

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^۱

- 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.

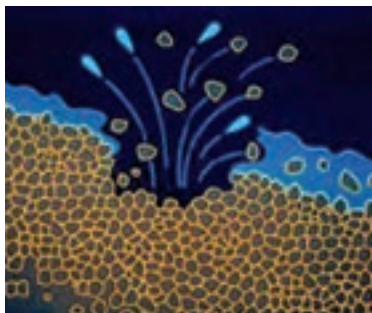
فرسایش آبی

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 روئین: 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 آبیزی در دریاچه پشت سدها که مشکلات متعددی را به وجود می‌آورد.



فرسایش خندقی



فرسایش شیاری

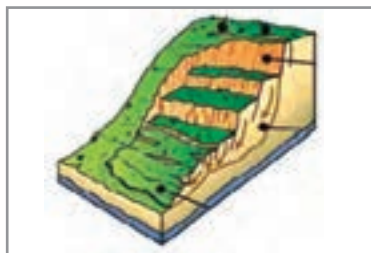
فرسایش آبی را می‌توان شامل دو مرحله دانست. یکی شکسته شدن خاکدانه و جدا شدن ذرات خاک از یکدیگر و دیگری که به دنبال مرحله اول می‌آید حمل ذرات جدا شده توسط آب می‌باشد. در طی مرحله اول، خاکدانه‌ها و سایر ذرات خاک در نتیجه برخورد قطرات باران متلاشی شده و به اجزای کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. ذرات متلاشی شده با 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^۱ (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^۲ 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



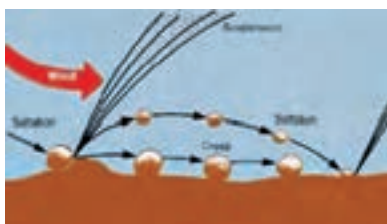
بهترین روش مبارزه با فرسایش آبی، کاهش دخالت در محیط زیست است. انسان با انواع دخالت های بی رویه خود آسیب زیادی به طبیعت می زند و سرعت تخریب خاک را از حد مجاز آن زیادتر می کند. احداث زیرساخت ها مانند راه ها، خطوط برق و مخابرات، تأسیسات انتقال گاز و نفت، ایجاد سد و تأسیسات مرتبط، شهرسازی، تبدیل جنگل و مراتع به زمین های کشاورزی از جمله دخالت های انسان در اکوسیستم های طبیعی می باشد.

عدم دخالت انسان = کاهش فرسایش خاک

فرسایش بادی

باد نیز قدرت فرساینده و حمل کنندگی فوق العاده دارد و لذا می تواند عامل مهم فرسایش به خصوص در مناطق خشک باشد. قسمتی از ذرات خاک که با باد حمل می شوند 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 می خورد و مجدداً بلند شده و بدین ترتیب به حرکت خود ادامه می دهند.

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 می دهند. ذرات خیلی ریز که بیشتر کلونیدهای خاک هستند به صورت ریزگرد در ارتفاع بالاتر به حرکت در می آیند.



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 خاک های شور را انجام می دهد.
	.....		با ارائه پژوهش، روش و زمان استفاده از آهک برای بهسازی خاک های اسیدی
			با انجام آزمایش روش بهسازی خاک های سبک را نشان داده و تحلیل می کند.
			با انجام آزمایش تأثیر کودهای آلی را در اصلاح خاک های سنگین تجزیه و تحلیل می کند.
		
		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: 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 بانک (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 گرانروی 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 ₂ 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°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°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

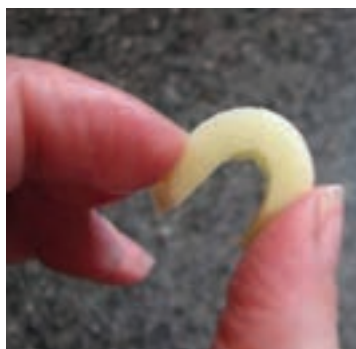
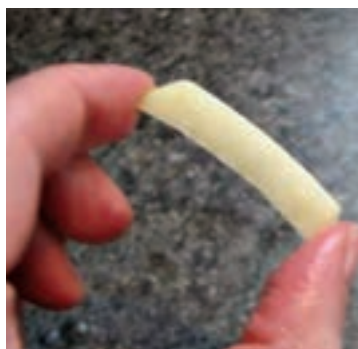
پدیده مهم دیگری که در آب حاوی املاح اتفاق می‌افتد فشار اسمزی است که وابسته به مواد محلول (حل شده) و نه آب (حلال) می‌باشد. اگر دو محلول را با یک غشاء از هم جدا کنیم آب از محلول رقیق‌تر خارج شده و وارد محلول غلیظ‌تر می‌شود. این فرایند کنترل‌کننده فعالیت تمام سلول‌های حیاتی است. این پدیده تأثیر حفاظت مواد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

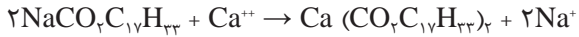
تقسیم‌بندی پساب‌های تصفیه شده (ثانویه) برای آبیاری براساس محتویات شیمیایی و خطرهای احتمالی برای درختان، خاک و آب زیرزمینی (CSIRO، ۱۹۹۹)

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

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 ₃	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	HCO_3^- CO_3^{2-} OH^-	ایجاد کف و انتقال مواد جامد در دیگ های بخار، ایجاد شکنندگی قلیایی، تولید 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	H_2SO_4 HCl	خورندگی	خنثی کردن با بازها
۶	دی اکسید کربن	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	SO_4^{2-}	بالا بردن میزان مواد جامد محلول آب	نمک زدایی، تقطیر
۹	کلراید	Cl^-	بالا بردن میزان مواد جامد محلول آب	نمک زدایی، تقطیر
۱۰	فلوراید	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	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"> - تفکیک آب‌های سطحی و زیرزمینی - ترسیم شماتیک منطقه اشباع و نیمه اشباع - تفکیک انواع چاه‌های سطحی عمیق - آرتیزین بررسی و مقایسه منابع آبی 	بازدید
	دوم	دبی و اندازه‌گیری مستقیم آن	<ul style="list-style-type: none"> - طراحی یک آزمایش برای اندازه‌گیری مستقیم دبی به صورت وزنی - طراحی یک آزمایش برای اندازه‌گیری مستقیم دبی به صورت حجمی 	
	سوم	دبی آب در کانال‌ها	<ul style="list-style-type: none"> - اندازه‌گیری سرعت آب در کانال‌ها با مولینه و جسم شناور - اندازه‌گیری سطح مقطع کانال‌های متفاوت - ارزشیابی مرحله‌ای 	

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

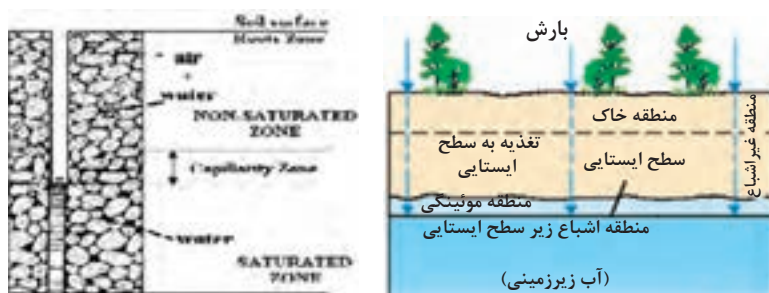
بر اساس آمار و ارقام موجود میانگین سالانه حجم بارندگی ایران حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد می‌شود که از این مقدار، ۳۱۰ میلیارد متر مکعب در مناطق کوهستانی با مساحتی حدود ۸۷۰ هزار کیلومتر مربع و ۹۰ میلیارد مترمکعب دیگر در مناطق دشتی به وسعت ۷۷۸ کیلومتر مربع می‌بارد. از مقدار فوق حدود ۲۹۴ میلیارد متر 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.

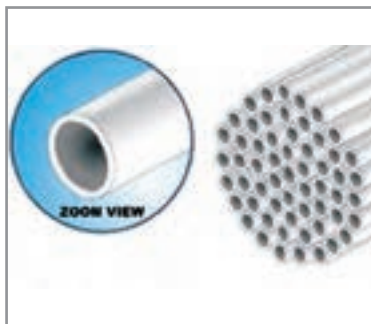
یکی از اصلی‌ترین منابع آب جایگزین برای آب‌های تجدیدپذیر، منابع آب غیرمتعارف شامل پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، دریا و آب‌های شور، سخت و لب شور می‌باشد.

روش‌های نوین تصفیه آب

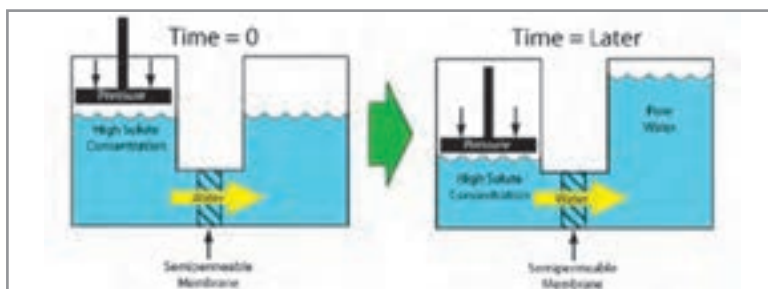
هرچه ذرات ناخالصی درشت‌تر باشند، جدا کردن آنها از آب آسان‌تر است و برعکس هرچقدر اندازه این ذرات ریزتر باشد نیاز به روش‌های دقیق‌تری برای تصفیه آب است. بنابراین اندازه منافذ فیلترها، مقاومت فیلترها در برابر انواع آلاینده‌ها و توانایی آنها در حذف ناخالصی‌ها بسیار مهم است. امروزه فیلترها را از جنس سرامیک،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

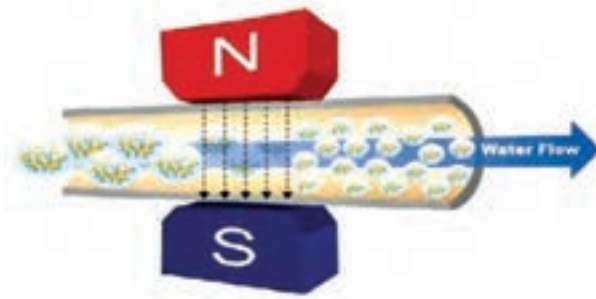


روش اسمز معکوس، امروزه یکی از کامل‌ترین و بهترین روش‌های تصفیه آب آشامیدنی منازل است. این روش قادر است انواع ناخالصی‌های موجود در آب نظیر: نیتрат، سختی آب، جامدات محلول، کدورت، سرب و فلزات سنگین، رادیوم و بسیاری از مواد آلی محلول را حذف کند. بنابراین اسمز معکوس به همراه کربن فعال پیشرفته‌ترین و بهترین 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 به‌دست 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 آشفستگی 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>شرح کار:</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>استاندارد عملکرد:</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>شاخص‌ها:</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>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</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>معیار شایستگی:</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:

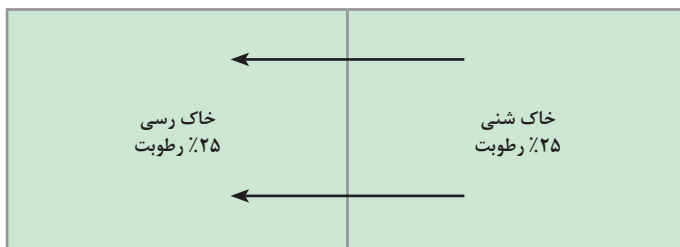
پودمان	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف عملکردی	فعالیت‌های تکمیلی
منابع آب	اول	حرکت و حدود آب در خاک	<ul style="list-style-type: none"> - آزمایش حرکت آب در خاک - صورت‌های مختلف آب در خاک - تعیین ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و آب قابل دسترس گیاه 	معرفی آزمایش کار در خانه
	دوم	تبخیر و تعرق تعیین زمان آبیاری	<ul style="list-style-type: none"> - 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 Ψ (سای) یا ϕ (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.

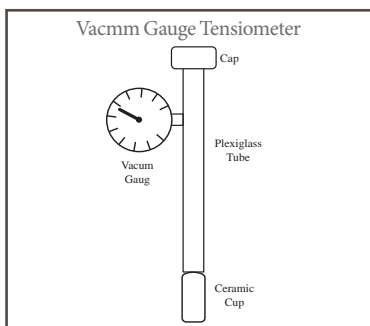
پتانسیل فشار:

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 Ψ_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 Ψ_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

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

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

$$A = \text{سطح مقطع جریان cm}^2$$

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

$$L = \text{طول جریان cm}$$

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:

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

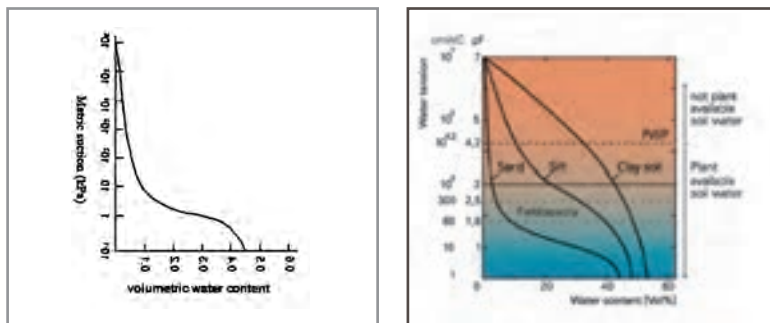
آب مورد نیاز

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 زودیافت 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.

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

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

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

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-مانتیت

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-مانتیت 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

۱۵۵

ارزشیابی پایانی آب در خاک و گیاه

شرح کار:

۱ تعیین حرکت آب در خاک

۲ تعیین حدود آب در خاک

۳ بررسی عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق گیاه

۴ تعیین زمان آبیاری

استاندارد عملکرد:

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.

تعیین ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و آب قابل دسترس گیاه

شاخص‌ها:

۱ آزمایش حرکت آب در خاک و صورت‌های مختلف آب در خاک را انجام دهد.

۲ تعیین ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و آب قابل دسترس گیاه

۳ طراحی و انجام آزمایش عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق

۴ اندازه‌گیری مکش خاک با استفاده از تانسومتر (آماده‌سازی تانسومتر، نصب و قرائت آن) مقایسه با جدول استاندارد گیاه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

۱ محل اجرا: آزمایشگاه زراعت، مزرعه

۲ تجهیزات: آبفشان، گلدان، اوگر، ترازوی آزمایشگاهی دیجیتال، بیلچه، سیلندر نمونه‌گیری

۳ مواد: خاک مزرعه، پوشش پلاستیکی تیره

۴ منابع: جداول و استانداردها، منابع و اطلاعات

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار جو
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 هنجار جو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.