهتر است موارد زیر را رعایت کنیم:**

- از پرکردن ارلن‌ها بپرهیزید.
- ابتدا ارلن‌ها را روی صفحه دستگاه محکم کنید.
- ارلن‌ها را به صورت قرینه روی صفحه دستگاه قرار دهید. از چیدن ارلن‌ها در یک سمت دستگاه خودداری کنید.
- دستگاه را به جریان برق متصل کنید.
- کلید سرعت و زمان دستگاه را تنظیم کنید.
- از سرعت مناسب دستگاه استفاده کنید (عدم استفاده از سرعت‌های خیلی زیاد و خیلی کم، سرعت زیاد باعث پخش محلول یا مخلوط درون ارلن می‌گردد و سرعت خیلی کم محلول درون ارلن را کاملاً مخلوط نمی‌کند).
- کلید روشن / خاموش را بزنید.

- بعد از اتمام به هم زدن، دستگاه را خاموش کنید.
- ارلن ها را از روی صفحه دستگاه آزاد نمایید.

## اسیدیته یا PH

<sup>۱</sup> PH اختصار کلمات به معنای پتانسیل هیدروژن است. طبق تعریف اسیدیته یا PH میزان غلظت یون هیدروژن در یک محیط شیمیایی است و یکی از مهم ترین خصوصیات شیمیایی مواد از جمله آب و خاک است. در یک محلول بین کاتیون های هیدروژن ( $H^+$ ) و آنیون هیدروکسید ( $OH^-$ ) حاصل از تجزیه آب تعادل برقرار است. هنگامی که این یون ها برابر باشند محیط خنثی است. وقتی در محلول مقدار یون هیدروژن بیشتر از یون هیدروکسید باشد محیط اسیدی و در حالت برعکس محیط قلیایی خواهد شد. چون مقادیر یون های هیدروژن و هیدروکسید در محیط خیلی کوچک هستند از آنها لگاریتم منفی می گیریم تا به اعداد صحیح تبدیل شوند. در این صورت مقادیر یون های هیدروژن در محیط، در محدوده اعداد ۱ تا ۱۴ قرار می گیرند. PH هفت محیط خنثی، کمتر از هفت اسیدی و بیشتر از هفت قلیایی است.

مثال : مقدار یون هیدروژن در یک محیط ۰/۰۰۰۱ است اسیدیته آن را مشخص کنید.

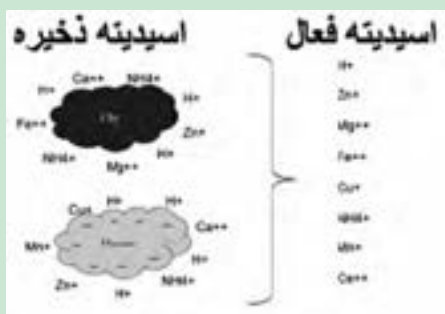
$$PH = -\log 10^{-4} = -(-4) \log 10 = +4$$

زمانی تصور می شد که در خاک های اسیدی به علت اشباع از H خاصیت اسیدی به وجود می آید؛ در صورتی که به ندرت اسیدیته خیلی بالا یا خیلی پایین در خاک به علت تجمع H و OH به وجود می آید، بلکه اسیدیته بالای ۸/۵ مربوط به تجمع سدیم خاک و PH کمتر از ۳ حضور سولفیدهای آهن و آلومینیوم در خاک است. در خاک های کشور ما به علت شرایط اقلیمی مانند مقدار زیاد آهک، بیشتر خاک ها PH بالا دارند. خاکی که با اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال بجوشد خاکی آهکی است. بعضی از خاک ها حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد آهک دارند. آهک زیادی باعث PH خیلی بالا و کلسیم زیاد در خاک می گردد. PH خاک های مزرعه معمولاً کمتر از ۸/۳ است زیرا دی اکسید کربن حاصل از تنفس موجودات زنده و تجزیه مواد آلی باعث کاهش PH می شود زیرا دی اکسید کربن با آب ترکیب شده و تولید اسید می کند که باعث کاهش PH خاک می شود.

## انواع اسیددیده

اسیددیده‌های متفاوتی برای خاک اندازه‌گیری می‌کنند مانند اسیددیده کل، اسیددیده فعال با لحظه‌ای و اسیددیده ذخیره. منظور از اسیددیده کل PH حاصل از تیتراسیون فاز محلول و جامد خاک است. به عبارت دیگر کلیه هیدروژن‌ها و سایر عناصری که در فاز جامد و محلول خاک وجود دارند. در حالی که اسیددیده فعال اسیددیده در ارتباط با فاز محلول خاک است. اسیددیده ذخیره تفاوت اسیددیده فعال با اسیددیده کل است.

در هنگام اصلاح خاک‌های اسیدی PH فعال از اهمیت کمتری برخوردار است و باید اسیددیده کل را منظور نماییم. برای خنثی کردن اسیددیده فعال یک هکتار خاک با



PH=4 حدود ۲ کیلوگرم آهک کافی است. در حالی که این مقدار آهک تأثیری در افزایش اسیددیده خاک ندارد زیرا به محض اضافه کردن آهک و خنثی شدن اسیددیده فعال، یون‌های H و Al مربوط به اسیددیده ذخیره، اسیددیده را

به مقدار اولیه برمی‌گردانند. برای افزایش PH چنین خاک‌هایی به مقدار زیادی آهک نیاز است. مقدار اسیددیده کل خاک‌های شنی ممکن است حدود ۱۰۰۰ برابر اسیددیده فعال آنها باشد. در حالی که اسیددیده کل خاک‌های رسی ممکن است به ۵۰۰۰۰ برابر اسیددیده فعال آنها برسد. در بیشتر مطالعات و اندازه‌گیری‌ها، منظور اسیددیده لحظه‌ای است که همان اسیددیده فعال می‌باشد و منظور تعداد هیدروژنی است که در محلول آب خاک وجود دارد و نه کل هیدروژن‌ها و عناصری که در فاز محلول و جامد خاک وجود دارد.

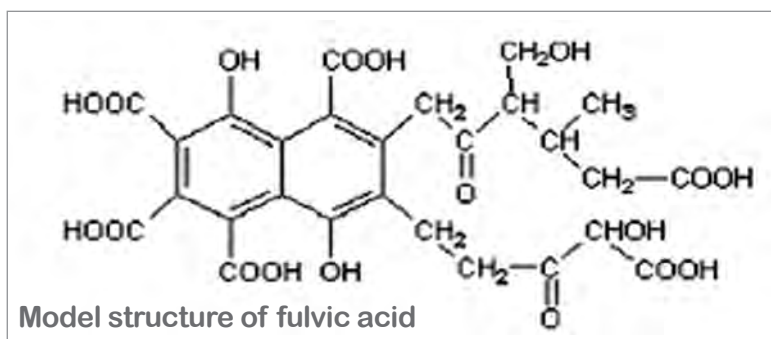
عوامل متعددی بر اسیددیده خاک تأثیر می‌گذارند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر به‌طور خلاصه اشاره نمود:

**دما:** یکی از مهم‌ترین عواملی است که اسیددیده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای همین الکترودهای دستگاه PH متر را در یک بازه دمایی معین، تنظیم می‌کنند.

**گاز کربنیک:** گاز کربنیک یا  $\text{CO}_2$  به علت ترکیب با آب و تشکیل کربنیک اسید، اسیدیته خاک را کاهش می‌دهد ولی اثر گاز دی‌اکسید کربن در فشار نسبی دی‌اکسید کربن هوای خاک بسیار جزئی است.



**مواد آلی:** این مواد با آزاد کردن هیدروژن باعث افزایش اسیدیته خاک می‌شوند. شکل زیر مدل معرفی شده برای فلویک اسید می‌باشد. عامل اسیدی فراوان  $(\text{COOH})$  در مولکول ارائه شده به خوبی نمایان است.



## نسبت آب خاک

افزافه کردن آب زیاد به خاک سبب تغییر PH محلول خاک می‌گردد. لازم به ذکر است بسته به اسیدی یا بازی بودن PH خاک، این عمل سبب تغییرات مختلفی خواهد شد. در خاک‌های اسیدی در اثر رقیق شدن محلول آب و خاک کاتیون‌های تک‌ظرفیتی نسبت به کاتیون‌های دو ظرفیتی در فاز محلول افزایش می‌یابد. به طور مثال اگر در یک سیستم کلونیدی دو نوع کاتیون کلسیم و هیدروژن موجود باشد و به سیستم آب اضافه کنیم کلسیم نسبت به هیدروژن در روی سطوح تبدالی افزایش یافته و در مقابل هیدروژن از فاز تبدالی دفع شده و میزان و فعالیت آن در فاز محلول بالا می‌رود در این صورت PH کاهش یافته یا اسیدی می‌شود. بنابراین در خاک‌های اسیدی به سبب وجود یون غالب هیدروژن، با عمل رقیق نمودن، فعالیت یون هیدروژن بالا رفته و PH کاهش می‌یابد. در خاک‌های آهکی PH تحت تأثیر میزان کربنات کلسیم بوده و پس از حل شدن مقادیر کربنات کلسیم در آب ابتدا PH افزایش می‌یابد ولی پس از مدتی به دلیل فعالیت بیولوژیکی و



حل شدن مقداری گاز کربنیک PH کاهش خواهد یافت. در خاک‌های سدیمی نیز اضافه نمودن آب به مخلوط آب و خاک سبب افزایش فعالیت یون سدیم در فاز محلول شده و به تبع آن PH افزایش می‌یابد. در آزمایش‌های آب و خاک به‌طور معمول نسبت ۲/۵ به ۱ آب و خاک پیشنهاد شده است.

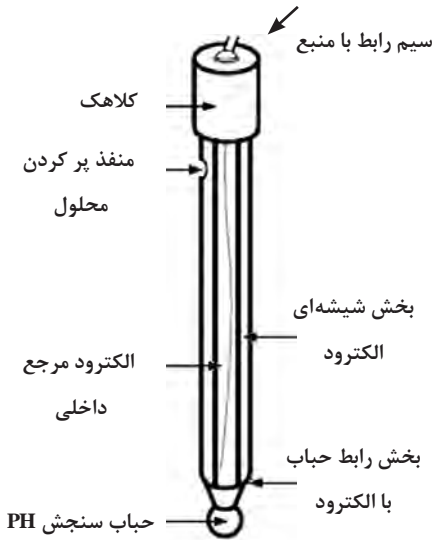
## غلظت نمک

با افزایش غلظت املاح در خاک‌های اسیدی، اسیدیته محلول خاک کاهش می‌یابد. برای همین است که عده‌ای ترجیح می‌دهند PH را در محلول ۱ مولار پتاسیم کلرید یا محلول ۰/۰۱ مولار کلسیم کلرید اندازه‌گیری کنند زیرا نتایج کمتر تحت تأثیر غلظت املاح خاک قرار می‌گیرد.

## روش رنگ سنجی اندازه گیری PH

در این روش بعد از تهیه عصاره از خاک با استفاده از یک معرف یا شناساگر مناسب اسیدیته خاک را تعیین می‌کنند این روش ساده ولی تخمینی است. استفاده از این روش محدود می‌باشد زیرا علاوه بر کند بودن آن در تعیین اسیدیته محلول، به دلیل کدري محلول، نتایج آن از اطمینان کمتری برخوردار است. در این روش از معرف‌هایی استفاده می‌شود که در یک محدوده PH، دارای رنگ مخصوصی می‌باشند. به‌طور مثال سبز برموکروزول در PH ۳/۵ رنگ محلول را زرد رنگ و در PH حدود ۴/۵ رنگ سبز و در PH حدود ۵/۵ رنگ آبی به محلول می‌دهد. در هنگام استفاده از این محلول‌ها به حدود تغییرات رنگ باید توجه داشت مثلاً از سبزموکروزول نباید برای تعیین PH خاک‌های قلیایی یا آهکی استفاده نمود زیرا این معرف بیشتر برای خاک‌هایی که دارای PH اسیدی هستند استفاده می‌شود و نکته مهم دیگر آن است که از چند معرف برای تعیین PH استفاده می‌کنند به‌طوری که معرف‌ها را از اسیدی به بازی درنظر گرفته و استفاده می‌کنند؛ مثلاً ترتیب سبزموکروزول - متیل اورانژ - آبی برموتیمول - قرمز کروزول یکی از ترتیب‌های مناسب می‌باشد.

## روش الکتریکی



این روش از دقت بیشتری برخوردار است. در بیشتر آزمایشگاه‌ها از این روش برای اندازه‌گیری اسیدیته استفاده می‌کنند. به دستگاه مربوطه PH متر می‌گویند که دارای انواع قلمی و رومیزی می‌باشد. گذشته از تفاوت‌های ظاهری انواع PH مترها، همه آنها دارای دو بخش الکترود و نمایشگر هستند. PH متر رومیزی یا پرتابل در بیشتر آزمایشگاه‌ها استفاده می‌شود. الکترود PH متر خود یک الکترود مرکب می‌باشد که خود ترکیبی از دو الکترود شیشه‌ای و الکترود مرجع می‌باشد.



الکترود بخشی از دستگاه است که در معرض محلول قرار می‌گیرد. این بخش با توجه به ساختار ویژه‌ای که دارد بسیار حساس و آسیب‌پذیر می‌باشد. الکترود طوری طراحی شده

است که یون‌های هیدروژن آزاد محلول، حتی اگر بسیار کم باشند، می‌توانند در آن یک جریان الکتریکی ایجاد کنند. این جریان الکتریکی به وسیله سیم رابط به نمایشگر منتقل می‌شود. نمایشگر این ولتاژ الکتریکی را دریافت کرده و آن را تقویت می‌کند و در نهایت آن را به صورت میزان PH نمایش می‌دهد؛ برای مثال در صورتی که الکترود ولتاژی معادل  $+0.059$  ولت دریافت کند  $PH = 7$  را نشان

می دهد.

**در هنگام استفاده از این دستگاه مواردی را باید رعایت نمود که به اختصار اشاره می گردد:**

- علاوه بر الکترود اصلی بیشتر این دستگاه ها دارای الکترود دما هم می باشند که باید در هنگام اندازه گیری از آنها استفاده نمود زیرا در صورت عدم استفاده، دستگاه عدد دقیقی را نشان نخواهد داد.
  - دستگاه های جدید نسبت به دما تنظیم شده و به همین جهت در محدوده دمای پیشنهادی توسط شرکت سازنده، اسیدیته را دقیق تر اندازه گیری می کنند.
  - الکترود اصلی در یک محفظه نگهداری می شود تا از خشک شدن آن و کاهش حساسیت جلوگیری گردد. به همین منظور در هنگام کار کردن با دستگاه الکترود نباید به مدت طولانی در فضای آزاد قرار گیرد.
  - در ابتدای کار بهتر است دستگاه را با محلول هایی که دارای اسیدیته مشخص می باشند تنظیم نماییم (بافر ۴ یا ۷ یا ۹).
  - بعد از هر اندازه گیری الکترود را با آب مقطر شسته و با دستمال کاغذی خشک می نماییم.
- نوع ساده تر و قابل حمل PH سنج های قلمی می باشند که برای اندازه گیری های گلخانه ای و صحرایی کاربرد بیشتری دارند.
- بر روی انواع دستگاه PH متر کلیدها و چراغ یا نمایشگرهای متعددی قرار دارد که هر یک نقش معینی برعهده دارند. بر روی صفحه دیجیتال کلیه علائم خروجی مشاهده می شود.



**MODE یا FUNCTION**: کلید جهت تعویض حالات دستگاه

**UP**: کلید زیاد کردن مقادیر

**DOWN**: کلید کم کردن مقادیر

**CAL**: کلید جهت ورود به منوی کالیبره کردن دستگاه

**ON/OFF**: کلید خاموش و روشن کردن دستگاه

### نمایشگرها

**چراغ یا علامت CAL**: با قرار دادن دستگاه در حالت تنظیم، این چراغ روشن می‌شود و یا نشانگر روبه‌روی آن قرار می‌گیرد.

**چراغ PH متر**: وقتی دستگاه در حالت اندازه‌گیری PH قرار داشته باشد این چراغ روشن می‌گردد و یا نشانگر دستگاه روبه‌روی آن قرار می‌گیرد.

**چراغ mv**: هنگامی که دستگاه در حالت اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل محلول قرار داشته باشد این چراغ آن را نشان می‌دهد و یا نشانگر دیجیتالی آن را نشان می‌دهد.

**چراغ TEMP**: وقتی دستگاه در این حالت باشد دمای محلول را نشان می‌دهد.

### نحوه تنظیم کردن دستگاه

قبل از شروع به کار ابتدا دستگاه را تنظیم می‌کنیم.

- الکتروود را از محل خود خارج می‌کنیم.
- یک بشر در زیر الکتروود قرار داده و آن را با آب مقطر شسته و سپس با دستمال کاغذی آن را خشک می‌کنیم.
- محلول استاندارد یا بافر ۴ را در یک ظرف مناسب ریخته و آنگاه الکتروود را در آن قرار می‌دهیم.
- با کلید مد دستگاه را در وضعیت کالیبراسیون قرار می‌دهیم. چراغ نمایشگر کالیبراسیون ۱ CAL را نشان می‌دهد، اگر غیر از عدد ۴ را نشان داد با کلید بالا یا پایین آن را به ۴ تبدیل می‌کنیم.
- بعد از چند ثانیه نمایشگر تنظیم ۲ CAL را نشان می‌دهد که باید دستگاه را با بافر بیشتر تنظیم کنیم. الکتروود را دوباره شسته و سپس با دستمال کاغذی خشک می‌کنیم.

- محلول استاندارد ۹ یا ۱۱ را در ظرف مناسبی می‌ریزیم و الکتروود دستگاه را در آن قرار می‌دهیم.
- عدد نشان داده شده اگر مغایرتی با عدد بافر داشت آن را با کلید بالا و پایین تنظیم می‌کنیم.
- با کلید مد دستگاه را از حالت CAL خارج نموده و در حالت دلخواه قرار می‌دهیم.
- الکتروود را دوباره شسته و خشک می‌کنیم.
- دستگاه آماده اندازه‌گیری PH یا DMA یا mv مربوط به محلول شیمیایی است. توجه در بعضی از دستگاه‌ها CAL دو عدد چراغ و در بعضی یک عدد چراغ دارد و فقط با شماره ۱ یا ۲ مشخص می‌شود. اگر دستگاه دارای الکتروود دما باشد نیازی به تنظیم دمای دستگاه نیست زیرا دستگاه به طور خودکار این تنظیم را انجام می‌دهد. در غیر این صورت ابتدا دمای دستگاه را با دمای محلول مورد نظر تنظیم می‌کنیم.

مواردی که در استفاده و نگهداری از دستگاه‌های PH متر بهتر است رعایت کنید:

- پس از استفاده از الکتروود، آن را با آب مقطر بشویید.
- برای نگهداری الکتروود، آن را در محلول نگهدارنده یا محلولی با اسیدیته ۴ قرار دهید.
- الکتروودها را دور از نور خورشید نگهداری کنید.
- الکتروود را به صورت عمودی در محلول نگهدارنده قرار دهید.
- دستگاه و الکتروود را در بازه دمایی مشخص شده توسط کارخانه سازنده نگهداری کنید.
- به سطح الکتروود در طول استفاده از آن دست نزنید. قطرات باقی مانده از محلول یا آب مقطر را به آرامی و با دستمال کاغذی از روی الکتروود بردارید.
- در هنگام پاک کردن، الکتروود را نسایید و روی آن دستمال نکشید. کشیدن دستمال بر روی الکتروود می‌تواند باعث تولید الکتریسیته ساکن بر روی الکتروود شود.
- دقت کنید تا حباب‌های هوا در داخل الکتروود نباشند. برای از بین بردن این حباب‌ها می‌توانید الکتروود را به حالت عمودی گرفته و به آرامی به بدنه الکتروود چند ضربه کوچک وارد کنید. برای حباب‌های بزرگ‌تر می‌توانید الکتروود را در جهت پایین تکان دهید.
- در طی استفاده از الکتروود، حتماً بین هر اندازه‌گیری، الکتروود را با آب مقطر بشویید تا قطرات احتمالی موجود بر روی الکتروود که از محلول قبل به جا مانده‌اند، محلول جدید را آلوده نکنند.

- برای تنظیم PH مترهای قلمی، از پیچ گوشتی یا آچار مخصوص استفاده کنید. در محل تنظیم این نوع دستگاه‌ها، پیچ‌هایی قرار دارد که با چرخاندن آنها دستگاه تنظیم می‌شود.
- در هنگام تنظیم یا کالیبره کردن دستگاه، از وارد کردن الکتروده به داخل محلول بافر خودداری نمایید. محلول استاندارد یا بافر مورد آزمایش را دور بریزید و از برگرداندن آن به ظرف اصلی خودداری کنید.

## شوری خاک<sup>۱</sup>

یکی از مشکلات امروزه بشر به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک فرایند نمکی شدن زمین است. شوری عبارت است از حضور بیش از اندازه نمک‌های قابل حل در محلول آب و خاک که منجر به تجمع نمک در ناحیه ریشه شده و گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک با اشکال روبه‌رو می‌شود. اصولاً خاک شور به خاکی گفته می‌شود که غلظت املاح محلول در آن به قدری باشد که عملکرد را کاهش دهد، مشروط بر آنکه سایر عوامل مانعی برای رشد محصول ایجاد نکنند. از این تعریف به خوبی استنباط می‌شود که شوری مفهومی وابسته به گیاه است و با توجه به نوع گیاه و آستانه تحمل آن، حد ثابت و مشخصی ندارد. خاک‌های متأثر از نمک دارای مقادیر زیادی املاح محلول می‌باشند که کاتیون‌ها و آنیون‌های غالب آن را سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کلر و سولفات تشکیل می‌دهند.

### منشأ نمک در طبیعت

- آژادسازی نمک‌ها از طریق هوازدگی کانی‌های اولیه کانی‌های اولیه موجود در سنگ‌ها منابع اصلی کلیه نمک‌های موجود در طبیعت می‌باشند. در اثر هوازدگی، کانی‌های اولیه، کاتیون‌ها و آنیون‌هایی را آزاد کرده که در اثر ترکیب این کاتیون‌ها و آنیون‌ها نمک‌های متعددی تشکیل می‌شود. نمک‌های تشکیل شده به ندرت در مناطقی که منشأ گرفته‌اند باقی می‌مانند و در بیشتر مواقع نمک‌های محلول در اثر حرکت آب بر روی سطح زمین یا درون خاک به سمت مناطق پست‌تر حرکت نموده و بدین ترتیب باعث آلودگی خاک‌های غیرشور می‌شوند. پس از ورود این نمک‌ها بسته به میزان حالیت انتشار می‌یابند.

## علل تجمع املاح در مناطق تحت آبیاری و مناطق خشک

■ **بالا آمدن سفره آب زیرزمینی تحت آبیاری:** در مناطقی که به میزان زیاد تحت آبیاری قرار می‌گیرند و فاقد سیستم زهکشی طبیعی یا مصنوعی می‌باشند، سفره آب زیرزمینی در اثر آبیاری بالا می‌آید. همچنین سیستم‌های کشت که در آنها محصولات با ریشه سطحی کشت می‌شوند، به دلیل عدم خروج رطوبت خاک زیرین ممکن است منجر به بالا آمدن سفره آب گردد. در این شرایط نمک‌ها در سطح زمین یا در افق‌های بالایی خاک تجمع می‌یابند.

■ **استفاده از آب زیرزمینی شور به منظور آبیاری:** استفاده از آب زیرزمینی شور به منظور آبیاری می‌تواند منجر به تجمع نمک‌ها در منطقه ریشه گردد، به ویژه هنگامی که زهکشی داخلی در منطقه محدود و آب‌شویی نیز به اندازه کافی صورت نگیرد.

■ **افزایش تبخیر و تعرق:** در مناطق خشک با پوشش گیاهی طبیعی، کمبود بیش از حد رطوبت خاک و تبخیر و تعرق بالا منجر به تجمع نمک در خاک‌های توسعه یافته بر روی مواد مادری نمکی یا دارای آب زیرزمینی شور می‌گردد.

■ **کاهش تبخیر و تعرق:** هنگامی که میزان تبخیر و تعرق در نتیجه تغییر کاربری اراضی (جنگل طبیعی به مزرعه غلات) کاهش می‌یابد منجر به افزایش رطوبت می‌شود. در صورتی که این آب اضافی نتواند از سطح زمین خارج شود باعث بالا آمدن سفره آب می‌گردد و در نتیجه نمک موجود در خاک حل گردیده و در نهایت باعث صعود آب مملو از املاح به سمت افق‌های بالایی و سطح خاک می‌گردد.

### ■ طبقه‌بندی خاک‌های شور بر اساس کل میزان املاح خاک:

بر اساس گزارش شوری ریچارد (۱۹۵۴) سه نوع خاک متأثر از نمک وجود دارند، طبقه‌بندی این خاک‌ها بر اساس اسیدیته (PH)، شوری (EC) و درصد سدیم محلول (ESP) می‌باشد.

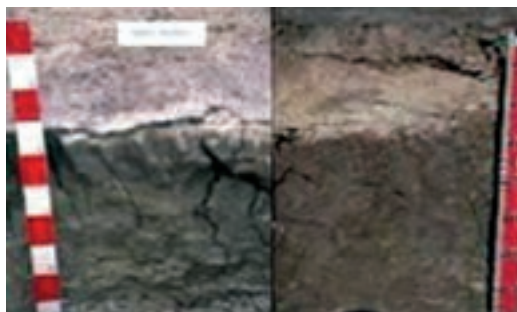
**الف) خاک‌های شور:** خاکی که به حدی دارای نمک است که از رشد گیاه جلوگیری کند یا میزان محصول را کاهش دهد، به آن خاک شور می‌گویند. معمولاً املاح در سطح خاک تجمع یافته و پوسته سفیدی را به وجود می‌آورد. نفوذپذیری خاک تحت تأثیر شوری کاهش نمی‌یابد.



**ب) خاک‌های قلیا:** خاک‌هایی هستند که زیادی یون سدیم در آنها باعث کاهش میزان محصول می‌گردد ولی میزان کل نمک محلول خاک کم می‌باشد. به این خاک‌ها، خاک قلیا می‌گویند. یون‌های سدیم در کمپلکس تبادلی خاک جذب سطحی شده و منجر به ایجاد خاک‌های سدیک می‌کند. خاک‌های سدیمی هرچند دارای مقادیر نسبتاً کمی از نمک‌های محلول هستند، اما ترکیب نمک‌های موجود در این خاک‌ها نسبت به خاک‌های شور تفاوت زیادی دارد. از راه‌های شناخت این نوع خاک‌ها استفاده از اسید ضعیف مثل سرکه است که باعث جوشیدن خاک می‌شود.



این خاک‌ها دارای مقادیر زیادی کربنات و بیکربنات سدیم هستند و مقدار یون کلسیم در این خاک‌ها بسیار کم است. در خاک‌های قلیا لکه‌های سیاه در سطح



خاک آشکار می‌گردد و به علت اینکه سدیم خاکدانه‌های خاک را از هم می‌پاشد باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود.



**ج) خاک‌های شور و قلیا:** دسته‌ای از خاک‌ها هستند که میزان نمک محلول و مقدار یون سدیم آنها زیاد است به این دسته از خاک‌ها شور و قلیا می‌گویند. در جدول زیر میزان سه شاخص  $EC^1$ ،  $PH$ ،  $ESP^2$  را در این سه نوع خاک مشاهده می‌کنید. این شاخص‌ها شناخت بهتر و دقیق‌تری از خاک‌ها را ممکن می‌سازد. مقادیر آستانه‌ای که معمولاً برای تشخیص این خاک‌ها به کار می‌روند عبارت‌اند از:  $EC$  بیش از ۴ دسی زیمنس بر متر به منظور تشخیص خاک‌های شور و  $ESP$  بیشتر از ۱۵ درصد برای تعیین خاک‌های قلیا. منظور از  $ESP$  درصد سدیم تبدلی خاک است. میزان این شاخص باید در خاک‌های زراعی حدود ۱۰ درصد یا کمتر باشد. هرچه این نسبت در خاک افزایش یابد به همان میزان از کیفیت شیمیایی خاک کاسته می‌شود و مشکلات زیادی را در خاک به وجود می‌آورد که از آن جمله می‌توان به تخریب خاکدانه‌ها و پودری شدن خاک اشاره کرد که کاهش نفوذپذیری خاک را به دنبال دارد.

نوع خاک	EC	PH	ESP
شور	$> 4$	$< 8.5$	$< 15$
قلیایی	$< 4$	$> 8.5$	$> 15$
شور و قلیا	$> 4$	$< 8.5$	$> 15$



از دستگاه‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری شوری محلول استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به دستگاه  $EC$  متر و دستگاه  $TDS$  متر اشاره نمود. البته دستگاه‌هایی با توانایی سنجش کلیه پارامترهای محلول خاک طراحی شده‌اند.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد اساس دستگاه‌های شوری‌سنج با توجه به مقاومت الکتریکی بنیان نهاده شده است و چون واحد مقاومت الکتریکی  $Ohm$  در واحد طول است از وارون آن  $mhos$  در واحد طول به عنوان واحد شوری استفاده می‌کنند. مقادیر این واحد خیلی بزرگ است به همین جهت از واحدهای کوچک‌تر آن یعنی  $mmhos/cm$  و  $\mu mhos/cm$  استفاده می‌کنند. رابطه زیر بین این اجزا برقرار است.

$$1 \text{ mhos/cm} = 10^3 \text{ mmhos/cm} = 10^6 \mu \text{mhos/cm}$$

در مورد خاک چون میزان شوری زیاد است از واحد  $\text{mmhos/cm}$  استفاده می کنند ولی در مورد آب به علت شوری کم، واحد  $\mu\text{mhos/cm}$  کاربرد بیشتری دارد. در سیستم SI واحد شوری  $\text{ds/m}$  می باشد. هر  $\text{mmhos/cm}$  برابر یک  $\text{ds/m}$  است.

$$\text{mmhos cm}^{-1} = \text{mS cm}^{-1} = \text{dSm}^{-1}$$

کلیدهای زیر عموماً در دستگاه های شوری سنج دیده می شود :

- کلید ON /OFF برای روشن و خاموش کردن دستگاه
  - کلید CAL برای تنظیم نمودن دستگاه
  - کلید FUNCTION/ MODE در دستگاه هایی که چندکاره هستند برای انتخاب یکی از حالت های مورد نظر
- دستگاه شوری سنج دارای یک الکتروود می باشد که به وسیله یک پوشش پلاستیکی محافظت می گردد.



در هنگام کار با دستگاه موارد زیر را باید رعایت نمود تا نتایج بهتری حاصل شود.

- الکتروود در هنگامی که دستگاه روشن است اگر در هوا قرار گیرد باید عدد صفر را نشان دهد.

- وقتی که الکتروود را در محلول قرار می دهیم باید منافذ موجود در روی الکتروود در محلول قرار گیرد تا تمام هوای اطراف الکتروود حذف گردد و در غیر این صورت هوا باعث ایجاد خطا در قرائت میزان شوری می گردد.

- قبل از شروع هر آزمایش بهتر است دستگاه را تنظیم نماییم. بدین منظور از محلول استاندارد استفاده می کنیم که دارای شوری مشخصی است.

- چون دما یکی از پارامترهای مؤثر در حلالیت نمک ها و نیز هدایت الکتریکی آنها می باشد، به همین دلیل میزان شوری را در یک دمای معین اندازه گیری می کنند. درجه حرارت استاندارد برای تعیین هدایت الکتریکی یا شوری ۲۵ درجه سانتی گراد می باشد.

- چون با افزایش مقدار آب در محلول عصاره گیری شده میزان نمک محلول افزایش می یابد بهترین شرایط رطوبتی برای اندازه گیری شوری خاک FC یا ظرفیت زراعی می باشد چون تهیه عصاره هایی با رطوبت FC مشکل است برای همین از عصاره گل اشباع استفاده می کنند. دستگاه شوری سنج دارای انواع پرتابل (رومیزی) و قلمی یا جیبی است.

### نمونه چک لیست ارزشیابی خواص شیمیایی خاک

اهداف توانمند سازی	نتایج فردی از ۳ نفره										نام هنرجو به تفکیک گروه
	شایستگی فنی					شایستگی غیر فنی					
شوری خاک منطقه را تعیین می کند. دستگاه EC سنج را با محلول استاندارد تنظیم می کند. اسیدپته خاک یا محلول را تعیین می کند. دستگاه PH متر را با محلول های استاندارد تنظیم می کند. دمای عصاره را اندازه گیری می کند. عصاره اشباع را با استفاده از پمپ خلأ تهیه می کند. غل اشباع را آماده می کند. خاک را برای بری تهیه گل اشباع آماده می کند. ارائه پژوهش در تعیین ۴ گیاه قابل کاشت در منطقه خود ..... هنرجو از مشاهدات خود یادداشت برداری می کند. مشارکت در گروه در هنگام کار ایمنی را رعایت می کند بهداشت فردی را رعایت می کند لباس کار می پوشد											
	نیاز به تکرار دارد										
تاریخ - امضا											نام و نام خانوادگی هنرآموز:

## ارزشیابی شایستگی خواص شیمیایی خاک

شرح کار:		
۱ تعیین دامنه PH مناسب گیاهان قابل کشت در منطقه	۲ تهیه عصاره خاک	۳ تعیین PH خاک
۴ اندازه گیری شوری خاک		
استاندارد عملکرد:		
<p>هنرجو پس از اتمام این واحد یادگیری، با مفهوم PH و EC آشنا شده و با انجام آزمایش هایی گل اشباع تهیه و به نسبت های مختلف عصاره سازی نموده و PH و EC محلول های خاکی را اندازه گیری می نماید .</p> <p>شاخص ها:</p> <p>۱ انجام تحقیق و ارائه PH مناسب گیاهان قابل کشت در منطقه</p> <p>۲ تهیه عصاره گل اشباع (آماده سازی خاک و توزین، افزودن آب مقطر، تهیه مخلوط، آماده سازی کیف و ارلن، ریختن گل، روشن کردن پمپ و عصارگیری) - عصاره ۱ به ۵ (توزین خاک، محاسبه آب، تهیه مخلوط، قراردادن در شیکو، رسوب گذاری، عصاره گیری)</p> <p>۳ اندازه گیری دمای عصاره، تنظیم دستگاه PH متر، قراردادن الکترود در محلول، قرائت، مقایسه، شست و شوی الکترود</p> <p>۴ تنظیم EC سنج، آماده سازی الکترود، قراردادن الکترود در محلول، قرائت، مقایسه، شست و شوی الکترود</p>		
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:		
<p>۱ محل اجرا: آزمایشگاه خاک شناسی</p> <p>۲ تجهیزات: ترازوی دیجیتال، همزن الکتریکی، همزن دستی، مزور و بشر در اندازه های مختلف، دماسنج آزمایشگاهی، کاردک، پمپ خلأ، کیف بوخنر، ارلن تخلیه، PH سنج، EC سنج، آب فشان</p> <p>۳ مواد: خاک، آب مقطر، کاغذ صافی، محلول های استاندارد PH متر و EC سنج</p> <p>۴ منابع : جداول استاندارد</p>		
معیار شایستگی:		
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳
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 غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	
	شایستگی های غیرفنی: محاسبه و ریاضی ، گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی ، رعایت مصرف مواد شیمیایی مرتبط با آن/ نگرش: دقت در سنجش ، ریزبینی ، ظرافت ، تفکر انتقادی	۲
	میانگین نمرات	*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.		

## واحد یادگیری ۴: بهسازی خاک‌ها

جمع: ۱۶ ساعت

زمان آموزش

### اهداف توانمندسازی

- ✓ ویژگی‌های خاک‌های سنگین را بیان کند.
- ✓ اصلاح یک نوع خاک رسی را به درستی انجام دهد.
- ✓ خصوصیات خاک‌های سبک را بداند.
- ✓ بهسازی خاک‌های شنی را انجام دهد.
- ✓ فرسایش و انواع آن را بشناسد.
- ✓ مهم‌ترین عوامل فرسایش در اقلیم ایران را بیان کند.
- ✓ بهترین روش کنترل فرسایش در مناطق گرم و خشک را تشخیص دهد.

### واژه‌های کلیدی

بهسازی یا اصلاح خاک، خاک رسی یا سنگین، خاک‌های سبک و بهسازی آنها، ویژگی خاک‌های اسیدی و نحوه اصلاح آنها، خاک‌های شور و علل شور شدن تدریجی خاک‌ها، انواع خاک‌های شور و قلیا و اصلاح آنها، فرسایش و انواع آن، روش‌های کنترل فرسایش آبی، فرسایش بادی و کنترل آن

### خلاصه محتوا

در شایستگی بهسازی خاک‌ها، فراگیر ابتدا با ویژگی‌های هریک از انواع خاک‌ها آشنا شده و در ادامه روش یا روش‌هایی را برای اصلاح خاک انجام می‌دهد تا شرایط را برای رشد گیاه بهبود بخشد. عوامل فرسایش خاک را می‌شناسد و روش‌های کنترل فرسایش را می‌آموزد. (با طراحی آزمایش یا بازدید علمی)

**ابزار و تجهیزات:** گلدان، زمان‌سنج، آبپاش، ظروف شیشه‌ای، جعبه بزرگ، چهارپایه، تخته چوبی، تراز بنایی، نخ و ریسمان، بیل، کلنگ، میخ چوبی، چکش

مواد مصرفی: خاک شنی، خاک رسی، خاک باغچه، بذر  
بودجه بندی شایستگی:

پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت‌های تکمیلی
خواص شیمیایی و بهسازی خاک	اول	اصلاح خاک‌های سبک و سنگین	- طراحی آزمایش برای اصلاح خاک رسی - طراحی آزمایش برای اصلاح خاک شنی	
	دوم	اصلاح خاک‌های اسیدی و شور	- تشخیص انواع آهک و نحوه استفاده از آن - طراحی عملیات بهسازی خاک شور	بازدید صحرایی
	سوم	فرسایش آبی	- بازدید از مناطق فرسایشی و طرح‌های مبارزه با فرسایش - تشخیص انواع فرسایش آبی	بازدید صحرایی
	چهارم	فرسایش بادی	- تأثیر گیاهان در فرسایش با طراحی آزمایش - ارزشیابی مرحله ای	

## راهنمای فرایند آموزش

### اصلاح فیزیکی خاک‌های سبک و سنگین

در اثر بعضی از فعالیت‌های ژئولوژیکی زمین و یا تداخل عمل انسان در طبیعت ساختار فیزیکی یا شیمیایی خاک دچار تغییر می‌شود؛ به‌طور مثال در اثر بروز سیلاب‌های طبیعی و شسته شدن رس‌های یک منطقه و انتقال رسوبات به نقطه پست دیگر و رسوب در آن منطقه با گذشت زمان خاک‌هایی را با بافت نسبتاً سنگینی به‌وجود می‌آورد و یا بروز شوری در بخش‌هایی از مناطق جنوبی ایران، که در اثر آبیاری با آب نامناسب باعث شوری تدریجی خاک شده است. انجام امور زراعی در خاک‌های دارای محدودیت مستلزم اقداماتی است که باعث کاهش اثرات عامل محدودکننده می‌گردد. از بین بردن یک عامل محدودکننده هزینه زیادی را

دربردارد که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و از سوی دیگر تحمیل تغییر به محیط زیست مشکلات بعدی را نیز به همراه خواهد داشت. به همین جهت بهتر است تا حد امکان از روش های به زراعی استفاده گردد و یا اقدام به کاشت محصولات سازگار با شرایط موجود نمود. در غیر این صورت اصلاح موضعی خاک ها پیشنهاد می شود. با توجه به اهمیت این محدودیت ها از نظر وسعت و ارزش اقتصادی آنها در کشور، به ترتیب اولویت در ادامه به چند مورد اشاره می شود.

### اصلاح خاک های اسیدی و شور:

مؤثرترین راه اصلاح خاک های شور شستشوی املاح و خارج کردن آنها از ناحیه ریشه با مقدار زیادی آب است. اما عمل شستشو بدون ایجاد زهکش، مناسب نبوده و باعث بالا آمدن سفره آب زیرزمینی شده و در نتیجه نمک مجدداً در خاک تجمع می یابد. یکی از محدودیت های این روش آب مورد نیاز می باشد که با توجه به کمبود آب مشکلات عمده ای را به وجود می آورد. عدم استفاده از آب کافی در هنگام شستشوی خاک نه تنها نمک را از خاک خارج نمی کند بلکه می تواند با محلول کردن نمک تأثیر بدتری در رشد گیاه داشته باشد. از سوی دیگر برآورد آب بیش از توان زهکشی خاک نیز علاوه بر هدر رفت آب، باعث باتلاقی شدن خاک و بروز مشکلات بعدی می گردد.

### پراکنش و وسعت اراضی متأثر از نمک:

به طور کلی خاک های متأثر از نمک در تمامی کشورها و تقریباً تمامی شرایط آب و هوایی وجود دارند، وسعت این خاک ها در مناطق خشک بسیار بیشتر از مناطق مرطوب می باشد. به عبارت دیگر مناطق خشک به علت وجود بارندگی کم و تبخیر و تعرق بالا و در نتیجه شستشوی محدود نمک ها، ذاتاً مستعد تجمع املاح می باشند. برآوردها نشان می دهد حدود هفت درصد از سطح خشکی های زمین را خاک های متأثر از نمک در بر می گیرد. مساحت خاک های با شوری کم و متوسط در کشور ما ۲۶ میلیون هکتار و خاک های با شوری زیاد حدود ۸ میلیون هکتار تخمین زده می شود. علاوه بر روند طبیعی شور شدن خاک ها، حدود ۷۷ میلیون هکتار از اراضی دنیا در اثر فعالیت های انسان شور شده اند.

یکی از مهمترین عوامل در موفقیت اصلاح خاک های شور برآورد دقیق آب مورد نیاز برای شستشوی خاک می باشد. آب مورد نیاز برای شستشوی خاک را با استفاده از روابطی می توان تعیین نمود. یکی از این معادلات نیاز آب شویی می باشد:

$$LR = \frac{FC \times EC_{iw}}{SP \times EC_e} = \frac{D_{dw}}{D_{dw} + D_{iw}}$$

در این رابطه

$LR$  = نیاز آبخویی

$D_{dw}$  = عمق آب زهکشی

$D_{iw}$  = عمق آب آبیاری

$FC$  = رطوبت خاک در ظرفیت زراعی

$EC_{iw}$  = هدایت الکتریکی یا شوری آب آبیاری

$SP$  = رطوبت خاک در عصاره اشباع

$EC_e$  = هدایت الکتریکی یا شوری عصاره اشباع

**مثال:** خاکی با رطوبت اشباع ۷۵٪ و رطوبت ظرفیت نگهداشت رطوبت ۲۵ درصد و سالیانه با ۱۰۰ سانتی متر آبیاری می شود اگر آب آبیاری و عصاره اشباع دارای شوری به ترتیب ۴/۰ و ۱ میلی موس بر سانتی متر باشد، چه مقدار آب اضافه باید به زمین داده شود تا از شور شدن خاک جلوگیری گردد؟

$$LR = \frac{FC \times EC_{iw}}{SP \times EC_e} = \frac{25 \times 0.4}{75 \times 1} = 0.13$$

$$LR = \frac{D_{dw}}{D_{dw} + D_{iw}} = \frac{D_{dw}}{D_{dw} + 100} = 0.13 \rightarrow D_{dw} = 15 \text{ cm}$$

سالانه باید ۱۵ cm به عمق آب آبیاری اضافه کنیم تا از روند شور شدن خاک جلوگیری شود. مقدار آبی که برای آبخویی لازم است به میزان شوری اولیه خاک، نوع خاک و روش آبیاری بستگی دارد. در صورتی که ارتفاع آب معادل آبخویی به صورت پیوسته به خاک اضافه شود به طوری که زمین غرقاب شود حدود ۷۵ درصد املاح از خاک خارج می شوند. در خاک های سنگین آب آبخویی را می توان با انتخاب شیوه های متفاوت و



غیرغرقابی تاحدی کاهش داد. در این نوع خاک‌ها منافذ ریز می‌تواند مقداری از محلول خاک دارای نمک را درخود نگه دارد که این مقدار در خاک اشباع ناشی از آبیاری غرقابی قابل توجه می‌باشد. بنابراین با آبیاری ناپیوسته و متناوب مانند آبیاری بارانی و قطره‌ای، درصد بیشتری از آب از منافذ عبور می‌کند و کارایی جایگزینی آب شور افزایش می‌یابد.

**بهسازی خاک‌های شور را می‌توان با کاشت گونه‌های مقاوم بهبود بخشید.**

### اصلاح خاک‌های قلیا

در این نوع خاک‌ها علاوه بر شستشوی نمک با ایجاد زهکش مناسب، باید سدیم زیادی را از سطح کلئیدهای خاک جدا نمود. گاهی اوقات مصرف زیاد آب توأم با عملیات کشاورزی موجب خروج سدیم قابل تبادل و املاح محلول در خاک می‌شود ولی مصرف مواد اصلاح‌کننده باعث تسریع در امر اصلاح خاک‌های قلیایی و شور و قلیا می‌شود. از مواد اصلاح‌کننده می‌توان گچ، گوگرد، کلسیم کلرید و اسیدسولفوریک را نام برد. گچ با فرمول شیمیایی  $(\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O})$  و گوگرد متداول‌ترین مواد شیمیایی اصلاح‌کننده این نوع خاک‌ها می‌باشند. این مواد را می‌توان همراه با آب آبیاری و یا به‌صورت پاشیدن و مخلوط نمودن آن به خاک استفاده نمود. در صورتی که جایگزینی سریع کلسیم با سدیم مدنظر باشد از کلرید کلسیم استفاده می‌کنند. در خاک‌های ایران به‌علت وجود آهک کافی بهتر است از موادی نظیر اسیدسولفوریک، گوگرد و سولفات‌های آهن استفاده نمود تا کلسیم به‌صورت سولفات درآمده و حلالیت آن افزایش یابد. چون گچ ارزان‌تر بوده و در زمان کمتری فرایند اصلاح صورت می‌گیرد و به مقدار زیاد مصرف می‌شود به‌همین جهت نحوه محاسبه گچ مورد نیاز را یادآوری می‌کنیم.

میزان گچ موردنیاز را به‌صورت تقریبی می‌توان از معادله زیر برآورد نمود.

$$GR = \%ESP_i - ESP_f \times CEC$$

در این رابطه

$GR$  = مقدار گچ مورد نیاز

$\%ESP_i$  = درصد سدیم تبادل اولیه

$ESP_f$  = درصد سدیم تبادل نهایی خاک که ۱۰٪ منظور می‌شود

$CEC$  = ظرفیت کاتیون تبدالی برحسب میلی اکوی والان در ۱۰۰ گرم خاک

مثال: در صورتی که درصد سدیم تبدالی خاکی ۳۵ درصد و ظرفیت کاتیون تبدالی

آن ۲۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک خشک باشد مقدار گچ مورد نیاز برای اصلاح آن را مشخص کنید.

$$GR = (0/35 - 0/10) \times 26 = 6 \quad \text{meq/100 soil}$$

۶ میلی اکی والان گچ برای اصلاح ۱۰۰ گرم خاک نیاز است. برای تبدیل به واحد جرم به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$\text{گرم جرم مولکولی گچ} \quad \text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O} = 174$$

$$\text{گرم اکی والان گچ} \quad E = M/N = 174/2 = 86$$

$$\text{میلی گرم} \quad 516 = 6 \times 86 = (\text{ظرفیت/جرم مولکولی}) \times \text{meq} = \text{mg}$$

مقدار ۵۱۶ میلی گرم یا حدوداً ۰/۵ گرم گچ برای اصلاح ۱۰۰ گرم خاک نیاز است. برای یک مزرعه ۱ هکتاری به عمق شخم ۳۰ سانتی متر و وزن مخصوص ۱/۶ گرم بر سانتی متر مکعب، مقدار گچ مورد نیاز عبارت است از:

$$\text{گرم وزن خاک مزرعه} \quad 4/8 \times 10^9 = 10^4 \times 10^4 \times 30 \times 1/6 = 10^9$$

مقدار گچ مورد نیاز برای اصلاح خاک این مزرعه ۲۴ تن می باشد:

$$24 \text{ ton} = 24000 \text{ Kg} = 24000000 \text{ g} = 4/8 \times 10^9 \times 0/5 \div 100$$

در بهسازی خاک‌های قلیا یا سدیمی لازم است تا نفوذ آب در خاک و تبادل یون کلسیم با سدیم را بهبود بخشید. بهتر است ابتدا آب‌شویی را با آب شور آغاز نموده و به تدریج از شوری آن بکاهیم. در صورتی که در خاک لایه کلسیم‌دار وجود دارد می‌توان با انواع ماشین‌ها و ادوات شخم خاک را برهم زد تا اختلاط بین لایه سرشار از سدیم با نهشته‌های کلسیم خاک فراهم نمود. در این صورت نیاز به مواد اصلاح‌کننده خاک کاهش می‌یابد.

گچ را می‌توان در سطح خاک پخش نمود و یا همراه با آب آبیاری به خاک اضافه کرد. گوگرد را معمولاً در سطح خاک پخش کرده و با شخم به زیر خاک می‌کنند و آن را با آب آبیاری به زمین اضافه نمی‌کنند زیرا آب‌شویی آن را از بین می‌برد. هرچه گوگرد ریزتر و نرم‌تر باشد اکسیداسیون آن سریع‌تر خواهد بود.

اصلاح خاک‌های شور و قلیا علاوه بر استفاده از آب‌شویی و مواد اصلاح‌کننده محدودیت‌های دیگری نیز دارد که بهسازی این گونه خاک‌ها را با مشکلاتی مواجه می‌سازد که باید در مدیریت آنها مدنظر قرار گیرد تا طرح‌های اجرایی با موفقیت همراه باشد.

### اصلاح خاک‌های اسیدی

اسیدیته افراطی در خاک‌ها یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان است. در

ایران غالباً PH خاک آن قدر کاهش نمی‌یابد که اثرات سوء اسیدی‌شدن در آن ظاهر شود. خاک‌های اسیدی احتمالاً فقط در قسمتی از مناطق شمالی ایران ممکن است عوارضی را به وجود آورد. ولی در بعضی از نقاط به صورت موضعی ممکن است کاهش PH اتفاق افتد و مشکلاتی را برای زارعین به وجود آورد. اصولاً اصلاح PH خاک، کار مشکلی است معمولاً PH خاک را به عنوان یک خصوصیت ثابت در نظر می‌گیرند و خیلی تغییر نمی‌دهند زیرا خاک دارای خاصیت تامپونی است و در مقابل تغییرات PH از خودش مقاومت نشان می‌دهد. لذا توصیه می‌شود با توجه به PH خاک، گیاه انتخاب و کشت شود. خاک‌های اسیدی بیشتر در اقلیم‌های مرطوب دیده می‌شوند. هر عاملی که بتواند عناصر بازی (Na، Ca، K، Mg) را از خاک خارج کند و یا عناصر H، Al را افزایش دهد باعث کاهش PH و در نتیجه اسیدی شدن خاک می‌گردد.

یکی از راه‌های شناخت ساده خاک‌های اسیدی، استفاده از محلول‌های بازی مثل جوش شیرین است که باعث جوشیدن و تشکیل حباب در آنها می‌شود.



از عوامل مهم اسیدی شدن خاک‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

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

وقتی PH خاک زیاد اسیدی شود یون‌های آلومینیوم و منگنز به مقدار زیاد در آب حل می‌شوند و می‌تواند برای گیاه ایجاد سمیت کند. در خاک‌های خیلی اسیدی همچنین جذب کلسیم دچار اختلال می‌شود. برای اصلاح خاک‌های اسیدی باید از ترکیباتی استفاده نمود که عناصر بازی خاک را اضافه نماید. بهترین ماده که این

ویژگی را دارد آهک است.

آهک به اشکال زیر در طبیعت وجود دارد:

- آهک زنده یا اکسید کلسیم  $\text{CaO}$
- آهک مرده یا هیدروکسید کلسیم  $\text{Ca(OH)}_2$
- سنگ آهک یا کربنات کلسیم  $\text{CaCO}_3$

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

### **در مصرف آهک موارد زیر را باید مدنظر داشت تا اثرات اصلاحی آن زودتر و بهتر نمایان شود:**

- (الف) هرچه اندازه ذرات آهک ریز باشد به علت افزایش سطح تماس، آهک زودتر حل شده و باعث بالا رفتن PH خاک خواهد شد ولیکن در اثر آبیاری و بارندگی سریع‌تر از خاک خارج خواهد شد. بنابراین بهتر است آهک مصرفی مخلوطی از ذرات ریز و درشت باشد تا از این طریق مدت زمان اثر آهک افزایش یابد.
- (ب) بهتر است ذرات آهک و خاک با یکدیگر تماس کامل داشته باشند بنابراین توصیه می‌شود که پخش آهک قبل از شخم زدن انجام گیرد و در صورت امکان بعد از عملیات شخم عملیات دیسک زنی انجام گیرد.
- (ج) بهترین زمان مصرف آهک چند ماه قبل از کشت است و برای افزایش راندمان مصرف آهک بهتر است هر دو سال یکبار و به تدریج آهک را به خاک اضافه نمود. به علت تأثیر عوامل گوناگون در تعیین مقدار آهک نمی‌توان میزان دقیق آهک را مشخص نمود. برای تخمین مقدار آهک مورد نیاز، دو عامل آب و هوا و بافت خاک را در نظر می‌گیرند. برای این منظور جداولی تنظیم شده است که جدول صفحه بعد یکی از انواع آن است.

میزان آهک لازم برای رسیدن		منطقه تشکیل خاک و نوع بافت
از PH ۴/۵ به PH ۵/۵ تن در هکتار	از PH ۵/۵ به PH ۶/۵ تن در هکتار	
۰/۷۴ ۱/۲۴ ۲/۰ ۳/۷	۱/۰ ۱/۷۳ ۲/۴۷ ۲/۹۴	مناطق معتدل گرم و گرم و مرطوب شنی و شنی سیلتی سیلتی شنی سیلتی سیلتی رسی
۱/۲۴ ۲/۰ ۴/۶۸	۱/۴۶ ۳/۲۱ ۵/۶۸	مناطق معتدل سرد و معتدل شنی و شنی سیلتی سیلتی شنی سیلتی رسی

## فرسایش خاک<sup>۱</sup>

- برای درک بهتر عوامل فرسایش و راه‌های کنترل آن، علاوه برانجام آزمایش‌های طراحی شده در کتاب درسی بازدید علمی به درک این موضوع کمک می‌کند.
  - انجام فعالیت کارگاهی ایجاد بانکت برای رشته‌های صنایع غذایی و امور دام که رانندگی تراکتور را فرانگرفته‌اند ضرورت ندارد. در این فعالیت هنرجویان می‌توانند ناظر بر ایجاد بانکت توسط راننده هنرستان یا بازدید از منطقه باشند.
- فرسایش خاک، همواره در طی قرن‌های مختلف، یکی از خطرات جدی و تهدیدکننده رفاه و آبادی هر جامعه محسوب می‌شده است. بر پایه برآوردهای انجام شده، سالیانه چندین میلیون هکتار از اراضی کشاورزی جهان بر اثر فرسایش خاک به کام نابودی کشیده می‌شوند. فائو (۱۹۹۱) پیش‌بینی نموده است که مقدار فرسایش در ایران در سال ۱۳۹۰ به ۴/۵ میلیارد تن برسد. فعل و انفعالات فرسایش خاک و جایگزینی اراضی غیرقابل کشت به جای بسترهای حاصلخیز خاک، تأسفانگیز است و این فرایند، باعث مهاجرت هزاران نفر از روستاییان به شهرها شده است. بنابراین تردیدی نیست که پیشرفت و دوام کشاورزی، مستلزم به‌کار بردن روش‌های مناسب و مؤثر برای جلوگیری یا کم نمودن میزان شست و شو و هدر روی خاک می‌باشد.

در ابتدا اشاره کردیم که در اثر عوامل خاکسازی خاک از سنگ به وجود می‌آید. عوامل خاکسازی می‌توانند مجدداً بر روی خاک اثر تخریبی داشته و آن را از بین ببرند به این از بین رفتن خاک فرسایش طبیعی یا ژئولوژیکی می‌گویند. تداخل عمل انسان در طبیعت طی سالیان متمادی باعث افزایش سرعت تخریب خاک از روند تشکیل آن می‌شود. فرسایشی که در اینجا عنوان می‌شود همان فرسایش غیرژئولوژیکی می‌باشد که باعث تغییرات نامناسب در روی خاک و پوسته زمین می‌گردد و حیات انسان را تحت تأثیر قرار داده است.

پس فرسایش خاک عبارت است از انتقال خاک توسط عواملی نظیر آب و باد. شاید هیچ پدیده دیگری مخرب‌تر از فرسایش را نتوان در خاک‌های دنیا نام برد. این عمل منجر به از دست رفتن آب و عناصر غذایی خاک گردیده و از همه بدتر اینکه خود خاک را از بین می‌برد. خاک فرسایش یافته از یک محل به محل دیگر منتقل شده و در آنجا نیز سبب پرشدن سدها و دریاچه‌ها گردیده و مواد محلول نظیر کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و سایر مواد نیز نهایتاً سبب آلودگی آب‌ها و تخریب مزارع می‌شود.

این روند تخریب خاک باید به صورت‌های مختلف متوقف شود تا آیندگان نیز محیطی مناسب برای زندگی داشته باشند. انتقال خطر فرسایش و تبعات آن به هنجاریان مهم‌ترین هدف این مبحث می‌باشد.

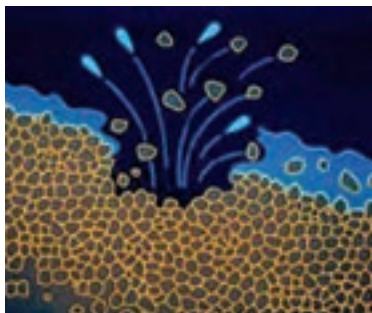
## فرسایش آبی

دو عامل مهم فرسایش یکی آب و دیگری باد می‌باشد. از دست رفتن خاک ممکن است به صورت فرسایش سطحی، فرسایش شیاری و فرسایش آب‌کندی باشد. در صورت پیشرفت اتلاف خاک، شیارهای عمیق در سطح مزرعه باقی می‌ماند که باعث جلوگیری از عملیات کشاورزی می‌گردد.

از مهم‌ترین اثرات فرسایش بر خصوصیات فیزیکی خاک می‌توان به از بین رفتن ساختمان خاک و کاهش نفوذپذیری آن، کاهش ظرفیت ذخیره آب در خاک، کاهش عمق خاک و کاهش سطح زیر کشت اشاره نمود.

### خطرات فرسایش آبی:

**الف) از دست رفتن خاک رویین:** خاک سطحی غنی‌ترین قسمت خاک از نظر مواد غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد و ضمناً مناسب‌ترین لایه خاک از نظر شرایط



فیزیکی رشد گیاه است. در اثر برخورد قطرات باران از هم پاشیده و ذرات پخش شده توسط رواناب جابه‌جا و از بین می‌رود. فرسایش آبی باعث کاهش حاصلخیزی خاک و کمی رشد گیاه شده که خود، عامل تشدید فرسایش آبی و بادی خاک است.



ب) پوشیده شدن مزارع پایین دست توسط گل و لای

ج) زیاد شدن رسوبات در دریاچه پشت سدها که باعث کوتاهی عمر سد می‌گردد. د) رشد گیاهان آبی در دریاچه پشت سدها که مشکلات متعددی را به وجود می‌آورد.



فرسایش خندقی



فرسایش شیاری

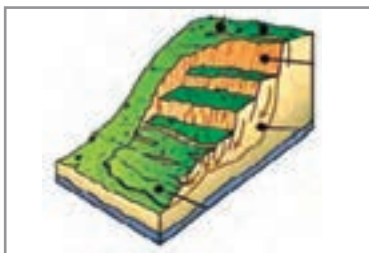
فرسایش آبی را می‌توان شامل دو مرحله دانست. یکی شکسته شدن خاکدانه و جدا شدن ذرات خاک از یکدیگر و دیگری که به دنبال مرحله اول می‌آید حمل ذرات جدا شده توسط آب می‌باشد. در طی مرحله اول، خاکدانه‌ها و سایر ذرات خاک در نتیجه برخورد قطرات باران متلاشی شده و به اجزای کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. ذرات متلاشی شده با قرار گرفتن در منافذ خاک باعث کاهش نفوذپذیری خاک شده و این خود سبب می‌شود که بخش زیادی از باران وارده خاک نشده و به صورت رواناب جاری شود. در مرحله دوم ذرات جدا شده باعث افزایش نیروی تخریبی رواناب شده و اشکال متفاوت فرسایش آبی مانند فرسایش سطحی و شیاری را

به وجود می آورد. حالات شدید و نهایی فرسایش اخیر ممکن است منجر به ایجاد آبکند<sup>۱</sup> (خندق) گردد.

نوعی از فرسایش که در عملیات خاک ورزی به وقوع می پیوندد فرسایش مکانیکی است. این نوع فرسایش در اثر عملیات خاک ورزی در مناطق شیب دار اتفاق می افتد و باعث می شود که مقدار قابل توجهی خاک در اثر شخم از اراضی بالادست به پایین حرکت کند و اگر آبراهه ای وجود داشته باشد، خاک راحت تر شسته می شود و در نهایت، در مرز دو مزرعه بالادست و پایین دست، اختلاف ارتفاع ایجاد می گردد. در مناطق کوهستانی وجود یک لایه نفوذپذیر در سطح خاک و انباشت آب در این لایه باعث افزایش وزن توده خاک رویی شده و لایه رویی بر روی لایه نفوذناپذیر زیرین حرکت می کند که به آن فرسایش توده ای یا زمین لغزش<sup>۲</sup> می گویند.



فرسایش مکانیکی



فرسایش توده ای

زمین لغزش به عنوان یکی از انواع فرسایش توده ای شامل حرکت تند مواد سنگی، خاکی یا مجموع هر دو در روی دامنه به سمت پایین تحت تأثیر نیروی جاذبه است. به عبارت دیگر زمین لغزش شامل کلیه حرکات و گسیختگی های دامنه ای نسبتاً سریع است که در اثر کاهش ضریب اطمینان، تحت تأثیر نیروهای مخرب و محرک بر نیروهای مقاوم در سطوح شیب دار به وقوع می پیوندد. زمین لغزش به عوامل مختلفی چون شیب، زمین شناسی، بارندگی، پوشش گیاهی، زلزله، کاربری اراضی و... بستگی دارد.

خطر و صدمات این نوع فرسایش گاهی از خطر و صدمات زلزله هم بیشتر گزارش می شود. در شکل بالا حرکت انبوه خاک باعث تخریب بزرگراه شده است. هزار دره نوعی دیگر از فرسایش است که در اقلیم گرم و خشک مانند کشور ما دیده می شود.

۱- Gully

۲- Landslide





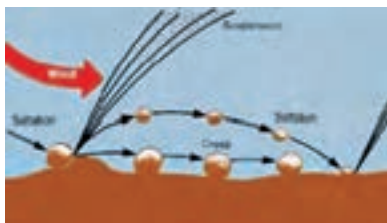
بهترین روش مبارزه با فرسایش آبی، کاهش دخالت در محیط زیست است. انسان با انواع دخالت‌های بی‌رویه خود آسیب زیادی به طبیعت می‌زند و سرعت تخریب خاک را از حد مجاز آن زیادتر می‌کند. احداث زیرساخت‌ها مانند راه‌ها، خطوط برق و مخابرات، تأسیسات انتقال گاز و نفت، ایجاد سد و تأسیسات مرتبط، شهرسازی، تبدیل جنگل و مراتع به زمین‌های کشاورزی از جمله دخالت‌های انسان در اکوسیستم‌های طبیعی می‌باشد.

عدم دخالت انسان = کاهش فرسایش خاک

## فرسایش بادی

باد نیز قدرت فرساینده‌گی و حمل‌کنندگی فوق‌العاده دارد و لذا می‌تواند عامل مهم فرسایش به خصوص در مناطق خشک باشد. قسمتی از ذرات خاک که با باد حمل می‌شوند در نزدیکی سطح زمین دارای حرکتی جهشی بوده و بدین معنی که تا ارتفاع کمی (مثلاً ۳۰ سانتی متر) از سطح زمین بلند شده و دوباره زمین می‌خورد و مجدداً بلند شده و بدین ترتیب به حرکت خود ادامه می‌دهند.

قسمتی دیگر از ذرات خاک به صورت خزیدن در نزدیک سطح خاک بوده و همراه با باد و یا به علت حرکات جهشی ذرات دیگر به حرکت خود ادامه می‌دهند. ذرات خیلی ریز که بیشتر کلونیده‌های خاک هستند به صورت ریزگرد در ارتفاع بالاتر به حرکت در می‌آیند.



## مضرات فرسایش بادی:

۱ از بین رفتن خاک سطحی یا همان مضراتی که در مورد فرسایش آبی گفته شد  
۲ کم کردن میزان نقش فتوسنتز (کربن گیری) در نتیجه پوشیده شدن برگ‌ها  
یا خاک

۳ پوشانیدن جاده‌ها، آبادی‌ها، چاه‌ها و قنات‌ها توسط شن روان  
۴ زیاد کردن میزان گرد و خاک هوا که سبب بروز بیماری‌های تنفسی و چشمی  
می‌گردد.

۵ اثر روی وسایل صنعتی: گرد و خاک هوا باعث استهلاک سریعتر ماشین‌آلات،  
کارخانه‌ها، اتومبیل‌ها و غیره می‌شود.

۶ ازدیاد مصرف مواد پاک‌کننده که برای تمیز کردن بدن و پوشاک به کار می‌رود.  
ذرات ریزی که در اثر فرسایش (به‌ویژه فرسایش بادی) انتقال می‌یابد، خطرات  
عمده‌ای را برای سلامتی انسان به بار می‌آورند. ذراتی که در اندازه سیلت می‌باشند،  
به‌طور معمول، توسط موهای بینی تصفیه می‌شوند و یا در لایه کرک‌دار لوله‌های  
تنفسی و نایژه‌ها رسوب می‌یابد. این درحالی است که ذرات کوچکتر (درحد و  
اندازه رس)، از این اندام‌های دفاعی عبور می‌کنند و در کیسه‌های هوایی شش‌ها  
تجمع می‌یابند. خود این ذرات، موجب ملتهب شدن شش‌ها می‌گردند؛ اما ممکن  
است که حاوی مواد سمی نیز باشند که در این صورت، خسارت‌های بیشتری را  
به‌همراه خواهند داشت؛ برای مثال ممکن است که ذرات رس موجود در هوا،  
دارای رس‌های ریز و سوزنی‌شکل از نوع رس‌های فیبری (مانند پالی گورسکایت  
و سپیولایت) باشند که با ورود آنها به دستگاه تنفسی، ایجاد خراش‌هایی برروی  
سامانه تنفسی انسان می‌کنند و موجب خونریزی‌های داخلی می‌شوند.

## عوامل مؤثر در فرسایش بادی

الف) باد: سرعت باد و نحوه تلاطمی که در هوا ایجاد می‌کند مسلماً در مقدار  
فرسایش بادی مؤثر است.

ب) عوامل خاکی: نظیر رطوبت خاک و ساختمان آن در مقدار فرسایش باد مؤثر  
است، هرچه رطوبت خاک بیشتر باشد فرسایش کمتر است.

ج) اندازه خاکدانه: هر چه خاکدانه‌های خاک بزرگ‌تر باشند سنگین‌تر شده و  
فرسایش‌پذیری آنها کمتر می‌شود.

د) نوع سطح: ناهموار بودن سطح باعث مقاومت در برابر فرسایش بادی می‌شود

زیرا سرعت باد را کم می‌کند. البته شرط این موضوع این است که کلوخه‌ها و خاکدانه‌ها خود در برابر باد از پایداری کافی برخوردار باشد.

**هـ) پوشش گیاهی:** وجود گیاهان بر روی سطح خاک نیز سبب کمتر شدن فرسایش بادی می‌گردد زیرا پوشش گیاهی از طرفی باعث ناهمواری سطح خاک و از طرف دیگر باعث افزایش پایداری ذرات خاک می‌گردد.

نمونه چک لیست ارزشیابی بهسازی و اصلاح خاک ها

نتایج گروه ۳ از نمره	نتایج فردی ۳ از نمره	اهداف عملکردی	
		شایستگی غیر فنی	شایستگی فنی
	غیر فنی		ارائه گزارش بازدید از بانکت بندی و تأثیر آن در جلوگیری از فرسایش
	فنی		با انجام آزمایش تأثیر پوشش گیاهی در فرسایش را نشان داده و تحلیل می کند.
	.....		مهم ترین عوامل فرساینده خاک را معرفی می کند.
	.....		صلاح و آب شویی خاکهای شور را انجام می دهد.
	.....		با ارائه پژوهش، روش و زمان استفاده از آهک برای بهسازی خاکهای اسیدی
			با انجام آزمایش روش بهسازی خاکهای سبک را نشان داده و تحلیل می کند.
			با انجام آزمایش تأثیر کودهای آلی را در اصلاح خاکهای سنگین تجزیه و تحلیل می کند.
			.....
		در هنگام کار ایمنی را رعایت می کند	
		بهداشت فردی را رعایت می کند	
		لباس کاری پوشد	
			نام هنرجو به تفکیک گروه
			احدی (گروه ۱)
			امیری (گروه ۱)
			..... (گروه ۱)
			..... (گروه ۱)
			..... (گروه ۱)
			..... (گروه ۲)
			..... (گروه ۲)
			..... (گروه ۲)
			..... (گروه ۲)

## ارزشیابی پایانی: 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 روش‌های کنترل فرسایش خاک

### استاندارد عملکرد:

روش‌های اصلاح خاک‌های سنگین، سبک، اسیدی، قلیایی و شور با آزمایش‌های ساده انجام می‌دهد. روش‌های کنترل فرسایش را تحقیق کرده و گزارش می‌کند.

### شاخص‌ها:

- ۱ انجام آزمایش تأثیر کود دامی در گلدان‌های خاک رس و خاک شنی و مقایسه با شاهد.
- ۲ طراحی و انجام آزمایش اصلاح خاک‌های رسی و خاک‌های شنی
- ۳ طراحی و انجام آزمایش اصلاح خاک‌های شور، خاک‌های اسیدی و خاک‌های قلیایی
- ۴ طراحی آزمایش برای تعیین نقش پوشش گیاهی در فرسایش (انتخاب خاک و برداشت آن، جایگذاری، آب پاشی، بررسی نتایج) - ایجاد بانکت (تعیین نقاط هم‌تراز، 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، آبپاش، دو ظرف شیشه ای بزرگ، یک میز، دو عدد چهار پایه، دوجعبه به ابعاد ۱۰×۴۰×۳۰ سانتی متر
- تخته به طول ۲-۳ متر، تراز بنایی، نخ، ریسمان کار، بیل، کلنگ میخ چوبی، چکش، تراکتور، نهرکن
- ۳ مواد: خاک رس، ماسه، آب، بذور دیم
- ۴ منابع: جداول استاندارد

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
	تعیین نقش مواد آلی در اصلاح خاک	۱	
۱	بهسازی خاک‌های رسی، شنی، شور	۲	
۲	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، جلوگیری از فرسایش خاک/ نگرش: دقت در سنجش، ریزبینی، ظرافت، تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

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



پودمان سوم

خواص آب

## واحد یادگیری ۵: آب و خواص آن

زمان آموزش

جمع: ۱۲ ساعت

### اهداف توانمندسازی

- ✓ مفهوم آب مجازی را بیان کند.
- ✓ چرخه کوچک و بزرگ آب را شرح دهد.
- ✓ فرایندهای چرخه آب را می‌شناسد.
- ✓ مهم‌ترین خواص فیزیکی آب را مشخص می‌کند.
- ✓ نیروهای مؤثر در کشش سطحی را شرح می‌دهد.
- ✓ خواص شیمیایی آب را می‌شناسد.
- ✓ معیارهای کیفیت آب را مشخص کند.
- ✓ در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کند.

### واژه‌های کلیدی

آب مجازی، چرخه آب، تبخیر و تعرق، نفوذ، رواناب، وزن مخصوص، کشش سطحی، اسمز، حلالیت آب، شوری آب، ظرفیت ویژه آب، بیلان آبی، عناصر سمی

### خلاصه محتوا

در این بخش هنرجویان با آب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن دقیق‌تر آشنا می‌شوند. اهمیت آب و چالش‌های آینده بشر در ارتباط با آن را بهتر درک می‌کنند. ویژگی‌های آب با کیفیت را می‌شناسند. بیلان آبی در محیط زیست را بیان می‌کنند. ابزار و تجهیزات: لوله موئین، مایع ظرفشویی، بشر، قیف شیشه‌ای، پایه، گیره مواد مصرفی: آب شهری، آب گل آلود، روغن، عسل، مایع ظرفشویی، شوری سنج



## بودجه بندی شایستگی:

پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت های تکمیلی
خواص آب	اول	آب مجازی چرخه آب	- بررسی آب مجازی چند ماده غذایی - رسم یک نقشه در باره گردش آب در طبیعت	ارائه آب مجازی چند ماده غذایی توسط هنرجویان
	دوم	خواص فیزیکی آب	- طراحی آزمایش برای تعیین نقطه ذوب و جوش و کشش سطحی آب - طراحی آزمایش ساده برای مفاهیم گرانش و وزن مخصوص	استفاده از هنرجویان در طراحی و انجام آزمایش های ساده
	سوم	خواص شیمیایی آب	- اندازه گیری هدایت الکتریکی چند ماده مختلف - مقایسه کدورت و رنگ چند آب مختلف - ارزشیابی مرحله ای	

تمامی ادیان بر این نکته که آب مایه حیات و منشأ آبادی و آبادانی و مایه پاکی است متفق القول اند. اسلام احترام خاصی برای آب قائل است و آن را مهم ترین پاک کننده معرفی می نماید.

## راهنمای فرایند آموزش

### آب و اهمیت آن

در این شایستگی قصد بر آن است تا آب را نه به عنوان ماده ای که هر روز با آن سر و کار داریم بلکه به عنوان یکی از اصلی ترین اجزاء حیات که زندگی ما را شدیداً تحت تأثیر قرار داده است معرفی کنیم. ما هر لحظه به آب و سایر فراورده هایی که از آن به دست آمده نیازمندیم ولی نیاز را به خوبی لمس نکرده ایم و گر نه وضع مصرف آب در بخش های مختلف مثل شرب، کشاورزی، صنعت و خدمات بهتر از وضع موجود بود.

و من جعلنا من ماء كل شيء حي

« و هر چیزی را از آب زنده کردیم »

بخش کشاورزی بزرگ‌ترین و مهم‌ترین مصرف‌کننده آب در کشور به شمار می‌رود. بیشترین مقدار اتلاف منابع آب به دلیل عدم استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته آبیاری در این بخش می‌باشد. تعدادی از کارشناسان معتقدند که مدیریت منابع آب کشور در شرایط فعلی مدیریت مناسبی نیست و موجب شده تا طی سال‌های اخیر شاهد کاهش منابع



آب‌های زیرزمینی و نیز کاهش سطح زیرکشت کشاورزی در برخی مناطق باشیم. برداشت زیاد از منابع آب زیرزمینی صدمات جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد می‌کند. نشست زمین یکی از این خسارات است.

براساس ارزیابی سازمان‌های

مربوطه نشست زمین در بیشتر دشت‌های فلات ایران به وقوع می‌پیوندد. نمونه‌ای از این نشست‌ها را در بعضی از دشت‌های مطالعه شده مشاهده می‌کنید.

محدوده طرح بررسی مخاطرات ناشی از فرونشست زمین در برنامه چهارم توسعه



میزان بیشینه نرخ فرونشست زمین در تعدادی از دشت‌های کشور تا سال ۱۳۸۷

در کشور ما تقریباً سه اقلیم آب و هوایی غالب وجود دارد که قسمت بزرگی از آن به وسعت ۷۴٪ دارای خصوصیات آب و هوایی خشک و نیمه خشک با بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی متر است. پس شرایط آب و هوایی ایجاب می کند که در بخش وسیعی از کشور، برای کشت محصولات کشاورزی آبیاری انجام شود اما به دلیل عدم دسترسی به منبع آب کافی و پایدار، بخش کشاورزی با مشکل جدی روبرو می باشد.

الگوی مصرف آب آشامیدنی بر اساس اعلام بانک جهانی برای یک نفر در سال، یک متر مکعب و برای بهداشت در زندگی به ازای هر نفر، ۱۰۰ متر مکعب در سال است. بر این اساس، در کشور ما ۷۰ درصد بیشتر از الگوی جهانی آب مصرف می شود.

همچنین براساس آمار اعلام شده، میانگین آب مصرفی سرانه جهان (صنعتی، کشاورزی و آشامیدنی) در حدود ۵۸۰ مترمکعب برای هر نفر در سال است که این رقم در ایران حدود ۱۳۰۰ مترمکعب در سال است که این امر بیانگر اتلاف منابع آب و اسراف بیش از حد منابع حیاتی می باشد. مقدار مصرف سرانه آب لوله کشی آشامیدنی در شهرهای ایران در حدود ۱۴۲ مترمکعب در سال است که از مصرف سرانه برخی کشورهای اروپایی پرآب، مانند اتریش (۱۰۸ مترمکعب در سال) و بلژیک (۱۰۵ مترمکعب در سال) بیشتر است که یکی از دلایل این امر آن است که در ایران از آب آشامیدنی تصفیه شده برای شستشوی اتومبیل، حیاط، آبیاری باغچه ها، حمام کردن، شستن لباس و ظروف استفاده می شود. در حالی که در بیشتر کشورها آب آشامیدنی از آبی که به سایر مصارف می رسد، جداست.

جهت ایجاد انگیزه هرچه درباره اهمیت آب، مسائل و چالش های آن با هنرجویان هم اندیشی کنید مفید می باشد. با ذکر چند مثال مقدار آب مورد نیاز برای تولید محصولات را بیان کنید و در این مورد از هنرجویان نیز کمک بگیرید. به همین ترتیب مفهوم آب مجازی را به هنرجویان منتقل نمایید.

محتوای آب مجازی برای هر محصول به شرایط محیطی و جوی در محل تولید محصول وابستگی مستقیم دارد. برای مثال، برای تولید یک کیلوگرم از غلات به صورت دیم و در شرایط جوی مطلوب، بین یک تا دو مترمکعب آب نیاز است. درحالی که برای تولید همین مقدار غله در شرایط نامطلوب (دما و تبخیر و تعرق بالا) بین ۳ تا ۵ مترمکعب آب مصرف می شود.

نیاز آبی برای تولید محصولات دامی نسبت به محصولات کشاورزی به مراتب بیشتر

است. به عنوان مثال برای تولید یک کیلوگرم پنیر به ۵ تا ۵/۵ متر مکعب آب و برای تولید یک کیلوگرم گوشت گاو تقریباً به ۱۶ متر مکعب آب نیاز است. با معرفی اثرات ماکروسکوپی آب در محیط زیست، آموزش چرخه های کوچک و بزرگ آب را شروع کنید و هم زمان فرایندهای چرخه آب را نیز معرفی نمایید.

## فعالیت پیشنهادی



اشاره به شرایط محیطی مناسب برای بروز هر فرایند می تواند برای هنرجویان جالب باشد. به عنوان مثال نشان دادن تفاوت تبخیر با تعرق، تفاوت تبخیر در نقطه جوش با تبخیر در محیط زیست در دمای کمتر برای هنرجویان آموزنده و جالب خواهد بود. آب در دمای

معمولی هم می تواند تبخیر و به حالت بخار آب درآید و این به علت کمبود فشار بخار اشباع محیط است که باعث بخار آب در دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد می شود. آب به عنوان یک ماده استثنایی دارای خصوصیتی است که آن را نسبت به سایر مواد متمایز می کند. در جدول زیر به بعضی از خصوصیات مهم آب اشاره شده است:

ویژگی مهم فیزیکی و شیمیایی آب	
H <sub>2</sub> O or HOH	فرمول مولکولی
۱۸,۰۱۵۲۴ g/mol	جرم مولی
جامد سفید است، در حالت مایع بی رنگ با ته زمینه بسیار کم آبی	شکل ظاهری
۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب آب مایع (۴ درجه سانتی گراد) یا ۹۱۷ کیلوگرم بر متر مکعب جامد	چگالی
۲۷۳/۱۵ K یا ۳۲° F یا ۰° C	دمای ذوب
۳۷۳/۱۵ K یا ۲۱۲° F یا ۱۰۰° C	دمای جوش
۰/۰۰۱ پاسکال ثانیه (Pas) در ۲۰ درجه سانتی گراد	گرانروی

## خواص فیزیکی آب

### اثر ناخالصی در انجماد

ناخالصی سبب کاهش نقطه انجماد می‌شود. در زمستان‌ها برای آنکه آب داخل رادیاتور یخ نزند در آن ماده‌ای به نام ضد یخ می‌ریزند که باعث می‌شود آب داخل رادیاتور یخ نبندد یا دیرتر یخ ببندد. ضدیخ از مایعی شبیه الکل و آب مخلوط می‌شود.

### اثر ناخالصی در نقطه جوش

اثر ناخالصی باعث افزایش نقطه جوش می‌شود زیرا با ناخالصی مایع دیرتر جوش می‌آید. برای مثال در تابستان‌ها برای اینکه آب رادیاتور دیرتر جوش بیاید در آب آن کمی ضد جوش می‌ریزند که این کار موجب می‌شود آب دیرتر جوش بیاید و به ماشین آسیب نرسد. به عنوان مثال افزایش نمک در آب باعث افزایش نقطه جوش آن می‌شود و بدین ترتیب می‌توان نقطه جوش آب را به بالای  $100^\circ\text{C}$  درجه افزایش داد.

### اثر ناخالصی روی نقطه جوش دو حالت دارد:

- ۱ اگر ناخالصی غیرفرار باشد (مانند نمک) همواره نقطه جوش را بالا می‌برد.
- ۲ اگر ناخالصی فرار باشد (مانند الکل) گاهی باعث افزایش و گاهی باعث کاهش نقطه جوش می‌شود.

مطرح کردن سؤالاتی مانند:

- به نظر شما آیا در بالای کوه، نقطه جوش آب  $100^\circ\text{C}$  است؟
- چرا کوهنوردان برای آب‌پز کردن تخم‌مرغ در ارتفاعات دچار مشکل می‌شوند؟ چه راه حلی برای آنها پیشنهاد می‌کنید؟
- در کلاس، گفتگوی بین هنرجویان، حس تفکر و جستجوگری را در هنرجویان برمی‌انگیزد.



## کشش سطحی آب

به نیروهایی اشاره دارد که سطح یک حجم مشخصی از مایع را به حداقل می‌رسانند. این نیروها باعث می‌شوند که هنگام افتادن یک قطره از هوا به صورت کروی درآید. کشش سطحی آب نسبت به ترکیبات مشابه زیادتر است. برای جذابیت و فهم بیشتر، بهتر است آزمایش‌های مختلفی را در کلاس و یا به صورت کار در منزل به هنرجویان معرفی و واگذار نمایید. به عنوان مثال:

آزمایش‌هایی که در این قسمت انتخاب شده‌اند، نیاز به وسایل و امکانات خاص یا حتی رفتن به آزمایشگاه ندارند و می‌توان آنها را در کلاس نیز انجام داد. چون آزمایش‌ها ساده هستند پیشنهاد می‌شود تهیه وسایل و انجام آنها به عنوان یک پروژه عملی به هنرجویان سپرده شود.

○ نگاه داشتن یک سوزن با تیغ روی آب



۱ با استفاده از دستمال کاغذی به آرامی سوزن یا یک تیغ نازک را روی سطح آب داخل یک ظرف قرار دهید و با احتیاط دستمال کاغذی را به داخل آب هل دهید. به جای دستمال کاغذی از کاغذ یا چنگال نیز می‌توانید استفاده کنید. کشش سطحی آب باعث می‌شود با اینکه چگالی سوزن از آب بیشتر است، در آب فرو نرود.

۲ یک قطره مایع ظرفشویی روی سطح آب بیندازید، بلافاصله سوزن فرومی‌رود. در واقع مایع ظرفشویی کشش سطحی آب را کم می‌کند و باعث فرو رفتن سوزن می‌شود.

○ استعداد آب در خوردن سکه!



یک لیوان یا شیشه با دهانه گشاد را روی میز قرار دهید و آن را تا لبه از آب پر کنید، به نحوی که آب لبریز نشود و دیواره خارجی لیوان خشک بماند. حال تعدادی سکه یا کلید را به آرامی داخل آب بیندازید.

خواهید دید که تعداد غیرقابل تصویری سکه در آب جای می‌گیرد بدون آنکه آب از لیوان بیرون بریزد. درواقع کشش سطحی آب کمک می‌کند تا سطح آب برآمده شده و از لبه‌های لیوان هم بالاتر برود.



○ فرار چوب کبریت‌ها

دو عدد چوب کبریت را به طور موازی و با فاصله کم روی سطح آب قرار دهید. نوک چوب کبریت سوم را آغشته به مایع ظرفشویی کرده و در میان این دو با سطح آب تماس دهید. چوب کبریت‌ها به سرعت از هم دور می‌شوند.

در واقع مایع ظرفشویی کشش سطحی را در بین دو چوب کبریت کاهش می‌دهد و کشش آب از دو طرف چوب کبریت‌ها را از هم دور می‌کند.

## ویسکوزیته یا گرانروی:

ویسکوزیته یا گرانروی معیاری از مقاومت توده سیال در برابر جریان و حرکت می‌باشد. ضریب ویسکوزیته نسبت به مواد مشابه زیادتر است. ضریب ویسکوزیته آب با افزایش دما کاهش می‌یابد چون با افزایش دما نیروهای بین مولکولی کم می‌شود. تأثیر دما روی ویسکوزیته در فرایندهای فیزیکی و شیمیایی تصفیه تأثیر می‌گذارد. انعقاد و لخته‌سازی، ته‌نشینی، فیلتراسیون و بعضی فرایندهای دیگر همه در دماهای بالا مؤثرتر هستند. به همین جهت تصفیه خانه‌هایی که برای آب و هوای سرد طراحی می‌شوند باید دارای ملاک‌های طراحی ملاحظه‌کارانه‌تر باشند. مثلاً سرعت پمپاژ برای شستشوی معکوس صافی‌ها، باید آن‌چنان باشد که تأثیر تغییر ویسکوزیته را لحاظ کند. ویسکوزیته علت اصلی افت فشار در سیستم‌های انتقال می‌باشد. مقدار ویسکوزیته آب دارای املاح بیش از آب خالص است.

## خاصیت اسمزی آب

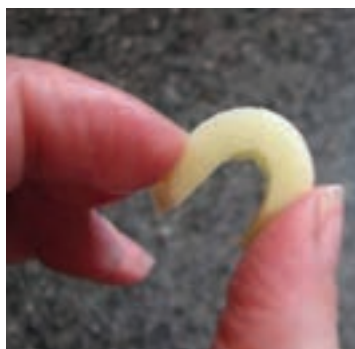
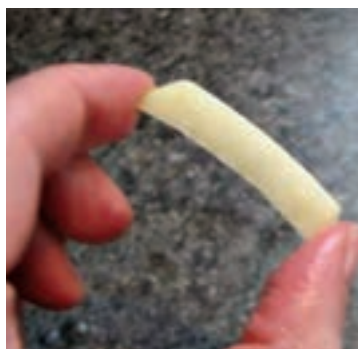
پدیده مهم دیگری که در آب حاوی املاح اتفاق می‌افتد فشار اسمزی است که وابسته به مواد محلول (حل شده) و نه آب (حلال) می‌باشد. اگر دو محلول را با یک غشاء از هم جدا کنیم آب از محلول رقیق‌تر خارج شده و وارد محلول غلیظ‌تر می‌شود. این فرایند کنترل‌کننده فعالیت تمام سلول‌های حیاتی است. این پدیده تأثیر حفاظت مواد غذایی را با نمک زدن آن توجیه می‌کند.

با ساده‌ترین وسایل و مواد می‌توان هنرجویان را با مفهوم خاصیت اسمزی آب آشنا کرد. ابتدا دو لیوان را پر از آب کنید سپس در یکی از آنها سه قاشق نمک ریخته و به هم بزنید تا تمام نمک در آب حل شود.



یک عدد سیب زمینی را پس از پوست گیری به صورت خلال خلال در آورید. بخشی از سیب زمینی های خلال شده را در لیوان محتوی نمک و بخش دیگر را در لیوان آب معمولی بریزید و حدود نیم ساعت صبر کنید. خلال های درون هر لیوان را به صورت جداگانه در اختیار هنرجویان قرار دهید و از آنها بخواهید در مورد تفاوت های دو دسته گفتگو کنند.

کدام دسته از سیب زمینی ها نرم و قابل انعطاف و وارفته می شوند؟ علت را از هنرجویان پرس و جو کرده و گفتگو را به مفهوم اسمز هدایت کنید.



## خواص شیمیایی آب

آب منابع زیرزمینی و یا آب چاه ها از مسیری که رد می شوند با موادی که در بافت خاک وجود دارد مواجه شده آنها را حل می کنند و بعضی از نمک ها که در آب حل می شوند به آب خاصیت سختی می دهند. دو نوع سختی وجود دارد:

### الف) سختی موقت:

نوعی سختی است که از وجود بی کربنات ها ناشی می شود و با جوشاندن آب قابل رفع می باشد. جوشاندن به علت مقرون به صرفه نبودن در صنایع استفاده نشده و با اضافه کردن آهک سوخته، سختی آب رفع می گردد.

### ب) سختی دائم:

نوعی سختی است که برعکس سختی موقت از وجود کلسیم، منیزیم کلرور و سولفات ناشی می شود. سختی دائم با جوشاندن قابل رفع نیست.



جدول زیر اقسام آب از نظر سختی در کشور آلمان می باشد:

German Hardness °dH	mg/l calcium oxide	mg/l calcium carbonate	Water conditions
0 - 3	0 - 30	0 - 50	Soft
3 - 6	30 - 60	50 - 100	Moderately soft
6 - 12	60 - 120	100 - 200	Slightly hard
12 - 18	120 - 180	200 - 300	Moderately hard
18 - 25	180 - 250	300 - 450	Hard
25 +	250 +	450 +	Very hard

مجموع سختی موقت و سختی دائم را، سختی کل آب می گویند. آبی که سختی کل آن از یک میلی اکی والان کربنات کلسیم کمتر باشد، آب نرم (شیرین) محسوب می شود.

#### آب مقطر:

آبی است که ناخالصی آن به شیوه تقطیر گرفته شده باشد. در این شیوه آب را جوشانده و بخار آب را به ظروف دیگری انتقال می دهند. دمای جوش در آب مقطر پایین تر از آب معمولی است.

#### کیفیت آب آبیاری کشاورزی:

از عوامل پایین بودن کیفیت آب آبیاری می توان به pH بالا و زیادی یون بی کربنات در آب آبیاری اشاره نمود. بدیهی است آبیاری واحدهای تولید با این قبیل آبها سبب افزایش pH شیره سلولی و غیرفعال شدن عناصری مانند فسفر، آهن، روی و منگنز می شود.

کیفیت آب آبیاری کشاورزی متناسب با خواص شیمیایی و تأثیر آن بر گیاه و خاک، به گروه های متفاوتی طبقه بندی می شوند. مناسب بودن آن بستگی به آب و هوا، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نوع گیاه و مدیریت آبیاری دارد. نوعی طبقه بندی برای آب آبیاری بر مبنای چهار عامل: شوری، قلیائیت، سمیت و دیگر آثار متفرقه تدوین می شود. یکی از ویژگی های نواحی خشک و نیمه خشک که بیشتر نقاط ایران را شامل می شود، شوری و سدیمی بودن اراضی و منابع آبی است که برای آبیاری مصرف می شود. کیفیت آب آبیاری کشاورزی نامناسب می تواند خواص شیمیایی و فیزیکی خاک را تغییر دهد. آبی که از شوری پایینی برخوردار باشد، حالت خورندگی پیدا می کند و آب شویی کانی ها و نمک های انحلال پذیر، به ویژه کلسیم خاک را سبب شده و موجب می شود

از شدت تأثیر پایدارکنندگی آن روی خاکدانه‌ها و ساختمان خاک کاسته شود. معمولاً سرعت نفوذپذیری خاک با افزایش شوری آب آبیاری افزایش پیدا می‌کند، درحالی که با افزایش یون سدیم کاهش پیدا می‌کند.

### خطر بی کربنات و شوری آب

یکی از پارامترهای مهمی که برای سنجش کیفیت آب آبیاری بایستی اندازه‌گیری شود آنیون بی کربنات است؛ چرا که بی کربنات باعث رسوب کلسیم و به مقدار کمتری رسوب منیزیم می‌شود. غلظت یون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر می‌باشد.

خطر بی کربنات	RSC (meq/l)	کلاس بی کربنات
آب مناسب برای آبیاری (مناسب)	$< 1/25$	۱
تناسب آب برای آبیاری متوسط (قابل تحمل)	$1/25 - 2/5$	۲
آب نامناسب برای آبیاری (نامناسب)	$> 2/5$	۳

### غلظت بر، کلر و سایر عناصر سمی

عامل مهم دیگر در ارزیابی کیفیت آب، عناصر سمی است. در آب‌های مناطق خشک، ممکن است عناصری مثل کلر، سدیم و بُر به مقدار زیاد وجود داشته و باعث مسمومیت گیاه شوند. علاوه بر آن، آب‌های آلوده مانند پساب‌های صنعتی دارای عناصر سمی مانند: کادمیوم Cd، سرب Pb و نیکل Ni می‌باشند. به‌نحوی که غلظت این عناصر در آب فراوان است و برای گیاه ایجاد مسمومیت می‌کند. حدمجاز عناصری مانند آلومینیوم Al، برلیوم Be، سلنیوم Se و نیکل در آب بسیار کم است و اگر از این حد مجاز بیشتر شوند برای گیاه ایجاد مسمومیت می‌کنند. سازمان مشترک‌المنافع علمی و تحقیقات صنعتی استرالیا (CSIRO، ۱۹۹۹) برای استفاده پایدار از پساب فاضلاب در کشاورزی و درخت‌کاری، دستورالعملی تدوین کرده و پساب‌های تصفیه شده را برحسب محتویات شیمیایی به سه دسته: کم خطر، متوسط و با خطر بالا برای درخت‌کاری، خاک و آب زیرزمینی به شرحی

که در جدول زیر ذکر شده کلاسه‌بندی کرده است:

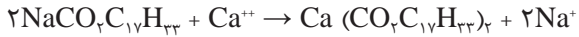
تقسیم‌بندی پساب‌های تصفیه شده (ثانویه) برای آبیاری براساس محتویات شیمیایی و خطرهای احتمالی برای درختان، خاک و آب زیرزمینی (CSIRO، ۱۹۹۹)

محتویات	واحد	خطر		
		پایین	متوسط	بالا
مواد آلی BOD	(Mg/l)	< ۴۰	۴۰ - ۱۰۰۰	> ۱۰۰۰
ازت کل	(Mg/l)	< ۳۰	۳۰ - ۱۰۰	> ۱۰۰
فسفر کل	(Mg/l)	< ۱۰	۱۰ - ۲۰	> ۲۰
قلیائیت (کربنات کلسیم)	(Mg/l)	< ۲۰۰	۲۰۰ - ۵۰۰	> ۵۰۰
کل نمک‌های محلول TDS	(Mg/l)	< ۵۰۰	۵۰۰ - ۲۰۰۰	> ۲۰۰۰
نسبت جذب سدیم (SAR)	(Mg/l)	< ۳	۳-۹	> ۹
کلر	(Mg/l)	< ۱۵۰	۱۵۰-۳۵۰	> ۳۵۰
بر	(Mg/l)	< ۰/۵	۰/۵-۳	> ۳
PH		تغییرات معمولی ۸/۵ تا ۶/۵		

### سختی آب:

سختی آب به علت یون‌های کلسیم و منیزیم می‌باشد. البته یون‌های آهن، منگنز، آلومینیوم، باریم و استرانسیوم نیز در سختی آب شرکت می‌کنند، اما این یون‌ها به مقدار زیاد در آب‌های طبیعی وجود ندارد. سختی آب‌ها بیشتر تابع شرایط ژئولوژیک و زمین‌شناسی منطقه می‌باشد. آب‌های با سختی بیشتر از  $500-300 \text{ mg/l CaCO}_3$  را آب‌های خیلی سخت برای مصرف شهری تلقی می‌کنند، که در چنین آب‌هایی مصرف صابون خیلی بالا خواهد رفت و رسوبات نامطلوبی در وسایل حرارتی و لوله‌ها تولید خواهد شد. صابون سدیمی با سختی آب چنین ترکیب می‌شود و تولید رسوبات

دلماه‌ای (Curd) می‌کند.



بعضی از آب‌های طبیعی خیلی نرم هستند ولی بعضی هم ممکن است چند صد ppm سختی داشته باشند. در صنعت سختی آب منشأ تشکیل رسوب است (به‌ویژه در دستگاه‌هایی که با تبادل حرارت سروکار دارند). از آهک برای حذف سختی موقت و از سود برای حذف سختی غیرکربناته یا دائم استفاده می‌شود.

خیلی سخت Very Hard	سخت Hard	سختی متوسط Moderately Hard	سختی خفیف Slightly Hard	سبک Soft	خیلی سبک Very Soft	نوع آب
> ۵۳۰	۳۲۰-۵۳۰	۲۱۰-۳۲۰	۱۴۰-۲۱۰	۷۰-۱۴۰	۰-۷۰	سختی آب mg/L CaCO <sub>3</sub>

#### مهم‌ترین ناخالصی‌های آب و شیوه حذف آنها

شماره	نوع ناخالصی	فرمول شیمیایی	اشکالی که ایجاد می‌کند	شیوه حذف
۱	کدورت	-	بدمنظره کردن آب، تداخل در روش‌های تصفیه	انعقاد، ته‌نشینی و صاف کردن
۲	رنگ	-	ایجاد کف در دیگ‌های بخار، ممانعت از ترسیب فسفات و باقیماندن در محصولات صنعتی	انعقاد، ته‌نشینی و صاف کردن و تصفیه با ذغال فعال
۳	سختی کل	براساس CaCO <sub>3</sub>	ایجاد سارویه در مبدل‌های حرارتی، دیگ‌های بخار، لوله‌های انتقال آب گرم و تداخل در رنگرزی	نرم‌سازی با روش‌های گوناگون و به‌کارگیری مواد فعال سطحی

شماره	نوع ناخالصی	فرمول شیمیایی	اشکالی که ایجاد می کند	شیوه حذف
۴	قلیائیت	$\text{HCO}_3^-$ $\text{CO}_3^{2-}$ $\text{OH}^-$	ایجاد کف و انتقال مواد جامد در دیگ های بخار، ایجاد شکنندگی قلیایی، تولید $\text{CO}_2$ به سبب تجزیه کربنات و بی کربنات	نرم سازی با فرایندها لایم و لایم سودا، تبادل یونی، نمک زدایی
۵	اسیدهای معدنی آزاد	$\text{H}_2\text{SO}_4$ $\text{HCl}$	خورندگی	خنثی کردن با بازها
۶	دی اکسید کربن	$\text{CO}_2$	خوردگی در لوله های انتقال آب و بخار	هوا دهی، تهویه و خنثی کردن با مواد قلیایی
۷	تغییرات PH	-	ایجاد خاصیت اسیدی یا بازی در آب	خنثی کردن با افزودن اسید یا باز
۸	سولفات	$\text{SO}_4^{2-}$	بالا بردن میزان مواد جامد محلول آب	نمک زدایی، تقطیر
۹	کلراید	$\text{Cl}^-$	بالا بردن میزان مواد جامد محلول آب	نمک زدایی، تقطیر
۱۰	فلوراید	$\text{F}^-$	از نظر بهداشتی، زیاد و کم بودن آن بر سلامت دندان ها مؤثر است و از نظر صنعتی چندان مهم نیست.	جذب با هیدروکسید منیزیم یا فسفات کلسیم و انعقاد یا زاج
۱۱	سیلیس	$\text{SiO}_2$	رسوب در دیگ های بخار و لوله های سرد کننده و پره های توربینی و تبخیر کننده ها	حذف به کمک اکسید منیزیم، جذب در رزین های آنیونی، قلیایی کردن، نمک زدایی و تقطیر

شماره	نوع ناخالصی	فرمول شیمیایی	اشکالی که ایجاد می کند	شیوه حذف
۱۲	آهن و منگنز	$Fe^{2+}$ $Fe^{3+}$ $Mn^{2+}$	ایجاد رنگ در آب ها، ترسیب در لوله های آب رسانی و دیگ های بخار، تداخل در رنگرزی و تهیه کاغذ و لباس شویی ها	هوادهی، انعقاد و صاف کردن، نرم سازی لایم، رزین های کاتیونی و جذب به کمک برخی مواد
۱۳	مواد نفتی	-	ترسیب، کف در دیگ های بخار، ایجاد اشکال در تبادل حرارت، ایجاد اشکال در روش های تصفیه	جدا کردن با مایع، انعقاد و صاف کردن (صافی دیاتومه)
۱۴	اکسیژن	$O_2$	خوردگی در لوله های آب و بخار	ایجاد خلأ، اکسیژن زداهای شیمیایی نظیر سولفیت سدیم و مواد پیشگیری از خوردگی
۱۵	آمونیاک	$NH_3$	خوردگی لوله های مسی و آلیاژهای روی	مبادله کاتیونی، سیکل هیدروژن، کلرزی و خلأ
۱۶	سولفید هیدروژن	$H_2S$	بوی تعفن و خوردگی	هوادهی، کلرزی و مبادله یونی
۱۷	مواد محلول	Dissolved Solids	در مقادیر زیاد کاربردهای صنعتی آب را محدود می کند	روش های مختلف نرم کردن، نمک زدایی و تقطیر
۱۸	مواد معلق	Suspended Solids	ترسیب در مسیرهای جریان آب	انعقاد و لخته سازی، ته نشینی و صاف کردن

نمونه چک لیست ارزشیابی آب و خواص آن

نتایج گروه از ۳ نمره	نتایج فردی از ۳ نمره	اهداف عملکردی		نام هنر جو به تفکیک گروه
		شایستگی فنی	شایستگی غیر فنی	
فنی		برای کنترل کیفیت آب سختی آب را اندازه گیری می کند.	در هنگام کار، ایمنی را رعایت می کند	احدی (گروه)
غیر فنی		مهم ترین خصوصیات شیمیایی آب را بیان می کند.	بهداشت فردی را رعایت می کند	امیری (گروه)
فنی		معیارهای تعیین کیفیت آب آبیاری را تعیین می کند.	لباس کار می پوشد	..... (گروه)
غیر فنی		آزمایش انحلال پذیری آب را انجام و گزارش می دهد.		.....(گروه)
.....		آزمایش فشار اسمزی آب را انجام و گزارش می دهد.		.....(گروه)
.....		آزمایش نیروی کشش سطحی آب را انجام و گزارش می دهد.		.....(گروه)
		آزمایش تأثیر ناخالصی بر نقطه جوش آب را انجام و گزارش می دهد.		.....(گروه)
		با استناد به مفهوم آب مجازی کشت و کار محصولاتی که در منطقه خود انجام می شود را تجزیه و تحلیل می کند.		.....(گروه)
				.....(گروه)
				.....(گروه)
				.....(گروه)
				.....(گروه)
				.....(گروه)
				.....(گروه)
				.....(گروه)

## ارزشیابی پایانی: آب و خواص آن

شرح کار:

- ۱ مفهوم آب مجازی و اهمیت آب
- ۲ بررسی خصوصیات فیزیکی آب (گرانروی، نقطه انجماد، جوش، تبخیر، خاصیت اسمزی)
- ۳ بررسی خواص شیمیایی آب و اهمیت آنها
- ۴ 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 با استناد به مفهوم آب مجازی کشت و کار محصولاتی که در منطقه خود انجام می‌شود را تجزیه و تحلیل می‌کند.
- ۲ انجام آزمایش تأثیر ناخالصی بر روی نقطه جوش و انجماد طراحی و انجام آزمایش فشار اسمزی، کشش سطحی آب
- ۳ تعیین رابطه حلالیت نمک‌ها و اکسیژن در آب با تغییر دما تحلیل اهمیت گرمای ویژه آب در کشاورزی
- ۴ 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 (ژوژه) 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 هنجار
۱	بررسی اهمیت آب و مفهوم آب مجازی	۱	
۲	بررسی خصوصیات فیزیکی آب (گرانروی، نقطه انجماد، جوش، تبخیر، خاصیت اسمزی)	۱	
۳	بررسی خواص شیمیایی آب و اهمیت آنها	۱	
۴	تعیین معیارهای ارزیابی کیفیت آب	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:			
شایستگی‌های غیرفنی: محاسبه و ریاضی - سازمان‌دهی اطلاعات - جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی - جلوگیری از هدررفت آب/ نگرش: دقت در سنجش - ریزبینی - ظرافت - تفکر انتقادی			
میانگین نمرات			*

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



پودمان چہارم

منابع آب

## واحد یادگیری ۶: شایستگی منابع و انتقال آب

زمان آموزش

جمع: ۱۶ ساعت

### اهداف توانمندسازی

- ✓ منابع آب را بشناسد.
- ✓ منطقه غیراشباع و ویژگی‌های آن را بداند.
- ✓ منابع آب‌های زیرزمینی را بیان کند.
- ✓ اجزای قنات را با رسم شکل، شرح دهد.
- ✓ انواع چاه و تفاوت‌های مهم آنها را توضیح دهد.
- ✓ آب‌های نامتعارف و استفاده از آنها را بداند.
- ✓ ویژگی‌های چاه آرتزین را بیان کند.
- ✓ مزایای استفاده از کانال‌های پوشش‌دار را بیان کند.
- ✓ پمپ را بشناسد و کاربرد آنها را توضیح دهد.
- ✓ دبی را می‌شناسد و آن را با یکی از روش‌های وزنی یا حجمی اندازه‌گیری می‌کند.
- ✓ دبی آب در کانال‌های منظم و رودخانه‌ها را تعیین می‌کند.
- ✓ بازده آبیاری و اجزاء آن را توضیح می‌دهد.

### واژه‌های کلیدی

منابع آب، آب‌های سطحی و زیرزمینی، مناطق اشباع و نیمه اشباع خاک، انواع چاه، کانال‌های روباز و پوشش‌دار، انواع پمپ چاه، دبی، روش‌های اندازه‌گیری دبی، اندازه‌گیری سرعت آب، بازده آبیاری

## خلاصه محتوا

در این واحد یادگیری فراگیر با آب‌های سطحی و زیرزمینی و انواع آنها آشنا می‌شود. روش‌های متنوع اندازه‌گیری دبی را می‌آموزد. دبی را در آب‌های جاری می‌تواند اندازه‌گیری کند. با مفهوم بازده آب آبیاری آشنا شده و اجزاء آن را بیان می‌کند.

**ابزار و تجهیزات:** زمان‌سنج، ترازوی بزرگ، ماشین حساب، سطل پلاستیکی، مولینه، جسم شناور، خط‌کش، متر

**مواد مصرفی:** در این شایستگی چون اکثر آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌ها در مزرعه و محیط باز انجام می‌گردد نیازی به مواد مصرفی مورد نیاز آزمایشگاهی نیست.

**بودجه‌بندی شایستگی:**

پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت‌های تکمیلی
منابع آب	اول	منابع آب	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تفکیک آب‌های سطحی و زیرزمینی</li> <li>- ترسیم شماتیک منطقه اشباع و نیمه اشباع</li> <li>- تفکیک انواع چاه‌های سطحی عمیق</li> <li>- آرتیزین بررسی و مقایسه منابع آبی</li> </ul>	بازدید
	دوم	دبی و اندازه‌گیری مستقیم آن	<ul style="list-style-type: none"> <li>- طراحی یک آزمایش برای اندازه‌گیری مستقیم دبی به صورت وزنی</li> <li>- طراحی یک آزمایش برای اندازه‌گیری مستقیم دبی به صورت حجمی</li> </ul>	
	سوم	دبی آب در کانال‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>- اندازه‌گیری سرعت آب در کانال‌ها</li> <li>با مولینه و جسم شناور</li> <li>- اندازه‌گیری سطح مقطع کانال‌های متفاوت</li> <li>- ارزشیابی مرحله‌ای</li> </ul>	

از آزمون‌ها و نمرات، به عنوان وسیله‌ای برای ایجاد انگیزش در هنرجویان استفاده کنید. با اجرای آزمون‌های مکرر می‌توانید، سطح انگیزشی هنرجویان را بالا ببرید و از آنها به عنوان وسیله‌ای برای دادن بازخورد به هنرجویان در رابطه با نحوه عملکرد و میزان یادگیری‌شان استفاده کنید، نه به عنوان وسیله‌ای جهت تنبیه هنرجویان

### منابع آب

آب از دیرباز مهم‌ترین عامل توسعه در جهان بوده است. انسان‌ها در دوران اولیه زندگی، نزدیک رودخانه‌ها و منابع آب تجمع می‌کردند و به فعالیت‌های کشاورزی می‌پرداختند. ۹۷ درصد منابع آبی غیرقابل استفاده برای کشاورزی بوده و مقدار بسیار محدودی از آنها به‌طور مستقیم از سوی انسان مورد استفاده قرار گرفته است. طبق برآوردها، در ۳۰ سال آینده مردم جهان نیازمند ۶۰ درصد غذای بیشتر خواهند بود. بخش قابل توجهی از این افزایش تولید، حاصل کشت متراکم (استفاده از زمین کمتر برای تولید بیشتر) که نیازمند آبیاری است، خواهند بود.

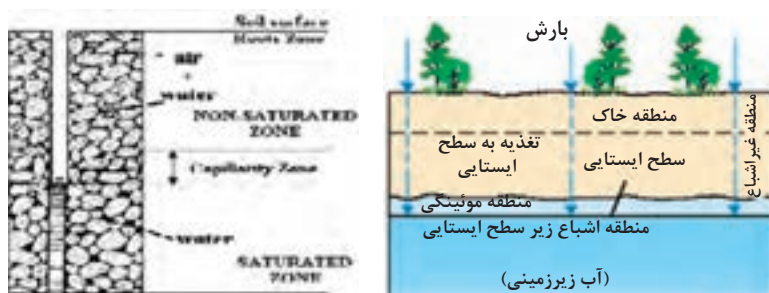
بر اساس آمار و ارقام موجود میانگین سالانه حجم بارندگی ایران حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد می‌شود که از این مقدار، ۳۱۰ میلیارد متر مکعب در مناطق کوهستانی با مساحتی حدود ۸۷۰ هزار کیلومتر مربع و ۹۰ میلیارد مترمکعب دیگر در مناطق دشتی به وسعت ۷۷۸ کیلومتر مربع می‌بارد. از مقدار فوق حدود ۲۹۴ میلیارد متر مکعب به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شود و از ۱۱۶ میلیارد متر مکعب باقیمانده حدود ۹۳ میلیارد متر مکعب از طریق منابع سطحی و زیرزمینی بهره‌برداری می‌شود و بقیه صرف تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود. از این مقدار حدود ۸۶ میلیارد متر مکعب جهت مصارف کشاورزی و نزدیک به ۷ میلیارد مترمکعب آن به مصارف شرب و صنعت اختصاص می‌یابد. از آنجایی که متوسط حجم کل آب سالانه کشور رقمی ثابت است، تقاضا برای آب به علت رشد نسبتاً بالای جمعیت، توسعه کشاورزی، شهرنشینی و صنعت در سال‌های اخیر، متوسط سرانه آب قابل تجدید کشور را تقلیل داده است، به‌طوری‌که این رقم از حدود ۵۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۴۰، به حدود ۳۴۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۵۷، و حدود ۲۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۶۷ و ۲۱۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۷۶ کاهش یافته است. این میزان با توجه به روند افزایش جمعیت کشور با نرخ فعلی رشد در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۷۵۰ مترمکعب و در افق سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۳۰۰ مترمکعب تنزل خواهد یافت. صرف‌نظر از تفاوت‌های آشکار منطقه‌ای در کشور و طیف گسترده مناطق خشک نظیر سواحل خلیج فارس و دریای عمان، نیمه شرقی کشور از خراسان تا سیستان و بلوچستان و نیز حوضه‌های مرکزی که میزان سرانه آب قابل تجدید در آنها از میزان متوسط کشور به مراتب پایین‌تر است،

ارقام متوسط سرانه آب کشور در سال‌های آینده به مفهوم ورود ایران به مرحله تنش آبی در سال ۱۳۸۵ و ورود به حد کم آبی جدی در سال ۱۴۱۵ خواهد بود. اصلاح الگوی مصرف، تنها راه برای گذر از بحران کم آبی، با توجه به مصرف بیش از حد انرژی در کشور و همچنین کاهش منابع آبی، اصلاح الگوی مصرف در بخش‌های مختلف، مناسب‌ترین و منطقی‌ترین راه‌حل برای گذر از بحران‌های موجود به نظر می‌رسد. صرفه‌جویی در مصرف آب با استفاده از روش‌های نوین برای آبیاری مانند: قطره‌ای، بارانی، کوزه‌ای، تراوا زیرزمینی، تانکر و... می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد.

افزایش حدود ۲ درصد راندمان آبیاری مقداری برابر ۱/۵ برابر حجم مفید سد زاینده رود، در مصرف آب صرفه‌جویی در پی خواهد داشت.

### اهمیت منطقه نیمه اشباع:

منطقه نیمه اشباع خاک از نظر زراعی اهمیت ویژه‌ای دارد. زیرا منطقه توسعه ریشه گیاهان در این منطقه قرار دارد. رطوبت کم یا زیاد در این منطقه برای گیاه مضر است و باید با اقداماتی شرایط مناسب رطوبتی رشد گیاه را فراهم نمود. در ادامه به منابع آب‌های زیرزمینی اشاره کنید. هرچند برداشت مناسب از این منابع توصیه گردد.



### منابع غیرمتعارف آب:

آب یک منبع طبیعی، کمیاب و حیاتی و در عین حال تجدیدپذیر است که انسان به‌طور مستمر در هر زمان و مکان به آن نیاز دارد. آب همچنین، یک کالای با ارزش و غیر قابل جایگزین در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها است.

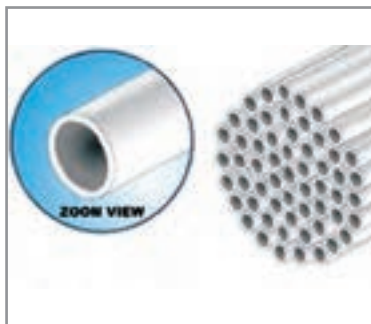
یکی از اصلی‌ترین منابع آب جایگزین برای آب‌های تجدیدپذیر، منابع آب غیرمتعارف شامل پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، دریا و آب‌های شور، سخت و لب شور می‌باشد.

### روش‌های نوین تصفیه آب

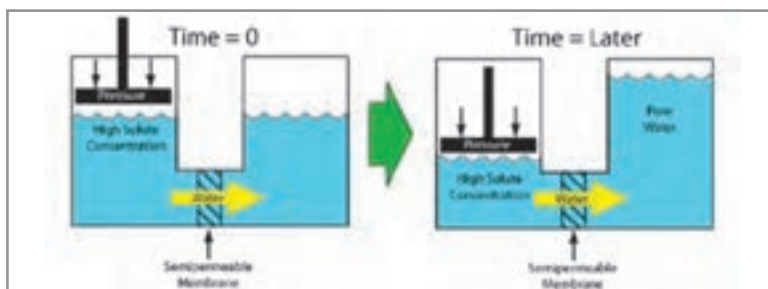
هرچه ذرات ناخالصی درشت‌تر باشند، جدا کردن آنها از آب آسان‌تر است و برعکس هرچقدر اندازه این ذرات ریزتر باشد نیاز به روش‌های دقیق‌تری برای تصفیه آب است. بنابراین اندازه منافذ فیلترها، مقاومت فیلترها در برابر انواع آلاینده‌ها و توانایی آنها در حذف ناخالصی‌ها بسیار مهم است. امروزه فیلترها را از جنس سرامیک، الیاف مصنوعی و کربن می‌سازند.

برخی از بهترین روش‌های تصفیه آب عبارت‌اند از: استفاده از کربن فعال، روش اولترافیلتراسیون و روش اسمز معکوس. کربن توانایی زیادی در حذف مواد شیمیایی نظیر کلر، حذف طعم و بوی نامطبوع و برخی از آلاینده‌ها دارد. توانایی کربن در فیلتر کردن ناخالصی‌های محلول و میکروارگانیسم‌ها، بسیار کم است. لذا از کربن بیشتر به عنوان پیش تصفیه دستگاه‌های تصفیه آب استفاده می‌شود و اغلب اوقات آن را در کنار روش‌های اسمز معکوس و اولترافیلتراسیون استفاده می‌کنند.

اولترافیلتراسیون روشی است که طی آن، آب را از نی‌های بسیار نازکی که در جداره آنها منافذ بسیار ریز وجود دارد عبور می‌دهند و به این ترتیب تقریباً کلیه میکروارگانیسم‌ها و ذرات معلق در آب از آن حذف شده و کاملاً زلال و شفاف و ضدعفونی می‌شود. اما اولترا فیلتراسیون قابلیت حذف ناخالصی‌های محلول در آب مثل: فلزات سنگین، نیتрат، سختی و سنگینی آب را ندارد.

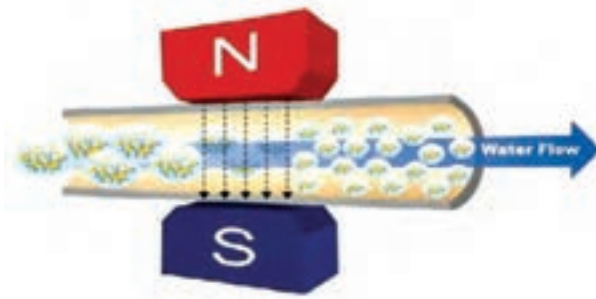


روش اسمز معکوس، امروزه یکی از کامل‌ترین و بهترین روش‌های تصفیه آب آشامیدنی منازل است. این روش قادر است انواع ناخالصی‌های موجود در آب نظیر: نیتрат، سختی آب، جامدات محلول، کدورت، سرب و فلزات سنگین، رادیوم و بسیاری از مواد آلی محلول را حذف کند. بنابراین اسمز معکوس به همراه کربن فعال پیشرفته‌ترین و بهترین روش تصفیه آب است که در دستگاه‌های تصفیه آب خانگی از آنها استفاده می‌شود.



### تصفیه مغناطیسی آب کشاورزی:

آب‌های شور و لب شور در کشور ما از ظرفیت بسیار بالایی برخوردار است. برای مصارف کشاورزی این روش آسان و کم هزینه می‌تواند منابعی را در اختیار قرار دهد. با عبور آب از بخش مغناطیسی، تغییرات مورد نظر در آب ایجاد شده و مدت ماندگاری این اثرات بین ۸ الی ۴۸ ساعت خواهد بود. با اعمال میدان مغناطیسی به آب آبیاری، علاوه بر خنثی شدن سختی آب، با اعمال نیرو به مولکول‌های آب موجب افزایش تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم شده و آب آبیاری با حل کردن فسفات‌های تثبیت شده و سیلیکات‌ها و ذرات کلئیدی و ریزمغذی‌ها، موجب فعال شدن نمک‌های خاک و افزایش جذب آنها توسط گیاه (کاهش خاصیت اسمزی) و افزایش محصول خواهد شد. همچنین از نیاز مصرفی کودها کاسته شده و به همین دلیل از شوری بیشتر خاک‌ها کاسته می‌شود و نیاز به آب‌شویی به مرور زمان کمتر می‌گردد.



به دلیل کوچک شدن مولکول‌های آب بر قابلیت جذب توسط گیاه افزوده شده و میزان مصرف آب را می‌توان کاهش داد. آب مغناطیسی به مثابه پلی، بین ذرات کلوئیدی رس و مواد آلی عمل نموده و به تشکیل خاک‌دانه کمک می‌کند در نتیجه با دادن کودهای آلی، خاک زراعی پوک شده و از کلوخه شدن خاک جلوگیری می‌نماید و در نتیجه به عملیات خاک‌ورزی (دیسک) کمتری نیاز است.

## بازده آب آبیاری

عبارت است از درصدی از آب آبیاری که برای مزرعه تأمین شده و بتواند مفید واقع گردد. اگر برای مزرعه‌ای به مقدار  $S$  آب تأمین شده باشد و نیاز آبیاری  $I$  باشد، در این صورت راندمان یا بازده آبیاری این مزرعه عبارت است از:

$$E_i = \frac{I}{S} \times 100$$

در ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری، راندمان یا بازده هر بخش را جداگانه محاسبه نموده و از ضرب آنها در یکدیگر بازده کل را محاسبه می‌کنند.

$$E_i = \left(\frac{E_r}{100}\right) \left(\frac{E_c}{100}\right) \left(\frac{E_a}{100}\right) (100)$$

بازده انتقال، بازده توزیع، بازده ذخیره و بازده مخزن نگهداری مثل استخر را می‌توان محاسبه و در نهایت بازده کل را تعیین نمود.

در هنگام ارائه مطالب آموزشی همواره بر پایین بودن راندمان مصرف آب در کلیه بخش‌ها، تأکید نمایید تا میزان حساسیت افراد را نسبت به کمبود آب افزایش دهید. یافتن و ارائه راه‌های ساده برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب در بخش‌های مختلف مصرف از اهداف مهم این شایستگی است.

## دبی آب آبیاری

چگونگی اندازه‌گیری دبی کانال‌ها و جوی‌های موجود در منطقه را بیان نمایید. استفاده از تکنولوژی‌های جدید، یکی از اهداف مهم آموزشی است. دبی را با انواع روش‌ها اندازه‌گیری و مقایسه نمایید. جریان‌سنج یا مولینه ابزاری است که برای



اندازه‌گیری سرعت آب استفاده می‌شود. این ابزار سرعت آب را از طریق برقراری رابطه‌ای با تعداد دور اندازه‌گیری شده در یک فاصله زمانی مشخص به دست می‌دهد.

### انواع مولینه متداول



نوع فنجان‌ی با محور عمودی بر جهت جریان آب (cup type)      نوع پره‌ای با محور افقی (Propeller type)

نوع فنجان‌ی بیشتر در آمریکا کاربرد داشته و به آشفتگی جریان حساسیت دارد. ساختار آن به گونه‌ای است که در برابر جریان مقاومت بیشتری نشان می‌دهد. در جریان‌های با سرعت کم نیز قابل استفاده است. آشغال و گیاهان اثر نامطلوبی بر این نوع جریان‌سنج دارند و دور کاسه می‌پیچند. مولینه‌های سری پره‌ای عموماً در اروپا کاربرد دارند. لازم به توضیح است که در حال حاضر بیشتر وسایل اندازه‌گیری ایران برای هواشناسی و هیدرومتری آلمانی و اروپایی می‌باشند. مولینه‌های پره‌ای برای اندازه‌گیری سرعت‌های بالا مناسب هستند و حساسیت کمتری نسبت به گیاهان نشان می‌دهند، مقاومت آنها در برابر جریان نیز کمتر از نوع فنجان‌ی است. مدل‌های جدید مولینه دیجیتالی بوده و به‌طور مستقیم سرعت آب را در قسمت نمایشگر نشان می‌دهند و نیازی به شماره تعداد دور و زمان نمی‌باشد.

### طرز کار با مولینه:

در آبراهه‌های طبیعی و رودخانه‌ها که دارای شکل مقطع منظم هندسی نیستند توزیع سرعت نیز یکسان نیست، لذا سرعت متوسط ذکر شده در بخش‌های قبل صرفاً به ازای یک عمق و فاصله مشخص از رودخانه قابل قبول است. سرعت آب در یک مقطع عرضی هم در سطح و هم در عمق تغییر می‌کند. لذا برای داشتن یک سرعت متوسط از سرعت آب در مقطع باید از روش‌های متداول بهره گرفت. مولینه توسط میله و یا توسط کابل برای اندازه‌گیری جریان در نهرهای کوچک و رودخانه‌های بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. مولینه‌ها برای جریان‌هایی با حداقل و حداکثر سرعت ساخته شده‌اند که در هنگام استفاده باید به آن توجه نمود.

نمونه چک لیست ارزشیابی منابع آب و انتقال آن

نتایج گروه از ۳ نمره	نتایج فردی از ۳ نمره	اهداف عملکردی	
		شایستگی فنی	شایستگی غیر فنی
فنی		دبی آب که از یک منبع جاری شده است را تعیین می کند.	
غیر فنی		چگونگی محاسبه بازده انتقال آب را گزارش می نماید.	
فنی		سطح مقطع کانال را برای اندازه گیری دبی محاسبه می کند.	
غیر فنی		برای اندازه گیری دبی کانال سرعت آب را با جسم شناور یا مولینه تعیین می کند.	
		دبی یک منبع آب را به روش حجمی اندازه گیری می کند.	
		دبی یک منبع آب را به روش وزنی اندازه گیری می کند.	
		ارائه پژوهش از انواع منابع آبی و تعیین روش بهره برداری	
		.....	
		در هنگام کار، ایمنی را رعایت می کند.	
		بهداشت فردی را رعایت می کند.	
		لباس کار می پوشد	
		نام هنرجو به تفکیک گروه	
		احدی (گروه ۱)	
		امیری (گروه ۱)	
		.... (گروه ۱)	
		.... (گروه ۱)	
		.... (گروه ۱)	
		.... (گروه ۲)	
		.... (گروه ۲)	
		.... (گروه ۲)	
		.... (گروه ۲)	

## ارزشیابی پایانی: منابع آب و انتقال آن

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱ بررسی و مقایسه منابع آبی</p> <p>۲ اندازه‌گیری دبی به روش وزنی و روش حجمی</p> <p>۳ اندازه‌گیری دبی آب کانال با تعیین سرعت و سطح مقطع</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>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 و محاسبه سرعت آب و سطح مقطع جریان اندازه‌گیری و مشخص می‌کند.</p>			
<p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>۱ ارائه تحقیق و گزارش از انواع منابع آبی و تعیین روش بهره‌برداری از آن</p> <p>۲ توزین ظرف خالی، سنجش زمان در زمان آب‌گیری، توزین، محاسبه</p> <p>۳ تعیین طول، انتخاب و آماده‌سازی جسم شناور، سنجش زمان حرکت، محاسبه سرعت، اندازه‌گیری سطح مقطع نهر، محاسبه</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>۱ محل اجرا: آزمایشگاه خاک‌شناسی، انهار خاکی و بتونی زمین زراعی</p> <p>۲ تجهیزات: ترازوی دیجیتال، زمان‌سنج، ماشین حساب، سطل مدرج، مولینه، خط‌کش، متر، بطری</p> <p>۳ مواد: آب</p> <p>۴ منابع: جداول استاندارد</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
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	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: شایستگی‌های غیرفنی: محاسبه و ریاضی سازمان‌دهی اطلاعات جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات/ایمنی: خود فرد/توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی صرفه‌جویی در مصرف آب/نگرش: دقت در سنجش ریزبینی ظرافت تفکر انتقادی	۲	
میانگین نمرات			*

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

## واحد یادگیری ۷- آب در خاک و گیاه

### اهداف توانمندسازی

- ✓ حرکت آب در خاک و نیروهای مؤثر در آن را می‌شناسد.
- ✓ انواع آب موجود در خاک را توضیح می‌دهد.
- ✓ حدود یا ضرایب رطوبتی خاک را بیان می‌کند.
- ✓ ویژگی‌های حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی را می‌داند.
- ✓ حد ظرفیت زراعی در آزمایشگاه و مزرعه را تعیین می‌کند.
- ✓ کاربرد ضرایب رطوبتی را برای تعیین نوع سیستم‌های آبیاری می‌داند.
- ✓ عوامل مؤثر در جذب آب توسط ریشه را می‌داند.
- ✓ مراحل جذب آب و املاح توسط ریشه را بیان می‌کند.
- ✓ تفاوت تبخیر و تعرق را توضیح می‌دهد.
- ✓ عوامل مؤثر در تبخیر و تعرق گیاه را شرح می‌دهد.
- ✓ فواید تبخیر و تعرق برای گیاه را بیان می‌کند.

### واژه‌های کلیدی

حرکت آب در خاک، انواع آب در خاک، حدود یا ضرایب رطوبتی خاک، آب موردنیاز گیاه، جذب آب و املاح توسط گیاه، عوامل مؤثر در جذب آب توسط ریشه، مراحل جذب آب و املاح توسط گیاه، تبخیر و تعرق، عوامل مؤثر در تبخیر و تعرق، فواید تبخیر و تعرق برای گیاه، تعریق

### خلاصه محتوا

در این شایستگی به اشکال مختلف آب در خاک اشاره‌ای می‌شود و تفاوت آنها از نظر قابلیت استفاده گیاه و حالت آنها در خاک مورد تأکید قرار می‌گیرد. حرکت آب در خاک و نیروهای مؤثر در این حرکت را به صورت ساده بیان نمایید. ضرایب رطوبتی خاک، آب قابل استفاده و سایر اصطلاحات مربوطه در ادامه ارائه می‌شود.

اصطلاحات تبخیر و تعرق و تعریق و عوامل مؤثر در این پدیده‌ها در ادامه ارائه خواهد شد.

**ابزار و تجهیزات:** گلدان، اوگر، ترازوی آزمایشگاهی، بیلچه، سیلندر نمونه‌برداری  
**مواد مصرفی:** آب، خاک مزرعه، پوشش پلاستیکی  
**بودجه‌بندی شایستگی:**

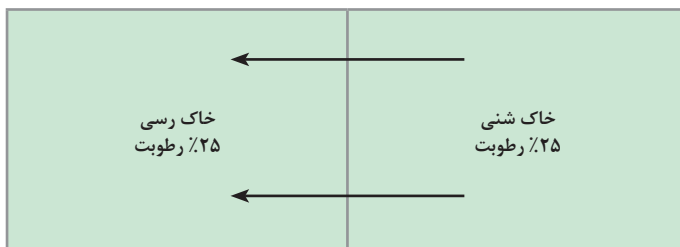
پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت‌های تکمیلی
منابع آب	اول	حرکت و حدود آب در خاک	- آزمایش حرکت آب در خاک - صورت‌های مختلف آب در خاک - تعیین ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و آب قابل دسترس گیاه	معرفی آزمایش کار در خانه
	دوم	تبخیر و تعرق تعیین زمان آبیاری	- طراحی آزمایش برای عوامل مؤثر در تبخیر و تعرق و تعیین اهمیت آن در گیاه - اندازه‌گیری مکش خاک	
	سوم		- ارزشیابی	

در شرایط مقتضی از تشویق‌های کلامی استفاده کنید.

گاهی تشویق‌های کلامی مؤثرتر از تقویت‌های ملموس است. استفاده از اظهاراتی مانند خوب، عالی و آفرین پس از عملکرد هنرجو از تدابیر مؤثر انگیزشی است. به یاد داشته باشید که هنرآموز نباید بیش از اندازه لازم هنرجویان را مورد ستایش قرار دهد. تشویق بیش از حد اثرش را از دست می‌دهد.

### آب در خاک

حرکت آب در داخل خاک تابعی از مقدار رطوبت نیست، یعنی لزوماً آب در خاک در جهت شیب رطوبت از محل رطوبت زیاد به رطوبت کم حرکت نمی‌کند. جهت حرکت آب را انرژی پتانسیل آب مشخص می‌کند یعنی آب از محل با انرژی پتانسیل بیشتر به محل با انرژی پتانسیل کمتر حرکت می‌کند.



همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید در دو خاک با بافت متفاوت در صورتی که مقدار رطوبت با هم برابر باشد جهت حرکت آب در این دو خاک از بافت شنی به سمت خاک رسی است. زیرا در بافت رسی نیروهای بین آب و خاک بیشتر از نیروهای بین آب و خاک در بافت شنی است و مولکول‌های آب در بافت شنی آزادی عمل بیشتری دارند. به عبارت دیگر انرژی آزاد گیبس بافت شنی بیشتر از انرژی آزاد گیبس بافت رسی است برای همین آب به سمت بافت رسی حرکت می‌کند.

به نیروهایی که آب در خاک با آن درگیر است پتانسیل می‌گویند. برای گرفتن آب از خاک باید بر آنها غلبه کنیم. به عبارت دیگر پتانسیل آب مقدار کاری است که بر روی یک گرم آب انجام می‌گیرد تا آب از یک وضعیت به وضعیت آب آزاد برسد. واحد پتانسیل بر حسب واحد طول، سانتی‌متر است. ولی با واحدهای بار، اتمسفر و پاسکال نیز بیان می‌شود.

$$1 \text{ bar} = 0.99 \text{ atm} = 100 \text{ kpa} = 1020 \text{ cm H}_2\text{O}$$

آب با نیروهای مختلفی در خاک نگهداری می‌شود که برای خارج کردن و یا جابه‌جا کردن آن می‌بایست بر این نیروها فائق آییم. این نیروها به دلیل موقعیت ثقلی آب، چسبندگی آب به خاک و خصوصیات شیمیایی آب است که هر کدام

پتانسیل مخصوص به خود را اعمال کرده و پتانسیل آب در خاک، که معمولاً آن را با حروف یونانی  $\Psi$  (سای) یا  $\phi$  (فی) نشان می‌دهند، در واقع مجموع این نیروها یا پتانسیل هاست.

پتانسیل آب در خاک دارای اجزایی است که در زیر به‌طور خلاصه می‌آید.

### پتانسیل ثقلی:

هر ماده به سمت مرکز زمین کشیده می‌شود و آب نیز دارای پتانسیل ثقل می‌باشد. اگر  $m$  گرم آب را در نقطه دلخواه  $A$  در نظر بگیریم و بخواهیم آن را به اندازه  $h$  سانتی‌متر به پایین آن در نقطه  $B$  جابه‌جا کنیم (در جهت نیروی ثقل) باید به اندازه  $+h$  کار انجام دهیم.  $H$  اما اگر جهت حرکت بر خلاف نیروی ثقل باشد مقدار پتانسیل ثقلی برابر  $-h$  می‌باشد. به‌طور کلی مقدار پتانسیل ثقلی به فاصله عمودی نقطه مورد نظر نسبت به سطح مقایسه (که یک سطح دلخواه است) دارد. اگر نقطه بالای سطح مقایسه باشد علامت آن مثبت و اگر در پایین سطح مقایسه باشد علامت آن را منفی در نظر می‌گیرند. پتانسیل ثقلی را با  $Y_g$  نمایش می‌دهند. مثال: دو نقطه را که یکی ۱۵ سانتی‌متر بالای ریشه و دیگری ۱۰ سانتی‌متر زیر ریشه قرار دارد در نظر بگیرید. مقادیر پتانسیل ثقلی آب در این نقاط با توجه به نقطه‌ای که ریشه قرار دارد چقدر است و اختلاف پتانسیل ثقلی بین این دو نقطه چند سانتی‌متر می‌باشد؟

حل:

$$\Psi_{gA} = +15$$

$$\Psi_{gB} = -10$$

$$\Delta\Psi = \Psi_{gA} - \Psi_{gB}$$

$$\Delta\Psi = (+15) - (-10) = +25 \text{ Cm}$$

به‌طور خلاصه آب در هر موقعیتی که در داخل خاک قرار گیرد (چه در خاک اشباع و چه در خاک غیراشباع) دارای مقداری پتانسیل ثقلی است که مقدار آن از نظر عددی برابر است با فاصله آن نقطه تا سطح مقایسه‌ای که خود انتخاب می‌کنیم و از نظر علامت، بسته به محل انتخاب سطح مقایسه، مقداری مثبت، منفی و یا صفر است.

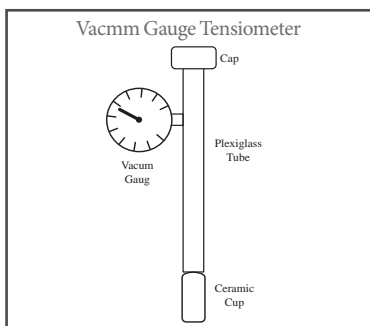
### پتانسیل فشار:

وقتی که خاک در حالت اشباع است مثل لایه‌های خاک که زیر سطح ایستابی قرار دارند. آب نه تنها به ذرات خاک نچسبیده‌اند، بلکه ممکن است تحت فشار

مثبت نیز باشند. در این صورت پتانسیل فشار وجود دارد که مقدار آن نیز مثبت است. پتانسیل فشار برای تمام نقاطی که زیر سطح ایستابی قرار دارند مثبت و برابر فاصله عمودی آن نقطه تا سطح آزاد آب یا سطح ایستابی است. پتانسیل فشار روی سطح ایستابی و کلیه نقاط بالای این سطح صفر است. این پتانسیل را با  $Y_p$  نشان می‌دهند. برای اندازه‌گیری پتانسیل فشار از چاهگ‌هایی به قطر ۱۵-۱۰ سانتی‌متر استفاده می‌کنند که به آن پیزومتر می‌گویند.

### پتانسیل ماتریک:

در خاک‌های غیراشباع مولکول‌های آب با یک نیرویی به ذرات خاک چسبیده‌اند که جدا کردن آنها مستلزم انجام کاری است که باید در جهت عکس به آن وارد شود این نیرو را پتانسیل ماتریک می‌گویند. مقدار این پتانسیل در خاک‌های اشباع صفر است. این پتانسیل را با  $Y_m$  نشان می‌دهند. تانسومتر وسیله‌ای است که با آن پتانسیل ماتریک را اندازه‌گیری می‌کنند. تانسومتر خلأ یکی از انواع متفاوت آن است. اگر دستگاه در خاک غیر اشباع قرار گیرد با توجه میزان آب در خاک، آب از قسمت سرامیکی خارج شده و با ایجاد خلأ در قسمت بالای تانسومتر گنج دستگاه عددی را نشان می‌دهد.



برای آماده کردن دستگاه از قسمت درپوش آن را با آب کاملاً پر می‌کنند تا فضای خالی در آن وجود نداشته باشد. یا یک حفره در خاک ایجاد می‌کنند و تانسومتر را در آن قرار می‌دهند به طوری که ارتباط بین خاک و دستگاه برقرار گردد. در خاک اشباع، آبی از دستگاه خارج نمی‌شود و دستگاه عدد صفر را نشان می‌دهد. تانسومترها دارای واحدهای مختلفی هستند که قابل تبدیل به یکدیگر می‌باشند.



## کلاس درس محلی است که در آن اخلاق و رفتار هنرآموز ضرب در تعداد

### بچه ها می شود

#### پتانسیل اسمزی:

پتانسیل مربوط به اجسام حل شدنی موجود در آب و خاک را پتانسیل اسمزی می گویند و آن را با  $\Psi_s$  نشان می دهند. اگر آب بخواهد از خاک وارد گیاه شود با غشایی مانند دیواره سلول ها مواجه می شود. برای اندازه گیری پتانسیل اسمزی از دستگاه اسمومتر استفاده می کنند. در داخل خاک که هیچ گونه غشایی وجود ندارد و از سوی دیگر چون مقدار آن در نقاط مختلف خاک یکسان است، عملاً از پتانسیل اسمزی صرف نظر می شود.

یکی از راه های عملی اندازه گیری پتانسیل اسمزی آن است که ابتدا خاک را با آب مقطر اشباع کرده و هدایت الکتریکی عصاره اشباع ( $EC_{sat}$ ) را به دست آوریم. با داشتن این مقدار و از روی معادله تجربی  $\Psi_s = -0.36(EC_{sat})$ ، پتانسیل اسمزی عصاره اشباع به دست می آید. در این معادله  $EC_{sat}$  هدایت الکتریکی برحسب میلی موس بر سانتی متر و  $\Psi_s$  پتانسیل اسمزی برحسب بار می باشد.

پتانسیل کل آب در خاک با مجموع آنها برابر است:

$$\Psi = \Psi_g + \Psi_s + (\Psi_p \text{ یا } \Psi_m)$$

نظر به اینکه حرکت آب در خاک براساس اختلاف پتانسیل صورت می گیرد و پتانسیل اسمزی بین نقاط خاک یکسان است (اختلاف پتانسیل اسمزی صفر است)، در نتیجه در مطالعات آب و خاک تنها مجموع پتانسیل های ثقلی و فشاری (یا ماتریک) هر نقطه در نظر گرفته می شود که به آن پتانسیل هیدرولیکی (hydraulic potential) گفته می شود:

$$\Psi_{hyd} = \Psi_g + (\Psi_p \text{ یا } \Psi_m)$$

مثال:

اگر سطح ایستابی در فاصله ۵ متری از سطح خاکی قرار داشته باشد و تانسئومتر در عمق یک متری نصب شده باشد و عدد ۳۵- بار را نشان دهد، پتانسیل آب را در نقاط یک متری از سطح خاک محاسبه کنید. سطح مقایسه سطح ایستابی منظور گردد.

حل: پتانسیل در نقطه ۱ متری از سطح خاک

$$\Psi_m = -35 \text{ bar} = -35700$$

$$Y_s = 0$$

$$Y_p = 0$$

$$Y_g = -500 \text{ cm}$$

$$Y_A = -500 + (-35700) = -36200 \text{ cm}$$

با به دست آوردن پتانسیل در هر نقطه دیگر می توان اختلاف پتانسیل دو نقطه را تعیین و در نهایت جهت جریان آب در زیر خاک را مشخص نمود. جریان آب در خاک در دو حالت اشباع و غیر اشباع مورد بررسی قرار می گیرد. حالت اشباع بعد از بارندگی یا آبیاری رخ می دهد. در این حالت اکثر منافذ خاک با آب پر شده است. جریان آب در حالت اشباع بر اساس قانون دارسی توضیح داده می شود.

## قانون دارسی

جریان آب (افقی یا عمودی) در خاک همگن و اشباع با استفاده از قانون دارسی محاسبه می شود.

$$Q = K_s.A. \frac{h_2 - h_1}{L}$$

که در آن

$$Q = \text{شدت جریان بر حسب } \text{cm}^3 \cdot \text{time}$$

$$K_s = \text{ضریب هیدرولیکی اشباع خاک } \text{cm} \cdot \text{time}$$

$$A = \text{سطح مقطع جریان } \text{cm}^2$$

$$\Delta h = \text{اختلاف پتانسیل جریان } \text{cm} \cdot \text{k}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$L = \text{طول جریان } \text{cm}$$

مثال: ستونی ۱۰ سانتی متری حاوی شن ساحل با آب آبیاری شده است. سطح مقطع ستون ۲۵ سانتی متر مربع و ارتفاع آب بالای ستون ۵ سانتی متر است. اگر  $K$  برای این خاک ۳۵/۶ سانتی متر در روز باشد، شدت جریان آب در این ستون چقدر است؟  
حل:

$$Q = K_s.A. \frac{h_2 - h_1}{L} = (35 / 6 \text{ cm h}^{-1})(25 \text{ cm}^2)(15 \text{ cm}) / (10 \text{ cm}) = 1335 \text{ cm}^3 \text{ h}^{-1}$$

در خاک غیر اشباع حفرات کاملاً از آب پر نیستند و معمولاً حفرات بزرگ به دلیل

نیروی ثقل از آب خالی شده و خشک شده‌اند. به عبارت دیگر خاک از نظر رطوبتی در حالت ظرفیت مزرعه و یا کمتر قرار دارند. در این حالت حرکت آب به وسیله نیروی موینگی اتفاق می‌افتد. مقدار جریان آب به وسیله معادله صعود موینگی بیان می‌شود. ارتفاع آبی که از سطح آب در خاک غیر اشباع صعود خواهد کرد با قطر حفرات در محیط خاک بستگی دارد. ساده شده معادله را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$h = 0.15/r$$

در این رابطه:

$h$  = ارتفاع آب در لوله موینه cm

$r$  = شعاع لوله موینه cm

مثال: مقدار صعود آب موینه در یک لوله به قطر ۰/۵ سانتی‌متر چقدر است؟

حل: شعاع لوله ۰/۲۵ سانتی‌متر است. با استفاده از معادله صعود موینه:

$$h = 0.15 / r = 0.15 / 0.25 = 0.6 \text{ cm} = 6 \text{ mm}$$

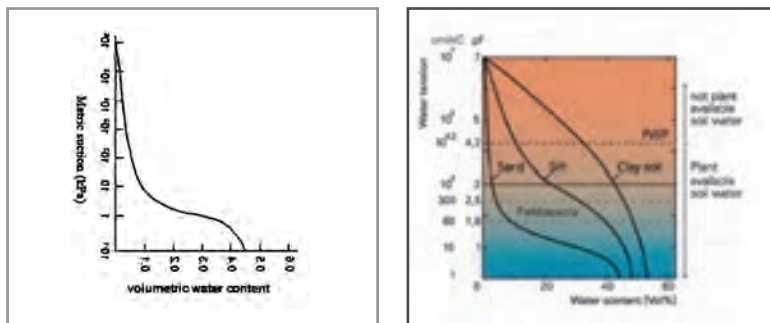
## آب مورد نیاز

### منحنی رطوبتی خاک

منحنی رطوبتی از ویژگی‌های بنیادی خاک است که برای مدل‌سازی جریان آب و انتقال توأمان آب و املاح در بخش غیراشباع خاک، آب قابل استفاده گیاه و تغذیه و استخراج آب‌های زیرزمینی کاربرد دارد. به دلیل اینکه اندازه‌گیری مستقیم منحنی رطوبتی خاک وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد، روش‌های غیرمستقیم جهت برآورد آن مورد توجه قرار گرفته است. از مهم‌ترین راهکارهای موجود، ایجاد یک رابطه تجربی بین تعدادی از خصوصیات زود یافت خاک مانند بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری و میزان ماده آلی با خصوصیات هیدرولیکی خاک می‌باشد.

این منحنی میزان رطوبت خاک را با مکش خاک نشان می‌دهد و یک ویژگی پایه برای مطالعه آب قابل دسترس گیاه، پدیده‌های نفوذ، زهکشی، هدایت هیدرولیکی، آبیاری، تنش آبی گیاهان و حرکت مواد محلول در خاک است. منحنی نگهداشت رطوبتی خاک را با استفاده از توابع انتقالی یا پارامتریک برآورد می‌کنند. از معروف‌ترین آنها می‌توان به مدل‌های کمپل، مدل بروکس و کوری و مدل ون گنوختن اشاره نمود. اگرچه اکثر توابع انتقالی برای پیش‌بینی خصوصیات

هیدرولیکی خاک توسعه یافته‌اند ولی بعضی از آنها برای تخمین ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و بیولوژیکی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند.



به‌طور مثال می‌توان حدود رطوبتی FC و PWP و مقدار AW را از روی این منحنی برای هر خاکی مشخص نمود. حجم آبی که در زیر هر منحنی مربوط به خاک‌های شنی، سیلتی و رسی در بین دو حد فوق با یکدیگر متفاوت است. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود این مقدار رطوبت در خاک‌های رسی بیشتر از خاک‌های سیلتی و شنی است.

مقدار رطوبت بین دو حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم در خاک به نام رطوبت قابل دسترس گیاه معروف است که با AW نشان می‌دهند. اگر منظور تعیین آب قابل دسترس در عمق توسعه ریشه باشد از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$AW = D(FC - PWP) / 100$$

مثال

مقادیر رطوبت جرمی خاکی در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۲۲ و ۱۰ درصد می‌باشد. اگر وزن مخصوص ظاهری آن ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مربع باشد مقدار رطوبت قابل ذخیره در عمق توسعه ریشه (۵۰ متر) را محاسبه کنید.

$$FC = bd.M\% = 1/4 \times 22 = 30/8\%$$

$$PWP = bd.M\% = 1/4 \times 10 = 14/8\%$$

$$AW = D(FC - PWP) / 100 = 50(30/8 - 14/8) / 100 = 8/4 \text{ cm} = 84 \text{ mm}$$

مقدار آب قابل دسترس در عمق ۵۰ متری برای گندم برابر ۸/۴ سانتی‌متر می‌باشد.

تمام آب بین دو حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به آسانی قابل استفاده

نیست و بسته به نوع گیاه ۴۰ تا ۷۵ درصد آن به راحتی جذب گیاه می‌شود که به آن آب سهل الوصول می‌گویند و با RAW نشان می‌دهند. برای آنکه مقدار آب سهل الوصول را تخمین بزنند از مفهوم حداکثر مجاز رطوبتی یا حداکثر تخلیه رطوبتی استفاده می‌کنند و آن را با MAD نشان می‌دهند. باتوجه به اینکه FC یک ویژگی مربوط به خاک و pwp ویژگی مربوط به گیاه است. آیا تعیین آب قابل استفاده از تفاضل دو حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی منطقی است؟

$$MAD=RAW/AM$$

MAD یک عدد بدون بعد می‌باشد و مقدار آن به ویژگی‌های گیاه بستگی دارد. گرچه در طراحی‌های آبیاری مقدار MAD را معمولاً ۰/۶۵ در نظر می‌گیرند. اما مقدار دقیق‌تر آن برای گیاهان، متفاوت است. جدول زیر برای چند گیاه ارائه شده است.

مقادیر حداکثر تخلیه مجاز (MAD) و حداکثر عمق توسعه ریشه‌ها در مورد برخی از گیاهان زراعی و باغی

نوع	MAD	حداکثر عمق توسعه ریشه‌ها (cm)
اسفناج	۰/۵۰	۶۰
یونجه	۰/۶۵	۱۸۰
سیب	۰/۶۵	۱۸۰
زردآلو	۰/۶۵	۱۸۰
لوبیا	۰/۵۰	۹۰
هویج	۰/۵۰	۹۰
گیلاس	۰/۶۵	۱۸۰
شبدر	۰/۶۵	۶۰
ذرت دانه‌ای	۰/۶۵	۱۲۰
ذرت شیرین	۰/۶۵	۱۲۰

نوع	MAD	حداکثر عمق توسعه ریشه ها (cm)
خیار	۰/۵۰	۱۲۰
انگور	۰/۶۵	۱۸۰
پیاز	۰/۵۰	۶۰
هلو	۰/۶۵	۱۸۰
نخود	۰/۶۵	۶۰
آلو و گلابی	۰/۶۵	۱۸۰
سیب زمینی	۰/۳۰	۶۰
تربچه	۰/۵۰	۶۰
گلرنگ	۰/۶۵	۱۸۰
سورکوم	۰/۶۵	۹۰
سودا	۰/۶۵	۹۰
گوجه فرنگی	۰/۵۰	۱۸۰
گندم	۰/۶۵	۹۶
چغندر قند	۰/۶۵	۱۰۵
توت فرنگی	۰/۶۵	۳۰
آفتاب گردان	۰/۶۵	۱۸۰

با در نظر گرفتن MAD آب سهل الوصول را به صورت زیر محاسبه می کنند.

$$RAW = MAD/AM$$

$$RAW = MAD/D(FC - PWP)/۱۰۰$$

مثال: یک مزرعه کشت گندم، دارای رطوبت ظرفیت زراعی ۲۸ درصد حجمی و حد پژمردگی ۱۲ درصد حجمی می باشد.

مقدار آب سهل الوصول را محاسبه نمایید.

عمق توسعه ریشه و MAD گندم را از روی جدول به دست می آوریم:

$$MAD = 0.65$$

$$D = 180 \text{ cm}$$

$$RAW = MAD/D(FC-PWP)/100$$

$$RAW = 0.65/180(28-12)/100$$

$$RAW = 18/72 \text{ cm} = 187/2 \text{ mm}$$

از روش های متنوع برای تدریس استفاده نمایید.

علاوه بر توضیح و تشریح مطالب به طور کلامی، تا آنجا که ممکن است از روش های دیگر آموزشی نیز استفاده کنید. بحث گروهی، بازی های آموزشی، گزارش انفرادی و گروهی به وسیله هنرجویان گزارش مطالب درسی مانند تاریخ به صورت نمایش زنده و هر تدبیری دیگری که هنرجویان را در فعالیت شرکت دهد، به مقدار زیاد انگیزه آنها را بالا می برد. کسل کننده ترین روش آموزشی آن است که هنرآموز تمام وقت کلاس را به خود اختصاص دهد و فرصت هیچ گونه فعالیت و اظهار نظری را به یادگیرندگان ندهد. پژوهش های متعدد نشان داده است که یکی از بهترین راه های ایجاد انگیزه در یادگیرندگان شرکت دادن آنها در فعالیت های کلاسی است.

## تبخیر و تعرق

به دلیل اینکه در حوضه های آبخیز دو پدیده تبخیر از سطح مرطوب خاک و تعرق از سطح گیاهان را نمی توان از همدیگر مجزا اندازه گیری نمایند، غالباً این دو فرایند توأم با یکدیگر و به نام تبخیر تعرق توصیف می شوند. تقریباً نیمی از آبی که وارد خاک می شود دوباره از طریق تبخیر تعرق به جو زمین بازمی گردد.

اطلاع از میزان تبخیر و تعرق و یا آب مصرفی گیاه اساس یک برنامه ریزی صحیح آبیاری را تشکیل می دهد. بدون آگاهی از مقدار تبخیر و تعرق، آبی که در اختیار گیاه قرار می گیرد یا کمتر از آب مورد نیاز گیاه است که باعث کاهش مقدار محصول و بروز مسائل دیگری در امر کشاورزی می گردد و یا بیشتر از مقدار مورد نیاز گیاه است که باعث اتلاف آب و ایجاد مسائلی از قبیل زهکشی می شود. برای تخمین تبخیر و تعرق روش های مختلفی با استفاده از داده های هواشناسی وجود دارد که

با استفاده از اندازه‌گیری تبخیر و تعرق گیاه مرجع ETO معادلات از روش‌های ساده تا روابط پیچیده را شامل می‌شود.

تبخیر و تعرق پتانسیل یا بالقوه حداکثر مقدار آبی است که توسط سطوح خاک و گیاه از آنها خارج شود. یکی از روش‌های بهبود مدیریتی مصرف آب در مزرعه، تخمین دقیق میزان آب مصرفی گیاه از طریق محاسبه مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل ETO است. روش‌هایی که برای محاسبه ETO پیشنهاد شده است، هر کدام از نظر داده‌های مورد نیاز متفاوت می‌باشند. پس از آنکه تبخیر - تعرق پتانسیل محاسبه شد، ضریب گیاهی Kc محصول نیز محاسبه شده و با ضرب کردن آنها در یکدیگر مقدار نیاز آبی محصول را تعیین می‌کنند.

$$ET = Kc \cdot ETO$$

## روش فائو پنمن-مانتیش

یکی از معتبرترین روش‌ها برای تخمین ETO به شمار می‌رود، پژوهش‌های انجام گرفته در نقاط مختلف جهان، بیان‌کننده این نکته است که دقت مقادیر تبخیر و تعرق برآورد شده با معادله فائو-پنمن-مانتیش در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده لایسمتری از دیگر معادله‌های تخمین بهتر است. این معادله به منزله تنها روش استاندارد برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع و نیز برای ارزیابی دیگر روش‌ها پیشنهاد شده است.

روش بلانی کریدل اصلاح شده یکی دیگر از روابطی است که استفاده می‌شود.

$$ETO = A + B [P (0.46 T + 8)]$$

**ETO:** تبخیر تعرق گیاه مرجع برحسب میلی‌متر در روز

**A + B:** ضرایب اصلاحی بر مبنای حداقل رطوبت نسبی و برآوردهای تابش خورشیدی و سرعت باد روزانه

**P:** درصد متوسط روزانه ساعات آفتابی به کل ساعات آفتابی سالانه در ماه معین T

**T:** میانگین درجه حرارت هوا در دوره زمانی برحسب درجه سانتی‌گراد



نمونه چک لیست ارزشیابی واحد یادگیری آب در خاک و گیاه

اهداف عملکردی		نام هنر جو به تفکیک گروه																	
نتایج گروه از ۳ نفره	نتایج فردی از ۳ نفره	شایستگی غیرفنی								شایستگی فنی									
فنی	غیر فنی										احدی (گروه ۱)	امیری (گروه ۱)	.... (گروه ۱)	.... (گروه ۱)	.... (گروه ۱)	.... (گروه ۲)	.... (گروه ۲)	.... (گروه ۲)	.... (گروه ۲)
فنی	غیر فنی																		
.....																			
رابطه مکش اندازه گیری شده را برای تعیین زمان آبیاری تحلیل می کند.																			
با استفاده از تانسومتر مکش خاک را اندازه گیری می کند.																			
تانسیومتر را برای اندازه گیری مکش خاک انتخاب می کند.																			
عوامل مؤثر در تبخیر و تعرق گیاهان را تعیین می کند.																			
تفاوت تبخیر و تعرق را تشخیص می دهد.																			
عوامل مؤثر در جذب آب را بررسی می کند.																			
اهمیت WFP و کاربرد آنها در مدیریت سیستم آبیاری را گزارش می دهد.																			
مقدار آب قابل استفاده را تعیین می کند.																			
در آزمایش نقطه پژمردگی موقت و دائم مرزعه را نشان می دهد.																			
در آزمایش ظرفیت زراعی مرزعه را نشان می دهد.																			
حرکت آب در خاک را با طراحی آزمایشی نشان می دهد.																			
.....																			
در هنگام کار ایمنی را رعایت می کند.																			
بهداشت فردی را رعایت می کند.																			
لباس کاری پوشد.																			

## ارزشیابی پایانی آب در خاک و گیاه

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱ تعیین حرکت آب در خاک</p> <p>۲ تعیین حدود آب در خاک</p> <p>۳ بررسی عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق گیاه</p> <p>۴ تعیین زمان آبیاری</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>حرکت آب در خاک و صورت‌های مختلف آن را با طراحی و انجام آزمایش نشان دهد و آب قابل دسترس گیاه را تعیین کرده و زمان آبیاری را با اندازه‌گیری مکش خاک مشخص کند.</p> <p>تعیین ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و آب قابل دسترس گیاه</p>			
<p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>۱ آزمایش حرکت آب در خاک و صورت‌های مختلف آب در خاک را انجام دهد.</p> <p>۲ تعیین ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و آب قابل دسترس گیاه</p> <p>۳ طراحی و انجام آزمایش عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق</p> <p>۴ اندازه‌گیری مکش خاک با استفاده از تانسومتر (آماده‌سازی تانسومتر، نصب و قرائت آن) مقایسه با جدول استاندارد گیاه</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>۱ محل اجرا: آزمایشگاه زراعت، مزرعه</p> <p>۲ تجهیزات: آبفشان، گلدان، اوگر، ترازوی آزمایشگاهی دیجیتال، بیلچه، سیلندر نمونه‌گیری</p> <p>۳ مواد: خاک مزرعه، پوشش پلاستیکی تیره</p> <p>۴ منابع: جداول و استانداردها، منابع و اطلاعات</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین حرکت آب در خاک	۱	
۲	تعیین حدود آب در خاک	۲	
۳	تعیین عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق	۱	
۴	تعیین زمان آبیاری با اندازه‌گیری مکش 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: اثرات زیست‌محیطی، عدم مصرف بیش از حد آب / نگرش: دقت در سنجش، ریزبینی، ظرافت، تفکر انتقادی	۲	
	میانگین نمرات		*

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

پودمان پنجم

کشت و نگهداری گیاهان

## واحد یادگیری ۸- کاشت گیاهان

### اهداف توانمندسازی

- ✓ بذر و شرایط جوانه زدن آن را شرح دهد.
- ✓ بستر کاشت را آماده کند.
- ✓ روش‌های مختلف کاشت را شرح دهد.
- ✓ کاشت بذر را در سطح کم انجام دهد.
- ✓ اصطلاحات مختلف داشت گیاهان را شرح دهد.
- ✓ در مراحل مختلف رشد گیاه از آن مراقبت کند.

### واژه‌های کلیدی

آماده‌سازی بستر بذر، تهیه زمین، شخم، کشت کار گیاهان

### خلاصه محتوا

در این شایستگی علاوه بر معرفی اصطلاحات کشاورزی هنرجویان با توجه به رشته تحصیلی، بستر کاشت بذر را در سطح کوچک آماده کرده و پس از تعیین مقدار بذر لازم اقدام به کاشت و سپس تا مرحله برداشت از گیاه مراقبت می‌نمایند. در این واحد یادگیری برای رشته‌های امور زراعی، باغی و ماشین‌های کشاورزی عملیات کاشت می‌تواند به صورت ماشینی و در سطح وسیع‌تر در نظر گرفته شود.

**ابزار و تجهیزات:** بیل، فرغون، میخ چوبی، ریسمان، شن کش، متر، لوپ دستی یا ذره‌بین

**مواد مصرفی:** کود دامی پوسیده، بذر، کود شیمیایی

## بودجه بندی شایستگی:

پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت های تکمیلی
منابع آب	اول	آماده سازی بذر، تهیه بستر بذر	سلامت ظاهری بذر را تعیین کند. پخش کود دامی، برگرداندن و نرم کردن خاک، کربندی و پخش کود شیمیایی را انجام دهد.	بازدید - فیلم
	دوم	کاشت بذر، مراقبت از گیاه	کاشت دستی در سطح کم و تراکم مناسب را انجام دهد. آبیاری پس از کاشت و مراقبت های پس از سبز شدن را در مساحت کوچک انجام دهد. - ارزشیابی	بازدید - فیلم

در شرایط مقتضی از تشویق های کلامی استفاده کنید. گاهی تشویق های کلامی مؤثر تر از تقویت های ملموس است. استفاده از اظهاراتی مانند خوب، عالی و آفرین پس از عملکرد هنرجو از تدابیر مؤثر انگیزشی است. به یاد داشته باشید که هنرآموز نباید بیش از اندازه لازم هنرجویان را مورد ستایش قرار دهد تشویق بیش از حد اثرش را از دست می دهد.

## راهنمای تدریس

بذر: برای معرفی بذر و انواع آن در کلاس نمونه هایی از انواع بذرهای رویشی (مانند سیب زمینی، قلمه نیشکر و...) و بذرهای زایشی (دانه گیاهان) را در کلاس به هنرجویان ارائه دهید و علت عنوان بذر رویشی و یا زایشی بودن بذر را برای آنها تشریح نمایید. سپس از هنرجویان بخواهید از هر گروه نمونه های دیگری را مثال بزنند.



بذرهای گواهی شده که مورد تأیید مؤسسات رسمی کنترل و گواهی بذر کشور است استفاده شود. اما برای آشنایی و درک برخی ویژگی‌های بذر در رابطه با میزان مصرف آن لازم است چند ویژگی که تعیین آنها ساده است و ابزار خاصی نمی‌خواهد تعیین شود.

**سلامت بذر:** هر چند که می‌بایست تأکید شود که کشاورزان بذر مصرفی خود را باید از مراکز معتبر تولید و گواهی بذر تهیه کنند و ما نیز اقدام به کاشت این گونه بذرهای می‌نماییم، اما برای درک رابطه برخی ویژگی‌های بذر و رابطه آن با مقدار بذر مصرفی تعیین شده در خصوص سلامت بذر و خلوص فیزیکی آن درصد سلامت و خلوص بذر را در آزمایشگاه تعیین کنید.

هنگویان در این مرحله سلامت ظاهری بذر را مورد ارزیابی قرار می‌دهند (شکستگی، اثر حمله آفات و...).

در این مرحله شما می‌توانید هنگویان را راهنمایی کنید تا با استفاده از رابطه زیر درصد بذرهای سالم را تعیین کنند.

$$\text{درصد بذرهای سالم} = \frac{\text{وزن بذرهای سالم}}{\text{وزن کل نمونه}} \times 100$$

در این مرحله با یک گفت‌وگوی کلاسی بهتر است هنگویان را با رابطه میزان بذر مصرفی و سلامت بذر راهنمایی کرد.

- در خصوص ناخالصی‌های فیزیکی بذر نیز کار مشابهی را می‌توان انجام داد.
- در خصوص مقدار بذر مصرفی علاوه بر موارد بالا به درصد جوانه زنی و اندازه بذر نیز اشاره شود.
- هنگویان رشته‌های امور باغی و امور زراعی در رابطه با این موضوع بهتر است تخصصی‌تر عمل کنند.

## آماده‌سازی بستر بذر

- برای انجام عملیات تهیه زمین و کاشت بهتر هنگویان را گروه‌بندی کنید. بهتر است افراد در انتخاب گروه آزاد باشند.
- از آنجایی که این قطعه زمین تا برداشت محصول در اختیار همان گروه خواهد بود، مشخص کردن حدود و نصب تابلو سفارش می‌گردد.

- انواع بستر بذر و نقش آن در استقرار گیاه به‌طور مختصر تشریح گردد.
- ابزار و وسایل مورد نیاز در اختیار سرگروه قرار گیرد و رعایت اصول ایمنی و بهداشتی به هرجویان گوشزد شده و در نهایت مورد ارزیابی قرار گیرد.
- زمان و نوع کود موردنیاز را تعیین و در هنگام اجرا از نظر دسته‌بندی مطابق کتاب درسی معرفی نمایید.
- پس از آماده‌سازی زمین تکلف روش آبیاری را با توجه به امکانات موجود تعیین کنید و در صورت نیاز نهر ایجاد کنید. سایر روش‌ها را به‌طور مختصر توضیح دهید.
- هدف آشنایی با روش است نه انجام دادن آن
- بازدید از مزارع هنرستان یا منطقه توصیه می‌شود.

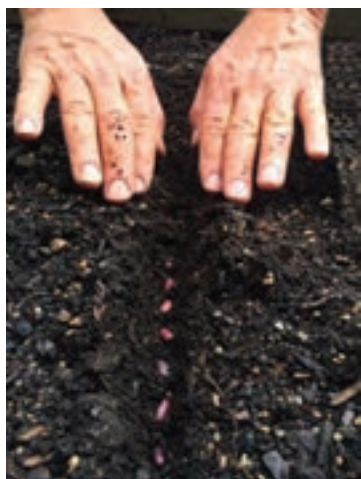
## کاشت

- برای تشریح عوامل مؤثر در انتخاب روش کاشت بهتر است یک یا دو عامل را بر روی تابلو بنویسید، سپس سایر عوامل را با راهنمایی و غیرمستقیم و پرسش از فراگیران استخراج نمایید.



- استفاده از روش‌های خلاقانه سبب بالا بردن اعتماد به نفس و جذابیت خواهد شد.





- ضمن انجام عملیات کاشت، نام و اصطلاح روش به کار برده شده (روش کپه‌ای، روش خطی، روش درهم و...) را به فراگیران معرفی نمایید.
- در صورت امکان برای گروه‌های مختلف از گیاهانی استفاده شود که روش کاشت یکسانی نداشته باشند.
- هنگام انجام کار، گروه‌ها را به دفعات مختلف مورد ارزیابی قرار دهید. مشارکت در کار گروهی را گوشزد کنید و در ارزیابی شایستگی‌های غیرفنی دقیق و به گونه‌ای قابل لمس برای هنرجویان عمل کنید.

## داشت

- آبیاری قطعه زمین هر گروه با توجه به امکانات موجود متناسب با روش کاشت انجام شود. برای آموزش سایر روش‌ها از فیلم‌های آموزشی و نرم‌افزارها استفاده شود.
- سایر عملیات‌های داشت از قبیل وجین، تنک، واکاری و... را به مرور در مراحل مختلف رشد گیاه انجام شود. این عملیات با هماهنگی مسئولین هنرستان می‌تواند در خارج از زمان اداری باشد.
- برای آموزش بهتر عملیات‌های مختلف داشت ضمن استفاده از فیلم‌های آموزشی از هنرجویان گزارش و عملیات مربوطه را خواستار شوید.



نمونه چک لیست ارزشیابی واحد یادگیری کاشت

[illegible]

## ارزشیابی پایانی کاشت گیاهان

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱ آماده سازی بذر برای کاشت</p> <p>۲ آماده سازی بستر کاشت بذر</p> <p>۳ عملیات کاشت دستی بذر</p> <p>۴ مراقبت از گیاه</p>																															
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>بذر ها 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.</p>																															
<p><b>شاخص ها:</b></p> <p>۱ تعیین سلامت ظاهری بذر برای کاشت</p> <p>۲ انتخاب وسیله، پخش کود دامی، برگرداندن خاک، نرم کردن خاک، کربندی، پخش کود شیمیایی، اختلاط کود و خاک</p> <p>۳ بازدید، مشاهده و ارائه اطلاعات جمع آوری شده از منابع معتبر، انجام برخی مراقبت های مورد نیاز گیاه کاشته شده (وجین، تنک و...)</p> <p>تعیین خطوط کاشت - تعیین فاصله بذر ها در روی ردیف و بین ردیف ها - کاشت بذر در عمق توصیه شده - خاک دهی روی بذر</p>																															
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>۱ محل اجرا: حیاط هنرستان، مزرعه</p> <p>۲ تجهیزات: بیل، فرغون، متر، میخ چوبی، ریسمان، شن کش</p> <p>۳ مواد: کود دامی، کود شیمیایی</p> <p>۴ منابع: هنرآموز</p>																															
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th><th>مرحله کار</th><th>حداقل نمره قبولی از ۳</th><th>نمره هنرجو</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td><td>آماده سازی بذر برای کاشت</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۲</td><td>تهیه بستر بذر</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۳</td><td>کاشت دستی در سطح کوچک</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td>۴</td><td>مراقبت از گیاه</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2"> <p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>شایستگی های غیر فنی: محاسبه و ریاضی، سازماندهی اطلاعات، جمع آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی، رعایت مصرف بذر، جلوگیری از آلودگی خاک/ نگرش: دقت در سنجش، ریزبینی، ظرافت، تفکر انتقادی</p> </td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">میانگین نمرات</td><td></td><td>*</td></tr> </tbody> </table>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	آماده سازی بذر برای کاشت	۱		۲	تهیه بستر بذر	۱		۳	کاشت دستی در سطح کوچک	۲		۴	مراقبت از گیاه	۱		<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>شایستگی های غیر فنی: محاسبه و ریاضی، سازماندهی اطلاعات، جمع آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی، رعایت مصرف بذر، جلوگیری از آلودگی خاک/ نگرش: دقت در سنجش، ریزبینی، ظرافت، تفکر انتقادی</p>		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																												
۱	آماده سازی بذر برای کاشت	۱																													
۲	تهیه بستر بذر	۱																													
۳	کاشت دستی در سطح کوچک	۲																													
۴	مراقبت از گیاه	۱																													
<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>شایستگی های غیر فنی: محاسبه و ریاضی، سازماندهی اطلاعات، جمع آوری و گردآوری اطلاعات/ ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی، رعایت مصرف بذر، جلوگیری از آلودگی خاک/ نگرش: دقت در سنجش، ریزبینی، ظرافت، تفکر انتقادی</p>		۲																													
میانگین نمرات			*																												
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>																															

## واحد یادگیری ۹- برداشت و نگهداری گیاهان

### اهداف توانمندسازی

- ✓ رسیدگی فیزیولوژیکی و تجاری را شرح دهد.
- ✓ زمان برداشت محصول در چند گیاه قبل کشت در منطقه خود را تعیین کند.
- ✓ انواع سیلوها را از نظر ساختمانی و از نظر هوادهی شرح دهد.
- ✓ کاربرد انواع سیلوها را تعیین کند.
- ✓ تعیین گیاهان علوفه‌ای مناسب سیلوشدن در منطقه
- ✓ تعیین زمان مناسب برداشت گیاهان علوفه‌ای قابل کشت در منطقه برای سیلوشدن
- ✓ ویژگی ساختمان انبار محصولات را شرح دهد.
- ✓ شرایط نگهداری محصولات دانه‌ای، علوفه خشک و نگهداری میوه و سبزی را پس از بازدید گزارش نماید.

### واژه‌های کلیدی

سیلو کردن علوفه، انبار کردن محصولات کشاورزی، سیلو غلات، انبار علوفه، نگهداری سبزی و میوه

### خلاصه محتوا

هنگامی که در این واحد یادگیری در بازدید از مزارع و باغات کشاورزی مفهوم انواع رسیدگی محصولات در کشاورزی را فرا می‌گیرند. زمان برداشت چند محصول کشاورزی منطقه خود را تعیین و محصول کشتکار انجام شده در مرحله قبل را برداشت می‌نمایند. در ادامه با روش‌های مختلف نگهداری آشنا شده و گزارش بازدید از نگهداری محصولات مختلف منطقه خود را ارائه می‌نمایند.

**ابزار و تجهیزات:** کامپیوتر، ویدئو پروژکتور، نرم‌افزار، وسیله نقلیه

**مواد مصرفی:** -

### بودجه بندی شایستگی:

پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت های تکمیلی
منابع آب	اول	برداشت	<ul style="list-style-type: none"> <li>- زمان برداشت محصول در چند گیاه قبل از کشت را در منطقه خود تعیین کند.</li> <li>- کاربرد انواع سیلوها را تعیین کند.</li> <li>- تعیین زمان مناسب برداشت گیاهان علوفه ای قابل کشت در منطقه برای سیلوشدن</li> <li>- تعیین گیاهان علوفه ای مناسب سیلوشدن در منطقه</li> <li>- برداشت</li> </ul>	بازدید - فیلم
	دوم	نگهداری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ویژگی ساختمان انبار محصولات را شرح و گزارش دهد.</li> <li>- شرایط نگهداری محصولات دانه ای، علوفه خشک و نگهداری میوه و سبزی را پس از بازدید گزارش نماید.</li> </ul>	بازدید - فیلم
	سوم		- ارزشیابی	بازدید - ارائه گزارش

در شرایط مقتضی از تشویق های کلامی استفاده کنید.

گاهی تشویق های کلامی مؤثرتر از تقویت های ملموس است. استفاده از اظهاراتی مانند خوب، عالی و آفرین پس از عملکرد هنرجو از تدابیر مؤثر انگیزشی است. به یاد داشته باشید که هنرآموز نباید بیش از اندازه لازم هنرجویان را مورد ستایش قرار دهد تشویق بیش از حد اثرش را از دست می دهد.

## راهنمای تدریس

- برای درک بهتر مفهوم رسیدگی فیزیولوژی و تجاری محصول ابتدا با ارائه عکس از زمان برداشت چند محصول که زمان برداشت آنها قبل از رسیدگی فیزیولوژیکی و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی است نشان دهید.
- با پرسش از هنرجویان درباره تفاوت در تعیین زمان برداشت این محصولات، مفهوم انواع رسیدگی را از زبان آنها استخراج کنید.



■ در این واحد یادگیری با توجه به اینکه تأسیسات لازم در هنرستان‌ها وجود ندارد بهتر است با هماهنگی مسئولین بازدیدهایی را در نظر بگیرید.

■ قبل از هر بازدید هنرجویان را در خصوص:  
اهمیت رعایت نظم، ایمنی و بهداشت و یادداشت‌برداری در هنگام بازدید را تأکید کنید.

سؤالات و مواردی را که می‌بایست در گزارش آورده شود مشخص گردد (هدف از بازدید).

■ در صورت امکان هنگام بازدید برای تهیه گزارش عکس گرفته شود.

■ برای جلسه بعد پس از مطالعه گزارشات ارائه شده نواقص گزارشات را در کلاس مطرح و بهترین گزارشات را تشویق و معرفی نمایید. این کار موجب می‌شود هنرجویان مطمئن شوند گزارشات ارائه شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

## سیلو کردن علوفه‌ها

سیلو کردن عملی است که به وسیله آن برخی از غذاهای دام در محلی محفوظ و تا حدودی بدون هوا تخمیر و نگهداری می‌شوند. مواد سیلو شده را غذای تخمیر شده یا غذای ترش هم می‌گویند.

ارزش غذایی علوفه سیلو شده نسبتاً خوب و هدر رفت آن نسبت به سایر روش‌های نگهداری کمتر است.

### چه نوع گیاهانی را می‌توان سیلو نمود:



تقریباً همه گیاهان سبزی را می‌توان سیلو نمود. ولی باید توجه داشت که چون ویژگی‌های ظاهری، شیمیایی و فیزیکی گیاهان متفاوت است، خاصیت تخمیر شدن آنها نیز متفاوت می‌باشد. بنابراین روش سیلو کردن برای تمام مواد یکسان نیست.

### مهم‌ترین گیاهانی را که می‌توان سیلو نمود عبارت‌اند از:

- ۱ گیاهانی که مخصوص تهیه سیلو کشت می‌شوند (علف‌های مختلف، ذرت، سیب‌زمینی، ذرت خوشه‌ای، چغندر علوفه‌ای، یونجه، شبدر، اسپرس و غیره).
- ۲ مازاد گیاهان مزرعه (مازاد سیب‌زمینی خوراکی، برگ چغندر قند، ساقه و برگ ذرت دانه‌ای و غیره).
- ۳ علف‌های سبز تازه که به علت شرایط جوی مانند باران و برف و یخبندان امکان خشک کردن آنها وجود ندارد (مازاد علف‌های مرتعی، یونجه، شبدر و غیره).
- ۴ گیاهانی که بین دو کشت اصلی و یا به صورت تناوب در زمین کاشته می‌شوند (مخصوصاً بقولات و علف‌های مختلف که بعد از برداشت جو و گندم تا کشت مجدد پاییز می‌کارند).
- ۵ باقی‌مانده کلم‌ها و سبزی‌ها، برگ هویج و کاه و غیره که دارای مواد غذایی زیاد بوده و به راحتی نیز سیلو می‌شوند.

## مزایای نگهداری غذای دام به روش سیلو کردن

- ۱ وابسته نبودن به هوا و تغییرات جوی. یعنی در هر شرایطی می‌توان علوفه را سیلو نمود.
- ۲ مقدار هدر رفت در روش سیلو کردن کمتر از روش خشک کردن است.
- ۳ نگهداری آن بعد از سیلو کردن تا سال‌ها امکان‌پذیر است.
- ۴ روش سیلو نمودن به فضای کمتری احتیاج دارد.
- ۵ امکان آتش‌سوزی در این روش وجود ندارد.
- ۶ علف‌های هرز و تخم آنها در روش سیلو کردن از بین می‌رود.
- ۷ در این روش می‌توان در طول زمستان علوفه آبدار و شاداب در اختیار دام گذاشت.



ذرت علوفه‌ای



ذرت علوفه خرد شده

۸ علوفه سیلو شده اشتهاآور بوده و تا حدودی دارای خاصیت نرم‌کنندگی دستگاه گوارش می‌باشد.

بهترین زمان برداشت ذرت علوفه‌ای بین نیم تا دوسوم خط شیری است که ماده خشک گیاه در این مرحله بیشتر از ۳۰ درصد است. واگذاری یک پژوهش مانند: «ذرت تخمیر شده چه تفاوتی با ذرت علوفه‌ای سیلونشده دارد؟» قبل از بازدید بسیار به درک مفاهیم کمک کرده و ذهن هنرجو را برای پرسش‌های احتمالی در هنگام بازدید آماده می‌کند.



تعیین ماده خشک

### ویژگی انبار علوفه:

- علوفه خشک را باید به دور از تغییرات آب و هوایی و نیز در روی سطوح خشک نگهداری نمود.
- نور آفتاب سطوح در معرض آفتاب را خراب می‌کند. گیاهانی که در این قسمت‌ها قرار می‌گیرند، رنگ پریده می‌شوند و مقداری از ویتامین A (بتاکارتن) خود را از دست می‌دهند.



نمونه چک لیست ارزشیابی واحد یادگیری برداشت و نگهداری گیاهان:

نتایج گروه ۳ از نمره	نتایج فردی از ۳ نمره	اهداف عملکردی		نام هنر جو به تفکیک گروه
		شایستگی فنی	شایستگی غیر فنی	
فنی		ارائه گزارش از چگونگی نگهداری میوه‌ها، شرایط و مدت نگهداری آنها	در هنگام بازدید نکات ایمنی را رعایت می‌کند.	احدی (گروه ۱)
غیر فنی		ارائه گزارش از چگونگی نگهداری و سبزیجات، شرایط و مدت نگهداری آنها	بهداشت فردی را رعایت می‌کند.	امیری (گروه ۱)
فنی		ارائه گزارش از شرایط انبار و انبار کردن محصولات دانه‌ای	لباس کار می‌پوشد.	..... (گروه ۱)
غیر فنی		ارائه گزارش از شرایط انبار و انبار کردن علوفه		..... (گروه ۱)
.....		ارائه گزارش بازدید، فیلم و تحقیق از انواع سیلو		..... (گروه ۱)
.....		تعیین رسیدگی فیزیولوژیکی و تجاری برخی محصولات زراعی و باغی		..... (گروه ۲)
.....				..... (گروه ۲)
				..... (گروه ۲)
				..... (گروه ۲)
				..... (گروه ۲)
				..... (گروه ۲)
				..... (گروه ۲)
				..... (گروه ۲)

## ارزشیابی پایانی 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	نمره قبولی حداقل از ۳	نمره هنجار
۱	تعیین رسیدگی برخی محصولات کشاورزی (رسیدگی فیزیولوژیکی و تجاری)	۱	
۲	تعیین شرایط سیلو کردن علوفه	۱	
۳	انبار کردن محصولات کشاورزی	۲	
	نگهداری سبزی و میوه	۱	
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>شایستگی‌های غیرفنی: سازمان‌دهی اطلاعات، جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات، مدیریت منابع/ایمنی: خود فرد/ توجهات زیست محیطی: اثرات زیست محیطی، جلوگیری از هدررفتن منابع/ نگرش: تفکر انتقادی</p>		
	میانگین نمرات		
	*		
* حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.			



همراه آموزان محترم، می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه بدانشانی تهران -

صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وبگاه: [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

دفترتالیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش

