

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

آب و خاک

رشته امور زراعی و باغی

گروه تحصیلی کشاورزی

زمینه کشاورزی

شاخه آموزش فنی و حرفه ای

شماره درس ۴۸۳۷

۶۳۱	آب و خاک / مؤلفان: علی یدالله پور ... [و دیگران] . - [ویرایش دوم] / بازسازی و تجدیدنظر:
۴	کمیسیون برنامه ریزی و تألیف رشته امور زراعی و باغی. - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی
۱۱۵۷	ایران، ۱۳۹۴.
۱۳۹۴	۱۷۶ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۴۸۳۷)
	متون درسی رشته امور زراعی و باغی گروه تحصیلی کشاورزی، زمینه کشاورزی.
	۱. خاک - رطوبت. ۲. آب کشاورزی. ۳. خاکشناسی. الف. یدالله پور، علی. ب. ایران.
	وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی رشته امور زراعی و باغی.
	ج. عنوان. د. فروست.

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و
حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

این کتاب با توجه به نتایج ارزشیابی‌ها، نظرات هنرآموزان محترم و روند روزآمدسازی در
سال ۱۳۹۰ در کمیسیون تخصصی رشته امور زراعی و باغی مورد بررسی و اصلاح قرار گرفت.

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : آب و خاک - ۳۵۹/۶

مؤلفان : علی‌یدالله‌پور، فرهاد بهبودی، نعمت‌الله‌گازری و حمزه هاشمی‌زاده

اعضای کمیسیون تخصصی : محمود اسلامی، سید مقدس نژادحسینی، علیرضا دهرویه، هوشنگ سرداربنده، حسین اکبرلو و نبی‌الله مقیمی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

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

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

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : سید احمد حسینی

طراح جلد : علیرضا رضائی‌کُر

صفحه‌آرا : خدیجه محمدی

حروفچین : فاطمه باقری‌مهر

مصحح : معصومه صابری، شهلا دالایی

امورآماده‌سازی خیر : زینت بهشتی شیرازی

امور فنی رایانه‌ای : حمید ثابت‌کلاجاهی، سیده شیوا شیخ‌الاسلامی

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

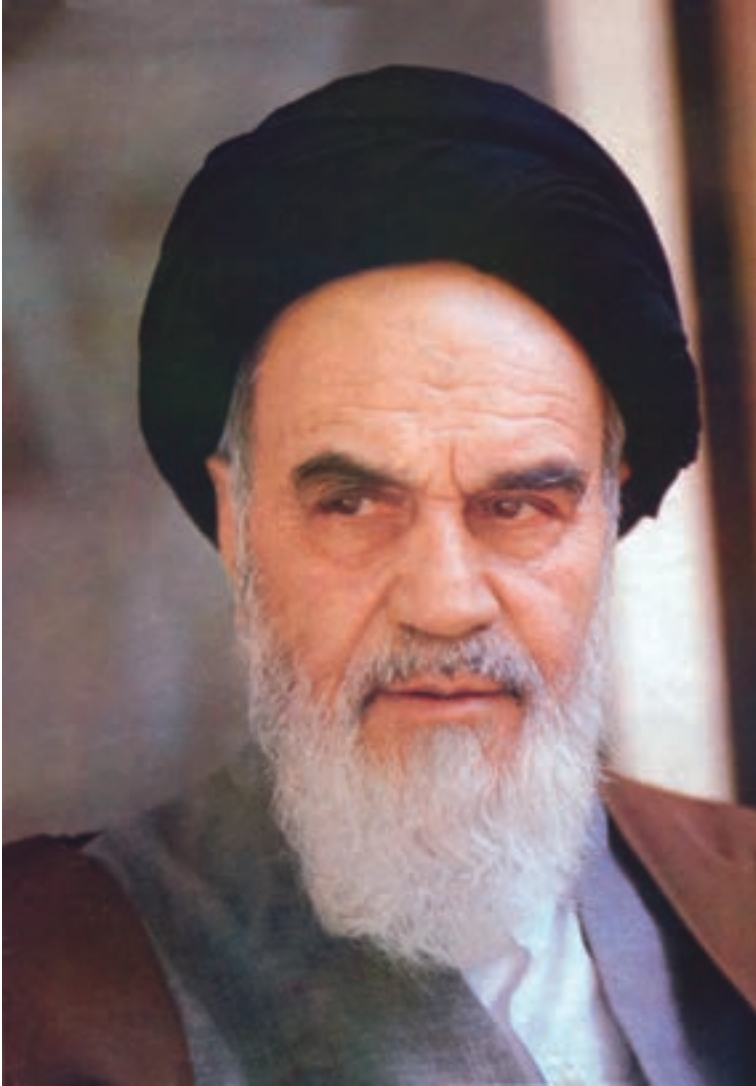
تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه : مهدیه

سال انتشار : ۱۳۹۴

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۹۶۴-۰۵-۰۷۶۳-۶ ISBN 964-05-0763-6



اول باید اخلاصتان را قوی بکنید، ایمانتان را قوی بکنید، ... و این
اخلاص و ایمان، شما را تقویت می کند و روحیه شما را بالا می برد و نیروی
شما جوری می شود که هیچ قدرتی نمی تواند (با شما) مقابله کند.
امام خمینی (ره)

فهرست

مقدمه

بخش اول : خاک

- ۲ ☆ فصل اول : تشکیل خاک
- ۱۵ ☆ فصل دوم : روش‌های تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی خاک‌ها
- ۴۳ ☆ فصل سوم : تعیین برخی از خصوصیات شیمیایی خاک‌ها
- ۵۲ ☆ فصل چهارم : اصلاح خاک‌ها
- ۶۱ ☆ فصل پنجم : فرسایش و حفاظت خاک‌ها

بخش دوم: آب

- ۷۶ ☆ فصل ششم : آب و منابع آن
- ۹۲ ☆ فصل هفتم : هیدرولیک
- ۱۱۴ ☆ فصل هشتم : رابطه آب و خاک
- ۱۳۳ ☆ فصل نهم : روش های آبیاری
- ۱۶۶ ☆ واژه نامه
- ۱۷۴ ☆ منابع مورد استفاده

مقدمه

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی و عوامل تولید است. روز به روز که بر تعداد جمعیت کره زمین افزوده می شود و بشر مترقی می شود، توقعات انسان از این منبع بزرگ طبیعی و عامل مهم تولید بیشتر می شود. انسان برای تأمین نیازمندی های گوناگون و فراوان خود، مجبور است از یک طرف با استفاده از کودشیمیایی کافی، آبیاری فراوان، مصرف سموم دفع آفات، استفاده از ماشین آلات کشاورزی و دیگر امکانات و وسایل، در آمد را در واحد سطح زمین هایی که تا کنون به زیرکشت رفته است، افزایش دهد. از طرف دیگر باسکوبندی دامنه کوه ها و تبدیل مراتع و زمین های جنگلی به زمین های زراعتی و همچنین تأمین آب بیشتر و استفاده از مواد شیمیایی و غیره، ارتفاعات و اراضی بایر و کویری را زیر کشت ببرد و به این طریق بر سطح اراضی زراعتی خود بیفزاید.

شواهد نشان می دهد که حاصلخیزی زمین، از موقعی که مورد بهره برداری انسان قرار گرفته، بر اثر عدم توجه و اقدامات نامناسب کاهش یافته است.

— انسان بر اثر کشت یک نوع محصول در سال های متمادی یا عدم رعایت تناوب صحیح و همچنین جمع آوری بقایای محصول (ماده آلی) و سوزاندن آن و تعلیف احشام در مزارع پس از جمع آوری محصول و خلاصه استفاده بیش از حد از زمین، بدون دادن کود و تقویت آن و دیگر اقدامات نامناسب و نابه جا، باعث فقیر شدن خاک از لحاظ مواد غذایی (معدنی) و مواد آلی و نامرغوب شدن ساختمان آن، و در نتیجه کاهش شدید حاصلخیزی خاک شده است.

— انسان در بسیاری از مناطق جهان بر اثر آبیاری زیاد با آب نامناسب و شور باعث شور شدن سطح وسیعی از اراضی غیر شور شده است. منابع زیادی در دست است که در بسیاری

از کشورها، از جمله هندوستان، پاکستان، مصر و ایران، به ویژه از نیمه دوم قرن نوزدهم که آبیاری شیاری معمول شد، سطح‌های وسیعی از اراضی که روزی از حاصلخیزترین خاک‌ها بوده، بر اثر آبیاری بی‌رویه با آب‌های نامناسب حاصلخیزی خود را از دست داده و به کلی غیرقابل استفاده شده است. همچنین اراضی بایر و شوری که پیشینیان با هزاران زحمت و صرف هزینه زیاد، آباد و قابل استفاده کرده بودند، بر اثر عدم اطلاع عاملین بعدی از اصول صحیح کشاورزی، مجدداً شور و غیر قابل استفاده شده است.

— انسان بر اثر قطع بی‌رویه اشجار، چرای بیش از حد و بی‌موقع دام در مراتع، کندن بوته‌ها و درخت‌ها به عنوان ماده سوختنی و غیره و نیز کاشتن گیاهان وجینی مانند چغندر، پنبه و غیره در سال‌های متمادی، موجب کاهش یا نابودی پوشش زنده خاک و هوموس یعنی مهمترین عامل حفظ‌کننده خاک شده است که نتیجه نهایی آن فرسایش شدید خاک می‌باشد. اثرهای مخرب فرسایش در کاهش حاصلخیزی خاک‌ها، پرشدن سریع سدها، کم شدن ذخیره آبی کشور، متغیر بودن میزان آب‌های سطحی، بروز فصول کم آبی و همچنین پیشروی کویرها، مدفون گشتن مزارع و منازل زیر شن‌های روان و خلاصه در تخریب وضعیت طبیعی، اقتصادی و اجتماعی ظاهر می‌شود.

در این کتاب سعی شده عوامل محدودکننده رشد گیاه (عوامل خاکی) مورد بررسی قرار گیرد و روش‌های نوین آبیاری به همراه بهره‌برداری بهینه از خاک ترویج شود.



هدف کلی کتاب

شناخت خصوصیات آب و خاک و روش های تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ها و روش های آبیاری.

تذکر : کلیه دستورالعمل های آزمایشگاهی و صحرایی در متن کتاب به منظور اجرای عملیات مربوطه می باشد .

بخش اول

خاک

تشکیل خاک

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

- ۱- خاک را تعریف کند.
- ۲- تشکیل خاک را توصیف کند.
- ۳- چهار عامل مؤثر در تشکیل خاک را نام برده و تعریف کند.
- ۴- پروفیل خاک را تعریف کند.
- ۵- افق‌های خاک را توضیح دهد.
- ۶- طبقات مختلف خاک را توصیف کند.
- ۷- اجزای تشکیل دهنده خاک را تفکیک کند.

خاک چیست؟

کلیات : انسان‌های اولیه تازمانی که مواد غذایی خود را از طریق شکار به دست می‌آوردند چندان توجهی به خاک نداشتند، ولی به تدریج که کشت و دامپروری جایگزین شکار شده اهمیت خاک نیز افزایش یافته است. این تغییر در حدود ۹۰۰۰ سال پیش در کوه‌های زاگرس و حوالی خوزستان و قسمتی از عراق امروزی بین رودخانه‌های دجله و فرات صورت گرفته و در واقع اولین انقلاب کشاورزی از سرزمین ما آغاز گردیده است. در حقیقت در آن هنگام خاک‌های حاصلخیز و مسطح حاشیه رودخانه‌ها و مصب آن‌ها مورد توجه بوده است. با نگاهی به تاریخ در می‌یابیم که تمدن‌های قدیمی و باستانی نیز اکثراً در همین مناطق به وجود آمده‌اند. افزایش جمعیت و نیاز به مواد غذایی به تدریج باعث گردید اراضی جنگلی و شیبدار نیز برای تولید گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرند.

با این مطالب نتیجه می‌گیریم در ابتدا خاک به‌عنوان محیط کشت گیاهان مورد توجه آدمیان بوده و از آن زمان به بعد از دیدگاه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته و تعاریف مختلفی برای آن شده است.

خاک زیرپای ما ماده اصلی حیات می‌باشد، خاک نه تنها محیط مناسبی جهت رشد گیاه محسوب می‌شود بلکه به‌عنوان یک محیط زنده بسیاری از مواد زائد و آلوده‌کننده محیط را تجزیه می‌نماید، در ضمن مواد لازم برای ساختن پناهگاه و مسکن و جاده‌ها و سدها را نیز فراهم می‌آورد.

تعریف خاک: خاک به مفهوم متداول عبارت است از محیط طبیعی رشد گیاهان. ولیکن این ماده از دیدگاه‌های مختلف تعاریف متفاوتی دارد. آنچه از نظر کشاورزی خاک محسوب می‌شود از نظر یک زمین‌شناس می‌تواند سنگ نرم‌شده و از نظر مهندس ساختمان «زمین» و از نظر اقتصادی اراضی تعریف شود. تعاریف زیر نمونه‌هایی از تعاریف عنوان‌شده برای خاک می‌باشد.

– خاک بالاترین سطح تخریب لیتوسفر بوده و با پذیرفتن موجودات زنده و ارتباط با آب و هوای محلی از تغییر شکل سنگ‌ها در اثر عوامل زمین‌شناسی نتیجه می‌شود. (رامان، خاکشناس آلمانی).

– خاک محصول تغییر شکل یافته پوسته جامد زمین بوده در اثر سکونت و فعالیت موجودات زنده و تأثیر عوامل محیطی یک ناحیه بیولوژیکی به وجود می‌آید (کوبینا).

– خاک به مجموعه فعالی گفته می‌شود که در حدفاصل اتمسفر و قشر جامد زمین تشکیل گردیده و از اثر مشترک آب و هوا، گیاهان و جانوران بر سنگ‌ها پدید می‌آید و پس از تکامل تدریجی به حال تعادل می‌رسد.

تعاریف فوق همگی اثبات می‌نمایند که امروزه خاک یک محیط بی‌جان و ثابت و محدود به چند سانتی‌متر مورد استفاده گیاهان با خواص فیزیکی و شیمیایی معین به حساب نمی‌آید بلکه همانند یک ترکیب پیچیده و پویا است که تحت تأثیر عوامل محیط به وجود آمده و تکامل می‌یابد و در طول زمان موادی به آن اضافه شده و یا از آن خارج شده و یا تغییر شکل می‌یابد.

کانی‌های سازنده پوسته جامد زمین

آیا سطح کره زمین از آغاز خلقت به همین شکل بوده است؟ چه عللی موجب تغییر شکل سطح بیرونی پوسته جامد زمین شده است؟...

سؤالاتی از این قبیل ما را به فکر وا می‌دارد و پاسخ به آن‌ها می‌تواند جوابگوی این سؤال باشد که: خاک چگونه به وجود آمده است؟

برای جواب به این سؤال لازم است از مشخصات پوسته جامد زمین و سنگ‌های موجود در آن آگاهی پیدا کنیم.

کره زمین در ابتدا به صورت توده مذابی بوده که با سرد شدن تدریجی سطح خارجی آن سفت و سخت شده به صورت پوسته جامد (لیتوسفر) در آمده است. در این پوسته جامد که در زیر اقیانوس‌ها حداکثر ۱۰ کیلومتر و در زیر خشکی‌ها حداکثر ۴۰ کیلومتر ضخامت دارد سه نوع سنگ وجود دارد.

۱- سنگ‌های آذرین: که از سرد شدن مواد مذاب آتشفشان به وجود می‌آیند.

۲- سنگ‌های رسوبی: که از تراکم شدن و تجمع رسوبات تشکیل می‌گردد.

۳- سنگ‌های دگرگونی: که در اثر دما و فشار از سنگ‌های آذرین و رسوبی به دست

می‌آیند.

سنگ‌ها از اجتماع کانی‌ها به وجود می‌آیند به عبارت دیگر از کنار هم قرار گرفتن کانی‌ها سنگ

تشکیل می‌شود.

کانی عبارت است از مواد معدنی با ترکیب شیمیایی معین و با خصوصیات فیزیکی نظیر شکل،

سختی، نقطه ذوب، رنگ معلوم و مشخص. شکل ۱-۱ یک نوع کانی به نام آپاتیت را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱

عناصر شیمیایی سازنده پوسته زمین

کانی‌ها از عناصر شیمیایی مختلف به وجود می‌آیند در حقیقت از اجتماع عناصر شیمیایی کانی‌های مختلف تشکیل می‌شود. حدود ۹۳ عنصر شیمیایی در لیتوسفر وجود دارد. جدول ۱-۱ عناصر موجود در پوسته جامد و درصد تقریبی هر یک از آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱- درصد عناصر سازنده پوسته جامد زمین

عناصر	درصد	اکسید عنصر	درصد
اکسیژن	۴۶/۵	—	۵۹/۰۷
سیلیسیم	۲۷/۶	SiO _۲	۱۵/۲۲
آلومینیم	۸/۱	Al _۲ O _۳	۳/۱۰
آهن	۵/۱	Fe _۲ O _۳ , FeO	۵/۱۰
کلسیم	۳/۶	CaO	۳/۴۵
منیزیم	۲/۱	MgO	۳/۷۱
سدیم	۲/۸	Na _۲ O	۳/۱۱
پتاسیم	۲/۶	K _۲ O	۱/۰۳
تیتانیم	۰/۶	TiO _۲	۰/۳۰
فسفر	۰/۱۲	P _۲ O _۵	۰/۱۱
منگنز	۰/۰۹	MnO	—
گوگرد	۰/۰۶	—	۱/۳۰
کلر	۰/۰۵	Cl _۲ O	—
کربن	۰/۰۴	—	—

همان‌گونه که مشاهده می‌شود فراوان‌ترین عنصر تشکیل‌دهنده پوسته زمین اکسیژن می‌باشد. سیلیسیم و آلومینیم و آهن به ترتیب مقام‌های بعدی را اشغال می‌کنند.

عوامل مؤثر در تشکیل خاک

سطح بیرونی پوسته جامد زمین به علت تماس دائم با هوا و آب تغییرات زیادی را متحمل گردیده که نتیجه آن تغییر و تبدیل تدریجی مواد سخت و محکم (سنگ‌ها) به مواد سست و نرم (خاک‌ها) می‌باشد. چنین تغییر و تحولی به‌کندی صورت می‌پذیرند و برای انجام آن پدیده‌ها و فرآیندهای مختلفی دخالت می‌نمایند که به‌طور کلی هواپدگی نامیده می‌شود.

«هوادیدگی عبارت است از تجزیه و تخریب سنگ‌ها و کانی‌ها و تبدیل آن‌ها به خاک»

عوامل مؤثر در هوادیدگی که نتیجه آن تشکیل خاک می‌باشد، عبارتند از :

الف) عوامل فیزیکی (ج) عوامل زیستی

ب) عوامل شیمیایی (د) عامل زمان

الف) عوامل فیزیکی : این عوامل موجب خرد شدن سنگ‌ها و تبدیل آن‌ها به قطعات کوچک‌تر

می‌شود بدون آن‌که خواص شیمیایی آن‌ها تغییر نماید. در حقیقت این اولین مرحله تشکیل خاک به حساب می‌آید و عبارتند از :

۱- یخبندان : چون یخ‌زدن آب با افزایش حجم همراه است این عامل می‌تواند در مناطق کوهستانی و مرتفع موجب ترکیدن سنگ‌ها و از هم پاشیده شدن آن‌ها از یکدیگر بشود.

۲- گرم شدن غیریکنواخت : در مناطق بیابانی و کوهستانی درجه حرارت بین روز و شب تغییر شدیدی دارد، در نتیجه قسمت بیرونی سنگ‌ها گرم‌تر از قسمت درونی آن‌ها گردیده باعث انبساط کانی‌های موجود در سطح سنگ‌ها شده در نهایت منجر به خرد شدن سنگ‌ها می‌شود.

۳- فشار مکانیکی ریشه گیاهان : ریشه گیاهان ضمن نفوذ در شکاف و درز سنگ‌ها و با رشد خود سنگ‌ها را متلاشی می‌نماید.

۴- نیروی حاصل از رشد بلورهای نمک : در مناطق خشک بعضی از املاح در اثر جذب آب افزایش حجم داشته در نتیجه نیروی لازم جهت شکاف برداشتن سنگ‌ها را فراهم می‌آورند.

۵- انرژی حرکتی آب و باد و یخچال و نیروی ثقل : قطعات خرد شده سنگ‌ها، حاصل از پدیده‌های فوق به کمک آب‌های جاری، باد، یخچال‌ها و بهمن حمل گردیده و یا در اثر نیروی ثقل خود به پایین کوه‌ها سقوط می‌نمایند در نتیجه ریزتر و خردتر می‌شوند.

ب) عوامل شیمیایی : در اثر این عوامل جنس مواد و خواص شیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها تغییر می‌نماید. بنابراین هرچه سنگ‌ها ریزتر باشند هوادیدگی شیمیایی در آن‌ها بیشتر اتفاق می‌افتد. چرا؟ پدیده‌های شیمیایی در خاک شگفت‌انگیز نیستند و در اثر آن‌ها ساختار اصلی کانی‌ها تغییر یافته و کانی‌های جدید حاصل می‌شود. عوامل شیمیایی مؤثر در تشکیل خاک عبارتند از :

۱- حل شدن : آب خالص بعضی املاح را در خود حل کرده و فرآورده‌های حاصل را جابه‌جا می‌کند. نمک طعام^۱ و گچ^۲ به راحتی در آب حل می‌شوند. در آب همیشه مقداری CO_۲ وجود دارد

۱- NaCl هالیت

۲- CaSO_۲ ژبیس

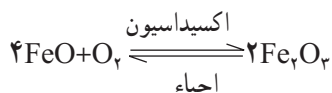
در نتیجه قابلیت حل بیشتری دارند. چرا؟ بنابراین بعضی از املاح نظیر آهک^۱ که در آب خالص حل نمی‌شوند در آب CO_۲ دار به راحتی حل می‌شوند.

۲- هیدرولیز: قسمتی از آب در حالت طبیعی یونیزه شده به یون‌های H⁺ و OH⁻ تبدیل می‌شوند.



یون هیدروژن به علت داشتن قطر کوچک می‌تواند به راحتی جانشین یون‌های فلزی سنگ‌ها شده آن‌ها را آزاد نماید.

۳- عمل اکسیداسیون و احیاء: در سنگ‌های دارای آهن و منگنز این پدیده باعث تخریب و تجزیه سنگ‌ها و کانی‌ها می‌شود یعنی ترکیبات با آهن دوظرفیتی در مجاورت اکسیژن به آهن سه‌ظرفیتی اکسید می‌شود. در اثر این واکنش اساس ترکیب به هم خورده کم و بیش تخریب می‌شود.



۴- هیدراسیون یا آگیری: اضافه شدن مولکول آب به بعضی از کانی‌ها هیدراسیون نامیده می‌شود. مثلاً اکسید آهن سه‌ظرفیتی^۲ به رنگ سرخ، در اثر جذب آب به کانی زرد رنگی^۳ تبدیل می‌شود. این کانی با جذب آب متورم شده به تدریج متلاشی می‌شود.

۵- کربناسیون یا کربناته شدن: در اثر ترکیب گاز CO_۲ با آب، اسید کربنیک ناپایداری ایجاد شده و این اسید تخریب سنگ‌های آهکی را سرعت می‌بخشد.

ج) عوامل زیستی: فعالیت موجودات ریز و درشت زنده در خاک از قبیل جلبک‌ها، قارچ‌ها، گل سنگ‌ها، نماتدها، باکتری‌ها، کرم‌ها، گیاهان عالی و انواع جانوران با ترشحات خود یا فرایند جذب و دفع باعث تشکیل و تکامل خاک می‌شوند.

د) عامل زمان: زمان به تنهایی عامل مؤثر تشکیل خاک نیست بلکه در طول زمان عوامل مؤثر فیزیکی، شیمیایی و زیستی در تشکیل و تحول خاک اثر می‌کنند. به‌طور کلی زمان لازم برای اثر عوامل یادشده بسیار طولانی است و بستگی به نوع و ماهیت مواد مادری، نوع اقلیم و شکل زمین دارد.

۱- کلسیت CaCO_۲

۲- همانیت Fe_۲O_۳

۳- لیمونیت Fe_۲O_۳ · ۳H_۲O

پروفیل خاک

همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد سنگ‌ها در مجاورت هوا و آب و تحت تأثیر عوامل جوی و موجودات زنده و عوامل فیزیکی و شیمیایی تغییراتی را متحمل گردیده به تدریج خاک به وجود می‌آید. خاک حاصل نیز دائماً در حال تغییر و تحول بوده به عبارت دیگر در حال تکامل می‌باشد. ضمن تکامل امکان دارد مواد جدیدی در خاک به وجود آید و یا موادی از خاک انتقال یابد. مثلاً در اثر آبیاری زیاد بخشی از مواد موجود در سطح خاک به طبقات پایین ترمی‌رود و یا در اثر تبخیر شدید در نواحی خشک بعضی از مواد محلول به سمت بالا می‌آیند. در نتیجه فعالیت‌های یادشده به تدریج در خاک لایه‌ها و طبقاتی تشکیل می‌شود که از نظر جنس و رنگ و ضخامت با یکدیگر تفاوت دارند. در این صورت بین خاک جوان و جدید و خاک متکامل و رسیده از نظر ظاهری اختلاف وجود دارد.

این لایه‌ها را در خاک‌شناسی افق^۱ می‌نامند و برشی از مجموع افق‌ها را نیمرخ خاک یا پروفیل خاک می‌گویند.

پروفیل (نیمرخ خاک)^۲

پروفیل یا نیمرخ عبارت است از گودالی به عمق $1/5$ متر و طول ۲ متر و با عرضی که یک نفر به راحتی در آن نمونه‌برداری کند. در مطالعه خاک‌شناسی ابتدا پروفیل را حفر کرده و سپس برحسب افق‌های موجود، از هر افق نمونه‌ای به وزن حدود ۲ کیلوگرم به‌طور جداگانه تهیه و به آزمایشگاه ارسال می‌شود.

انواع افق‌های خاک

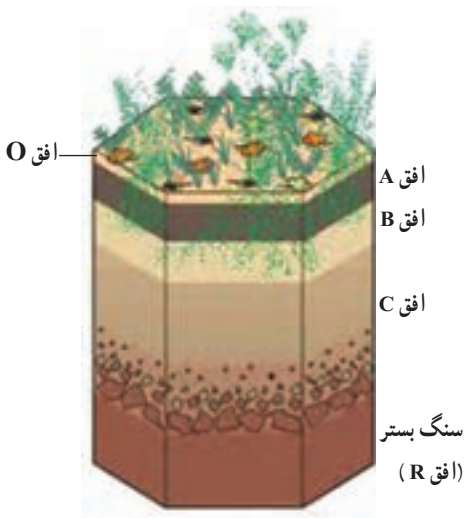
معمولاً افق‌ها را از سطح خاک تا سنگ بستر با حروف لاتین نمایش می‌دهند و دارای انواع زیر می‌باشد.

افق O: سطحی‌ترین لایه خاک بوده معمولاً دارای بقایای تجزیه‌شده و تجزیه‌نشده گیاهان می‌باشد.

افق A: زیر افق O وجود داشته و در صورت نبودن افق O در سطح خاک قرار می‌گیرد. رنگ این افق به علت تجمع مواد آلی تجزیه‌شده و اختلاط آن با مواد معدنی تیره بوده و از نظر مواد غذایی و اکسیژن غنی‌تر از سایر افق‌ها می‌باشد.

۱- Horizon

۲- Profile



شکل ۱-۲- افق‌های موجود در یک خاک

افق B : زیر افق A قرار داشته به‌طور معمول تجمع مواد شسته‌شده از طبقه A بوده به همین علت افق ذخیره نیز نامیده می‌شود.

افق C : زیر افق B قرار گرفته و معمولاً محتوی سنگ‌هایی که خاک از آن‌ها تشکیل یافته می‌باشد.

افق R : سنگ‌های پوسته زمین که به آن‌ها سنگ بستر نیز می‌گویند.

در علم خاکشناسی خاک‌ها را براساس مشخصات نیم‌رخ یا پروفیل خاک و سایر عوامل مانند : اقلیم، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی و ... طبقه‌بندی می‌کنند.

کار شماره ۱ : مطالعه نیم رخ خاک

همراه با مربی خود گودالی به ابعاد تعریف شده برای مطالعه نیم‌رخ حفر کرده و افق‌های آن را مطالعه کنید.

در اصطلاح عامیانه خاک به دو طبقه تقسیم می‌شود خاک سطح‌الارض و خاک تحت‌الارض.

۱- خاک سطح‌الارض : قسمتی از خاک سطحی را که بیشتر فعالیت‌های کشاورزی در آن انجام می‌گیرد و معمولاً خلل و فرج بیشتری دارد و ریشه گیاهان در آن رشد و نمو می‌نمایند خاک سطح‌الارض یا بالایی نامیده می‌شود. از نظر علمی این بخش خاک مجموعه افق‌های O، A، و بخش فوقانی افق B خاک می‌باشد. هر چه ضخامت خاک سطح‌الارض بیشتر باشد از نظر زراعی ارزش بیشتری دارد.

۲- خاک تحت‌الارض : در زیر خاک سطح‌الارض قرار داشته معمولاً متراکم و فشرده بوده و ریشه گیاهان زراعی در آن کمتر یافت می‌شود. در این بخش به‌علت عدم وجود اکسیژن و فشرده‌بودن خاک، موجودات ذره‌بینی فعالیت چندانی ندارند و در اصطلاح علمی شامل افق C و بخش زیرین افق B می‌باشد. خاک تحت‌الارض یا زیرین استعداد تولید گیاهان را نداشته و از نظر زراعت اهمیت چندانی ندارد.



شکل ۳-۱- نمایش خاک سطح الارض و تحت الارض

عمق خاک‌های زراعی

در زراعت منظور از عمق خاک ضخامت خاک سطح الارض می‌باشد. هرچه ضخامت خاک سطح الارض بیشتر باشد خاک عمیق‌تر و هرچه این ضخامت کمتر باشد خاک کم‌عمق‌تر خواهد بود. بدیهی است خاک‌های زراعی باید عمیق باشند. در خاک‌های مناطق کوهستانی به‌علت وجود شیب و اثر پدیده فرسایش، خاک سطح الارض بسیار کم‌عمق و در عوض در مناطق پست و مسطح عمق آن بیشتر می‌باشد. در خاک‌هایی که ضخامت سطح الارض کم است در صورت امکان، با استفاده از ادوات کشاورزی و با مرور زمان می‌توان به عمق شخم افزود و از این طریق ضخامت سطح الارض را افزایش داد. به‌طور کلی اگر ضخامت سطح الارض بیش از ۵۰ سانتی‌متر باشد خاک عمیق و اگر بین ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر باشد متوسط عمق و اگر کمتر از ۲۵ سانتی‌متر باشد خاک کم‌عمق نامیده می‌شود.

مزایای خاک‌های عمیق

عمیق بودن خاک یکی از خصوصیات خاک‌های زراعی خوب محسوب می‌شود. بین عمق خاک و میزان محصول و رشد گیاهان رابطه مستقیم وجود دارد. مزایای خاک‌های عمیق به‌طور خلاصه عبارتند از:

۱- در خاک‌های عمیق امکان جذب آب و مواد غذایی به دلیل گسترش ریشه بیشتر می‌باشد.

۲- در اثر افزایش جذب عناصر غذایی، رشد و نمو گیاه بیشتر بوده میزان محصول افزایش می‌یابد.

اجزای تشکیل‌دهنده خاک

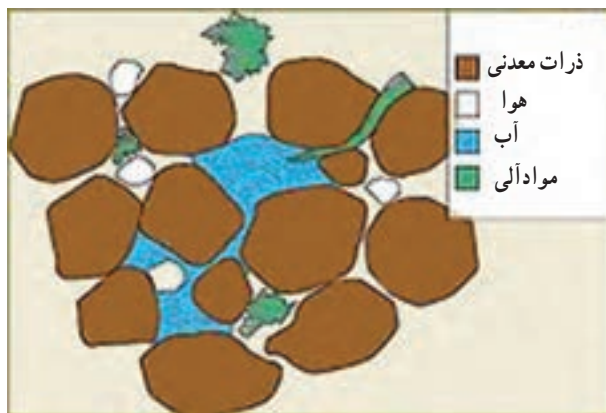
آیا تاکنون به خاک‌های اطراف خود به‌دقت نگاه کرده‌اید؟ آیا فکر کرده‌اید خاک از چه قسمت‌هایی درست شده است؟

خاک ترکیب پیچیده‌ای است که وظیفه نگهداری گیاهان را به‌عهده داشته و تأمین‌کننده آب و مواد غذایی برای آن‌ها می‌باشد، از سوی دیگر هوای لازم برای نگهداری و رشد موجودات زنده خاک و تنفس ریشه را تأمین می‌کند. بنابراین شناسایی خاک و توجه به آن ضروری می‌باشد. خاک شامل ۲ بخش عمده می‌باشد:

الف) بخش جامد خاک

ب) بخش خلل و فرج خاک

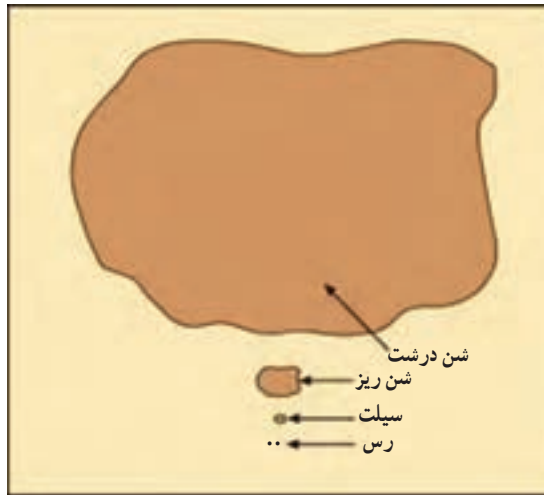
شکل ۴-۱ بخش جامد و خلل و فرج خاک را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱- نمایش قسمت‌های مختلف خاک

الف) بخش جامد خاک

۱- مواد معدنی: شامل کانی‌های حاصل از تخریب و تجزیه سنگ‌ها بوده که به‌صورت اصلی یا تغییر شکل یافته می‌تواند وجود داشته باشد. مواد معدنی بخش جامد خاک شامل شن، سیلت و رس می‌باشد (شکل ۵-۱).



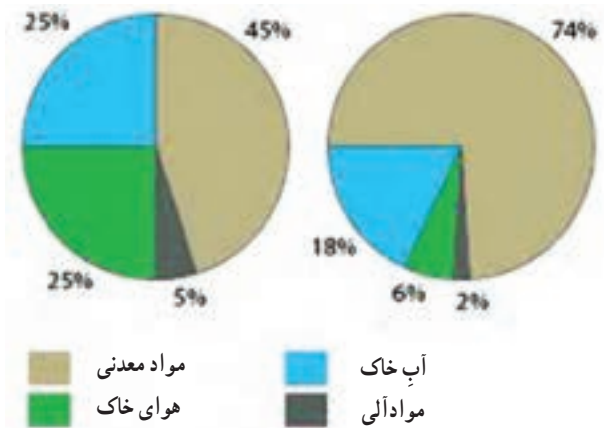
شکل ۱-۵ اجزای معدنی خاک (به اندازه مقایسه‌ای آن‌ها توجه کنید).

ذرات بسیار ریز رس تحت عنوان کلوئید معدنی خاک‌ها شناخته می‌شوند. این گونه ذرات بسیاری از مواد غذایی مورد نیاز گیاه و آب را در سطح خود نگهداری کرده به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

۲- مواد آلی: جانداران ریز و درشتی که در خاک زندگی می‌کنند (کرم‌ها، موربانه‌ها، حشرات، جلبک‌ها، قارچ‌ها و غیره) همگی در اثر فعالیت خود باعث به وجود آمدن مواد آلی در خاک می‌شوند. به عنوان مثال باکتری‌ها و قارچ‌ها باعث پوسیدگی بقایای گیاهان در خاک شده مواد آلی بسیار ریزی به نام هوموس تولید می‌کنند. این مواد با جذب آب و نگهداری مواد غذایی باعث به هم چسبیدن ذرات معدنی خاک می‌شوند. هوموس نیز به علت بسیار ریز بودن از کلوئیدهای آلی خاک محسوب می‌شود.

ب) بخش خلل و فرج: فضاهای خالی بین ذره‌ها، خلل و فرج خاک محسوب شده، هوا و آب مورد نیاز گیاهان را در خود جای می‌دهد. در خاکی که فضای خالی یا خلل و فرج کم باشد گیاهان قادر به رشد نخواهند بود. چرا؟

به‌طور کلی در یک خاک خوب ۵۰ درصد مواد جامد و ۵۰ درصد خلل و فرج وجود دارد. شکل ۱-۶ ساختار حجمی یک چنین خاکی را نشان می‌دهد. بین حجم آب و حجم هوا ارتباط معکوس برقرار است. به این معنی که با افزایش حجم آب از حجم هوا کاسته می‌شود.



شکل ۶-۱- نمایش اجزای تشکیل دهنده خاک (لوم)

ذرات خاک بسته به طرز قرارگرفتن انواع مختلفی از خلل و فرج را تولید می نمایند که از نظر اندازه به سه دسته تقسیم می شوند :

– خلل و فرج درشت : خلل و فرجی هستند که آب در آن ها با نیروی وزن (جاذبه) حرکت کرده و محل ذخیره هوا در خاک می باشند.

– خلل و فرج متوسط : این منافذ بیشتر در انتقال و هدایت آب کارایی دارد.

– خلل و فرج ریز : فضاهایی است که آب را در خود نگه داشته که آن را در موقع لزوم در اختیار گیاه قرار می دهد.

آزمایش ۱ :

یک تکه خاک را با ذره بین قوی به دقت مورد بررسی قرار دهید.

- ۱- آیا اندازه ذرات تشکیل دهنده با یکدیگر اختلاف دارند.
- ۲- آیا خلل و فرج موجود در بین ذرات دیده می شوند.
- ۳- اگر این خاک را تحت فشار قرار دهیم خلل و فرج کم می شود یا زیاد؟

آزمایش ۲ :

یک تکه خاک خشک را به آرامی در آب بیندازید به دقت نگاه کنید.

- ۱- حباب های خارج شده قبلاً در کدام جزء خاک بوده اند؟
 - ۲- با خارج شدن حباب ها به حجم کدام جزء خاک اضافه می شود؟
- با انجام این آزمایش ها اجزاء تشکیل دهنده خاک را بهتر خواهیم شناخت.

- ۱- چرا خاک پویا (دینامیک) است؟
- ۲- آیا خاک یک ماده بی‌جان است؟ چرا؟
- ۳- پروفیل خاک را تعریف کنید؟
- ۴- به چه نوع خاک‌هایی عمیق می‌گوییم؟
- ۵- عامل مهم هوازدگی در مناطق مرطوب کدام است؟ به چه دلیل؟
- ۶- اثر موجودات زنده در تشکیل خاک چگونه است؟
- ۷- راه‌های کاهش خلل و فرج خاک‌ها را توضیح دهید؟

روش‌های تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی خاک‌ها

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

- ۱- زمین را برای نمونه‌برداری قطعه‌بندی کند.
- ۲- از اعماق مختلف خاک نمونه‌برداری کند.
- ۳- مشخصات کارت نمونه را پر کرده و روی نمونه نصب کند.
- ۴- با انواع الک‌های مورد استفاده در دانه‌بندی نمونه آشنا شده و آن‌ها را به کار

ببرد.

- ۵- بافت خاک را توضیح دهد.
- ۶- بافت خاک را به روش لمسی تخمین بزند.
- ۷- بافت خاک را به روش هیدرومتری تعیین کند.
- ۸- ساختمان خاک را توضیح دهد.
- ۹- چسبندگی خاک را توضیح دهد.
- ۱۰- وزن مخصوص ظاهری خاک را تعیین کند.
- ۱۱- وزن مخصوص حقیقی خاک را تعیین کند.
- ۱۲- تأثیر آب و هوا را در رنگ خاک توضیح دهد.
- ۱۳- عوامل مؤثر در دمای خاک را نام ببرد.
- ۱۴- اثر دمای خاک در فعالیت‌های میکروبی را تعریف کند.
- ۱۵- اثر دمای خاک را در تحول خاک بیان کند.
- ۱۶- درجه حرارت خاک را تعیین کند.

روش نمونه برداری از خاک

مقدمه: برای این که از دو نعمت آب و خاک به طور اصولی برای افزایش تولیدات زراعی استفاده شود، شناسایی همه جانبه خاک مزرعه، از ضروریات است، زیرا تنظیم هر نوع برنامه و عملیات زراعی از قبیل برنامه های کوددهی، انتخاب نوع زراعت، نحوه انجام عملیات تهیه زمین و روش های آبیاری، به خواص خاک مزرعه بستگی دارد.

برای شناسایی خاک اولین مرحله، نمونه برداری صحیح از خاک است تا در مراحل بعدی با تجزیه ها و آزمایش های لازم، خصوصیات خاک شناخته شود. بنابراین به منظور اعمال توصیه های دقیق تر در مورد بهره برداری صحیح از خاک هر مزرعه، لازم است خاک همان مزرعه به طور جداگانه نمونه برداری و تجزیه و تفسیر شود تا بتوان با دقت بیشتری نسبت به راهنمایی زارعین اقدام کرد.

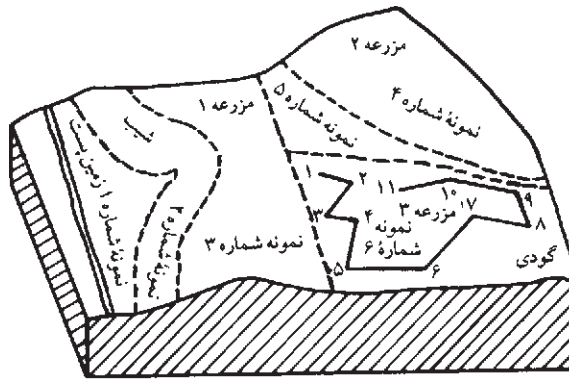
نکاتی که باید در نمونه برداری از خاک رعایت کرد: قبل از انجام عملیات نمونه برداری از خاک ابتدا باید هدف و نوع کاری که قرار است انجام گیرد، مشخص شود.

در نمونه برداری به منظور ارزیابی حاصلخیزی خاک باید نوع بهره برداری (زراعت، باغبانی، جنگل و مرتع) مشخص شود، سپس اقدام به جمع آوری اطلاعات اولیه و تهیه نقشه اراضی کرد که در صورت عدم وجود نقشه و یا در دسترس نبودن آن می توان با تهیه کروکی وضعیت محل نمونه برداری را مشخص کرد. برای تعیین درصد رطوبت بایستی نمونه انتخاب شده بلافاصله در یک پوشش مناسب قرار گرفته و به آزمایشگاه تحویل داده شود.

عمق نمونه برداری: عمق نمونه برداری بستگی به نوع بهره برداری (نوع کشت) دارد. در مواردی که نوع کشت از گیاهانی با ریشه های عمیق نباشد، برداشت نمونه خاک از عمق ۳-۵ سانتی متر و در گیاهان زراعی که ریشه نسبتاً عمیق دارند از دو عمق ۳-۵ و ۶-۳ سانتی متر صورت می گیرد. اما در درختکاری از عمق های ۹-۶ و ۱۲-۹ سانتی متری نیز برداشت صورت می گیرد.

□ کار شماره ۱

قطعه بندی زمین: نمونه خاک باید دقیقاً بیانگر وضعیت خاک مزرعه باشد. اگر مزرعه یا زمین مورد نمونه برداری غیر یکنواخت باشد، باید از هر قطعه متمایز جداگانه نمونه برداری کرد. نقشه یا کروکی زمین را هم باید نمایش داد (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- قطعه‌بندی زمین اصلی

انواع نمونه :

۱- نمونه دست نخورده : نمونه حالت و ساختار طبیعی خود را حفظ می‌کند.

۲- نمونه دست خورده : حالت و ساختار طبیعی نمونه به هم می‌خورد.

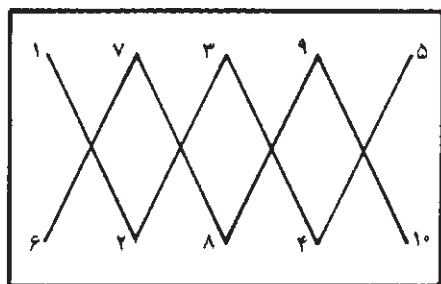
تعداد نمونه اصلی یا نهایی : تعداد نمونه نهایی بستگی به یکنواختی و غیر یکنواختی خاک و نیز مساحت زمین دارد. در صورتی که زمین در مساحت ۱۵ هکتار، خاک یکنواخت داشته باشد، در ازای هر ۱۵ هکتار زمین یکنواخت یک نمونه نهایی تهیه می‌شود، بدیهی است در صورت غیر یکنواختی باید از هر کدام از قطعات غیر یکنواخت کوچکتر از مقدار فوق هم نمونه نهایی تهیه کرد.

مقدار نمونه اصلی یا نهایی : برای کلیه آزمایش‌ها یک الی دو کیلوگرم خاک کافی است. (برای مواردی که بررسی خاک دست نخورده لازم است باید خاک دست نخورده را جداگانه برداشت کرد). **زمان برداشت نمونه :** بهترین موقع نمونه‌برداری وقتی است که زمین از نظر رطوبت در حالت گاورو باشد تا به راحتی بتوان نمونه‌های فرعی را با هم مخلوط کرد.

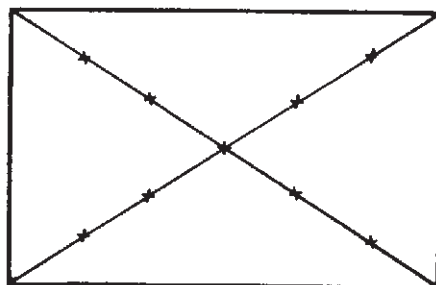
چگونگی و نحوه نمونه‌برداری : پس از قطعه‌بندی زمین و مشخص کردن قطعات غیر یکنواخت، قطعات یکنواخت را نیز به قطعات ۱۵ هکتاری (حداکثر) تقسیم کرده و حدود آن‌ها را مشخص می‌کنیم. سپس از هر یک از قطعات به‌طور جداگانه به یکی از دو روش زیگزاگ و یا مستطیلی (شکل ۲-۲) از نقاط مختلف به فاصله ۲۵ متر نمونه‌برداری می‌کنیم. نمونه‌ها را در داخل سطل پلاستیکی ریخته و با هم مخلوط می‌کنیم. سپس از این مخلوط حدود ۲ کیلوگرم خاک به عنوان نمونه اصلی یا نهایی هر قطعه کمتر از ۱۵ هکتار در نظر گرفته، در کیسه پلاستیکی می‌ریزیم.

نمونه برداری باید به صورتی انجام شود که در نهایت نمونه اصلی بیان‌کننده خصوصیات واقعی

قطعه مربوطه باشد. تعداد نمونه‌های فرعی در هر قطعه کمتر از ۱۵ هکتار حداقل باید از ۱۴ نقطه باشد.



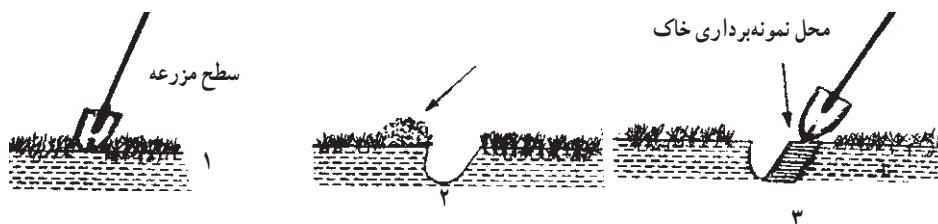
روش زیگزاگ



روش مستطیل

شکل ۲-۲- روش‌های نمونه‌برداری از خاک

تذکر: یکی از نکات مهمی که باید در نمونه برداری مورد توجه قرار گیرد این است که از نقاطی که آغشته به کودهای حیوانی یا شیمیایی یا بقایای گیاهی و مواد غیر خاک (مانند خاکستر و غیره) باشد، نباید نمونه برداری کرد. در زمین‌هایی که پوشیده از گیاهان سبز مرتعی هستند، ابتدا باید بخش زنده خاک را کنار زده، سپس اقدام به نمونه برداری کرد (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- آماده کردن سطح خاک برای نمونه برداری از سطح الارض

کارت نمونه خاک: برای هر نمونه اصلی یک کارت نمونه در داخل کیسه و یک عدد روی کیسه نمونه خاک الصاق می‌شود که در روی این کارت کلیه مشخصات خاک، قید می‌شود.

۱- نام محل :	۵- تاریخ و عمق نمونه برداری :
۲- شماره نمونه :	۶- بافت خاک :
۳- شماره پروفیل :	۷- سابقه کشت :
۴- نام و نام خانوادگی نمونه بردار :	۸- توضیحات :

شکل ۲-۴- مشخصات کارت نمونه خاک

برگ اطلاعات مربوط به نمونه خاک : همراه هر نمونه خاک، مشخصات منطقه نمونه برداری شده نیز به طور کامل و دقیق باید در روی فرم های مخصوصی یادداشت شود. این فرم ها غیر از کارت هایی است که به نمونه خاک زده می شود. و می توان آن ها را از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه کرد.

نمونه برگ اطلاعات مربوط به نمونه خاک

نام و نام خانوادگی : نام مزرعه :
 آدرس : نام استان :
 تاریخ نمونه برداری : نام شهر یا ده :

۱- اطلاعات مربوط به وضع فعلی زمین (در مواردی که ممکن است فقط با(بله یا خیر) جواب دهید).

شماره مزرعه	شماره نمونه	مساحت مزرعه بر حسب هکتار	وضع زمین	شپیدار گود مسطح غیره	مشکلات			
					شخم زدن مشکل است	زه آب خوب نیست	زمین خشک است	غله در رس می کند غیره

۲- تاریخچه مصرف کودهای شیمیایی و حیوانی در زمین

شماره مزرعه	کودهای شیمیایی			کودهای حیوانی		کودهای دیگر	
	سال	نوع کود	مقدار مصرف بر حسب کیلوگرم	سال	مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار	سال	مقدار

۳- تاریخچه زراعت در زمین

شماره مزرعه	زراعت دو سال پیش	زراعت سال گذشته	نوع زراعتی که در سال جاری در نظر دارند بکارند

وسایل نمونه برداری از خاک : این وسایل شامل : بیل، بیلچه، کارد مخصوص، سیلندر فلزی، مته یا اُگر، کیسه های نایلونی، کارت نمونه و نخ هستند.
اُگر یا مته وسیله ای است که به وسیله آن می توان از اعماق مختلف خاک بدون کندن پروفیل، نمونه برداری کرد و انواع مختلفی دارد که بسته به نوع منطقه و نوع خاک (از نظر رطوبت، عمق و بافت خاک)، کاربرد آن ها متفاوت است (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲- انواع مته ها

□ کار شماره ۲ : محاسبه درصد سنگریزه

وسایل مورد نیاز : الک ۲ میلی متری، ترازو، غلطک، کاغذ روزنامه.
هنرجویان موظفند کلیه مراحل نمونه برداری خاک را عملاً انجام دهند.

۱- خشک کردن نمونه ها : نمونه های نهایی را می توان قبل از تحویل به آزمایشگاه در اتاق

محفوظی بر روی روزنامه یا پلاستیک پهن و خشک کرد. برای خشک کردن نمونه‌ها نباید از تابش مستقیم نور خورشید و یا حرارت دادن استفاده کرد، ضمناً باید دقت کرد که مواد خارجی با نمونه خاک مخلوط نشده و کارت نمونه‌ها با هم عوض نشوند.

۲- آماده کردن نمونه در آزمایشگاه و تعیین درصد سنگریزه آن :

۱-۲- نمونه را پس از خشک کردن وزن می‌کنیم.

۲-۲- با غلطک کلیه کلوخه‌ها را به آرامی نرم می‌کنیم.

۳-۲- خاک نرم شده را چندین مرحله از الکی که قطر سوراخ‌های آن ۲ میلی متر است، عبور می‌دهیم، به طوری که همه خاکدانه‌ها نرم شوند و روی الک منحصراً سنگریزه باقی بماند.

۳- تعیین درصد سنگریزه :

۱-۳- شن و سنگریزه‌ای را که پس از الک کردن‌های متوالی روی الک باقی می‌ماند، وزن

می‌کنیم.

۲-۳- درصد سنگریزه از فرمول زیر محاسبه می‌شود :

$$\% \text{ سنگریزه} = \frac{\text{وزن سنگریزه روی الک}}{\text{وزن کل نمونه خاک}} \times 100$$

بالا بودن درصد سنگریزه بیان‌گر نامرغوب بودن خاک است. اگر این نسبت بیش از ۲۰ درصد باشد، خاک را سنگریزه‌ای (Gravelly) می‌نامند و در صورتی که بیش از ۵۰ درصد باشد، به آن خاک خیلی سنگریزه‌ای (Very-Gravelly) گفته می‌شود.

بافت خاک

تعریف بافت : مقدار نسبی شن، سیلت و رس را در یک نمونه خاک، بافت خاک می‌گویند. بسیاری از عکس‌العمل‌های مهم فیزیکی و شیمیایی خاک رابطه مستقیم با بافت آن دارند و دلیل این امر این است که بافت تعیین‌کننده میزان سطحی است که این گونه عکس‌العمل‌ها در آن صورت می‌گیرد.

تقسیم‌بندی ذرات خاک

ذرات خاک برحسب اندازه و بدون در نظر گرفتن ترکیب شیمیایی، رنگ و سایر خواص گروه‌بندی شده‌اند.

اسامی گروه‌های مختلف ذرات و همچنین قطر آن‌ها و تعداد و سطح آن‌ها در یک گرم در جدول

۲-۱ جمع‌آوری شده است.

جدول ۲-۱-۲- برخی از مشخصات گروه‌های ذرات خاک

گروه ذرات خاک	قطر ذرات میلی‌متر «الف» ^۱	قطر ذرات میلی‌متر «ب» ^۲	تعداد ذرات در یک گرم	سطح یک گرم از ذرات (سانتی‌متر مربع)
شن خیلی درشت	۱-۲	—	۹۰	۱۱
شن درشت	۰/۵-۱	۰/۲-۲	۷۲۰	۲۳
شن متوسط	۰/۲۵-۰/۵	—	۵۷۰۰	۴۵
شن ریز	۰/۱-۰/۲۵	۰/۰۲-۰/۲	۴۶۰۰۰	۹۱
شن خیلی ریز	۰/۰۵-۰/۱	—	۷۲۲۰۰۰	۲۲۷
سیلت	۰/۰۰۲-۰/۰۵	۰/۰۰۲-۰/۰۲	۵۷۷۶۰۰۰	۴۵۴
رس	کوچکتر از ۰/۰۰۲	کوچکتر از ۰/۰۰۲	۹۰،۲۶۰،۸۵۳،۰۰۰	۸،۰۰۰،۰۰۰

اندازه ذرات شن بزرگتر از سیلت بوده بنابراین سطح کمتری را در معرض واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی قرار می‌دهد. اهمیت این ذرات از نقطه نظر ایجاد نقطه اتکاء برای سایر ذرات ریزتر می‌باشد علاوه بر این فضای بین ذرات شن بزرگتر می‌باشد و جریان هوا و زه آب را تسهیل می‌کند.

ذرات سیلت نرم و پودرمانند احساس می‌شوند و خاصیت چسبندگی آن‌ها به یکدیگر کم است و از طرفی مقدار زیادی آب در خود نگه می‌دارند. (خاصیت اخیر در مورد جاده‌سازی خطرانی را نیز در بر دارد زیرا که انجماد آب باعث تخریب و ناهموار شدن جاده‌ها می‌شود).

ذرات رس دارای سطح ویژه بسیار زیاد می‌باشد مقدار قابل توجهی آب و عناصر غذایی جذب سطح کلویدهای رس شده بنابراین ذرات رس در میزان ظرفیت کل آب در خاک و همچنین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان مؤثر می‌باشد. سطح خارجی ذرات رس در یک گرم چندین هزار برابر ذرات سیلت تقریباً یک میلیون برابر ذرات شن درشت می‌باشد.

انواع بافت‌های خاک در سه کلاس خاک‌های سبک، خاک‌های میان‌بافت و خاک‌های سنگین خلاصه می‌شود.

خاک‌های سبک: خاک‌هایی که بیش از ۸۰ درصد شن داشته باشند، خاک سبک نامیده می‌شوند.

۱- سیستم وزارت کشاورزی آمریکا

۲- سیستم بین‌المللی

بافت این خاک‌ها شنی یا شنی‌لومی است.

خاک‌های سبک خواص فیزیکی و شیمیایی خاصی دارند، که مهمترین آن‌ها عبارتند از :

- ۱- بسیار نفوذ پذیرند.
- ۲- ظرفیت نگهداری آب در آن‌ها کم بوده در نتیجه زود خشک می‌شوند.
- ۳- از لحاظ مواد غذایی فقیرند.
- ۴- ساختمان فیزیکی خوبی ندارند.
- ۵- در این خاک‌ها مواد آلی سریع می‌پوسند.
- ۶- زود گرم و زود سرد می‌شوند به همین جهت به این خاک‌ها خاک‌های گرم نیز می‌گویند.

خاک‌های میان‌بافت : واژه میان‌بافت به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که مقدار رس آن بین ۱۰ تا ۲۸ درصد نوسان کند. به‌طور مثال بافت‌های لوم سیلتی و لوم در این گروه قرار دارند. حاصلخیزی این خاک‌ها در آب و هوای مختلف متفاوت بوده و رطوبت قابل استفاده گیاه از خاک‌های سبک بیشتر و خطر فرسایش آن‌ها کمتر است.

خاک‌های سنگین : خاک‌های سنگین یا رسی محتوی بیش از ۲۸٪ رس بوده و بافت‌های رسی، رس سیلتی، مثال‌هایی از این گروه می‌باشند.

خواص خاک‌های سنگین : خاک‌های سنگین دارای خصوصیات زیر هستند :

- ۱- نفوذ آب و هوا در این خاک‌ها به کندی صورت می‌پذیرد.
- ۲- در حالت مرطوب چسبنده بوده و عملیات شخم در آن‌ها به سختی انجام می‌شود.
- ۳- در اثر جذب آب منبسط شده و سله می‌بندند. با از دست دادن آب در فصل گرما منقبض می‌شوند. این خاصیت باعث به وجود آمدن ترک‌هایی در سطح خاک شده، ریشه گیاهان موجود در آن‌ها قطع شده و یا در معرض هوا قرار گرفته به تدریج خشک می‌شود (شکل ۶-۲).
- ۴- ظرفیت نگهداری رطوبت بالایی داشته، دیرتر خشک می‌شوند. و دیرتر گرم می‌شوند و به این علت به آن خاک‌های سرد نیز می‌گویند.
- ۵- از لحاظ مواد غذایی غنی بوده و شستشوی عناصر غذایی در آن‌ها کمتر صورت می‌پذیرد.
- ۶- در خاک‌های سنگین به علت کمبود اکسیژن، مواد آلی دیرتر پوسیده می‌شوند.



شکل ۲-۶- شکاف‌هایی که در نتیجه خشک شدن خاک رسی به وجود آمده‌اند.

جدول ۲-۲- نام‌های کلی به کار رفته برای رده‌های بافتی خاک

نام کلی	نام رده بافتی
خاک‌های سبک	شنی
	شنی لومی
خاک‌های میان بافت	لوم شن
	لوم شن ریز
	لوم شن خیلی ریز
	لومی
	لوم سیلتی
	سیلتی
	لوم رسی شن
	لوم رسی سیلتی
	لوم رسی
	خاک‌های سنگین
رسی سیلتی	
رسی	

□ کار شماره ۳

تعیین بافت خاک به روش لمسی : در این روش بدون داشتن وسایل وامکانات آزمایشگاهی هم می توانیم بافت خاک را به طور تخمینی تشخیص دهیم. چون در این روش تعیین بافت خاک با دست و لمس کردن آن با دو انگشت انجام می گیرد، اصطلاحاً به روش لمسی یا روش احساسی معروف است. در این روش لازم است ابتدا کمی از خاک نرم را با آب خیس کنیم و با به هم زدن آن را به حالت گل یا خمیری که به دست نچسبد درمی آوریم. سپس قسمتی یا تمامی خمیر را با دو انگشت شست و سیباده لمس و مورد آزمایش قرار می دهیم، حالت هایی را که خاک می تواند از نظر بافت داشته باشد، در جدول زیر تنظیم شده است.

جدول ۳-۲- تخمین بافت خاک به روش لمسی

مطالعه آزاد

بافت خاک	تولید نوار با فشردن بین دو انگشت	لوله کردن در کف دست	لمس بین انگشتان		زیر ذره بین کوچک
			چسبندگی و شکل پذیری گل	زبری و نرمی خاک خشک و گل	
رسی	نوار بلندی تشکیل می گردد حلقه وار به دور انگشت خم می شود.	لوله درازی تولید می شود که می توان آن را به صورت حلقه در آورد.	خیلی چسبنده و شکل پذیر قسمتی از گل بین دو انگشت می چسبد و پاره می شود	بسیار نرم	بدون شن یا شن بسیار کم
لومی رسی	نوار کوتاه تشکیل می شود ولی به شکل حلقه در نمی آید.	لوله می شود ولی به سختی به صورت حلقه درمی آید.	چسبنده و کمی شکل پذیر	نرم	شن کم
سیلتی	نوار تشکیل نمی شود ولی تکه ای که تشکیل می شود به خوبی قابل جا به جا شدن است.	لوله می شود ولی در سطح خمیر ترک می خورد.	کمی چسبنده	نسبتاً نرم	شن متوسط لیمون زیاد
لومی	نوار تشکیل نمی شود ولی تکه ای که تشکیل می شود به خوبی قابل جا به جا شدن است.	به سختی لوله می شود.	کمی چسبنده و شکل پذیر	نسبتاً زبر ذرات شن کمی احساس می شود.	شن و رس و لیمون مساوی
شنی	نوار تشکیل نمی شود تکه بین انگشتان خرد می شود.	هرگز لوله نمی شود.	شکل ناپذیر و بدون چسبندگی	بسیار زبر ذرات شن به خوبی احساس می شود.	قسمت عمده با ذرات مجزا از یکدیگر

□ کار شماره ۴

تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری (با استفاده از هیدرومتر بایکاس) و وسایل لازم: بهمزن الکتریکی، بهمزن دستی، استوانه مدرج یک لیتری، هیدرومتر، ساعت ثانیه شمار یا کروномتر، دماسنج، ترازو، بشر 1000°CC ، اتو.

مواد لازم: محلول هگزامتافسفات سدیم ۰.۵٪

شرح آزمایش:

۱- ۵۰ گرم خاک خشک شده (در اتو به مدت ۲۴ ساعت) را وزن کرده و در بشر 1000°CC

می‌زنیم.

۲- حدود 400°CC آب مقطر به بشر اضافه کرده و مدت چند دقیقه به هم می‌زنیم.

۳- مقدار 500°CC محلول هگزامتافسفات سدیم به مخلوط اضافه کرده و چند دقیقه به هم

می‌زنیم.

۴- محتویات بشر را در لیوان بهمزن الکتریکی خالی کرده و با آب کلیه مواد آن را به درون لیوان می‌شوئیم، به طوری که محتویات لیوان اندکی از سطح آن پایین تر باشد.

۵- مخلوط را به مدت ۱۵ دقیقه به هم می‌زنیم.

۶- سپس کلیه محتویات لیوان بهمزن را در داخل میزور (استوانه مدرج) یک لیتری خالی می‌کنیم. حجم این مخلوط نباید از یک لیتر بیشتر شود، اگر حجم آن کمتر از یک لیتر باشد، با آب مقطر تا یک لیتر می‌رسانیم.

۷- درجه حرارت مخلوط آب و خاک داخل استوانه مدرج را اندازه گرفته و یادداشت می‌کنیم.

۸- مخلوط درون میزور را یک دقیقه به وسیله بهمزن

دستی (تویی) به هم می‌زنیم.

۹- بلافاصله بعد از به هم زدن، هیدرومتر را در درون مخلوط قرار می‌دهیم. پس از 40° ثانیه درجه هیدرومتر در سطح آب را یادداشت کرده و به عنوان عدد قرائت اول محسوب می‌کنیم.

۱۰- به آرامی هیدرومتر را خارج کرده، پس از گذشت ۲ ساعت مجدداً هیدرومتر را در مخلوط آب و خاک قرار می‌دهیم. (بدون بهم‌زدن و تکان دادن) درجه هیدرومتر را که هم سطح آب است، به عنوان



شکل ۷-۲- بهمزن الکتریکی (آزیتاتور)

عدد قرائت دوم محسوب می‌کنیم. اکنون با دردست داشتن اعداد قرائت اول (مقدار رس و سیلت)، قرائت دوم (جگالی رس)، درجه حرارت و تصحیح آن نسبت به درجه هیدرومتری که به کار برده‌ایم و همچنین با استفاده از مثلث بافت خاک، نوع بافت را تعیین می‌کنیم.

تذکره ۱: چون درجه حرارت متعادل برای هیدرومتر 20° درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود به ازای هر درجه اضافی مخلوط آب و خاک 0.3° اضافه و به ازای هر درجه کمتر از 20° درجه سانتی‌گراد 0.3° کسر می‌کنند. چرا؟

تذکره ۲: برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری لازم است در محاسبات به ازای هر 5°C هگزامتافسفات سدیم (کالکون) $2/5$ واحد از هر کدام از قرائت‌های اول و دوم کم شود.

تذکره ۳: در صورت استفاده از اکسالات و سیلیکات سدیم، به جای هگزامتافسفات سدیم، 15cc اکسالات و 5cc سیلیکات سدیم مصرف می‌کنیم.

مثال: با توجه به مفروضات زیر در یک آزمایش تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری محاسبات لازم را انجام و با مراجعه به مثلث بافت خاک، بافت آن را تعیین کنید.

مفروضات مسأله:

قرائت اول 40° گرم در لیتر

قرائت دوم 30° گرم در لیتر

درجه حرارت در قرائت اول 30° درجه سانتی‌گراد و در قرائت دوم 25° درجه سانتی‌گراد مقدار

خاک مصرف شده 50° گرم خاک خشک و مقدار کالکون مصرفی 50° سانتی‌متر مکعب

حل:

محاسبات قرائت اول

به ازای غلظت کالکون

$$40 - 2/5 = 37/5$$

$$30 - 20 = 10 = \text{سانتی‌گراد}$$

$$10 \times 0.3 = 3$$

مقدار سیلت و رس در 50° گرم خاک خشک $37/5 + 3 = 40/5$

مقدار سیلت و رس در 100° گرم خاک خشک $40/5 \times 2 = 81$

محاسبات قرائت دوم

$$30 - 2/5 = 27/5$$

$$25 - 20 = 5 \text{ درجه سانتی گراد}$$

$$5 \times 0/3 = 1/5$$

$$27/5 + 1/5 = 29 \text{ گرم خاک خشک در } 50^\circ$$

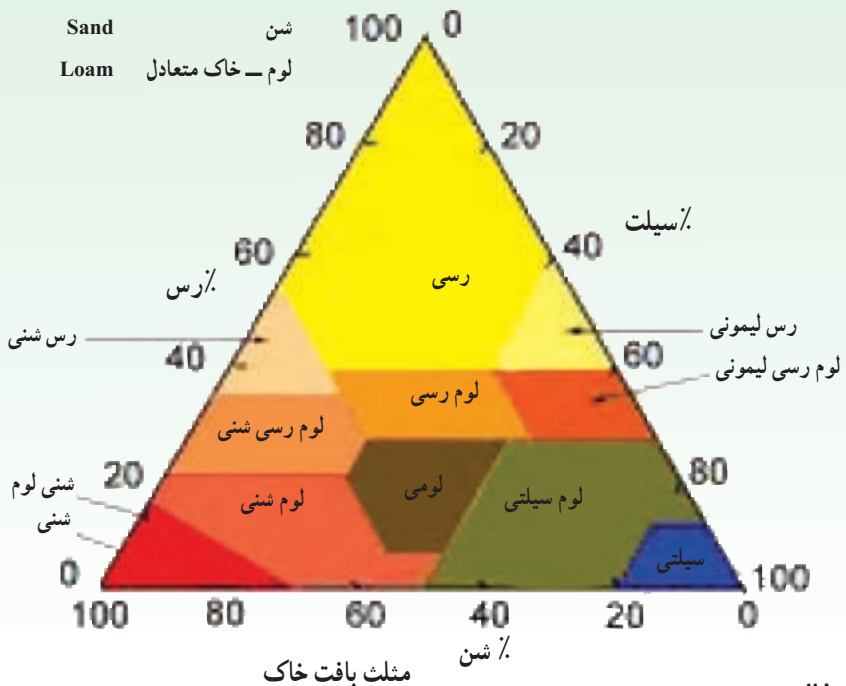
$$29 \times 2 = 58 \text{ گرم خاک خشک در } 100^\circ$$

$$81 - 58 = 23 \text{ درصد سیلت}$$

$$100 - 81 = 19 \text{ درصد شن}$$

اعداد به دست آمده برای مقادیر رس، سیلت و شن در مسأله فوق را روی اضلاع مثلث بافت خاک پیدا کرده و سپس از عدد مربوط به رس خطی به موازات ضلع شن و از عدد سیلت به موازی ضلع رس و از شن به موازی ضلع سیلت رسم می کنیم. این سه خط همدیگر را در یک نقطه قطع کرده و بافت خاک را مشخص می نماید.

فارسی	انگلیسی	علائم اختصاری
رس	Clay	C.
سیلت	Silt	Si.
شن	Sand	S.
لوم - خاک متعادل	Loam	L.



ساختمان خاک

کلیات و اهمیت : ذرات جامد تشکیل دهنده خاک را شناختید. به ندرت می توان این ذره ها را به صورت مجزا از ذره های دیگر مشاهده کرد به جز تپه های شنی و شن های ساحلی. ذره های شن اغلب به سیلت و رس چسبیده و گروهی از ذره ها را به نام خاکدانه به وجود می آورد. خاکدانه به گروهی از ذرات جامد خاک گفته می شود که با مواد چسبنده به یکدیگر چسبیده اند.

ساختمان خاک به طور مستقیم در رشد گیاهان اثر ندارد بلکه به طور غیرمستقیم و در اثر ایجاد ویژگی های فیزیکی مطلوب عملاً در رشد گیاه مؤثر می باشد. آبرسانی، تهویه، استفاده گیاهان از مواد غذایی، فعالیت میکروبی و سهولت نفوذ ریشه همگی تحت تأثیر ساختمان خاک می باشند با این سخن نتیجه می گیریم ساختمان های نامناسب ممکن است به طور غیرمستقیم عامل محدود کننده رشد گیاه باشد و به عکس ساختمان خوب موجبات رشد بهتر گیاه را فراهم می آورد.

تعریف ساختمان خاک

ساختمان خاک چیست؟ هنگامی که بیشتر ذره های خاک به صورت خاکدانه درآمده باشد خاک دارای ساختمان است به عبارت ساده تر ساختمان خاک عبارت است از ترتیب قرار گرفتن ذرات خاک نسبت به یکدیگر، ساختمان خاک اثر بافت را بر رطوبت و هوای خاک، قابلیت استفاده عناصر غذایی خاک، عمل میکروارگانیسم ها و نیز رویش ریشه ها تقویت می کند.

انواع ساختمان

خاک ها را براساس وجود یا عدم وجود ساختمان در آن ها به دو دسته تقسیم می کنند.

الف) خاک های بدون ساختمان : بعضی از خاک ها ساختمان مشخصی نداشته در نتیجه دارای خلل و فرج کم بوده عمل تهویه در آن ها به خوبی انجام نمی گیرد این خاک ها شامل :

- ۱- تک دانه ای : ذرات خاک به صورت مجزا کنار یکدیگر قرار دارند.
- ۲- توده ای : ذرات کاملاً به یکدیگر چسبیده اند اما هیچ گونه خاکدانه در آن دیده نمی شود.

ب) خاک های با ساختمان : در این گونه خاک ها ساختمان به صورت های زیر می تواند وجود داشته باشد :

۱- ساختمان دانه ای : خاکدانه ها شکل گرد داشته قطر آن ها کمتر از یک سانتی متر و کاملاً متخلخل و اتصال بین آن ها ضعیف است.

۲- ساختمان ورقه‌ای: این ساختمان از انواع نامطلوب خاک است که در افق A خاک‌های مناطق خشک مشاهده می‌شود. در این نوع ساختمان صفحات به صورت موازی روی هم قرار گرفته‌اند.

۳- ساختمان مکعبی: خاکدانه‌ها شبیه مکعب بوده به دو شکل مکعبی گوشه‌دار و مکعبی بدون گوشه دیده می‌شوند.

۴- ساختمان منشوری و ستونی: درازی خاکدانه بیشتر از پهناي آن بوده ممکن است به شکل‌های ستونی و یا منشوری در خاک وجود داشته باشند.

عوامل مؤثر در تشکیل و تخریب ساختمان خاک

ساختمان خاک چگونه تشکیل می‌شود؟ اگر ذره‌های شن و رس و سیلت را در حالت مرطوب به هم فشار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟

اگر به جای رطوبت نوعی چسب وجود داشته باشد آیا ذره‌ها بهتر به یکدیگر نمی‌چسبند؟ هنگامی که ذره‌ها به یکدیگر متصل شوند ساختمان خاک تشکیل می‌شود به این منظور باید دو عامل مهم زیر وجود داشته باشد.

۱- نیروی فشردگی

۲- مواد چسبنده








۱- نیروی فشردگی: در طبیعت و در داخل خاک نیروی فشردگی به کمک پدیده‌هایی نظیر یخ‌زدن و ذوب شدن، چروکیدن و تورم که نتیجه وجود آب در خاک می‌باشند و همچنین حفر زمین توسط جانوران و ریشه گیاهان در خاک تأمین می‌شود. جانورانی نظیر کرم خاکی و ریشه کلیه گیاهان در ضمن حرکت در خاک ذرات را به هم می‌فشارند.

۲- مواد چسبنده: موادی که باعث به هم چسبیدن ذرات خاک می‌شوند می‌توانند از منابع مختلفی تأمین شوند مانند:

الف) مواد چسبنده معدنی: شامل رس‌ها و اکسیدهای آهن

ب) مواد چسبنده آلی شامل هوموس و کودهای آلی همچنین مواد حاصل از ترشحات ریشه گیاهان و مواد چسبنده حاصل از گوارش جانوران خاکزری و مواد حاصل از فعالیت میکروب‌ها (قارچ‌ها، باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها) در خاک.

جدول ۴-۲- شکل و تعریف و انواع مختلف خاکدانه‌ها و محل تشکیل آن‌ها

نوع خاکدانه	شرح خاکدانه	شکل خاکدانه و افق مربوطه
کروی ^۱	نسبتاً فاقد خلل و فرج و کوچک و غیر قابل انطباق با سایر خاکدانه‌ها	افق A 
مدور	نسبتاً دارای منافذ و اندازه‌های کوچک و غیر قابل انطباق با سایر خاکدانه‌ها	افق A 
ورقه‌ای ^۲	خاکدانه‌ها ورقه‌ای بوده و ورقه‌ها اغلب بر روی یکدیگر قرار گرفته و از نفوذ پذیری خاک می‌کاهد.	افق A ^۲ خاک‌های جنگلی و خاک‌های دارای افق متراکم رسی 
مکعبی ^۳	خاکدانه‌های مکعبی شکل که غالباً از طریق سطوح زوایای حاد خود با یکدیگر اتصال دارند این خاکدانه‌ها معمولاً به ذرات کوچکتر شکسته می‌شوند.	افق B 
مکعبی با زوایای نامنظم ^۴	خاکدانه‌های مکعبی که از طریق سطوح زوایای منفرجه با یکدیگر اتصال پیدا نموده‌اند.	افق B 
منشوری ^۵	خاکدانه‌های ستونی مانند که قاعده ستون‌ها مسطح بوده و از طریق سطوح جانبی به یکدیگر متصل می‌شوند و به خاکدانه‌های مکعبی کوچکتر شکسته می‌شوند.	افق B 
ستونی ^۶	خاکدانه‌های ستونی مانند که قاعده آن‌ها برجسته بوده و از طریق سطوح جانبی به یکدیگر متصل شده‌اند.	افق B خاک‌های سولوننتز 

۱- Spheroidal

۲- Platelike

۳- Blocklike

۴- Subangular Blocky

۵- Prismatic

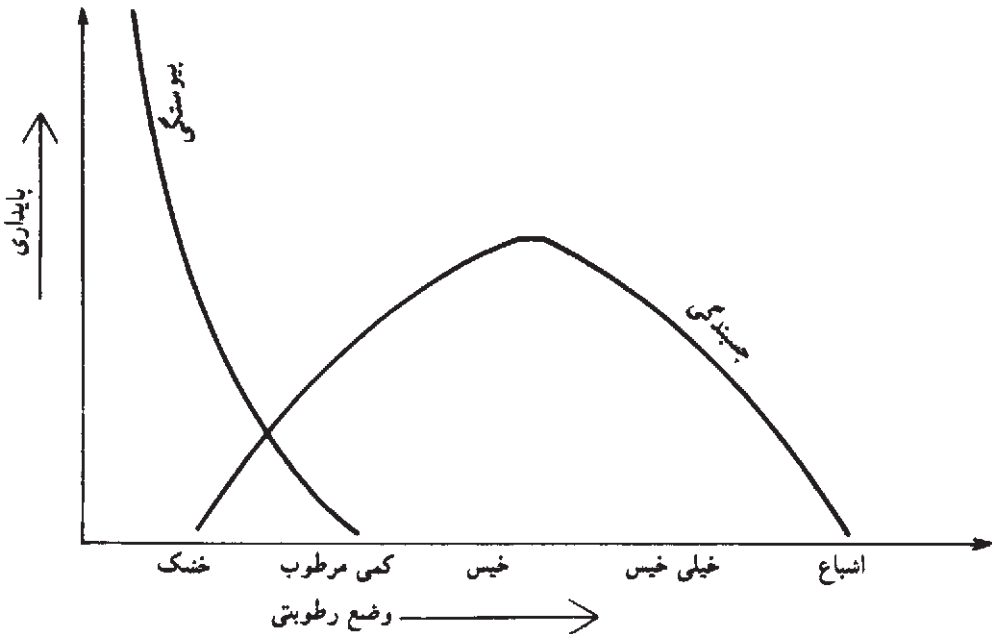
۶- Columriatr

چسبندگی خاک

چسبندگی خاک کیفیتی است که موجب چسبیدن خاک به ادوات مختلف کشاورزی ضمن کار در مزرعه می‌شود و یکی از عوامل پایداری خاک است که در فصل هشتم در این خصوص بحث شده است.

عامل مهمی که روی میزان چسبندگی و اساساً روی کل پایداری خاک مؤثر است میزان رطوبت خاک است با وارد شدن رطوبت در خاک بسته به بافت و ساختمان آن و مقدار رطوبت وضعیت‌های متفاوتی از نظر چسبندگی پیش می‌آید که ناشی از نحوه عملکرد نیروهای چسبندگی و پیوستگی در داخل توده خاک است.

نمودار ۱-۲ ارتباط پایداری خاک را در رابطه با تغییرات رطوبت نشان می‌دهد.



نمودار ۱-۲

حد چسبندگی: حداقل رطوبتی است که در آن خاک مرطوب به اشیاء می‌چسبد. در عمل می‌توان برای تعیین این حد یک قاشق استیل را روی سطح خاک مرطوب کشیده و پایین‌ترین رطوبتی را که در آن هنوز خاک به قاشق می‌چسبد به دست آورد.

□ کار شماره ۵

تعیین حد چسبندگی خاک

وسایل لازم: قاشق، خاک، آفشان، ظرف پلاستیکی، کاردک

- ۱- مقداری خاک در ظرف پلاستیکی ریخته و به آن کمی آب اضافه می‌کنیم.
 - ۲- خاک را با کاردک مخلوط می‌کنیم.
 - ۳- با پشت قاشق به سطح مخلوط می‌کشیم.
 - ۴- چنانچه پشت قاشق به سطح مخلوط نچسبید مجدداً مقداری آب به آن اضافه کرده و مخلوط را هم می‌زنیم.
 - ۵- قاشق را مجدداً به سطح مخلوط می‌کشیم.
 - ۶- این عمل را آن قدر تکرار می‌کنیم تا پایین‌ترین رطوبتی که خاک به قاشق می‌چسبد به دست آید.
- وزن مخصوص ظاهری خاک: عبارت است از وزن یک سانتی متر مکعب از خاک در شرایط طبیعی.

□ کار شماره ۶

روش اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک

وزن مخصوص ظاهری خاک را می‌توان به روش‌های زیر اندازه گرفت:
روش استفاده از سیلندر

وسایل مورد نیاز: سیلندر ۲۵۰ سانتی‌متر مکعبی، اتو، دیسیکاتور، ترازو

شرح آزمایش

- ۱- با نهایت دقت سیلندری به حجم ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب را داخل خاک کرده، هم حجم سیلندر، خاک را در حالت طبیعی و به هم نخورده برمی‌داریم (شکل ۸-۲).
- ۲- خاک را همراه سیلندر به مدت ۲۴ ساعت در اتو ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنیم.
- ۳- سیلندر را با رعایت نکات ایمنی از اتو درآورده و در دیسیکاتور سرد می‌کنیم.
- ۴- سیلندر را با دقت وزن کرده و وزن خاک خشک داخل سیلندر را به دست می‌آوریم. (وزن سیلندر - (وزن خاک + سیلندر) = وزن خاک خشک)
- ۵- وزن مخصوص ظاهری خاک از فرمول زیر به دست می‌آید.



شکل ۸-۲- نمونه‌برداری از خاک با سیلندر

$$\text{وزن خاک خشک} = \frac{\text{وزن مخصوص ظاهری خاک}}{\text{حجم سیلندر}}$$

وزن مخصوص ظاهری خاک‌های شنی حدود $1/3$ الی $1/7$ و خاک‌های سیلتی ورسی در حد $1/2$ تا $1/6$ گرم بر سانتی متر مکعب نوسان می‌کند. مطابق جدول ۵-۲ بین وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک رابطه معکوس وجود دارد. هر چه تخلخل خاک بیشتر باشد، وزن مخصوص ظاهری کمتر است.

جدول ۵-۲- رابطه وزن مخصوص ظاهری با درصد تخلخل خاک

درصد تخلخل خاک	وزن مخصوص ظاهری
۵۵-۶۲	$1/2 - 1/3$
۴۶-۵۴	$1/4 - 1/2$
۴۰-۴۶	$1/6 - 1/4$
کمتر از ۴۰ درصد	$1/8 - 1/6$

سؤال: چرا وزن مخصوص ظاهری خاک‌های رسی کمتر از وزن مخصوص خاک‌های شنی

است؟

□ کار شماره ۷

تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک به روش پارافین
وسایل مورد نیاز : ترازو، اتو، بشر، نخ، بوته چینی یا پیرکس
مواد مورد نیاز : پارافین جامد
شرح آزمایش

- ۱- کلوخه‌ای هواخشک در حد گردو یا کمی بزرگتر را با دست یا نوک چاقو کم و بیش به صورت مدور در می‌آوریم و سپس آن را وزن می‌نماییم W_s
- ۲- دور کلوخه مدور را با نخ می‌بندیم.
- ۳- پارافین جامد را در بوته قرار داده و ذوب می‌کنیم (حجم پارافین و بوته به نحوی باشد که کلوخه در آن غوطه‌ور گردد).
- ۴- کلوخه را در حالی که سر نخ آن را در دست داریم به آرامی وارد پارافین جامد ذوب شده (60°C) می‌کنیم به طوری که پس از خارج کردن، لایه‌ای نازک از پارافین به‌طور کامل اطراف کلوخه را احاطه کرده باشد.
- ۵- سپس کلوخه و پارافین را به‌طور شناور در داخل بشر محتوی آب قرار داده و تغییرات حجم آب را یادداشت می‌کنیم؛ V
- ۶- از رابطه زیر وزن مخصوص ظاهری خاک محاسبه می‌شود.

$$B_d = \frac{W_s}{V}$$

B_d = وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب

W_s = وزن خاک خشک بر حسب گرم

V = حجم خاک بر حسب سانتی‌متر مکعب

توجه : در این آزمایش از وزن نخ و قشر نازک پارافین صرف‌نظر شده است.

وزن مخصوص حقیقی خاک^۱

وزن یک سانتی متر مکعب خاک خشک بدون خلل و فرج را وزن مخصوص حقیقی خاک

می نامند.

□ کار شماره ۸

تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک

روش پیکنومتر

وسایل مورد نیاز: پیکنومتر، ترازو، آوون یا اتو، دسیکاتور و پمپ خلأ

شرح آزمایش

۱- پیکنومتر را از آب مقطر پر کرده، وزن می کنیم. w_1

۲- 10°C گرم خاک خشک شده (در اتو 105°C درجه به مدت ۲۴ ساعت) را وزن می کنیم. w_2

۳- نصف آب پیکنومتر را خالی کرده، به آرامی خاک وزن شده در مرحله قبل را در پیکنومتر می ریزیم. سپس به آرامی خاک آغشته به جداره را به وسیله آب شسته و به داخل پیکنومتر منتقل می کنیم.

۴- پیکنومتر آماده شده در مرحله قبل را در داخل دسیکاتور متصل به پمپ خلأ قرار داده و هوای بین ذرات خاک را با ایجاد خلأ به مدت 10° دقیقه خارج می کنیم.

۵- پیکنومتر را از دسیکاتور در آورده و کاملاً پُر از آب، و توزین می کنیم. w_3

۶- وزن مخصوص حقیقی خاک از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$P_d = \frac{w_2}{(w_1 + w_2) - w_3} = \frac{w_s}{V_s}$$

وزن مخصوص حقیقی خاک های معدنی در حدود $2/5$ تا $2/7$ گرم به سانتی متر مکعب است و

خاک هایی که مواد آلی زیاد دارند وزن مخصوص حقیقی آنها حدود چند دهم کاسته می شود.

P_d = وزن مخصوص حقیقی خاک

w_2 = وزن خاک خشک

$w_1 + w_2$ = وزن (آب + خاک + ظرف پیکنومتر)

w_3 = وزن (آب و خاک و ظرف منهای آب هم حجم خاک)

$v_s = (w_1 + w_2) - w_3$ = حجم خاک

^۱ - Particle density

درصد رطوبت خاک

مقدار یا ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های مختلف متفاوت بوده و از ویژگی‌های فیزیکی آنها

محسوب می‌شود.



شکل ۹-۲- پیکنومتر در اندازه‌های مختلف

□ کار شماره ۹

تعیین درصد رطوبت خاک: درصد رطوبت خاک را می‌توان به دو صورت درصد وزنی و درصد حجمی رطوبت، اندازه‌گیری کرد.

الف) تعیین درصد وزنی رطوبت خاک

روش صحرائی: در این روش مقداری از خاک مزرعه را وزن کرده (w_1) سپس در داخل ظرف آلومینیمی می‌ریزیم. روی آن حدود ۱۵-۱۰CC الکل اضافه کرده، آن را آتش می‌زنیم تا الکل بسوزد و از تأثیر حرارت حاصل، خاک خشک شود. در مرحله بعدی خاک خشک را مجدداً وزن کرده (w_2) و سپس درصد رطوبت را از طریق فرمول زیر محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد وزنی رطوبت خاک} = \frac{(w_1 - w_2)}{w_2} \times 100$$

روش آزمایشگاهی: در آزمایشگاه برای اندازه‌گیری درصد وزنی رطوبت خاک، مقداری از خاک

را وزن کرده (w_1) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در اتو ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار می دهند، تا خاک خشک شود. وزن خاک خشک را (w_2) معلوم کرده، و درصد رطوبت را از فرمول فوق محاسبه می کنند.

ب) تعیین درصد حجمی رطوبت خاک

با استفاده از فرمول زیر درصد حجمی رطوبت خاک را به دست می آوریم:
وزن مخصوص ظاهری خاک \times درصد وزنی رطوبت = درصد حجمی رطوبت خاک

تخلخل

میزان تخلخل یا مجموع منافذ یا فضاهای خالی خاک هم یکی از ویژگی های فیزیکی آن محسوب

می شود.

محاسبه تخلخل (خلل و فرج) خاک

تخلخل کل خاک از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$100 \times \left(1 - \frac{\text{وزن مخصوص ظاهری خاک}}{\text{وزن مخصوص حقیقی خاک}}\right) = \text{درصد تخلخل خاک}$$

چنان که مقادیر وزن مخصوص ظاهری $1/3$ گرم بر سانتی متر مکعب و وزن مخصوص حقیقی

$2/6$ گرم بر سانتی متر مکعب را در رابطه فوق قرار دهیم درصد فضای کل خاک برابر $50/3$ خواهد

گردید این عدد برای لایه شخم خاک های دارای بافت متوسط قابل قبول می باشد.

رنگ خاک

با وجود آن که رنگ مستقیماً تأثیر کمی روی فعالیت خاک دارد ولی با دانستن آن می توان اطلاعات

زیادی در مورد خاک به دست آورد. برای مثال وجود مواد آلی در خاک خصوصیتی است که اکثر

اوقات توسط رنگ آن مشخص می شود. در آب و هوای معتدل، عموماً خاک هایی با رنگ تیره دارای

مواد آلی بیشتر از خاک های روشن هستند. مواد آلی تازه، قهوه ای رنگ هستند و هنگامی که کاملاً به

هوموس تجزیه شوند، سیاه رنگ می شوند.

رنگ سفید خاک ها در اثر وجود مواد مختلف از قبیل کربنات های کلسیم و منیزیم، گچ و نمک

است.

دمای خاک

دمای خاک از مهمترین عوامل رشد گیاه به شمار می‌رود. رشد بذور و فعالیت باکتری‌ها در خاک و زندگی گیاهان و اعمال حیاتی آن‌ها، مستقیماً تحت تأثیر دمای خاک قرار می‌گیرد. از آنجا که دمای خاک در بیشتر مواقع مشابه دمای هوا است، اهمیت آن را در رشد گیاه نادیده می‌گیرند. در صورتی که در برخی موارد تفاوت زیادی بین آن دو وجود دارد، به‌عنوان 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.

تأثیر دما در رطوبت خاک از لحاظ رشد گیاه اهمیت زیادی دارد، تهویه نیز تحت تأثیر دما و تغییر رطوبت ناشی از آن است. نوسان دمای خاک، خواه به‌صورت بالا رفتن یا پایین آمدن و یا یخ بستن آب موجود در خاک، در تجزیه مواد آلی و معدنی تأثیر به‌سزایی دارد. با افزایش 1° درجه دما واکنش‌های شیمیایی خاک دوبرابر می‌شود.

مقدار حرارت جذب شده توسط خاک، به میزان اشعه خورشید که به زمین می‌رسد، بستگی دارد و تحت تأثیر عواملی نظیر آب و هوای منطقه، رنگ خاک، شیب زمین و پوشش گیاهی قرار می‌گیرد. خاک‌های تیره حرارت بیشتری جذب کرده و درجه حرارت خاک‌های قرمز یا زرد سریع‌تر از خاک‌های سفید بالا می‌رود. هر چه نور خورشید عمودتر بر زمین بتابد، مقدار حرارت جذب شده بیشتر است. پوشش گیاهی در عایق کردن خاک و ثابت نگه‌داشتن درجه حرارت آن تأثیر زیادی دارد. خاک بدون پوشش سریع‌تر گرم شده ولی به همان نسبت زودتر نیز حرارت خود را از دست می‌دهد. در فصل زمستان عمق نفوذ سرما در خاک‌های بدون پوشش عمیق‌تر است.

اثر دمای خاک در فعالیت میکروارگانیسم‌ها: فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک به‌شدت تحت تأثیر دمای خاک قرار دارد. به‌طوری که این فعالیت در دمای کمتر از 10°C ناچیز و بسیار کم و در حرارت‌های $30-18^{\circ}$ درجه سانتی‌گراد، فعالیت میکروب‌های مفید به حداکثر مقدار خود می‌رسد و در دمای بیشتر از 40° درجه سانتی‌گراد اغلب میکروب‌ها از فعالیت باز می‌ایستند.

اثر دما در تحول خاک: دمای یکی از عوامل مهم آب و هوایی در تحول خاک به‌شمار می‌رود و مستقیماً در کلیه واکنش‌های خاک تأثیر می‌کند. دمای خاک در شدت تبخیر آب از خاک، مؤثر است به این ترتیب دمای خاک عملاً به تنظیم رطوبت اقلیم کمک شایانی می‌کند.

اصول و روش اندازه‌گیری درجه حرارت خاک

اندازه‌گیری دما بر حسب هدف و منظور از بررسی، در عمق‌های گوناگون خاک صورت می‌گیرد. در بررسی‌های پایه‌ای دما را در سراسر نیمرخ خاک اندازه می‌گیرند در صورتی که سبز شدن بذور و یا رشد ریشه گیاه هدف باشد، سنجش دما در عمق کاشت بذر یا منطقه رشد ریشه کافی است.

وسایل مورد نیاز در اندازه‌گیری دمای خاک

- ۱- دماسنج جیوه‌ای برای سنجش لحظه‌ای (با اندازه‌های مختلف معمولاً با پوشش محافظ)
 - ۲- دمانگار در صورتی که منظور ثبت دما به‌طور پیوسته باشد.
- براساس استاندارد سازمان جهانی هواشناسی باید دما را در عمق‌های ۱۰-۲۰-۵۰ و ۱۰۰ سانتی متری اندازه‌گیری کرد. بهتر است دما در عمق ۲/۵ سانتی متری نیز اندازه‌گیری شود.

□ کار شماره ۱۰

دانش‌آموزان دمای خاک در قسمت‌های مختلف و سطح خاک را اندازه‌گرفته و با هم مقایسه

کنند.



شکل ۱۱-۲- دماسنج برای اندازه‌گیری دمای سطح خاک



شکل ۱۰-۲- دماسنج برای اندازه‌گیری دمای عمق خاک

- ۱- مشخصاتی را که برای قطعه‌بندی زمین اصلی به قطعات فرعی در نمونه‌برداری باید در نظر گرفت، بیان کنید.
- ۲- عواملی را که در تعیین عمق نمونه‌برداری مؤثرند شرح دهید.
- ۳- مشخصات کارت‌های نمونه‌برداری را ذکر کنید.
- ۴- نمونه خاک بعد از نمونه‌برداری در چه شرایطی باید خشک شود؟
- ۵- دانش آموزان در گروه‌های چند نفری با در نظر گرفتن اصول نمونه‌برداری از مزارع آموزشی هنرستان از عمق ۳۰- سانتی متر نمونه‌برداری و گزارش لازم را تهیه کنند.
- ۶- با استفاده از روش هیدرومتری بافت خاک مزرعه آموزشی هنرستان را تعیین و با روش لمسی نتیجه را مقایسه کنید.
- ۷- وزن مخصوص ظاهری خاک مزارع آموزشی را تعیین کنید.
- ۸- وزن مخصوص حقیقی خاک را اندازه بگیرید.
- ۹- چرا وزن مخصوص ظاهری یک خاک معین کمتر از وزن مخصوص حقیقی همان خاک است؟
- ۱۰- عوامل مؤثر در رنگ خاک را بیان کنید.
- ۱۱- رابطه رطوبت خاک را با دمای خاک توضیح دهید.
- ۱۲- دمای سطح و عمق خاک را با دماسنج اندازه بگیرید.
- ۱۳- مشکلات خاک‌های سنگین چیست؟
- ۱۴- خاکدانه چیست؟
- ۱۵- چسبندگی خاک چه تأثیری بر حرکت ماشین‌آلات کشاورزی دارد؟

تعیین برخی از خصوصیات شیمیایی خاک‌ها

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

- ۱- pH خاک را تعریف کند.
- ۲- حدود pH خاک‌ها را بیان کند.
- ۳- pH خاک‌های کشاورزی را نام ببرد.
- ۴- اثر pH در قابلیت جذب عناصر غذایی را تعریف کند.
- ۵- اثر pH در فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های خاک را توصیف کند.
- ۶- pH خاک را به روش الکتریکی تعیین کند.
- ۷- طرق مختلف عصاره‌گیری را انجام دهد.
- ۸- گیاهان شورپسند را نام ببرد.
- ۹- هدایت الکتریکی و حدود آن را تعریف کند.
- ۱۰- هدایت الکتریکی عصاره خاک را تعیین کند.

اسیدپته یا واکنش خاک (pH)

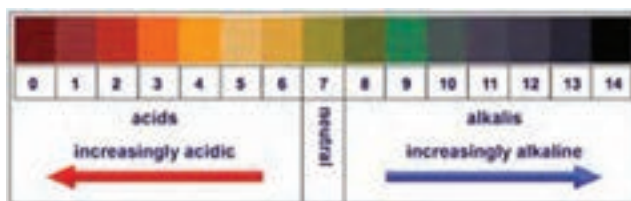
کلیات: واکنش خاک در اثر فعل و انفعالات شیمیایی که در آن صورت می‌گیرد، به وجود می‌آید. تعیین اسیدپته خاک در تشخیص اختلالات مربوط به رشد گیاه بسیار حایز اهمیت است. به عنوان مثال چنان‌که برگ‌های سبز گیاه تغییر رنگ داده و رنگ آن‌ها به تدریج روشن‌تر شود، ابتدا باید عوامل مؤثر در این تغییر را جستجو کرد. بدین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

واکنش خاک چیست؟ خاک‌شناسان درجه اسیدی و قلیائیت خاک را تحت عنوان واکنش خاک می‌شناسند و آن را اختصاراً به pH نشان می‌دهند.

pH عبارت است از فشار یون هیدروژن در محلول خاک.

در یک محلول تعادلی بین یون‌های هیدروژن (H^+) و هیدروکسید (OH^-) حاصل از تجزیه آب وجود دارد. هنگامی که این یون‌ها برابر باشند، محیط خنثی است. وقتی در محلول مقدار H^+ بیشتر از OH^- باشد، محیط اسیدی و بر عکس در حالتی که OH^- بیشتر از H^+ باشد محیط قلیایی خواهد بود.

pH را در محدوده صفر تا ۱۴ در نظر می‌گیرند. pH هفت محیط خنثی، کمتر از ۷ اسیدی و بیش از ۷ قلیایی است (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- حدود pH

حدود pH خاک‌ها: خاک‌هایی که pH آن‌ها در محدوده ۷/۴-۶/۶ است خنثی، بین ۶/۶-۴/۶ اسیدی و ۴/۶-۲/۲ اسیدی قوی و بین ۸/۴-۷/۴ قلیایی و بیش از ۸/۴ قلیایی قوی دسته‌بندی می‌شوند. pH خاک‌های مناطق مختلف، متفاوت است. در نواحی مرطوب تغییرات pH بین ۴ تا ۷ است البته در مواردی که در صد مواد آلی خیلی بالا باشد، pH ممکن است از ۴ هم پایین‌تر بیاید. به تدریج که اقلیم خشک‌تر می‌شود مقدار pH هم بالاتر رفته و pH خاک قلیایی می‌شود و بالاخره ممکن است در نواحی خشک و نیمه خشک pH از این مقدار هم بیشتر شود.

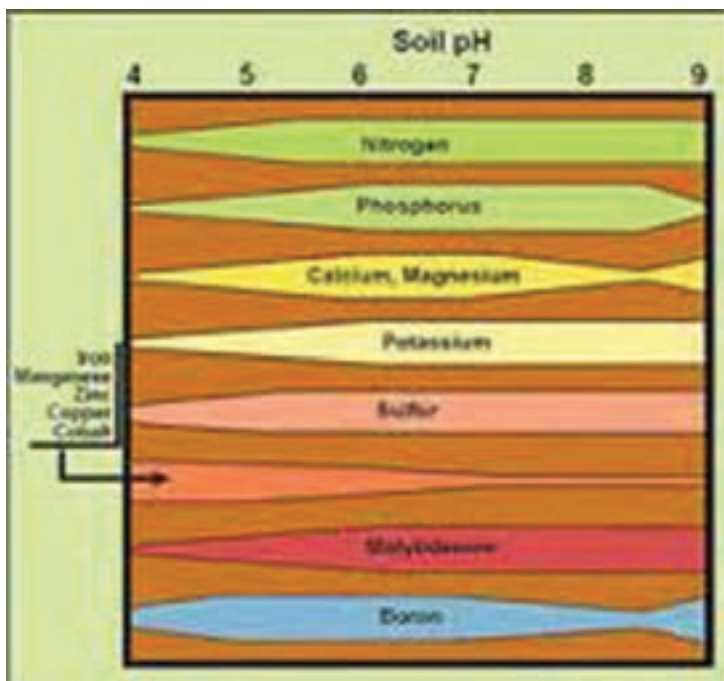
pH و فعالیت موجودات خاک

فعالیت، رشد و تکثیر موجودات زنده خاک شدیداً تحت تأثیر تغییرات واکنش خاک (pH) قرار می‌گیرد. این اثر اکثراً به علت عواملی است که به نحوی با pH ارتباط دارند. باکتری‌ها و اکتینومیسست‌ها حداکثر فعالیت خود را در حدود pH خنثی داشته و رشد آن‌ها در pH‌های کمتر از ۵/۵ به شدت متوقف

۱-P اختصار کلمه (Pressure) به معنای فشار و H اختصار کلمه (Hydrogen) یون هیدروژن است.

می‌شود. بر عکس قارچ‌ها در pH های مختلف به خوبی قادر به زندگی و فعالیت هستند. بنابراین در خاک‌های اسیدی جمعیت قارچ‌ها غلبه داشته ولی در خاک‌های نزدیک به واکنش خنثی به علت رقابت شدید باکتری‌ها و اکتینومیسست‌ها فعالیت و رشد آن‌ها محدود می‌شود. به طور کلی می‌توان pH بین ۶ تا ۷ را مناسب‌ترین حالت برای بیشتر به واکنش‌های بیولوژیکی خاک دانست.

رابطه pH و عناصر غذایی قابل استفاده: از جمله اثرات مهم و قابل توجه pH خاک بر روی رشد گیاه، اثر آن در قابلیت جذب عناصر غذایی است. مثلاً با افزایش pH قابلیت جذب یون‌های کلسیم و منیزیم در محلول خاک افزایش می‌یابد. شکل ۲-۳ رابطه بین جذب عناصر غذایی و pH را نشان می‌دهد. به عنوان مثال همان طوری که در شکل مشاهده می‌شود، بیشترین قابلیت جذب آهن و منگنز در pH کمتر از ۶ است و بر عکس قابلیت جذب ازت و گوگرد در pH ۵/۵ به بالا افزایش پیدا می‌کنند.



شکل ۲-۳ اثر pH در قابلیت جذب عناصر غذایی

عصاره خاک

در اندازه‌گیری عناصر محلول خاک، هدایت الکتریکی، pH و ... محلول صاف و زلالی که در حقیقت حاوی کلیه عناصر و شرایط خاک باشد، لازم است. این محلول که به آن عصاره می‌گویند، باید در آزمایشگاه تهیه و مورد بررسی قرار گیرد. به‌طور معمول نسبت‌های مختلفی بین آب و خاک در تهیه عصاره انتخاب می‌شود. مثل نسبت اشباع، یک به یک، یک به پنج، یک به ده. هر نسبت برای موارد خاصی به کار می‌رود که از ذکر آن خودداری می‌شود.

□ کار شماره ۱

عصاره‌گیری

وسایل و موارد مورد نیاز: پمپ خلأ، کاغذ صافی، قیف بوختر، کاردک، سطل پلاستیکی کوچک، الک ۲ میلی‌متری، آفشان، آب مقطر، همزن، قیف شیشه‌ای، ترازو، ارلن تخلیه، ارلن طرز تهیه عصاره اشباع: برای تهیه عصاره اشباع حدود ۱۵۰-۱۰۰ گرم خاک نرم را که قبلاً از الک ۲ میلی‌متری گذرانده‌ایم در سطل پلاستیکی کوچک می‌ریزیم. سپس بر روی آن آب مقطر اضافه کرده و با کاردک به هم می‌زنیم تا به‌صورت خمیر یا گل درآید. هنگامی که با کاردک شیاری در گل ایجاد کنیم و به آرامی این شیار به هم بچسبید، خمیر اشباع آماده شده است. در این حالت در قیف بوختر کاغذ صافی قرار داده و گل اشباع را روی آن ریخته. و توسط پمپ خلأ عصاره‌گیری کنید.

طرز تهیه عصاره یک به یک

- ۱- دوست گرم خاک مورد آزمایش را وزن کنید.
- ۲- ۲۰۰ CC آب مقطر بر روی خاک بریزید.
- ۳- مدت نیم ساعت مخلوط را توسط هم زن الکتریکی به هم بزنید.
- ۴- مخلوط حاصل را داخل قیف شیشه‌ای (که قبلاً درون آن کاغذ صافی قرار داده‌اید) ریخته و بر روی ارلن قرار دهید تا به تدریج محلول صاف که حاوی عصاره خاک است جمع‌آوری شود.

طرز تهیه عصاره یک به پنج

- ۱- ۵۰ گرم خاک مورد آزمایش وزن کنید.
- ۲- بر روی آن ۲۵۰ CC آب مقطر اضافه کنید.
- ۳- مدت نیم ساعت مخلوط را توسط هم زن الکتریکی به هم بزنید.

۴- مخلوط حاصل را داخل قیف شیشه‌ای (که درون آن کاغذ صافی قرار دارد) ریخته و بر روی ارلن قرار می‌دهیم تا به تدریج محلول صاف که حاوی عصاره خاک است جمع‌آوری شود.

اصول اندازه‌گیری pH

pH خاک متداول‌ترین آزمایشی است که در کلیه آزمایشگاه‌های خاک‌شناسی صورت می‌گیرد. لزوم این آزمایش از طرفی به واسطه اهمیتی است که در کشاورزی و خاک‌شناسی برای این عامل قائل هستند و از جانب دیگر به دلیل رابطه‌ای است که pH خاک با سایر خصوصیات شیمیایی خاک دارد. pH در شرایط طبیعی در نوسان است، زیرا نسبت آب به خاک به دلیل تغییر اقلیم، کشت و زرع، رشد گیاهان و سایر عوامل، پیوسته در تغییر است. بنا بر این pH یک خاک ممکن است در هر زمانی فرق کند. مثلاً pH خاکی که تازه از مزرعه گرفته شده با pH همان نمونه پس از خشک کردن متفاوت است. pH خاک را به روش‌های مختلف اندازه‌گیری می‌کنند که متداول‌ترین آن روش الکتریکی می‌باشد.

□ کار شماره ۲

اندازه‌گیری pH به روش الکتریکی: در این روش غلظت یون هیدروژن محلول را توسط اختلاف بین یون‌های محلول خاک و الکتروود تعیین می‌شود.

وسایل و موارد مورد نیاز: عصاره یک به یک، pH سنج الکتریکی.
طرز عمل

۱- دستگاه pH متر را بازدید کرده و الکتروود آن را توسط آب مقطر شسته و توسط کاغذ صافی خشک می‌کنیم.

۲- درجه حرارت عصاره مورد آزمایش را اندازه‌گیری می‌کنیم.

۳- دستگاه pH متر را ابتدا با درجه حرارت محلول تنظیم و سپس توسط محلول‌های تامپون با pH مشخص (مثلاً ۴، ۷ و ۱۰) تنظیم می‌کنیم.

۴- دستگاه را در هر بار تنظیم فوق با آب مقطر شسته و با کاغذ صافی خشک می‌کنیم.

۵- محلول مورد آزمایش را زیر الکتروود pH متر قرارداده و pH آن را قرائت می‌کنیم.

۶- الکتروودها را در پایان کار در آب مقطر قرار دهید.



شکل ۳-۳- pH متر الکتریکی

هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی یک محلول عبارتست از توانایی محلول در عبور دادن جریان الکتریسیته (عکس مقاومت الکتریکی). هدایت الکتریکی عصاره خاک را در حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری می کنند. بهترین عصاره خاک برای تعیین هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع خاک می باشد و نشان دهنده غلظت کل املاح یونیزه شده در خاک می باشد.

خاک ها از نظر هدایت الکتریکی طبق جدول ۱-۳ طبقه بندی می شود.

جدول ۱-۳- تقسیم‌بندی خاک‌ها بر اساس هدایت الکتریکی آن‌ها

هدایت الکتریکی عصاره خاک	نوع خاک	واکنش گیاهان
کمتر از ۴	غیر شور	قابل رویش برای اکثر گیاهان
۴-۸	شوری کم	کاهش محصول گیاهان حساس به شوری
۸-۱۶	شوری متوسط	کاهش زیاد محصول اکثر گیاهان
۱۶-۳۲	شوری زیاد	فقط گیاهان مقاوم به شوری رشد نرمال دارند.
بیشتر از ۳۲	شوری خیلی زیاد	اغلب گیاهان مزوفیت در این شوری کاهش محصول دارند.

اصول اندازه‌گیری هدایت الکتریکی: هدایت الکتریکی را به وسیله دستگاهی به نام هدایت سنج (EC متر) اندازه‌گیری می‌کنند. واحد اندازه‌گیری EC یا شوری خاک میلی موس بر سانتی متر (m mohs/cm) یا دسی زیمنس بر متر (ds/m) می‌باشد.



شکل ۴-۳- دستگاه تعیین هدایت الکتریکی

گیاهان شور پسند

گیاهانی که یون‌های شوری‌زا را به آسانی در خود انباشته می‌کنند، هالوفیت نام دارند. هالوفیت‌ها در بین علوفه‌های مقاوم به شوری، گیاهان و بوته‌های کویری نواحی ساحلی و باتلاق‌های شور یافت می‌شوند. این گیاهان زمین‌ها را در برابر فرسایش محافظت کرده و دام‌ها و زندگی وحش را تغذیه می‌کنند. تعداد کمی از آن‌ها نیز جزء گونه‌های زراعی هستند.

گیاهانی که به شوری مقاوم هستند، عبارتند از:

چغندر قند، خرما، اسفناج، جو.

جدول ۲-۳ مقاومت نسبی برخی از گیاهان نسبت به شوری را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۳- مقاومت نسبی برخی از گیاهان نسبت به شوری

مقاوم	جو، چغندر قند، اسفناج، خرما
نیمه مقاوم	چاودار، گندم، شبدر شیرین، گوجه فرنگی، پنبه
حساس	یونجه، ذرت، برنج، سودان گراس، هویج، کاهو، کلم
خیلی حساس	لویزا، نخود، شبدر سفید، شبدر قرمز، کرفس

□ کار شماره ۳

وسایل و مواد مورد نیاز: پمپ خلأ، کاغذ صافی، قیف بوخزر، قیف شیشه‌ای، آبفشان،

آب مقطر، خاک الک شده، ارلن، ارلن تخلیه، Ec سنج

۱- گل اشباع تهیه می‌کنیم.

۲- از گل اشباع، عصاره تهیه می‌کنیم.

۳- دستگاه Ec متر را بازدید کرده و آن را تنظیم می‌کنیم.

۴- دستگاه را در هر بار تنظیم با آب مقطر می‌شویم.

۵- محلول مورد آزمایش را در زیر الکتروود Ec متر قرار داده و Ec آن را قرائت می‌کنیم.

پدیده تبادل کاتیونی در خاک

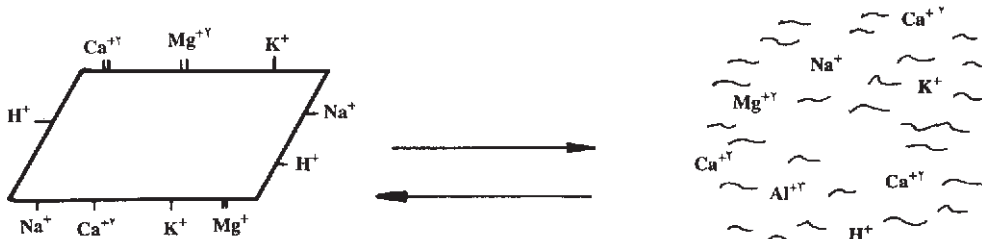
این پدیده یکی از خواص مهم خاک محسوب می‌شود. به طور کلی تبادل کاتیونی عبارتست از:

جذب کاتیون‌ها به وسیله ذرات کلوییدی خاک (آلی و معدنی) و پس دادن آن به محلول خاک. در صورت

عدم وجود چنین پدیده‌ای در خاک کاتیون‌هایی که از طریق کوددهی به خاک اضافه می‌شوند، فوراً شسته

شده از دسترس گیاه خارج می‌شوند.

عناصری که جذب سطح ذرات رس و مواد آلی می‌شوند، به آسانی توسط گیاه جذب می‌شوند.



شکل ۵-۳- (پدیده تبادل کاتیونی) - در صورت کم شدن عناصر در اثر عواملی نظیر جذب توسط ریشه در محلول

خاک، معادله به سمت راست و در اثر عواملی نظیر (کوددهی) افزایش عناصر معادله به سمت چپ پیش خواهد رفت.

- ۱- تعیین pH به عنوان اولین قدم چه کمکی به شما می‌کند؟
- ۲- مفهوم pH را تعریف کنید.
- ۳- حدود pH را در مناطق مرطوب، خشک بنویسید.
- ۴- مناسب‌ترین pH فعالیت باکتری‌ها و قارچ‌ها را بنویسید.
- ۵- اثر شوری خاک را در رشد لوبیا، برنج و چغندر قند مقایسه کنید.
- ۶- چه تفاوتی بین عصاره اشباع و یک به ده وجود دارد؟
- ۷- نمونه خاکی انتخاب کرده، pH آن را به روش الکتریکی اندازه‌گیری کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۸- هدایت الکتریکی نمونه خاکی را اندازه گرفته، حدود آن را تعیین کنید. در صورتی که Ec آن برابر ۵ باشد، چه گیاهانی در آن رشد مناسب دارند؟
- ۹- علت کمبود آهن و منگنز در خاک‌های آهکی چیست؟

اصلاح خاک‌ها

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

- ۱- کیفیت اراضی سنگین را بهبود بخشد.
- ۲- کیفیت اراضی سبک را بهبود بخشد.
- ۳- فواید کود سبز و انواع آن را شرح دهد.
- ۴- خاک‌های اسیدی را تعریف نموده و روش اصلاح آن را توضیح دهد.
- ۵- خاک‌های شور را تعریف کند.
- ۶- علل شور شدن خاک‌ها را توضیح دهد.
- ۷- ویژگی‌های خاک‌های شور و خاک‌های قلیا را با یکدیگر مقایسه نماید.

خاک‌های سنگین

این خاک‌ها معمولاً بیش از ۲۸٪ رس دارند و در مناطق خشک اغلب بر اثر جاری شدن سیلاب در دشت‌ها و یا در حاشیه رودخانه‌ها تشکیل می‌شوند.

اصلاح خاک‌های سنگین : اصلاح یا بهبود شرایط خاک‌های سنگین در سطح وسیع هزینه زیادی دارد. در سطوح کوچک با اضافه کردن شن به این گونه خاک‌ها می‌توان خواص فیزیکی نامساعد (از قبیل چسبندگی، نفوذ ناپذیری) را بر طرف کرد. در صورت ضرورت می‌توان با یکی از روش‌های زیر خاک‌های رسی را اصلاح کرد.

اضافه کردن کود سبز و بقایای گیاهی : در خاک‌های سنگین و غیر شور، در صورتی که امکان کاشت گیاهان علوفه‌ای (خانواده بقولات) وجود داشته باشد، می‌توان با کشت و برگردان محصول در خاک به تدریج خاک سنگین را اصلاح کرد. در صورتی که به علت سنگینی شدید بافت خاک امکان جوانه زدن بذر نباشد، بهتر است از بقایای گیاهی به ویژه پاشیدن کاه و به زیر خاک کردن آن استفاده کرد. با این عمل به تدریج شرایط خاک برای جوانه زدن بذر آماده می‌شود.

اصلاح خاک‌های سنگین از طریق اضافه کردن کود حیوانی: نظر به این که کود حیوانی هم دارای ماده آلی و هم دارای مواد غذایی است بیشترین تأثیر را در بهبود خاک‌های سنگین خواهد داشت. در اصلاح خاک‌های سنگین با کود حیوانی یا کود سبز بایستی به این نکته توجه نمود که چون در خاک‌های سنگین قابلیت نفوذ هوا و آب خیلی کم است، به منظور بهتر پوسیده شدن مواد آلی اضافه شده نباید زمین را پس از اضافه کردن مواد آلی شخم عمیق زد. اضافه کردن شن: در مناطقی که در زیر خاک‌های سنگین، نوع دیگر خاک با بافت سبک‌تر وجود داشته باشد، می‌توان با زدن شخم عمیق خاک سطحی سنگین را با خاک سبک زیرین مخلوط و خاک را اصلاح نمود.

□ کار شماره ۱

آزمایش ۱: آشنایی با خصوصیات خاک‌های رسی و اصلاح آن

- ۱- دو گلدان انتخاب کنید. (B, A)
- ۲- در گلدان A خاک رسی بریزید.
- ۳- در گلدان B خاک رسی + شن (به نسبت ۱ به ۲) بریزید.
- ۴- به هر دو گلدان آب اضافه کنید.
- ۵- زمان خروج آب از هر دو گلدان را اندازه‌گیری کرده، در جدول زیر یادداشت کنید.
- ۶- میزان چسبندگی خاک در حالت مرطوب را در هر دو گلدان بررسی کنید.
- ۷- گلدان‌ها را در مجاورت نور خورشید قرار داده، مدت زمان لازم برای خشک شدن را یادداشت کنید.
- ۸- بعد از خشک شدن خاک دو گلدان را از نظر ایجاد سله و ترک مقایسه کنید.
- ۹- جدول زیر را کامل کرده، علت پدیده‌های اندازه‌گیری شده را توضیح دهید.

گلدان B	گلدان A	
		زمان خارج شدن آب (دقیقه)
		زمان خشک شدن خاک (ساعت)
		حالت چسبندگی در حالت مرطوب
		وجود ترک و سله

تذکر: آزمایش فوق در شرایط مزرعه انجام شود. (آزمایش شماره ۲)

روش‌های اصلاح خاک‌های سبک: به منظور استفاده و بهره‌برداری از خاک‌های سبک در جهت زراعت و آماده کردن آن برای کشت کار می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد. ذکر این نکته ضروریست که در اصلاح این‌گونه خاک‌ها باید به اقتصادی بودن و ضرورت عمل دقت کافی مبذول داشت.

اضافه کردن رس: با اضافه کردن رس نواقص خاک‌های سبک (عدم حاصلخیزی، نفوذپذیری زیاد، ظرفیت نگهداری رطوبت کم و...) رفع شده خواص خاک بهتر می‌شود. اضافه کردن رس در سطح وسیع مقرون به صرفه نیست در نتیجه در مساحت‌های کم می‌توان از این روش استفاده کرد. در صورتی که در خاک زیرین مناطقی که خاک سبک دارند، رس وجود داشته باشد، می‌توان با زدن شخم عمیق رس زیرین را با شن مخلوط کرد. با این طریقه در سطح وسیع، خاک‌های سبک اصلاح می‌شوند.

اضافه کردن کود دامی و کود سبز: این روش در اصلاح خاک‌های سبک بسیار مفید است. زیرا این مواد با دارا بودن مواد کلوئیدی باعث نگهداری آب و مواد غذایی در خاک شده از شسته شدن و انتقال مواد غذایی به طبقات زیرین جلوگیری می‌کنند. در هنگام افزودن کود حیوانی به خاک‌های سبک باید به این نکته توجه شود که کود به مقدار کم و به دفعات به زمین اضافه شود تا به تدریج پیوسند و خاک همیشه مواد آلی کافی داشته باشد. در غیر این صورت به علت اکسیداسیون شدید در این‌گونه خاک‌ها مواد آلی زود تجزیه شده، از بین می‌روند. به همین دلیل باید کودها را در عمق بیشتری در داخل خاک قرار داد. اضافه کردن کود آلی به همراه رس در اصلاح خاک‌های سبک مؤثرتر می‌باشد.

کود حیوانی درصد بزرگی از کودهای آلی را تشکیل می‌دهد و به علت مصرف زیاد تقریباً غالب زارعین منظورشان از کود آلی، کود حیوانی یا دامی می‌باشد. برای انتخاب کود دامی مناسب باید شرایط زیر را در نظر گرفت:

۱- نوع دام ۲- سن و شرایط رشد دام ۳- نوع علوفه ۴- بستر دام ۵- روش نگهداری و پوساندن کود.

عناصر غذایی کود اسبی بیشتر از کود گاوی است، کود گوسفندی نیز از نظر عناصر غذایی غنی‌تر از کودهای اسبی و گاوی می‌باشد و کود مرغی از همه کودهای دامی فوق غنی‌تر می‌باشد. ارزش کود دامی به خاطر ۳ خاصیت مهم آنست که عبارتند از: اثرات تغذیه‌ای، بهبود خواص فیزیکی خاک و بهبود خواص بیولوژیکی خاک.

بستن سیلاب یا پخش سیلاب برای اصلاح خاک‌های سبک: در صورتی که در منطقه سیلاب مناسب و به مقدار کافی وجود داشته باشد با هدایت و پخش سیلاب‌ها به مناطقی که خاک سبک دارند می‌توان آن‌ها را اصلاح کرد. این روش مناسب‌ترین روش اصلاح خاک‌های سبک در سطح وسیع است.

کود سبز

از زمان‌های خیلی قدیم برگرداندن گیاهان سبز به خاک به منظور تقویت و اصلاح خاک‌ها، روش معمول کشاورزی بوده است. ایرانیان و رومی‌ها می‌دانستند که می‌توان لوبیا، باقلا و ماش را کاشت و برای این منظور به خاک برگردانید. عمل برگردانیدن اندام سبز و نپوسیده گیاه را به خاک، دادن کود سبز و گیاهی که به این منظور به کار می‌رود را کود سبز می‌نامند.

کود سبز مناسب و دلخواه باید دارای سه خاصیت اصلی باشد.

۱- دارای رشد سریع و عمر کوتاه باشند.

۲- شاخ و برگ فراوان و پرآب داشته باشد.

۳- بتواند در خاک‌های فقیر رشد خوبی داشته باشد.

فواید کود سبز: فواید بسیاری برای کود سبز قائل شده‌اند، از جمله: افزایش مواد آلی خاک، اضافه کردن ازت، افزایش فعالیت موجودات ذره‌بینی و حفاظت و افزایش عناصر غذایی قابل جذب.

یک هکتار کود سبز معمولاً ۵۰-۲۵ تن شاخ و برگ و انساج گیاهی تازه وارد خاک می‌کند که این خود معادل ۲۰-۱۰ تن کود حیوانی بوده، می‌تواند تقریباً ۲-۱ تن هوموس به خاک اضافه کند. وقتی مسأله کمبود کود دامی وجود داشته باشد، تنها راه جبران تلفات مواد آلی خاک، دادن کود سبز است.

انواع کود سبز: از گیاهان متعددی به عنوان کود سبز استفاده می‌شود. در جدول ۱-۴ مناسب‌ترین آن‌ها مشاهده می‌شود. اکثر این گیاهان در شرایط آب و هوایی نامناسب و خاک ضعیف قادر به رویش هستند.

جدول ۱-۴- انواع گیاهانی که به عنوان کود سبز کشت می‌شوند

غیربقولات		بقولات	
غیرعلوفه	علوفه	غیرعلوفه	علوفه
گندم	جو	نخود	یونجه
چاودار	ارزن	ماش	شیدر بنفش
یولاف	شلغم	سنگنک	شیدر سفید
خردل	سودان گراس	باقلا	خلر
	منداب	سوژا	شیدر کریمسون

بعضی از گیاهان فوق در نواحی مرطوب بیشتر مؤثرند و معمولاً در مناطق خشک تأثیر کمتری دارند.

کود سبز می‌تواند از یک یا مخلوطی از گیاهان (جدول ۱-۴) انتخاب شوند. یولاف و چاودار اگر همراه یکی از بقولات کشت شوند می‌توانند کود سبز بسیار جالبی باشند. معمولاً یولاف را با نخود و چاودار را با خلر مخلوط می‌کارند.

نکات مهم در کاربرد کود سبز

۱- در نواحی خشک، کاشت کود سبز بسیار گران تمام می‌شود. زیرا این گونه گیاهان به آب فراوان نیاز دارند. در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز، این گیاهان رشد کافی نداشته و یا آن‌که از آب ذخائر زیرزمینی استفاده خواهند کرد. در نتیجه گیاه بعدی در تناوب زراعی با کمبود آب روبرو خواهد شد. در نواحی مرطوب این محدودیت وجود ندارد.

۲- هزینه‌های مربوط به کاشت گیاهان کود سبز را باید بررسی و در صورت اقتصادی بودن اقدام به کشت کرد.

۳- در مواردی که کاربرد کود سبز منطقی و اقتصادی باشد، حتماً باید آن را در تناوب زراعی گنجانید تا بتوان مقدار مواد آلی خاک را ثابت نگاهداشت.

۴- برگرداندن گیاه به خاک هنگامی صورت پذیرد که شاخ و برگ به مقدار کافی تولید شده و لیکن مواد گیاهی هنوز چوبی نشده باشد.

□ کار شماره ۲

اصلاح خاک سنی با آب گل آلود

- ۱- گلدانی را با شن پر کرده به آن آب اضافه کنید.
- ۲- زمان لازم برای خروج آب از گلدان را، در جدول صفحه بعد یادداشت کنید.
- ۳- گلدان را در مقابل نور خورشید قرار داده، مدت زمان لازم برای خشک شدن را یادداشت کنید.
- ۴- گلدان را به مدت چهار هفته (هفته‌ای ۳-۲ بار) با آب گل آلود آبیاری کنید.
- ۵- بعد از چهار هفته موارد ۲ و ۳ را انجام داده، نتایج را در جدول بنویسید.
- ۶- نتایج به دست آمده را با هم مقایسه کرده، علل تغییرات مشاهده شده را شرح دهید.

مدت زمان خشک شدن (ساعت)	زمان خروج آب (دقیقه)	
		گلدان شن قبل از آبیاری با آب گل آلود
		گلدان شن بعد از آبیاری با آب گل آلود

□ کار شماره ۳

اصلاح خاک شنی با افزایش رس

- ۱- دو گلدان انتخاب کنید (A, B)
- ۲- در گلدان A شن و ماسه بریزید.
- ۳- در گلدان B شن و رس (به نسبت ۱ به ۱) بریزید.
- ۴- به هر دو گلدان آب اضافه کرده، مدت زمان لازم برای خروج آب را در هر دو گلدان اندازه گیری کنید.

با توجه به نتایج به دست آمده به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱- در کدام گلدان آب دیرتر خارج می شود. چرا؟
- ۲- خاک کدام گلدان می تواند حاصلخیزتر باشد. چرا؟
- ۳- در کدام گلدان چسبندگی ذرات به یکدیگر کمتر است. چرا؟
- ۴- کدام گلدان قدرت جذب و نگهداری رطوبت بیشتری دارد. چرا؟
- ۵- کدام گلدان تهویه بیشتری دارد. چرا؟

خاک های اسیدی

خاک های اسیدی خاک هایی هستند که pH آن ها کمتر از ۷ بوده، میزان یون های H^+ و Al^{+3} در محلول خاک بسیار زیاد باشد. خاک های اسیدی در مناطقی که بارندگی زیاد بوده و موقعیت مناسبی برای شستشوی عناصر بازی (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+) وجود داشته باشد، تشکیل می شود. در کشور ما با توجه به نوع اقلیم غالب (خشک و نیمه خشک) این گونه خاک ها گسترش زیادی ندارند و تنها در قسمت هایی از شمال کشور (استان گیلان) که بیشتر به کشت چای اختصاص دارد، یافت می شوند. از آنجایی که بسیاری از کشورهای جهان در مناطق پرباران واقعند، این خاک تنوع و گسترش بیشتری دارد.

اثر ترکیبات آهکی در خاک‌های اسیدی: ترکیبات آهکی ترکیباتی هستند که دارای کلسیم بوده و به منظور افزایش pH خاک و برطرف کردن اثرات سوء اسیدیته خاک (اصلاح خاک‌های اسیدی) مصرف می‌شوند. زمان، مقدار و چگونگی مصرف آهک به عوامل متعددی بستگی دارد که کارشناسان مربوط تعیین می‌نمایند.

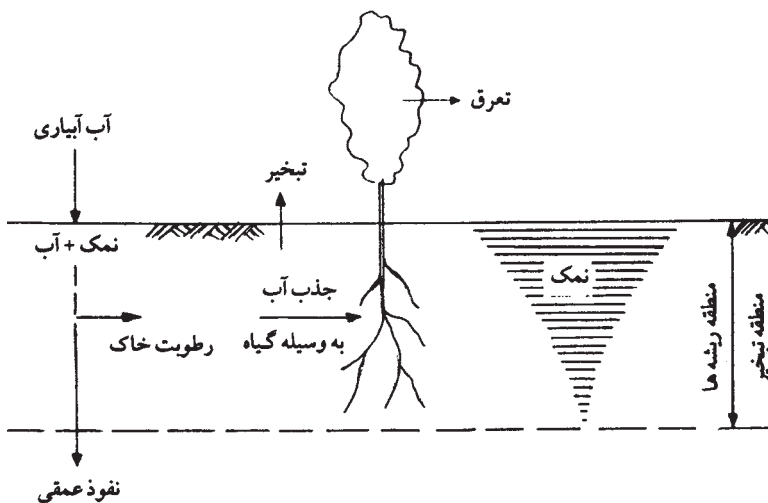
خاک‌های شور

خاک‌هایی هستند که املاح موجود در آن‌ها بیشتر شامل کاتیون‌های غیرسدیمی مانند کلسیم (Ca^{+2}) و منیزیم (Mg^{+2}) می‌باشد. pH این خاک‌ها کمتر از ۸/۵ و Ec آن‌ها بیشتر از ۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر می‌باشد.

علل شور شدن خاک‌ها: خاک‌ها ممکن است به دلایل مختلف، شور شوند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

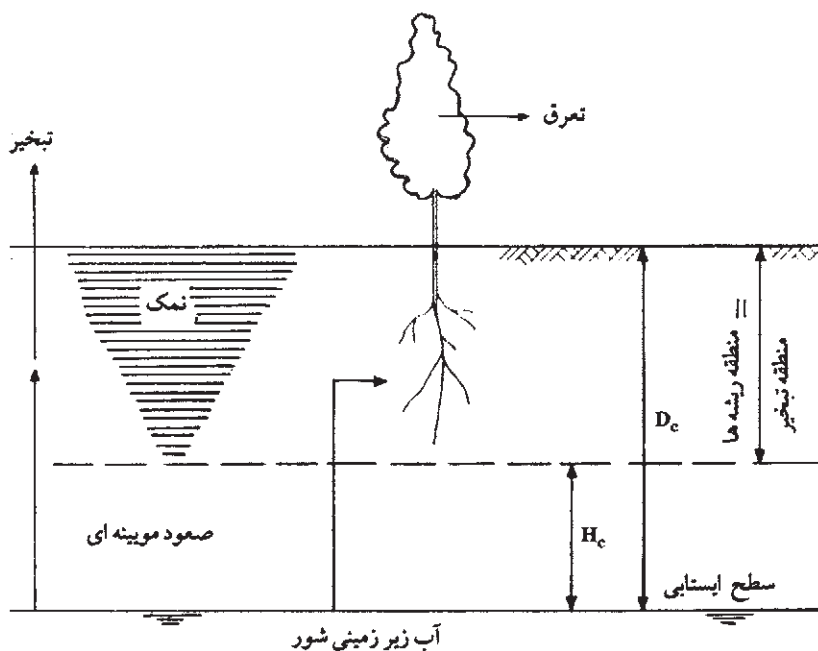
شور شدن مستقیم خاک از طریق آبیاری: کلیه آب‌هایی که در آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند کم و بیش دارای مقداری نمک هستند.

در هر نوبت آبیاری مقداری نمک همراه با آب وارد خاک می‌شود. اگر مقدار نمکی که بدین وسیله وارد خاک شده است، از طریق شستشو خارج نشود، باعث شور شدن خاک می‌شود. این نوع شور شدن در آب و هوای گرم و خشک و در شرایطی که از آب‌های شور در آبیاری استفاده شود تشدید می‌شود (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴ شور شدن مستقیم خاک توسط آبیاری

شور شدن از طریق آب زیرزمینی: در شرایطی که سطح آب زیرزمینی بالا باشد، امکان تبخیر مقدار قابل توجهی آب از این منابع وجود دارد. آبی که از طریق نیروی کاپیلار به سطح خاک بالا آمده و از آنجا تبخیر می‌شود، نمک‌های خود را در خاک باقی گذاشته باعث شور شدن آن می‌شود (شکل ۲-۴). جنس بستر و مصرف برخی از کودهای شیمیایی نظیر نیترات آمونیوم نیز می‌تواند در شوری خاک مؤثر باشد.



شکل ۲-۴- شور شدن در اثر صعود مویینه‌ای آب
آب زیر زمینی شور

اصلاح خاک‌های شور: مناسب‌ترین روش برای اصلاح خاک‌های شور، آب شویی است. برای این منظور املاح موجود در خاک را با محلول نمودن از عمق توسعه ریشه خاک خارج می‌کنند. بدیهی است برای خارج نمودن پس آب شور، بایستی اقداماتی نظیر ایجاد زهکش را منظور نمود.

خاک‌های قلیا (سدیمی)

املاح سدیمی بیشترین درجه انحلال را دارند. بنابراین با پیشرفت شوری، یون‌های سدیم در خاک تجمع می‌یابند و فرایند قلیایی شدن خاک‌ها رخ می‌دهد. به همین جهت خاک‌های سرشار از سدیم را خاک‌های قلیا می‌نامند. این خاک‌ها دارای pH بیش از ۸/۵ و EC کمتر از ۴ میلی موس بر سانتی متر

بوده و درصد سدیم آن‌ها بیش از حد مجاز می‌باشد.

اصلاح خاک‌های قلیا: برای اصلاح این خاک‌ها باید سدیم موجود در روی کلوئیدهای خاک را با کاتیون کلسیم جابه‌جا نمود. برای این منظور از مواد اصلاح‌کننده‌ای استفاده می‌کنیم که یون کلسیم را برای این منظور فراهم کند. مناسب‌ترین اصلاح‌کننده برای اصلاح خاک‌های قلیا، گچ می‌باشد. از گوگرد نیز برای اصلاح خاک‌های قلیا که دارای کلسیم نامحلول باشند، استفاده می‌کنند. زیرا گوگرد با تبدیل شدن به اسید باعث انحلال کلسیم و جابه‌جایی آن با سدیم می‌گردد.

خاک‌های شور و قلیا

خاک‌هایی هستند که مقدار املاح محلول آن‌ها بیش از حد مجاز می‌باشد و هم درصد سدیم آن‌ها از حد مجاز بیشتر است. به عبارت دیگر EC آن‌ها بیش از ۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر و pH آن‌ها کمتر از ۸/۵ می‌باشد.

اصلاح خاک‌های شور و قلیا: با توجه به ویژگی‌های شیمیایی این نوع خاک‌ها اصلاح آن‌ها از سایر خاک‌ها سخت‌تر می‌باشد، زیرا اضافه کردن هر نوع آب و مواد اصلاح‌کننده خود باعث افزایش مجدد املاح خاک می‌گردد. و از طرفی اصلاح خاک‌های شور و قلیا مقرون به صرفه نمی‌باشد.



ارزشیابی

- ۱- خصوصیات خاک‌های سنگین را با خاک‌های سبک مقایسه کنید.
- ۲- کود حیوانی چگونه خاک‌های سنگین را اصلاح می‌کند؟
- ۳- خاک‌های سبک چه معایبی از نظر خواص فیزیکی دارند؟
- ۴- در هنگام استفاده از کود سبز به چه نکاتی باید توجه کرد؟
- ۵- در انتخاب کود دامی مناسب چه مواردی را باید در نظر گرفت؟
- ۶- اصلاح خاک‌های شور و خاک‌های قلیا را با هم مقایسه کنید.

فرسایش و حفاظت خاک‌ها

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

- ۱- فرسایش خاک را تعریف کند.
- ۲- با انواع فرسایش آشنا شود.
- ۳- خسارت ناشی از فرسایش خاک را توضیح دهد.
- ۴- روش‌های جلوگیری از فرسایش خاک را توضیح دهد.

فرسایش خاک و روش‌های کنترل آن

معنی اصلی لغت فرسایش، کاهش تدریجی است. در علوم کشاورزی فرسایش خاک را چنین تعریف می‌کنند : انتقال یا حرکت خاک از نقطه‌ای به نقطه دیگر در سطح زمین که باعث تخریب اراضی و کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود.

سطح زمین از بدو تشکیل تاکنون در حال تغییر بوده و مواد آن فرسایش یافته است. اگر عمل فرسایش در شرایط طبیعی یعنی هنگامی که سطح زمین و پوشش طبیعی آن بدون دخالت بشر صورت گیرد، بدان «فرسایش طبیعی یا ژئولوژیکی» می‌گویند. هرچه خاک به این صورت از بین رود توسط عوامل خاکساز می‌مجدداً ایجاد می‌شود. در نتیجه بین ایجاد خاک و فرسایش آن تعادل برقرار است ولی با دخالت انسان فرسایش شدت یافته و بدین وسیله باعث «فرسایش خاک» سطحی می‌شود که منظور از فرسایش در اینجا کاهش شدید خاک بعد از دخالت انسان می‌باشد. مثال زیر نتیجه این دو نوع فرسایش را روشن می‌سازد.

در یک ایستگاه تحقیقاتی محاسبات نشان داده، زمینی که سالیان دراز زیر کشت پنبه قرار داشته به میزان ۷۷ تن خاک در هکتار در سال فرسایش یافته است. در حالی که زمین مشابهی که دارای پوشش گیاهی طبیعی بوده فقط ۰.۵٪ تن خاک در هکتار در سال به وسیله فرسایش ژئولوژیکی از

دست داده است.

با توجه به محدود بودن اراضی قابل کشت در سطح کشور و افزایش جمعیت و در نتیجه نیاز به افزایش تولیدات کشاورزی، حفظ و نگهداری خاک امری ضروری و جدی است. با شناخت عوامل فرسایش و انواع آن و طرق مختلف کنترل فرسایش و حفاظت خاک‌ها می‌توان این امانت الهی را به‌منظور بهره‌برداری ثابت و دائمی حفظ کرد. در غیر این صورت در آینده نه چندان دور شاهد زمین‌هایی خواهیم بود که قابلیت کشت نداشته، گیاهی در آن‌ها رشد نخواهد کرد.

خسارات ناشی از فرسایش

فرسایش حداقل ۳ نوع خسارت به‌همراه دارد:

- ۱- خاکی که مورد فرسایش قرار می‌گیرد، غالباً ارزش کشاورزی خود را از دست می‌دهد، از طرفی خاکی که برجای می‌ماند فاقد سطح الارض بوده، حاصلخیزی آن نیز کاهش می‌یابد.
- ۲- خاکی که فرسایش می‌یابد احتمالاً در رودخانه‌ها، بنادر و مخازن آب رسوب کرده از گنجایش ذخیره آب مخازن سدها می‌کاهد، در نتیجه عمر مفید سدها کاهش پیدا می‌کند.
- ۳- در نتیجه فرسایش و تشکیل شیپارهای عمیق، یکنواختی سطح اراضی بهم خورده و کاربرد ماشین‌های کشاورزی محدود می‌شود.

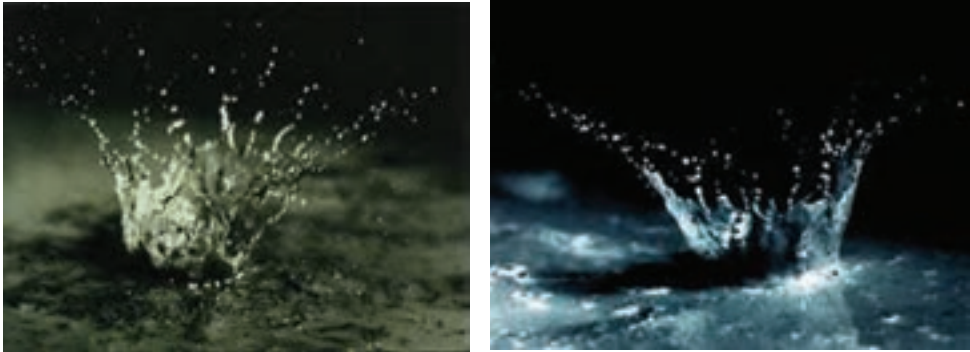
مراحل فرسایش

فرسایش چه توسط آب صورت پذیرد چه توسط باد، خواه ژئولوژیکی باشد، خواه سریع، سه مرحله دارد:

- ۱- جدا شدن ذرات از توده اصلی خاک: نیروهایی که باعث جدا شدن ذرات خاک می‌شوند عبارتند از: قطرات باران، شخم بیش از حد، لگدکوب شدن خاک توسط احشام، استفاده از ماشین‌آلات سنگین و باد.
- ۲- انتقال ذرات جدا شده: نیروهایی که باعث انتقال می‌شوند، عبارتند از: آب‌های جاری، نیروی ثقل، بادهای شدید، یخچال‌ها.
- ۳- تجمع و انباشته شدن مواد: هنگامی که نیروهای انتقال‌دهنده کاهش یابند مواد همراه خود را بر جا می‌گذارند.

انواع فرسایش

در طبیعت فرسایش توسط عواملی نظیر آب و باد صورت می‌گیرد. بنابراین دو نوع فرسایش داریم، فرسایش آبی و فرسایش بادی. انسان با اعمال خود می‌تواند عوامل یادشده را کند یا تسریع کند. فرسایش آبی: ضربات ناشی از برخورد قطرات باران به حدی است که منجر به جدا کردن و انتقال مقدار قابل ملاحظه‌ای از خاک می‌شود (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵- فرو افتادن و پاشیده شدن یک قطره آب باران

با جریان آب (رواناب) فرسایش آبی به صورت‌های زیر ایجاد می‌شود:

فرسایش ورقه‌ای: از بین رفتن خاک سطحی به صورت ورقه‌های نازک را فرسایش ورقه‌ای می‌گویند. این نوع فرسایش در سطح زمین‌های صاف یا با شیب ملایم ظاهر می‌شود.

فرسایش شیاری: در صورت ادامه فرسایش ورقه‌ای شیارهای کوچکی در سطح زمین ظاهر می‌شوند که فرسایش شیاری نامیده می‌شوند.

اگر قطرات باران با سرعتی معادل ۹۱۴ سانتی متر در ثانیه با خاک برخورد کنند خاک را متلاشی کرده ذرات آن را تا ارتفاع ۶۱ سانتی متر پرتاب می‌کنند.

فرسایش خندقی: این شکل فرسایش بر اثر پیشرفت فرسایش شیاری به وجود می‌آید. به این نحو که شیارها به هم می‌پیوندند و در نتیجه زمین بیشتر شسته شده نهر یا خندق‌هایی در سطح زمین تشکیل می‌شود. در این تخریب سنگ مادر ظاهر می‌شود (شکل ۲-۵).

فرسایش توده‌ای: در این نوع فرسایش، خاک دامنه‌ها در اثر جذب آب و سنگین شدن در جهت شیب به صورت توده‌ای شروع به حرکت می‌کند (شکل ۳-۵).



شکل ۲-۵- فرسایش خندقی



شکل ۳-۵- فرسایش توده‌ای

□ کار شماره ۱

مشاهده فرسایش ضربه‌ای قطرات باران

مواد و وسایل لازم: دو تکه تخته به ابعاد (۲×۱۰×۱۰ سانتی‌متر)، دو تکه تخته به ابعاد

(۲×۱۰×۳۰ سانتی‌متر)، خط‌کش

۱- تخته‌های بلندتر را از یک طرف با کارد تیز کنید تا به آسانی در خاک فرو رود.



شکل ۴-۵



۲- تخته‌های کوچکتر را بالای تخته نوک تیز میخ کنید تا حفاظی ایجاد کند (مطابق شکل ۴-۵).

۳- با خط‌کش تخته‌های بلند را مدرج و با رنگ درجات را مشخص کنید.

۴- یکی از تخته‌ها را در جایی که پوشش گیاهی خوب دارد و دیگری را در زمین فاقد پوشش گیاهی فرو کنید.

۵- بعد از بارندگی تخته‌ها را مورد بررسی قرار دهید. (با پاشیدن آب با آبیاش هم می‌توان به نتیجه مورد نظر رسید) به سؤالات زیر پاسخ دهید :

- ذرات خاک تا چه ارتفاعی پرتاب شده‌اند؟

- در کدام یک میزان خاک بیشتری پراکنده شده است. چرا؟

کنترل فرسایش آبی

به منظور کنترل و جلوگیری از فرسایش آبی از چهار عمل اساسی زیر می‌توان استفاده کرد :

۱- جلوگیری از برخورد قطرات باران به سطح خاک.

۲- جلوگیری از تراکم و جریان آب در یک مسیر باریک و در امتداد شیب.

۳- کاهش سرعت آب در امتداد شیب.

۴- نفوذ حداکثر آب به درون خاک.

روش‌های کنترل فرسایش آبی متداول به منظور دستیابی به اهداف فوق است.

روش‌های کنترل فرسایش آبی : فرسایش خاک در نتیجه کم کردن عوامل جداکننده ذرات و یا عوامل انتقال دهنده، کاهش می‌یابد. روش‌های مورد استفاده برای کاهش نیروهای جدا کننده ذرات در فرسایش آبی و بادی یکسان است. ولی طرق کنترل عوامل انتقال در فرسایش آبی و بادی متفاوت است.

۱- روش‌های کنترل عوامل جداکننده ذرات : با ایجاد پوشش گیاهی می‌توان اثر تخریبی

نیروهای جداکننده ذرات را کنترل کرد. در نقاطی که زمین پوشش گیاهی دارد، به هنگام بارندگی، قطرات باران در موقع فرود آمدن ابتدا به اندام‌های هوایی گیاه برخورد می‌کند و به صورت ذرات ریزدر می‌آید

که بهتر جذب خاک می‌شود و از طرف دیگر ریشه‌های گیاه، آبی را که به زمین می‌رسد جذب کرده و به این طریق مانع از جاری شدن آن در سطح زمین می‌شود (شکل ۵-۵).



شکل ۵-۵- این تصویر نشان می‌دهد که در یک مزرعه دارای پوشش گندم چگونه از شدت ضربه قطرات باران کاسته می‌شود.

بقایای گیاهی و هوموس نیز چنین نقشی در حفظ آب و خاک دارند. باقی گذاشتن بقایای محصول (کاه و کلش) بر روی خاک و یا مخلوط کردن آن‌ها با خاک باعث بهبود ساختمان خاک و افزایش نفوذپذیری آن شده و نیز موجب حفاظت خاک در مقابل آب و باد می‌شود.

□ کار شماره ۲

پوشش گیاهی چگونه از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند؟

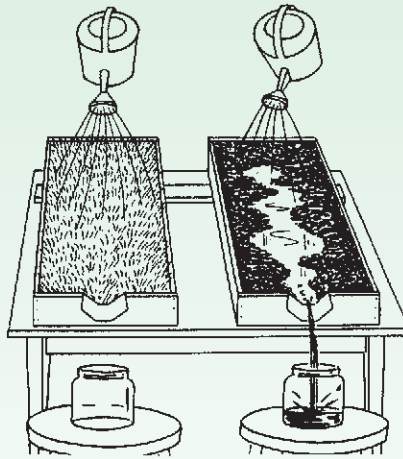
وسایل لازم: دو آبیاش، دو شیشه نسبتاً بزرگ، یک میز، دو عدد چهارپایه، دو جعبه چوبی یا فلزی به ابعاد $۱۰ \times ۴۰ \times ۳۰$ سانتی‌متر که بتواند آب را در خود نگهدارد.

۱- از یک منطقه مرتعی و یا چمنی یک تکه خاک را بدون آن که گیاهان روی آن را جدا کنید به اندازه سطح داخل جعبه قطع کنید و در داخل جعبه بگذارید.

۲- از همان منطقه خاکی را انتخاب کنید که فاقد هر نوع پوشش گیاهی باشد. از آن خاک به قالب جعبه دیگر بریده و در آن جاسازی کنید (هدف این است که هر دو خاک در هر دو جعبه از یک نوع باشد و تنها تفاوت در میزان پوشش گیاهی موجود در آن‌ها باشد).

۳- جعبه و سایر وسایل را برابر شکل ۵-۶ مستقر سازید و با قرار دادن تکه چوبی در زیر یک طرف جعبه‌ها به آن‌ها حالت شیبدار بدهید.

۴- حالا به مقدار مساوی و در یک زمان برابر با آبیاش به هر دو جعبه آب بدهید. آبیاش‌ها را در ارتفاع مساوی بگیرید (حدود ۴۰ سانتی‌متر).



شکل ۵-۶

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

- آب خروجی کدام جعبه زلال‌تر است. چرا؟
- آب از کدام جعبه کندتر خارج می‌شود. چرا؟
- در کدام ظرف آب کمتری جمع می‌شود. چرا؟

۲- روش‌های کنترل عوامل انتقال دهنده ذرات : برای رسیدن به این هدف باید به هر طریقی شیب را کم کرده از سرعت آب‌های جاری کاست و یا شرایطی فراهم کرد تا آب بیشتر وارد خاک شود و کمتر به صورت روان آب جاری شود.

روش‌هایی که اهداف فوق را تأمین می‌کند عبارتند از :

الف) تراس بندی یا سکوبندی : در نواحی شیب‌دار که خاک عمیق بوده و ریزش‌های جوی به صورت رگبارهای شدید نازل می‌شود به منظور از بین بردن شیب، زمین را به صورت پله‌های پهن که همان سکو است، در می‌آورند. در نتیجه این عمل، آب در سطح تراس‌ها جمع شده در خاک نفوذ می‌کنند. در صورت امکان در این قطعات درخت یا گیاهان زراعی کشت می‌شود (شکل ۷-۵).



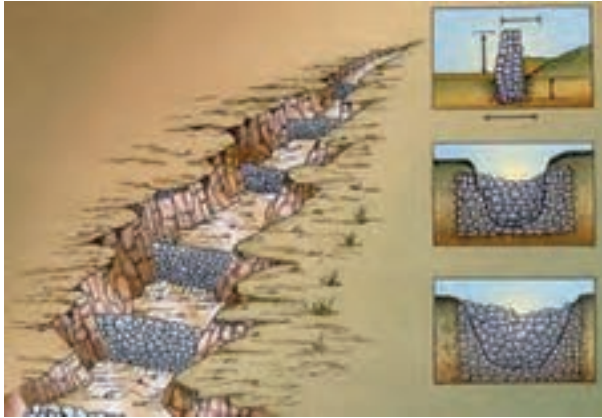
شکل ۷-۵- تراس بندی

ب) ایجاد بانکت : به منظور جمع‌آوری آب‌های باران و برف و کاهش سرعت آن‌ها و نفوذ دادن آب‌ها به داخل خاک در روی خطوط تراز در نقاط شیب‌دار که خاک عمق کمتری دارد، جوی‌هایی حفر می‌شود. تفاوت بانکت با سکو در این است که در سکوبندی آب کاملاً متوقف می‌شود. در حالی که در بانکت بندی جریان آب کاملاً متوقف نمی‌شود. بانکت‌ها را با دست و یا با تراکتور احداث می‌کنند (شکل ۵-۸).



شکل ۵-۸

ج) سدهای خشکه چین : در نواحی که سنگ زیاد است معمولاً در نقاط فرسایش‌پذیر به ویژه در داخل آبراهه‌ها و خندق‌ها سدهای کوچک سنگی می‌سازند و به آن سدهای خشکه‌چین می‌گویند. این سدها مانع از جریان شدید آب می‌شود و با ایستادن آب در پشت آن به نفوذ دادن آب در خاک کمک می‌کند، و در نتیجه مانع فرسایش خاک می‌شود در ضمن بخشی از گل و لای همراه با آب در پشت آن‌ها رسوب می‌کند (شکل ۵-۹).



شکل ۹-۵- سدهای خشکه چین با تور سیمی در آبراهه‌ها

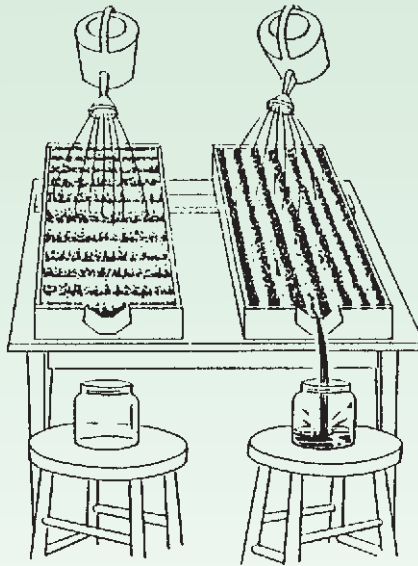
د) چپرسازی و شمع‌کوبی و سنگ‌چینی: در نقاط شیب‌دار اگر جنس خاک طوری باشد که دائم تخریب شده و ریزش کند، به منظور جلوگیری از ریزش خاک و سنگ‌ها، دامنه‌های پر شیب را به فواصل معین سنگ‌چین کرده و یا میله‌های چوبی یا فلزی را در زمین فرو می‌کنند (چپرسازی و شمع‌کوبی). بر اثر ریزش کوه و جمع شدن مواد در پشت این چپرها به‌طور طبیعی تقریباً یک سکو به‌وجود می‌آید.

□ کار شماره ۳

مشاهده اثرات احداث بانکت

وسایل مورد نیاز : از وسایل آزمایش شماره ۲ استفاده کنید.

- ۱- مقداری خاک با شرایط مساوی و از یک محل تهیه کنید و در جعبه‌ها بریزید.
- ۲- تکه چوبی در یک طرف و در زیر جعبه قرار دهید تا جعبه و خاک به حالت شیبدار درآید.
- ۳- سطح خاک را صاف کنید و بعد از آن با نوک انگشت یا مداد مطابق شکل زیر در یکی از جعبه‌ها شیارهای طولی و در دیگری شیارهای عرضی به موازات هم ایجاد کنید.
- ۴- با آبیاش‌ها و از ارتفاع معین بر روی خاک‌های داخل هر دو جعبه آب بریزید (شکل ۱۰-۵).
- ۵- مشاهدات خود را دقیقاً یادداشت کنید.



شکل ۱۰-۵

۶- به سؤالات زیر پاسخ دهید :

- a - در کدام جعبه فرسایش کمتری مشاهده می‌شود ؟
- b - از کدام جعبه آب کمتری خارج می‌شود ؟
- c - آیا بهتر نیست در نواحی شیبدار شخم در امتداد خطوط تراز (عمود بر جهت شیب) زده

شود ؟ چرا ؟

□ کار شماره ۴

مشاهده خاک فرسایش یافته در خندق‌ها

- ۱- خندق یا آبراهه‌ای را انتخاب کنید (بهتر است در فصل پاییز و قبل از آغاز بارندگی‌های سالانه آزمایش انجام شود).
- ۲- در فصل بهار مجدداً آبراهه موردنظر را بازدید نمایید و گزارشی از چگونگی فرسایش در کلاس ارائه نمایید.

فرسایش بادی

در مناطق خشک و بیابانی فرسایش بادی موجب از بین رفتن خاک و همچنین هجوم شن‌های روان به روستاها و شهرها و تجمع آن‌ها در سطح مزارع و نقاط مسکونی شده که باعث خسارات مالی و جانی فراوان و نیز پیشروی بیابان‌ها می‌شود.

فرسایش بادی مانند فرسایش آبی از مراحل جداسازی ذرات، انتقال مواد جدا شده و تجمع ذرات تشکیل می‌شود.

خسارات فرسایش بادی

- ۱- پراکنش ذرات خاک و خسارات وارده بر گیاهان: چنان‌که ذرات خاک اطراف ریشه گیاهان جوان به هوا پراکنده شود، موجب بروز خساراتی می‌شود. این امر به ویژه در خاک‌هایی که زیر کشت پیاز هستند، محسوس‌تر خواهد بود. در ضمن گیاهان جوان در اثر اصابت ذرات پراکنده خاک صدمه می‌بینند و گاهی ذرات معلق در هوا گیاهان یک منطقه را زیر پوشش خود قرار می‌دهند.
- ۲- خسارات وارد به حصارها، ساختمان‌ها و جاده‌ها: در مناطقی که فرسایش بادی شدید است، ذرات خاک در مدت کوتاهی اطراف ساختمان‌ها و حصارها تجمع می‌کند و به صورت توده‌های بزرگی انباشته می‌شود. حرکت تپه‌های شنی در نواحی بیابانی و در اطراف دریاچه‌ها نیز جاده‌ها را می‌پوشاند.

روش‌های کنترل فرسایش بادی: کنترل فرسایش بادی با کنترل دو مرحله یاد شده عملی می‌شود. همان‌طور که قبلاً توضیح دادیم روش‌های کنترل مرحله جداسازی ذرات در فرسایش آبی و بادی تقریباً یکسان است. به عبارت دیگر همان اقداماتی که به منظور کنترل عوامل جداکننده ذرات در فرسایش آبی مورد استفاده قرار گرفت در کنترل فرسایش بادی نیز می‌تواند مؤثر و مفید باشد. به‌منظور کنترل مرحله انتقال ذرات جدا شده باید شرایطی فراهم آورد تا سرعت باد کاهش یابد.

بهترین اقدامات در این زمینه عبارت است از :

- ۱- کاهش سرعت باد در نزدیکی خاک به وسیله ایجاد برآمدگی‌ها در سطح زمین.
- ۲- جلوگیری از حرکت ذرات با ایجاد پوشش گیاهی و سایر مالچ‌ها.
- ۳- کاهش سرعت باد با احداث بادشکن.
- ۴- افزایش رطوبت خاک.

مهم‌ترین روش‌های کنترل مرحله انتقال ذرات در فرسایش بادی شرح داده می‌شود :

بادشکن : بادشکن‌ها موانعی هستند از گیاهان و یا از مواد غیرزنده که به منظور کاهش سرعت باد، ایجاد می‌شوند. بادشکن زنده از یک یا چند ردیف درخت که به طور عمود بر جهت باد کاشته می‌شوند، تشکیل می‌شود. در صورتی که شرایط محیط اجازه رشد گیاهان را ندهد یا زمین‌ها و مزارع کوچک باشد و یا احتیاج به موانع بلند نباشد از موانع غیرزنده نظیر حصیر، نی، سرشاخه درختان و... برای فراهم شدن شرایط سبز شدن بذر و ریشه گیاهان استفاده می‌شود.

در ایجاد بادشکن‌ها توجه به عوامل زیر اهمیت دارد.

الف) نوع و جهت بادهای فصلی و سرعت آن‌ها : در تعیین جهت بادشکن و تراکم آن تأثیر

دارد.

ب) نوع درختان : انتخاب نوع درختان بسته به شرایط خاک و آب و هوا متفاوت است. در

مناطق که خاک‌ها شور و حرارت زیاد باشد از درختان گز و تاغ استفاده می‌شود.

در مناطقی که هوا معتدل است درختانی نظیر چنار و سنجد وحشی و بید کاشته می‌شود. در

مناطق حاره از زیتون وحشی یا اوکالیپتوس و در مناطق سردسیر از انواع سروها و کاج می‌توان استفاده

کرد.

استفاده از انواع مالچ‌ها : مالچ به معنی پوشش است که بیشتر در کشاورزی به کار برده می‌شود

و به موادی اطلاق می‌شود که می‌توانند پوشش محافظی بر روی زمین یا در اطراف ریشه گیاه ایجاد

کند. موادی شامل خاک ارّه، کاه، برگ گیاهان، کود حیوانی، لایه‌های لاستیکی و ترکیباتی حاصل از

نفت از انواع مالچ‌ها به حساب می‌آیند.

در مناطقی که دارای آب و هوای بیابانی بوده و امکان احداث بادشکن‌های زنده وجود ندارد از

انواع مالچ می‌توان برای کنترل فرسایش بادی استفاده کرد.

از بین انواع مالچ‌ها، مالچ نفتی به دلیل استفاده بیشتر در مناطق بیابانی و خشک به طور مختصر

توضیح داده می‌شود.

مالچ‌های نفتی از فرآورده‌های سنگین نفت است که ابتدا به صورت امولسیون در می‌آید، آن‌گاه با وسایل مخصوص بر روی زمین مورد نظر پاشیده می‌شود. پخش فرآورده‌های سنگین نفت به صورت امولسیون در آب سهل‌تر صورت می‌گیرد و امکان می‌دهد که بتوانیم پرده نازکی از آن را در سطح زمین بگسترانیم. این ماده به مرور آب خود را از دست داده و قشر نازکی از ماده اصلی آن، در سطح زمین برجای می‌ماند.

ارزشیابی

- ۱- عوامل فرسایش را نام ببرید.
- ۲- مراحل فرسایش را نوشته هریک را تعریف کنید.
- ۳- آیا امکان دارد به‌طور کامل از فرسایش جلوگیری کنیم؟ چرا؟
- ۴- انواع فرسایش آبی را نام ببرید.
- ۵- روش‌هایی که بتوان مرحله جداسازی را کند نماید را نام ببرید.
- ۶- شیب چه اثری در فرسایش آبی دارد؟
- ۷- بانکت چیست؟
- ۸- از سدهای خشکه چین معمولاً برای کنترل فرسایش در چه نقاطی استفاده می‌شود؟
- ۹- بادشکن چیست؟ انواع آن را بنویسید.
- ۱۰- مالچ چیست؟ انواع آن را بنویسید.
- ۱۱- مالچ نفتی را تعریف کنید.

بخش دوم

آب

آب و منابع آن

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

- ۱- ساختمان مولکولی آب را توضیح دهد.
- ۲- خواص فیزیکی آب را بیان کند.
- ۳- خواص شیمیایی آب را بیان کند.
- ۴- گردش آب در طبیعت را تشریح کند.
- ۵- آب‌های سطحی را توصیف کند.
- ۶- جریان موقت و دائم آب را تعریف کند.
- ۷- آب‌های زیرزمینی را توصیف کند.
- ۸- منشأ و منابع آب‌های زیرزمینی را بیان کند.
- ۹- چشمه را تعریف کند.
- ۱۰- قنات را تعریف کند.
- ۱۱- چاه را تعریف کرده و انواع آن را نام ببرد.
- ۱۲- انواع چاه را تعریف کند.

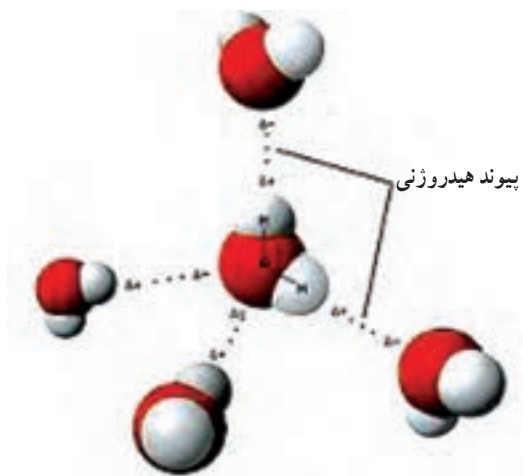
اهمیت آب

آب فراوان‌ترین ترکیب روی زمین بوده و در حدود $\frac{۳}{۴}$ سطح کره زمین و ۸۰ درصد وزن پروتوپلاسم سلول‌های زنده گیاهی و جانوری را آب تشکیل می‌دهد. این ماده به‌عنوان حلال عمومی، محیط انتقال و عامل حیات کلیه جانداران محسوب شده، بدون آن ادامه حیات در کره زمین غیرممکن خواهد شد. آب در زندگی بشر در مواردی از قبیل آشامیدن، کشاورزی، دامپروری، تولید نیرو و مصارف صنعتی و شهری کاربرد وسیعی دارد.

علیرغم فراوانی آب در سطح جهان، آب قابل مصرف در اکثر کشورها و به خصوص در کشور ما از نظر منابع محدودیت داشته، صرفه‌جویی و جلوگیری از مصرف بی‌رویه این نعمت الهی، با توجه به افزایش جمعیت و فزونی نیاز به مواد غذایی و رشد صنعت یک وظیفه شرعی به حساب می‌آید. مطالعات وسیعی در مورد ذخیره‌سازی و نحوه مصرف آب در صنعت و کشاورزی و جوامع شهری و حتی تصفیه و بازیابی پس آب‌های شهری و صنعتی جهت استفاده مجدد در کشورهای پیشرفته در حال انجام است که بجاست در برنامه‌های آموزشی و تحقیقاتی کشور ما نیز از آن‌ها استفاده گردد.

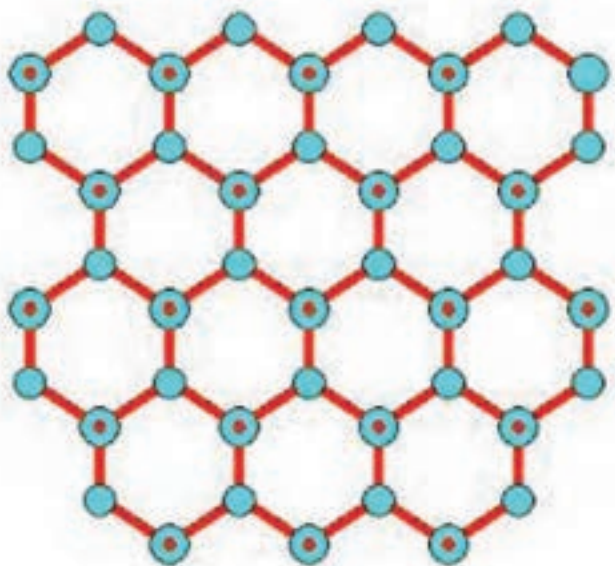
مولکول آب و خواص آن

مولکول‌های آب با پیوند هیدروژنی به یکدیگر متصل هستند این پیوند بین اتم هیدروژن از یک مولکول آب با اتم اکسیژن از مولکول دیگر آب برقرار می‌گردد (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- پیوند هیدروژنی بین دو مولکول آب

انرژی پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب ضعیف‌تر از انرژی پیوندهای کووالانسی موجود در مولکول آب می‌باشد به همین جهت می‌توان آب را مجموعه‌ای از مولکول‌ها که با پیوند هیدروژنی به یکدیگر متصل‌اند دانست. این ساختمان در بلورهای یخ به صورت کامل وجود دارد. به این ترتیب که هر مولکول به وسیله پیوند هیدروژنی به چهار مولکول مجاور متصل می‌شود و یک ساختمان نسبتاً باز شش‌وجهی را به وجود می‌آورد (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶- ساختار یخ

وجود پیوند هیدروژنی در آب عامل مهمی در پیدایش بسیاری از ویژگی‌های آن است، ویژگی‌هایی که برای زندگی انسان و سایر موجودات زنده اهمیت حیاتی دارند.

می‌دانیم آب مایعی است که در فشار متعارفی در 100° سانتی‌گراد به جوش می‌آید و در صفر درجه سانتی‌گراد منجمد می‌شود، گرمای ویژه و گرمای نهان تبخیر آب از مایعات دیگر بیشتر است. کشش سطحی آن بسیار زیاد است، همچنین آب می‌تواند بسیاری از ترکیبات یونی مانند نمک طعام و کووالانسی قطبی مانند HCl را در خود به خوبی حل کند. در ضمن اگر آب را سرد کنیم حجم آن به تدریج کاهش می‌یابد و در 4° سانتی‌گراد به حداقل می‌رسد آنگاه مجدداً شروع به افزایش می‌کند تا یخ بیند. در موقع یخ بستن حجم آن به طور ناگهانی زیاد می‌شود و پس از آن مانند سایر مواد بر اثر سرد کردن متوالی کاهش حجم پیدا می‌کند. پیوندهای هیدروژنی به علت ضعیف بودن مرتباً شکسته و مجدداً تشکیل می‌شوند به این دلیل آب در دمای معمولی مایع است. تمام مواردی که ذکر گردید فقط به علت وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن می‌باشد.

جدول ۱-۶ فراوانی پیوند هیدروژنی در نتیجه تأثیر درجه حرارت را نشان می‌دهد، در کدام حالت آب دارای بیشترین مقدار پیوند هیدروژنی و در کدام حالت کمترین پیوند هیدروژنی را دارد؟

جدول ۱-۶- اثر درجه حرارت در فراوانی پیوند هیدروژن و در حالت‌های مختلف آب

درجه حرارت - °C	حالت آب	فراوانی پیوند هیدروژنی
صفر	یخ	۱۰۰ درصد
صفر	آب مایع	۸۵ درصد
۴۰	آب مایع	بیش از ۵۰ درصد
۱۰۰	بخار	بیش از ۱۰ درصد

خواص فیزیکی آب

نقطه انجماد: انجماد مایعات در درجه حرارت معینی شروع شده که این درجه حرارت را نقطه انجماد مایع می‌نامند. نقطه انجماد آب خالص در شرایط متعارفی^۱ صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

وجود ناخالصی و افزایش فشار نقطه انجماد آب را کاهش می‌دهد. زیرا از تشکیل ساختمان بلورهای یخ جلوگیری می‌کند.

نقطه جوش: نقطه جوش دمایی است که در آن، آب از حالت مایع به حالت بخار تبدیل می‌شود.

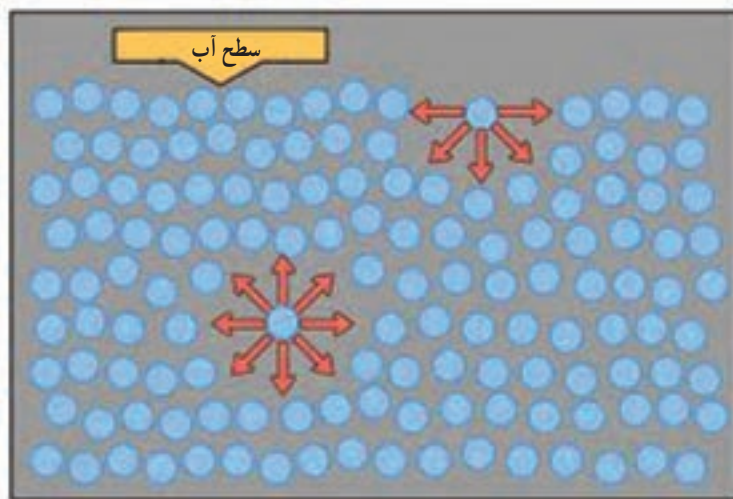
نقطه جوش آب خالص در شرایط متعارفی^۱ ۱۰۰° سانتی‌گراد است و وجود ناخالصی و املاح نقطه جوش را افزایش می‌دهد.

وزن مخصوص آب: وزن یک سانتی‌مترمکعب آب خالص را وزن مخصوص آب می‌نامند که در ۴° سانتی‌گراد معادل یک می‌باشد. وزن مخصوص آب در حالت جامد (یخ) حدود ۰/۹۲/ گرم بر سانتی‌مترمکعب است. چون آب به صورت یخ وزن مخصوص کمتری نسبت به آب در حالت مایع دارد، یخ‌ها بر روی آب شناور می‌مانند و بیشترین وزن مخصوص آب در دمای ۴° سانتی‌گراد می‌باشد.

کشش سطحی: وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب باعث به وجود آمدن نیرویی می‌شود که کشش سطحی نامیده می‌شود (شکل ۳-۶).

بالا بودن کشش سطحی آب فعالیت موئینگی را ممکن می‌سازد. موئینگی یکی از عوامل مؤثر در بالا رفتن آب در لوله‌های آوندی گیاهان است.

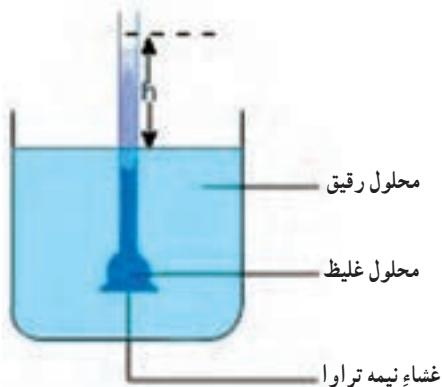
۱- فشار یک اتمسفر و آب خالص



شکل ۳-۶- کشش سطحی به دلیل آنکه اتصال مولکول‌های آب به یکدیگر شدیدتر از اتصال آن با مولکول‌های هواست روی می‌دهد. بلندی یا درازای پیکان‌ها نشان‌دهنده نیروی جذب مولکولی بین مولکول‌های آب و نیز بین مولکول‌های آب و هوا می‌باشد.

خاصیت اسمزی: عبور مولکول‌های آب از طریق پرده نیمه‌تراوا را اسمز می‌نامند. اگر یک محلول غلیظ را با پرده نیمه‌تراوا از آب خالص یا محلول رقیق‌تر جدا کنیم، مشاهده خواهیم کرد آب از طرف آب خالص یا محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ وارد می‌شود مانند ورود آب از محلول خاک (محیط رقیق‌تر) به داخل ریشه (محیط غلیظ‌تر) که در این فرآیند جذب، غشاء سلولی نقش پرده نیمه‌تراوا را به عهده دارد. به مقدار فشاری که باید به محلول وارد کرد تا از ورود آب خالص به آن جلوگیری کند فشار اسمزی می‌گویند (شکل ۴-۶).

لزوجت Viscosity: لزوجت یا گرانروی عبارت است از نیروی مقاومتی که مایع در مقابل جریان یافتن از خود نشان می‌دهد.



شکل ۴-۶- خاصیت اسمزی در مولکول‌های آب

افزایش دما باعث کاهش لزوجت و فشار باعث ازدیاد آن می‌شود. یکی از دلایل بالا بودن ضریب نفوذ آب در مناطق گرمسیری می‌تواند به‌علت پایین بودن لزوجت آب گرم باشد.

خواص شیمیایی آب

قابلیت هدایت الکتریکی: آب خالص قابلیت هدایت الکتریکی ندارد ولی با حل املاح هدایت الکتریکی آن افزایش می‌یابد. در مسایل مربوط به آب و خاک با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول خاک و آب آبیاری توسط دستگاه هدایت‌سنج، درجه شوری یا میزان املاح را مشخص می‌کنند. در واقع اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آب شاخص مهمی در تعیین کیفیت آب محسوب می‌شود و با دانستن درجه شوری در مورد مصرف آن جهت آشامیدن، آبیاری و کاشت گیاهان توصیه‌های لازم اعمال می‌شود. قابلیت هدایت الکتریکی آب با افزایش دما ازدیاد پیدا می‌کند.

شناخت املاح محلول و غیر محلول: یکی از خواص شیمیایی مهم آب خاصیت حلالیت زیاد این ماده می‌باشد. اغلب موادی که در خاک است در آب حل می‌شود. به عمل پراکنده‌شدن بکخواخت دو یا چند جسم در یکدیگر انحلال می‌گویند و در این صورت سیستم حاصل محلول نامیده می‌شود. آب بنا به دلایل زیر دارای خاصیت حلالیت بالایی می‌باشد.

۱- آب یک مولکول دوقطبی است در نتیجه قطب منفی آن جذب قطب مثبت و قطب مثبت آن جذب قطب منفی جسم محلول در آب می‌شود.

۲- وجود پیوند هیدروژنی در آب باعث میل ترکیبی فراوان این ماده با ترکیبات مختلف می‌شود. حلالیت اغلب املاح در آب با درجه حرارت افزایش می‌یابد.

دسته‌ای از مواد هستند که در آب غیر محلول اند که از آن جمله می‌توان به نفت اشاره نمود. این مواد دارای مولکول‌های غیر قطبی هستند و در آب حل نمی‌شوند.

گردش آب در طبیعت^۱

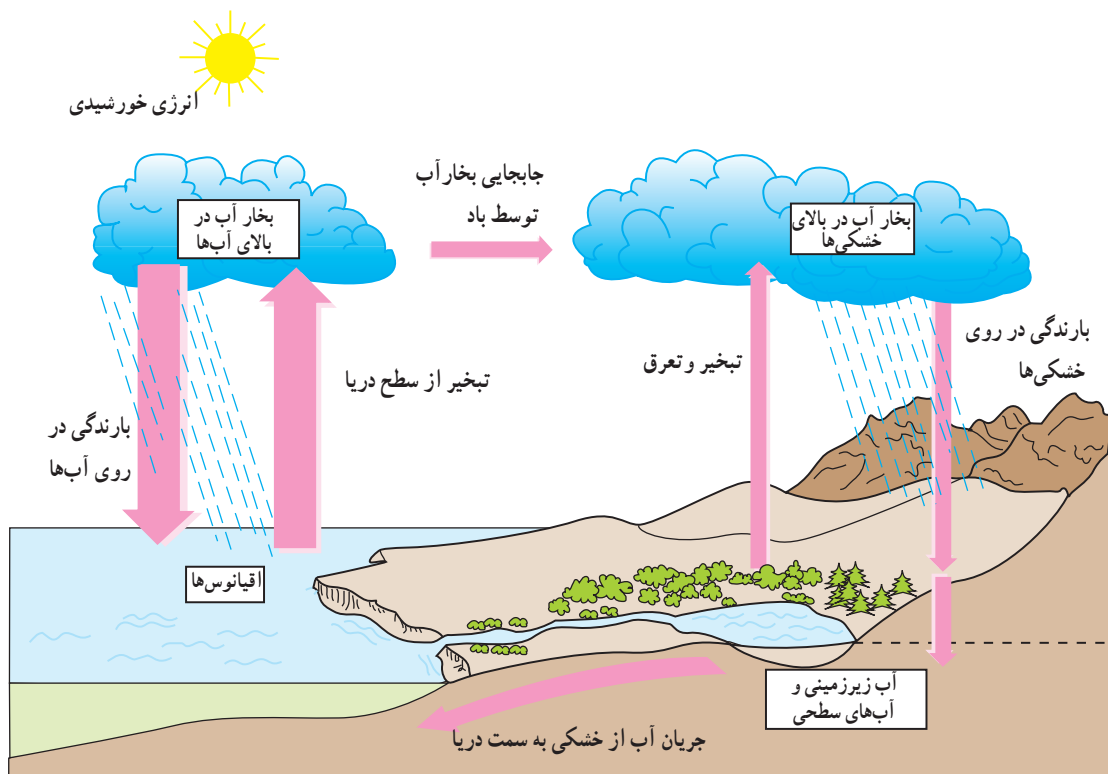
آب فعال‌ترین مواد موجود در روی زمین به حساب می‌آید که به‌صورت مایع قسمت اعظم سطح زمین را می‌پوشاند. مقداری از آن به‌صورت یخ در قطبین و نقاط مرتفع زمین متمرکز است و مقداری هم به‌صورت بخار در آتمسفر^۲ می‌باشد. به‌طور کلی به مجموعه آب‌های موجود در کره زمین هیدروسفر^۳ گویند.

۱- The Hydrologic cycle

۲- Atmosphere

۳- Hydrosphere

چرخه آب در طبیعت یا دور هیدرولوژیکی فرآیند پیوسته‌ای است که آب از سطح اقیانوس‌ها و دریاها و دریاچه‌ها تبخیر شده و به‌روی خشکی کشیده می‌شود، و پس از متراکم‌شدن به‌صورت باران، برف و تگرگ ریزش می‌نماید و بالاخره به دریا برمی‌گردد (شکل ۵-۶) منشأ اغلب آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوئی بوده که از آتمسفر به‌صورت برف و باران باریده است.



شکل ۵-۶ - چرخه آب در طبیعت

۲۲ تا ۳۰ درصد از تمام ریزش‌های جوئی سطح کره زمین به‌صورت رواناب به دریا برمی‌گردد. ولی اکثر آن‌ها به‌صورت تراوش در زمین نفوذ کرده و تشکیل آب‌های زیرزمینی را می‌دهد. مقدار زیادی از این آب به‌صورت تبخیر و یا از طریق تعرق توسط گیاهان به جو برمی‌گردد. بحث کنید: انرژی تابشی خورشید در چرخه آب چه نقشی دارد؟
 بیلان آبی: با توجه به شکل (۵-۶) چرخه آب در طبیعت به‌صورت یک سیستم بسته است. حتی آب‌های زیرزمینی نیز از این سیستم بسته خارج نمی‌شوند. برداشت آب از چاه‌ها، جاری‌شدن آب در

قنوات و چشمه‌ها سبب تخلیه آب‌های زیرزمینی می‌گردد. گرچه این آب‌ها به مصرف شرب و کشاورزی و صنعت می‌رسد ولی سرانجام وارد چرخه می‌گردد.
 بیلان آبی را می‌توان با فرمول کلی زیر نشان داد:

$$P=ET+I+R$$

کلی ریزش‌های جوئی $P = 1$

کلی تبخیر و تعرق $ET = 2$

نفوذ سطحی $I = 3$

کلی آب جاری $R = 4$

منابع و ذخائر آب

منابع آب را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

- ۱- نزولات آسمانی (باران، برف و تگرگ)
- ۲- آب‌های دیگر آتمسفر (مه و شبنم)
- ۳- آب‌های جاری (سیلاب و رودخانه‌ها)
- ۴- آب‌های زیرزمینی (چشمه، چاه و قنات)

آب‌های سطحی

منظور از آب‌های سطحی، آب نهرها، رودخانه‌ها، سیلاب‌ها و ... می‌باشد که به طرق مختلف ممکن است از آن‌ها در آبیاری استفاده شود. اما به علت آلودگی‌ها (میکروبی، شیمیایی و گل آلودگی) قابل شرب نمی‌باشند.

جریان‌های دائم: کانون‌های این جریان‌ها در نواحی مرطوب یا مرتفعی که پراکندگی نزولات در طول سال، حداقل ۸ ماه ادامه می‌یابد، قرار دارد. در این نواحی ذخیره برف، اغلب تا شروع بارندگی سال بعد وجود دارد. میزان آب رودها پس از پایان بارندگی به تدریج کاهش می‌یابد و در پایان ماه‌های گرم سال به حداقل می‌رسد. این رودخانه‌ها منابع آب قابل اطمینانی برای توسعه کشاورزی می‌باشند.

۱- Precipitation

۲- Evapotranspiration

۳- Infiltration

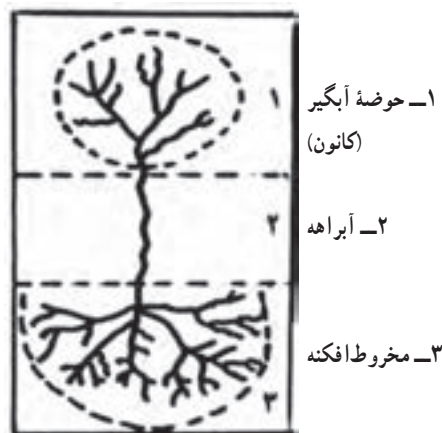
۴- Run - off

می‌توان آب رودخانه را به محل دیگر که امکان استفاده بیشتر از آن وجود دارد انتقال داد. برای استفاده بیشتر از آب رودخانه می‌توان در مسیر آن‌ها اقدام به احداث مخازن بزرگ به نام سد کرد. امروزه از موتور پمپ‌ها نیز به مقدار زیاد برای برداشت آب رودخانه‌ها و بهره‌برداری از اراضی اطراف این نواحی استفاده می‌شود.

جریان‌های موقت: در نواحی کوهستانی خشک ایران که بارندگی اتفاقی و کوتاه است، کانون‌های آبگیر موقت وجود دارند.

باران‌های شدید مخصوصاً در نواحی خشک موجب سیلاب‌های مخرب می‌شود زیرا زمین‌های سخت بدون پوشش گیاهی به‌ویژه در سراسیم‌ها، با سرعت موجب جریان یافتن سیلاب‌ها می‌شود. جریان‌های موقت ممکن است رودخانه‌های اصلی را به وجود آورند، بسته به سرعت و مقدار سیلاب می‌توان تمام یا قسمتی از آن را منحرف کرده و برای آبیاری زمین‌هایی که قبلاً آماده شده استفاده کرد و وقتی بخواهند تمام آب را منحرف کنند لازم است با امکانات موجود سد انحرافی ساده‌ای، از جنس خاک در محل مناسب از مسیر جریان ایجاد کرده و آب را به داخل نهر انحرافی هدایت کنند.

رودهایی که از کوه سرازیر می‌شوند وقتی که به زمین مسطح پایین دامنه رسیدند سرعت خود را از دست می‌دهند و موادی را که همراه آورده‌اند به ترتیب وزن ته‌نشین کرده و تشکیل مخروط افکنه را می‌دهند. در نتیجه کاسته شدن سرعت آب چنین رودخانه‌ها، امکان نفوذ آب در درون رسوبات زیرین وجود دارد (شکل ۶-۶).



شکل ۶-۶- نمای فوقانی یک رودخانه موقت کوهستانی

آب‌های زیرزمینی

منابع عظیم آب‌های زیرزمینی از دیر زمان مورد توجه پیشینیان و اجداد ما قرار گرفته بود و در هر سرزمینی به‌نحوی از آن بهره می‌گرفتند.

استفاده از آب‌های زیرزمینی به روش حفر قنات از ابداع نیاکان ما بوده است و از شاهکارهای مهندسی جهان و زینت تاریخ ایران می‌باشد. آنان توانستند آب‌های زیرزمینی را به سطح زمین جاری کنند، و بدین طریق در مناطق خشک با احداث قنات، شهرها و روستاهای بسیار به‌وجود آورند.

منشأ آب‌های زیرزمینی

۱- با توجه به شکل ۵-۶ چرخه آب در طبیعت، منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوی است. زیرا مقداری از آب باران و برف به درون زمین راه می‌یابد.

۲- بعضی از آب‌های زیرزمینی نیز از سرد شدن بخار آب ماگما پدید می‌آیند. این‌گونه آب‌ها در نواحی آتشفشانی زیادند.

۳- گاهی نیز آب دریا همزمان با عمل رسوب‌گذاری در منافذ و لابه‌لای مواد رسوبی محبوس می‌ماند. این قبیل آب‌های شور در بسیاری از معادن نفت همراه با آن یافت می‌شوند.

منابع آب‌های زیرزمینی

سطحی که در زیر زمین آب در امتداد آن می‌ایستد، به سطح ایستایی^۱ موسوم است. سطح ایستایی کمابیش شکل سطح زمین را به خود می‌گیرد و برحسب زمان فاصله آن تا سطح زمین متغیر می‌باشد. در زیر این سطح، تمام فضاها موجود در سنگ‌ها پر از آب است. به همین سبب، این منطقه را منطقه اشباع^۲ می‌نامند. در بالای سطح ایستایی منطقه دیگری وجود دارد که تا سطح زمین ادامه می‌یابد. در این منطقه فضای موجود بین ذرات خاک و سنگ قسمتی به‌وسیله هوا و قسمتی توسط آب پر شده است. نام این منطقه، منطقه غیر اشباع^۳ است (شکل ۷-۶).

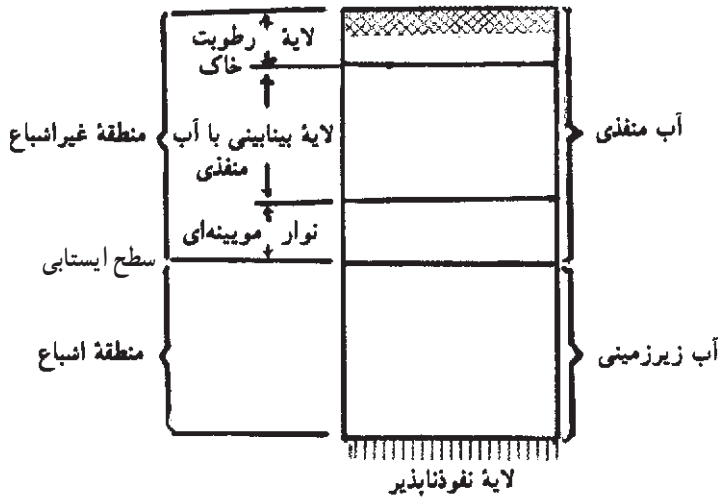
چشمه^۴: زمانی که آب زیرزمینی به‌طور طبیعی به سطح زمین برسد و جریانی کم و بیش مداوم

۱- Water table

۲- Zone of saturation

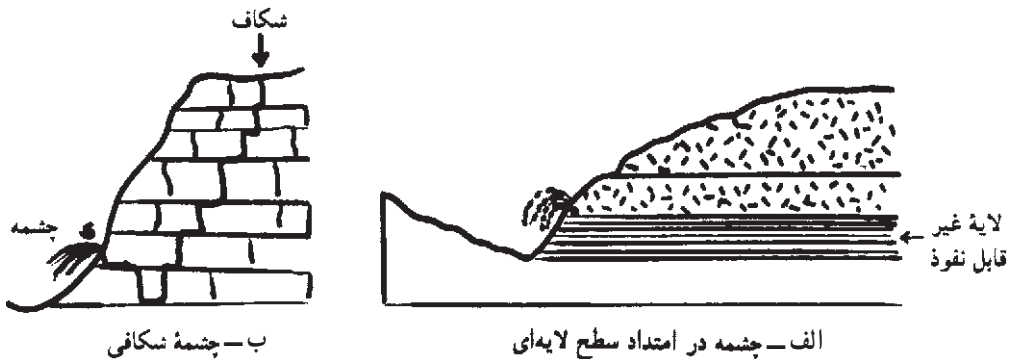
۳- Zone of aeration

۴- Spring



شکل ۶-۷- لایه بندی خاک از نظر رطوبت

داشته باشد، تشکیل چشمه را می‌دهد. برخی از چشمه‌ها در دامنه کوه‌ها و تپه‌ها، یعنی جایی که سطح ایستایی، سطح زمین را قطع می‌کند ظاهر می‌شوند. شکل ۶-۸ خروج آب در برخی از چشمه‌ها به صورت طبیعی یا نیروی زیاد را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۸

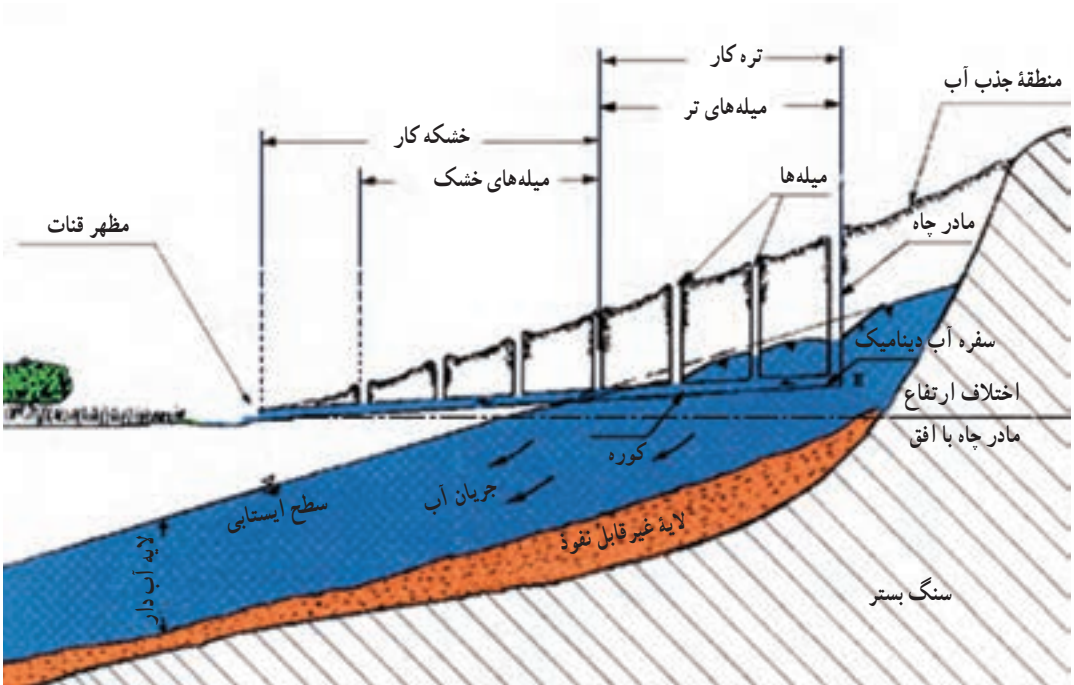
چشمه‌های گرم معدنی یا چشمه‌های گرمابی حاوی آبی که در اثر تماس با سنگ‌های زیرزمینی، گرم شده‌اند می‌باشد. آب این نوع چشمه‌ها حاوی مقدار زیادی از مواد معدنی محلول است.

برخی از مواد معدنی موجود در چنین چشمه‌ها عبارتند از :

کلرید سدیم، گوگرد، سولفات منیزیم و گازهایی مانند دی‌اکسید کربن و سولفید هیدروژن.

قنات : روش تأمین آب توسط قنات یا کاریز برای اولین بار توسط ایرانیان در حدود سه هزار سال قبل در سرزمین ایران توسعه یافت و سپس در برخی از کشورهای دیگر دنیا نظیر اسپانیا و مکزیک نیز به کار گرفته شد. قنات عبارت است از یک رشته چاه (میله) در یک زمین شیبدار که انتهای آن‌ها به کانالی افقی و شیبدار (کوره) متصل است. آب سفره‌های آبی کم عمق به ویژه در زمین‌های آبرفتی دامنه کوه‌ها در کوره تحت نیروی ثقل جریان یافته و هیچگونه انرژی دیگر لازم ندارد.

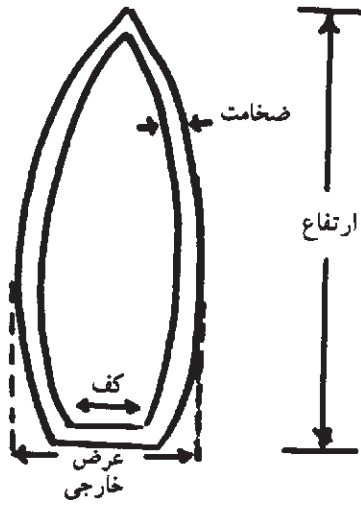
قنات چنانچه مرتب لایروبی و مرمت گردد تقریباً به طور مدام آبدهی خواهد داشت. (شکل ۹-۶)



شکل ۹-۶- مقطع طولی یک سیستم قنات

شناخت قنات

- ۱- به اولین چاه حفر شده به داخل لایه آبدار مادر چاه اطلاق می‌گردد.
- ۲- محلی را که آب از دهانه قنات خارج می‌شود مظهر قنات می‌نامند.



شکل ۱-۶-۱

۳- چاه‌های بین مادر چاه و مظهر قنات که جهت تسهیل در حفر کوره و لایروبی قنات ایجاد می‌شوند را «میله یا چاه‌های تخلیه و تنفس» گویند.

۴- خشکه‌کار و تره‌کار قنات: بخشی از طول کوره که از آبخانه (لایه آبد) می‌گذرد تره‌کار و قسمت دیگر را خشکه‌کار گویند.

۵- کول: برای جلوگیری از ریزش کوره از حلقه‌های سیمانی یا گلی (کول) که در (شکل ۱-۶) نشان داده شده است استفاده می‌شود.

۶- حدفاصل بین دو میله را «پشته» می‌گویند.

۷- حریم قنات: در تمام طول قنات به عرض

۱۲ متر حریم قنات می‌باشد که نباید در آن زراعت و

آبیاری شود. معمولاً دو طرف حریم نهری احداث می‌شود، تا آب داخل حریم نشود. در صورت لزوم برای عبور نه‌های آب از روی حریم باید به اندازه ۱۲ متر از آن در محدوده حریم با مصالح ساختمانی پوشش داده شود.

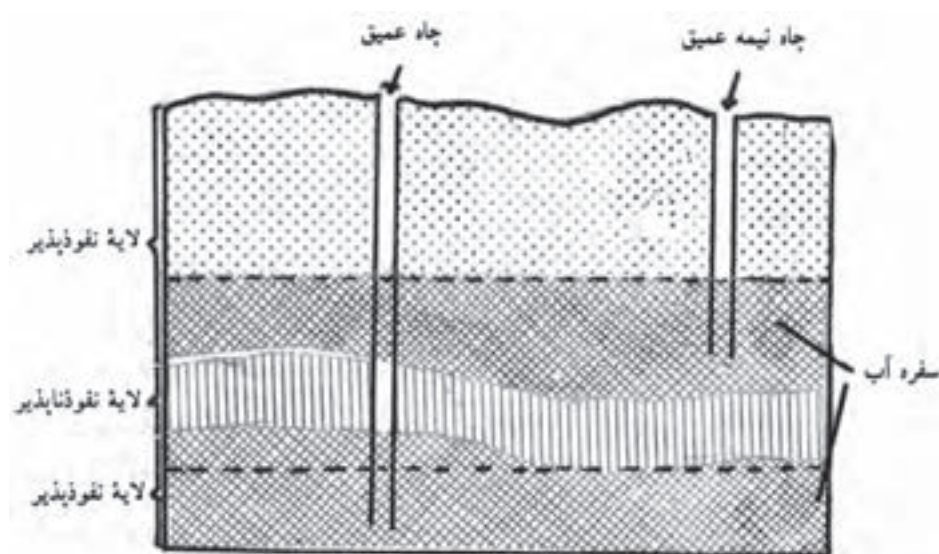
چاه‌ها: چاه‌ها سوراخ‌هایی هستند که تا زیر سطح ایستایی حفر می‌گردند. اگر این سطح، به سطح زمین نزدیک باشد، چاه را سطحی و کم‌عمق گویند. چاه‌های کم‌عمق را معمولاً در زمین‌های آبرفتی و با دست حفر می‌کنند. این چاه‌ها اکثر قطری (دهانه‌ای) در حدود یک متر دارند.

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

چاه‌های عمیق: این چاه‌ها صرفاً برای کشاورزی، استفاده در قطب‌های صنعتی و یا آب مشروب شهرهای بزرگ حفر می‌شوند. چاه‌های عمیق را چاه‌های لوله‌ای نیز می‌گویند و علت این است که جداره این چاه‌ها به منظور جلوگیری از ریزش لوله‌گذاری می‌شود (شکل ۱-۶).

این جدار لوله‌ای حالت مشبک دارد تا بتواند به آسانی آب‌ها را از اطراف به داخل چاه نفوذ دهد.

در چاه‌ها (چه سطحی و چه عمیق)، معمولاً پس از برداشت، سطح آب به نقطه‌ای پایین‌تر از سطح ایستایی می‌رسد که همین کار خود باعث می‌شود آب دوباره از اطراف به درون چاه جریان یابد. اما این جریان فقط تا حدود معینی می‌تواند ادامه یابد. گذشته از آن، فاصله چاه‌ها از همدیگر، در میزان آبدهی آن‌ها کاملاً مؤثر است (شکل ۱۱-۶).



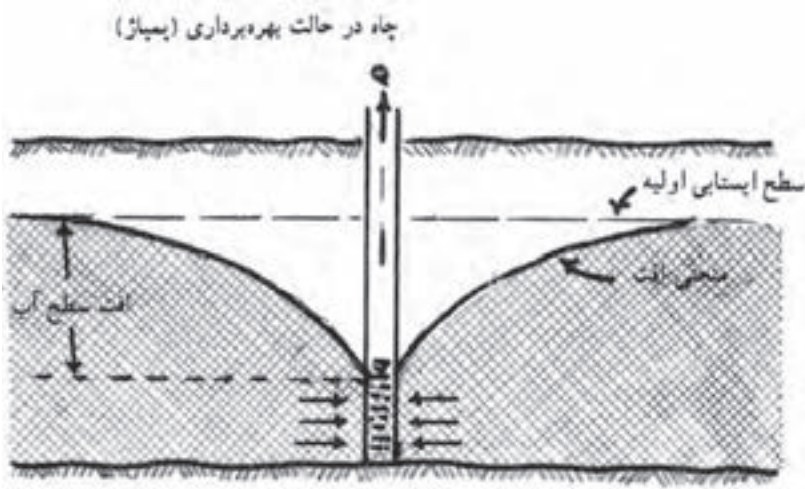
شکل ۱۱-۶- چاه عمیق و نیمه عمیق

چاه‌های آرتزین^۱: نام این چاه‌ها از ناحیه آرتزیا^۲ نام قبلی استان آرتویز^۳ فرانسه که در آوریل سال ۱۲۲۶ اولین چاه حفر شده در این منطقه شروع به فوران نمود اقتباس گردیده است. چنانچه آب زیرزمینی بین دو لایه غیرقابل نفوذ قرار گیرد و منطقه تغذیه آب در ارتفاعات بلند واقع شده باشد این آب تحت فشار قرار می‌گیرد. اگر در چنین محلهایی چاه حفر شود، به هر صورت سطح ایستایی آب زیرزمینی بالاتر از سطح چاه بوده و آب به صورت فوران از چاه خارج می‌شود که به آن چاه آرتزین می‌گویند (شکل ۱۳-۶).

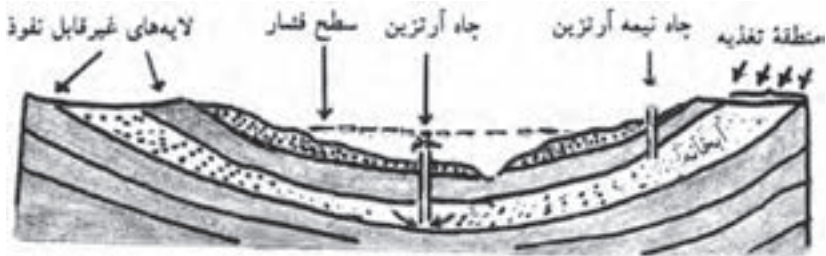
۱- Artesian

۲- Artesia

۳- Artois



شکل ۱۲-۶- افت سطح آب به پایین‌تر از سطح ایستایی اولیه



شکل ۱۳-۶- چاه آرتزین و نیمه آرتزین

ارزشیابی

- ۱- پیوند هیدروژنی چه خواصی را در آب به وجود می‌آورد؟
- ۲- علت انحلال مواد در آب را توضیح دهید.
- ۳- چرا آب در هنگام انجماد ازدیاد حجم پیدا می‌کند؟
- ۴- با اضافه کردن مقداری نمک به آب خالص نقطه انجماد آب چه تغییری پیدا می‌کند؟ و علت آن چیست؟
- ۵- یک لیتر آب خالص در موقع انجماد 90° سانتی‌متر مکعب افزایش حجم پیدا کرده است وزن مخصوص یخ را حساب کنید.

۶- اگر داخل لوله شیشه‌ای را که از قسمت زیرین با پرده نیمه‌تراوا بسته شده است محلول آب و قند ۵٪ ریخته و داخل آب خالص قرار دهیم. محلول داخل لوله بالا رفته و در ارتفاع معینی نسبت به سطح اولیه محلول می‌ایستد. اگر محلول قند و آب داخل لوله مزبور را به ۱۰٪ برسانیم حرکت محلول داخل لوله به چه صورتی است؟ علت آن را توضیح دهید.

۷- افزایش یا کاهش حرارت محیط چه تأثیری در لزوجت و نهایتاً در نفوذ آب به داخل خاک دارند؟

۸- عوامل مؤثر در قابلیت هدایت الکتریکی آب را شرح دهید.

۹- طبق تعریف یک میلی‌متر باران عبارت است از بارش یک کیلوگرم آب در سطح یک مترمربع که ارتفاعی برابر یک میلی‌متر پیدا می‌کند. اگر میزان متوسط بارندگی سالانه در سطح کل جهان برابر ۸۶۰ میلی‌متر باشد میزان متوسط بارندگی سالانه در کشور ما حدود چند میلی‌متر است؟

۱۰- به وضعیت چاه‌های شکل (۱۴-۶) توجه کنید:

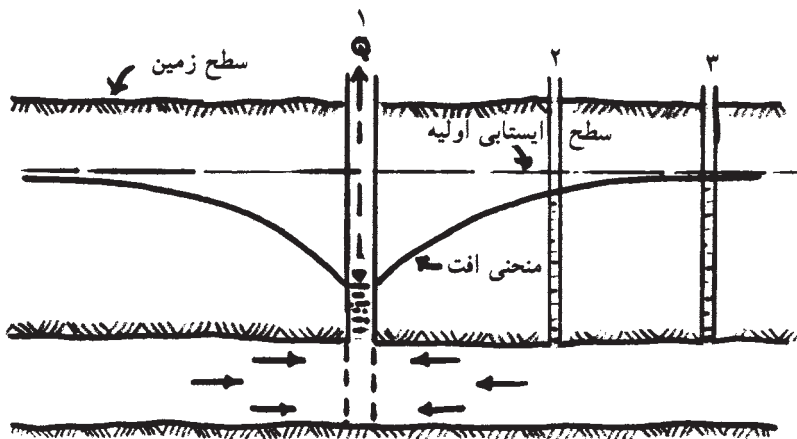
چاه شماره ۱ در حال پمپاژ است، وضعیت آب چاه‌های شماره ۲ و ۳ را بیان کنید. چه عاملی سبب تفاوت سطح ایستابی در چاه‌های شماره ۲ و ۳ گردیده است؟
 ۱۱- طول بخش تره‌کار یک قنات ۱۰۰۰ متر و طول خشکه‌کار آن ۳۰۰۰ متر است.

اگر بخش خشکه‌کار همین قنات به ۳۳۳۰ متر افزایش پیدا کند:

(الف) طول بخش تره‌کار قنات به چند متر می‌رسد؟

(ب) سطح ایستابی چه تغییری پیدا می‌کند؟

(ج) آیا میزان آبدهی قنات تغییر می‌کند؟ به چه صورت؟



شکل ۱۴-۶

هیدرولیک

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

- ۱- اهمیت اندازه‌گیری جریان آب را توضیح دهد.
- ۲- دبی جریان آب را تعریف کند.
- ۳- دبی جریان آب را به روش وزنی اندازه‌گیری کند.
- ۴- دبی جریان آب را به روش حجمی اندازه‌گیری کند.
- ۵- سرعت جریان آب را با جسم شناور در نهر اندازه‌گیری کند.
- ۶- در کانال‌های طبیعی و دست‌ساز سطح مقطع جریان را تعیین کند.
- ۷- با تعیین سرعت جریان و سطح مقطع جریان آب در کانال، دبی را محاسبه کند.
- ۸- بازده آبیاری را توضیح دهد.
- ۹- تأسیسات آبیاری در انتقال آب را توضیح دهد.
- ۱۰- پمپ‌های سانتریفوژ را توضیح دهد.
- ۱۱- پمپ‌های شناور را توضیح دهد.
- ۱۲- مفهوم ارتفاع مکش، ارتفاع رانش و ارتفاع مانومتریک را توضیح دهد.

مقدمه

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

- ۱- کمبود آب و لذا مصرف محاسبه شده بادیدگاه صرفه‌جویی در مصرف و جلوگیری از تلفات.
- ۲- اطمینان از دریافت آب کافی توسط گیاهان.

بنابراین برای کنترل میزان آب مصرفی و اجرای آبیاری صحیح، لازم است مقدار آبی را که از منبع اصلی وارد کانال‌ها و بالاخره وارد واحدهای زراعی می‌شود اندازه‌گیری کرد.

هریک از روش‌های اندازه‌گیری دبی آب دارای محاسن و معایب خود بوده و هر کدام در شرایط معینی به کار می‌روند.

روش‌هایی که برای اندازه‌گیری دبی جریان آب به کار برده شده‌اند عموماً در دو گروه کلی قرار می‌گیرند:

۱- روش‌هایی که در آن‌ها مستقیماً دبی آب اندازه‌گیری می‌شود.

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

تعریف دبی جریان

مقدار آبی را که در یک ثانیه از یک منبع آب (چاه، چشمه، قنات، رودخانه و کانال و غیره) جریان پیدا می‌کند دبی، بده و یا آبدهی آن منبع می‌گویند. و با حرف Q نشان می‌دهند. دبی جریان آب را در سیستم متریک بر حسب متر مکعب در ثانیه و یا لیتر در ثانیه بیان می‌کنند. واحد متر مکعب در ثانیه برای دبی‌های زیاد مثل رودخانه و کانال‌های بزرگ و واحد لیتر در ثانیه برای جریان‌های آب چاه‌ها و آبی که وارد نشتی‌ها می‌شود، به کار می‌رود. برای تبدیل متر مکعب در ثانیه به لیتر در ثانیه می‌توان آن را در ۱۰۰۰ ضرب کرد.

در گذشته واحدهای مختلف محلی برای اندازه‌گیری جریان آب در ایران وجود داشت که در بعضی نقاط هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد که متداول‌ترین آن‌ها سنگ است. هر سنگ آب معادل ۱۴ لیتر در ثانیه است.

از واحدهای قدیمی دیگر می‌توان: دست آب، جرعه، سبو، لوله، نهر آب، دانگ و آب بیل را نام برد.

روش‌های اندازه‌گیری دبی جریان آب

در این روش‌ها با به کارگیری ابزار و وسایل مخصوص، دبی را بر اساس فرمول‌ها و اندازه‌گیری‌های ساده به دست می‌آورند:

□ کار شماره ۱

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

وسایل لازم: ظرف خالی، ترازوی مناسب برای توزین و زمان‌سنج.
شرح آزمایش: ظرف خالی که وزن آن قبلاً تعیین شده در زیر جریان آب قرار داده و مدت زمانی را که طول می‌کشد ظرف از آب پر شود (t) مشخص می‌کنیم سپس ظرف پر از آب را با ترازو وزن کرده و با استفاده از فرمول زیر دبی را محاسبه می‌کنیم.

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

Q = دبی یا بده جریان برحسب لیتر در ثانیه

P_1 = وزن ظرف خالی برحسب کیلوگرم

P_2 = وزن ظرف + آب برحسب کیلوگرم

t = زمان برحسب ثانیه

γ = وزن مخصوص آب برحسب کیلوگرم در لیتر

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

$$P_1 = 14 \text{ kg}$$

حل:

لیتر در ثانیه:

$$P_2 = 34 \text{ kg}$$

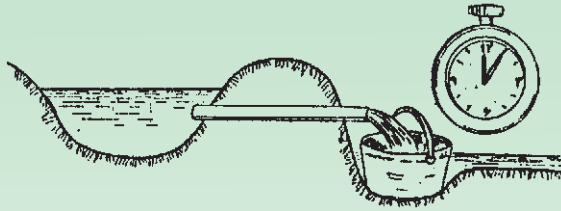
$$t = 100 \text{ s}$$

$$\gamma = 1 \text{ kg/l}$$

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{t \times \gamma} = \frac{34 - 14}{100 \times 1} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5} \text{ (l/s)}$$

□ کار شماره ۲

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



شکل ۱-۷- اندازه‌گیری دبی به روش حجمی

وسایل مورد نیاز: زمان سنج، ظرف با حجم مشخص که متناسب با میزان دبی بوده و ممکن است از یک ظرف کوچک تا بشکه تغییر کند.
 شرح آزمایش: ابتدا حجم ظرف را محاسبه کرده و سپس جریان منبع آب را وارد ظرف می‌کنیم و زمان لازم برای پر شدن ظرف را با زمان سنج اندازه می‌گیریم، دبی جریان از فرمول زیر به دست می‌آید:

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

$Q =$ دبی بر حسب لیتر در ثانیه

$V =$ حجم ظرف بر حسب لیتر

$t =$ زمان پر شدن ظرف بر حسب ثانیه

مثال: اگر حجم ظرفی ۲ متر مکعب باشد و این ظرف در مدت ۵۰ ثانیه از طریق جریان یک لوله آب پر شود، دبی جریان این لوله را بر حسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

حل: لیتر در ثانیه

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

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

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

$$Q = V \times S$$

$Q =$ دبی بر حسب حجم در ثانیه

$V =$ سرعت آب بر حسب مسافت در ثانیه

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

واضح است که برای تعیین Q باید سرعت متوسط آب در کانال و سطح مقطع جریان آب در کانال

را تعیین کرد. در مطالب بعدی نحوه اندازه‌گیری دو عامل مذکور را شرح می‌دهیم.

□ کار شماره ۳

اندازه‌گیری سرعت آب در کانال‌ها : همان طور که می‌دانیم سرعت هر جسم متحرک عبارتست از مسافت طی شده توسط آن جسم در واحد زمان.

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

سرعت = V

مسافت = L

زمان = t

سرعت آب در کانال‌ها را می‌توان با روش‌های مختلف اندازه گرفت که انتخاب روش معین به شرایط محلی و دقت مورد نیاز و در اختیار بودن وسایل و امکانات بستگی دارد که در زیر به شرح برخی از روش‌های اندازه‌گیری سرعت آب می‌پردازیم :

اندازه‌گیری سرعت آب در کانال با جسم شناور ساده :

وسایل لازم : جسم شناور، کروномتر و متر

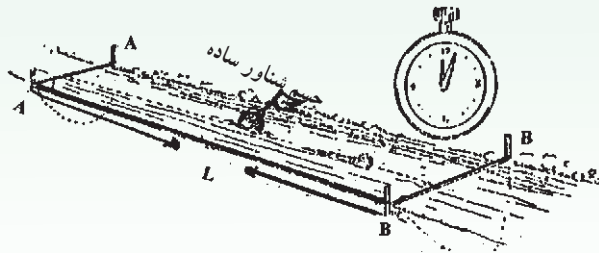
شرح آزمایش : برای تعیین سرعت آب در این روش که ساده‌ترین و معمولی‌ترین روش اندازه‌گیری است دو نقطه را در مسیر آب به طول ۲۰ الی ۳۰ متر که نسبتاً مستقیم و عاری از علف و گیاهان آبی باشد انتخاب کرده و جسمی را که حتی المقدور اثر باد در آن کمتر باشد (مثل یک بطری که تا نصف از آب پر شده) در ابتدای مسیر انتخاب شده (نقطه A) انداخته و فاصله زمانی را که جسم شناور به انتهای مسیر (نقطه B) برسد با کروномتر اندازه می‌گیریم. اگر فاصله زمانی لازم t و فاصله بین دو نقطه (A و B) برابر با L باشد سرعت سطحی آب از فرمول زیر به دست می‌آید (شکل ۲-۷).

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

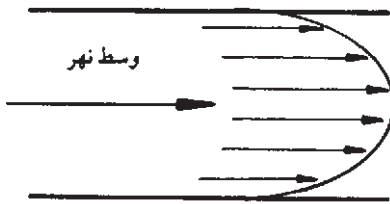
L = مسافت (m) متر

t = زمان (s) ثانیه

V = سرعت (m/s) متر در ثانیه



شکل ۲-۷— اندازه‌گیری سرعت آب با جسم شناور ساده



شکل ۳-۷- تغییرات سرعت در مقطع نهر (برش افقی)

باید توجه کرد که سرعت جریان آب (شکل ۳-۷) در دو طرف نهر کمتر و در وسط بیشتر است.

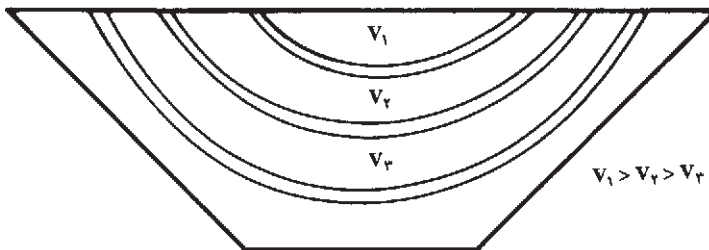
همچنین سرعت آب در اعماق مختلف نهر متفاوت است که بیشترین سرعت در سطح آب و کمترین آن در عمق نزدیک به کف کانال است. (شکل ۴-۷)

لذا برای محاسبه سرعت، سرعت متوسط را اندازه‌گیری می‌کنند. $V_m = KV$
مقدار K به عمق آب بستگی دارد و حدوداً 0.8 در نظر می‌گیرند.

V_m = سرعت متوسط

V = سرعت سطحی

K = ضریب



شکل ۴-۷- تغییرات سرعت در مقطع عرضی کانال

مسأله: اگر فاصله دو نقطه A و B در مسیر نهر آب 30 متر باشد و این فاصله را جسم شناور ساده در فاصله زمانی 15 ثانیه طی کند سرعت متوسط جریان آب را بر حسب متر در ثانیه حساب کنید.

$$V = \frac{L}{t} = \frac{30}{15} = 2 \text{ (m/s)} \quad \text{متر در ثانیه} \quad \text{حل:}$$

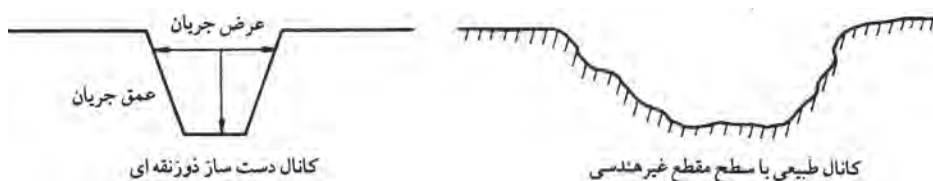
$$V_m = 0.8 \times V = 0.8 \times 2 = 1.6 \text{ (m/s)} \quad \text{متر در ثانیه}$$

اندازه‌گیری سرعت با سرعت‌سنج مکانیکی (مولینه): سرعت‌سنج یا مولینه یا پروانه آبی متداولترین وسیله اندازه‌گیری سرعت آب است.

اساس کار سرعت‌سنج‌ها پروانه‌ای است که در مقابل جریان آب قرار می‌گیرد و در اثر سرعت

آب به چرخش در می‌آید. سرعت چرخش پروانه به سرعت آب بستگی دارد. سرعت آب بر روی صفحه نمایش داده می‌شود.

اندازه‌گیری سطح مقطع آب در کانال‌ها: برای محاسبه سطح مقطع جریان آب (S) اگر چنانچه مقطع نهر دست‌ساز و دارای شکل هندسی منظم (دو زنگه‌ای، مستطیل، نیم‌دایره، مثلثی) باشد از قواعد هندسی استفاده می‌شود. در مواردی که سطح مقطع نهر شکل هندسی غیر منظم داشته باشد در این صورت از طریق محاسبه عمق متوسط و حاصلضرب آن در عرض جریان آب، سطح مقطع جریان را به دست می‌آوریم.



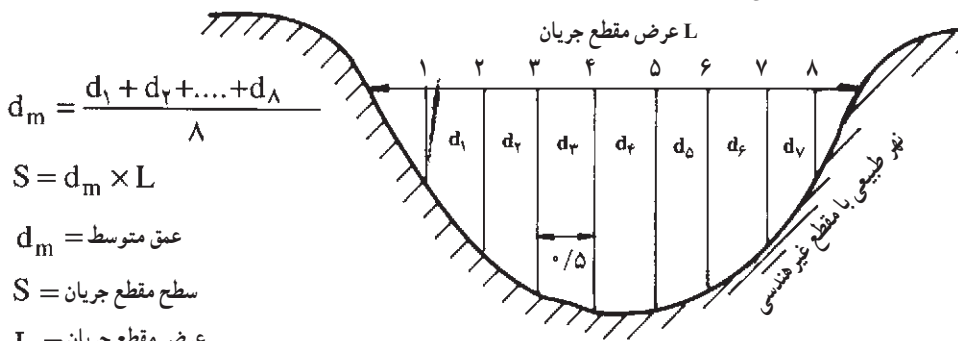
شکل ۵-۷- مقایسه کانال‌های با سطح مقطع هندسی و غیر هندسی

□ کار شماره ۴

اندازه‌گیری عمق متوسط آب در کانال‌های طبیعی با سطح مقطع غیر هندسی

و سایل لازم: خط‌کش

شرح آزمایش: مقطعی از یک آب‌گذر را که جریان نسبتاً ملایمی داشته انتخاب می‌کنیم. خط‌کش را در کف نهر قرار داده به طوری که صفر خط‌کش در کف واقع شود سپس در فواصل مختلف عمق آب را اندازه گرفته و متوسط را پیدا می‌کنیم. از حاصلضرب عمق متوسط در عرض جریان، سطح مقطع جریان (S) به دست می‌آید (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۷

باید توجه کرد استفاده از خطکش مدرج در مواردی است که عمق آب کم باشد. اگر عمق آب زیاد باشد، از کابل‌هایی که وزنه سنگینی به آن متصل شده استفاده می‌شود که با بالا و پایین بردن کابل به داخل آب با دست یا به کمک چرخ وقتی که وزنه به کف رودخانه برخورد کرد، مقدار طولی از کابل که داخل آب قرار گرفته، معادل عمق آب خواهد بود.

مسأله: اگر مفروضات زیر را در مورد جریان آب در یک کانال داشته باشیم، دبی را برحسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

$V_m = 20 \text{ cm/s}$	سرعت متوسط آب
$d_m = 40 \text{ cm}$	عمق متوسط جریان آب
$L = 80 \text{ cm}$	عرض کانال

حل: $Q = S \times V$

$S = d_m \times L = 40 \times 80 = 3200 \text{ cm}^2$ مساحت سطح مقطع جریان

$Q = 3200 \times 20 = 64000 \text{ cm}^3/\text{s}$ سانتی متر مکعب در ثانیه

$Q = 64000 \div 1000 = 64 \text{ l/s}$ دبی لیتر بر ثانیه

بازده آبیاری

در دنیایی که آب بسیار ارزشمند است، نباید قطره‌ای از آن را هدر داد. لازم است تمام کسانی که از آب برای آبیاری استفاده می‌کنند، بازده آن را مشخص کنند. البته بازده آبیاری در نقاط مختلف متفاوت است.

بازده را در لغت نسبت منافع حاصله بر منبع سرمایه گذاری شده می‌گویند و در آبیاری، بازده به مفهوم نسبت آب مصرفی به وسیله گیاه بر کل آب جدا شده از منبع آبی است.

یکی از اهداف محاسبه بازده آبیاری، ارزیابی سیستم آبیاری و اصلاح میزان آب مصرفی در جهت حداکثر استفاده از آن است. هدف‌های دیگری مانند محاسبه ظرفیت کانال‌های آب بر، تعیین توان موتور پمپ و یا الکتروپمپ‌ها و ... دنبال می‌شود.

افزایش بازده آبیاری مستلزم کاهش تلفات آن است. در این بخش ضمن توضیح بازده آبیاری، تلفات آن را نیز شرح داده و راه‌های جلوگیری از اتلاف آب را بیان می‌داریم. به‌طور کلی آب بلافاصله پس

انشعاب از منبع اصلی (رودخانه، چاه، یا هر منبع دیگر) تا محلی که به مصرف گیاه می‌رسد، تحت تأثیر عواملی نظیر نفوذ به اعماق خاک، تبخیر از سطح آب در کانال، جریان‌های سطحی و غیره تلف می‌گردد. هرچه تلفات بیشتر باشد، به همان نسبت مقدار بازده کمتر خواهد بود. بازده آبیاری را به چند جزء تقسیم می‌نمایند:

۱- بازده انتقال، ۲- بازده توزیع، ۳- بازده ذخیره در منطقه توسعه ریشه، ۴- بازده کل که حاصل ضرب همه این بازده‌ها است.

بنا به تعریف بازده، انتقال مقدار آب رسیده به محل مصرف، تقسیم بر مقدار آب گرفته شده از منبع آبی می‌گویند.

برای افزایش بازده انتقال باید تلفات انتقال را شناخت و آن را کاهش داد. به‌طور کلی بازده انتقال را در کانال‌های خاکی می‌توان ۵۰٪ و در کانال‌های بتنی تا ۹۵٪ و در لوله‌های فولادی تا ۹۹٪ دانست.

جدول ۱-۷- نحوه کاهش تلفات انتقال در کانال‌ها

انواع تلفات انتقال	نحوه کاهش آن
نفوذ عمقی در بستر کانال	پوشش بستر کانال
تبخیر از سطح آب در کانال	کاشت درختان پهن‌برگ به موازات کانال
نشست از دیوار	استفاده از سیستم کنترل (دریچه - آبگیر و ...)

اندازه‌گیری بازده آبیاری: همیشه منبع آب آبیاری و مزرعه (محل مصرف) در یک محل واقع شده‌اند. در این صورت باید آب را از فاصله‌ای دور به مزرعه منتقل کرد. در این عمل کمیّت و کیفیت آب دستخوش تغییراتی می‌شود که حادث‌ترین حالت آن زمانی است که کانال خاکی از زمین‌هایی با کیفیت خاک نامطلوب یا بافت سبک عبور کند. با اندازه‌گیری آب در محل انشعاب از منبع آب آبیاری (چاه - چشمه - قنات - رودخانه و ...) و اندازه‌گیری آن در محل ورود به مزرعه می‌توان تلفات آب در مسیر انتقال و نهایتاً بازده را اندازه‌گیری کرد.

تأسیسات آبیاری در انتقال آب

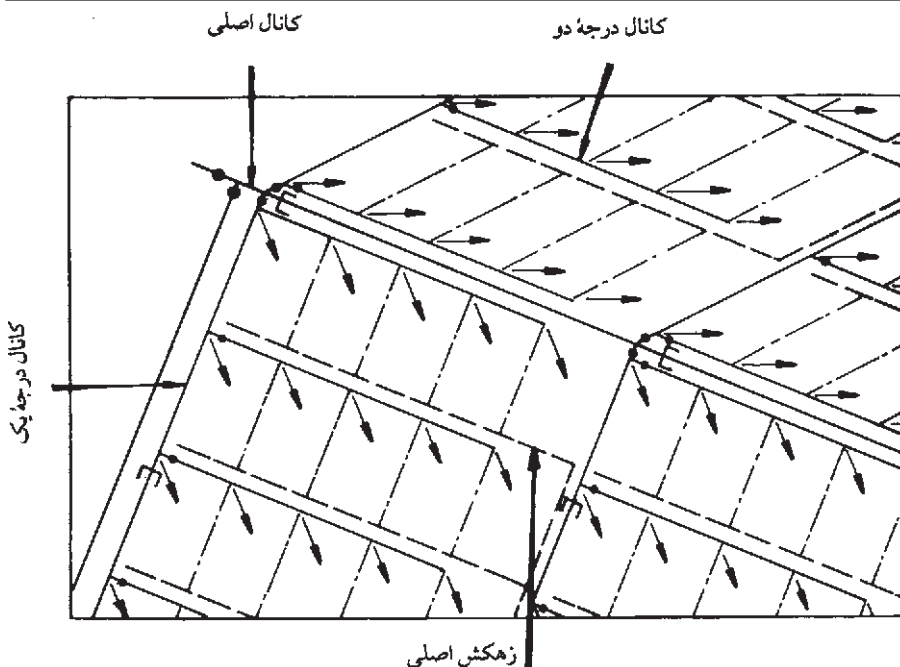
راضی تحت آبیاری غالباً از منابع تأمین‌کننده آب فاصله زیادی دارند. معمولاً آبی که از رودخانه‌های طبیعی و مخازن سطحی به‌دست می‌آید نسبت به آبی که از مخازن زیرزمینی بیرون کشیده می‌شود مسافت بیشتری را می‌پیماید. طول کانال‌های اصلی هدایت آب در پروژه‌های آبیاری بین یک

تا ۱۵۰ کیلومتر یا بیشتر است. در این مسیر آب از زمین‌های مختلف با شرایط متفاوت عبور می‌کند که برای کنترل و توزیع آن نیاز به تأسیسات مخصوصی است. در این قسمت با انواع ساختمان‌های انتقال و توزیع آب آشنا می‌شویم.

آبراهه‌های روباز: آبراهه‌های روباز از معمول‌ترین روش‌های انتقال آب به‌شمار می‌آیند. این آبراهه‌ها در شبکه آبیاری، کانال و در شبکه زهکشی، زهکش نامیده می‌شوند. در آبراهه‌های روباز آب فقط در امتداد شیب زمین حرکت می‌کند و به همین دلیل کانال‌ها معمولاً در بالاترین قسمت زمین ساخته می‌شوند تا آب بتواند از طریق کانال وارد مزرعه شود. سیستم کانال‌های آبرسانی از اجزای زیر تشکیل شده است.

جدول ۲-۷- انواع آبراهه‌ها و وظایف هر کدام

نوع آبراهه	وظیفه‌ای که به عهده دارد
کانال اصلی	آب را از منبع به محل کشت می‌رساند.
کانال درجه یک	آب را از کانال اصلی دریافت و به قسمت مشخصی از اراضی هدایت می‌کند.
کانال درجه دو	آب را از کانال درجه یک دریافت و به مزرعه منتقل می‌کند.
جوی آب	آب را در داخل مزرعه به هریک از قطعات می‌رساند.
جویچه‌های مزرعه	آب را در داخل قطعات جابجا می‌کند.



شکل ۷-۷- انواع آبراهه‌ها

کانال‌های پوشش نشده: این کانال‌ها معمول‌ترین نوع کانال به شمار می‌آیند که بر روی زمین حفر می‌شوند و خاک‌های حفاری شده به منظور تشکیل خاکریز کنار کانال مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کانال پوشش شده: کانال‌ها را می‌توان از مصالح مختلفی چون خاک رس کوبیده شده، بتن، آجر، آسفالت و ورقه‌های (PVC پی وی سی) پوشش داد. در این صورت از رشد علف‌های هرز، فرسایش خاک، نفوذ دیواره و ... جلوگیری کرده و بازده انتقال آب را افزایش داده‌ایم.

خطوط لوله: گاهی در بعضی از سیستم‌های آبیاری به جای کانال‌های روباز و یا به جای قسمتی از آن‌ها از لوله استفاده می‌شود، دلایل این کار عبارتند از:

- کم کردن تلفات آب ناشی از نشت و تبخیر.
- عدم رویش علف‌های هرز.
- کنترل بهتر بر نحوه توزیع آب.
- اشغال زمین کمتر در سیستم آبیاری.
- جنبه‌های بهداشتی و کیفیت آب.

تأسیسات کنترل آب

دریچه تنظیم: دریچه‌ای است که در مسیر جریان آب قرار می‌گیرد و مقدار عبور آب از آن، در حد دلخواه تنظیم می‌شود. (شکل ۸-۷ و ۹-۷)



شکل ۹-۷- دریچه نیربیک



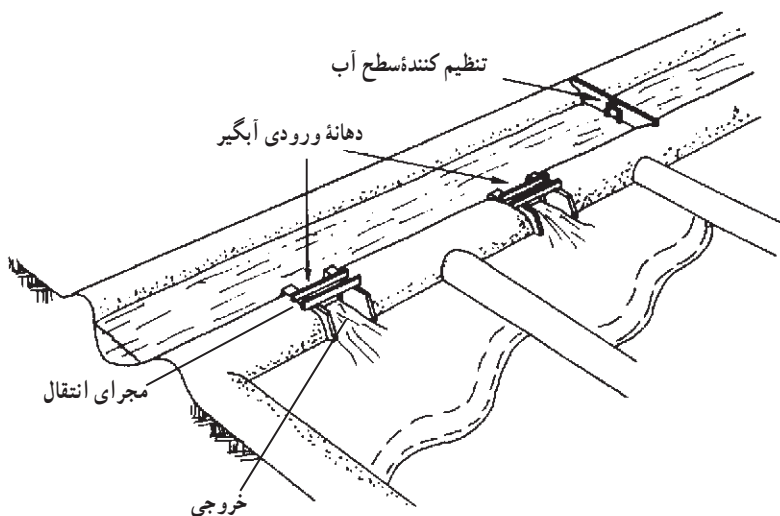
شکل ۸-۷- دریچه قطاعی و اتوماتیک

مقسّم ها : برای تقسیم آب کانال به دو یا چند بخش معین به طوری که هر کدام از قسمت‌ها حجم معینی از جریان آب کانال را شامل شوند، از ساختمان‌هایی به نام مقسّم (شکل ۷-۱۰) استفاده می‌شود.



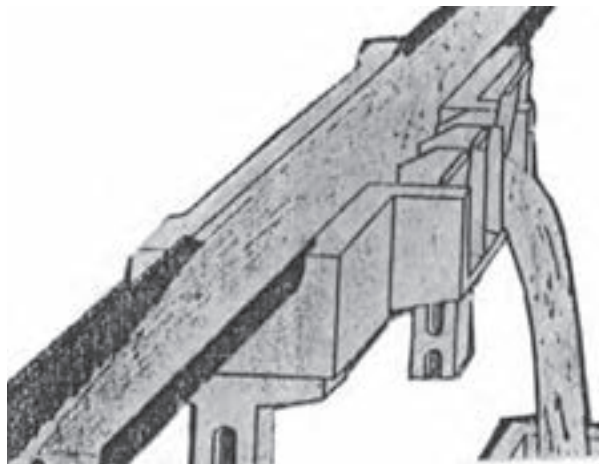
شکل ۷-۱۰- مقسّم سه قسمتی

آبگیر : برای انحراف آب از کانال‌های آبرسانی به کانال‌های کوچکتر یا سطح مزرعه از آبگیر استفاده می‌شود که شامل سه قسمت دهانه ورودی، مجرای انتقال و تبدیل خروجی است.



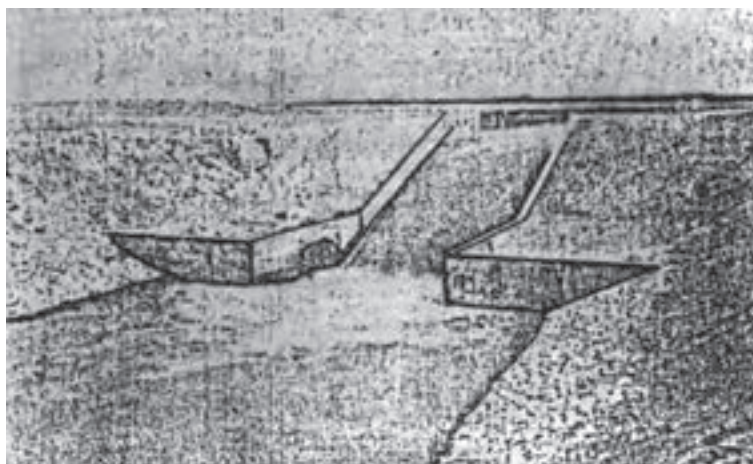
شکل ۷-۱۱

فلوم‌ها : برای عبور آب از روی گودال‌ها و یا درّه‌های تنگ و نیز به منظور هدایت آب برای آبیاری در امتداد دامنه تپه‌های شیب‌دار از فلوم‌های چوبی، فلزی و یا ترکیبی از چوب و فلز استفاده می‌شود (شکل ۷-۱۲).



شکل ۷-۱۲- فلوم

شیب‌شکن : جایی که شیب زمین زیاد است و بر اثر سرعت بیش از حد آب، امکان فرسایش کف و دیواره‌های کانال وجود دارد از شیب‌شکن استفاده می‌شود (شکل ۷-۱۳).



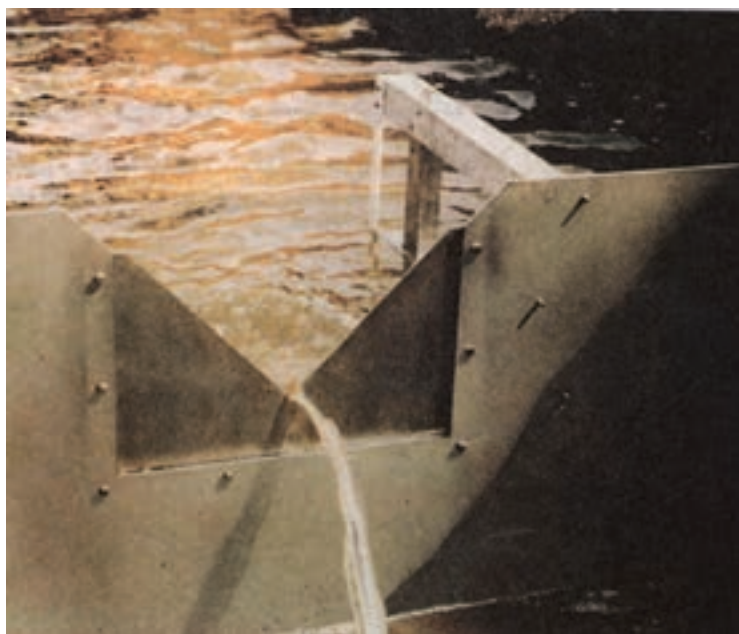
شکل ۷-۱۳- شیب‌شکن

سیفون معکوس : از سیفون‌های معکوس به منظور انتقال آب، از زیر جاده، رودخانه، نهرزه کش و... استفاده می‌شود.

ابزار اندازه‌گیری جریان : برای اندازه‌گیری حجم آب انتقالی در واحد زمان از ابزاری چون سرریز، روزنه و پارشال فلوم استفاده می‌شود (شکل ۷-۱۴ و ۷-۱۵).



شکل ۷-۱۴- پارشال فلوم



شکل ۷-۱۵- سرریز مثلثی

پمپ و اهمیت آن

در عملیات تأمین آب موارد متعددی وجود دارد که لازم است آب را به ارتفاع معینی بالا برده یا فشار آب را افزایش دهیم. به عنوان مثال استخراج آب از چاه، بالا آوردن آب رودخانه و جریان دادن آب در مزرعه، تأمین فشار لازم در آبیاری بارانی و قطره‌ای و یا آبرسانی شهری را می‌توان نام برد. انرژی مورد نیاز ممکن است از نیروی انسانی، حیوانی، باد، آب یا از موتورهای احتراقی یا برقی تأمین شود. وسایل بالادهنده آب چه از نظر منبع انرژی و چه از نظر وسیله انتقال انرژی به آب دارای انواع متعددی است و برای منظوره‌ای متفاوتی ساخته شده‌اند که ذیلاً به آن اشاره می‌شود.

۱- انتقال آب مصرفی: پمپ‌ها قادرند که آب قابل استفاده مراکز صنعتی و شهری را تهیه کنند. آبیاری اراضی، پمپاژ آب از چاه‌های عمیق و غیره از جمله وظایف پمپ‌هاست.

۲- خارج کردن آب‌های غیر قابل استفاده: زهکشی و پمپاژ آب از باتلاق‌ها و معادن توسط پمپ‌ها صورت می‌گیرد.

۳- به گردش در آوردن مایعات: به حرکت در آوردن محلول غذایی در گلخانه‌های آبکشت و همچنین به گردش در آوردن آب به منظور گرم کردن و یا خنک کردن توسط پمپ‌ها امکان‌پذیر است.

۴- انتقال جامدات: در صنایع غذایی آب تحت فشار لازم است که این فشار توسط پمپ تأمین می‌شود.

تعریف پمپ

پمپ دستگاهی است که می‌تواند انرژی مکانیکی را از یک منبع انرژی دریافت و به مایعی که در داخل آن جریان دارد منتقل کند. انتخاب صحیح یک پمپ به منظور آبیاری اراضی یکی از دقیق‌ترین کارهای کشاورز است و بیشتر کشاورزان با پمپ‌ها آشنایی نداشته و باید از متخصصین کمک بگیرند.

پمپ‌های سانتریفوژ

کلیات و اهمیت: اصول کار این پمپ‌ها براساس استفاده از نیروی گریز از مرکز پایه‌گذاری شده است. هر جسمی که در یک مسیر دایره‌ای یا منحنی‌الشکل حرکت کند، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع می‌شود، جهت نیروی مذکور طوری است که همواره تمایل دارد که جسم را از محور یا مرکز دوران دور کند.

با یک آزمایش ساده می‌توان طرز کار این پمپ‌ها را مشاهده کرد. سطل آبی را سوراخ کنید و در دست بچرخانید. چه اتفاقی می‌افتد؟

قطعه دواری که در داخل پوسته پمپ وجود دارد با حرکت سریع خود موجب گردش آب می‌شود. در نتیجه این عمل، آب تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع شده و از مجرای خروجی خارج می‌شود. در نتیجه ایجاد خلأ نسبی، فشار اتمسفر باعث ورود آب به محور پمپ می‌شود تا زمانی که آب در داخل پمپ وجود داشته و پره آن به حرکت دورانی خود ادامه دهد، مراحل فوق‌الذکر نیز تکرار می‌شوند. قطعه دواری که در داخل پمپ‌های گریز از مرکز قرار دارد، پره (پروانه) نامیده می‌شود. پره مذکور در داخل بدنه پمپ گردش می‌کند. مجرای ورود یا مکش آب در مرکز پره قرار داشته و سوراخ خروجی در پیرامون بدنه واقع شده است. در موقع کار، آب از مجرای ورودی مکیده شده و پس از آنکه تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار گرفت از طریق مجرای خروجی خارج می‌شود.



شکل ۱۷-۷- پمپ یک تکه



شکل ۱۶-۷

پمپ‌های سانتریفوژ بر حسب فشار مورد لزوم به یک یا چند طبقه تقسیم می‌شوند.

۱- پمپ‌های یک طبقه: این پمپ دارای یک پروانه (پره) در روی محور است. اکثریت

پمپ‌های یک طبقه با پوسته حلزونی و افقی هستند ولی به صورت عمودی نیز می‌توانند باشند.

۲- پمپ‌های چند طبقه: برای ارتفاع آبدهی زیاد در پمپ‌های یک طبقه پروانه‌ای با قطر خیلی

بزرگ با سرعت خیلی زیاد لازم است. هر دوی این عوامل در عمل با مشکلاتی مواجه می‌شوند که

استفاده از پمپ چند طبقه را معقول می‌سازد.

در یک پمپ چند طبقه دو یا چند پروانه به طور متوالی روی یک محور قرار می‌گیرند. آب از طبقه اول در پوسته همان طبقه جمع شده و به محور پروانه طبقه دوم تخلیه می‌شود و از دوم به سوم و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.



شکل ۷-۱۸

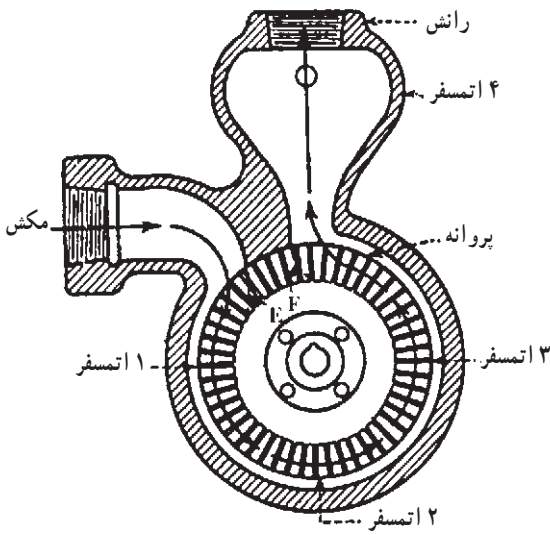
کاربرد پمپ‌های سانتریفوژ: به منظور کاربرد صحیح پمپ‌های گریز از مرکز ابتدا باید دانست از یک پمپ به خصوص در کجا استفاده می‌شود یا به عبارت دیگر چه نوع پمپی برای کار مورد نظر مناسب است.

پمپ‌های چاه عمیق (پمپ توربینی)

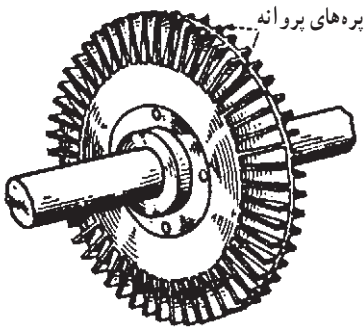
این پمپ‌ها عموماً از نوع توربینی قائم و چند طبقه هستند. موتور محرک این پمپ‌ها ممکن است الکتروموتور، موتور دیزلی، بنزینی و یا توربین بخار باشد. شافت انتقال بین موتور و پمپ معمولاً یکی از دو نوع زیر است:

نوع اول بدون غلاف بوده و شافت مستقیماً با آب در تماس است و به وسیله آن خنک می‌شود.

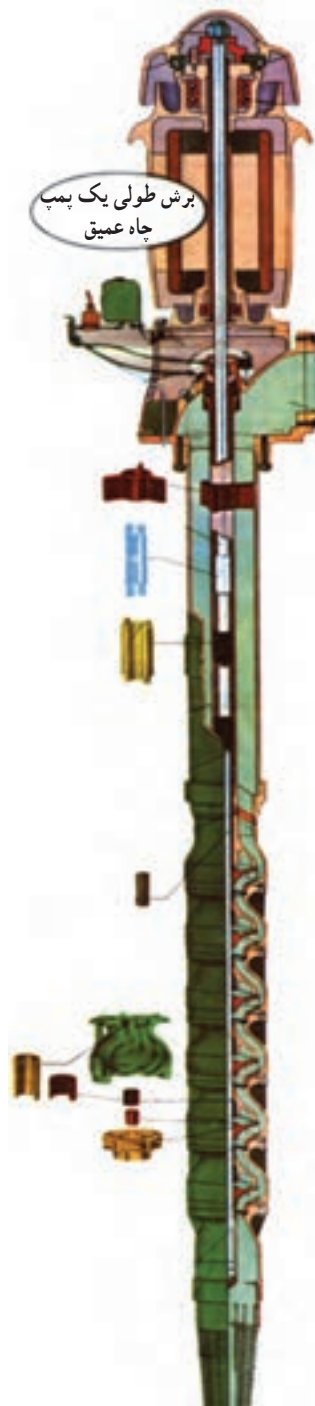
نوع دوم شافت در داخل لوله‌ای پر از روغن به نام غلاف جای می‌گیرد و بدین ترتیب خنک‌کاری آن با روغن انجام می‌شود. در واسطه انتقال شافت و غلافی همیشه اندکی روغن وارد آب چاه می‌شود. بدین دلیل در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی، از شافت بدون غلاف استفاده می‌شود. (شکل ۷-۱۹)



شکل ۱۹-۷-ب



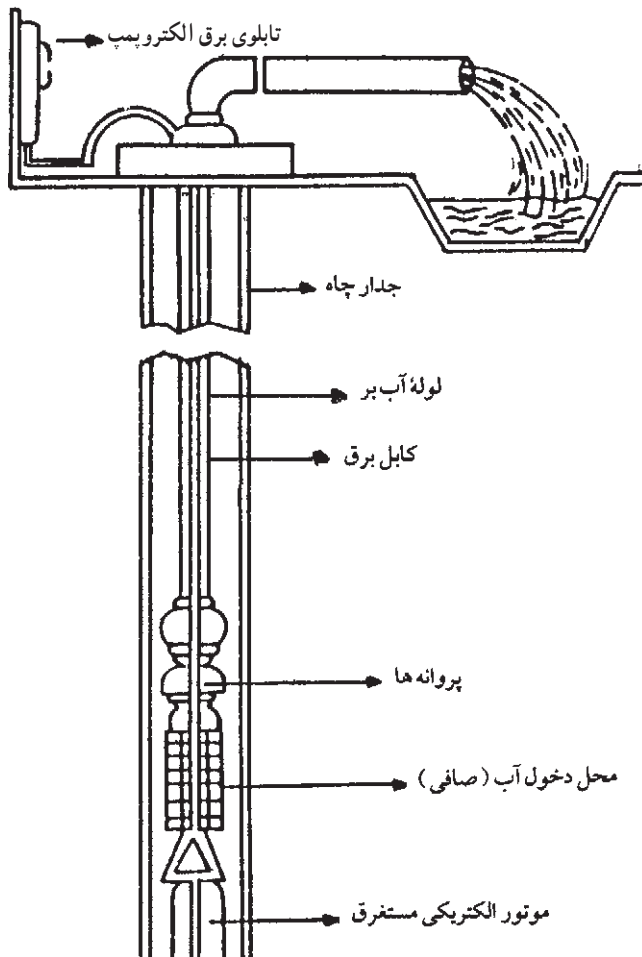
شکل ۱۹-۷-ج



شکل ۱۹-۷-الف - پمپ توربینی چند طبقه عمودی

پمپ شناور

در این طرح پمپ چند طبقه توربینی قائم مستقیماً روی یک موتور الکتریکی به قطر کم سوار شده و در زیر آب قرار می‌گیرد. وزن موتور و پمپ از طریق لوله رانش به فونداسیون دهنه چاه منتقل می‌شود و گاهی به منظور اطمینان بیشتر به وسیله سیم بکسل مهار می‌شود. به موازات لوله رانش یک لوله روغن روانکاری و یک کابل انتقال برق تا موتور امتداد پیدا می‌کند. موتورهای مورد استفاده در این پمپ‌ها معمولاً طوری طراحی می‌شود که به اندازه عمر پمپ بتواند بدون مراقبت کار کنند، زیرا در صورت خراب شدن باید از چاه بیرون کشیده شوند و این کار هزینه و مشکلات زیادی در بر دارد. یکی از معایب پمپ‌های شناور نیز همین امر است. (شکل ۲۰-۷)



شکل ۲۰-۷- پمپ شناور

ظرفیت پمپ

در کشاورزی و صنعت اغلب اندازه و مشخصات پمپ را به اینچ بیان می‌کنند. (پمپ ۲ اینچی، ۳ اینچی و غیره) و آن عبارت است از قطر دهانه خروجی (رانش) پمپ برحسب اینچ، حال رابطه آن را با مقدار آبدهی یا ظرفیت پمپ بیان می‌کنیم. (جدول ۳-۷)

جدول ۳-۷- اندازه تقریبی ظرفیت و بازده پمپ‌های موجود

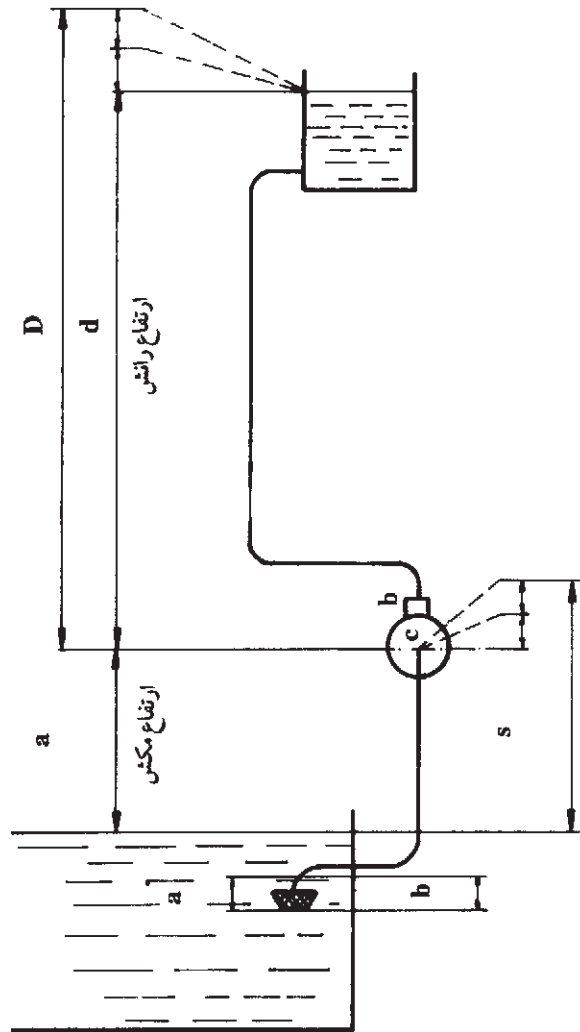
اندازه پمپ اینچ	ظرفیت لیتر بر ثانیه	بازده درصد	اندازه پمپ اینچ	ظرفیت لیتر بر ثانیه	بازده درصد
۱	۱/۵	۲۷	۵	۳۸/۶	۵۹
۱ ½	۳/۵	۳۵	۶	۵۵/۶	۶۲
۲	۶/۲	۴۳	۸	۹۸/۸	۶۵
۳	۱۳/۹	۵۰	۱۰	۴/۴	۶۷
۴	۲۴/۷	۵۵	۱۲	۲۲۲/۳	۶۹

ارتفاع پمپ

در رابطه با ارتفاع یک پمپ سه نوع از آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.
 ارتفاع مکش: عبارت است از طول قائم بین خط محور پمپ و سطح آب. در عمل تعیین ارتفاع مکش اهمیت زیادی دارد زیرا پمپ وقتی کار می‌کند که عمق مکش از مقدار معینی (که بستگی به عوامل متعددی دارد) زیادتر نباشد (شکل ۲۱-۷).

بزرگترین عمقی که پمپ قادر به مکش آب است، بستگی به فشار هوای محیط، اتلافات اصطکاک در لوله مکش و ارتفاع نظیر سرعت در لوله مکش دارد که می‌توان آن را با توجه به ارتفاع محل از سطح دریا و درجه حرارت محیط به دست آورد.

ارتفاع رانش: عبارت است از طول قائم بین خط محور پمپ و سطح آب در مخزن.
 ارتفاع مانومتریک: در پمپ‌ها عموماً آب در داخل لوله‌ای جریان می‌یابد. ضمن جریان در داخل آن در نتیجه اصطکاک قسمتی از انرژی خود را از دست می‌دهد. مقدار انرژی از دست رفته را افت انرژی می‌نامند. به علاوه سرعتی که آب در لوله به خود می‌گیرد، دارای مقداری انرژی است. همچنین در زانوها و شیرها مقداری انرژی تلف می‌شود. بعد از آشنایی با مفاهیم فوق بدیهی است وقتی



شکل ۲۱-۷- ارتفاع پمپ

در نظر داریم پمپی نصب کنیم که مقدار معینی آب را به ارتفاع مشخصی رسانده یا فشار معینی را در نقطه مشخصی ایجاد کند، باید پمپ قادر باشد آب را به ارتفاع مورد نظر رسانده و افت فشارها و انرژی جریان را نیز تأمین کند. مجموع این مقادیر را که همگی بر حسب ارتفاع آب مشخص می‌شوند، ارتفاع مانومتریک می‌نامند و یا به عبارت دیگر حاصل جمع ارتفاع مکش، ارتفاع رانش و تأمین افت فشار در داخل لوله‌ها و پمپ و زانو‌ها را ارتفاع مانومتریک می‌نامند.



- ۱- دبی جریان آب را تعریف کنید.
- ۲- از واحدهای سنتی موجود در منطقه (برای اندازه‌گیری دبی آب) چند نمونه را نام ببرید.
- ۳- روش‌های اندازه‌گیری جریان آب را نام ببرید.
- ۴- دبی جریان آبی را که از لوله شیر آب در آزمایشگاه جاری است به روش حجمی تعیین کنید.
- ۵- سرعت آب را با استفاده از جسم شناور ساده و در کانال‌های منطقه اندازه‌گیری نمایید.
- ۶- در یک آب‌گذر طبیعی با مقطع غیرهندسی از طریق محاسبه عمق متوسط سطح مقطع جریان آب را تعیین کنید.
- ۷- اهمیت اندازه‌گیری دبی آب را بیان کنید.
- ۸- اصول کار و ساختمان یک پمپ ساتریفوژ را توضیح دهید.
- ۹- چرا برای آبدهی زیاد، پمپ چند طبقه استفاده می‌شود؟
- ۱۰- چرا نمی‌توان از پمپ‌های توربینی نوع شافت و غلافی در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی استفاده کرد؟
- ۱۱- یکی از معایب پمپ‌های شناور را توضیح دهید.

رابطه آب و خاک

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

- ۱- نفوذپذیری خاک را به روش استوانه مضاعف تعیین کند.
- ۲- عوامل مؤثر در نگهداری آب در خاک را بشناسد.
- ۳- حد ظرفیت زراعی خاک را تعیین کند.
- ۴- حد پژمردگی دائم را تعیین کند.
- ۵- نقصان مجاز رطوبتی را بشناسد.

نفوذ پذیری^۱

آیا هرگز پس از یک بارندگی به سطح خاک‌های مختلف دقت کرده‌اید؟ به نظر شما چرا در بعضی خاک‌ها سریعاً آب ناپدید شده و در بعضی دیگر تا چند ساعت یا حتی چند روز پس از آبیاری یا بارندگی همچنان آب در سطح خاک دیده می‌شود؟ همانطور که حدس زدید عواملی که به نوع خاک بستگی دارد، در این پدیده اثر می‌گذارد. اثر مجموعه این عوامل را تحت عنوان نفوذپذیری می‌شناسیم.

تعریف: نفوذپذیری، عبارتست از مقدار ورود آب از سطح خاک به داخل آن که بر حسب ارتفاع آب در واحد زمان (مثلاً سانتی متر در ساعت) بیان می‌شود.

در تمام روش‌های آبیاری، به جز آبیاری زیرزمینی، آب روی سطح خاک جریان یافته و به تدریج در آن نفوذ می‌کند تا برای استفاده گیاه در خاک ذخیره شود. یکی از هدف‌های آبیاری، ذخیره آب در درون خاک است، لذا نحوه ورود آب به داخل خاک و نیز سرعت این کار بسیار حائز اهمیت است. نفوذپذیری به ضخامت لایه آب بالای خاک، مقدار و اندازه روزه‌های خاک، مقدار رطوبت اولیه خاک،

^۱-Infiltration

پوشش گیاهی و شیب زمین بستگی دارد.

در ابتدا که خاک خشک است آب به سرعت نفوذ می‌کند. ولی پس از ۳۰ - ۲۰ دقیقه فضای موجود در خاک با آب پر شده و نفوذ کاهش می‌یابد. بعد از یک تا دو ساعت سرعت آب به مقدار ثابت رسیده و به‌طور آهسته نفوذ می‌کند. این مرحله را میزان نفوذ دائمی می‌نامند که در خاک‌های مختلف متفاوت است.

در انتخاب روش آبیاری دانستن میزان نفوذپذیری بسیار حائز اهمیت است. خاک‌هایی با میزان نفوذ کم (تا ۱۰ میلی‌متر در ساعت) یا متوسط (بین ۱۰ تا ۳۰ میلی‌متر در ساعت) برای آبیاری سطحی مناسب‌اند. خاک‌هایی که میزان نفوذ آن‌ها زیاد است (بیش از ۳۰ میلی‌متر در ساعت) برای آبیاری بارانی یا قطره‌ای مناسب هستند. در حالت اخیر به خاطر نفوذ سریع آب در خاک، با روش آبیاری سطحی نمی‌توان آب را به‌طور یکنواخت و مناسب توزیع کرد.

جدول ۱-۸- میزان سرعت نفوذ آب در خاک‌های مختلف

نوع خاک	نفوذ دائمی (میلی‌متر در ساعت)
شن	۳۰
لوم شنی	۲۰-۳۰
لوم سیلتی	۱۰-۲۰
لوم رسی	۵-۱۰
رس	۱-۵

اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک به روش استوانه مضاعف

عمق آب قابل نفوذ به خاک در زمان معین (سرعت نفوذ) به کمک دو استوانه متحدالمركز اندازه‌گیری می‌شود. این استوانه‌ها فلزی و معمولاً قطر استوانه میانی بین ۲۳-۳۵ سانتی‌متر بوده و استوانه بیرونی باید دارای قطری حداقل ۳۰ سانتی‌متر بیشتر از استوانه میانی باشد. ارتفاع استوانه‌ها معمولاً ۴۰ سانتی‌متر است که ۱۵-۱۰ سانتی‌متر آن به داخل خاک رانده می‌شود. به جای استوانه بیرونی می‌توان از انباشته کردن خاک و ساختن پشته‌ای به موازات استوانه میانی استفاده کرد. اندازه‌گیری‌ها در زمان‌های مختلف از استوانه میانی صورت می‌گیرد. لُبّه این استوانه‌ها مثل کارد تیز می‌شود تا به راحتی بتوان آن‌ها را با حداقل به هم خوردگی خاک به داخل آن فرو برد. (شکل

(۸-۱)



شکل ۱-۸- نحوه کار گذاشتن استوانه مضاعف

اندازه‌گیری‌ها معمولاً در فواصل زمانی ۵ و ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ و ۹۰ و ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه و پس از آن نیز در هر ساعت یک بار صورت می‌گیرد و نتایج آن بر روی محورهای مختصات نشان داده می‌شود.

۹ آزمایش ۱ :

مواد و لوازم مورد نیاز : استوانه مضاعف، چکش مخصوص، درپوش استوانه مضاعف، خط کش زمان سنج، سطل آب، پارچه
روش کار :

- ۱- محل مناسب برای نصب استوانه‌ها را انتخاب کنید. دقت کنید که استوانه‌ها در محل عبور و مرور ماشین آلات و یا دام قرار نگیرند. (خاک متراکم نباشد)
- ۲- استوانه میانی را بر روی سطح خاک قرار داده و درپوش را بر روی آن گذاشته و با چکش به درپوش ضربه وارد کنید تا به طور قائم (حدود ۱۵ سانتی‌متر) در داخل خاک فرو رود.
- ۳- استوانه خارجی را نیز به همین ترتیب نصب کنید.
- ۴- فاصله بین دو استوانه را به عمق حدود ۵ سانتی‌متر از آب پر کنید. این مقدار آب باید تا انتهای آزمایش در بین دو استوانه باقی بماند.
- ۵- یک تکه پارچه یا نایلون در ته استوانه میانی قرار دهید. (به منظور به هم نخوردن سطح خاک) و تا حدود ۱۲-۱۰ سانتی‌متر آب ریخته و نایلون را بردارید.
- ۶- به کمک خط‌کش عمق آب را اندازه‌گیری کرده و این کار را در زمان‌های مشخص تکرار کنید.

۷- وقتی حدود ۵-۲ سانتی متر آب به داخل خاک نفوذ کرد، در همین حدود به استوانه آب اضافه کنید. عمق آب را قبل و بعد از اضافه کردن آب اندازه گیری کنید.

۸- هرگاه نتایج حاصله از آزمایش غیر طبیعی بود، پس از خاتمه آن خاک زیر استوانه را مورد بررسی قرار دهید.

۹- استوانه ها را پس از خارج کردن از خاک شستشو دهید.

مثال:

محل آزمایش: مزرعه هنرستان

تاریخ: مرداد ۱۳۷۲

بافت خاک: متوسط

رطوبت خاک قبل از آزمایش: نسبتاً خشک

عوامل مؤثر نگهداری آب در خاک

دو نیروی مختلف سبب نگهداری آب در خاک می شود.

نیروی چسبندگی^۱ (نیروی جاذب بین مولکول های آب و ذرات خاک): ذرات و ترکیبات خاک در حالت خشک با داشتن خاصیت چسبندگی نسبتاً شدید، مولکول های دوقطبی آب را به طرف خود جذب و نگهداری می کنند. نتیجه این مکش ایجاد قشر نازکی از مولکول های آب بر روی عناصر، ترکیبات و ذرات خاک می باشد که شدت جذب آن در اولین قشر مولکولی آب خیلی زیاد است. لایه های بعدی مولکول های آب با شدت کمتری نگهداری شده و لایه های پس از آن شدت نگهداری کمتری دارند. این موضوع نشان می دهد آبی که در دورترین فاصله نسبت به سطح ذرات قرار دارد به آسانی از آن خارج می شود. به تدریج که خاک خشک می شود نیروی زیادتری لازم است تا آب را از ذرات و منافذ خاک خارج کند.

نیروی پیوستگی^۲ (نیروی جاذب بین مولکولی): نتیجه اثر این نیرو، کشش و جذب متقابل مولکول های آب با یکدیگر می باشد. ذرات خاک تحت تأثیر دو نیروی ذکر شده، توسط مولکول های آب به هم مربوط می شوند به عبارت دیگر با ایجاد یک قشر آبی بر روی ذرات، آب وظیفه یک واسطه چسبنده را به عهده می گیرد.

۱- Adhesion

۲- Cohesion

صُور مختلف آب در خاک

آب در خاک به صورت‌های مختلف و تحت تأثیر نیروهای متفاوتی نگهداری می‌شود که به شرح

زیر است :

آب آزاد : آبی است که بعد از هر آبیاری یا بارندگی روزنه‌های متوسط و درشت خاک را پر می‌کند این آب تحت تأثیر نیروی کشش ذرات خاک و نیروی ثقلی زمین در خاک حرکت می‌کند حرکت آب آزاد در خاک‌های معمولی و بازه‌کش خوب به اندازه‌ای سریع است که برای ریشه گیاه سود کمی دارد ضمن اینکه مواد غذایی پس از محلول شدن همراه آب از خاک خارج می‌شود. چنانچه این آب در خاک باقی بماند به علت کمبود اکسیژن برای ریشه گیاهان و موجودات زنده هوازی خاک مضر واقع می‌شود. به‌طور کلی وجود این نوع آب در خاک مطلوب نبوده و از راه منافذ بزرگ به سرعت از خاک خارج می‌شود. (شکل ۲-۸)

آب موئینه (کاپیلاریته) : مقدار آبی است که در روزنه‌های متوسط و ریز نگهداری می‌شود و در برابر قوه ثقل مقاومت نشان می‌دهد. گیاه آب مورد نیاز خود را از آب کاپیلاریته جذب می‌نماید اما همه این آب قابل جذب گیاه نیست. روزنه‌های خاک مانند لوله‌های موئین عمل کرده و آب توسط نیروی موئینه‌ای در آن نگهداری می‌شود. هرچه قطر این لوله‌ها کمتر باشد ارتفاع صعود آب بیشتر است. خاکی که روزنه‌های ریز زیادتری داشته باشد (خاک رسی) نسبت به خاکی که روزنه‌های ریز آن کم باشد (خاک شنی) مقدار بیشتری آب توسط نیروی موئینه‌ای نگهداری می‌کند. (شکل ۳-۸)



شکل ۲-۸ - الف) حالت اشباع هنگامی است که روزنه‌های خاک کاملاً از آب پر شده باشند. ب) خاک خشک شده در آن در این مقیاس آب قابل ملاحظه‌ای ندارد. آب باقیمانده در این حالت به صورت پوششی نازک بر روی ذره‌های خاک قرار دارد. در دو حالت مرطوب به تفاوت حجم هوا، آب و ماده‌های جامد توجه کنید.

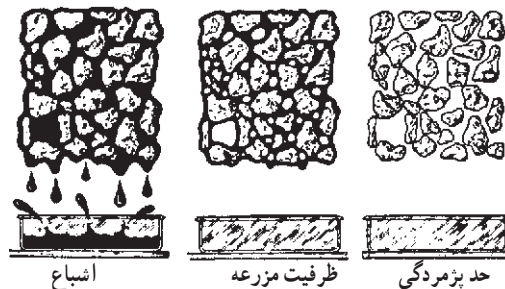
شکل ۳-۸ - در این شکل موئینگی نشان داده شده است. آب بیشترین ارتفاع را در باریکترین لوله‌ها می‌پیماید. سطح منحنی آب که در بخش بزرگ دیده می‌شود هلال است. چسبندگی مولکول‌های آب کشش سطحی را تولید می‌کند و مولکول‌های آب نیز به دیواره شیشه می‌چسبند.

آب پوسته‌ای (هیگروسکوپیک): در اثر تبخیر و تعرق تمام آب حتی از ریزترین منافذ خاک خارج می‌شود. آبی که پس از این مرحله در خاک می‌ماند در سطح ذرات خاک با شدت جذب می‌شود که تقریباً حالت غیر مایع داشته و فقط به صورت گاز حرکت می‌کند. به مقدار رطوبت خاک در این حالت ضریب هیگروسکوپیک و به مقدار آب باقی‌مانده در خاک آب هیگروسکوپیک می‌گویند. این نوع آب مشخصات زیر را دارد:

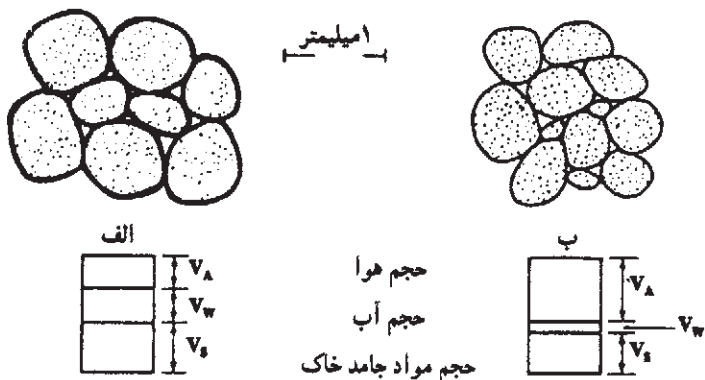
- الف) بیشتر به وسیله مواد کلوییدی خاک جذب می‌شود.
 - ب) تقریباً حالت غیر مایع داشته و بیشتر به صورت گاز حرکت می‌کند.
 - ج) قابل استفاده گیاهان زراعی نیست. (شکل ۲-۸)
- آب ترکیبی: آبی است که در ترکیب شیمیایی کانی‌های متبلور وجود دارد. مثلاً در کانی ژپس (گچ) با فرمول شیمیایی $(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$ این نوع آب اولاً قابل استفاده گیاهان نبوده ثانیاً در حرارت بالاتر از $50^\circ C$ سانتی‌گراد از کانی‌ها خارج می‌شود ثالثاً هیدروژن آن می‌تواند به وسیله فلزات دیگر جابه‌جا شود.
- حدهای رطوبتی خاک: که میزان رطوبت آب در خاک را مشخص می‌کند عبارتند از:

حد ظرفیت زراعی (F_c)

معمولاً یک تا سه روز پس از خیس شدن خاک به وسیله باران یا آبیاری، رطوبت موجود در خاک به وضع نسبتاً پایداری می‌رسد. این حد رطوبت ظرفیت زراعی نامیده می‌شود. در این حالت منافذ درشت خاک آب خود را از دست داده ولی منافذ ریز هنوز پر از آب بوده، گیاهان می‌توانند از آن استفاده کنند. رطوبت ظرفیت زراعی حد بالایی از رطوبت قابل جذب گیاه را نشان می‌دهد و هرچه رطوبت خاک از این حد بیشتر باشد تحت تأثیر نیروی ثقل از خاک و حوزه فعالیت ریشه‌ها خارج می‌شود.



شکل ۴-۸ - حدهای رطوبتی خاک



شکل ۵-۸ الف) حد ظرفیت زراعی. روزنه‌های بزرگ از هوا پر شده اما بسیاری از روزنه‌های کوچک پر از محلول است. این وضعیت تقریباً ایده‌آل است. ب) حد پژمردگی دائم. بیشتر روزنه‌ها خالی هستند آب باقی‌مانده به صورت غشاهای نازک با نیروی زیادی روی سطح‌ها نگهداری شده است.

با اشباع کردن خاک و دادن فرصت کافی برای خروج آب موجود در خلل و فرج درشت (آب ثقلی) می‌توان، درصد رطوبت موجود در خاک را اندازه‌گیری کرد. اگر به نحوی از تبخیر آب از سطح خاک جلوگیری کنیم، کاهش درصد رطوبت فقط به خروج آب ثقلی ارتباط پیدا می‌کند و پس از مدت زمانی (به نوع خاک بستگی دارد) رطوبت به مقدار ثابتی می‌رسد که رطوبت ظرفیت زراعی می‌نامند.

♀ آزمایش ۲ :

مواد و لوازم مورد نیاز : ورقه پلاستیک سیاه رنگ، بیل، آب، مته (اگر)، قوطی، ترازو و اتو و روش کار

- ۱- کرت کوچکی به مساحت $\frac{2}{5}$ متر مربع را چنان انتخاب کنید که نمونه‌ای از خاک مزرعه باشد.
- ۲- توجه کنید که سطح سفره آب زیرزمینی در عمق بیشتر از ۲ متر باشد.
- ۳- کرت انتخابی را از علف‌های هرز پاک کرده و سپس به آن آب اضافه کنید. (این آب باید با استفاده از آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک محاسبه و خاک را اشباع کند.)
- ۴- ورقه پلاستیک سیاه رنگی را روی سطح کرت قرار دهید تا از تبخیر جلوگیری کند.
- ۵- با استفاده از مته، نمونه‌های خاک مرطوب را از عمق مورد نظر در صبح و عصر هر روز تهیه و رطوبت آن را تعیین کنید.
- ۶- عمل نمونه برداری را ادامه دهید تا زمانی که رطوبت خاک در روزهای متوالی تقریباً برابر شوند.
- ۷- منحنی تغییرات رطوبت روزانه را نسبت به زمان رسم کنید.

۸- کمترین مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده را می‌توانید به عنوان ظرفیت زراعی خاک انتخاب کنید.

مثال :

بافت خاک : لوم رسی

محل آزمایش : مزرعه هنرستان

طول آزمایش : ۳ روز

حد پژمردگی موقت، حد پژمردگی دائم

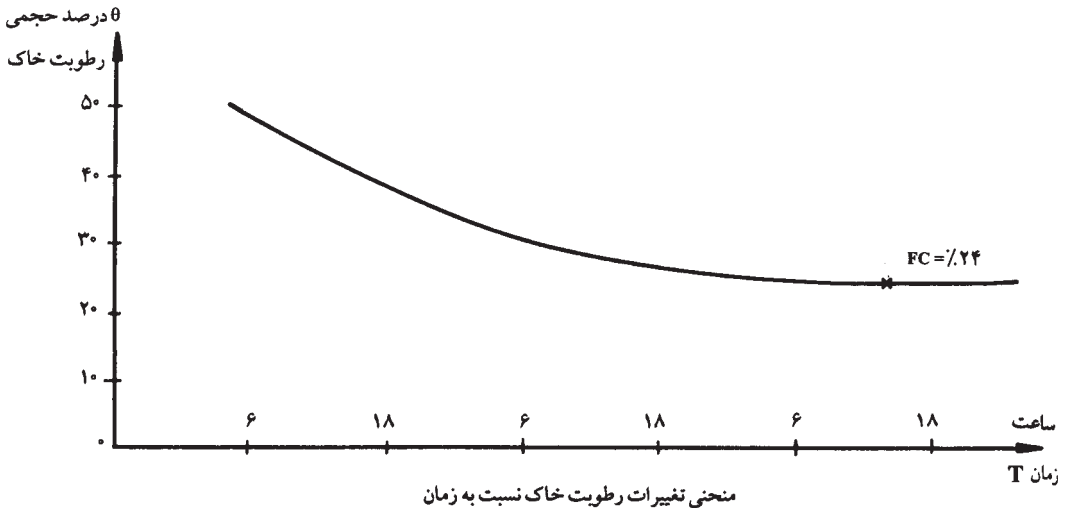
با جذب تدریجی آب توسط ریشه گیاهان و خروج آن به صورت تبخیر و تعرق از سطح خاک مقدار آب خاک کاهش می‌یابد و آثار پژمردگی در برگ‌ها ظاهر می‌شود. معمولاً در شرایطی که گیاه در روز پژمرده و در شب شاداب شود گیاه به حد پژمردگی موقت رسیده است.

در این شرایط اگر آبیاری انجام نگیرد گیاه در شب نیز شادابی خود را باز نیافته در نتیجه به حد پژمردگی دائم می‌رسد. در حد پژمردگی دائم بیشتر روزنه‌های کوچک خالی بوده و در روزنه‌های بزرگ و متوسط غشاء نازکی از آب بر روی ذرات خاک وجود دارد.

تعیین حد پژمردگی دائم : رطوبتی است که در آن گیاه پژمرده شده و شادابی خود را باز نمی‌یابد. در رطوبت قبل از این نقطه نیز جذب آب به درستی صورت نگرفته و رشد گیاه مختل می‌شود.

جدول ۲-۸- تغییرات رطوبت خاک

زمان		درصد رطوبت (حجمی)
روز	ساعت	
۷۲/۲/۲۵	۶	۴۸
	۱۸	۳۹
۷۲/۲/۲۶	۶	۳۱
	۱۸	۲۶
۷۲/۲/۲۷	۶	۲۴
	۱۸	۲۴



۹ آزمایش ۳ :

مواد و لوازم مورد نیاز : پنج عدد گلدان دردار با ظرفیت 600 گرم، بذر آفتابگردان، لوله شیشه‌ای به طول 5 سانتی متر، موم، قوطی نمونه برداری، ترازو، اتو، سرپوش پلی اتیلن سیاه رنگ، تشتک و مته.

روش کار

۱- در پنج عدد گلدان که کف آن‌ها منفذی برای خروج آب دارد، تقریباً 500 گرم خاک خشک

بریزید.

۲- در هر یک از گلدان‌ها پنج عدد بذر آفتابگردان کاشته و آبیاری کنید تا عمل جوانه زدن صورت

گیرد.

۳- بعد از جوانه زدن بوته‌ها را تنک کنید و فقط 2 گیاهچه را نگه دارید.

۴- در گلدان را به نحوی قرار دهید که 2 بوته باقی مانده از سوراخ‌های تعبیه شده روی در به طرف

خارج رشد کنند.

۵- برای جلوگیری از گرم شدن گلدان‌ها آن‌ها را در بستری از خاک اره مرطوب قرار دهید.

۶- پس از مدت 6 هفته بوته‌های گیاه تقریباً 6 برگگی خواهند شد. لازم است که در این مدت آبیاری

متداول را ادامه دهید. یک لوله شیشه‌ای در خاک گلدان نصب کنید تا تهویه خاک به سهولت صورت

پذیرد. انتهای لوله را با پنبه و سطح خاک را با موم بپوشانید و منفذ کف گلدان را نیز مسدود کنید.

۷- در این مرحله گیاه را برای آخرین بار آبیاری کنید و منافذ سطحی را طوری بپوشانید که از

تبخیر آب از خاک جلوگیری شده و سپس گیاه را بدون آبیاری بگذارید تا حالت پژمردگی ظاهر شود.

۸- پس از اینکه در هر دو بوته علائم از دست دادن شادابی ظاهر شد، گلدان را در محفظه مرطوب و تاریک قرار دهید. می‌توان گلدان گیاه را در تشتک کوچکی از آب که در زیر سرپوش قرار دارد، گذاشت. سرپوش بهتر است ورقه پلی اتیلن سیاه رنگ باشد تا با بسته شدن روزنه‌های برگ از تعرق جلوگیری شود. گیاه آفتابگردان را به مدت یک شب زیر سرپوش قرار دهید.

۹- اگر شادابی به گیاه بازگشت دوباره آن را از زیر سرپوش خارج و ساعتی در هوای آزاد قرار دهید در صورت پژمردگی دوباره مرحله ۸ را تکرار کنید.

۱۰- این عمل را تکرار کنید تا گیاه نتواند شادابی خود را در محفظه تاریک باز یابد.

۱۱- نمونه خاک گلدان را که ریشه‌های گیاه از آن جدا شده است را تهیه و رطوبت آن را با قرار دادن در اتوو تعیین کنید. این رطوبت را رطوبت حد پژمردگی دائم می‌نامند.

حرکت آب در خاک

آب به حالت جامد در خاک حرکتی نداشته ولی در حالت‌های مایع و بخار در جهات مختلف حرکت می‌کند. این پدیده کنترل‌کننده سرعت نفوذ آب به داخل خاک بوده، آب مورد نیاز ریشه‌ها را تأمین کرده و در ضمن باعث حرکت آب‌های زیرزمینی به طرف چشمه‌ها و جویبارها می‌شود.

جریان آب به حالت مایع در خاک: آب در خاک به دو صورت اشباع و غیراشباع می‌تواند وجود داشته باشد معمولاً بعد از بارندگی و آبیاری حالت اشباع و تا قبل از خشک‌شدن حالت غیراشباع وجود دارد. در هر دو حالت آب می‌تواند در دو جهت حرکت نماید.

۱- حرکت آب از بالا به پایین: در حالت اشباع آب در اثر نیروی ثقل جریان می‌یابد در این حالت خلل و فرج بزرگ محتوای آب بوده و آب با سرعت از طریق این خلل و فرج رو به پایین حرکت می‌نماید.

در حالت غیراشباع خلل و فرج بزرگ از آب تخلیه شده در نتیجه عامل نیروی ثقل اهمیت خود را از دست می‌دهد و در این صورت آب تحت نیروی کشش سطحی به صورت لایه‌هایی در اطراف ذرات خاک جریان می‌یابد و حرکت آن کندتر از حالت اشباع می‌باشد.

عواملی که در مقدار جریان آب از بالا به پایین تأثیر دارد شامل بافت خاک، ساختمان خاک، مقدار کلوئیدهای آلی و معدنی خاک و غیره می‌باشد.

جریان آب از بالا به پایین از نظر آبیاری و زهکشی اهمیت داشته باعث ذخیره باران و همچنین

نفوذ آب به خاک و جلوگیری از فرسایش می‌شود.

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

۳- حرکت افقی آب: در یک نقطه مشخص از سطح خاک یک گلدان قطره قطره آب بریزید پس از مدتی که این عمل را انجام دادید چه مشاهده می‌کنید؟ مشاهده خواهید کرد که آب تمام سطح خاک گلدان را مرطوب کرده است یعنی آب در جهت افقی حرکت داشته است علت حرکت افقی آب چیست؟ اکثر مواقع آب تحت تأثیر شیب رطوبتی خاک حرکت می‌کند یعنی در خاک آب از قسمت‌هایی که میزان آن زیاد است به قسمت‌هایی که آب کمتری دارد انتشار می‌یابد.

عوامل مؤثر در جذب آب توسط ریشه

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

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

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

۳- درجه چوب‌پنبه‌ای شدن غشاء ریشه: ریشه‌های موینه جوان قدرت جذب بیشتری نسبت به ریشه‌های پیر و چوب‌پنبه‌ای شده دارند.

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

۵- حرارت اطراف ریشه در خاک : چنانچه حرارت خاک کم باشد جذب آب کاهش می‌یابد و اگر حرارت خاک کم و زمین یخزده باشد، هیچگونه جذبی صورت نمی‌گیرد. همچنین در صورتی که درجه حرارت خاک از حد معینی بالاتر باشد جذب آب کاهش می‌یابد. طبق محاسبات مشخص شده است که بهترین درجه حرارت خاک در روز 24° سانتی‌گراد و در شب 18° سانتی‌گراد می‌باشد.

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

۷- غلظت محلول خاک : هر قدر غلظت املاح محلول در آب بیشتر باشد فشار اسمزی آن بیشتر خواهد شد و بنابراین مقدار جذب کاهش می‌یابد.

مراحل جذب املاح توسط ریشه

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

۱- حرکت یون‌های غذایی به سمت ریشه

۲- تراکم یون‌ها در سلول‌های ریشه

۳- حرکت شعاعی یون‌ها از سطح ریشه به داخل آوندهای چوبی

۴- حرکت یون‌ها از آوندهای چوبی به ساقه، شاخه و برگ

عوامل مؤثر در جذب املاح توسط ریشه : عبارتند از :

۱- نوع گیاه

۲- وسعت و عمق ریشه

۳- سوخت و ساز سلولی

۴- تنفس ریشه

۵- غلظت املاح موجود در خاک و نوع ترکیب آن‌ها

۶- تهویه خاک

۷- درجه حرارت خاک

۸- رطوبت خاک

آزمایشات نشان داده است که بیشترین مقدار جابه‌جایی املاح از ریشه به سایر اندام‌ها در طول

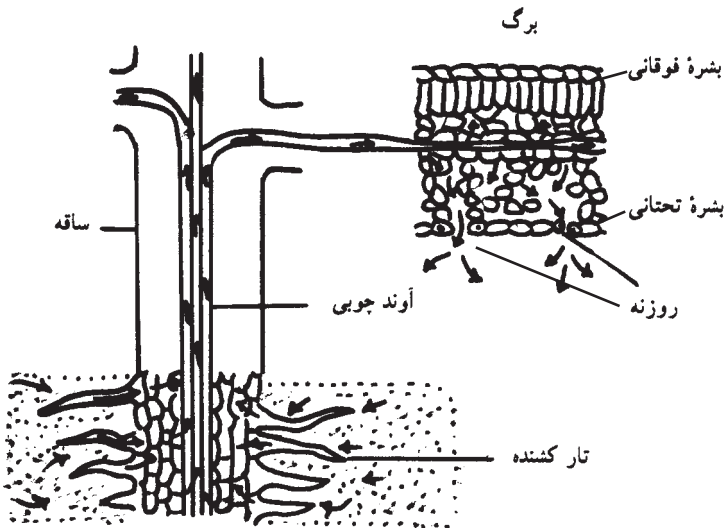
روز یعنی هنگامی که فعالیت سوخت و ساز در گیاه بیشتر است صورت می‌گیرد. سرعت جابه‌جایی املاح در گیاه از آب کمتر است و حدود یک متر در دقیقه گزارش شده است. باید دانست که ریشه تنها اندام جذب‌کننده نبات نیست بلکه برگ‌ها و ساقه‌های جوان و جوانه‌ها نیز قادرند بعضی از ترکیبات معدنی را جذب نمایند.

تبخیر و تعرق گیاهان

تبخیر^۱: فرآیند تبدیل آب مایع به بخار را تبخیر گویند. تبخیر ممکن است از سطوح آزاد آب و یا از سطح مرطوب خاک صورت گیرد.

تعرق^۲: گیاهان، مقداری آب به صورت بخار، از راه روزنه‌های هوایی و بشرة نازک برگ‌ها و جوانه‌ها و ساقه‌های جوان، دفع می‌کنند. این عمل، تعرق نام دارد.

طبق آزمایشات مشخص شده است که درصد کمی از آب جذب‌شده توسط گیاهان، در داخل بافت‌های گیاهی نگهداری و قسمت اعظم آن دوباره به صورت تعرق از طریق روزنه‌های موجود در سطح برگ‌ها به اتمسفر برمی‌گردد. تعرق، بیشتر از روزنه هوایی و به مقدار کم، از سلول‌های سطحی برگ‌های دارای بشرة نازک، صورت می‌گیرد (شکل ۶-۸).



شکل ۶-۸ نفوذ آب و تعرق

۱- Evaporation

۲- Transpiration

تبخیر و تعرق^۱: مجموع مقدار آبی که در واحد سطح منطقه از راه تبخیر از سطح خاک و از راه تعرق به وسیله گیاهان از دست می‌رود تبخیر و تعرق نامیده می‌شود. در ارزیابی میزان آب و خاک، برای تأمین رشد گیاه، لازم است که هم تبخیر و هم تعرق را مورد محاسبه قرار دهیم.

عوامل مؤثر در تبخیر و تعرق

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

۱- عوامل درونی (شرایط گیاه) شامل:

(الف) شکل برگ‌ها (ب) طرز قرار گرفتن برگ‌ها روی ساقه (ج) سطح برگ‌ها (د) ساختمان برگ (ه) روزنه‌ها و تعداد آن (و) وسعت و عمق نفوذ ریشه

(الف) شکل برگ‌ها: گیاهان پهن‌برگ به علت داشتن روزنه‌های بیشتر مقدار آب بیشتری نسبت به سوزنی‌برگ‌ها تبخیر می‌نمایند.

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

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

(د) ساختمان برگ: هر قدر ساختمان بشره نازکتر باشد و تعداد روزنه‌ها در آن بیشتر باشد تعرق بیشتری صورت می‌گیرد. در حالی که هر اندازه ضخامت پوستک سلول‌های بشره بیشتر باشد و کرک دارتر باشند، تعرق کمتر می‌شود.

(ه) روزنه‌ها و تعداد آن‌ها: هرچه تعداد روزنه‌ها بیشتر باشد، تعرق شدیدتر است.

(و) وسعت و عمق نفوذ ریشه: هرچه مقدار جذب آب بیشتر صورت گیرد به همان نسبت مقدار تعرق بیشتر است.

^۱ Evapotranspiration

۲- شرایط اقلیمی رشد گیاهان :

الف) شدت نور ب) حرارت ج) وزش باد د) کیفیت آب و خاک از نظر املاح ه) شیب زمین و) رطوبت نسبی

الف) شدت نور : شدت نور در بعضی گیاهان باعث بازشدن روزنه‌ها و خارج شدن آب گیاه به صورت بخار می‌شود.

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

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

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

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

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

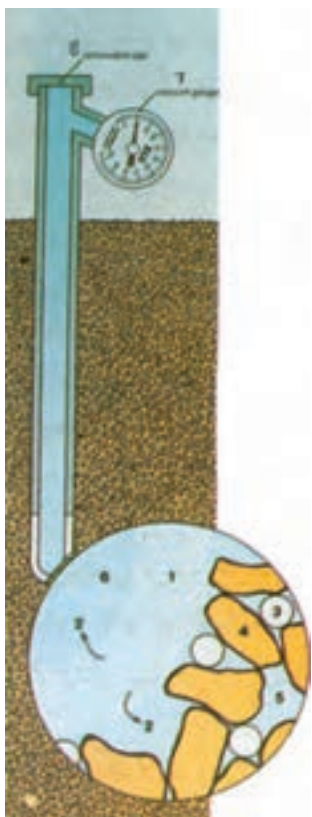
فواید تبخیر و تعرق برای گیاهان

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

۲- خنک شدن برگ‌ها : تبخیر و تعرق باعث خنک شدن برگ‌ها می‌شود، زیرا وقتی آب از سطح جسمی تبخیر می‌شود دمای اطراف آن کاهش می‌یابد علت آن است که برای تبخیر شدن مقداری از حرارت مجاور خود را مصرف می‌نماید و لذا موجب خنک شدن برگ‌ها می‌شود و از آسیب دیدن برگ‌ها بر اثر حرارت زیاد نور خورشید ممانعت به عمل می‌آورد.

تعریق

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



مکش سنج^۱ (تانسیومتر)

تانسیومتر، مکش خاک را اندازه‌گیری می‌کند. این دستگاه برای اولین بار به وسیله (ریچاردز و گاردنر ۱۹۳۶) طرح و پیشنهاد شد. این دستگاه از یک کلاهک سرامیکی به طول تقریبی $7/5$ سانتی‌متر، (در اندازه‌های دیگر نیز ساخته شده) یک لوله فلزی یا PVC و یک فشارسنج تشکیل می‌شود. در هنگام نصب برای اندازه‌گیری باید لوله تانسیومتر را از آب مقطر (بدون هوای محلول) پر کنید و انتهای بالای آن را با در پلاستیکی مسدود کنید تا از ورود هوا به‌داخل لوله تانسیومتر جلوگیری شود. (وقتی در گذاشته می‌شود درون آن نباید هیچ هوایی وجود داشته باشد).

هنگامی که تانسیومتر در خاک نصب می‌شود، بر اثر خشکی خاک و مکش ناشی از آن آب از کلاهک به بیرون تراوش می‌کند و در نتیجه در داخل لوله تانسیومتر خلأ ایجاد می‌شود که به‌وسیله فشارسنج نشان داده می‌شود. (شکل ۷-۸)

- شکل ۷-۸- تانسیومتر و نحوه ارتباط آن با خاک
- ۱- کلاهک سرامیکی
 - ۲- حرکت آب از کلاهک به خارج
 - ۳- هوای خاک
 - ۴- ذرات خاک
 - ۵- محلول خاک
 - ۶- آب داخل کلاهک تانسیومتر
 - ۷- فشارسنج
 - ۸- در پلاستیکی

^۱ Tensiometer

چون در مکش‌های بالای خاک (نزدیک به ۱ اتمسفر) از دیواره کلاهک تانسومتر هوا عبور می‌کند و در اندازه‌گیری خطا ایجاد می‌شود، بنابراین، این دستگاه از رطوبت اشباع تا کمی کمتر از ظرفیت زراعی را به خوبی اندازه‌گیری می‌کند.



شکل ۸-۸ - انواع تانسومتر

رطوبت قابل استفاده^۱ (AM)

درصدی از رطوبت خاک که بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی بوده و قابل استفاده گیاه است را رطوبت قابل استفاده می‌گویند. این رطوبت در خاک ذخیره شده و به مرور در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. رطوبت قابل استفاده را می‌توان بر حسب درصد وزنی - درصد حجمی یا عمق آب نشان داد. (شکل ۹-۸)

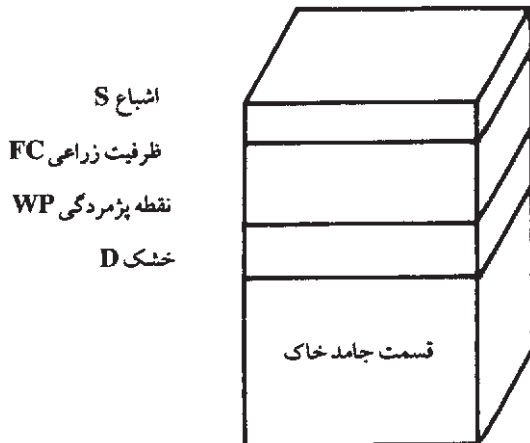
این رطوبت در خاک‌های مختلف مقدار متفاوتی دارد. به این رطوبت ظرفیت نگهداری^۲ (WHC) خاک نیز اطلاق می‌شود.

۱- Available Moisture

۲- Water Holding Capacity

جدول ۳-۸ - ظرفیت نگهداری بعضی خاک ها

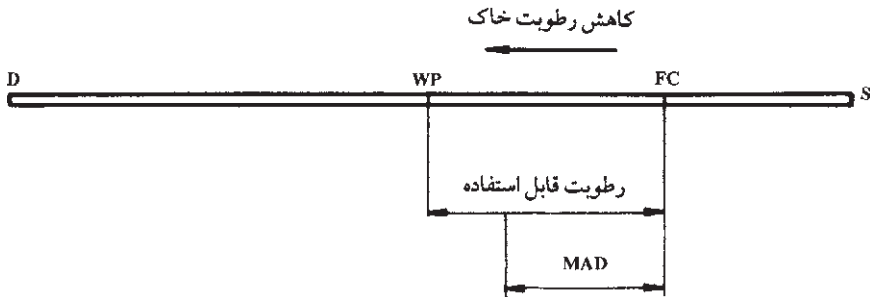
ظرفیت نگهداری mm/m میلی متر آب در یک متر خاک	بافت خاک
۴۲	شن درشت
۶۲	شن ریز
۸۳	شن لومی
۱۰۴-۱۲۵	شن لومی ریز
۱۴۶-۱۶۷	لوم سیلتی
۱۶۷	لوم رسی سیلتی
۱۶۷-۱۸۷	لومی رسی
۱۴۶	رسی سنگین



شکل ۹-۸ - نمایش ضرایب رطوبتی خاک

نقصان مجاز رطوبتی^۱ (MAD): تمام رطوبت قابل استفاده به راحتی برای گیاه قابل جذب نیست و در نزدیکی حد پژمردگی، گیاه باید با صرف انرژی، آب مورد نیاز خود را تأمین کند. که این انرژی برای گیاهان مختلف متفاوت است. در این صورت با توجه به نوع محصول، مقدار آب آبیاری و ... می توانیم درصدی از رطوبت قابل استفاده را در هر نوبت آبیاری مصرف کنیم. این مصرف را که موجب کاهش رطوبت خاک می شود نقصان مجاز رطوبتی می نامند. مقدار آن معمولاً ۷۵ - ۵۰٪ رطوبت قابل استفاده است.

^۱ - Managment Available Deficitt



شکل ۸-۱۰ - تغییرات آب در خاک - نقاط مهم

جدول ۸-۴ - عمق ریشه و MAD برخی از گیاهان مهم

MAD	عمق ریشه	گیاه	MAD	عمق ریشه سانتی متر	گیاه
۰/۵۰	۱۰۰-۲۰۰	میوه‌ها	۰/۵۵	۱۰۰-۲۰۰	یونجه
۰/۵۰	۱۰۰-۱۵۰	غلات	۰/۵۵	۱۰۰-۱۵۰	جو
۰/۳۵	۱۰۰-۲۰۰	انگور	۰/۴۵	۵۰-۷۰	لویزا
۰/۶۵	۷۰-۱۱۰	نخود	۰/۵۰	۶۰-۱۰۰	چغندر
۰/۲۵	۴۰-۶۰	سیب‌زمینی	۰/۳۵	۵۰-۱۰۰	هویج
۰/۲۰	۳۰-۶۰	سبزی‌ها	۰/۲۰	۳۰-۵۰	کرفس
۰/۶۵	۱۲۰-۲۰۰	نیشکر	۰/۵۰	۱۲۰-۱۵۰	مرکبات
۰/۱۵	۲۰-۳۰	توت‌فرنگی	۰/۶۵	۱۰۰-۱۷۰	پنبه

ارزشیابی

- ۱- میزان نفوذ دائمی خاک چه مرحله‌ای از نفوذ است؟
- ۲- چرا در ابتدای نفوذ آب در خاک سرعت بیشتر است؟
- ۳- حالات مختلف آب در خاک را مقایسه کنید.
- ۴- در آزمایش شماره ۲ چرا پس از مدتی رطوبت خاک ثابت می‌ماند؟
- ۵- چرا تانسیموتر فقط می‌تواند مکش نزدیک به یک اتمسفر را اندازه‌گیری کند؟
- ۶- اهمیت تعیین آب مصرفی گیاهان در چیست؟
- ۷- علت شاداب شدن گیاه با پژمردگی موقت در شب چیست؟
- ۸- اندام‌های جذب‌کننده مواد در گیاه را نام ببرید.
- ۹- اهمیت تعرق را در صعود شیرخام توضیح دهید.

روش‌های آبیاری

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

- ۱- با انواع روش‌های آبیاری آشنا شود.
- ۲- آبیاری کرتی را تعریف کند.
- ۳- شیب طولی و عرضی کرت را تعیین کند.
- ۴- آبیاری نشتی را تعریف کند.
- ۵- ابعاد جوی و پشته را در آبیاری نشتی تعیین کند.
- ۶- طول فارو را تعیین کند.
- ۷- موارد استفاده از آبیاری بارانی را تعریف کند.
- ۸- در مورد مزایا و معایب آبیاری بارانی اظهار نظر کند.
- ۹- تأسیسات آبیاری بارانی را توضیح دهد.
- ۱۰- مزایای آبیاری قطره‌ای را بیان کند.
- ۱۱- معایب آبیاری قطره‌ای را بیان کند.
- ۱۲- تأسیسات آبیاری قطره‌ای را توضیح دهد.

آبیاری

در بسیاری از مناطق دنیا به‌منظور تأمین آب لازم برای رشد محصولات، از آبیاری استفاده می‌شود. در مناطق خشکی چون خاورمیانه و غرب آمریکا یا بارندگی نیست و یا مقدار آن اندک و آب لازم از طریق آبیاری تأمین می‌شود ولی در نقاط مرطوب و معتدلی چون آفریقای مرکزی و اروپا گرچه محصولات با بارندگی طبیعی رشد می‌کنند ولی غالباً آب باران کافی نبوده و باید از آبیاری تکمیلی استفاده شود.

به‌طور کلی آبیاری عبارتست از رسانیدن آب کافی به خاک به‌منظور تأمین رطوبت لازم برای رشد گیاه.

هدف از آبیاری

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

روش‌های آبیاری

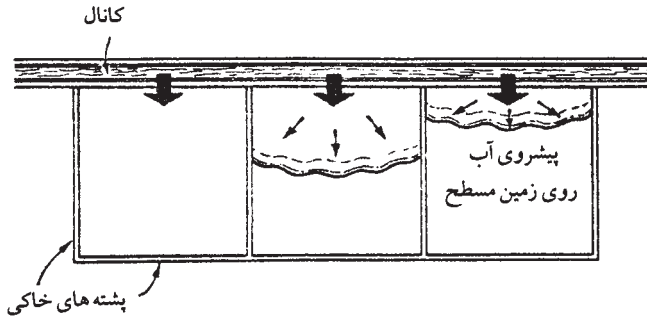
به هر روشی که بتوان آب را به پای بوته رسانده و رطوبت مورد نیاز گیاه را تأمین کرد، روش آبیاری گفته می‌شود. از عمل ساده ریختن آب در گلدان تا حرکت آزاد آب در سطح خاک و حرکت آب در لوله‌های تحت فشار همه را روش آبیاری می‌گویند. سه روش اصلی آبیاری عبارتند از:

- ۱- **آبیاری سطحی یا ثقلی**: در این روش آب تحت تأثیر ثقل به حرکت درآمده و تمام (در کرتی و نواری) یا قسمتی (در نشتی) از سطح مزرعه را مرطوب می‌سازد.
- ۲- **آبیاری تحت فشار**: آب در شبکه‌ای از لوله‌ها به‌صورت تحت فشار جریان داشته و به‌صورت پاششی (بارانی) یا به‌صورت قطرات (قطره‌ای) رطوبت خاک را تأمین می‌کند.
- ۳- **آبیاری زیرزمینی**: آب از زیر خاک وارد شده و فقط به‌مقدار کمی سطح خاک را مرطوب کند.

هرکدام از این روش‌ها چنانچه به‌صورت مناسب به‌کار گرفته شوند، می‌توانند اقتصادی بوده و با بازده بالایی عمل کنند.

آبیاری کرتی

استفاده از کرت ساده‌ترین و رایج‌ترین شیوه در تمام روش‌های آبیاری سطحی است. در این روش زمین به قطعاتی که دارای سطح صاف و بدون شیب هستند، تقسیم می‌شود. پشته‌ها در اطراف کرت‌ها ساخته می‌شوند که آب در داخل کرت باقی بماند (شکل ۱-۹).



شکل ۱-۹- آبیاری کرتی

کرت‌ها را تا عمق لازم پر از آب می‌کنند و آب آنقدر در کرت می‌ماند تا تمام آن نفوذ کند. جریان آب باید بتواند درست در مدت کوتاهی تمام طول کرت را بپوشاند. هرچه نفوذپذیری خاک بیشتر باشد اندازه جریان را باید افزایش داده یا کرت را کوچکتر کرد. این روش برای خاک‌هایی که دارای سرعت نفوذ آب به خاک متوسط تا کم (کمتر از ۵ سانتی‌متر در ساعت) و نیز دارای ظرفیت نگهداری متوسط تا زیاد هستند، مناسب است. همچنین امکان کشت محصولات گوناگون به دنبال هم طی سالیان متمادی و عملیات شستشوی زمین میسر است. این روش برای حداکثر استفاده از بارندگی مناسب است و چون در این روش تلفات رواناب سطحی وجود ندارد، لذا می‌توان به بازده آبیاری بالایی رسید.

معایب آبیاری کرتی

۱- احتیاج به عملیات تسطیح دقیق دارد و معمولاً هزینه زیادی را می‌طلبد.
 ۲- وجود پشته‌های اطراف کرت به‌عنوان مانع بزرگی برای عملیات کاشت داشت و برداشت مکانیزه.

۳- در صورت ضعیف بودن زهکش طبیعی، منطقه احتیاج به ایجاد زهکش دارد.
 ۴- زمین قابل ملاحظه‌ای به وسیله مرزها و نهرها اشغال می‌شود و سطح مفید زیرکشت را کاهش می‌دهد.

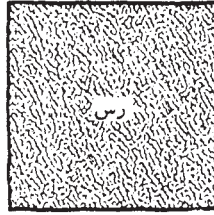
۵- نگهداری کرت‌ها به‌صورت صاف و یا شیب قیفی ایجاد شده مشکل است.
 اندازه کرت: اندازه کرت‌ها متفاوت است. مساحت بعضی از آن‌ها ممکن است تنها یک تا دو متر مربع (برای کشت سبزیجات) و برخی دیگر در سطح هکتار (کشت برنج و یا حبوبات در خاک‌های رُسی) باشد.

اندازه کرت به عواملی چون نوع خاک، مقدار جریان، عمق آبیاری، شیب زمین و شیوه زراعت بستگی دارد. (شکل ۲-۹)

مقدار جریان یکسان است .



شش
اندازه کرت



(الف) اندازه کرت‌هایی که جنس خاک آن‌ها رس است می‌تواند بیشتر از کرت‌هایی باشد که جنس خاک آن‌ها شن است.

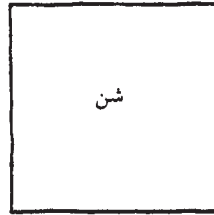
عمق آبیاری یکسان است .



مقدار جریان افزایش می‌یابد



شش
اندازه کرت



(ب) با افزایش مقدار جریان می‌توان اندازه کرت را نیز زیاد کرد.

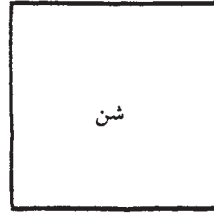
عمق آبیاری یکسان است .



عمق آبیاری افزایش می‌یابد .



شش
اندازه کرت



(ج) وقتی عمق آبیاری به کار رفته زیاد باشد می‌توان اندازه کرت را افزایش داد.

مقدار جریان یکسان است .



شکل ۲-۹- عوامل مؤثر در تعیین اندازه کرت

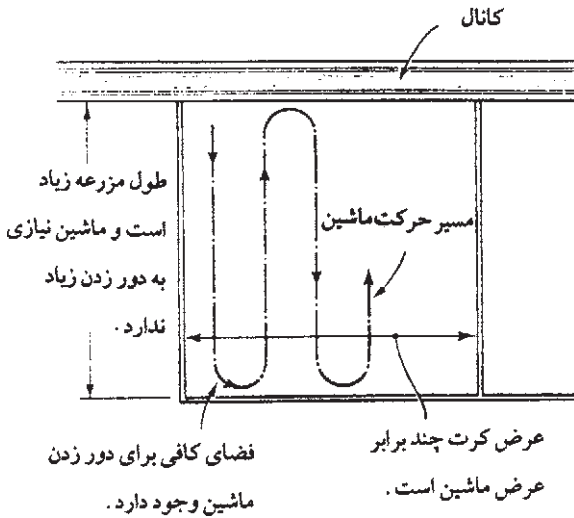
اگر کشاورز بخواهد به‌ازای مقادیر مختلف جریان، عمق آبیاری و انواع خاک اندازه‌های مناسبی برای کرت‌ها انتخاب کند، محاسبه ساده‌ای وجود ندارد ولی تجربه آن‌ها بهترین راهنما برای تعیین اندازه مناسب کرت‌ها است. در جدول (۱-۹) مجموعه‌ای از این گونه تجربیات ارائه شده است. جدول مزبور راهنمای خوبی برای انتخاب اندازه کرت به‌ازای مقادیر مختلف جریان و انواع خاک است و با اجرای آن آبیاری به‌طور یکنواخت و کافی انجام می‌شود.

جدول ۱-۹- اندازه‌های مختلف کرت (هکتار)

نوع خاک				مقدار جریان لیتر در ثانیه
رس	لوم رس	لوم شن	شن	
۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۱۵
۰/۲	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۲	۳۰
۰/۴	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۰۴	۶۰
۰/۶	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۰۶	۹۰
۰/۸	۰/۴۸	۰/۲۴	۰/۰۸	۱۲۰
۱	۰/۶	۰/۳	۰/۱	۱۵۰
۱/۲	۰/۷۲	۰/۳۶	۰/۱۲	۱۸۰
۱/۴	۰/۸۴	۰/۴۲	۰/۱۴	۲۱۰
۱/۶	۰/۹۶	۰/۴۸	۰/۱۶	۲۴۰

مثال: وقتی مقدار جریان ۶۰ لیتر در ثانیه و خاک لوم رُسی باشد، سطح کرت می‌تواند ۰/۲۴ هکتار باشد. دقت کنید که در مورد کوچکترین کرت‌ها هم باید مقدار جریان کنترل شود.

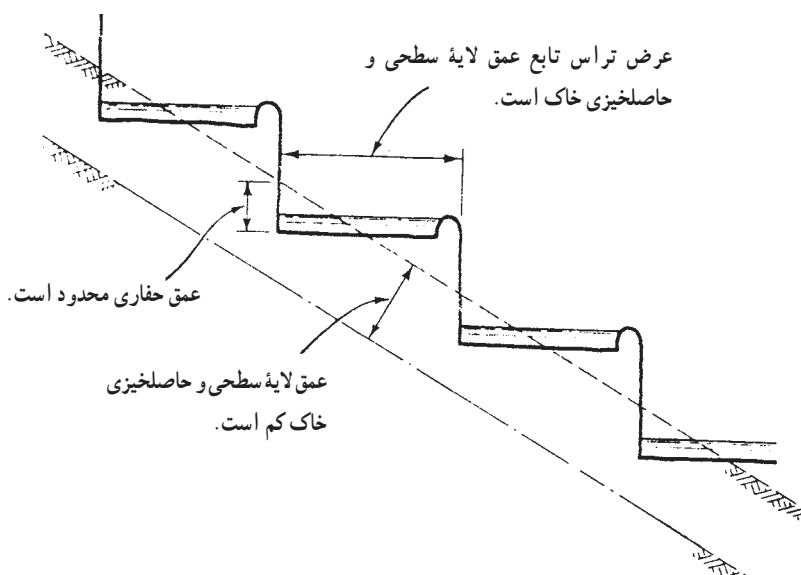
طول کرت: طول کرت عامل مهمی در پخش یکنواخت آب است و در شرایط مختلف از ۴۰۰-۶۰ متر بسته به عواملی چون جنس خاک، شیب طولی کرت، دبی جریان و نفوذپذیری خاک متغیر است.



عرض کرت: عرض کرت تابع شیب عرضی زمین، شیب طولی کرت، مقدار آبدهی، نوع محصول و عرض کار ماشین آلات زراعی است و در هر صورت بین ۲۰-۵ متر و گاه ۳۰ متر است. (شکل ۳-۹)

شکل ۳-۹- کرت‌های بزرگ که برای زراعت مکانیزه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شیب سطح زمین در ارتباط با اندازه و شکل کرت ها: اگر سطح خاک هر کرت کاملاً تراز باشد؛ آب به طور یکنواخت در سطح کرت پخش خواهد شد. بدین منظور باید سطح کرت با دقت تمام تسطیح شده و گودی ها و برجستگی های کوچک سطح خاک رفع شده باشد. اگر شیب طبیعی زمین تند باشد مثلاً در اراضی دامنه ای با شیب زیاد، تراس بندی (سکوبندی) سطح خاک تنها چاره کار خواهد بود. اندازه تراس نیز به نوبه خود تابع شیب زمین و عمق لایه سطحی و حاصلخیزی خاک است. (شکل ۴-۹)



شکل ۴-۹- تراس های مخصوص آبیاری کرتی

شیب طولی کرت: به منظور جریان آب در کرت باید شیب طولی به طرف پایین وجود داشته باشد. حداقل شیب لازم برای جاری شدن آب ۱/۵ در هزار است و حداکثر شیب طولی نباید مقداری باشد که موجب فرسایش خاک شود. به طور کلی می توان شیب ۲ تا ۴ در هزار را مجاز دانست.

شیب عرضی کرت: اصولاً شیب زمین در جهت عرضی کرت باید صفر باشد، تا آب به طور یکنواخت و به موازات ضلع بزرگ کرت جریان یابد. ولی می توان حداکثر شیب حدود ۲ در هزار و یا اختلاف ارتفاع ۶ سانتی متر در دو طرف عرض کرت را بپذیریم.

اندازه‌گیری شیب کرت

بنا به تعریف درصد تغییرات ارتفاع نسبت به فاصله دو نقطه را شیب آن دو نقطه می‌گویند که معمولاً به صورت درصد و یا زاویه نمایش داده می‌شود. برای تعیین شیب دو نقطه لازم است اختلاف ارتفاع و فاصله افقی آن‌ها را اندازه‌گیری کرد (این عمل در درس نقشه‌برداری به‌طور کامل تشریح می‌شود). در اینجا به روش ساده شیلنگ تراز اشاره می‌شود.

📍 آزمایش ۱ :

مواد و لوازم مورد نیاز : ژالون ، تراز ژالون ، شیلنگ تراز و نوار اندازه‌گیری (متر)
روش کار

- ۱- در اضلاع مقابل به هم کرت، ژالون‌هایی را نصب و کاملاً تراز می‌کنیم.
- ۲- فاصله هر دو ژالون مقابل به هم را با نوار اندازه‌گیری (متر) تعیین می‌کنیم.
- ۳- شیلنگ تراز را به‌دقت پرآب کرده و دوسرشیلنگ را کنار دو ژالون مقابل هم قرار می‌دهیم (دقت شود شیلنگ تراز زیر پا فشرده نشود).
- ۴- فاصله سطح آب تا سطح خاک را در کنار ژالون‌ها اندازه می‌گیریم.
- ۵- اختلاف ارتفاع دو سطح آب را بر فاصله بین ژالون‌ها تقسیم و در عدد 100° ضرب می‌کنیم. عدد حاصل معرف شیب زمین در بین دو ژالون است.



شکل ۵- ۹

مثال :

اگر عرض کرت 20° متر و اختلاف ارتفاع دوسر شیلنگ $6/100^\circ$ متر باشد. شیب عرضی کرت :

$$\text{شیب عرضی} = \frac{\text{اختلاف ارتفاع}}{\text{عرض کرت}} \times 100^\circ$$

$$۳ \text{ در هزار یا } ۰/۳\% = ۱۰۰ \times \frac{۰/۰۶}{۲۰} = \text{شیب عرضی}$$

برای تعیین شیب طولی کرت نیز همین طور عمل می شود.

طول مدت آبیاری کرت

معیار در آبیاری کرتی این است :

۱- حجم آبی که وارد کرت می شود به طور متوسط به اندازه عمق ناخالص آبیاری (Fg) برای پوشانیدن سطح کرت کافی باشد.

۲- زمان تماس آب با خاک در انتهای کرت معادل زمان لازم برای نفوذ عمق خالص آبیاری (Fn) باشد.

بر این اساس ابعاد کرت (طول و عرض) و دبی جریان و نفوذپذیری خاک رابطه تنگاتنگی با هم دارند. بهترین بازده آبیاری زمانی به دست می آید که دبی جریان آنقدر باشد که بتواند در مدت $\frac{۱}{۴}$ زمان نفوذ عمق خالص آبیاری، آب خود را به انتهای کرت رسانیده و در زمان کوتاهی عمق ناخالص آبیاری را در کرت به وجود آورد. در عین اینکه فرسایشی در خاک به وجود نیارد.

آبیاری نشتی

این نوع آبیاری عبارتست از ایجاد جویچه‌های کوچک به نام شیپار در طول مسیر آبیاری که معمولاً دارای شیب ملایم (کمتر از یک درصد) است (شکل ۶-۹).



شکل ۶-۹- نمایش آبیاری نشتی

این روش برای آبیاری تمام محصولات ردیفی و همچنین باغات و تاکستان‌ها نیز قابلیت کاربرد دارد. از نظر نوع خاک برای اکثر خاک‌ها به جز خاک‌های شنی سازگار است. از محدودیت‌های این روش می‌توان احتیاج به نیروی انسانی برای کنترل جریان آب، تسطیح کافی زمین، جمع‌آوری آب مازاد در انتهای شیار و عدم امکان کشت گیاهان دارای ریشه سطحی در خاک‌های سبک را نام برد.

تعیین ابعاد نشتی: ابعاد جوی و پشته در آبیاری نشتی به عوامل زیر بستگی دارد:

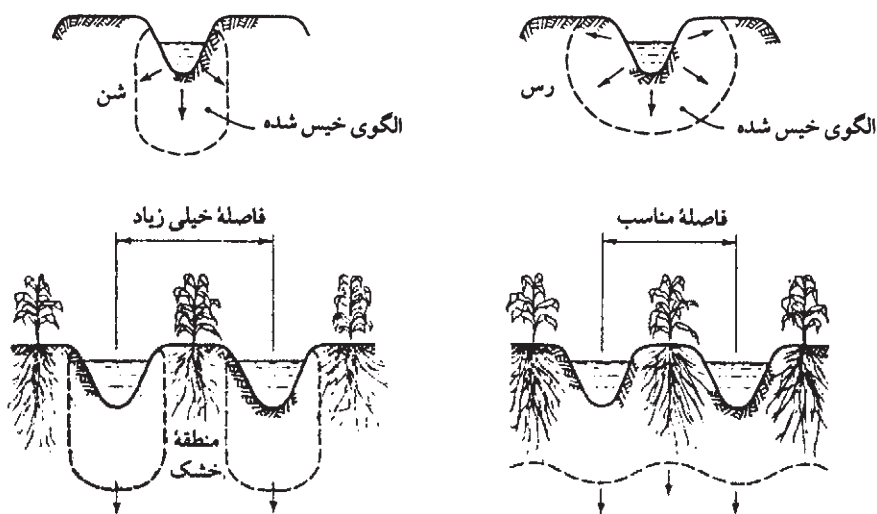
حرکت آب در خاک

نوع گیاه

شیوه زراعت

حرکت آب در خاک: از نظر آبیاری حرکت آب در مجرای خاکی مهمترین عامل است. آب

درون شیار علاوه بر کف، در دیواره‌های آن نیز نفوذ می‌کند. (شکل ۷-۹)



شکل ۷-۹- اثر بافت خاک و فاصله شیارها در نفوذ آب در خاک

قسمت بالای پشته شیار نیز از طریق فرآیندی موسوم به جریان موینه‌ای مرطوب می‌شود. فاصله بین شیارها باید آنقدر باشد که خاک پشته‌ها به خوبی مرطوب شود و این موضوع به نوع خاک بستگی دارد.

در خاک‌های شنی حرکت جانبی آب معمولاً کم است، بنابراین لازم است شیارها نزدیک هم باشند (تقریباً نیم متر) و در خاک‌های رسی دیواره‌های شیار بیشتر مرطوب می‌شوند و فاصله شیارها

می تواند حدود ۱/۲ متر یا بیشتر باشد.

در چنین مواردی اگر فاصله شیارها خیلی زیاد باشد، قسمتی از خاک واقع در بین آن ها خشک باقی می ماند و به گیاهان موجود در این قسمت ها آب کافی نمی رسد. در جدول (۲-۹) با توجه به نوع خاک فواصل مناسبی برای شیار توصیه شده است.

جدول ۲-۹- فاصله مناسب شیارها در خاک های مختلف

ردیف	شرایط خاک	فاصله مناسب شیار (سانتی متر)
۱	شن درشت - پروفیل یکنواخت	۵۰
۲	شن درشت - روی خاک زیر سطحی فشرده شده	۴۵
۳	شن ریز تا لوم شنی - یکنواخت	۶۰
۴	شن ریز تا لوم شنی روی خاک زیر سطحی فشرده	۷۵
۵	شن متوسط - سیلت لوم یکنواخت	۹۰
۶	شن متوسط - سیلت لوم روی خاک زیر سطحی فشرده	۱۰۰
۷	لوم رسی و سیلتی - یکنواخت	۱۲۰
۸	خاک های رسی خیلی سنگین - یکنواخت	۹۰

نوع گیاه: برای سهولت در کار کاشت و داشت و برداشت محصولات معمولاً فاصله بین ردیف های گیاه ۷۵/۰ متر تا یک الی دو متر است. بعضی از گیاهان، از جمله سبزی ها را می توان به صورت دو ردیفی کاشت. در چنین مواردی عرض پشته ها باید بیشتر از عرض پشته ها در گیاهان یک ردیفی باشد. جدول (۳-۹) با توجه به نوع گیاهان مختلف فواصل مناسبی برای شیارها توصیه شده است.

جدول ۳-۹- فاصله مناسب شیارها در بعضی گیاهان ردیفی

گیاه	فاصله مناسب سانتی متر	گیاه	فاصله مناسب سانتی متر	گیاه	فاصله مناسب سانتی متر
سورگوم	۵۰-۸۰	توتون	۴۵-۹۰	هویج	۴۰-۵۰
سبب زمینی	۳۵	نخود	۳۰-۴۰	گوجه فرنگی	۱۲۰-۱۵۰
چغندر قند	۵۰-۶۰	لویا	۵۰	بادمجان	۷۵-۱۰۰
نیشکر	۱۲۰-۱۸۰	عدس	۲۰	خیار	۱۰۰
پنبه	۸۰-۱۹۰	باقلا	۳۰-۵۰	خریزه و طالبی	۲۰۰
سویا	۶۰	ذرت علوفه ای	۵۰-۶۰	هندوانه	۳۰۰
گلرنگ	۴۵-۵۵	انواع کلم	۶۰-۱۰۰		

شیوه زراعت: در بیشتر مزارع وسایل موجود برای زراعت و برداشت محصول نیز در تعیین فاصله شیارها نقش دارند. در این قبیل مزارع فاصله بین ردیف‌ها در مورد انواع گیاهان و خاک‌های مختلف یکسان انتخاب می‌شود تا بتوان در تمام قسمت‌های مزرعه از ابزار مشابه استفاده کرد. با وجود این، بهتر است فاصله ردیف‌ها به گونه‌ای باشد که رطوبت کافی به تمام قسمت‌های مزرعه برسد.

طول شیارها: انتخاب طول شیار به عوامل زیر بستگی دارد:

نوع خاک

مقدار جریان

عمق آبیاری

اندازه و شکل مزرعه

شیب زمین

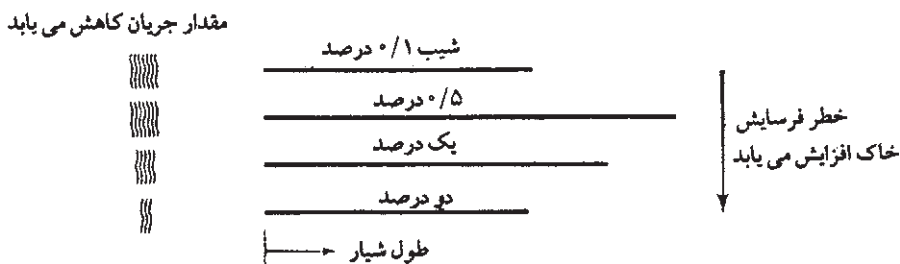
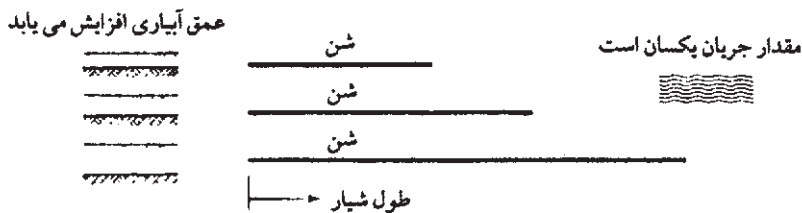
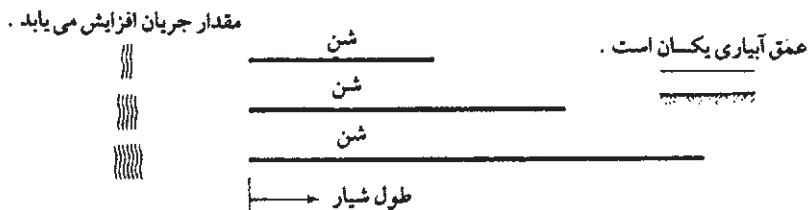
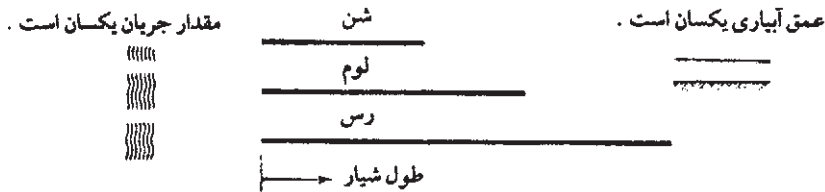
شیوه زراعت

در تعیین طول شیار از بین عوامل فوق مهم‌ترین آن‌ها نوع خاک، مقدار جریان، عمق آبیاری و شیب زمین است که برای درک این موضوع بهتر است به شکل ۸ - ۹ به دقت توجه کنید. موقع آبیاری خاک‌های شنی، آب به سرعت در خاک نفوذ می‌کند. به این دلیل شیارها باید کوتاه باشد (۱۰ متر یا کمتر) تا آب زودتر به انتهای مزرعه برسد، حتی زمانی که مقدار جریان آب زیاد است، اگر طول شیار به نسبت مقدار جریان خیلی زیاد باشد، در نزدیکی کانال آب زیادی بر اثر نفوذ در عمق هدر می‌رود.

در خاک‌های رسی آب به کندی در خاک نفوذ می‌کند، بنابراین شیارها می‌توانند طولانی‌تر از خاک‌های شنی باشند (تا ۸۰ متر یا بیشتر)، حتی زمانی که مقدار جریان آب کم است. اگر طول شیار به نسبت مقدار جریان زیاد نباشد رواناب ایجاد می‌شود. زیرا برخلاف کرت‌ها در شیارها زمین غرقاب نمی‌شود و جریان آب باید آنقدر دوام داشته باشد که خاک بتواند آب کافی جذب کند.

در خاک‌های مشابه وقتی مقدار جریان زیاد است، شیار می‌تواند طولانی باشد زیرا آب به سرعت به طرف پایین شیار پیش می‌رود. با وجود این افزایش مقدار جریان نیز باید محدود باشد (حداکثر ۳ لیتر در ثانیه) تا خطر فرسایش خاک به وجود نیاید. طول شیارهایی که روی زمین شیب‌دار (شیب ۳٪) احداث می‌شوند نیز می‌تواند زیاد باشد.

اگر شیب زمین بیشتر از ۳٪ باشد، باید مقدار جریان کمتری مورد استفاده قرار گیرد تا فرسایش



شکل ۸-۹- عوامل مؤثر در تعیین طول شیار

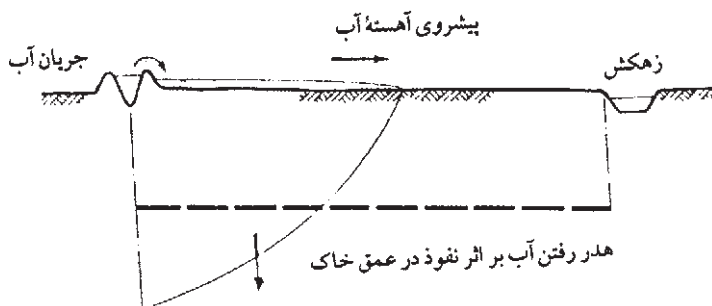
خاک رخ ندهد. برای تعیین بهترین طول شیار در وضعیت های مختلف راه حل ساده وجود ندارد. در این مورد رسم بر این است که بر تجربه به دست آمده در محل یا تجربه دیگران تکیه شود. (جدول ۴-۹) برای مثال مطابق جدول (۴-۹) در زمینی که خاک آن رسی است و شیب ۰/۱ درصد دارد، برای تأمین یک عمق آبیاری ۷۵ میلی متر باید حداکثر مقدار جریان ۳ لیتر در ثانیه و مناسب ترین طول شیار

۳۴۰ متر باشد. اگر بخواهیم عمق آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر باشد، طول شیار نیز باید به ۴۴۰ متر برسد.

جدول ۴-۹- طول‌های پیشنهادی برای شیارها (متر)

متوسط عمق آبیاری (میلی‌متر)									حداکثر مقدار جریان (لیتر در ثانیه)	شیب درصد
شن			لوم			رس				
۱۰۰	۷۵	۵۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۱۵۰	۷۵			
۱۵۰	۹۰	۶۰	۴۰۰	۲۷۰	۱۲۰	۴۰۰	۳۰۰	۳	۰/۰۵	
۱۹۰	۱۲۰	۹۰	۴۴۰	۳۴۰	۱۸۰	۴۴۰	۳۴۰	۳	۰/۱	
۲۵۰	۱۹۰	۱۲۰	۴۷۰	۳۷۰	۲۲۰	۴۷۰	۳۷۰	۲/۵	۰/۲	
۲۸۰	۲۲۰	۱۵۰	۵۰۰	۴۰۰	۲۸۰	۵۰۰	۴۰۰	۲	۰/۳	
۲۵۰	۱۹۰	۱۲۰	۴۷۰	۳۷۰	۲۸۰	۵۰۰	۴۰۰	۱/۲	۰/۵	
۲۲۰	۱۵۰	۹۰	۳۷۰	۳۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۲۸۰	۰/۶	۱	
۱۹۰	۱۲۰	۸۰	۳۴۰	۲۸۰	۲۲۰	۳۴۰	۲۵۰	۰/۵	۱/۵	
۱۵۰	۹۰	۶۰	۳۰۰	۲۵۰	۱۸۰	۲۷۰	۲۲۰	۰/۳	۲	

اندازه‌گیری طول مدت آبیاری نشستی: همان‌طور که قبلاً در آبیاری کرتی گفته شد، در اینجا نیز معیار کار این است که در تمام طول شیار آبی معادل عمق خالص آب آبیاری (Fn) در خاک نفوذ کند. برای اینکه مقدار آب نفوذی در تمام شیار یکنواخت باشد، باید زمان تماس آب با خاک در تمام نقاط یکسان باشد. این کار در آبیاری شیاری ممکن نیست زیرا آبی که از یک طرف وارد شیار می‌شود پس از پیشروی و رسیدن به انتهای شیار به صورت تلفات سطحی از دسترس خارج می‌شود. همچنین مقداری آب به‌صورت نفوذ عمقی در ابتدای شیار تلف خواهد شد. (شکل ۹-۹) هرچه عوامل مختلف از قبیل طول شیار، نوع خاک، شیب زمین، زمان آبیاری، سرعت نفوذ آب در خاک، کمتر مورد دقت قرار گرفته باشد، این تلفات بیشتر خواهد بود.



شکل ۹-۹- تلفات آب در شیار

آبیاری تحت فشار

در این روش، جریان آب با استفاده از موتور و پمپ در شبکه‌ای از لوله‌های اصلی و فرعی به صورت تحت فشار جریان می‌یابد. از سیستم‌های تحت فشار به ذکر دو نوع عمده آن یعنی آبیاری بارانی و قطره‌ای می‌پردازیم.

آبیاری بارانی

آبیاری بارانی روشی است که در آن آب آبیاری را با سرعتی مساوی و یا کمتر از نفوذپذیری خاک به صورت باران بر سطح زمین پخش می‌کنیم. مجموعه وسایل و لوله‌هایی که این آب را از منبع آبی تا دهانه آبیاش منتقل می‌کند شبکه آبیاری بارانی نامیده می‌شود.

آبیاری بارانی به خاطر مزایای قابل توجه آن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و در کشور ما به دلیل کمبود آب آبیاری و رشد بی‌رویه جمعیت و تقاضای روزافزون مواد غذایی این اهمیت نمود بیشتری خواهد داشت. طراحی صحیح آبیاری بارانی این امکان را می‌دهد که بازده کار را بالا برده و تلفات آبیاری را به حداقل برسانیم.

موارد استفاده از آبیاری بارانی

وقتی صحبت از این می‌شود که آبیاری بارانی کجا و چه زمانی می‌تواند بیشترین سودمندی را داشته باشد، موضوع توزیع یکنواخت آب در درجه اول اهمیت قرار می‌گیرد. سیستم آبیاری که بتواند با کمترین هزینه، آب مورد نیاز زمین را به‌طور یکنواخت توزیع کند، بهترین روش قلمداد می‌شود. استفاده از سیستم آبیاری بارانی در وضعیت‌های زیر مطلوب خواهد بود:

– خاک بیش از حد متخلخل است و با آبیاری سطحی توزیع یکنواختی به‌وجود نخواهد آمد.

– عمق خاک حاصلخیز کم بوده و نتوان تسطیح لازم برای آبیاری سطحی به‌وجود آورد.

– شیب زمین زراعی تند و خاک به سادگی قابل فرسایش باشد.

مزایای آبیاری بارانی

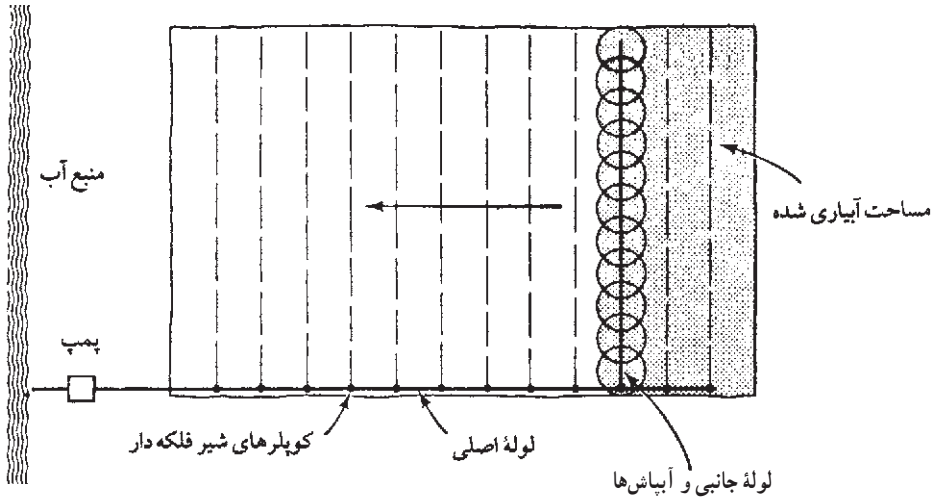
- ۱- صرفه‌جویی در مصرف آب به‌علت تلفات کم آب آبیاری و امکان آبیاری کم و مکرر.
- ۲- عدم نیاز به تسطیح در زمین‌های دارای پستی و بلندی.
- ۳- کاهش هزینه کارگر آبیاری نسبت به روش‌های سطحی.
- ۴- در عملیات زراعی (به‌خصوص عملیات مکانیزه) تداخل و یا مانعی ایجاد نمی‌کند.
- ۵- اندازه‌گیری آب و کنترل آن راحت‌تر صورت می‌گیرد.
- ۶- دما و رطوبت گیاه را می‌توان کنترل کرد.
- ۷- محافظت از گیاه در مقابل یخبندان ناشی از سرمای زودرس.
- ۸- امکان کاربرد انواع کودها، آفت‌کش‌ها و اصلاح‌کننده‌های خاک. به‌شکلی سریع، اقتصادی، آسان و مؤثر همراه با آب آبیاری.
- ۹- در روزهای گرم می‌توان با آبیاری محیط گیاه را خنک کرد.
- ۱۰- به‌علت دارا بودن اکسیژن محلول در آب، آبیاری برای گیاه مفیدتر است.

معایب آبیاری بارانی

- ۱- هزینه زیاد.
- ۲- زیاد بودن مقدار تبخیر در حین پاشش.
- ۳- کم شدن درجه حرارت هوای محیط در موقع تبخیر و کندشدن رشد گیاه.
- ۴- مشکل شدن عمل لقاح در موقع آبیاری.
- ۵- کم شدن مرغوبیت محصول در موقع رسیدن دانه.
- ۶- عدم یکنواختی توزیع آب در مناطق بادخیز.

تشکیلات یک شبکه آبیاری بارانی

سیستم آبیاری بارانی به‌شکل متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دلیل آن‌هم تنوع گسترده وضع خاک و محصولات است که باید سیستم آبیاری مناسب آن‌ها باشد.



شکل ۱۰-۹- اجزای سیستم آبیاری بارانی

اجزای اصلی سیستم آبیاری بارانی

۱- منبع آب: در اینجا نیز مانند آبیاری ثقلی می‌توان از آب چاه عمیق، نیمه عمیق، رودخانه، قنات، چشمه، استخر، دریاچه و غیره ... استفاده کرد. لازم به دقت است که کیفیت آب در مقایسه با آبیاری ثقلی باید بالاتر باشد.

۲- منبع تأمین فشار: برای آنکه آب به صورت قطرات ریز و یکنواخت در یک شعاع مناسب در اطراف آبپاش پخش شود، لازم است که آب در لوله‌های انتقال آب از محل منبع تا آخرین نقطه خروجی از آبپاش، تحت فشار قرار داشته باشد. بدین منظور از پمپ، منبع هوایی و استخرهایی که در ارتفاعات ساخته شده‌اند استفاده می‌شود.

۳- شبکه لوله‌ها شامل لوله‌های اصلی و لوله‌های جانبی

الف) لوله‌های اصلی: لوله اصلی آب را از پمپ به لوله‌های جانبی می‌رساند. در برخی موارد لوله اصلی ثابت است و در مزرعه، روی زمین و یا اغلب زیرزمین قرار می‌گیرد و در برخی موارد قابل حمل است. جنس این لوله‌ها معمولاً از فولاد گالوانیزه - سیمان آریست، آلومینیوم سبک یا پلاستیک است.
ب) لوله‌های جانبی: لوله جانبی آب را از لوله اصلی به آبپاش‌ها می‌رساند این لوله می‌تواند قابل حمل یا ثابت باشد و جنس آن مشابه لوله اصلی است، ولی معمولاً کوچکتر است.

۴- آبپاش‌ها: آبپاش‌ها آخرین بخش یک شبکه آبیاری بارانی و در زمره مهم‌ترین قسمت‌های آن است. آبپاش‌ها دارای انواع مختلفی هستند که دو نوع آبپاش اصلی که در کشاورزی مورد استفاده

قرار می‌گیرند عبارتند از : آبیاش چرخشی و لوله روزنه‌دار .

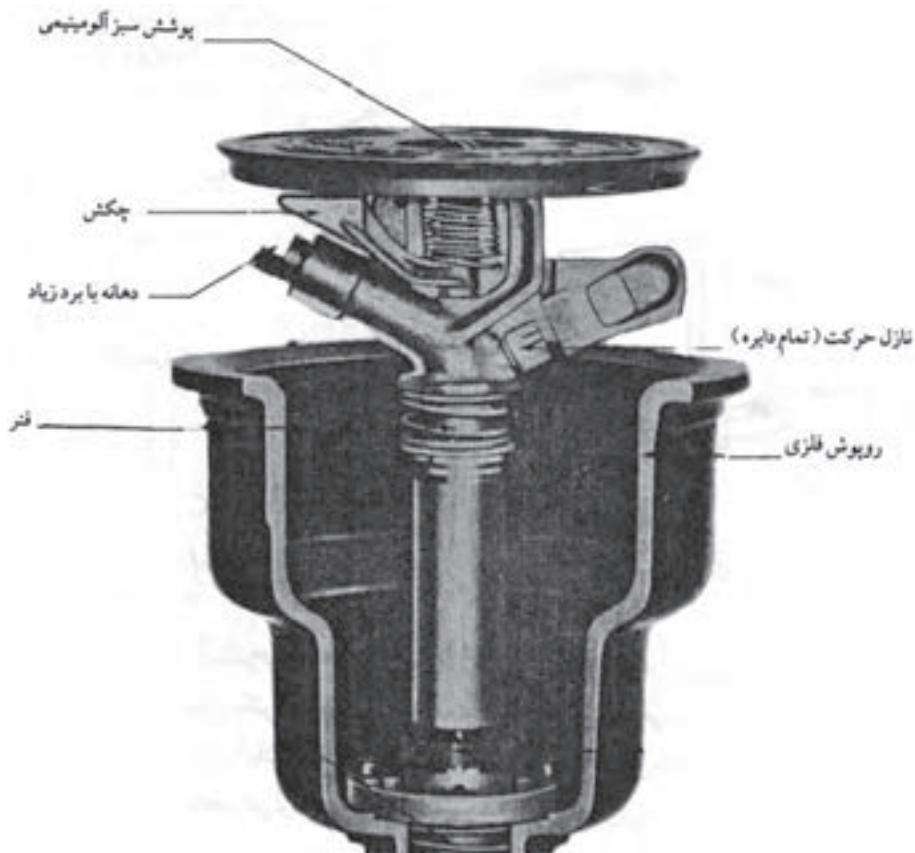
آبیاش چرخشی رایجترین نوع است. در بعضی سیستم‌ها از تعداد زیادی آبیاش کوچک که با هم کار می‌کنند، استفاده می‌شود (شکل ۹-۱۱). در بقیه سیستم‌ها تنها از یک آبیاش بزرگ یا گان استفاده می‌شود (شکل ۹-۱۲). نوع دیگری از آبیاش نیز در چمن‌کاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۹-۱۳).



شکل ۱۱-۹- آبیاش چرخشی



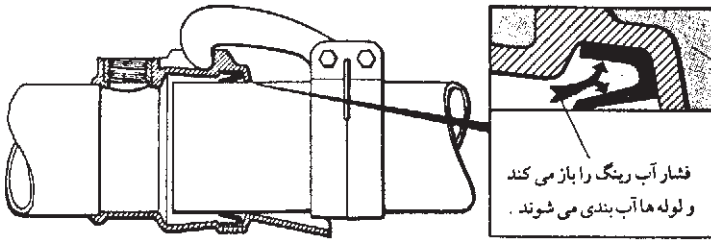
شکل ۱۲-۹- آبیاش بزرگ یا گان



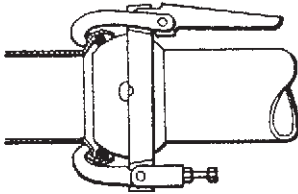
شکل ۱۳-۹- آبپاش چمنی

۵- ضمائم : به منظور استفاده از شبکه آبیاری بارانی برای کودپاشی، سمپاشی و مبارزه با یخزدگی وسایل و ضمائمی به شبکه اضافه می شود که از آن جمله می توان از تانک کود، تانک سم و دستگاه های الکتریکی هشدار دهنده نام برد. همچنین در شبکه لوله ها ضمائمی به کار می رود از قبیل : کویلر : لوله های اصلی و جانبی به وسیله کویلرهای (متصل کننده ها) مخصوصی به یکدیگر وصل می شوند، به طوری که می توان سریع و راحت آن ها را وصل و جدا کرد. (شکل ۱۴-۹)

شیر فلکه : شیرفلکه جریان آب و فشار را در لوله های اصلی و جانبی کنترل می کند. (شکل ۱۵-۹)

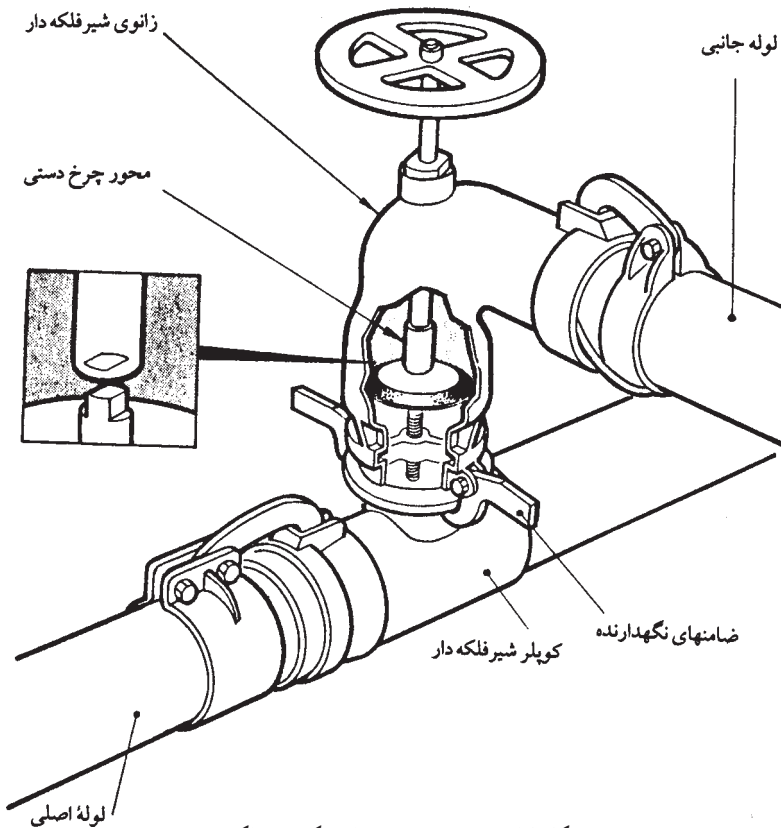


الف) یک نمونه کوپلر که با فشار آب، آب بندی می شود.



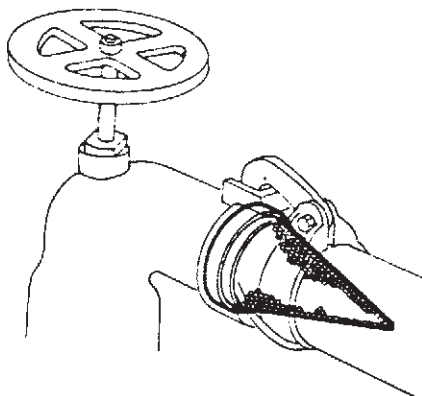
ب) یک نمونه کوپلر که به صورت مکانیکی
آب بندی می شود.

شکل ۱۴-۹- انواع کوپلرها



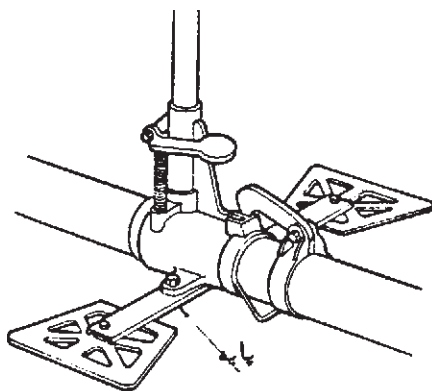
شکل ۱۵-۹- قسمتهای مختلف یک شیر فلکه

صافی: اگر آب تمیز نباشد به احتمال زیاد نازل (سوراخ) آبیاش مسدود می شود. برای جلوگیری از انسداد نازل، در محل مکش پمپ و نقاط مختلف سیستم لوله کشی، صافی می گذارند. (شکل ۹-۱۶)



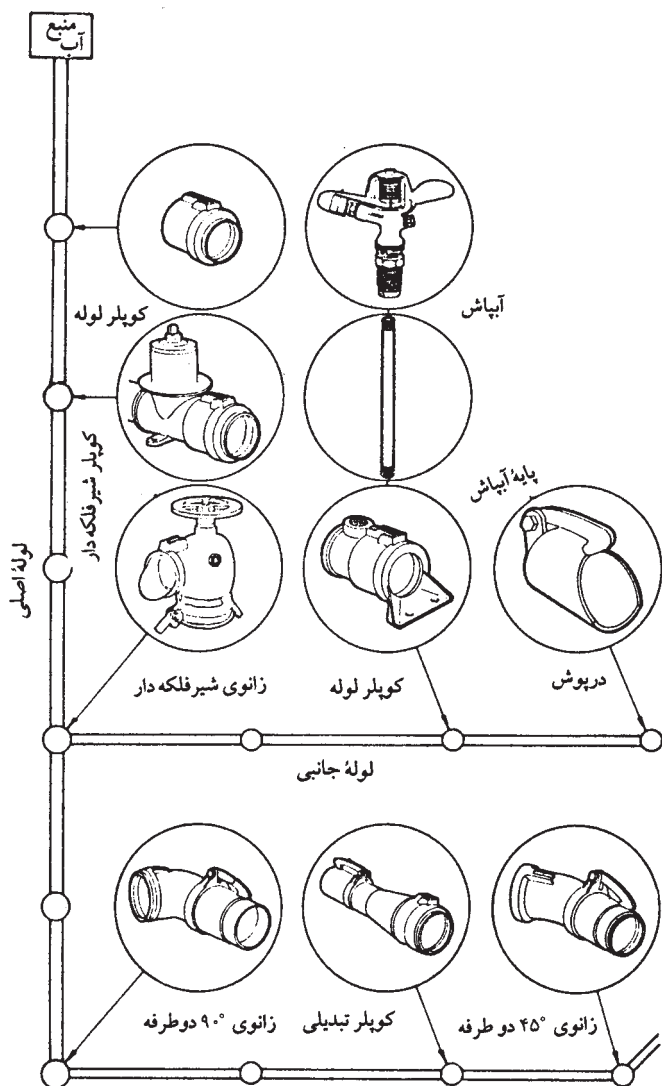
شکل ۹-۱۶- ورق صافی که در ابتدای لوله جانبی مورد استفاده قرار می گیرد.

پایه آبیاش: پایه آبیاش لوله باریکی است که آبیاش را به لوله جانبی وصل می کند. (شکل ۹-۱۷)



شکل ۹-۱۷- پایه آبیاش

تجهیزات مخصوص لوله کشی: این تجهیزات عبارتند از: زانویی، تبدیل سه راهی و درپوش... (شکل ۹-۱۸).



شکل ۱۸-۹- نحوه استفاده از تجهیزات مخصوص لوله‌کشی و قطعات دیگر در یک سیستم آبیاش قابل حمل

سیستم‌های آبیاری بارانی

انواع مختلفی دارند که می‌توان آن‌ها را در سه نوع کلی دسته‌بندی کرد. سیستم‌های با جابه‌جایی متناوب: در این نوع سیستم‌ها معمولاً لوله‌های فرعی متحرک بوده و بعد از هر آبیاری به محل جدید خود منتقل شده و شروع به آبیاری می‌کند. این جابه‌جایی لوله‌های فرعی،

ممکن است توسط کارگر انجام گرفته و یا با نیروی مکانیکی جابه‌جا شود. (شکل ۹-۱۹)



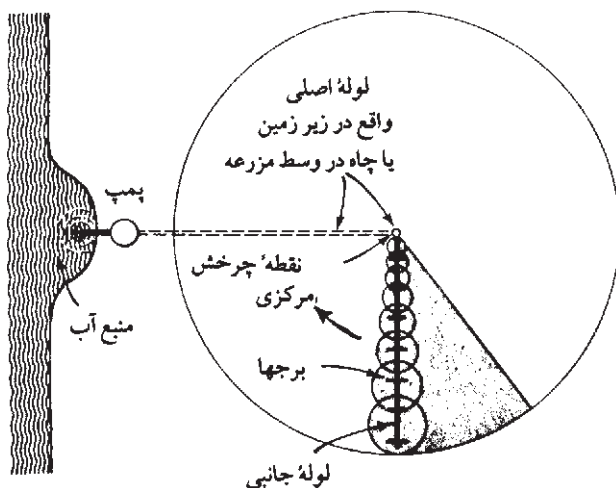
الف) جابجایی توسط کارگر



ب) جابجایی با نیروی مکانیکی

شکل ۹-۱۹

سیستم با جابه‌جایی (حرکت) مداوم : در این سیستم لوله های فرعی به‌طور مداوم در حرکت هستند. یک نوع از این سیستم سنتریوت^۱ است که در آن لوله فرعی در یک نقطه مرکزی ثابت بوده و انتهای دیگر آن با حرکت دورانی می‌تواند مساحت دایره‌ای را به‌شعاع طول لوله فرعی آبیاری کند. (شکل ۹-۲۰ و ۹-۲۱)



شکل ۹-۲۰- طرز قرارگرفتن ماشین آبیاری بارانی با نقطه چرخشی مرکزی

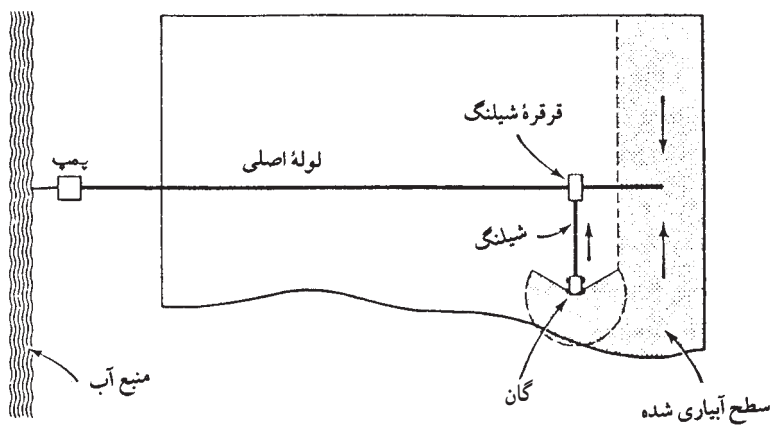


شکل ۹-۲۱- لوله جانبی سیستم سنتریوت

یک نوع دیگر از این سیستم، سیستم گان متحرک است که در آن یک آبپاش بزرگ بر روی ارابه‌ای متحرک نصب شده و ضمن حرکت عمل آبیاری را انجام می‌دهد. یک نوع از این سیستم را شیلنگ پیچ (گان) می‌نامند. (شکل ۹-۲۲)

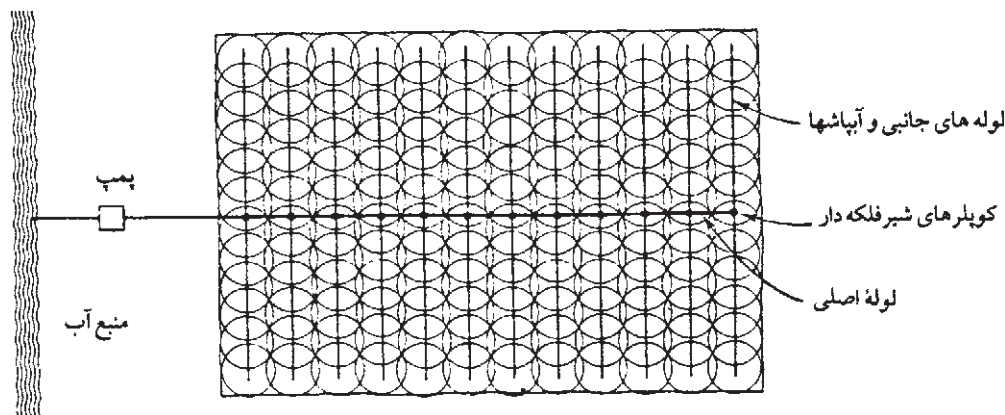


الف) ماشین شیلنگ پیچ



ب) طرح نمونه یک سیستم شیلنگ پیچ
شکل ۹-۲۲

سیستم ثابت (بدون جابه‌جایی): در این سیستم به اندازه کافی لوله‌های فرعی وجود دارند و لذا احتیاجی به جابه‌جایی لوله‌ها برای تمام یک دوره آبیاری نیست. بنابراین برای آبیاری یک مزرعه با این سیستم فقط باید سیستم را به کار انداخت. (شکل ۲۳-۹)



شکل ۲۳-۹- سیستم ثابت فصلی یا دائمی

آبیاری قطره‌ای

در این روش آب از منبع تا پای بوته، به وسیله لوله‌های آبرسانی به حالت تحت فشار منتقل و در انتها به صورت قطراتی از شبکه لوله‌ها خارج و در پای بوته ریخته می‌شود.

این روش مدت‌هاست که در کشورهای مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی به‌خاطر هزینه‌های زیاد و تکنیک نسبتاً پیشرفته از یک طرف و نمک‌ها و مواد جامد معلق در آب‌های ایران از طرف دیگر، استفاده گسترده از این روش در ایران با مشکلات زیادی روبرو است. در هر حال با توجه به محدودیت منابع آب در کشور ما نمی‌توان از این روش صرف‌نظر کرد بلکه باید در پی رفع مشکلات آن بکشیم.

موارد استفاده از آبیاری قطره‌ای: گرچه آبیاری قطره‌ای را برای شرایط مختلف و اقلیم‌های

متفاوت می‌توان به‌کار برد، معذالک این روش در شرایط ویژه بهترین نتیجه را خواهد داد.

در اقلیم‌های معتدل: در فصل رشد و در اراضی که از آب آبیاری برای جبران کمبود بارندگی

تا حد نیاز آبی گیاه استفاده می‌کنند این روش به‌کار می‌رود.

در باغ‌های میوه جوان که ریشه درختان توسعه چندانی ندارند: همچنین در مویستان‌ها

روش مناسبی است.

در گیاهانی که فاصله بوته‌ها کم و تعداد آن‌ها در واحد سطح زیاد است: مانند موز، مو، کنگر، آبیاری قطره‌ای مناسبترین روش‌ها است.

در استفاده از آب‌های لب‌شور: برای آبیاری سبزیجات و اراضی مرتفع که آبرسانی بسیار مشکل یا غیر ممکن است این روش آبیاری را امکان‌پذیر می‌سازد.

مزایای آبیاری قطره‌ای

- ۱- به سبب کاهش تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی ناچیز کارآیی مصرف آب را افزایش می‌دهد.
- ۲- با کاهش سطح مرطوب خاک، مشکلات ناشی از وجود حشرات و بیماری‌ها و رشد قارچ‌ها نیز کاهش می‌یابد.
- ۳- به سبب موضعی بودن رطوبت خاک رویش علف‌های هرز پراکنده و کنترل آن‌ها آسان است.
- ۴- خودکار کردن سیستم و کنترل از راه دور برای تمام قسمت‌های آبیاری قطره‌ای امکان‌پذیر است و نیاز به کارگر به حداقل می‌رسد.
- ۵- آبیاری قطره‌ای مانع عملیات داشت نمی‌شود.
- ۶- امکان کود دادن همراه با آب آبیاری وجود دارد.
- ۷- سرعت باد و بستی و بلندی زمین نمی‌تواند موجب عدم یکنواختی پخش در سیستم آبیاری قطره‌ای شود.

معایب آبیاری قطره‌ای

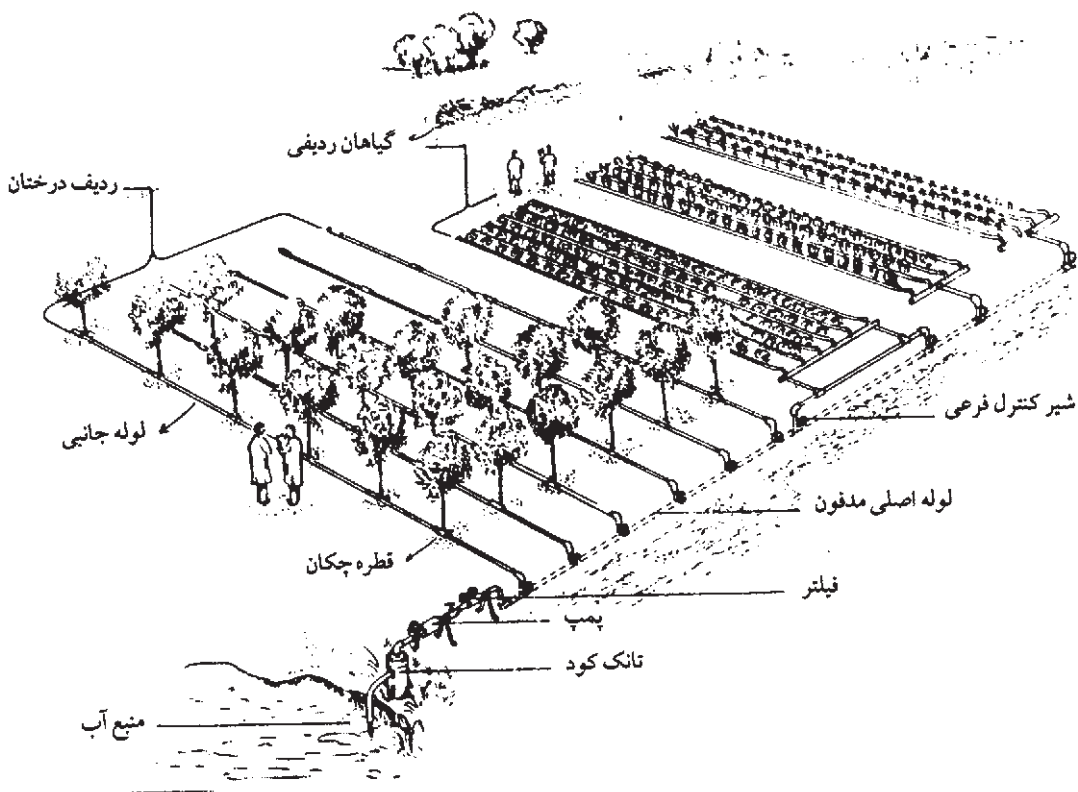
- ۱- هزینه زیاد در تأسیس آن
- ۲- محصولات زراعی مانند گندم را که به صورت متراکم کشت می‌شوند، نمی‌توان با روش قطره‌ای آبیاری کرد.
- ۳- اساسی‌ترین مشکل در آبیاری قطره‌ای مسدود شدن مجرای باریک عبور آب در قطره‌چکان‌ها است.

اجزای شبکه آبیاری قطره‌ای

اجزای اصلی سیستم آبیاری قطره‌ای که وجود آن‌ها غیر قابل اجتناب است عبارتند از:

- قطره‌چکان‌ها

- لوله‌های جانبی
 - لوله‌های اصلی
 - تأسیسات آبگیر
 - دستگاه‌های تنظیم‌کننده فشار
 - دستگاه‌های تصفیه آب
- اجزای فرعی یا تکمیلی سیستم آبیاری قطره‌ای را به شرح زیر می‌توان نام برد:
- فشارسنج، دماسنج و دستگاه‌های اندازه‌گیری دبی
 - تانک کود
 - ادوات خودکار و کنترل از راه دور (شکل ۹-۲۴)

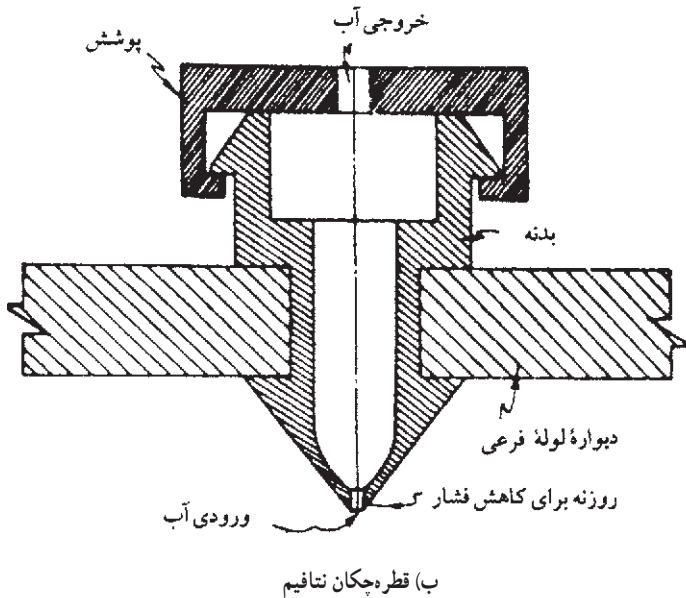
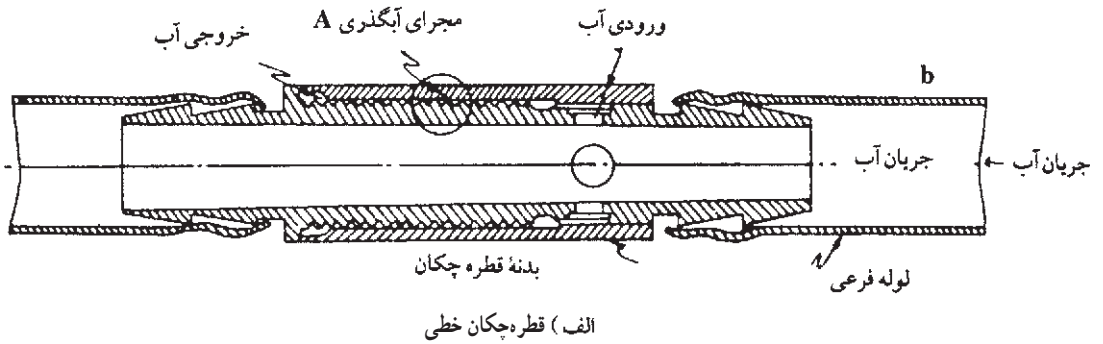


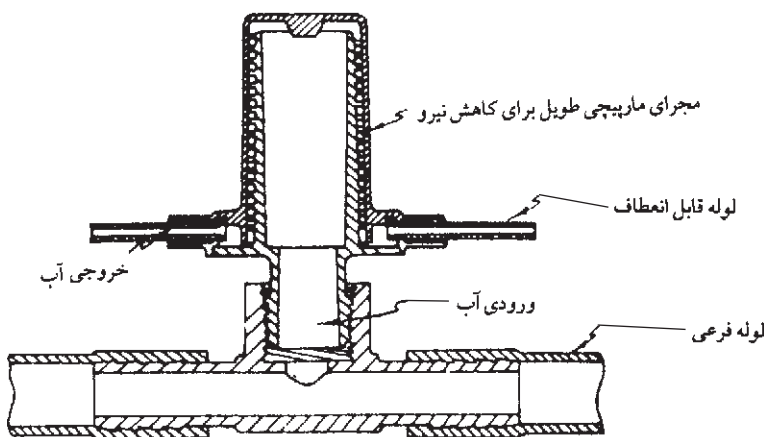
شکل ۹-۲۴- شبکه آبیاری قطره‌ای

در این بخش اجزاء اصلی را تا حد امکان مورد بررسی قرار می‌دهیم :

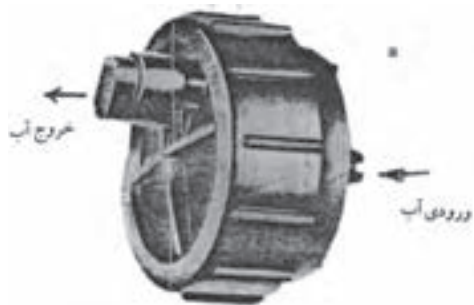
قطره چکان : قطره چکان‌ها آخرین اتصالات سیستم آبیاری قطره‌ای به‌شمار می‌روند که آب را به یکی از شکل‌های قطره یا فوران از خود خارج کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهند .

قطره چکان‌ها آب تحت فشار داخل لوله را به فشار صفر رسانیده و به صورت قطره خارج می‌کنند . برای این اساس انواع قطره چکان‌ها به سیستم‌های مخصوص کاهش انرژی مجهز هستند (شکل ۹-۲۵ و ۹-۲۶).

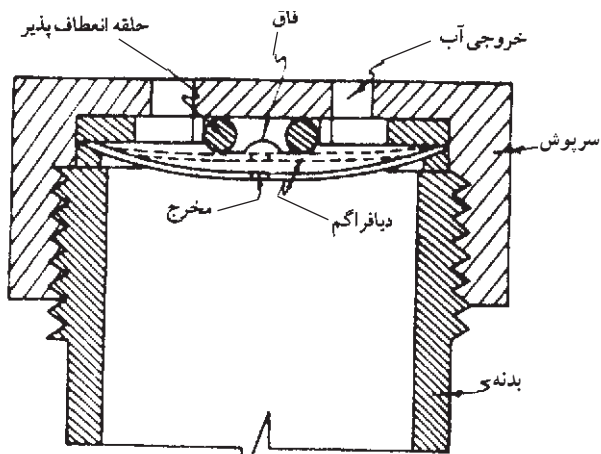




ج) قطره چکان سه راهی



ه) قطره چکان صفحه‌ای



د) قطره چکان دارای دیافراگم



و) قطره چکان با چند دهانه

شکل ۲۵-۹- انواع قطره چکان‌ها



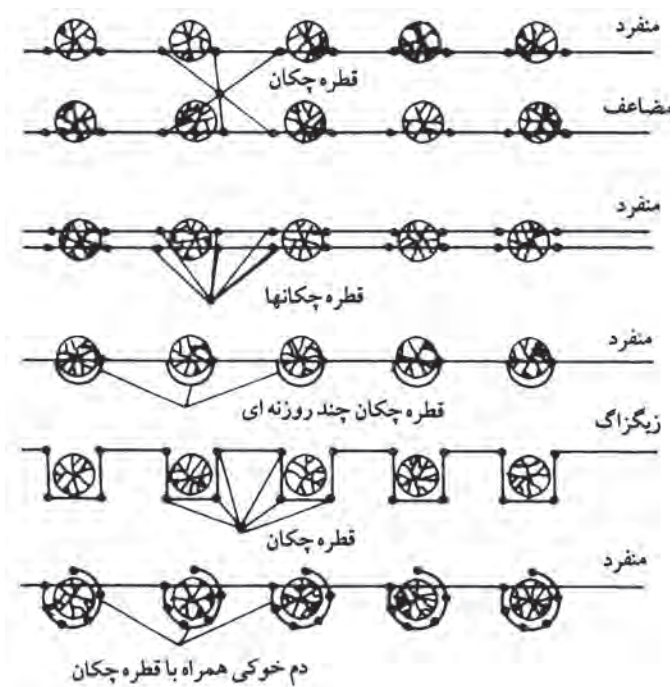
شکل ۲۶-۹

لوله‌های جانبی: لوله‌های جانبی آب را از لوله اصلی یا نیمه اصلی گرفته و به قطره‌چکان‌ها می‌دهد. این لوله‌ها دارای قطر باریکی بوده و از جنس قابل انعطاف و مقاوم در برابر نور خورشید و یخبندان هستند (شکل ۲۷-۹). آرایش این لوله‌ها در سطح باغ یا مزرعه به نوع گیاه، سن گیاه، اقلیم منطقه و نوع خاک بستگی دارد. در شکل ۲۸-۹ چند نوع آرایش دیده می‌شود.

لوله‌های اصلی و نیمه اصلی: این لوله‌ها آب را از کنترل مرکزی گرفته و به لوله‌های جانبی می‌رسانند. معمولاً در زیرزمین کار گذاشته می‌شوند و از مواد زنگ نزن ساخته می‌شوند (شکل ۲۷-۹).



شکل ۲۷-۹- لوله اصلی و جانبی و نحوه اتصال آنها

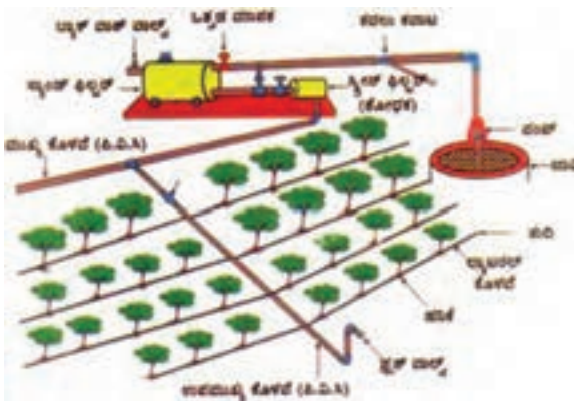


شکل ۲۸-۹- آرایش لوله های جانبی

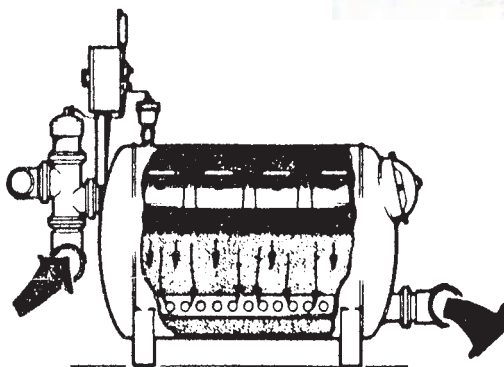
دستگاه‌های کنترل مرکزی : وسایل کنترل مرکزی به مجموعه اتصالاتی گفته می‌شود که در شبکه لوله‌ها بین تأسیسات آبیگر و نقطه ورودی لوله‌های توزیع کننده نصب می‌شوند. و عبارتند از :

- ۱- موتور پمپ
- ۲- سیکلون
- ۳- فیلتر شن
- ۴- تانک کود
- ۵- مرکز کنترل
- ۶- فیلتر توری

دستگاه‌های تصفیه آب : کیفیت آب یکی از عوامل مهم در آبیاری قطره‌ای است. در صورتی که آب آبیاری از کیفیت مطلوبی برخوردار نباشد و وجود مواد زائد در آن موجب انسداد قطره‌چکان‌ها شود، مجبوریم در تصفیه آن کوشا باشیم. مواد محلول مضر می‌تواند یون‌های آهن و کلسیم، مواد معلق رسی و سیلت و موجودات میکروسکپی یا اسپور قارچ‌ها باشند.



شکل ۲۹-۹- تشکیلات یک شبکه آبیاری قطره‌ای



ظرفیت تصفیه تا ۴۵۰۰ گالن در دقیقه

نیمه یا تمام اتوماتیک

شکل ۳۰-۹- فیلتر شنی

- ۱- روش‌های اصلی آبیاری کدامند؟
- ۲- به نظر شما اگر دبی ۱۵ لیتر در ثانیه را در خاک رسی وارد کرت کنیم ابعاد کرت چه اندازه می‌تواند باشد؟
- ۳- شکل ۲-۹ را تشریح کنید.
- ۴- شیب عرضی کرت چه اثری در آبیاری کرت دارد؟
- ۵- شکل ۸-۹ را تشریح کنید.
- ۶- به نظر شما چگونه می‌توان در زمین‌های با شیب زیاد آبیاری نشتی کرد؟
- ۷- رابطه بین دبی با زمان آبیاری چیست؟
- ۸- چگونه می‌توان با آبیاری بارانی از یخبندان جلوگیری کرد؟
- ۹- کوپلرها چگونه عمل می‌کنند؟
- ۱۰- مزایای آبیاری قطره‌ای چیست؟
- ۱۱- مکانیسم کار قطره‌چکان‌ها چیست؟

واژه‌نامه

Absorption, Uptake	جذب
Acid soil	خاک اسیدی
Acidity	اسیدیته – واکنش
Adhesion	نیروی چسبندگی
Adjusted sodium adsorption ratio (SAR)	نسبت اصلاح شده جذب سدیم
Adsorption	جذب سطحی
Aeration	تهویه
Aggregate stability	پایداری خاک دانه
Aggregates	خاکدانه
Aggregation	دانه‌بندی
Albedo	بازتابش
Alluvium	آبرفت
Anion exchange phenomenon	پدیده تبادل آنیونی
Aridity	خشکی
Atmosphere	جو
Available Moisture	رطوبت قابل استفاده، ظرفیت نگهداری
Available nutrients	عناصر قابل جذب
Available Water	آب قابل استفاده
Badland	هزار دره (شیارهای روی تشکیلات ماری)
Blocklike	مکعبی
Boiling point	نقطه جوش
Bulk density	وزن مخصوص ظاهری

Calcareous	آهکی
Capillary force	نیروی کاپیلاریته = موئینه‌ای
Cation exchange capacity	ظرفیت تبادل کاتیونی
Care and maintenance	مراقبت و نگهداری
Cation exchange phenomenon	پدیده تبادل کاتیونی
Check	کرت
Check irrigation	آبیاری کرتی یا حوضچه‌ای
Clay	رس
Clod	کلوخ
Cohesion	نیروی پیوستگی
Columnar	ستونی
Compact	متراکم
Conduction of water	آبرسانی
Crumb	مدور
Crust	سله
Deficiency, deficit	کمبود، فقر، دارای کمبود
Degradation	تخریب
Delivery Channel	نهر آب رسان
Dew point	نقطه شبنم
Diffusion	پخشیدگی
Discharge	دبی
Dispersion	انتشار - پخش
Ditch	نهر
Ditcher	نهرکن

Drinage	زهكشى
Edaphology	خاك شناسى
Effective Precipitation	باران مؤثر
Efficiency	بازده
Efflorescence	شوره (زدن)
Electrical conductivity	هدايت الكترىكى
Element	عنصر
Erosion	فوسايش
Evaporation	تبخير
Evapotranspiration	تبخير و تعرق
Exchange	تبادل
Exchangable anion	آنيون تبادلئى
Exchangable sodium percentage = ESP	درصد سدئم تبادلئى
Fertility	حاصلخيزئى
Fertilizer	كود
Field capacity	رطوبت حد ظرفيت زراعى
Flood	سيل
Flooding	غرقاب - آبيارى غرقابئى
Flow velocity	سرعت جريان
Fog	مه
Free surface	سطح آزاد
Freezing point	نقطه انجماد
Furrow irrigation	آبيارى جويچهائى
Glacier	يخچال

Glacier valley	دره یخچالی
Gradation	دانه‌بندی
Gradient	شیب
Grading	شیب‌بندی
Gravelly	سنگ ریزه‌ای
Gravitational water	آب ثقلی
Green manuur	کود سبز
Gully erosion	فرسایش خندقی
Halophytes	گیاهان نمک دوست
Heavy lands	اراضی سنگین
Horizon	افق
Horse power	اسب بخار
Humus	هوموس
Hydrogen pressure	pH خاک
Hydrologic cycle	گردش آب در طبیعت
Hydrosphere	آب کره
Impermeable	غیر قابل نفوذ
Improvenent	اصلاح
Infiltration	نفوذ
infiltrability	نفوذپذیری
Influent Water	آب ورودی
Inlet (irrigation)	ورودی
Irrigated crop	کشت فاریاب
Irrigation	آبیاری

Irrigation implements	تجهيزات آبیاری
Irrigation interval	دور آبیاری
Irrigation time	مدت زمان آبیاری
Irrigator	آبیار
Lamination	لایه بندی
Land	اراضی
Land slope	شیب اراضی
Latent heat	گرمای نهان
Leaching	آبشویی املاح
Lining	پوشش
Lithosphere	پوسته جامد زمین، سنگ کره
Loam	لوم
Lump	کلوخه
Managment Available Defficit	نقصان مجاز رطوبتی
Mineral	کانی
Mineralization	کانی شدن
Mottling	لکه های رنگین
Nutrition	مواد غذایی
Organic Metter	مواد آلی
Osmotic pressure = op	فشار اسمزی
Osmoticstress	فشار اسمزی
Particle density	وزن مخصوص حقیقی
Peat	تورب



Ped	خاکدانه - واحد ساختمانی خاک
Permeability	نفوذپذیری - تراوایی
Permeability of rocks	نفوذپذیری سنگ‌ها
Permanant wilting point	نقطه پژمردگی دائم
Platelite	ورقه‌ای
Porosity	تخلخل
Precipitation	ریزش‌های جوی
Prismatic	منشوری
Profile	نیمرخ
Radiation	تابش
Ratio Humidity	رطوبت نسبی
Run - off	رواناب - جریان سطحی
Saline sodic soils	خاک‌های شور و قلیا
Saline soils	خاک‌های شور
Salinity	شوری
Sand	شن
Saturation content	رطوبت اشباع
Saturation extract	عصاره اشباع
Saturation water content	رطوبت اشباع خاک
Sedimentry	رسوب
Seep zone	منطقه نشست
Shaker	شیکر بهم‌زن
Silt	لیمون

Sodic soils	خاک‌های سدیمی
Soil	خاک
Soil color	رنگ خاک
Soil depth	عمق خاک
Soil fertility	حاصلخیزی خاک
Soil solution	محلول خاک
Soil texture	بافت خاک
Soil Water balance	بیان آب در خاک
Soluble sodium percentage = ssp	درصد سدیم محلول
Specific heat	گرمای ویژه
Spheroidal	کروی
Spring	چشمه
Sprinkler irrigation	آبیاری بارانی
Sticking point	نقطه چسبندگی
Stone	سنگ
Stream	جریان
Structure	ساختمان خاک
Sub soil	تحت الارض
Subangular Blocky	نامنظم
Submersible pump	پمپ شناور
Supplemental irrigation	آبیاری تکمیلی
Surface tension	کشش سطحی
Temperature	درجه حرارت

Tensiometer	مکش سنج
Tension	مکش
Top soil	سطح الارض
Translocation	انتقال
Transpiration	تعرق
Transport phenomena	پدیده انتقال
Trench	خندق
Trickle irrigation	آبیاری قطره‌ای
Very Gravelly	خیلی سنگ ریزه‌ای
Viscosity	لزوجت
Waste water	پساب
Water content	مقدار آب خاک
Water erosion	فرسایش آبی
Water holding capacity	رطوبت ظرفیت نگهداری
Water table	سطح ایستابی
Water tension	مکش آب
Weathering	هوادیدگی = هوا زدگی
Wells	چاه‌ها
Wind erosion	فرسایش بادی
Windbreak	بادشکن
Yield	محصول
Zone of aeration	منطقه غیر اشباعی
Zone of saturation	منطقه اشباعی



منابع مورد استفاده

- بایوردی، محمد، اصول مهندسی آبیاری، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- فرداد، حسین، آبیاری عمومی ۳، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- مالک، اسماعیل، عالمی محمد حسن، آب مصرفی گیاهان، نشر دانشگاهی، ۱۳۷۰.
- مالک، اسماعیل، عالمی محمد حسن، آبیاری بارانی، آستان قدس، ۱۳۷۰.
- ابریشمی، محمد حسین، علیزاده، امین، آبیاری سطحی، آستان قدس، ۱۳۷۱.
- علیزاده، امین، خیابانی، مجید، آبیاری قطره‌ای، آستان قدس، ۱۳۷۱.
- مهدوی، محمد، هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.
- ابریشمی، محمد حسین، اصول و عملیات آبیاری، آستان قدس، ۱۳۷۰.
- عالمی، محمد حسن، طراحی سیستم‌های آبیاری، دانش و فن، ۱۳۶۵.
- پایدار، جزوه درسی طراحی سیستم‌های آبیاری، گروه آبیاری دانشگاه تهران، ۱۳۶۵.
- خوش‌کیش، حسین، مبانی و کاربرد انواع پمپ‌ها، فرهنگ، ۱۳۶۳.
- فرزاد، عبدالعلی، پمپ‌های سانتریفوژ، فرهنگ، ۱۳۷۱.
- علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، آستان قدس، ۱۳۶۷.
- افشار، عباس، هیدرولوژی مهندسی، نشر دانشگاهی (۱۹۸)، ۱۳۶۴.
- مهدوی، محمد، هیدرولوژی کاربردی جلد اول، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- انتظاری، محمدرضا، اصول و روش‌های آبیاری، آموزشکده کشاورزی بیرجند، ۱۳۶۴.
- مظاهری، ارسلان، کلیات خاک‌شناسی (جلد اول)، دانشگاه چمران، ۱۳۶۷.
- رفیع، محمد جعفر، فیزیک خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.
- زرین‌کفش، منوچهر، خاک‌شناسی کاربردی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۷.
- عالمی، محمد، آب و خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۰.
- عاکف، مهدی، دستورالعمل آزمایشگاه خاک‌شناسی، دانشگاه گیلان، ۱۳۷۱.

بایوردی، محمد، فیزیک خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۵۷.

موسوی، مسعود، دستور کار آزمایشگاه خاک‌شناسی عمومی، دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۲.

کردوانی پرویز، جغرافیای خاک‌ها، دانشگاه تهران، ۱۳۵۸.

کردوانی، پرویز، حفاظت خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.

کردوانی، پرویز، مناطق خشک (جلد دوم)، دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.

بایوردی، محمد، اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.

نقشینه پور، بیژن، کلیات خاک‌شناسی، دانشگاه اهواز، ۱۳۶۷.

سالاردین، علی‌اکبر، حاصلخیزی خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.

علیزاده، امین، زهکشی اراضی، دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۱.

حق‌نیا، غلامحسین، خاک‌شناخت، دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۱.

حاجی‌زاده، اکبر، برخی از مسائل خاک‌شناسی، انتشارات بامداد، ۱۳۶۸.

حکیمیان، مسعود، مبانی خاک‌شناسی، دانشگاه تهران، ۱۳۵۹.

حیرایی، محمدحسین، درس‌هایی از حفاظت آب و خاک، انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.

اصلاح خاک‌های شور، مؤسسه تحقیقات خاک و آب نشریه ۲۴۲.

حق‌نیا، غلامحسین، خاک‌شناخت، دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۰.

بایوردی، محمد، خاک تشکیل و طبقه‌بندی، دانشگاه تهران، ۱۳۵۹.

رفیع، محمدجعفر، فیزیک خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۵۹.

کردوانی، پرویز، جغرافیای خاک‌ها، دانشگاه تهران، ۱۳۶۴.

کردوانی، پرویز، خاک‌های مناطق خشک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۲.

علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، بنیاد فرهنگی رضوی، ۱۳۶۸.

فیاضی، جزوه درسی هیدرولوژی، دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۶۳.

دیانت‌نژاد، حسن، زیست‌شناسی گیاهی، سال چهارم علوم تجربی، ۱۳۷۱.

گروه مؤلفان، جغرافیای ایران، سال دوم دبیرستان، ۱۳۶۴.

گروه مؤلفان، زمین‌شناسی، سال سوم تجربی، ۱۳۶۵.

ایرانمنش، م، ح، رشد زمین‌شناسی، پاییز ۱۳۶۶.

مالک، او کامگار حقیقی، جزوه درسی آب‌های زیرزمینی، دانشگاه شیراز.

- 1 . Knuti , Williams and Hide , "Profitable Soil Management" ,.
Prentice Hall Inc , 1984 .
- 2 . Donahue "Soils" , Prentice Hall international Inc , 1990 .
- 3 . Partick , E . A . Partick , "An Introduction to Soil , Science.
Oliver and Boyd LTD , 1974 .
- 4 . Physical Geology, Anonym
- 5 . G. Gorsh kov & yaku shova – A – Physical Geology. Mir publisher Moscow .
- 6 . Daniel Hilled, introduction to soilphysics Academic, 1982 .
- 7 . Miller1 Donahue, soils prentice – Hall – Inc. (16 th, eds), 1990 .

