بسم الله الرحمن الرحیم

آب و خاک

رشتهٔ امور زراعی و باغی

گروه تحصیلی کشاورزی

زمینهٔ کشاورزی

شاخهٔ آموزش فنی وحرفه‌ای

شمارهٔ درس ۴۸۳۷

۶۳۱ آب و خاک / مؤلفان : علی یداللّه‌پور ... [و دیگران] . ــ [ویرایش دوم] / بازسازی و تجدیدنظر :
/۴ کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف رشتهٔ امور زراعی و باغی. ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی
۱۵۷آ ایران، ۱۳۹۰.
۱۳۹۰ ۱۷۶ ص. :مصور.ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۴۸۳۷)
متون درسی رشتهٔ امور زراعی و باغی گروه تحصیلی کشاورزی، زمینهٔ کشاورزی.
۱.خاک ــ رطوبت. ۲. آب کشاورزی.۳. خاکشناسی. الف. یداللّه‌پور، علی. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ امور زراعی و باغی. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۹۰

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهـادات و نـظرات خود را دربـارهٔ محـتوای این کتـاب بـه نشانـی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنـی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

این کتاب با توجه به نتایج ارزشیابی‌ها، نظرات هنرآموزان محترم و روند روز آمدسازی در سال ۱۳۹۰ در کمیسیون تخصصی رشتهٔ 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 برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **آب و خاک ـ ۳۵۹/۶۰**

مؤلفان : **مهندس علی یداللّه‌پور، مهندس فرهاد بهبودی، مهندس نعمت‌اللّه گازری و مهندس 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 : **ادارهٔ کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : **سیداحمد حسینی**

طراح جلد : **علیرضا رضائی‌کُر**

صفحه‌آرا : **خدیجه محمدی**

حروفچین : **فاطمه باقری‌مهر**

مصحح : **معصومه صابری، شهلا دالایی**

امورآماده‌سازی خبر : **زینت بهشتی شیرازی**

امور فنی رایانه‌ای : **حمید ثابت‌کلاچاهی، سیده شیوا شیخ‌الاسلامی**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)**

تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۴۴۵/۶۸۴

چاپخانه : **شفق**

سال انتشار : **۱۳۹۰**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۶-۰۷۶۳-۰۵-۹۶۴ **ISBN 964-05-0763-6**

شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتّکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه‌الشّریف»

فهرست

مقدمه

بخش اول : خاک

☆ **فصل اول** : تشکیل خاک ۲

☆ **فصل دوم** : روش‌های تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی خاک‌ها ۱۵

☆ **فصل سوم** : تعیین برخی از خصوصیات شیمیایی خاک‌ها ۴۳

☆ **فصل چهارم** : اصلاح خاک‌ها ۵۲

☆ **فصل پنجم** : فرسایش و حفاظت خاک‌ها ۶۱

بخش دوم: آب

☆ **فصل ششم** : آب و منابع آن ۷۶

☆ **فصل هفتم** : هیدرولیک ۹۲

☆ **فصل هشتم** : رابطه آب و خاک ۱۱۴

☆ **فصل نهم** : روش‌های آبیاری ۱۳۳

☆ **واژه‌نامه** ۱۶۶

☆ **منابع مورد استفاده** ۱۷۴

مقدمه

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی و عوامل تولید است. روزبه‌روز که بر تعداد جمعیت کره زمین افزوده می‌شود و بشر مترقّی می‌شود، توقعات انسان از این منبع بزرگ طبیعی و عامل مهم تولید بیشتر می‌شود. انسان برای تأمین نیازمندی‌های گوناگون و فراوان خود، مجبور است از یک‌طرف با استفاده از کودشیمیایی کافی، آبیاری فراوان، مصرف سموم دفع آفات، استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی و دیگر امکانات و وسایل، در آمد را در واحد سطح زمین‌هایی که تا کنون به‌زیرکشت رفته است، افزایش دهد. از طرف دیگر باسکوبندی دامنه کوه‌ها و تبدیل مراتع و زمین‌های جنگلی به زمین‌های 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 برسطح اراضی زراعتی خود بیفزاید.

شواهد نشان می‌دهد که حاصلخیزی زمین، از موقعی که مورد بهره‌برداری انسان قرار گرفته، بر اثر عدم توجه و اقدامات نامناسب کاهش یافته است.

ــ انسان بر اثرکشت یک نوع محصول در سال‌های متمادی یا عدم رعایت تناوب صحیح و همچنین جمع‌آوری بقایای محصول (ماده‌آلی) و سوزاندن آن و تعلیف احشام در مزارع پس از جمع‌آوری محصول وخلاصه استفاده بیش از حد از زمین، بدون دادن کود و تقویت آن و دیگر اقدامات نامناسب و نابه‌جا، 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.

ــ انسان در بسیاری از مناطق جهان بر اثر آبیاری زیاد با آب نامناسب و شور باعث شورشدن سطح وسیعی از اراضی غیرشور 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، براثر آبیاری بی‌رویه با آب‌های نامناسب حاصلخیزی خود را از دست داده و به‌کلی غیرقابل استفاده شده است. همچنین اراضی بایر و شوری که پیشینیان با هزاران زحمت و صرف هزینه زیاد، آباد و قابل استفاده کرده بودند، براثر عدم اطلاع عاملین بعدی از اصول صحیح کشاورزی، مجدداً شور و غیر قابل استفاده شده است.

ــ انسان بر اثر قطع بی‌رویه اشجار، چرای بیش از حد و بی‌موقع دام در مراتع، کندن بوته‌ها و درخت‌ها به عنوان ماده سوختنی وغیره 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 حفظ کننده خاک شده است که نتیجه نهایی آن فرسایش شدید خاک می‌باشد. اثرهای مخرّب 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 به‌همراه بهره‌برداری بهینه از خاک ترویج شود.

هدف کلی کتاب

شناخت خصوصیات آب و خاک و روش‌های تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و روش‌های آبیاری.

تذکر : کلیه دستورالعمل‌های آزمایشگاهی و صحرایی در متن کتاب به‌منظور اجرای عملیات مربوطه می‌باشد.

بخش اول

خاک

فصل اول

تشکیل خاک

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

۱ــ خاک را تعریف کند.

۲ــ تشکیل خاک را توصیف کند.

۳ــ چهار عامل مؤثر در تشکیل خاک را نام برده و تعریف کند.

۴ــ پروفیل خاک را تعریف کند.

۵ــ افق‌های خاک را توضیح دهد.

۶ــ طبقات مختلف خاک را توصیف کند.

۷ــ اجزای تشکیل‌دهنده خاک را تفکیک کند.

خاک چیست؟

کلیات : انسان‌های اولیه تا زمانی که مواد غذایی خود را از طریق شکار به‌دست می‌آوردند چندان توجهی به خاک نداشتند، ولی به‌تدریج 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 به‌وجود آمده‌اند. افزایش جمعیت و نیاز به مواد غذایی به‌تدریج 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 نه‌تنها 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 ازمحیط طبیعی رشد گیاهان. ولیکن این ماده از دیدگاه‌های مختلف تعاریف متفاوتی دارد. آنچه از نظر کشاورزی خاک محسوب می‌شود از نظر یک زمین‌شناس می‌تواند سنگِ نرم‌شده و از نظر مهندس ساختمان «زمین» و از نظر اقتصادی اراضی تعریف شود. تعاریف زیر نمونه‌هایی از تعاریف عنوان‌شده برای خاک می‌باشد.

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

ــ خاک محصول تغییرشکل‌یافته پوسته جامد زمین بوده دراثر سکونت و فعالیت موجودات زنده و تأثیر عوامل محیطی یک ناحیه بیولوژیکی به‌وجود می‌آید (کوبینا).

ــ خاک به مجموعه فعالی گفته می‌شود که در حدفاصل آتمسفر 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 می نمایند که امروزه خاک یک محیط بی‌جان و ثابت و محدود به‌چند سانتی‌متر مورد استفاده گیاهان با خواص فیزیکی و شیمیایی معین به‌حساب نمی‌آید بلکه همانند یک ترکیب پیچیده و پویا است که تحت تأثیر عوامل محیط به‌وجود 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 سازندهٔ پوستهٔ 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 به‌وجود 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 به‌صورت تودهٔ مذابی بوده که با سردشدن تدریجی سطح خارجی آن سفت و سخت شده به صورت پوسته جامد (لیتوسفر)[1] 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.

۱ــ سنگ‌های آذرین : که از سردشدن مواد مذاب آتشفشان به‌وجود می‌آیند.

۲ــ سنگ‌های رسوبی : که از متراکم‌شدن و تجمع رسوبات تشکیل می‌گردد.

۳ــ سنگ‌های دگرگونی : که دراثر دما و فشار از سنگ‌های آذرین و رسوبی به‌دست می‌آیند.

سنگ‌ها از اجتماع کانی‌ها به‌وجود می‌آیند به‌عبارت دیگر از کنار هم قرارگرفتن 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 ۱ــ۱ یک نوع کانی به نام آپاتیت را نشان می‌دهد.

شکل ۱ــ۱

۱ــ Lithosphere

عناصر شیمیایی سازنده پوستهٔ زمین

کانی‌ها از عناصر شیمیایی مختلف به‌وجود می‌آیند در حقیقت از اجتماع عناصر شیمیایی کانی‌های مختلف تشکیل می‌شود. حدود ۹۳ عنصر شیمیایی در لیتوسفر وجود دارد. جدول ۱ــ۱ عناصر موجود در پوسته جامد و درصد تقریبی هر یک از آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۱ــ درصد عناصر سازندهٔ پوسته جامد زمین

عنصر	درصد	اکسید عنصر	درصد
اکسیژن	۴۶/۵	—	۵۹/۰۷
سیلیسیم	۲۷/۶	SiO_2	۱۵/۲۲
آلومینیم	۸/۱	Al_2O_3	۳/۱۰
آهن	۵/۱	Fe_2O_3،FeO	۵/۱۰
کلسیم	۳/۶	CaO	۳/۴۵
منیزیم	۲/۱	MgO	۳/۷۱
سدیم	۲/۸	Na_2O	۳/۱۱
پتاسیم	۲/۶	K_2O	۱/۰۳
تیتانیم	۰/۶	TiO_2	۰/۳۰
فسفر	۰/۱۲	P_2O_5	۰/۱۱
منگنز	۰/۰۹	MnO	—
گوگرد	۰/۰۶	—	۱/۳۰
کلر	۰/۰۵	Cl_2O	—
کربن	۰/۰۴	—	—

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

عوامل مؤثر در تشکیل خاک

سطح بیرونی پوسته جامد زمین به‌علت 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 به‌طورکلی هوادیدگی 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 خردشدن سنگ‌ها و تبدیل آن‌ها به قطعات کوچک‌تر می‌شود بدون آن‌که خواص شیمیایی آن‌ها تغییر نماید. در حقیقت این اولین مرحلهٔ تشکیل خاک به‌حساب می‌آید و عبارتند از :

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

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

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

۴ــ نیروی حاصل از رشد بلورهای نمک : در مناطق خشک بعضی از املاح در اثر جذب آب افزایش حجم داشته درنتیجه نیروی لازم جهت شکاف‌برداشتن سنگ‌ها را فراهم می‌آورند.

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

ب) عوامل شیمیایی : دراثر 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 دراثر آن‌ها ساختار اصلی کانی‌ها تغییر یافته و کانی‌های جدید حاصل می‌شود. عوامل شیمیایی مؤثر در تشکیل خاک عبارتند از :

۱ــ حل‌شدن : آب خالص بعضی املاح را در خود حل کرده و فرآورده‌های حاصل را جابه‌جا می‌کند. نمک طعام[1] و گچ[2] به‌راحتی در آب حل می‌شوند. در آب همیشه مقداری CO_2 وجود دارد

۱ــ Nacl هالیت

۲ــ $CasO_4$ ژیپس

درنتیجه قابلیت حل بیشتری دارند. چرا؟ بنابراین بعضی از املاح نظیر آهک[1] که در آب خالص حل نمی‌شوند در آب CO_2 دار به‌راحتی حل می‌شوند.

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

$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

یون هیدروژن به‌علت داشتن قطر کوچک می‌تواند به‌راحتی جانشین یون‌های فلزی سنگ‌ها شده آن‌ها را آزاد نماید.

۳ــ 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 به‌آهن سه‌ظرفیتی اکسید می‌شود. دراثر این واکنش اساس ترکیب به‌هم خورده کم و بیش تخریب می‌شود.

$$4FeO + O_2 \underset{\text{احیاء}}{\overset{\text{اکسیداسیون}}{\rightleftharpoons}} 2Fe_2O_3$$

۴ــ هیدراسیون یا آبگیری : اضافه‌شدن مولکول آب به بعضی از کانی‌ها هیدراسیون نامیده می‌شود. مثلاً اکسید آهن سه ظرفیتی[2] به رنگ سرخ، دراثر جذب آب به کانی زرد رنگی[3] تبدیل می‌شود. این کانی با جذب آب متورم شده به‌تدریج متلاشی می‌شود.

۵ــ کربناسیون یا کربناته‌شدن : دراثر ترکیب گاز CO_2 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 به‌تنهایی عامل مؤثر تشکیل خاک نیست بلکه در طول زمان عوامل مؤثر فیزیکی، شیمیایی و زیستی در تشکیل و تحول خاک اثر می‌کنند. به‌طورکلی زمان لازم برای اثر عوامل یادشده بسیار طولانی است و بستگی به نوع و ماهیت مواد مادری، نوع اقلیم و شکل زمین دارد.

۱ــ کلسیت $CaCO_3$

۲ــ هماتیت Fe_2O_3

۳ــ لیمونیت $Fe_2O_3 . 3H_2O$

پروفیل خاک

همان‌طورکه قبلاً توضیح داده شد سنگ‌ها در مجاورت هوا و آب و تحت تأثیر عوامل جوّی و موجودات زنده و عوامل فیزیکی و شیمیایی تغییراتی را متحمل گردیده به‌تدریج خاک به‌وجود می‌آید. خاک حاصل نیز دائماً در حال تغییر و تحول بوده به‌عبارت دیگر در حال تکامل می‌باشد. ضمن تکامل امکان دارد مواد جدیدی در خاک به‌وجود آید و یا موادی از خاک انتقال یابد. مثلاً دراثر آبیاری زیاد بخشی از مواد موجود در سطح خاک به طبقات پایین‌ترمی‌رود و یا دراثر تبخیر شدید در نواحی خشک بعضی از مواد محلول به‌سمت بالا می‌آیند. درنتیجه فعالیت‌های یادشده به‌تدریج 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 ازنظر ظاهری اختلاف وجود دارد.

این لایه‌ها را در خاک‌شناسی افق[1] می‌نامند و برشی از مجموع افق‌ها را نیمرخ خاک یا پروفیل خاک می‌گویند.

پروفیل (نیمرخ خاک[2])

پروفیل یا نیمرخ عبارت است از گودالی به عمق ۱/۵ 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 به‌وزن حدود ۲ کیلوگرم به‌طور جداگانه تهّیه 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 به‌علت تجمع مواد آلی تجزیه‌شده و اختلاط آن با مواد معدنی تیره بوده و از نظر مواد غذایی و اکسیژن غنی‌تر از سایر افق‌ها می‌باشد.

۱ـ Horizon

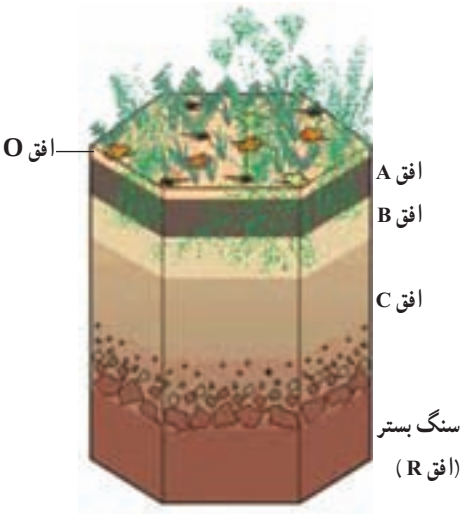
۲ـ Profile

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.



شکل ۲ــ۱ــ افق‌های موجود در یک خاک

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.

۱ــ 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 مجموعهٔ افق‌های A، O و بخش فوقانی افق B خاک می‌باشد. هر چه ضخامت خاک سطح‌الارض بیشتر باشد از نظر زراعی ارزش بیشتری دارد.

۲ــ خاک تحت‌الارض : در زیر خاک سطح الارض 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 ۳ــ۱ــ نمایش خاک سطح‌الارض و تحت‌الارض

عمق خاک‌های زراعی

در زراعت منظور از عمق خاک ضخامت خاک سطح‌الارض می‌باشد. هرچه ضخامت خاک سطح‌الارض 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 سطح‌الارض بسیار کم‌عمق و در عوض در مناطق پست و مسطح عمق آن بیشتر می‌باشد. در خاک‌هایی که ضخامت سطح‌الارض کم است در صورت امکان، با استفاده از ادوات کشاورزی و با مرور زمان می‌توان به عمق شخم افزود و از این طریق ضخامت سطح‌الارض را افزایش داد. به‌طورکلی اگر ضخامت سطح‌الارض 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

عمیق‌بودن 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 :

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

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

اجزای تشکیل‌دهنده خاک

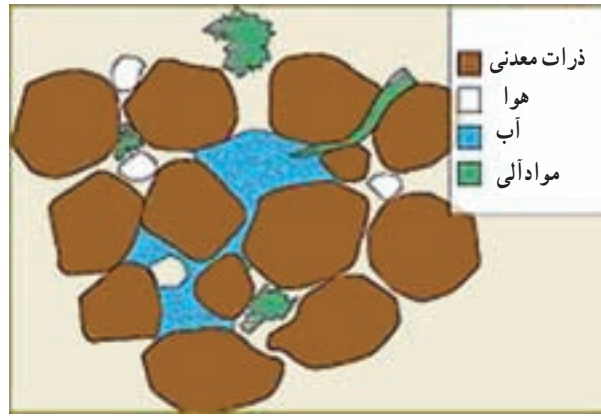
آیا تاکنون به خاک‌های اطراف خود به‌دقت نگاه کرده‌اید؟ آیا فکر کرده‌اید خاک از چه قسمت‌هایی درست شده است؟

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

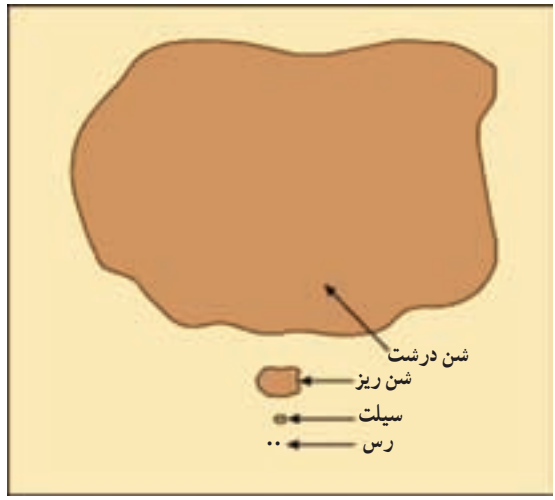
شکل ۴ــ۱ بخش جامد و خلل و فرج خاک را نشان می‌دهد.



شکل ۴ــ۱ــ نمایش قسمت‌های مختلف خاک

الف) بخش جامد خاک

۱ــ مواد معدنی : شامل کانی‌های حاصل از تخریب و تجزیه سنگ‌ها بوده که به‌صورت اصلی یا تغییر شکل‌یافته می‌تواند وجود داشته باشد. مواد معدنی بخش جامد خاک شامل شن، سیلت و رس می‌باشد (شکل ۵ــ۱).



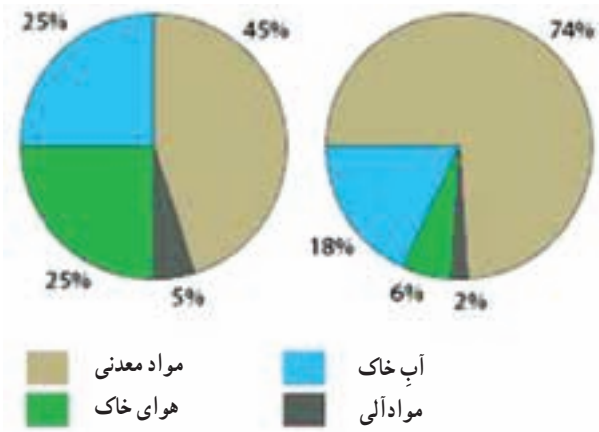
شکل ۵ــ۱ــ اجزای معدنی خاک (به اندازه مقایسه‌ای آن‌ها توجه کنید.)

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

۲ــ مواد آلی: جانداران ریز و درشتی که در خاک زندگی می‌کنند (کرم‌ها، موریانه‌ها، حشرات، جلبک‌ها، قارچ‌ها و غیره) همگی در اثر فعالیت خود باعث به‌وجودآمدن مواد آلی در خاک می‌شوند. به‌عنوان مثال باکتری‌ها و قارچ‌ها باعث پوسیدگی بقایای گیاهان در خاک شده مواد آلی بسیار ریزی به‌نام هوموس تولید می‌کنند. این مواد با جذب آب و نگهداری مواد غذایی باعث به‌هم چسبیدن ذرات معدنی خاک می‌شوند. هوموس نیز به‌علت 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؟

به‌طورکلی در یک خاک خوب ۵۰ درصد مواد جامد و ۵۰ درصد خلل و فرج وجود دارد. شکل ۶ــ۱ 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 ۶ــ۱ــ نمایش اجزای تشکیل دهنده خاک (لوم)

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

ــ **خلل و فرج درشت** : خلل و فرجی هستند که آب در آن‌ها با نیروی وزن (جاذبه) حرکت کرده و محل ذخیره هوا در خاک می‌باشند.

ــ **خلل و فرج متوسط** : این منافذ بیشتر در انتقال و هدایت آب کارآیی دارد.

ــ **خلل و فرج ریز** : فضاهایی است که آب را در خود نگه داشته که آن‌را در موقع لزوم در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

آزمایش ۱ :

یک تکه خاک را با ذره‌بین قوی به‌دقت مورد بررسی قرار دهید.

۱ــ آیا اندازه ذرات تشکیل‌دهنده با یکدیگر اختلاف دارند.

۲ــ آیا خلل و فرج موجود در بین ذرات دیده می‌شوند.

۳ــ اگر این خاک را تحت فشار قرار دهیم خلل و فرج کم می‌شود یا زیاد؟

آزمایش ۲ :

یک تکه خاک خشک را به‌آرامی در آب بیندازید به‌دقت نگاه کنید.

۱ــ حباب‌های خارج‌شده قبلاً در کدام جزءِ خاک بوده‌اند؟

۲ــ با خارج‌شدن حباب‌ها به حجم کدام جزءِ خاک اضافه می‌شود؟

با انجام این آزمایش‌ها اجزاءِ تشکیل‌دهنده خاک را بهتر خواهیم شناخت.

ارزشیابی

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

فصل دوم

روش‌های تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی خاک‌ها

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

۱ــ زمین را برای نمونه‌برداری قطعه‌بندی کند.

۲ــ از اعماق مختلف خاک نمونه‌برداری کند.

۳ــ مشخصات کارت نمونه را پر کرده و روی نمونه نصب کند.

۴ــ با انواع الک‌های مورد استفاده در دانه‌بندی نمونه آشنا شده و آن‌ها را به‌کار ببرد.

۵ــ بافت خاک را توضیح دهد.

۶ــ بافت خاک را به‌روش لمسی تخمین بزند.

۷ــ بافت خاک را به‌روش هیدرومتری تعیین کند.

۸ــ ساختمان خاک را توضیح دهد.

۹ــ چسبندگی خاک را توضیح دهد.

۱۰ــ وزن مخصوص ظاهری خاک را تعیین کند.

۱۱ــ وزن مخصوص حقیقی خاک را تعیین کند.

۱۲ــ تأثیر آب و هوا را در رنگ خاک توضیح دهد.

۱۳ــ عوامل مؤثر در دمای خاک را نام ببرد.

۱۴ــ اثر دمای خاک در فعالیت‌های میکروبی را تعریف کند.

۱۵ــ اثر دمای خاک را در تحول خاک بیان کند.

۱۶ــ درجه حرارت خاک را تعیین کند.

روش نمونه‌برداری از خاک

مقدمه : برای این‌که از دو نعمت آب و خاک به‌طور اصولی برای افزایش تولیدات زراعی استفاده شود، شناسایی همه جانبه خاک مزرعه، از ضروریات است، زیرا تنظیم هر نوع برنامه و عملیّات زراعی از قبیل برنامه‌های کوددهی، انتخاب نوع زراعت ، نحوهٔ انجام عملیات تهیّه زمین و روش‌های آبیاری، به خواصّ خاک مزرعه بستگی دارد.

برای شناسایی خاک اوّلین مرحله، نمونه‌برداری صحیح از خاک است تا در مراحل بعدی با تجزیه‌ها و آزمایش‌های لازم، خصوصیّات خاک شناخته شود.

بنابراین به منظور اعمال توصیه‌های دقیق‌تر در مورد بهره‌برداری صحیح از خاک هر مزرعه، لازم است خاک همان مزرعه به‌طور جداگانه نمونه‌برداری و تجزیه و تفسیر شود تا بتوان با دقّت بیشتری نسبت به راهنمایی زارعین اقدام کرد.

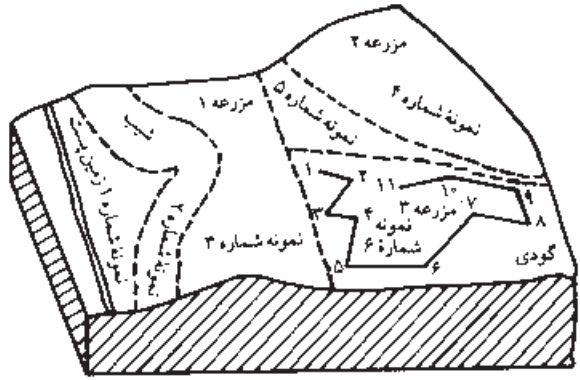
نکاتی که باید در نمونه برداری از خاک رعایت کرد : قبل از انجام عملیّات نمونه‌برداری از خاک ابتدا باید هدف و نوع کاری که قرار است انجام گیرد، مشخّص شود.

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

عمق نمونه‌برداری : عمق نمونه‌برداری بستگی به نوع بهره‌برداری (نوع کشت) دارد. درمواردی که نوع کشت از گیاهانی با ریشه‌های عمیق نباشد، برداشت نمونه خاک از عمق ۳۰ــ۰ سانتی‌متر و در گیاهان زراعی که ریشه نسبتاً عمیق دارند از دو عمق ۳۰ــ۰ و ۶۰ــ۳۰سانتی‌متر صورت می‌گیرد. امّا در درختکاری از عمق‌های ۹۰ــ۶۰ و ۱۲۰ــ ۹۰ سانتی‌متری نیز برداشت صورت می‌گیرد.

❑کار شمارهٔ ۱

قطعه‌بندی زمین : نمونه خاک باید دقیقاً بیانگر وضعیّت خاک مزرعه باشد. اگر مزرعه یا زمین مورد نمونه‌برداری غیر یکنواخت باشد،باید از هر قطعه متمایز جداگانه نمونه‌برداری کرد. نقشه یاکروکی زمین را هم باید نمایش داد (شکل ۱ــ۲).



شکل ۱ــ۲ــ قطعه‌بندی زمین اصلی

انواع نمونه :

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

۲ــ نمونه دست خورده : حالت و ساختار طبیعی نمونه به‌هم می‌خورد.

تعداد نمونه اصلی یا نهایی : تعداد نمونه نهایی بستگی به یکنواختی و غیر یکنواختی خاک و نیز مساحت زمین دارد. درصورتی 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 غیریکنواختی باید از هر کدام از قطعات غیر یکنواخت کوچکتر از مقدار فوق هم نمونه نهایی تهّیه کرد.

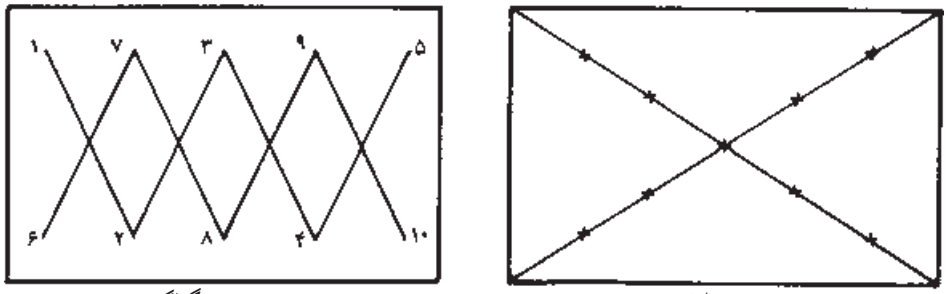
مقدار نمونه اصلی یا نهایی : برای کلیه آزمایش‌ها یک الی دو کیلوگرم خاک کافی است.(برای مواردی که بررسی خاک دست نخورده لازم است باید خاک دست‌نخورده را جداگانه برداشت کرد.)

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 غیریکنواخت، 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 ۲ــ۲) از نقاط مختلف به فاصلهٔ 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 نمونهٔ اصلی بیان کننده خصوصیّات واقعی

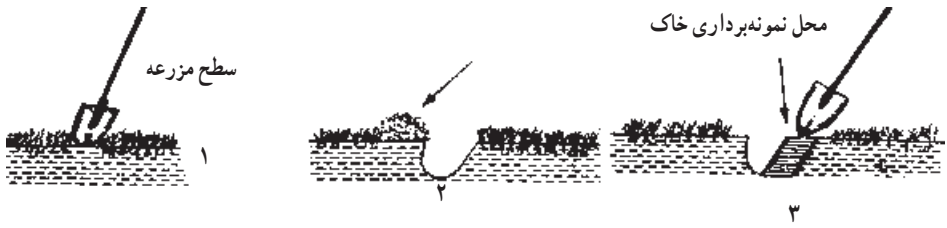
قطعه مربوطه باشد. تعداد نمونه‌های فرعی در هر قطعه کمتر از ۱۵ هکتار حداقل باید از ۱۴ نقطه باشد.



روش زیگزاگ　　روش مستطیل

شکل ۲ــ۲ــ روش‌های نمونه‌برداری از خاک

تذکّر : یکی از نکات مهمّی که باید در نمونه برداری مورد توجّه 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 نمونه‌برداری کرد. در زمین‌هایی که پوشیده از گیاهان سبز مرتعی هستند، ابتدا باید بخش زنده خاک را کنار زده ، سپس اقدام به نمونه‌برداری کرد (شکل ۳ــ۲).



شکل ۳ــ۲ــ آماده کردن سطح خاک برای نمونه‌برداری از سطح‌الارض

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

۱ــ نام محل :	۵ــ تاریخ و عمق نمونه‌برداری :
۲ــ شماره نمونه :	۶ــ بافت خاک :
۳ــ شماره پروفیل :	۷ــ سابقه کشت :
۴ــ نام و نام خانوادگی نمونه‌بردار :	۸ــ توضیحات :

شکل ۴ــ۲ــ مشخّصات کارت نمونه خاک

برگ اطلاعات مربوط به نمونه خاک : همراه هر نمونه‌خاک، مشخّصات منطقه نمونه‌برداری شده نیز به طور کامل و دقیق باید در روی فرم‌های مخصوصی یادداشت شود. این فرم‌ها غیر از کارت‌هایی است که به نمونه‌خاک زده می‌شود. و می‌توان آن‌ها 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 نمونه‌برداری : نام شهر یا ده :

۱ــ اطلاعات مربوط به وضع فعلی زمین (درمواردی‌که ممکن است فقط با(بله یا خیر) جواب دهید).

شماره مزرعه	شماره نمونه	مساحت مزرعه برحسب هکتار	وضع زمین	شیبدار گود مسطح غیره	مشکلات				
					شخم زدن مشکل است	زه آب خوب نیست	زمین خشک است	غله ورس می‌کند	غیره

۲ــ تاریخچه مصرف کودهای شیمیایی و حیوانی در زمین

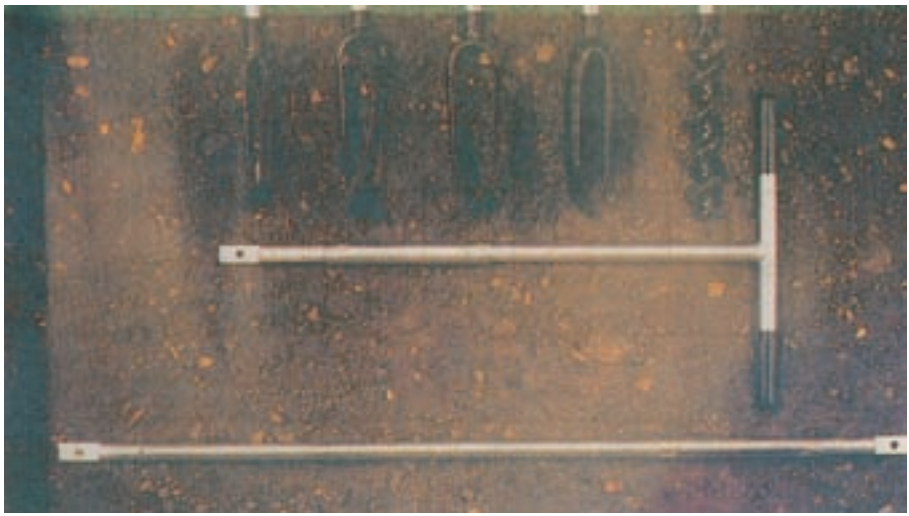
شماره مزرعه	کودهای شیمیایی			کودهای حیوانی		کودهای دیگر	
	سال	نوع کود	مقدار مصرف برحسب کیلوگرم	سال	مقدار مصرف برحسب تن در هکتار	سال	مقدار

۳ــ تاریخچه زراعت در زمین

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

۹ــ۱ــ۲ــ وسایل نمونه‌برداری از خاک : این وسایل شامل : بیل، بیلچه، کارد مخصوص، سیلندر فلزی، مته یا اُگر، کیسه‌های نایلونی، کارت نمونه و نخ هستند.

اُگر یا مته وسیله‌ای است که به وسیله آن می‌توان از اعماق مختلف خاک بدون کندن پروفیل، نمونه‌برداری کرد و انواع مختلفی دارد که بسته به نوع منطقه و نوع خاک(از نظر رطوبت، عمق و بافت خاک)، کاربرد آن‌ها متفاوت است (شکل ۵ــ۲).



شکل ۵ــ۲ــ انواع مته‌ها

❐کار شمارهٔ ۲ : محاسبهٔ درصد سنگریزه

وسایل مورد نیاز : الک ۲ میلی‌متری، ترازو، غلطک، کاغذ روزنامه.

هنرجویان موظفند کلیه مراحل نمونه‌برداری خاک را عملاً انجام دهند.

۱ــ خشک کردن نمونه‌ها : نمونه‌های نهایی را می‌توان قبل از تحویل به آزمایشگاه در اتاق

محفوظی برروی 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 نمونهٔ خاک مخلوط نشده و کارت نمونه‌ها با هم عوض نشوند.

۲ــ آماده کردن نمونه در آزمایشگاه و تعیین درصد سنگریزهٔ آن :

۱ــ۲ــ نمونه را پس از خشک کردن وزن می‌کنیم.

۲ــ۲ــ با غلطک کلّیه کلوخه‌ها را به‌آرامی نرم می‌کنیم.

۳ــ۲ــ خاک نرم شده را چندین مرحله از الکی که قطر سوراخ‌های آن ۲ میلی‌متر است، عبور می‌دهیم، به‌طوری که همه خاکدانه‌ها نرم شوند و روی الک منحصراً سنگریزه باقی بماند.

۳ــ تعیین درصد سنگریزه :

۱ــ۳ــ شن و سنگریزه‌ای را که پس از الک کردن‌های متوالی روی الک باقی می‌ماند، وزن می‌کنیم.

۲ــ۳ــ درصد سنگریزه از فرمول زیر محاسبه می‌شود :

$$\text{٪ سنگریزه} = \frac{\text{وزن سنگریزه روی الک}}{\text{وزن کل نمونهٔ خاک}} \times ۱۰۰$$

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 درنظرگرفتن 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

۱ــ۲ جمع‌آوری شده است.

جدول ۱ــ۲ــ 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 (سانتی‌مترمربع)
شن خیلی درشت	۲ــ۱	ــ	۹۰	۱۱
شن درشت	۱ــ۰/۵	۲ــ۰/۲	۷۲۰	۲۳
شن متوسط	۰/۵ــ۰/۲۵	ــ	۵۷۰۰	۴۵
شن ریز	۰/۲۵ــ۰/۱	۰/۲ــ۰/۰۲	۴۶۰۰۰	۹۱
شن خیلی ریز	۰/۱ــ۰/۰۵	ــ	۷۲۲۰۰۰	۲۲۷
سیلت	۰/۰۵ــ۰/۰۰۲	۰/۰۲ــ۰/۰۰۲	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 براین 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 خطراتی را نیز در بر دارد زیرا که انجماد آب باعث تخریب و ناهموارشدن جاده‌ها می‌شود).

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

۱ــ سیستم وزارت کشاورزی آمریکا

۲ــ سیستم بین المللی

بافت این خاک‌ها شنی یا شنی‌لومی است.

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

۱ــ بسیار نفوذ پذیرند.

۲ــ ظرفیت نگهداری آب در آن‌ها کم بوده در نتیجه زود خشک می‌شوند.

۳ــ از لحاظ مواد غذایی فقیرند.

۴ــ ساختمان فیزیکی خوبی ندارند.

۵ــ در این خاک‌ها موادآلی سریع می‌پوسند.

۶ ــ 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 :

۱ــ نفوذ آب و هوا در این خاک‌ها به کندی صورت می‌پذیرد.

۲ــ در حالت مرطوب چسبنده بوده و عملیات شخم در آن‌ها به سختی انجام می‌شود.

۳ــ 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 ۶ــ۲).

۴ــ ظرفیت نگهداری رطوبت بالایی داشته، دیرتر خشک می‌شوند. و دیرتر گرم می‌شوند و به این علت به آن خاک‌های سرد نیز می‌گویند.

۵ــ از لحاظ مواد غذایی غنی بوده و شستشوی عناصر غذایی در آن‌ها کمتر صورت می‌پذیرد.

۶ــ در خاک‌های سنگین به علت کمبود اکسیژن، مواد آلی دیرتر پوسیده می‌شوند.

شکل ۲ــ۶ــ شکاف‌هایی که در نتیجه خشک شدن خاک رسی به وجود آمده‌اند.

جدول ۲ــ۲ــ نام‌های کلی به‌کار رفته برای رده‌های بافتی خاک

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

❐کار شمارهٔ ۳

تعیین بافت خاک به روش لمسی : در این روش بدون داشتن وسایل و امکانات آزمایشگاهی هم می‌توانیم بافت خاک را به‌طور تخمینی تشخیص دهیم. چون در این روش تعیین بافت خاک با دست و لمس کردن آن با دو انگشت انجام می‌گیرد، 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 به‌هم زدن آن را به‌حالت گل یا خمیری که به دست نچسبد درمی‌آوریم. سپس قسمتی یا تمامی خمیر را با دوانگشت شست و سبابه لمس و مورد آزمایش قرار می‌دهیم، حالت‌هایی را که خاک می‌تواند از نظر بافت داشته باشد، در جدول زیر تنظیم شده است.

مطالعهٔ آزاد

جدول ۳ــ۲ــ تخمین بافت خاک به روش لمسی

زیر ذره بین کوچک	لمس بین انگشتان		لوله کردن در کف دست	تولید نوار با فشردن بین دو انگشت	بافت خاک
	زبری و نرمی خاک خشک و گل	چسبندگی و شکل‌پذیری گل			
بدون شن یا شن بسیار کم	بسیار نرم	خیلی چسبنده و شکل‌پذیر قسمتی از گل بین دو انگشت می‌چسبد و پاره می‌شود	لوله درازی تولید می‌شود که می‌توان آن را به صورت حلقه درآورد.	نوار بلندی تشکیل می‌گردد حلقه‌وار به‌دور انگشت خم می‌شود.	رسی
شن کم	نرم	چسبنده و کمی شکل‌پذیر	لوله می‌شود ولی به‌سختی به‌صورت حلقه درمی‌آید.	نوار کوتاه تشکیل می‌شود ولی به شکل حلقه درنمی‌آید.	لوم رسی
شن متوسط لیمون زیاد	نسبتاً نرم	کمی چسبنده	لوله می‌شود ولی در سطح خمیر ترک می‌خورد.	نوار تشکیل نمی‌شود ولی تکه‌ای که تشکیل می‌شود به‌خوبی قابل جابه‌جا شدن است.	سیلتی
شن و رس و لیمون مساوی	نسبتاً زبر ذرات شن کمی احساس می‌شود.	کمی چسبنده و شکل‌پذیر	به سختی لوله می‌شود.	نوار تشکیل نمی‌شود ولی تکه‌ای که تشکیل می‌شود به‌خوبی قابل جابه‌جا شدن است.	لومی
قسمت عمده با ذرات مجزا از یکدیگر	بسیار زبر ذرات شن به‌خوبی احساس می‌شود.	شکل‌ناپذیر و بدون چسبندگی	هرگز لوله نمی‌شود.	نوار تشکیل نمی‌شود تکه بین انگشتان خرد می‌شود.	شنی

❑کار شمارهٔ ۴

تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری (با استفاده از هیدرومتر بایکاس)

وسایل لازم : به‌هم‌زن الکتریکی، به‌هم‌زن دستی، استوانه مدّرج یک لیتری، هیدرومتر، ساعت ثانیه شمار یا کرونومتر، دماسنج، ترازو، بشر ۱۰۰۰cc، اتو.

مواد لازم : محلول هگزامتافسفات سدیم ۵٪

شرح آزمایش :

۱ــ ۵۰ گرم خاک خشک شده (در اتو به مدت ۲۴ ساعت) را وزن کرده و در بشر ۱۰۰۰cc می‌ریزیم.

۲ــ حدود ۴۰۰cc آب مقطر به بشر اضافه کرده و مدّت چند دقیقه به‌هم می‌زنیم.

۳ــ مقدار ۵۰۰cc محلول هگزا متافسفات سدیم به‌مخلوط اضافه کرده و چند دقیقه به‌هم می‌زنیم.

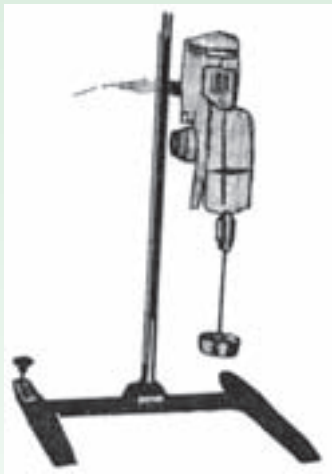
۴ــ محتویات بشر را در لیوان بهم‌زن الکتریکی خالی کرده و با آب کلیه مواد آن را به درون لیوان می‌شوییم، به‌طوری که محتویات لیوان اندکی از سطح آن پایین‌تر باشد.

۵ــ مخلوط را به‌مدّت ۱۵ دقیقه به‌هم می‌زنیم.

۶ــ سپس کلیّه محتویات لیوان بهم‌زن را در داخل مِزُور (استوانه مدرّج) 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.

۷ــ درجهٔ حرارت مخلوط آب و خاک داخل استوانه مدرج را اندازه گرفته و یادداشت می‌کنیم.

۸ــ مخلوط درون مِزُور را یک دقیقه به وسیله بهم‌زن دستی(تویی) به‌هم می‌زنیم.



شکل ۷ــ۲ــ بهمزن الکتریکی(آژیتاتور)

۹ــ بلافاصله بعد از به‌هم زدن، هیدرومتر را در درون مخلوط قرار می‌دهیم. پس از ۴۰ ثانیه درجه هیدرومتر در سطح آب را یادداشت کرده و به عنوان عدد قرائت اوّل محسوب می‌کنیم.

۱۰ــ 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، به‌عنوان

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

تذکّر۱ : چون درجه حرارت متعادل برای هیدرومتر ۲۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود به ازای هر درجه اضافی مخلوط آب و خاک ۰/۳ اضافه و به ازای هر درجهٔ کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۰/۳ کسر می‌کنند. چرا؟

تذکّر۲ : برای بالا بردن دقّت اندازه‌گیری لازم است در محاسبات به ازای هر ۵۰cc هگزامتافسفات سدیم (کالکون[1]) ۲/۵ واحد از هر کدام از قرائت‌های اوّل و دوم کم شود.

تذکّر۳ : در صورت استفاده از اکسالات وسیلیکات‌سدیم، به جای هگزامتافسفات‌سدیم، ۱۵cc اکسالات و ۵cc سیلیکات سدیم مصرف می‌کنیم.

مثال : با توجّه به مفروضات زیر دریک 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 اوّل ۴۰ گرم در لیتر

قرائت دوم ۳۰ گرم‌در لیتر

درجه حرارت در قرائت اوّل ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در قرائت دوم ۲۵ درجه سانتی‌گراد مقدار خاک مصرف شده ۵۰ گرم خاک خشک و مقدار کالکون مصرفی ۵۰ سانتی‌متر مکعب

حل :

محاسبات قرائت اوّل

به ازای غلظت کالکون

۴۰ – ۲/۵=۳۷/۵

سانتی‌گراد ۳۰–۲۰=۱۰

۱۰×۰/۳=۳

مقدار سیلت و رس در ۵۰ گرم خاک‌خشک ۳۷/۵+۳=۴۰/۵

مقدار سیلت و رس در ۱۰۰ گرم خاک خشک۸۱=۲×۴۰/۵

۱ـ Calgon

محاسبات قرائت دوم

۳۰–۲/۵ =۲۷/۵

درجه سانتی‌گراد ۵ = ۲۰ – ۲۵

۵ ×۰/۳ = ۱/۵

غلظت مقدار رس در ۵۰ گرم خاک خشک ۲۹=۱/۵+۲۷/۵

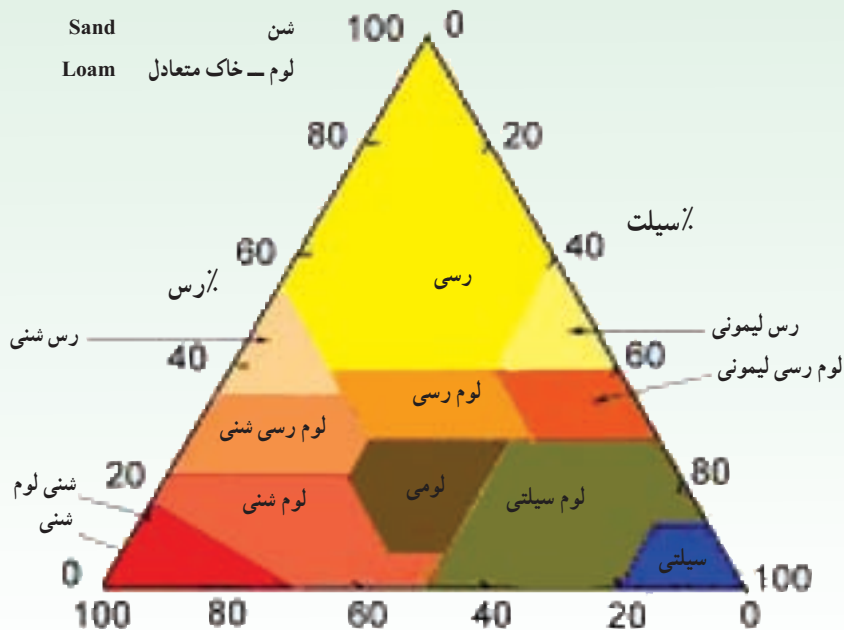
مقدار رس در ۱۰۰ گرم خاک خشک ۵۸=۲×۲۹

درصد سیلت ۲۳=۵۸–۸۱

درصد شن ۱۹=۸۱–۱۰۰

اعداد به‌دست 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 می‌کنیم. این سه خط همدیگر را در یک نقطه قطع کرده و بافت خاک را مشخّص می‌نماید.

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



مثلث بافت خاک

ساختمان خاک

کلیات و اهمیت : ذرات جامد تشکیل‌دهنده خاک را شناختید. به‌ندرت می‌توان این ذره‌ها را به‌صورت مجزا از ذره‌های دیگر مشاهده کرد به‌جز تپه‌های شنی و شن‌های ساحلی. ذره‌های شن اغلب به سیلت و رس چسبیده و گروهی از ذره‌ها را به‌نام خاکدانه به‌وجود می‌آورد.

خاکدانه به گروهی از ذرات جامد خاک گفته می‌شود که با مواد چسبنده به یکدیگر چسبیده‌اند.

ساختمان خاک به‌طور مستقیم در رشد گیاهان اثر ندارد بلکه به‌طور غیرمستقیم و دراثر ایجاد ویژگی‌های فیزیکی مطلوب عملاً در رشد گیاه مؤثر می‌باشد. آبرسانی، تهویه، استفاده گیاهان ازموادغذایی، فعالیت میکروبی و سهولت نفوذ ریشه همگی تحت تأثیر ساختمان خاک می‌باشند با این سخن نتیجه می‌گیریم ساختمان‌های نامناسب ممکن است به‌طور غیرمستقیم عامل محدود کننده رشد گیاه باشد و به‌عکس ساختمان خوب موجبات رشد بهتر گیاه را فراهم می‌آورد.

تعریف ساختمان خاک

ساختمان خاک چیست؟ هنگامی که بیشتر ذره‌های خاک به‌صورت خاکدانه درآمده باشد خاک دارای ساختمان است به‌عبارت ساده‌تر ساختمان خاک عبارت است از ترتیب قرارگرفتن ذرات خاک نسبت به یکدیگر، ساختمان خاک اثر بافت را بر رطوبت و هوای خاک، قابلیت استفاده عناصر غذایی خاک، عمل میکروارگانیسم‌ها و نیز رویش ریشه‌ها تقویت می‌کند.

انواع ساختمان

خاک‌ها را براساس وجود یا عدم وجود ساختمان در آن‌ها به دو دسته تـقسیم می‌کنند.

الف) خاک‌های بدون ساختمان : بعضی از خاک‌ها ساختمان مشخصی نداشته درنتیجه دارای خلل و فرج کم بوده عمل تهویه در آن‌ها به‌خوبی انجام نمی‌گیرد این خاک‌ها شامل :

۱ــ تک‌دانه‌ای : ذرات خاک به‌صورت مجزا کنار یکدیگر قرار دارند.

۲ــ توده‌ای : ذرات کاملاً به یکدیگر چسبیده‌اند اما هیچ‌گونه خاکدانه در آن دیده نمی‌شود.

ب) خاک‌های با ساختمان : در این‌گونه خاک‌ها ساختمان به‌صورت‌های زیر می‌تواند وجود داشته باشد :

۱ــ ساختمان دانه‌ای : خاکدانه‌ها شکل گرد داشته قطر آن‌ها کمتر از یک سانتی‌متر و کاملاً متخلخل و اتصال بین آن‌ها ضعیف است.

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

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

۴ــ ساختمان منشوری و ستونی : درازی خاکدانه بیشتر از پهنای 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.

۱ــ نیروی فشردگی

۲ــ مواد چسبنده

۱ــ نیروی فشردگی : در طبیعت و در داخل خاک نیروی فشردگی به‌کمک 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.

۲ــ مواد چسبنده : موادی که باعث به‌هم‌چسبیدن ذرات خاک می‌شوند می‌تواند 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 خاکزی و مواد حاصل از فعالیت میکروب‌ها (قارچ‌ها، باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها) در خاک.

جدول ۴ــ۲ــ 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 غیرقابل انطباق با سایر خاکدانه‌ها	
مدور	نسبتاً دارای منافذ و اندازه‌های کوچک و غیرقابل انطباق با سایر خاکدانه‌ها	
ورقه‌ای[۲]	خاکدانه‌ها ورقه‌ای بوده و ورقه‌ها اغلب بر روی یکدیگر قرار گرفته و ازنفوذپذیری خاک می‌کاهد.	
مکعبی[۳]	خاکدانه‌های مکعبی‌شکل که غالباً از طریق سطوح زوایای حاد خود با یکدیگر اتصال دارند این خاکدانه‌ها معمولاً به ذرات کوچکتر شکسته می‌شوند.	
مکعبی با زوایای نامنظم[۴]	خاکدانه‌های مکعبی که از طریق سطوح زوایای منفرجه با یکدیگر اتصال پیدا نموده‌اند.	
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.	
ستونی[۶]	خاکدانه‌های ستونی مانند که قاعده آن‌ها برجسته بوده و از طریق سطوح جانبی به یکدیگر متصل شده‌اند.	

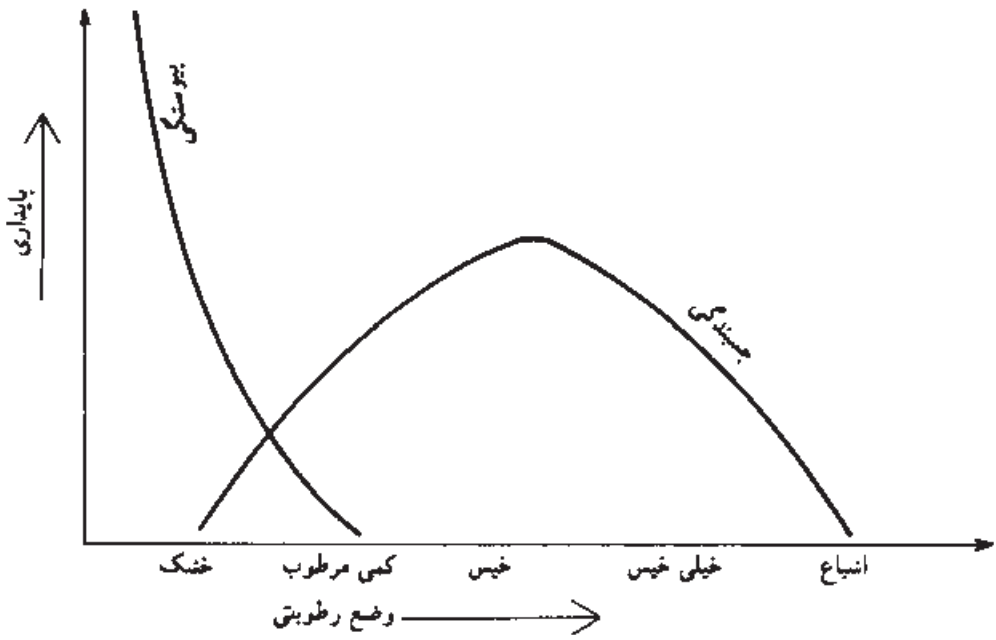
۱ــ Spheroidal ۲ــ Platelike ۳ــ Blocklike ۴ــ Subangular Blocky
۵ــ Prismatic ۶ــ Columriatr

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 باواردشدن رطوبت در خاک بسته به بافت و ساختمان آن و مقدار رطوبت وضعیت‌های متفاوتی از نظر چسبندگی پیش می‌آید که ناشی از نحوهٔ عملکرد نیروهای چسبندگی و پیوستگی در داخل توده خاک است.

نمودار ۱ــ۲ ارتباط پایداری خاک را در رابطه با تغییرات رطوبت نشان می‌دهد.



نمودار ۱ــ۲

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 شمارهٔ ۵**

تعیین حد چسبندگی خاک

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

۱ــ مقداری خاک در ظرف پلاستیکی ریخته و به آن کمی آب اضافه می‌کنیم.

۲ــ خاک را با کاردک مخلوط می‌کنیم.

۳ــ با پشت قاشق به سطح مخلوط می‌کشیم.

۴ــ چنانچه پشت قاشق به سطح مخلوط نچسبید مجدداً مقداری آب به آن اضافه کرده و مخلوط را هم می‌زنیم.

۵ــ قاشق را مجدداً به سطح مخلوط می‌کشیم.

۶ــ این عمل را آن‌قدر تکرار می‌کنیم تا پایین‌ترین رطوبتی که خاک به قاشق می‌چسبد به‌دست آید.

وزن مخصوص ظاهری خاک : عبارت است از وزن یک سانتی‌متر مکعب از خاک در شرایط طبیعی.

❐ **کار شمارهٔ 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 سانتیمترمکعبی، اتو،دیسیکاتور،ترازو

شرح آزمایش

۱ــ با نهایت دقّت سیلندری به حجم ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب را داخل خاک کرده، هم حجم سیلندر، خاک را در حالت طبیعی و به‌هم نخورده برمی‌داریم(شکل ۱۲ــ۲).

۲ــ خاک را همراه سیلندر به مدت ۲۴ ساعت در اتو ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنیم.

۳ــ سیلندر را با رعایت نکات ایمنی از اتو درآورده و در دیسیکاتور سرد می‌کنیم.

۴ــ سیلندر را با دقت وزن کرده و وزن خاک خشک داخل سیلندر را به‌دست می‌آوریم. (وزن سیلندر – (وزن خاک + سیلندر) = وزن خاک‌خشک)

۵ــ وزن مخصوص ظاهری خاک از فرمول زیر به‌دست می‌آید.

شکل ۸ــ۲ــ نمونه‌برداری از خاک با سیلندر

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

وزن مخصوص ظاهری خاک‌های شنی حدود ۱/۳ الی ۱/۷ و خاک‌های سیلتی و رسی در حد ۱/۲ تا ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب نوسان می‌کند. مطابق جدول ۵ــ۲ بین وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک رابطه معکوس وجود دارد. هر چه تخلخل خاک بیشتر باشد، وزن مخصوص ظاهری کمتر است.

جدول ۵ــ۲ــ رابطه وزن مخصوص ظاهری با درصد تخلخل خاک

وزن مخصوص ظاهری	درصد تخلخل خاک
۱/۲ــ ۱/۰	۵۵ــ۶۲
۱/۴ــ ۱/۲	۴۶ــ۵۴
۱/۶ــ ۱/۴	۴۰ــ۴۶
۱/۸ــ ۱/۶	کمتر از ۴۰ درصد

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

❑کارشمارهٔ 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

۱ــ کلوخه‌ای هوا خشک در حد گردو یا کمی بزرگتر را با دست یا نوک چاقو کم و بیش به‌صورت مدوّر در می‌آوریم و سپس آن را وزن می‌نماییم w_s

۲ــ دور کلوخه مدّور را با نخ می‌بندیم.

۳ــ پارافین جامد را در بوته قرار داده و ذوب می‌کنیم(حجم پارافین و بوته به نحوی باشد که کلوخه در آن غوطه‌ور گردد.)

۴ــ کلوخه را در حالی‌که سر نخ آن را در دست داریم به آرامی وارد پارافین جامد ذوب شده ($۶۰^{\circ}C$) می‌کنیم به‌طوری که پس از خارج کردن، لایه‌ای نازک از پارافین به‌طورکامل اطراف کلوخه را احاطه کرده باشد.

۵ــ سپس کلوخه و پارافین را به‌طور شناور در داخل بشر محتوی آب قرار داده و تغییرات حجم آب را یاداشت می‌کنیم؛V

۶ــ از رابطه زیر وزن مخصوص ظاهری خاک محاسبه می‌شود.

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

B_d = وزن مخصوص ظاهری[۱] خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب

w_s= وزن خاک خشک برحسب گرم

V = حجم خاک بر حسب سانتی‌متر مکعب

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

۱ــ Bulck density

وزن مخصوص حقیقی خاک[1]

وزن یک سانتی‌متر مکعب خاک خشک بدون خلل و فرج را وزن مخصوص حقیقی خاک می‌نامند.

❑کار شمارهٔ ۸

تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک

روش پیکنومتر

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

شرح آزمایش

۱ــ پیکنومتر را از آب مقطر پر کرده، وزن می‌کنیم. w_1

۲ــ ۱۰گرم خاک خشک شده (در اتو ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت) را وزن می‌کنیم.w_2

۳ــ نصف آب پیکنومتر را خالی کرده، به آرامی خاک وزن شده در مرحله قبل را در پیکنومتر می‌ریزیم. سپس به آرامی خاک آغشته به جداره را به وسیله آب شسته و به داخل پیکنومتر منتقل می‌کنیم.

۴ــ پیکنومتر آماده شده در مرحله قبل را در داخل دیسیکاتور متصل به پمپ خلأ قرار داده و هوای بین ذرات خاک را با ایجاد خلأ به مدّت ۱۰ دقیقه خارج می‌کنیم.

۵ــ پیکنومتر را از دیسیکاتور در آورده و کاملاً پُر از آب ، و توزین می‌کنیم. w_3

۶ــ وزن‌مخصوص‌حقیقی‌خاک از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

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

وزن مخصوص حقیقی خاک‌های معدنی در حدود ۲/۵ تا ۲/۷گرم به سانتی‌متر مکعب است و خاک‌هایی که مواد آلی زیاد دارند وزن مخصوص حقیقی آن‌ها حدود چند دهم کاسته می‌شود.

P_d= وزن مخصوص حقیقی خاک

w_2= وزن خاک خشک

w_1+w_2= وزن(آب+خاک+ظرف‌پیکنومتر)

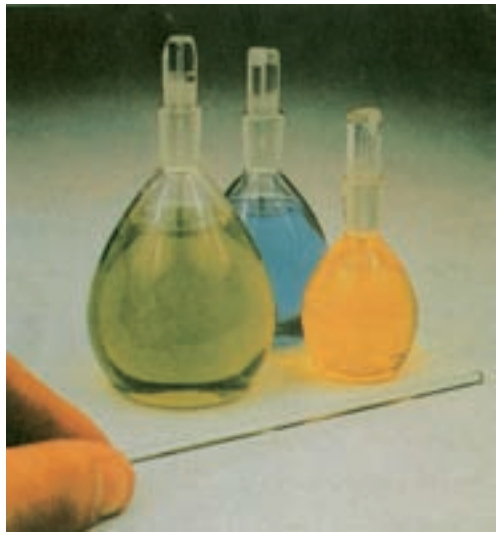
w_3= وزن (آب و خاک و ظرف منهای آب هم‌حجم خاک)

$v_s = (w_1+w_2)-w_3$ حجم خاک

۱ــ Particle density

درصد رطوبت خاک

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



شکل ۹ــ۲ــ پیکنومتر در اندازه‌های مختلف

❑کار شمارهٔ ۹

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

الف) تعیین درصد وزنی رطوبت خاک

روش صحرایی: در این روش مقداری از خاک مزرعه را وزن کرده (w_1) سپس در داخل ظرف آلومینیمی می‌ریزیم. روی آن حدود ۱۰ــ۱۵CC الکل اضافه کرده، آن را آتش می‌زنیم تا الکل بسوزد و از تأثیر حرارت حاصل ، خاک خشک شود. در مرحلهٔ بعدی خاک خشک را مجدداً وزن کرده(w_2)و سپس درصد رطوبت را از طریق فرمول زیر محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد وزنی رطوبت خاک} = \frac{(w_1 - w_2)}{w_2} \times ۱۰۰$$

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

را وزن کرده (w_1) و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در اتو ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار می‌دهند، تا خاک خشک شود. وزن خاک خشک را (w_2) معلوم کرده، و درصد رطوبت را از فرمول فوق محاسبه می‌کنند.

ب) تعیین درصد حجمی رطوبت خاک

با استفاده از فرمول زیر درصد حجمی رطوبت خاک را به‌دست می‌آوریم :

وزن مخصوص ظاهری خاک × درصدوزنی رطوبت = درصد حجمی رطوبت خاک

تخلخل

میزان تخلخل یا مجموع منافذ یا فضاهای خالی خاک هم یکی از ویژگی‌های فیزیکی آن محسوب می‌شود.

محاسبه تخلخل (خلل و فرج) خاک

تخلخل کل خاک از فرمول زیر محاسبه می‌شود :

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

چنان‌که مقادیر وزن مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب و وزن مخصوص حقیقی ۲/۶ گرم بر سانتی‌مترمکعب را در رابطه فوق قرار دهیم درصد فضای کل خاک برابر ۵۰/۳ خواهد گردید این عدد برای لایه شخم خاک‌های دارای بافت متوسط قابل قبول می‌باشد.

رنگ خاک

با وجود آن‌که رنگ مستقیماً تأثیر کمی روی فعالیت خاک دارد ولی با دانستن آن می‌توان اطلاعات زیادی در مورد خاک به‌دست آورد. برای مثال وجود مواد آلی در خاک خصوصیتی است که اکثر اوقات توسط رنگ آن مشخص می‌شود. در آب و هوای معتدل، عموماً خاک‌هایی با رنگ تیره دارای مواد آلی بیشتر از خاک‌های روشن هستند. مواد آلی تازه، قهوه‌ای رنگ هستند و هنگامی که کاملاً به هوموس تجزیه شوند، سیاه رنگ می‌شوند.

رنگ سفید خاک‌ها در اثر وجود موادّ مختلف از قبیل کربنات‌های کلسیم و منیزیم، گچ و نمک است.

دمای خاک

دمای خاک از مهمترین عوامل رشد گیاه به شمار می‌رود. رشد بذور و فعّالیّت باکتری‌ها در خاک و زندگی گیاهان و اعمال حیاتی آن‌ها، مستقیماً تحت تأثیر دمای خاک قرار می‌گیرد. از آنجا که دمای‌خاک در بیشتر مواقع مشابه دمای هوا است، اهمیّت آن را در رشد گیاه نادیده می‌گیرند. درصورتی‌که در برخی موارد تفاوت زیادی بین آن دو وجود دارد، به‌عنوان مثال : ممکن است یک خاک مرطوب در فصل بهار مدّت‌ها 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 اهمّیت 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 ۱۰ 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 فعالیّت میکروارگانیسم‌ها : فعالیّت میکروارگانسیم‌های خاک به‌شدّت تحت تأثیر دمای خاک قرار دارد. به‌طوری‌که این فعالیت دردمای کمتر از $10^{\circ}C$ ناچیز و بسیار کم و در حرارت‌های ۳۰ـ۱۸ درجه سانتی‌گراد، فعالیّت میکروب‌های مفید به حداکثر مقدار خود می‌رسد و در دمای بیشتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد اغلب میکروب‌ها از فعالیت باز می‌ایستند.

اثر دما در تحول خاک : دما یکی از عوامل مهم آب و هوایی در تحول خاک به‌شمار می‌رود و مستقیماً در کلیه واکنش‌های خاک تأثیر می‌کند. دمای خاک در شدّت 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 صورتی‌که 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

۱ــ دماسنج جیوه‌ای برای سنجش لحظه‌ای (با اندازه‌های مختلف معمولاً با پوشش محافظ)

۲ــ دمانگار در صورتی‌که منظور ثبت دما به‌طور پیوسته باشد.

براساس استاندارد سازمان جهانی هواشناسی باید دما را در عمق‌های ۱۰ــ۲۰ــ۵۰ و۱۰۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری کرد. بهتر است دما در عمق ۲/۵ سانتی‌متری نیز اندازه‌گیری شود.

❐کار شمارهٔ ۱۰

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

شکل ۱۰ــ۲ــ دماسنج برای اندازه‌گیری دمای عمق خاک

شکل ۱۱ــ۲ــ دماسنج برای اندازه‌گیری دمای سطح خاک

ارزشیابی

۱ــ مشخصاتی را که برای قطعه‌بندی زمین اصلی به قطعات فرعی در نمونه‌برداری باید در نظر گرفت، بیان کنید.

۲ــ عواملی را که در تعیین عمق نمونه‌برداری مؤثرند شرح دهید.

۳ــ مشخّصات کارت‌های نمونه‌برداری را ذکر کنید.

۴ــ نمونه خاک بعد از نمونه‌برداری در چه شرایطی باید خشک شود؟

۵ــ دانش آموزان در گروه‌های چند نفری با در نظر گرفتن اصول نمونه‌برداری از مزارع آموزشی هنرستان از عمق ۳۰ــ۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری و گزارش لازم را تهیه کنند.

۶ــ با استفاده از روش هیدرومتری بافت خاک مزرعهٔ آموزشی هنرستان را تعیین و با روش لمسی نتیجه را مقایسه کنید.

۷ــ وزن مخصوص ظاهری خاک مزارع آموزشی را تعیین کنید.

۸ ــ وزن مخصوص حقیقی خاک را اندازه بگیرید.

۹ــ چرا وزن مخصوص ظاهری یک خاک معیّن کمتر از وزن مخصوص حقیقی همان خاک است؟

۱۰ــ عوامل مؤثر در رنگ خاک را بیان کنید.

۱۱ــ رابطه رطوبت خاک را با دمای خاک توضیح دهید.

۱۲ــ دمای سطح و عمق خاک را با دماسنج اندازه بگیرید.

۱۳ــ مشکلات خاک‌های سنگین چیست؟

۱۴ــ خاکدانه چیست؟

۱۵ــ چسبندگی خاک چه تأثیری بر حرکت ماشین‌آلات کشاورزی دارد؟

فصل سوم

تعیین برخی از خصوصیات شیمیایی خاک‌ها

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

۱ــ pH خاک را تعریف کند.

۲ــ حدود pH خاک‌ها را بیان کند.

۳ــpH خاک‌های کشاورزی را نام ببرد.

۴ــ اثرpH در قابلیت جذب عناصر غذایی را تعریف کند.

۵ــ اثر pH در فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های خاک را توصیف کند.

۶ــ pH خاک را به روش الکتریکی تعیین کند.

۷ــ طرق مختلف عصاره‌گیری را انجام دهد.

۸ــ گیاهان شورپسند را نام ببرد.

۹ــ هدایت الکتریکی و حدود آن را تعریف کند.

۱۰ــ هدایت الکتریکی عصاره خاک را تعیین کند.

اسیدیته یا واکنش خاک (pH)

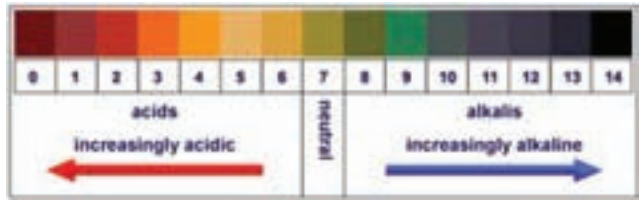
کلیّات : واکنش خاک در اثر فعل و انفعالات شیمیایی که در آن صورت می‌گیرد، به‌وجود می‌آید. تعیین اسیدیته خاک در تشخیص اختلالات مربوط به رشد گیاه بسیار حایز اهمیت است. به‌عنوان مثال چنان‌که برگ‌های سبز گیاه تغییر رنگ داده و رنگ آن‌ها به‌تدریج روشن‌تر شود، ابتدا باید عوامل مؤثر در این تغییر را جستجو کرد. 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 آن‌را اختصاراً به pH[1] 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 ۱ــ۳).



شکل ۱ــ۳ــ حدود pH

حدود pH خاک‌ها : خاک‌هایی که pH آن‌ها در محدوده ۶/۶ــ۷/۴ است خنثی، بین ۴/۶ــ۶/۶ اسیدی و ۲/۲ــ۴/۶ اسیدی قوی و بین ۷/۴ــ۸/۴ 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 می شود 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 اکتینومیست‌ها حداکثر فعالیت خود را در حدود pH خنثی داشته و رشد آن‌ها در pHهای کمتر از ۵/۵ به شدت متوقف

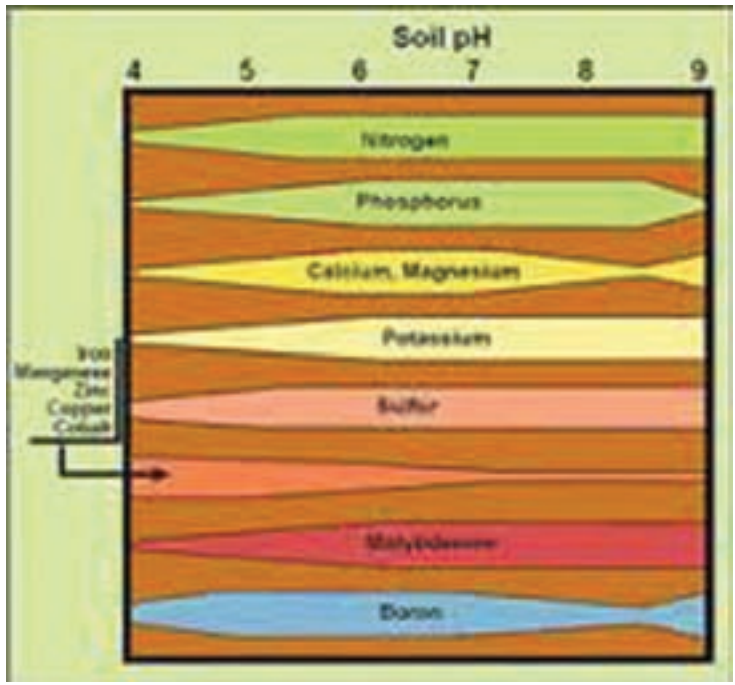
۱ــ P اختصار کلمه (Pressure) به معنای فشار و H اختصار کلمه (Hydrogen) یون هیدروژن است.

می‌شود. بر عکس قارچ‌ها در pHهای مختلف به‌خوبی 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 اکتینومیست‌ها فعالیت و رشد آن‌ها محدود می‌شود.

به‌طور 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 pHخاک 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 ۲ــ۳ 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 pHکمتر از ۶ است و بر عکس قابلیت جذب ازت و گوگرد در pH ۵/۵ به بالا افزایش پیدا می‌کنند.



شکل ۲ــ۳ــ 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 شمارهٔ ۱

عصاره گیری

وسایل و موارد مورد نیاز : پمپ خلأ، کاغذ صافی، قیف بوخنر، کاردک، سطل پلاستیکی کوچک، الک ۲ میلی‌متری، آبفشان، آب مقطر، همزن، قیف شیشه‌ای، ترازو، ارلن تخلیه، ارلن

طرز تهیه عصاره اشباع : برای تهیه عصاره اشباع حدود ۱۵۰ـ۱۰۰ 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 بچسبد، خمیر اشباع آماده شده است. در این حالت در قیف بوخنر کاغذ صافی قرار داده و گل اشباع را روی آن ریخته. و توسط پمپ خلأ عصاره‌گیری کنید.

طرز تهیه عصارهٔ یک به یک

۱ـ دویست گرم خاک مورد آزمایش را وزن کنید.

۲ـ ۲۰۰CC آب مقطر بر روی خاک بریزید.

۳ـ مدت نیم ساعت مخلوط را توسط هم زن الکتریکی به هم بزنید.

۴ـ 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 جمع آوری شود.

طرز تهیه عصارهٔ یک به پنج

۱ـ ۵۰ گرم خاک مورد آزمایش وزن کنید.

۲ـ بر روی آن ۲۵۰CC آب مقطر اضافه کنید.

۳ـ مدت نیم ساعت مخلوط را توسط به هم زن الکتریکی به هم بزنید.

۴ــ مخلوط حاصل را داخل قیف شیشه‌ای (که درون آن کاغذ صافی قرار دارد) ریخته و برروی ارلن قرار می‌دهیم تا به‌تدریج محلول صاف که حاوی عصاره خاک است جمع‌آوری شود.

اصول اندازه گیری 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 براین 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 شمارهٔ ۲

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

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

طرز عمل

۱ــ دستگاه pH متر را بازدید کرده و الکترود آن‌را توسط آب مقطر شسته و توسط کاغذ صافی خشک می‌کنیم.

۲ــ درجه حرارت عصاره مورد آزمایش را اندازه‌گیری می‌کنیم.

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

۴ــ دستگاه را در هر بارتنظیم فوق با آب مقطر شسته و با کاغذ صافی خشک می‌کنیم.

۵ــ محلول مورد آزمایش را زیر الکترود pH متر قرارداده و pH آن‌را قرائت می‌کنیم.

۶ــ الکترودها را در پایان کار در آب مقطر قرار دهید.

شکل ۳ــ۳ــ pH متر الکتریکی

هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی یک محلول عبارتست از توانایی محلول در عبوردادن جریان الکتریسیته (عکس مقاومت الکتریکی) هدایت الکتریکی عصارهٔ خاک را در حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری می‌کنند. بهترین عصاره خاک برای تعیین هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع خاک می‌باشد و نشان‌دهندهٔ غلظت کل املاح یونیزه‌شده در خاک می‌باشد.

خاک‌ها از نظر هدایت الکتریکی طبق جدول ۱ــ۳ طبقه‌بندی می‌شود.

جدول ۱ــ۳ــ 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
۸ــ۴	شوری کم	کاهش محصول گیاهان حساس به شوری
۱۶ــ۸	شوری متوسط	کاهش زیاد محصول اکثر گیاهان
۳۲ــ۱۶	شوری زیاد	فقط گیاهان مقاوم به شوری رشد نرمال دارند.
بیشتراز ۳۲	شوری خیلی زیاد	اغلب گیاهان مزوفیت در این شوری کاهش محصول دارند.

اصول اندازه‌گیری هدایت الکتریکی : هدایت الکتریکی را به‌وسیله دستگاهی به نام هدایت سنج (EC متر) اندازه‌گیری می‌کنند.

واحد اندازه‌گیری Ec یا شوری خاک میلی موس بر سانتی‌متر (m mohs/cm) یا دسی زیمنس برمتر (ds/m) می‌باشد.

شکل ۴ــ۳ــ 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 ۲ــ۳ مقاومت نسبی برخی از گیاهان نسبت به شوری را نشان می‌دهد.

جدول ۲ــ۳ــ مقاومت نسبی برخی از گیاهان نسبت به شوری

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

❑کار شمارهٔ ۳

وسایل و مواد مورد نیاز : پمپ خلأ، کاغذ صافی، قیف بوخنر، قیف شیشه‌ای، آبفشان، آب‌مقطر، خاک الک شده، ارلن، ارلن تخلیه، Ec سنج

۱ــ گل اشباع تهیه می‌کنیم.

۲ــ از گل اشباع، عصاره تهیه می‌کنیم.

۳ــ دستگاه Ec متر را بازدید کرده و آن‌را تنظیم می‌کنیم.

۴ــ دستگاه را در هر بار تنظیم با آب مقطر می‌شوییم.

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

پدیده تبادل کاتیونی در خاک

این پدیده یکی از خواص مهم خاک محسوب می‌شود. به‌طور کلی تبادل کاتیونی عبارتست از : جذب کاتیون‌ها به وسیله ذرات کلوئیدی 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 ۵ــ۳ــ (پدیده تبادل کاتیونی) ــ در صورت کم شدن عناصر در اثرعواملی 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.

ارزشیابی

۱ــ تعیین pH به عنوان اولین قدم چه کمکی به شما می‌کند؟

۲ــ مفهوم pH را تعریف کنید.

۳ــ حدود pH را در مناطق مرطوب، خشک بنویسید.

۴ــ مناسب‌ترین pH فعالیت باکتری‌ها و قارچ‌ها را بنویسید.

۵ــ اثر شوری خاک را در رشد لوبیا، برنج و چغندرقند مقایسه کنید.

۶ــ چه تفاوتی بین عصاره اشباع و یک به ده وجود دارد؟

۷ــ نمونه خاکی انتخاب کرده، pH آن را به روش الکتریکی اندازه‌گیری کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۸ــ هدایت الکتریکی نمونه خاکی را اندازه گرفته، حدود آن‌را تعیین کنید. در صورتی که Ec آن برابر ۵ باشد، چه گیاهانی در آن رشد مناسب دارند؟

۹ــ علت کمبود آهن و منگنز در خاک‌های آهکی چیست؟

فصل چهارم

اصلاح خاک‌ها

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :
۱ــ کیفیت اراضی سنگین را بهبود بخشد.
۲ــ کیفیت اراضی سبک را بهبود بخشد.
۳ــ فواید کود سبز و انواع آن را شرح دهد.
۴ــ خاک‌های اسیدی را تعریف نموده و روش اصلاح آن را توضیح دهد.
۵ــ خاک‌های شور را تعریف کند.
۶ــ علل شور شدن خاک‌ها را توضیح دهد.
۷ــ 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 این‌گونه 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 به‌تدریج خاک سنگین را اصلاح کرد.در صورتی که به علت سنگینی شدید بافت خاک امکان جوانه‌زدن 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 این‌که 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 شمارهٔ ۱

آزمایش ۱ : آشنایی با خصوصیات خاک‌های رسی و اصلاح آن

۱ــ دو گلدان انتخاب کنید.(B, A)

۲ــ در گلدانA خاک رسی بریزید.

۳ــ در گلدان B خاک رسی + شن (به نسبت ۱ به ۲) بریزید.

۴ــ به هردو گلدان آب اضافه کنید.

۵ــ زمان خروج آب از هر دو گلدان را اندازه‌گیری کرده، در جدول زیر یادداشت کنید.

۶ــ میزان چسبندگی خاک در حالت مرطوب را در هر دو گلدان بررسی کنید.

۷ــ گلدان‌ها را در مجاورت نور خورشید قرار داده،مدت زمان لازم برای خشک شدن را یادداشت کنید.

۸ــ بعد از خشک شدن خاک دو گلدان را از نظر ایجاد سله و ترک مقایسه کنید.

۹ــ جدول زیر را کامل کرده،علت پدیده‌های اندازه‌گیری شده را توضیح دهید.

	گلدان A	گلدان B
زمان خارج‌شدن آب (دقیقه)		
زمان خشک‌شدن خاک (ساعت)		
حالت چسبندگی در حالت مرطوب		
وجود ترک و سله		

تذکر : آزمایش فوق در شرایط مزرعه انجام شود. (آزمایش شماره۲)

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 به‌تدریج بپوسند 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 :

۱ــ نوع دام ۲ــ سن و شرایط رشد دام ۳ــ نوع علوفه ۴ــ بستر دام ۵ــ 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 به‌خاطر 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 بر گرداندن گیاهان سبز به خاک به‌منظور 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.

۱ــ دارای رشد سریع و عمر کوتاه باشند.

۲ــ شاخ و برگ فراوان و پرآب داشته باشد.

۳ــ بتواند در خاک‌های فقیر رشد خوبی داشته باشد.

فواید کود سبز : فوائد 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 ۵۰ــ ۲۵ تن شاخ و برگ و انساج گیاهی تازه وارد خاک می‌کند که این خود معادل ۲۰ــ ۱۰ تن کود حیوانی بوده،می‌تواند تقریباً ۲ــ۱ تن هوموس به خاک اضافه کند. وقتی مسأله کمبود کود دامی وجود داشته باشد،تنها راه جبران تلفات موادآلی خاک،دادن کود سبز است.

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

جدول ۱ــ۴ــ انواع گیاهانی که به عنوان کود سبز کشت می‌شوند

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

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 ۱ــ۴) 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

۱ــ در نواحی خشک، کاشت کود سبز بسیارگران 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 درتناوب زراعی با کمبود آب روبرو خواهد شد. در نواحی مرطوب این محدودیت وجود ندارد.

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

۳ــ 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 نگهداشت.

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

❑کار شمارهٔ ۲

اصلاح خاک شنی با آب گل آلود

۱ــ گلدانی را با شن پر کرده به آن آب اضافه کنید.

۲ــ زمان لازم برای خروج آب ازگلدان را، در جدول صفحه بعد یادداشت کنید.

۳ــ گلدان را در مقابل نور خورشید قرار داده، مدت زمان لازم برای خشک شدن را یادداشت کنید.

۴ــ گلدان را به مدت چهار هفته (هفته‌ای ۳ــ ۲ بار) با آب گل آلود آبیاری کنید.

۵ــ بعد از چهار هفته موارد ۲ و ۳ را انجام داده، نتایج را در جدول بنویسید.

۶ــ نتایج به دست آمده را با هم مقایسه کرده، علل تغییرات مشاهده شده را شرح دهید.

	زمان خروج آب (دقیقه)	مدت‌زمان خشک شدن (ساعت)
گلدان شن قبل از آبیاری با آب گل‌آلود		
گلدان شن بعد از آبیاری با آب گل‌آلود		

❐ **کار شمارهٔ ۳**

اصلاح خاک شنی با افزایش رس

۱ــ دو گلدان انتخاب کنید(B, A)

۲ــ در گلدان Aشن و ماسه بریزید.

۳ــ در گلدان B شن و رس (به نسبت ۱ به ۱) بریزید.

۴ــ به هر دو گلدان آب اضافه کرده،مدت زمان لازم برای خروج آب را در هر دو گلدان اندازه‌گیری کنید.

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

۱ــ در کدام گلدان آب دیرتر خارج می‌شود. چرا؟

۲ــ خاک کدام گلدان می‌تواند حاصلخیزتر باشد.چرا؟

۳ــ در کدام گلدان چسبندگی ذرات به یکدیگر کمتر است.چرا؟

۴ــ کدام گلدان قدرت جذب و نگهداری رطوبت بیشتری دارد. چرا؟

۵ــ کدام گلدان تهویه بیشتری دارد.چرا؟

خاک‌های اسیدی

خاک‌های اسیدی خاک‌هایی هستند که pH آن‌ها کمتراز ۷ بوده،میزان یون‌های H^{+}و Al^{+3} در محلول خاک بسیار زیاد باشد.خاک‌های اسیدی در مناطقی که بارندگی زیاد بوده و موقعیت مناسبی برای شستشوی عناصر بازی (Na^{+} ,K^{+} , Mg^{+2} ,Ca^{+2}) وجود داشته باشد،تشکیل می‌شود.در کشور ما با توجه به نوع اقلیم غالب (خشک و نیمه خشک) این گونه خاک‌ها گسترش زیادی ندارند وتنها در قسمت‌هایی از شمال کشور (استان گیلان) که بیشتر به کشت چای اختصاص دارد،یافت می‌شوند.

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.

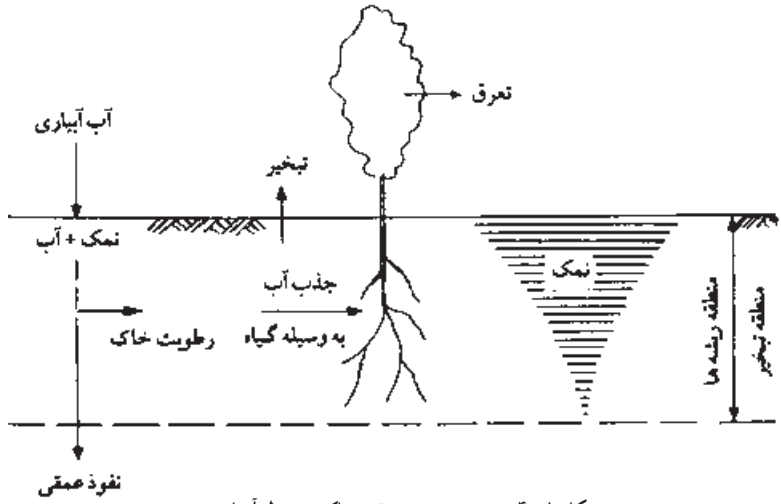
خاک‌های شور

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 :

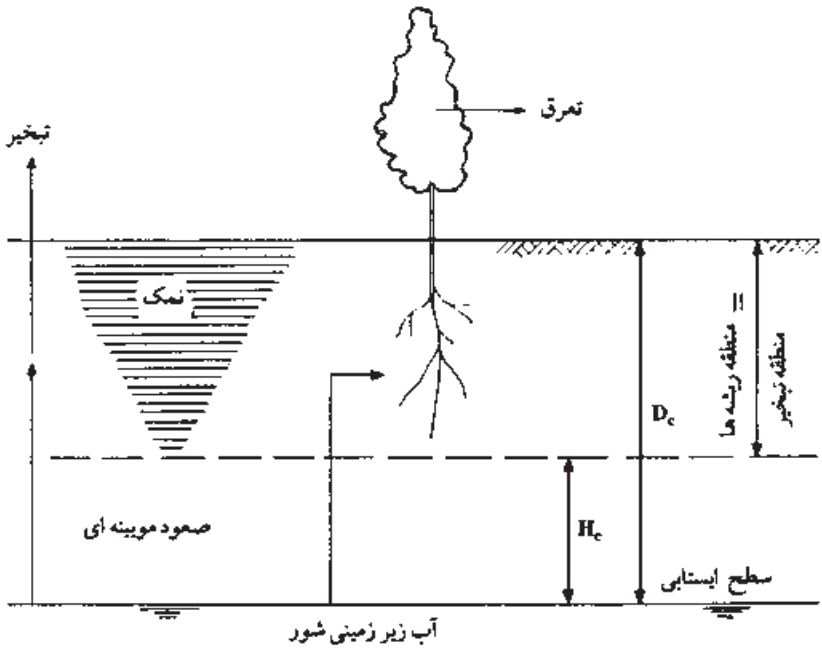
شور شدن مستقیم خاک از طریق آبیاری : کلیه آب‌هایی که در آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند کم و بیش دارای مقداری نمک هستند.

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 ۱ــ۴).



شکل ۱ــ۴ــ 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 کاپیلاریته به سطح خاک بالا آمده و از آنجا تبخیر می‌شود، نمک‌های خود را در خاک باقی گذاشته باعث شور شدن آن می‌شود (شکل ۲ــ۴). جنس بستر و مصرف برخی از کودهای شیمیایی نظیر نیترات آمونیوم نیز می‌تواند در شوری خاک مؤثر باشد.



شکل ۲ــ۴ــ شور شدن در اثر صعود مویینه‌ای آب

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 سانتی‌متر

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 اصلاح کننده‌ای استفاده می‌کنیم که یون کلسیم را برای این منظور فراهم کند. مناسب‌ترین اصلاح کننده 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. به‌عبارت دیگر Ec آن‌ها بیش از ۴ میلی موس 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 اصلاح کننده خود باعث افزایش مجدد املاح خاک می‌گردد. و از طرفی اصلاح خاک‌های شور و قلیا مقرون به صرفه نمی‌باشد.

ارزشیابی

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

فصل پنجم

فرسایش و حفاظت خاک‌ها

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :
۱ــ فرسایش خاک را تعریف کند.
۲ــ با انواع فرسایش آشنا شود.
۳ــ خسارت ناشی از فرسایش خاک را توضیح دهد.
۴ــ 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 خاکسازی مجدداً ایجاد می‌شود. درنتیجه 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 حالی‌که زمین مشابهی که دارای پوشش گیاهی طبیعی بوده فقط ۰/۰۰۵ 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 :

۱ــ 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.

۲ــ 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.

۳ــ در نتیجه فرسایش و تشکیل شیارهای 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 :

۱ــ 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.

۲ــ انتقال ذرات جدا شده : نیروهایی که باعث انتقال می‌شوند، عبارتند از : آب‌های جاری، نیروی ثقل، بادهای شدید، یخچال‌ها.

۳ــ 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 ۱ــ۵).

شکل ۱ــ۵ــ فرو افتادن و پاشیده شدن یک قطره آب باران

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

فرسایش ورقه‌ای : ازبین 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 ادامهٔ فرسایش ورقه‌ای شیارهای کوچکی در سطح زمین ظاهر می‌شوند که فرسایش شیاری نامیده می‌شوند.

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

فرسایش خندقی : این شکل فرسایش بر اثر پیشرفت فرسایش شیاری به‌وجود 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 ۲ــ۵).

فرسایش توده‌ای : در این نوع فرسایش، خاک دامنه‌ها در اثرجذب آب و سنگین شدن در جهت شیب به‌صورت توده‌ای شروع به حرکت می‌کند (شکل۳ــ۵).

شکل ۲ــ۵ــ فرسایش خندقی

شکل ۳ــ۵ــ فرسایش توده‌ای

❐کار شمارهٔ ۱

مشاهده فرسایش ضربه‌ای قطرات باران

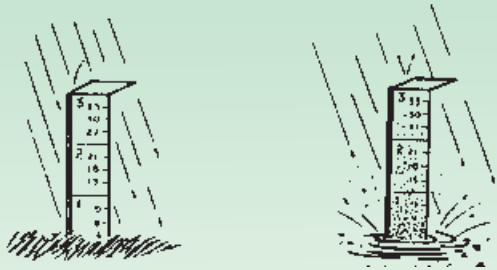
مواد و وسایل لازم : دو تکه تخته به ابعاد (۲×۱۰×۱۰۰ سانتی‌متر)،دو تکه تخته به ابعاد (۲×۱۰×۳۰ سانتی‌متر)، خط‌کش

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

۲ــ تخته‌های کوچکتر را بالای تخته نوک تیز میخ کنید تا حفاظی ایجاد کند (مطابق شکل۴ــ۵).

۳ــ با خط‌کش تخته‌های بلند را مدرّج و با رنگ درجات را مشخص کنید.

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



شکل ۴ــ۵

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

ــ ذرات خاک تا چه ارتفاعی پرتاب شده‌اند؟

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

کنترل فرسایش آبی

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

۱ــ جلوگیری از برخورد قطرات باران به سطح خاک.

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

۳ــ کاهش سرعت آب در امتداد شیب.

۴ــ نفوذ حداکثر آب به درون خاک.

روش‌های کنترل فرسایش آبی متداول به‌منظور 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.

۱ــ 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 به‌صورت 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 ۵ــ۵).

شکل ۵ــ۵ــ 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 شمارهٔ ۲

پوشش گیاهی چگونه از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند؟

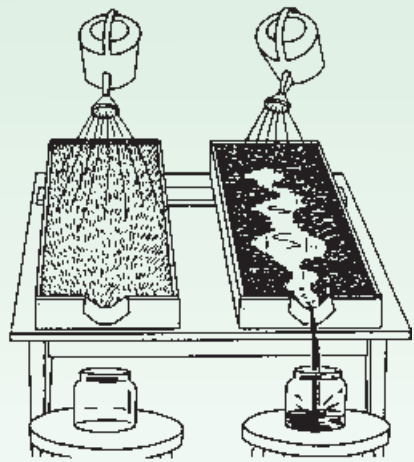
وسایل لازم : دو آبپاش، دو شیشه نسبتاً بزرگ، یک میز، دو عدد چهارپایه،دو جعبه چوبی یا فلزی به ابعاد ۱۰×۴۰×۳۰ سانتی‌متر که بتواند آب را در خود نگهدارد.

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

۲ــ 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).

۳ــ جعبه و سایر وسایل را برابر شکل ۶ــ۵ مستقر سازید و با قرار دادن تکه چوبی در زیر یک طرف جعبه‌ها به آن‌ها حالت شیبدار بدهید.

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



شکل ۶ــ۵

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

ــ آب خروجی کدام جعبه زلال‌تر است. چرا ؟

ــ آب از کدام جعبه کندتر خارج می‌شود. چرا ؟

ــ در کدام ظرف آب کمتری جمع می‌شود. چرا ؟

۲ــ روش‌های کنترل عوامل انتقال دهندهٔ 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 به‌صورت 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 جوّی به‌صورت رگبارهای شدید نازل می‌شود به منظور از بین بردن شیب، زمین را به‌صورت 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 (شکل۷ــ۵).

Legume hedgerow on terraces.

شکل ۷ــ۵ــ تراس‌بندی

ب) ایجاد بانکت : به‌منظور 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 حالی‌که در بانکت بندی جریان آب کاملاً متوقف نمی‌شود. بانکت‌ها را با دست و یا با تراکتور احداث می‌کنند (شکل ۸ــ۵).

شکل ۸ــ۵

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 ۹ــ۵).

شکل ۹ــ۵ــ سدهای خشکه چین با تور سیمی در آبراهه‌ها

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

❑کار شمارهٔ ۳

مشاهده اثرات احداث بانکت

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

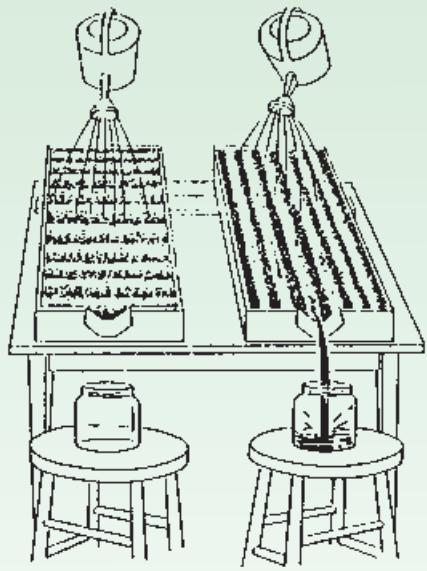
۱ــ مقداری خاک با شرایط مساوی و از یک محل تهیه کنید و در جعبه‌ها بریزید.

۲ــ تکه‌چوبی در یک‌طرف و در زیر جعبه قرار دهید تا جعبه و خاک به‌حالت شیبدار درآید.

۳ــ سطح خاک را صاف کنید و بعد از آن با نوک انگشت یا مداد مطابق شکل زیر دریکی از جعبه‌ها شیارهای طولی و در دیگری شیارهای عرضی به موازات هم ایجاد کنید.

۴ــ با آبپاش‌ها و از ارتفاع معین بر روی خاک‌های داخل هر دو جعبه آب بریزید (شکل ۱۰ــ۵).

۵ــ مشاهدات خود را دقیقاً یادداشت کنید.



شکل ۱۰ــ۵

۶ــ به سؤالات زیر پاسخ دهید :

a ــ در کدام جعبه فرسایش کمتری مشاهده می‌شود ؟

b ــ از کدام جعبه آب کمتری خارج می‌شود ؟

c ــ آیا بهتر نیست در نواحی شیبدار شخم در امتداد خطوط تراز(عمود بر جهت شیب) زده شود ؟ چرا ؟

❐کار شمارهٔ ۴

مشاهده خاک فرسایش یافته در خندق‌ها

۱ــ خندق یا آبراهه‌ای را انتخاب کنید (بهتر است در فصل پاییز و قبل از آغاز بارندگی‌های سالانه آزمایش انجام شود).

۲ــ 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 جداشده و تجمع ذرات تشکیل می‌شود.

خسارات فرسایش بادی

۱ــ 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 معلّق در هوا گیاهان یک منطقه را زیر پوشش خود قرار می‌دهند.

۲ــ 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. همان طور 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 :

۱ــ کاهش سرعت باد در نزدیکی خاک به‌وسیله ایجاد برآمدگی‌ها در سطح زمین.

۲ــ جلوگیری از حرکت ذرات با ایجاد پوشش گیاهی و سایر مالچ‌ها.

۳ــ کاهش سرعت باد با احداث بادشکن.

۴ــ 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 به‌منظور کاهش سرعت باد، ایجاد می‌شوند. بادشکن زنده از یک یا چند ردیف درخت که به‌طور عمود برجهت باد کاشته می‌شوند، تشکیل می‌شود. در صورتی که شرایط محیط اجازه رشد گیاهان را ندهد یا زمین‌ها و مزارع کوچک باشد و یا احتیاج به‌موانع 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 باد شکن‌ها 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 مناطقی 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 اره، کاه، برگ گیاهان، کود حیوانی، لایه‌های لاستیکی و ترکیباتی حاصل از نفت از انواع مالچ‌ها به‌حساب 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 به‌طور مختصر توضیح داده می‌شود.

مالچ‌های نفتی از فرآورده‌های سنگین نفت است که ابتدا به‌صورت امولسیون در می‌آید، آن‌گاه با وسایل مخصوص بر روی زمین مورد نظر پاشیده می‌شود. پخش فرآورده‌های سنگین نفت به‌صورت 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

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

بخش دوم

آب

فصل ششم

آب و منابع آن

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

۱ــ ساختمان مولکولی آب را توضیح دهد.

۲ــ خواص فیزیکی آب را بیان کند.

۳ــ خواص شیمیایی آب را بیان کند.

۴ــ گردش آب در طبیعت را تشریح کند.

۵ــ آب‌های سطحی را توصیف کند.

۶ــ جریان موقت و دائم آب راتعریف کند.

۷ــ آب‌های زیرزمینی را توصیف کند.

۸ــ منشأ و منابع آب‌های زیرزمینی را بیان کند.

۹ــ چشمه را تعریف کند.

۱۰ــ قنات را تعریف کند.

۱۱ــ چاه را تعریف کرده و انواع آن‌را نام ببرد.

۱۲ــ 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.

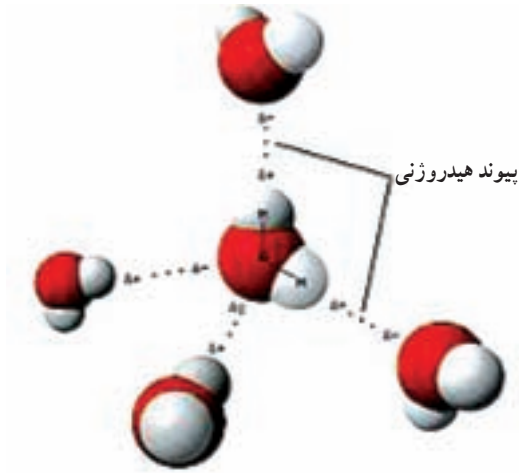
آب در زندگی بشر در مواردی از قبیل آشامیدن، کشاورزی، دامپروری، تولید نیرو و مصارف صنعتی و شهری کاربرد وسیعی دارد.

علیرغم فراوانی آب در سطح جهان، آب قابل مصرف در اکثر کشورها و به‌خصوص 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 به‌حساب 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.

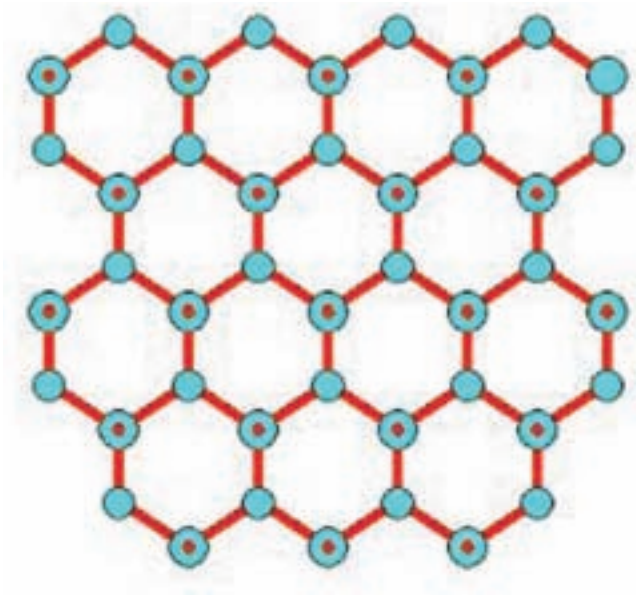
مولکول آب و خواص آن

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 ۱ــ۶).



شکل ۱ــ۶ــ 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 به‌یکدیگر متصل‌اند دانست. این ساختمان در بلورهای یخ به‌صورت کامل وجود دارد. به این ترتیب که هر مولکول به‌وسیله پیوند هیدروژنی به چهار مولکول مجاور متصل می‌شود و یک ساختمان نسبتاً باز شش‌وجهی را به‌وجود می‌آورد (شکل ۲ــ۶).



شکل ۲ــ۶ــ ساختار یخ

وجود پیوند هیدروژنی در آب عامل مهمّی 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 ۱۰۰° سانتی‌گراد به جوش می‌آید و در صفر درجهٔ 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 به‌خوبی حل کند. در ضمن اگر آب را سرد کنیم حجم آن به‌تدریج کاهش می‌یابد و در ۴° سانتی‌گراد به‌حداقل می‌رسد آنگاه مجدداً شروع به افزایش می‌کند تا یخ ببندد. در موقع یخ‌بستن حجم آن به طور ناگهانی زیاد می‌شود و پس از آن مانند سایر مواد براثر سردکردن متوالی کاهش حجم پیدا می‌کند. پیوندهای هیدروژنی به‌علت ضعیف‌بودن مرتباً شکسته و مجدداً تشکیل می‌شوند به این دلیل آب در دمای معمولی مایع است. تمام مواردی که ذکر گردید فقط به‌علت وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن می‌باشد.

جدول ۱ــ۶ فراوانی پیوند هیدروژنی درنتیجه 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 ۱ــ۶ــ اثر درجه حرارت در فراوانی پیوند هیدروژن و در حالت‌های مختلف آب

درجه حرارت ــ °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[1] 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 به‌حالت بخار تبدیل می‌شود.

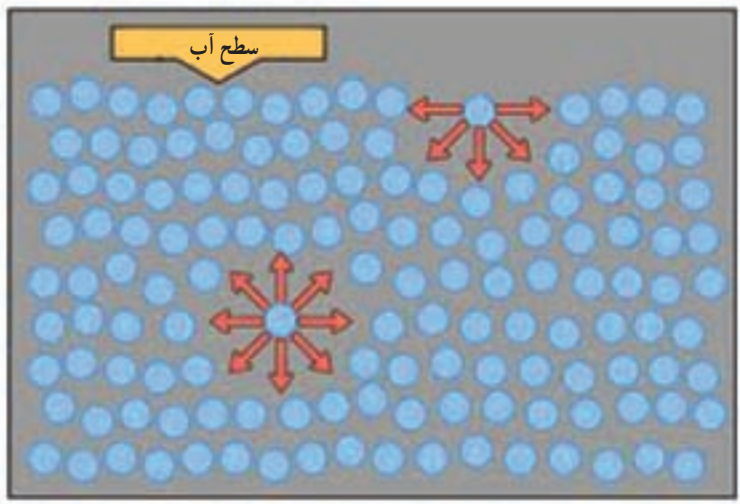
نقطه جوش آب خالص در شرایط متعارفی ۱۰۰° سانتی‌گراد است و وجود ناخالصی و املاح نقطه جوش را افزایش می‌دهد.

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 به‌صورت 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 به‌وجودآمدن نیرویی می‌شود که کشش سطحی نامیده می‌شود (شکل ۳ــ۶).

بالابودن کشش سطحی آب فعالیت موئینگی را ممکن می‌سازد. موئینگی یکی از عوامل مؤثر در بالارفتن آب در لوله‌های آوندی گیاهان است.

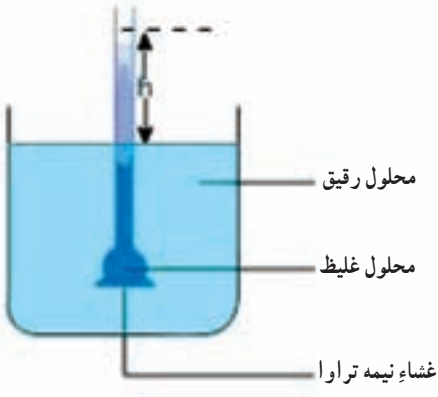
۱ــ فشار یک اتمسفر و آب خالص



شکل ۳ــ۶ــ کشش سطحی به‌دلیل آنکه اتصال مولکول‌های آب به یکدیگر شدیدتر از اتصال آن با مولکول‌های هوا است 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 پردهٔ نیمه‌تراوا را به‌عهده دارد. به‌مقدار فشاری که باید به محلول وارد کرد تا از ورود آب خالص به آن جلوگیری کند فشار اسمزی می‌گویند (شکل ۴ــ۶).

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



شکل ۴ــ۶ــ خاصیت اسمزی در مولکول‌های آب

افزایش دما باعث کاهش لزوجت و فشار باعث ازدیاد آن می‌شود. یکی از دلایل بالابودن 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 مهمّی 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 غیرمحلول : یکی از خواص شیمیایی مهمّ آب خاصیت حلالیت زیاد این ماده می‌باشد. اغلب موادی که در خاک است در آب حل می‌شود. به عمل پراکنده‌شدن یکنواخت 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.

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

۲ــ 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 غیرمحلول‌اند که از آن‌جمله می‌توان به نفت اشاره نمود. این مواد دارای مولکول‌های غیرقطبی هستند و در آب حل نمی‌شوند.

گردش آب در طبیعت[1]

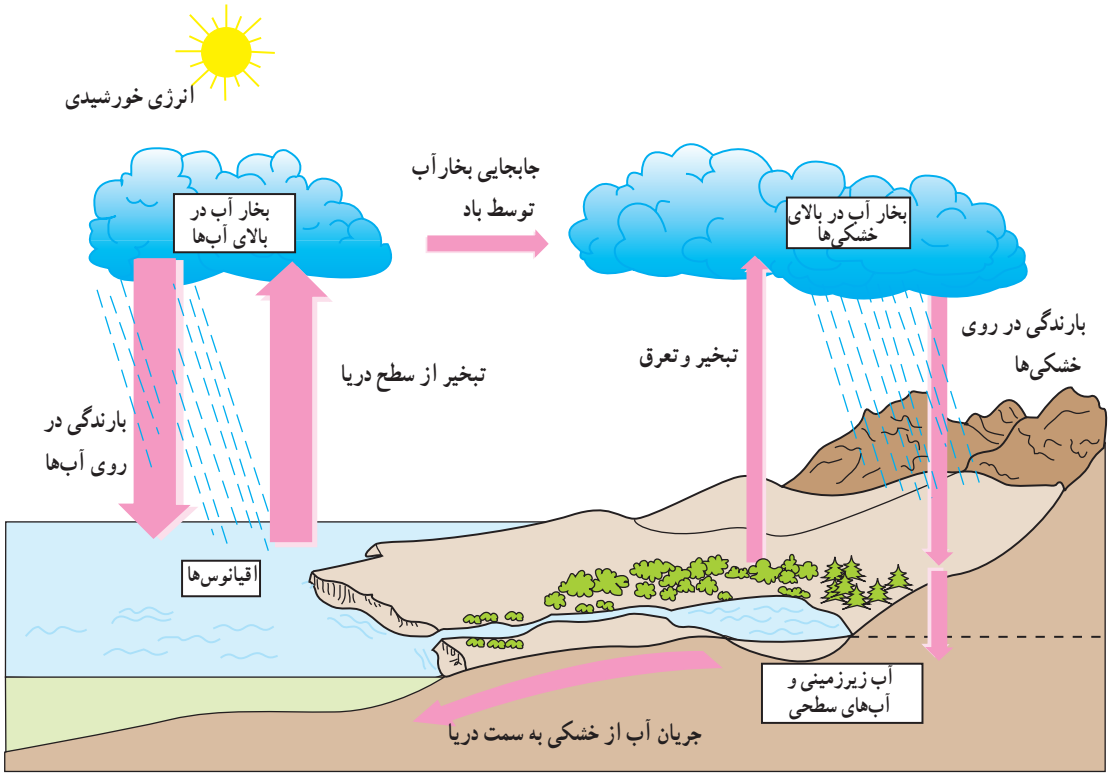
آب فعّال‌ترین مواد موجود در روی زمین به‌حساب می‌آید که به‌صورت مایع قسمت اعظم سطح زمین را می‌پوشاند. مقداری از آن به‌صورت یخ در قطبین و نقاط مرتفع زمین متمرکز است و مقداری هم به‌صورت بخار در آتمسفر[2] می‌باشد. به‌طورکلّی به مجموعهٔ آب‌های موجود در کرهٔ زمین هیدروسفر[3] گویند.

۱ــ The Hydrologic cycle

۲ــ Atomosphere

۳ــ Hydrosphere

چرخهٔ 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 ۵ــ۶) منشأ اغلب آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوّی بوده که از آتمسفر به‌صورت برف و باران باریده است.



شکل ۵ــ۶ ــ چرخهٔ آب در طبیعت

۲۲ تا ۳۰ درصد از تمام ریزش‌های جوّی سطح کرهٔ 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 تعرّق توسط گیاهان به جوّ برمی‌گردد.

بحث کنید : انرژی تابشی خورشید در چرخهٔ آب چه نقشی دارد؟

بیلان آبی : با توجه به شکل(۵ــ۶) چرخهٔ 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 کلّی زیر نشان داد :

$$P=ET+I+R$$

P = کلّ ریزش‌های جوّی [1]

ET = کلّ تبخیر و تعرّق [2]

I = نفوذ سطحی [3]

R = کلّ آب جاری [4]

منابع و ذخائر آب

منابع آب را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم‌بندی کرد :

۱ــ نزولات آسمانی (باران، برف و تگرگ)

۲ــ آب‌های دیگر آتمسفر (مه و شبنم)

۳ــ آب‌های جاری (سیلاب و رودخانه‌ها)

۴ــ آب‌های زیرزمینی (چشمه، چاه و قنات)

آب‌های سطحی

منظور از آب‌های سطحی، آب نهرها، رودخانه‌ها، سیلاب‌ها و ... می‌باشد که به‌طرق 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 ذخیرهٔ برف، اغلب تا شروع بارندگی سال بعد وجود دارد. میزان آب رودها پس از پایان بارندگی به‌تدریج کاهش می‌یابد و در پایان ماه‌های گرم سال به‌حداقل می‌رسد. این رودخانه‌ها منابع آب قابل اطمینانی برای توسعهٔ کشاورزی می‌باشند.

۱ــ Precipitation

۲ــ Evapotranspiration

۳ــ Infilteration

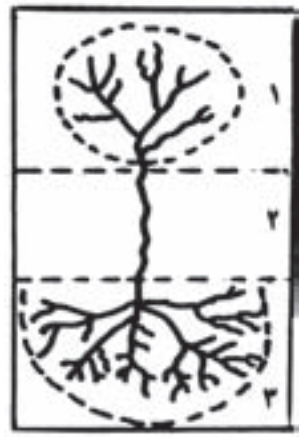
۴ــ Run – off

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 به‌نام سد کرد. امروزه از موتور پمپ‌ها نیز به‌مقدار 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 سراشیب‌ها، با سرعت موجب جریان یافتن سیلاب‌ها می‌شود. جریان‌های موقت ممکن است رودخانه‌های اصلی را به‌وجود 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 ازمسیر 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 به‌ترتیب وزن ته‌نشین کرده و تشکیل مخروط‌افکنه را می‌دهند. درنتیجهٔ کاسته‌شدن سرعت آب چنین رودخانه‌ها، امکان نفوذ آب در درون رسوبات زیرین وجود دارد (شکل ۶ــ۶).



شکل ۶ــ۶ــ 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 قنوات، شهرها و روستاهای بسیار به‌وجود آورند.

منشأ آب‌های زیرزمینی

۱ــ با توجه به شکل ۵ــ۶ چرخهٔ آب در طبیعت، منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوّی است. زیرا مقداری از آب باران و برف به درون زمین راه می‌یابد.

۲ــ بعضی از آب‌های زیرزمینی نیز از سردشدن بخار آب ماگما پدید می‌آیند. این‌گونه آب‌ها در نواحی آتشفشانی زیادند.

۳ــ 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 ایستابی[۱] موسوم است. سطح ایستابی کمابیش شکل سطح زمین را به خود می‌گیرد و برحسب زمان فاصله آن تا سطح زمین متغیر می‌باشد. در زیر این سطح، تمام فضاهای موجود در سنگ‌ها پر از آب است. به همین سبب، این منطقه را منطقهٔ اشباع[۲] می‌نامند. در بالای سطح ایستابی منطقه دیگری وجود دارد که تا سطح زمین ادامه می‌یابد. در این منطقه فضای موجود بین ذرات خاک و سنگ قسمتی به‌وسیلهٔ هوا و قسمتی توسط آب پر شده است. نام این منطقه، منطقهٔ غیراشباع[۳] است (شکل ۷ــ۶).

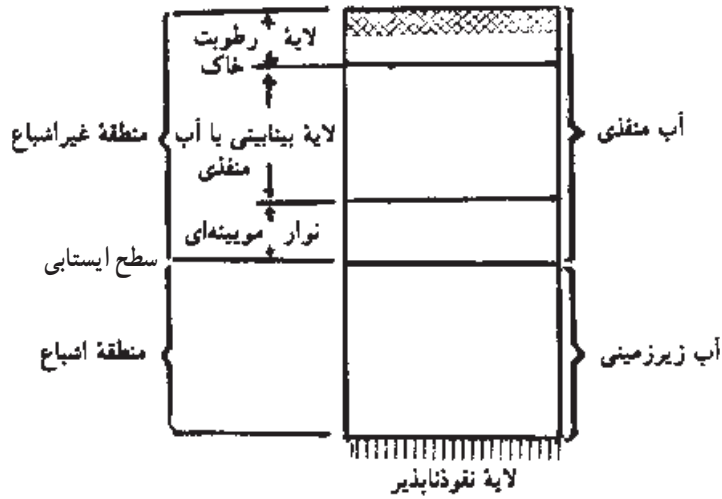
چشمه[۴] : زمانی که آب زیرزمینی به‌طور طبیعی به سطح زمین برسد و جریانی کم و بیش مداوم

۱ــ Water table

۲ــ Zone of saturation

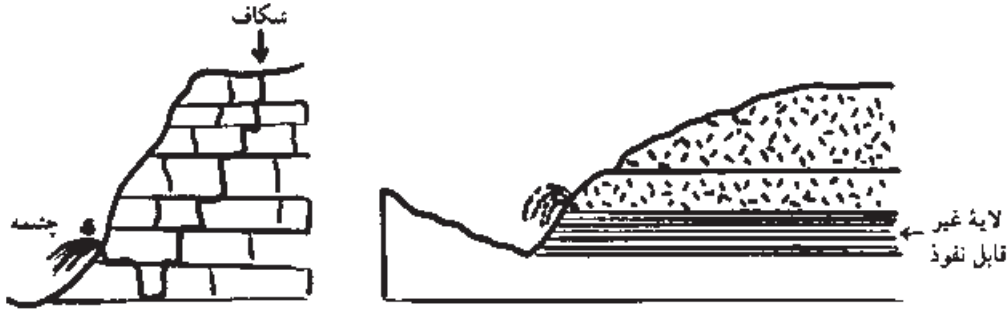
۳ــ Zone of aeration

۴ــ Spring



شکل ۷ــ۶ــ لایه‌بندی خاک از نظر رطوبت

داشته باشد، تشکیل چشمه را می‌دهد. برخی از چشمه‌ها در دامنهٔ کوه‌ها و تپه‌ها، یعنی جایی که سطح ایستابی، سطح زمین را قطع می‌کند ظاهر می‌شوند. شکل ۸ــ۶ خروج آب در برخی از چشمه‌ها به‌صورت طبیعی یا نیروی زیاد را نشان می‌دهد.



ب ــ چشمهٔ شکافی

الف ــ چشمه در امتداد سطح لایه‌ای

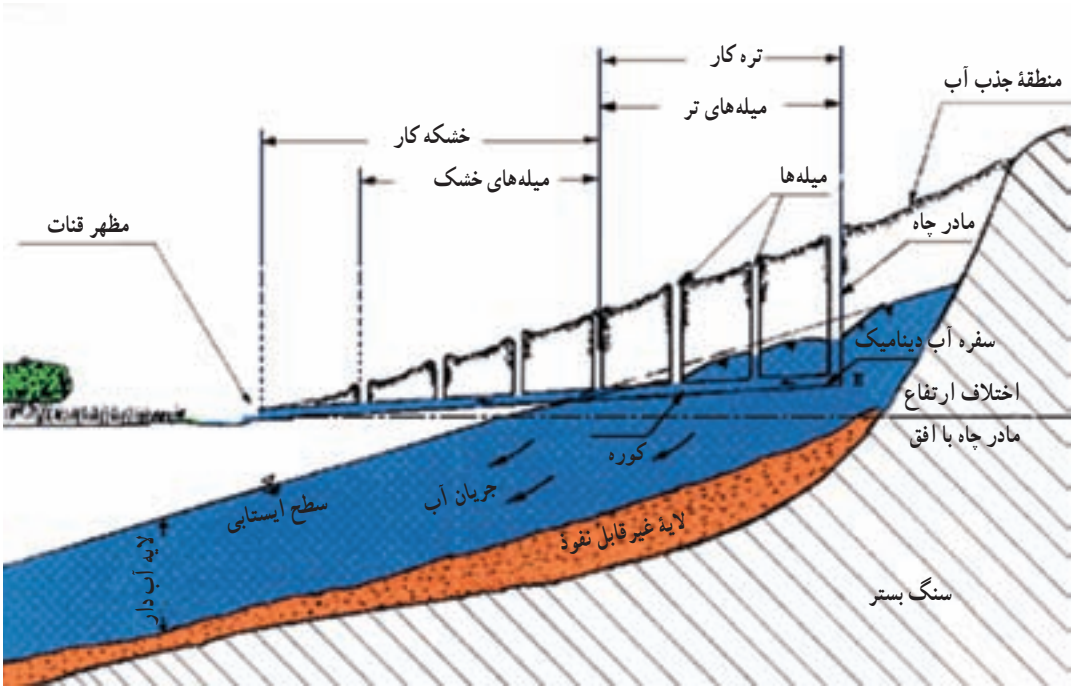
شکل ۸ــ۶

چشمه‌های گرم معدنی یا چشمه‌های گرمابی حاوی آبی که دراثر 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 دی‌اکسیدکربن 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 به‌کار 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 کم‌عمق به‌ویژه 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 به‌طور مدام آبدهی خواهد داشت. (شکل ۹ــ۶)



شکل ۹ــ۶ــ مقطع طولی یک سیستم قنات

شناخت قنات

۱ــ به اولین چاه حفرشده به داخل لایهٔ آبدار مادر چاه اطلاق می‌گردد.
۲ــ محلی را که آب از دهانهٔ قنات خارج می‌شود مظهر قنات می‌نامند.

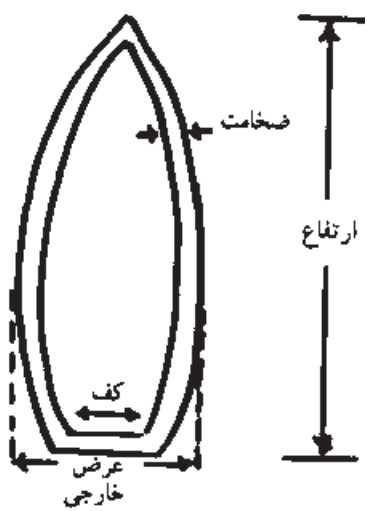
۳ــ چاه‌های بین مادر چاه و مظهر قنات که جهت تسهیل در حفر کوره و لایروبی قنات ایجاد می‌شوند را «میله یا چاه‌های تخلیه و تنفّس» گویند.

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

۵ــ کول : برای جلوگیری از ریزش کوره از حلقه‌های سیمانی یا گلی (کول) که در (شکل ۱۰ــ۶) نشان داده شده است استفاده می‌شود.

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

۷ــ 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 نهرهای آب از روی حریم باید به‌اندازهٔ ۱۲ متر از آن در محدودهٔ حریم با مصالح ساختمانی پوشش داده شود.



شکل ۱۰ــ۶ــ کول

چاه‌ها[1] : چاه‌ها سوراخ‌هایی هستند که تا زیر سطح ایستابی حفر می‌گردند. اگر این سطح، به‌سطح 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.

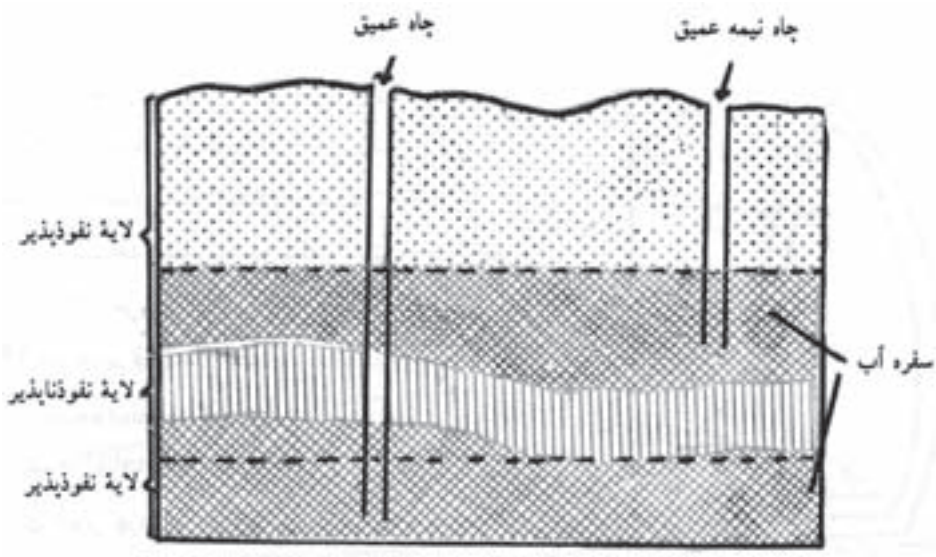
چاه‌های نیمه عمیق : در یک منطقه گاه ممکن است لایه‌های مختلفی از آب زیرزمینی وجود داشته باشد که روی یکدیگر قرار گرفته و به‌وسیلهٔ لایه‌های نفوذناپذیر از هم جدا شده باشند، چنانچه ضمن حفاری در یک منطقه که لایه‌های آب متفاوتی دارد چاه فقط به لایه اول برسد این چاه را چاه نیمه‌عمیق گویند.

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 به‌منظور جلوگیری از ریزش لوله‌گذاری می‌شود (شکل ۱۱ــ۶).

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

۱ــ wells

در چاه‌ها (چه سطحی و چه عمیق)، معمولاً پس از برداشت، سطح آب به نقطه‌ای پایین‌تر از سطح ایستابی 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 ۱۱ــ۶).



شکل ۱۱ــ۶ــ چاه عمیق و نیمه‌عمیق

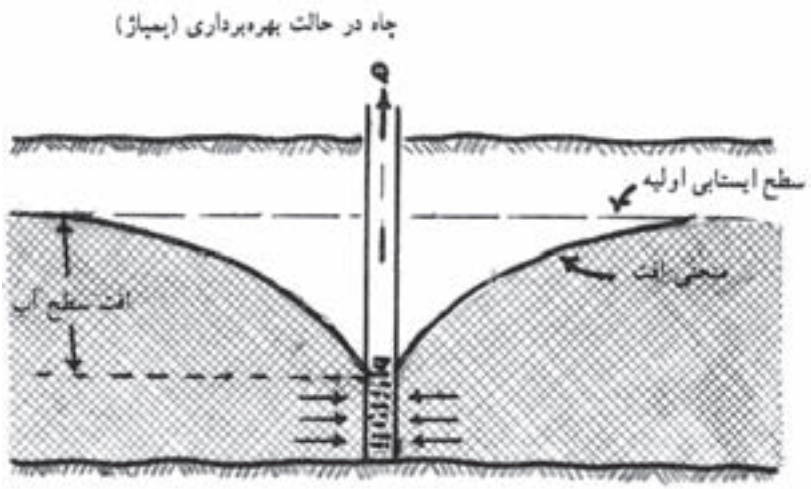
چاه‌های آرتزین[۱] : نام این چاه‌ها ازناحیهٔ آرتزیا[۲] نام قبلی استان آرتویز[۳] فرانسه که در آوریل سال ۱۲۲۶ اولین چاه حفرشده در این منطقه شروع به فوران نمود اقتباس گردیده است.

چنانچه آب زیرزمینی بین دو لایهٔ غیرقابل نفوذ قرار گیرد و منطقهٔ تغذیه آب در ارتفاعات بلند واقع شده باشد این آب تحت فشار قرار می‌گیرد. اگر در چنین محل‌هایی چاه حفر شود، به هر صورت سطح ایستابی آب زیرزمینی بالاتر از سطح چاه بوده و آب به‌صورت فوران از چاه خارج می‌شود که به آن چاه آرتزین می‌گویند (شکل ۱۳ــ۶).

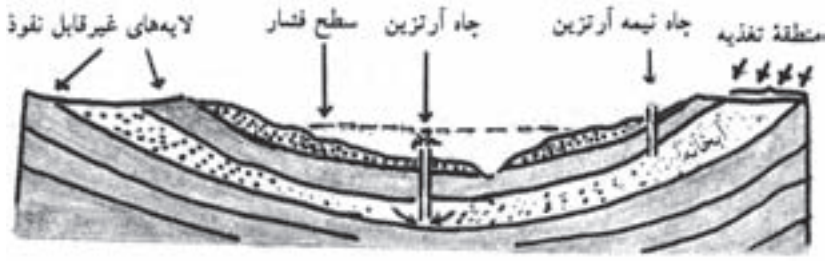
۱ــ Artesian

۲ــ Artesia

۳ــ Artois



شکل ۱۲ــ۶ــ افت سطح آب به پایین‌تر از سطح ایستابی اولیه



شکل ۱۳ــ۶ــ چاه آرتزین و نیمه‌آرتزین

ارزشیابی

۱ــ پیوند هیدروژنی چه خواصی را در آب به‌وجود می‌آورد؟

۲ــ علت انحلال مواد در آب را توضیح دهید.

۳ــ چرا آب در هنگام انجماد ازدیاد حجم پیدا می‌کند؟

۴ــ با اضافه‌کردن مقداری نمک به آب خالص نقطه انجماد آب چه تغییری پیدا می‌کند؟ و علت آن چیست؟

۵ــ یک لیتر آب خالص در موقع انجماد ۹۰ سانتی‌مترمکعب افزایش حجم پیدا کرده است وزن مخصوص یخ را حساب کنید.

۶ــ 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.

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

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

۹ــ 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 کلّ جهان برابر ۸۶۰ میلی‌متر باشد میزان متوسط بارندگی سالانه در کشور ما حدود چند میلی‌متر است؟

۱۰ــ به وضعیت چاه‌های شکل (۱۴ــ۶) توجه کنید :

چاه شمارهٔ ۱ در حال پمپاژ است، وضعیت آب چاه‌های شمارهٔ ۲ و ۳ را بیان کنید.

چه عاملی سبب تفاوت سطح ایستابی در چاه‌های شمارهٔ ۲ و ۳ گردیده است؟

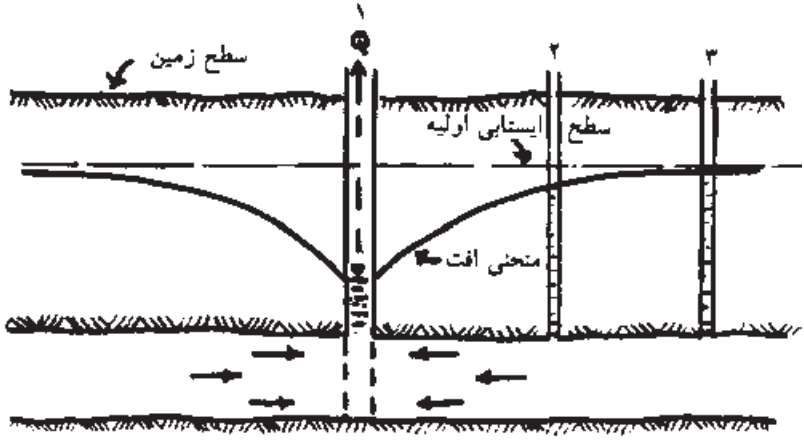
۱۱ــ طول بخش تره‌کار یک قنات ۱۰۰۰ متر و طول خشکه‌کار آن ۳۰۰۰ متر است.

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 ۱۴ــ۶

فصل هفتم

هیدرولیک

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

۱ــ اهمیت اندازه‌گیری جریان آب را توضیح دهد.

۲ــ دبی جریان آب را تعریف کند.

۳ــ دبی جریان آب را به روش وزنی اندازه‌گیری کند.

۴ــ دبی جریان آب را به‌روش حجمی اندازه‌گیری کند.

۵ــ سرعت جریان آب را با جسم شناور در نهر اندازه‌گیری کند.

۶ــ در کانال‌های طبیعی و دست‌ساز سطح مقطع جریان را تعیین کند.

۷ــ با تعیین سرعت جریان و سطح مقطع جریان آب در کانال، دبی را محاسبه کند.

۸ــ بازده آبیاری را توضیح دهد.

۹ــ تأسیسات آبیاری در انتقال آب را توضیح دهد.

۱۰ــ پمپ‌های سانتریفوژ را توضیح دهد.

۱۱ــ پمپ‌های شناور را توضیح دهد.

۱۲ــ 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 :

۱ــ کمبود آب و لذا مصرف محاسبه شده بادیدگاه صرفه‌جویی در مصرف و جلوگیری از تلفات.

۲ــ اطمینان از دریافت آب کافی توسط گیاهان.

بنابراین برای کنترل میزان آب مصرفی واجرای آبیاری صحیح، لازم است مقدار آبی راکه از منبع اصلی وارد کانال‌ها وبالاخره وارد واحدهای زراعی می‌شود اندازه‌گیری کرد.

هریک ازروش‌های اندازه‌گیری دبی آب دارای محاسن و معایب خود بوده وهرکدام در شرایط معیّنی به‌کار می‌روند.

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

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

۲ــ روش‌هایی که در آن‌ها سرعت جریان آب اندازه‌گیری شده وبعد بامحاسبه سطح مقطع جریان دبی را به‌دست می آورند.

تعریف دبی جریان

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

در گذشته واحدهای مختلف محلی برای اندازه‌گیری جریان آب در ایران وجود داشت که در بعضی نقاط هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد که متداول‌ترین آن‌ها سنگ است. هر سنگ آب معادل۱۴لیتر در ثانیه است.

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

روش‌های اندازه‌گیری دبی جریان آب

در این روش‌ها با به‌کارگیری ابزار و وسایل مخصوص، دبی را براساس فرمول‌ها و اندازه‌گیری‌های ساده به‌دست می‌آورند :

❐کار شمارهٔ 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 ومدت زمانی راکه طول می‌کشد ظرف از آب پرشود (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 درثانیه

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=۱۴kg

P_2=۳۴kg

t=۱۰۰s

γ = ۱kg/l

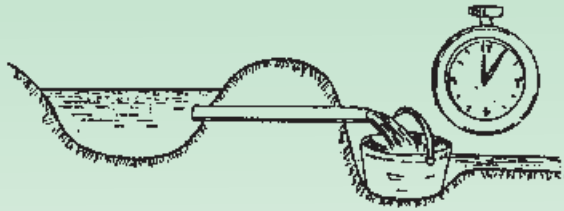
حل :

لیتر در ثانیه :

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{t \times \gamma} = \frac{۳۴ - ۱۴}{۱۰۰ \times ۱} = \frac{۲۰}{۱۰۰} = \frac{۱}{۵}(l/s)$$

❐کار شمارهٔ 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 ۱ــ۷ــ 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 وزمان لازم برای پرشدن ظرف را با زمان‌سنج اندازه می‌گیریم، دبی جریان از فرمول زیر به‌دست می‌آید :

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

Q = دبی بر حسب لیتر در ثانیه

v =حجم ظرف بر حسب لیتر

t = زمان پرشدن ظرف بر حسب ثانیه

مثال : اگرحجم ظرفی ۲ متر مکعب باشد و این ظرف در مدّت ۵۰ ثانیه از طریق جریان یک لوله آب پرشود، دبی جریان این لوله را برحسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

حل : لیتر در ثانیه

$Q = \frac{v}{t} = \frac{۲ \times ۱۰۰۰}{۵۰} = \frac{۲۰۰۰}{۵۰} = ۴۰ (l/s)$ $Q = \frac{v}{t}$

اندازه گیری 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 به‌دست 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 سانتی‌مترمربع یا مترمربع

واضح است که برای تعیین Q باید سرعت متوسط آب در کانال وسطح مقطع جریان آب در کانال را تعیین کرد. در مطالب بعدی نحوه اندازه‌گیری دو عامل مذکور را شرح می‌دهیم.

❐کار شمارهٔ ۳

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

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

V= سرعت

L = مسافت

t = زمان

سرعت آب در کانال‌ها را می‌توان با روش‌های مختلف اندازه گرفت که انتخاب روش معین به شرایط محلی و دقّت 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، کرونومتر و متر

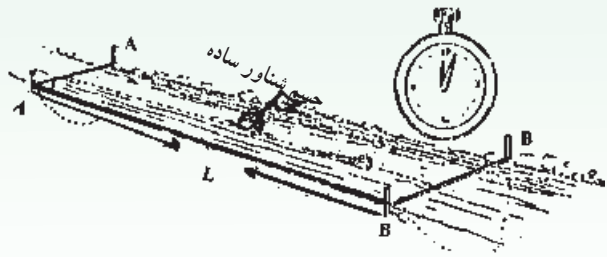
شرح آزمایش : برای تعیین سرعت آب در این روش که ساده‌ترین و معمولی‌ترین روش اندازه‌گیری است دو نقطه را در مسیر آب به‌طول ۲۰ الی ۳۰ متر که نسبتاً مستقیم و عاری از علف وگیاهان آبی باشد انتخاب کرده و جسمی را که حتّی‌المقدور اثر باد در آن کمتر باشد (مثل یک بطری که تا نصف از آب پر شده) در ابتدای مسیر انتخاب شده (نقطه A) انداخته و فاصله زمانی را که جسم شناور به انتهای مسیر (نقطه B) برسد باکرونومتر اندازه می‌گیریم. اگر فاصله زمانی لازم t وفاصله بین دو نقطه (B و A) برابر با L باشد سرعت سطحی آب از فرمول زیر به‌دست می‌آید (شکل ۲ــ۷).

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

L = مسافت (m) متر

t = زمان(s) ثانیه

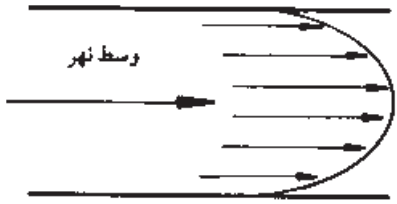
V= سرعت (m/s) متر در ثانیه



شکل ۲ــ۷ــ اندازه‌گیری سرعت آب با جسم شناور ساده

باید توجه کرد که سرعت جریان آب (شکل ۳ـ۷) 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 وکمترین آن در عمق نزدیک به کف کانال است. (شکل ۴ـ۷)



شکل ۳ـ۷ـ تغییرات سرعت در مقطع نهر (برش افقی)

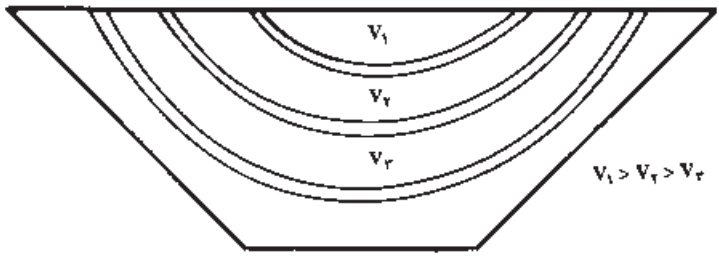
لذا برای محاسبه سرعت، سرعت متوسط را اندازه‌گیری می‌کنند. $V_m=KV$

مقدار K به عمق آب بستگی دارد وحدوداً ۰/۸ در نظر می‌گیرند.

V_m = سرعت متوسط

V = سرعت سطحی

K = ضریب



شکل ۴ـ۷ـتغییرات سرعت در مقطع عرضی کانال

مسأله : اگر فاصله دو نقطه AوB در مسیر نهر آب ۳۰ متر باشد و این فاصله را جسم شناور ساده در فاصله زمانی ۱۵ ثانیه طی کند سرعت متوسط جریان آب را برحسب متر در ثانیه حساب کنید.

حل :

$V=\frac{L}{t}=\frac{۳۰}{۱۵}=۲(m/s)$ متر در ثانیه

$V_m=۰/۸\times V=۰/۸\times ۲=۱/۶$ (m/s) 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 (ذوزنقه‌ای، مستطیل، نیم‌دایره، مثلثی) باشد از قواعد هندسی استفاده می‌شود. در مواردی که سطح مقطع نهر شکل هندسی غیرمنظم داشته باشد در این صورت از طریق محاسبهٔ عمق متوسط و حاصلضرب آن در عرض جریان آب، سطح مقطع جریان را به‌دست می‌آوریم.

شکل ۵ــ۷ــ مقایسه کانال‌های با سطح مقطع هندسی و غیر هندسی

❐کار شمارهٔ ۴

اندازه‌گیری عمق متوسط آب در کانال‌های طبیعی با سطح مقطع غیرهندسی

وسایل لازم : خط‌کش

شرح آزمایش : مقطعی از یک آب گذر را که جریان نسبتاً ملایمی داشته انتخاب می‌کنیم. خط‌کش را در کف نهر قرار داده به‌طوری 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 ۶ــ۷).

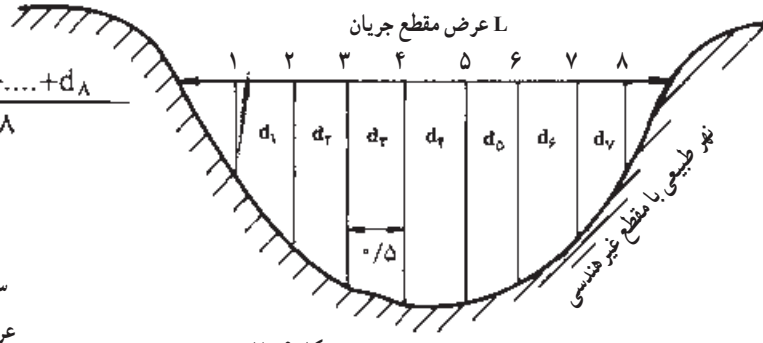
$$d_m = \frac{d_1 + d_2 + \ldots + d_8}{8}$$

$$S = d_m \times L$$

d_m = عمق متوسط

S = سطح مقطع جریان

L = عرض مقطع جریان



شکل ۶ــ۷

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 وپایین بردن‌کابل به داخل آب با دست یا به کمک چرخ وقتی که وزنه به کف رودخانه برخورد کرد، مقدارطولی 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.

سرعت متوسط آب $V_m=۲۰ cm/s$

عمق متوسط جریان آب $d_m= ۴۰ cm$

عرض کانال $L = ۸۰ cm$

حل :

$Q=S\times V$

مساحت سطح مقطع جریان $S = d_m\times L=۴۰\times۸۰=۳۲۰۰ cm^۲$

سانتی‌متر مکعب در ثانیه $Q =۳۲۰۰\times۲۰=۶۴۰۰۰ cm^۳/s$

دبی لیتر بر ثانیه $Q = ۶۴۰۰۰\div ۱۰۰۰=۶۴ l/s$

بازده[۱] 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

۱ـ Randman

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 :

۱ــ بازده انتقال، ۲ــ بازده توزیع، ۳ــ بازده ذخیره در منطقه توسعه ریشه، ۴ــ بازده کل که حاصل‌ضرب همهٔ این بازده‌ها است.

بنا به تعریف بازده، انتقال مقدار آب رسیده به محل مصرف، تقسیم برمقدار 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 ۱ــ۷ــ نحوهٔ کاهش تلفات انتقال در کانال‌ها

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

اندازه‌گیری بازده آبیاری : همیشه منبع آب آبیاری و مزرعه (محل مصرف) در یک محل واقع نشده‌اند. دراین صورت باید آب را از فاصله‌ای دور به مزرعه منتقل کرد. در این عمل کمیّت وکیفیّت آب دستخوش تغییراتی می‌شود که حادترین حالت آن زمانی است که کانال خاکی از زمین‌هایی با کیفیت خاک نامطلوب یا بافت سبک عبور کند. با اندازه‌گیری آب در محل انشعاب ازمنبع آب آبیاری (چاه ــ چشمه ــ قنات ــ 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

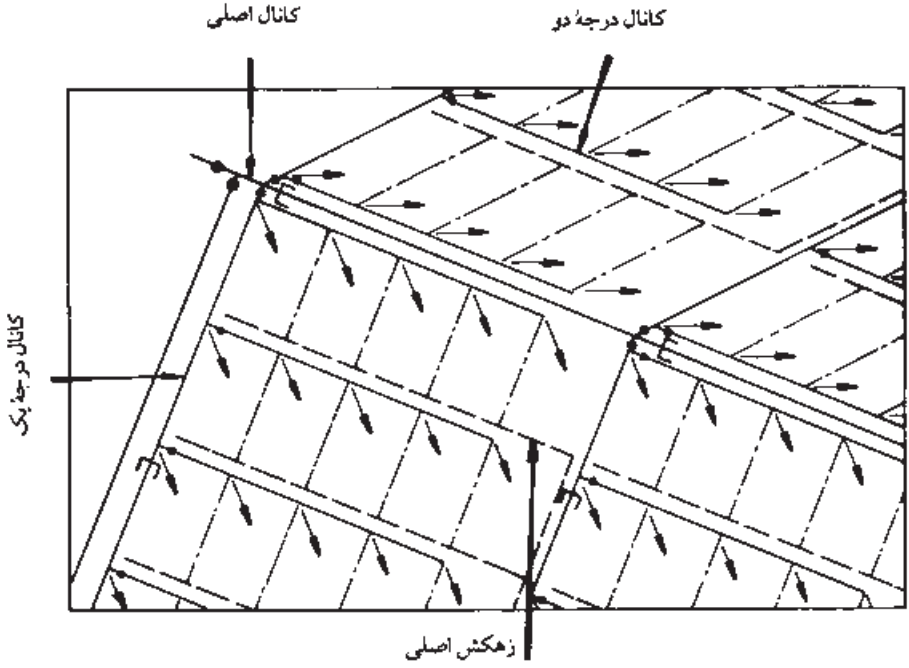
اراضی تحت آبیاری غالباً از منابع تأمین‌کننده آب فاصله زیادی دارند. معمولاً آبی که از رودخانه‌های طبیعی و مخازن سطحی به‌دست می‌آید نسبت به آبی که از مخازن زیرزمینی بیرون کشیده می‌شود مسافت بیشتری را می‌پیماید. طول کانال‌های اصلی هدایت آب در پروژه‌های آبیاری بین یک

تا ۱۵۰ کیلومتر یا بیشتر است. در این مسیر آب از زمین‌های مختلف با شرایط متفاوت عبور می‌کند که برای کنترل وتوزیع 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 ۲ــ۷ــ انواع آبراهه‌ها و وظایف هرکدام

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 ۷ــ۷ــ 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 ازمصالح 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 این‌کار عبارتنداز :

ــ کم کردن تلفات آب ناشی از نشت و تبخیر.

ــ عدم رویش علف‌های هرز.

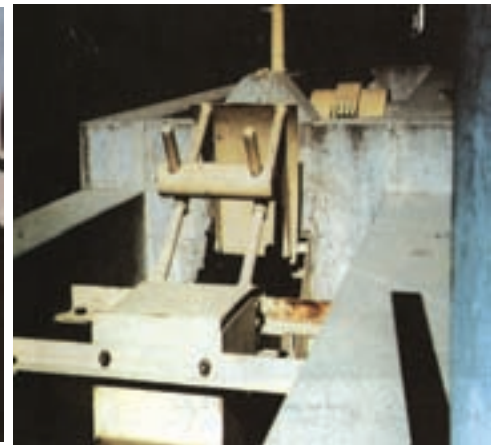
ــ کنترل بهتر برنحوهٔ توزیع آب.

ــ اشغال زمین کمتر در سیستم آبیاری.

ــ جنبه‌های بهداشتی و کیفیت آب.

تأسیسات کنترل آب

دریچه تنظیم : دریچه‌ای است که درمسیر جریان آب قرار می‌گیرد و مقدار عبور آب از آن، در حد دلخواه تنظیم می‌شود. (شکل۸ــ۷ و ۹ــ ۷)



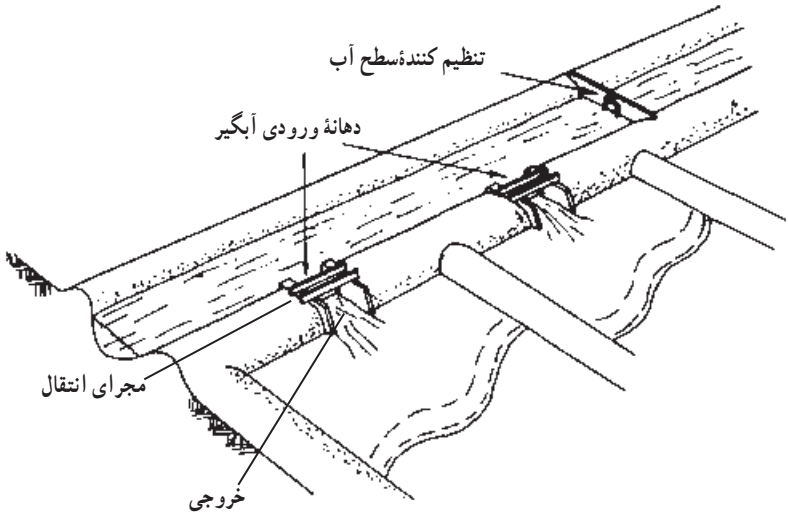
شکل ۸ ــ۷ــ دریچه قطاعی و اتوماتیک

شکل ۹ــ۷ــ دریچه نیرپیک

مقسّم‌ها : برای تقسیم آب کانال به دو یا چند بخش معیّن به‌طوری که هر کدام از قسمت‌ها حجم معینی ازجریان آب کانال را شامل شوند، از ساختمان‌هایی به نام مقسّم (شکل ۱۰ــ۷) استفاده می‌شود.

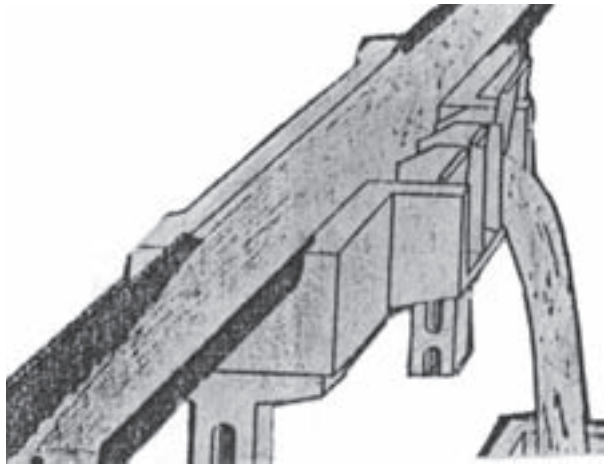
شکل ۱۰ــ۷ــ مقسم سه قسمتی

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.



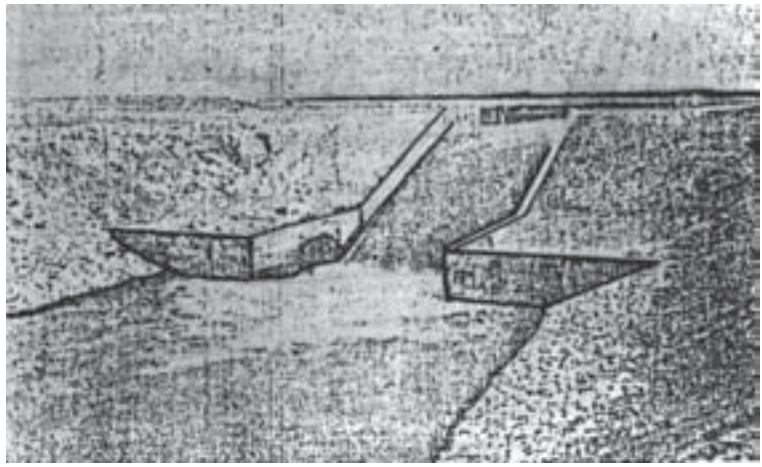
شکل ۱۱ــ۷

فلوم‌ها : برای عبور آب از روی گودال‌ها و یا درّه‌های تنگ و نیز به‌منظور هدایت آب برای آبیاری در امتداد دامنه تپه‌های شیبدار از فلوم‌های چوبی، فلزی و یا ترکیبی از چوب و فلز استفاده می‌شود (شکل۱۲ــ۷).



شکل ۱۲ــ۷ــ فلوم

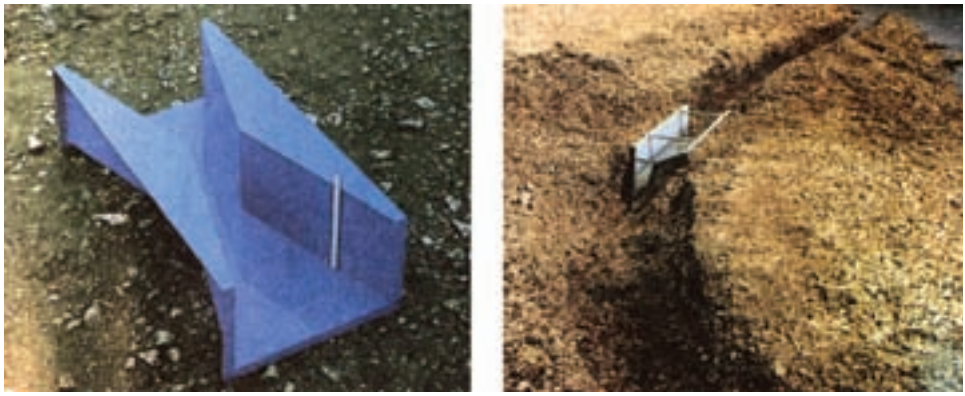
شیب‌شکن : جایی که شیب زمین زیاد است و براثر سرعت بیش از حد آب، امکان فرسایش کف و دیواره‌های کانال وجود دارد از شیب شکن استفاده می‌شود (شکل ۱۳ــ۷).



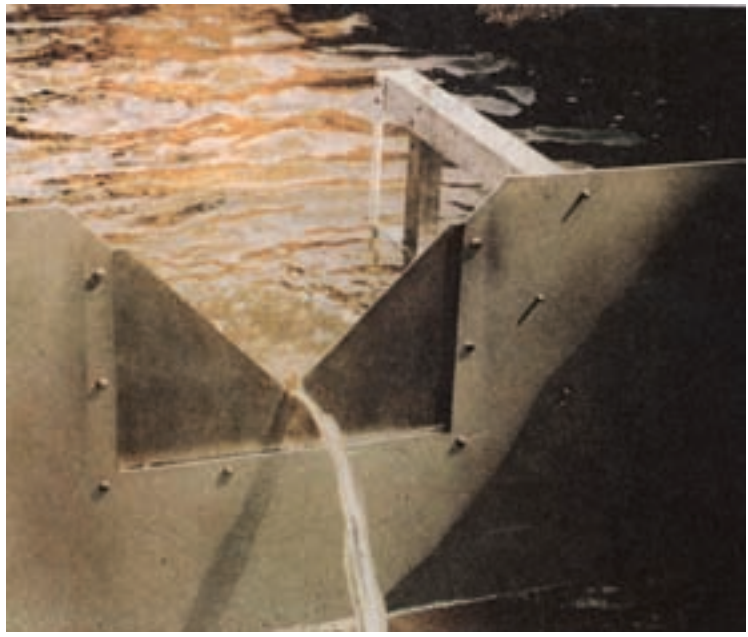
شکل ۱۳ــ۷ــ شیب شکن

سیفون معکوس : از سیفون‌های معکوس به‌منظور انتقال آب، از زیر جاده، رودخانه، نهرزه‌کش 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 ۱۴ــ۷ و ۱۵ــ۷).



شکل ۱۴ــ۷ــ پارشال فلوم



شکل ۱۵ــ۷ــ 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 جریان‌دادن 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 وچه از نظر وسیله انتقال انرژی به آب دارای انواع متعددی است و برای منظورهای متفاوتی ساخته شده‌اند که ذیلاً به آن اشاره می‌شود.

۱ــ 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.

۲ــ خارج‌کردن آب‌های غیر قابل استفاده :زهکشی و پمپاژ آب از باتلاق‌ها و معادن توسط پمپ‌ها صورت می‌گیرد.

۳ــ به گردش در آوردن مایعات :به‌حرکت درآوردن محلول غذایی در گلخانه‌های آبکشت و همچنین به گردش درآوردن آب به‌منظور گرم کردن و یا خنک کردن توسط پمپ‌ها امکان‌پذیر است.

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

تعریف پمپ

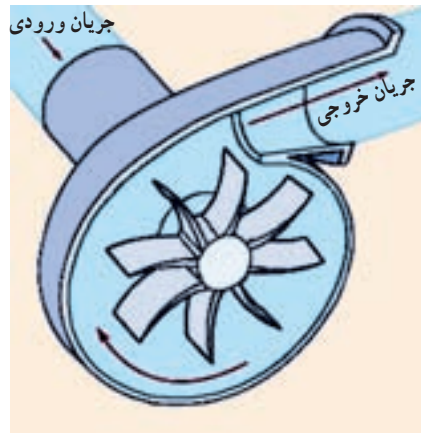
پمپ دستگاهی است که می‌تواند انرژی مکانیکی را از یک منبع انرژی دریافت و به مایعی که در داخل آن جریان دارد منتقل کند. انتخاب صحیح یک پمپ به منظور آبیاری اراضی یکی از دقیق‌ترین کارهای کشاورز است و بیشتر کشاورزان با پمپ‌ها آشنایی نداشته و باید از متخصصین کمک بگیرند.

پمپ‌های سانتریفوژ

کلیات و اهمیت : اصول کار این پمپ‌ها براساس استفاده از نیروی گریز از مرکز پایه‌گذاری شده است. هرجسمی 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 ازمحور 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 واز 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 پرّه آن به حرکت دورانی خود ادامه دهد، مراحل فوق‌الذکر نیز تکرارمی‌شوند. قطعه دواری که در داخل پمپ‌های گریز از مرکز قرار دارد،پرّه (پروانه) نامیده می‌شود. پرّه مذکوردر 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 ۱۶ــ۷

شکل ۱۷ــ۷ــ پمپ یک تکه

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

۱ــ 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.

۲ــ 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 به‌طور 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 می یابد.

شکل ۱۸ــ۷

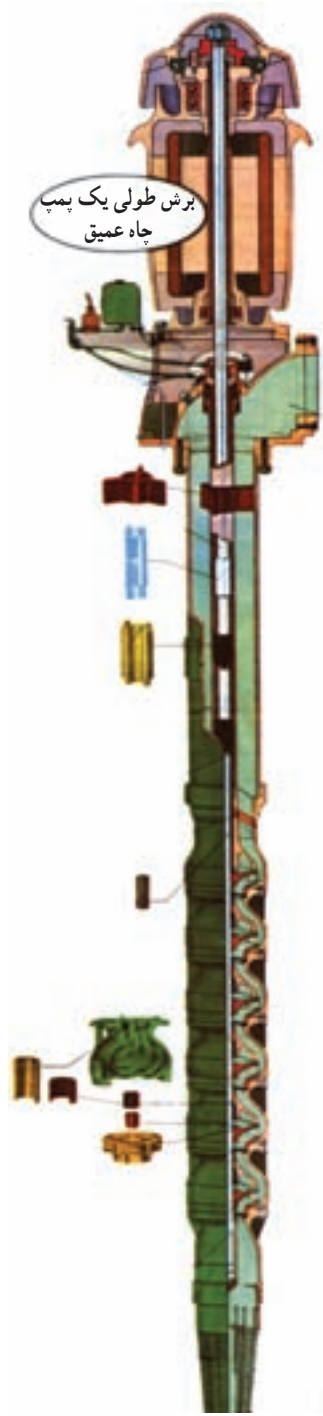
کاربرد پمپ‌های سانتریفوژ : به‌منظور کاربرد صحیح پمپ‌های گریز از مرکز ابتدا باید دانست از یک پمپ به‌خصوص در کجا استفاده می‌شود یا به‌عبارت دیگر چه نوع پمپی برای کار مورد نظر مناسب است.

پمپ‌های چاه عمیق (پمپ توربینی)

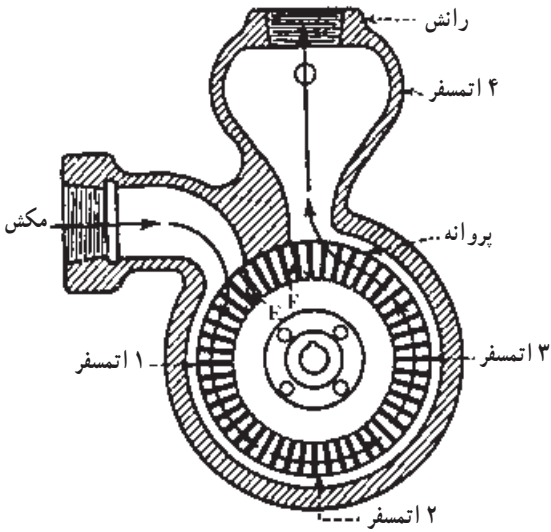
این پمپ‌ها عموماً از نوع توربینی قائم و چند طبقه هستند. موتور محرک این پمپ‌ها ممکن است الکتروموتور، موتور دیزلی، بنزینی و یا توربین بخار باشد. شافت انتقال بین موتور و پمپ معمولاً یکی از دو نوع زیر است :

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

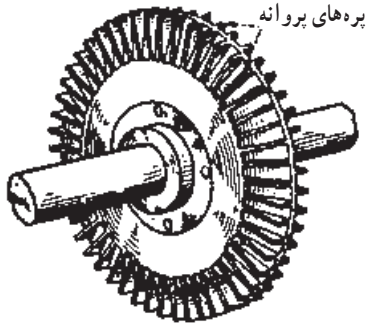
نوع دوم شافت در داخل لولهٔ پر از روغنی به نام غلاف جای می‌گیرد و بدین ترتیب خنک‌کاری آن با روغن انجام می‌شود. در واسطهٔ انتقال شافت وغلافی همیشه اندکی روغن وارد آب چاه می‌شود. بدین دلیل در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی، از شافت بدون غلاف استفاده می‌شود. (شکل ۱۹ــ۷)



شکل ۱۹ــ۷ــ الف ــ پمپ توربینی چند طبقه عمودی



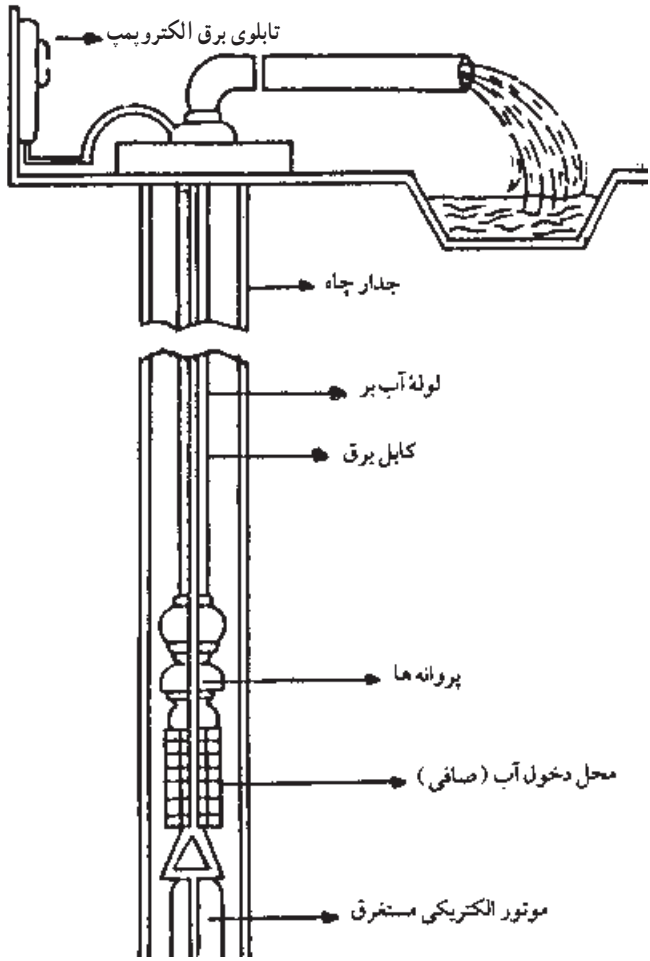
شکل ۱۹ــ۷ــ ب



شکل ۱۹ــ۷ــ ج

پمپ شناور

در این طرح پمپ چند طبقهٔ توربینی قائم مستقیماً روی یک موتورالکتریکی به قطر کم سوار شده و در زیر آب قرارمی‌گیرد. وزن موتور و پمپ از طریق لولهٔ رانش به فونداسیون دهنه چاه منتقل می‌شود و گاهی به‌منظور اطمینان بیشتر به‌وسیله سیم بکسل مهار می‌شود. به موازات لولهٔ رانش یک لولهٔروغن روانکاری و یک کابل انتقال برق تا موتور امتداد پیدا می‌کند. موتورهای مورد استفاده در این پمپ‌ها معمولاً طوری طراحی می‌شود که به اندازهٔ عمر پمپ بتواند بدون مراقبت کار کنند، زیرا در صورت خراب شدن باید ازچاه بیرون کشیده شوند و این کار هزینه و مشکلات زیادی در بر دارد. یکی از معایب پمپ‌های شناور نیز همین امر است. (شکل ۲۰ــ۷)



شکل ۲۰ــ۷ــ 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 می کنیم. (جدول۳ــ۷)

جدول ۳ــ۷ــ اندازه تقریبی ظرفیت و بازده پمپ‌های موجود

اندازهٔ 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 ۱/۲	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

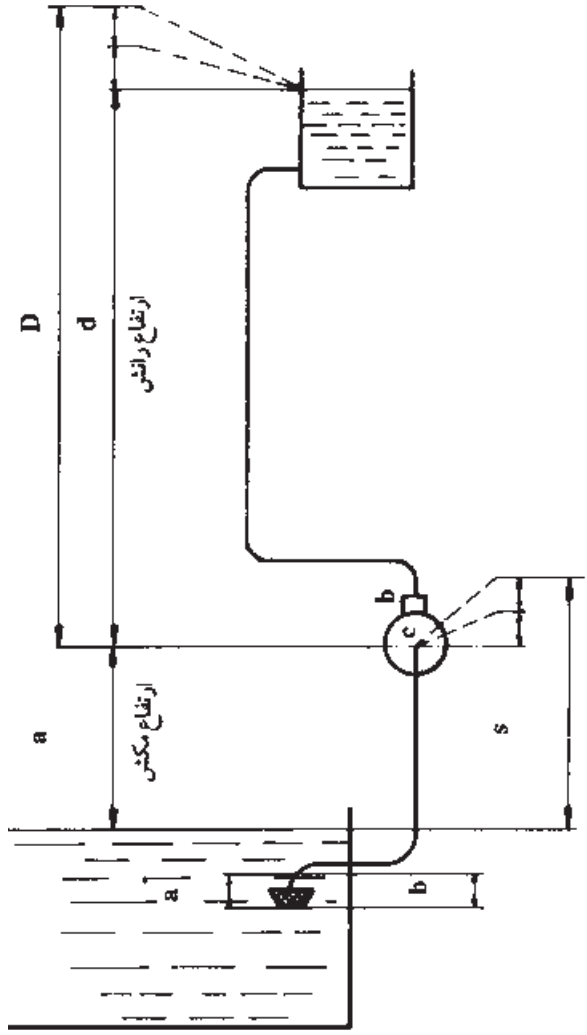
در رابطه با ارتفاع یک پمپ سه نوع از آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ارتفاع مکش : عبارت است از طول قائم بین خط محور پمپ و سطح آب. درعمل 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 ۲۱ــ۷).

بزرگترین عمقی که پمپ قادر به مکش آب است، بستگی به فشار هوای محیط، اتلافات اصطکاک در لولهٔ 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 به‌دست 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. به‌علاوه سرعتی که آب در لوله به‌خود می‌گیرد، دارای مقداری انرژی است. همچنین در زانوها و شیرها مقداری انرژی تلف می‌شود. بعد از آشنایی با مفاهیم فوق بدیهی است وقتی



شکل ۲۱ــ۷ــ 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 برحسب 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.

ارزشیابی

۱ــ دبی جریان آب را تعریف کنید.

۲ــ از واحدهای سنتی موجود در منطقه (برای اندازه‌گیری دبی آب) چند نمونه را نام ببرید.

۳ــ روش‌های اندازه‌گیری جریان آب را نام ببرید.

۴ــ دبی جریان آبی را که از لولهٔ شیر آب در آزمایشگاه جاری است به روش حجمی تعیین کنید.

۵ــ سرعت آب را با استفاده از جسم شناور ساده و در کانال‌های منطقه اندازه گیری نمایید.

۶ــ در یک آب‌گذر طبیعی با مقطع غیرهندسی از طریق محاسبهٔ عمق متوسط سطح مقطع جریان آب را تعیین کنید.

۷ــ اهمیت اندازه‌گیری دبی آب را بیان کنید.

۸ ــ اصول کار و ساختمان یک پمپ سانتریفوژ را توضیح دهید.

۹ــ چرا برای آبدهی زیاد، پمپ چند طبقه استفاده می‌شود؟

۱۰ــ چرا نمی‌توان از پمپ‌های توربینی نوع شافت و غلافی در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی استفاده کرد؟

۱۱ــ یکی از معایب پمپ‌های شناور را توضیح دهید.

فصل هشتم

رابطه آب و خاک

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

۱ــ نفوذپذیری خاک را به روش استوانه مضاعف تعیین کند.

۲ــ عوامل مؤثر در نگهداری آب در خاک را بشناسد.

۳ــ حد ظرفیت زراعی خاک را تعیین کند.

۴ــ حد پژمردگی دائم را تعیین کند.

۵ــ 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 سانتی‌متر 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 استفادهٔ گیاه در خاک ذخیره شود. یکی از هدف‌های آبیاری، ذخیرهٔ آب در درون خاک است، لذا نحوهٔ ورود آب به داخل خاک ونیز سرعت این کار بسیارحائز اهمیت است. نفوذپذیری به‌ضخامت لایه آب بالای خاک، مقدار و اندازهٔ روزنه‌های خاک، مقدار رطوبت اولیه خاک،

۱ــInfilteration

پوشش گیاهی و شیب زمین بستگی دارد.

در ابتدا که خاک خشک است آب به‌سرعت نفوذ می‌کند. ولی پس از ۳۰ ــ ۲۰ دقیقه فضای موجود در خاک با آب پر شده و نفوذ کاهش می‌یابد. بعد از یک تا دو ساعت سرعت آب به‌مقدار 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 به طور یکنواخت و مناسب توزیع کرد.

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

نوع خاک	نفوذ دایمی (میلی‌متر در ساعت)
شن	۳۰
لوم شنی	۳۰ــ۲۰
لوم سیلتی	۲۰ــ۱۰
لوم رسی	۱۰ــ۵
رس	۵ــ۱

اندازه‌گیری نفوذ پذیری خاک به روش استوانه مضاعف

عمق آب قابل نفوذ به خاک در زمان معیّن (سرعت نفوذ) به کمک دو استوانه متحدالمرکز اندازه‌گیری می‌شود. این استوانه‌ها فلزی و معمولاً قطر استوانه میانی بین ۳۵ــ۲۳ سانتی‌متر بوده و استوانه بیرونی باید دارای قطری حداقل ۳۰ سانتی‌متر بیشتر از استوانه میانی باشد. ارتفاع استوانه‌ها معمولاً ۴۰ سانتی‌متر است که ۱۵ــ 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. لبهٔ این استوانه‌ها مثل کارد تیز می‌شود تا به راحتی بتوان آن‌ها را با حداقل به هم خوردگی خاک به داخل آن فرو برد. (شکل ۱ــ ۸)

شکل ۱ــ۸ــ نحوهٔ 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.

آزمایش ۱ :

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

روش کار :

۱ــ 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)

۲ــ استوانه میانی را بر روی سطح خاک قرار داده و در پوش را بر روی آن گذاشته و با چکش به در پوش ضربه وارد کنید تا به طور قائم (حدود ۱۵سانتی‌متر) در داخل خاک فرو رود.

۳ــ استوانه خارجی را نیز به همین ترتیب نصب کنید.

۴ــ 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.

۵ــ یک تکه پارچه یا نایلون در ته استوانه میانی قرار دهید. (به منظور به هم نخوردن سطح خاک) و تا حدود ۱۲ــ ۱۰ سانتی‌متر آب ریخته و نایلون را بردارید.

۶ــ به کمک خط‌کش عمق آب را اندازه‌گیری کرده و این کار را در زمان‌های مشخص تکرار کنید.

۷ــ وقتی حدود ۵ــ۲ سانتی‌متر آب به داخل خاک نفوذ کرد، در همین حدود به استوانه آب اضافه کنید. عمق آب را قبل و بعد از اضافه کردن آب اندازه‌گیری کنید.

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

۹ــ استوانه‌ها 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 می‌شود.

نیروی چسبندگی[1] (نیروی جاذب بین مولکول‌های آب و ذرات خاک) : ذرات و ترکیبات خاک در حالت خشک با داشتن خاصیت چسبندگی نسبتاً شدید، مولکول‌های دوقطبی آب را به‌طرف خود جذب و نگهداری می‌کنند. نتیجه این مکش ایجاد قشر نازکی از مولکول‌های آب بر روی عناصر، ترکیبات و ذرات خاک می‌باشد که شدت جذب آن در اولین قشر مولکولی آب خیلی زیاد است. لایه‌های بعدی مولکول‌های آب با شدت کمتری نگهداری شده و لایه‌های پس از آن شدت نگهداری کمتری دارند. این موضوع نشان می‌دهد آبی که در دورترین فاصله نسبت به سطح ذرات قرار دارد به‌آسانی از آن خارج می‌شود. به‌تدریج که خاک خشک می‌شود نیروی زیادتری لازم است تا آب را از ذرات و منافذ خاک خارج کند.

نیروی پیوستگی[2] (نیروی جاذب بین مولکولی) : نتیجه اثر این نیرو، کشش و جذب متقابل مولکولهای آب با یکدیگر می‌باشد. ذرات خاک تحت تأثیر دو نیروی ذکرشده، توسط مولکول‌های آب به هم مربوط می‌شوند به‌عبارت دیگر با ایجاد یک قشر آبی بر روی ذرات، آب وظیفه یک واسطه چسبنده را به عهده می‌گیرد.

۱ــ Adhesion

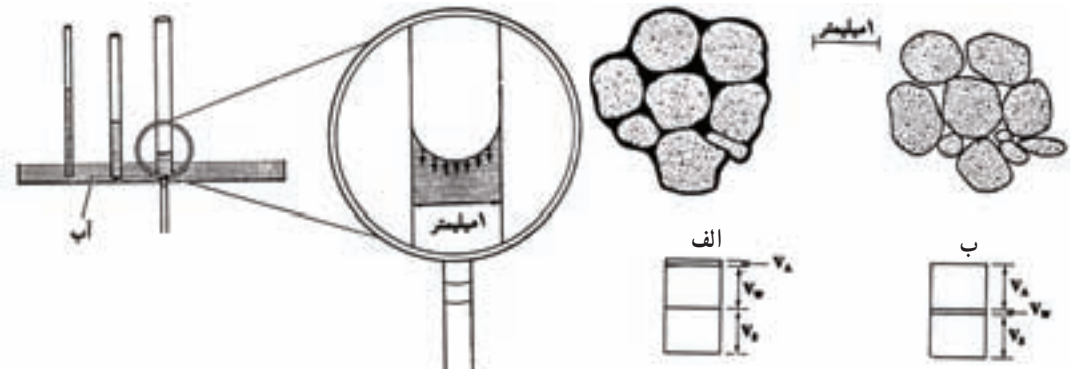
۲ــ Cohesion

صُور مختلف آب در خاک

آب در خاک به صورت‌های مختلف و تحت تأثیر نیروهای متفاوتی نگهداری می‌شود که به‌شرح زیر است :

آب آزاد : آبی است که بعد از هر آبیاری یا بارندگی روزنه‌های متوسط و درشت خاک را پرمی‌کند این آب تحت تأثیر نیروی کشش ذرات خاک و نیروی ثقلی زمین در خاک حرکت می‌کند حرکت آب آزاد در خاک‌های معمولی و با زهکش خوب به اندازه‌ای سریع است که برای ریشه گیاه سود کمی دارد ضمن اینکه مواد غذایی پس از محلول شدن همراه آب ازخاک خارج می‌شود. چنانچه این آب در خاک باقی بماند به‌علت کمبود اکسیژن برای ریشه گیاهان و موجودات زنده هوازی خاک مضر واقع می‌شود. به‌طورکلی وجود این نوع آب در خاک مطلوب نبوده و از راه منافذ بزرگ به‌سرعت از خاک خارج می‌شود. (شکل ۲ــ۸)

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 امّا همهٔ این آب قابل جذب گیاه نیست. روزنه‌های خاک مانند لوله‌های مویین عمل کرده و آب توسط نیروی مویینه‌ای 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 مویینه‌ای نگهداری می‌کند. (شکل ۳ــ۸)



شکل ۲ــ۸ ــ (الف) حالت اشباع هنگامی است که روزنه‌های خاک کاملاً از آب پر شده باشند. (ب) خاک خشک‌شده در آون در این مقیاس آب قابل ملاحظه‌ای ندارد. آب باقیمانده در این حالت به‌صورت پوششی نازک برروی ذره‌های خاک قرار دارد. در دو حالت مرطوب به تفاوت حجم هوا، آب و ماده‌های جامد توجه کنید.

شکل ۳ــ۸ــ در این شکل مویینگی نشان داده شده است. آب بیشترین ارتفاع را در باریکترین لوله‌ها می‌پیماید. سطح منحنی آب که در بخش بزرگ شده 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 غیرمایع داشته و فقط به‌صورت گاز حرکت می‌کند. به‌مقدار رطوبت خاک در این حالت ضریب هیگروسکوپیک و به‌مقدار آب باقی‌مانده در خاک آب هیگروسکوپیک می‌گویند. این نوع آب مشخصات زیر را دارد :

الف) بیشتر به‌وسیله مواد کلوییدی خاک جذب می‌شود.

ب) تقریباً حالت غیرمایع داشته و بیشتر به‌صورت گاز حرکت می‌کند.

ج) قابل استفاده گیاهان زراعی نیست. (شکل ۲ــ۸)

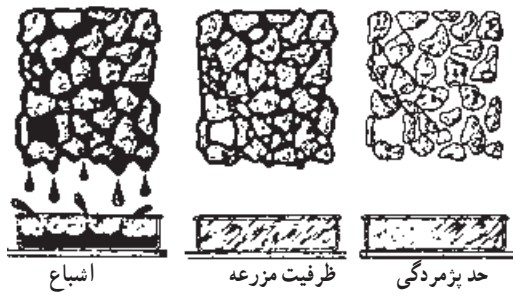
آب ترکیبی : آبی است که در ترکیب شیمیایی کانی‌های متبلور وجود دارد. مثلاً در کانی ژیپس (گچ) با فرمول شیمیایی ($CaSo_4,2H_2O$)

این نوع آب اولاً قابل استفاده گیاهان نبوده ثانیاً در حرارت بالاتر از ۵۰۰° سانتی‌گراد از کانی‌ها خارج می‌شود ثالثاً هیدروژن آن می‌تواند به‌وسیله فلزات دیگر جابه‌جا شود.

حدهای رطوبتی خاک : که میزان رطوبت آب در خاک را مشخص می‌کند عبارتند از :

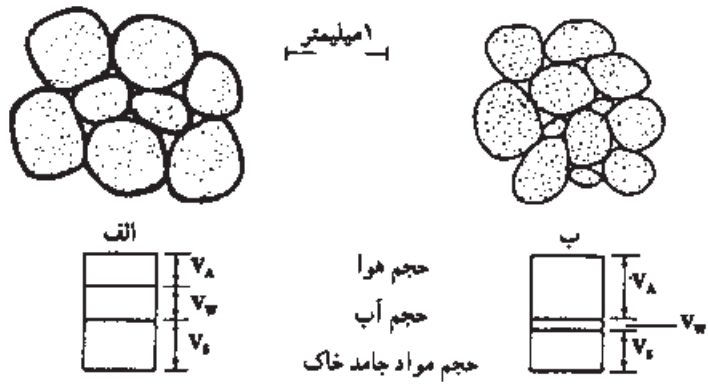
حد ظرفیت زراعی (Fc[1])

معمولاً یک تا سه روز پس از خیس‌شدن خاک به‌وسیله 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 حوزهٔ فعالیت ریشه‌ها خارج می‌شود.



شکل ۴ــ۸ ــ حدهای رطوبتی خاک

۱ــ Field Capacity



شکل ۵ــ۸ــ (الف) حد ظرفیت زراعی. روزنه‌های بزرگ از هوا پرشده اما بسیاری از روزنه‌های کوچک پر از محلول است. این وضعیت تقریباً ایده‌آل است. (ب) حد پژمردگی دائم. بیشتر روزنه‌ها خالی هستند آب باقی‌مانده به‌صورت 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 اتوو

روش کار

۱ــ کرت کوچکی به مساحت ۲/۵ متر مربع را چنان انتخاب کنید که نمونه‌ای از خاک مزرعه باشد.

۲ــ توجه کنید که سطح سفره آب زیرزمینی در عمق بیشتر از ۲ متر باشد.

۳ــ کرت انتخابی را از علف‌های هرز پاک کرده و سپس به آن آب اضافه کنید. (این آب باید بااستفاده از آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک محاسبه و خاک را اشباع کند.)

۴ــ ورقه پلاستیک سیاه رنگی را روی سطح کرت قرار دهید تا از تبخیر جلوگیری کند.

۵ــ 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.

۶ــ عمل نمونه برداری را ادامه دهید تازمانی که رطوبت خاک در روزهای متوالی تقریباً برابر شوند.

۷ــ منحنی تغییرات رطوبت روزانه را نسبت به زمان رسم کنید.

۸ــ 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 به‌صورت تبخیر وتعرق از سطح خاک مقدار آب خاک کاهش می‌یابد و آثار پژمردگی در برگ‌ها ظاهر می‌شود.

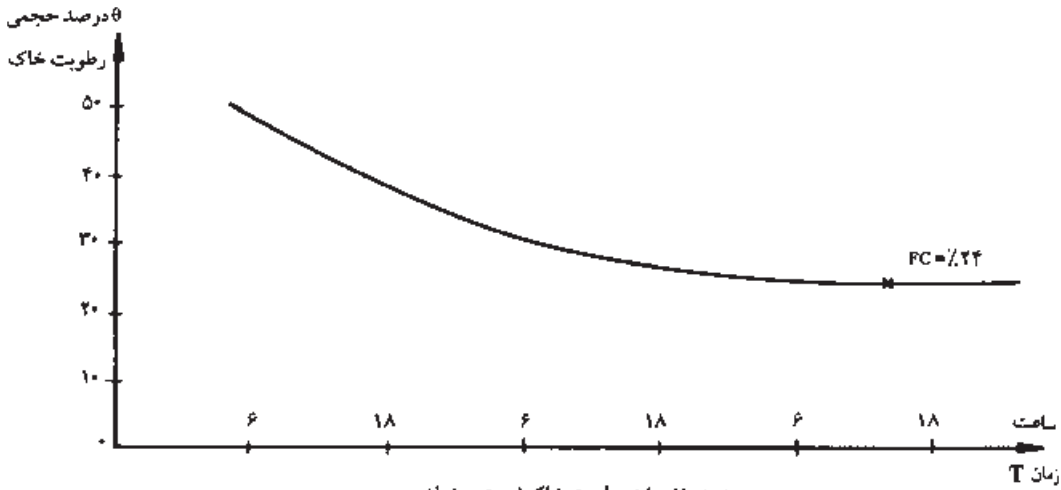
معمولاً در شرایطی که گیاه در روز پژمرده و در شب شاداب شود گیاه به حد پژمردگی موقت رسیده است.

در این شرایط اگر آبیاری انجام نگیرد گیاه در شب نیز شادابی خود را باز نیافته درنتیجه 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 : 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 ۲ــ۸ــ تغییرات رطوبت خاک

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



منحنی تغییرات رطوبت خاک نسبت به زمان

آزمایش ۳ :

مواد و لوازم مورد نیاز : پنج عدد گلدان دردار با ظرفیت ۶۰۰ گرم، بذر آفتابگردان، لوله شیشه‌ای به طول ۵ سانتی‌متر ، موم، قوطی نمونه برداری، ترازو، اتو، سرپوش پلی‌اتیلن سیاه رنگ، تشتک و مته.

روش کار

۱ــ در پنج عدد گلدان که کف آن‌ها منفذی برای خروج آب دارد، تقریباً ۵۰۰ گرم خاک خشک بریزید.

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

۳ــ بعد از جوانه زدن بوته‌ها را تنک کنید و فقط ۲ گیاهچه را نگه دارید.

۴ــ در گلدان را به‌نحوی قرار دهید که ۲ بوته باقی‌مانده از سوراخ‌های تعبیه شده روی در به‌طرف خارج رشد کنند.

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

۶ــ پس از مدت ۶ هفته بوته‌های گیاه تقریباً ۶ برگی 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.

۷ــ 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.

۸ــ 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.

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

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

۱۱ــ 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 به‌حالت 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 به‌طرف 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.

۱ــ 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 درنتیجه عامل نیروی ثقل اهمیت خود را از دست می‌دهد و در این صورت آب تحت نیروی کشش سطحی به‌صورت 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.

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

۳ــ 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 به‌صورت یون وارد ریشه شده و از راه آوندهای چوبی به همهٔ 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 شیرهٔ خام گفته می شود. عوامل مختلفی در جذب آب دخالت دارند که عبارتند از :

۱ــ 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.

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

۳ــ درجه چوب‌پنبه‌ای‌شدن غشاء ریشه : ریشه‌های مویینه جوان قدرت جذب بیشتری نسبت به ریشه‌های پیر و چوب‌پنبه‌ای‌شده دارند.

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

۵ــ 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 ۲۴° سانتی‌گراد و در شب ۱۸° سانتی‌گراد می‌باشد.

۶ــ تهویهٔ خاک : با کاهش جریان هوا در اطراف ریشه مقدار جذب به‌وسیله ریشهٔ گیاه کاهش یافته و در بعضی موارد سبب خفگی گیاه می شود. به‌طور کلی مقاومت گیاهان بسته به نوع گیاه در مقابل تهویه متفاوت است.

۷ــ 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 به‌شرح زیر است :

۱ــ حرکت یون‌های غذایی به‌سمت ریشه

۲ــ تراکم یون‌ها در سلول‌های ریشه

۳ــ حرکت شعاعی یون‌ها از سطح ریشه به‌داخل آوندهای چوبی

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

عوامل مؤثر در جذب املاح توسط ریشه : عبارتند از :

۱ــ نوع گیاه

۲ــ وسعت و عمق ریشه

۳ــ سوخت و ساز سلولی

۴ــ تنفس ریشه

۵ــ غلظت املاح موجود در خاک و نوع ترکیب آن‌ها

۶ــ تهویه خاک

۷ــ درجه حرارت خاک

۸ــ 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.

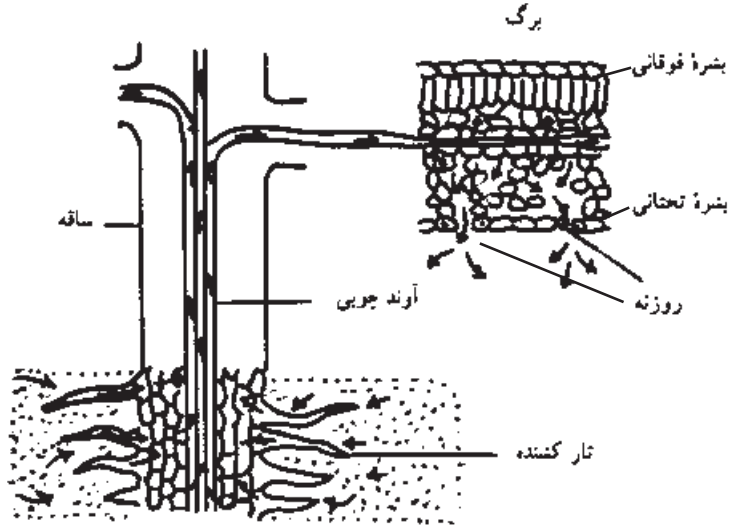
باید دانست که ریشه تنها اندام جذب‌کننده نبات نیست بلکه برگ‌ها و ساقه‌های جوان و جوانه‌ها نیز قادرند بعضی از ترکیبات معدنی را جذب نمایند.

تبخیر و تعرّق گیاهان

تبخیر[1] : فرآیند تبدیل آب مایع به بخار را تبخیر گویند. تبخیر ممکن است از سطوح آزاد آب و یا از سطح مرطوب خاک صورت گیرد.

تعرّق[2] : گیاهان، مقداری آب به‌صورت بخار، از راه روزنه‌های هوایی و بشرهٔ نازک برگ‌ها و جوانه‌ها و ساقه‌های جوان، دفع می‌کنند. این عمل، تعرّق 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 به‌صورت تعرّق از طریق روزنه‌های موجود در سطح برگ‌ها به اتمسفر برمی‌گردد. تعرّق، بیشتر از روزنهٔ هوایی و به‌مقدار کم، از سلول‌های سطحی برگ‌های دارای بشرهٔ نازک، صورت می‌گیرد (شکل ۶ــ۸).



شکل ۶ــ۸ــ نفوذ آب و تعرق

۱ــ Evaporation

۲ــ Transpiration

تبخیر و تعرّق[1] : مجموع مقدار آبی که در واحد سطح منطقه از راه تبخیر از سطح خاک و از راه تعرّق به‌وسیلهٔ گیاهان از دست می‌رود تبخیر و تعرّق نامیده می‌شود. در ارزیابی میزان آب و خاک، برای تأمین رشد گیاه، لازم است که هم تبخیر و هم و تعرّق را مورد محاسبه قرار دهیم.

عوامل مؤثر در تبخیر و تعرّق

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

۱ــ عوامل درونی (شرایط گیاه) شامل :

الف) شکل برگ‌ها ب) طرز قرارگرفتن برگ‌ها روی ساقه ج) سطح برگ‌ها د) ساختمان‌برگ هـ) روزنه‌ها و تعداد آن و) وسعت و عمق نفوذ ریشه

الف) شکل برگ‌ها : گیاهان پهن‌برگ به‌علت داشتن روزنه‌های بیشتر مقدار آب بیشتری نسبت به سوزنی برگ‌ها تبخیر می‌نمایند.

ب) طرز قرارگرفتن برگ‌ها روی ساقه : زاویهٔ 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 تعرّق با وسعت اندام‌های هوایی به‌ویژه وسعت سطح برگ‌های گیاه نسبت مستقیم دارد، بنابراین سقوط برگ‌ها در پاییز شدت تعرّق را در گیاه کاهش می‌دهد. یکی از راه‌های سازش گیاهان برای زیست در مناطق خشک کم‌کردن شدت تعرّق از راه کوچک‌شدن سطح برگ‌های آن‌ها است. اگر مقدار شاخه و برگ را به‌وسیله هرس کم کنیم مقدار تعرّق کم خواهد شد.

د) ساختمان برگ : هر قدر ساختمان بشره نازکتر باشد و تعداد روزنه‌ها در آن بیشتر باشد تعرّق بیشتری صورت می‌گیرد. در حالی‌که هر اندازه ضخامت پوستک سلول‌های بشره بیشتر باشد و کرک‌دارتر باشند، تعرّق کمتر می‌شود.

هـ) روزنه‌ها و تعداد آن‌ها : هرچه تعداد روزنه‌ها بیشتر باشد، تعرّق شدیدتر است.

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

۱ــ Evapotranspiration

۲ــ شرایط اقلیمی رشد گیاهان :

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

الف) شدت نور : شدت نور در بعضی گیاهان باعث بازشدن روزنه‌ها و خارج‌شدن آب گیاه به‌صورت 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 تعرّق از سطح برگ‌ها نیز افزایش می‌یابد.

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

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

هـ) شیب زمین : در نیمکرهٔ شمالی شیب‌های جنوبی بیشتر از شیب‌های شمالی در معرض تابش نور آفتاب هستند و درنتیجه 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 درنتیجه نه‌تنها آب قابل استفاده گیاه در خاک بیشتر است بلکه احتیاج روزانه گیاه به آب نیز کمتر خواهد بود.

فواید تبخیر و تعرّق برای گیاهان

۱ــ صعود شیره خام : کششی که درنتیجه عمل تعرّق در آوندهای چوبی به‌وجود می‌آید و همچنین پیوستگی شبکه آب عامل مؤثری در صعود شیره خام به‌طرف برگ‌ها است.

۲ــ خنک شدن برگ‌ها : تبخیر و تعرّق باعث خنک شدن برگ‌ها می‌شود، زیرا وقتی آب از سطح جسمی تبخیر می‌شود دمای اطراف آن کاهش می‌یابد علت آن است که برای تبخیرشدن مقداری از حرارت مجاور خود را مصرف می‌نماید ولذا موجب خنک شدن برگ‌ها می‌شود و از آسیب دیدن برگ‌ها براثر حرارت زیاد نور خورشید ممانعت به‌عمل می‌آورد.

تعریق

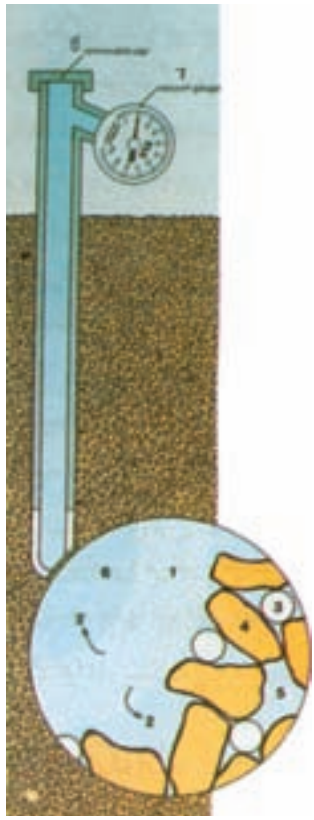
هرگاه به دنبال یک روز گرم، شب خنک داشته باشیم قطرات آب از نقاطی در لبه و نوک برگ‌های بعضی ازگیاهان خارج می‌شود. بیرون رفتن آب ازگیاه به‌حالت آبگون (مایع) را تعریق می‌گویند. محل خروج قطرات آب روزنه‌های ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی است که هر کدام در نوک یک آوند قرار دارند.

مکش سنج[1] (تانسیومتر)

تانسیومتر، مکش خاک را اندازه‌گیری می‌کند. این دستگاه برای اولین بار به وسیله (ریچاردز وگاردنر ۱۹۳۶) طرح و پیشنهاد شد.

این دستگاه از یک کلاهک سرامیکی به طول تقریبی ۷/۵ 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.)

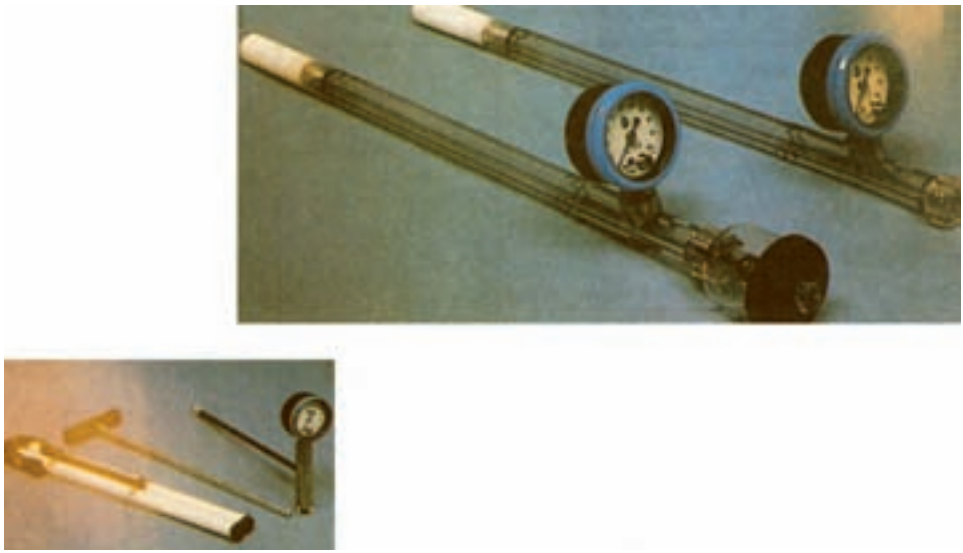
هنگامی که تانسیومتر در خاک نصب می‌شود، بر اثر خشکی خاک و مکش ناشی از آن آب از کلاهک به بیرون تراوش می‌کند و در نتیجه در داخل لوله تانسیومتر خلأ ایجاد می‌شود که به‌وسیله فشارسنج نشان داده می‌شود. (شکل ۷ــ۸)



شکل ۷ــ۸ــ تانسیومتر و نحوه ارتباط آن با خاک
۱ــ کلاهک سرامیکی ۲ــ حرکت آب از کلاهک به خارج ۳ــ هوای خاک ۴ــ ذرّات خاک ۵ــ محلول خاک ۶ــ آب داخل کلاهک تانسیومتر ۷ــ فشارسنج ۸ــ در پلاستیکی

۱ــ Tensiometer

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



شکل ۸ــ۸ــ انواع تانسیومتر

رطوبت قابل استفاده[۱] (AM)

درصدی از رطوبت خاک که بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی بوده وقابل 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 ــ درصد حجمی یا عمق آب نشان داد. (شکل ۹ــ۸)

این رطوبت در خاک‌های مختلف مقدار متفاوتی دارد.

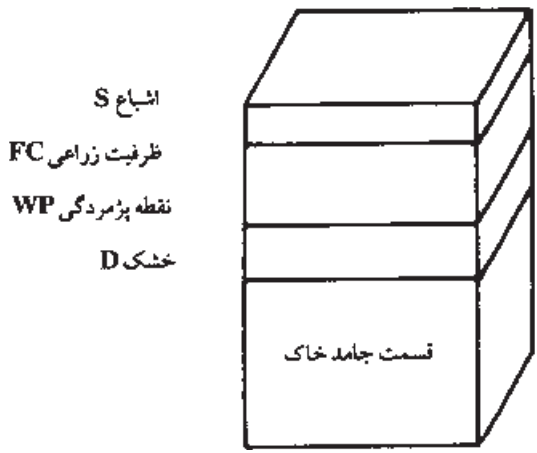
به این رطوبت ظرفیت نگهداری[۲] (WHC) خاک نیز اطلاق می‌شود.

۱ــ Avilable Moisture

۲ــ Water Holding Capacity

جدول ۳ــ۸ــ ظرفیت نگهداری بعضی خاک‌ها

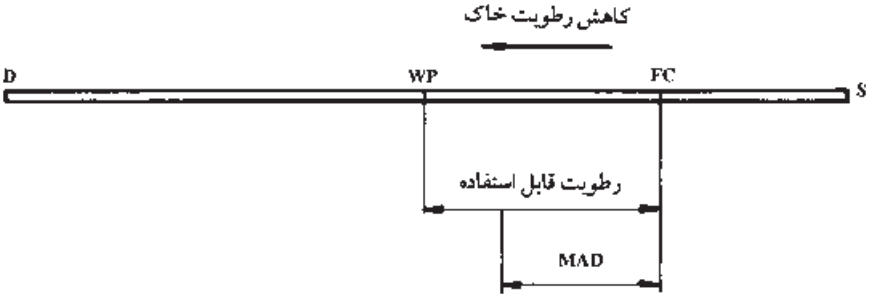
بافت خاک	ظرفیت نگهداری mm/m میلی‌متر آب در یک متر خاک
شن درشت	۴۲
شن ریز	۶۲
شن لومی	۸۳
شن لومی ریز	۱۰۴ـ۱۲۵
لوم سیلتی	۱۴۶ـ۱۶۷
لوم رسی سیلتی	۱۶۷
لومی رسی	۱۶۷ـ۱۸۷
رسی سنگین	۱۴۶



شکل ۹ــ ۸ ــ نمایش ضرایب رطوبتی خاک

نقصان مجاز رطوبتی[1] **(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 می‌شود نقصان مجاز رطوبتی می‌نامند. مقدار آن معمولاً ۷۵ــ ۵۰٪ رطوبت قابل استفاده است.

۱ــ Managment Avilable Defficit



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

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

گیاه	عمق ریشه سانتی‌متر	MAD	گیاه	عمق ریشه	MAD
یونجه	۱۰۰ــ۲۰۰	۰/۵۵	میوه‌ها	۱۰۰ــ۲۰۰	۰/۵۰
جو	۱۰۰ــ۱۵۰	۰/۵۵	غلات	۱۰۰ــ۱۵۰	۰/۵۰
لوبیا	۵۰ــ۷۰	۰/۴۵	انگور	۱۰۰ــ۲۰۰	۰/۳۵
چغندر	۶۰ــ۱۰۰	۰/۵۰	نخود	۷۰ــ۱۱۰	۰/۶۵
هویج	۵۰ــ۱۰۰	۰/۳۵	سیب‌زمینی	۴۰ــ۶۰	۰/۲۵
کرفس	۳۰ــ۵۰	۰/۲۰	سبزی‌ها	۳۰ــ۶۰	۰/۲۰
مرکبات	۱۲۰ــ۱۵۰	۰/۵۰	نیشکر	۱۲۰ــ۲۰۰	۰/۶۵
پنبه	۱۰۰ــ۱۷۰	۰/۶۵	توت‌فرنگی	۲۰ــ۳۰	۰/۱۵

ارزشیابی

۱ــ میزان نفوذ دائمی خاک چه مرحله‌ای از نفوذ است؟

۲ــ چرا در ابتدای نفوذ آب در خاک سرعت بیشتر است؟

۳ــ حالات مختلف آب در خاک را مقایسه کنید.

۴ــ در آزمایش شماره ۲ چرا پس از مدتی رطوبت خاک ثابت می‌ماند؟

۵ــ چرا تانسیومتر فقط می‌تواند مکش نزدیک به یک اتمسفر را اندازه‌گیری کند؟

۶ــ اهمیت تعیین آب مصرفی گیاهان در چیست؟

۷ــ علت شاداب شدن گیاه با پژمردگی موقت در شب چیست؟

۸ــ اندام‌های جذب‌کننده مواد در گیاه را نام ببرید.

۹ــ اهمیت تعرق را در صعود شیره خام توضیح دهید.

فصل نهم

روش‌های آبیاری

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

۱ــ با انواع روش‌های آبیاری آشنا شود.

۲ــ آبیاری کرتی را تعریف کند.

۳ــ شیب طولی و عرضی کرت را تعیین کند.

۴ــ آبیاری نشتی را تعریف کند.

۵ــ ابعاد جوی و پشته را در آبیاری نشتی تعیین کند.

۶ــ طول فارو را تعیین کند.

۷ــ موارد استفاده از آبیاری بارانی را تعریف کند.

۸ ــ در مورد مزایا و معایب آبیاری بارانی اظهار نظر کند.

۹ــ تأسیسات آبیاری بارانی را توضیح دهد.

۱۰ــ مزایای آبیاری قطره‌ای را بیان کند.

۱۱ــ معایب آبیاری قطره‌ای را بیان کند.

۱۲ــ 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 امریکا 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.

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

هدف از آبیاری

۱ــ تأمین رطوبت لازم برای رشد گیاه

۲ــ کم کردن خطر یخبندان

۳ــ از بین بردن و یا کم کردن نمک موجود در خاک

۴ــ حاصلخیز کردن و اصلاح اراضی شنی به کمک آب‌هایی که دارای مواد معدنی هستند.

۵ــ 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 :

۱ــ 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.

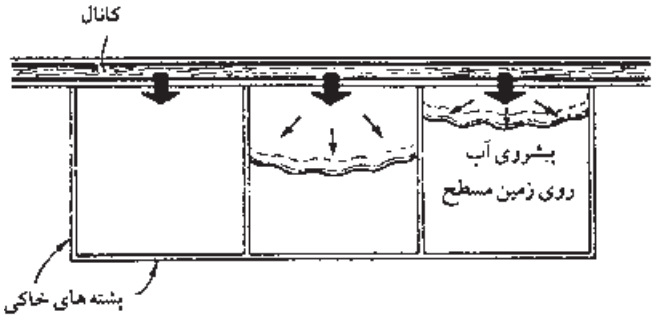
۲ــ آبیاری تحت فشار : آب در شبکه‌ای از لوله‌ها به‌صورت تحت فشار جریان داشته و به‌صورت پاششی (بارانی) یا به‌صورت قطرات (قطره‌ای) رطوبت خاک را تأمین می‌کند.

۳ــ 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 ۱ــ۹).



شکل ۱ــ ۹ــ آبیاری کرتی

کرت‌ها را تا عمق لازم پر از آب می‌کنند وآب 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 به‌دنبال 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

۱ــ احتیاج به عملیات تسطیح دقیق دارد و معمولاً هزینه زیادی را می‌طلبد.

۲ــ وجود پشته‌های اطراف کرت به‌عنوان مانع بزرگی برای عملیات کاشت داشت و برداشت مکانیزه.

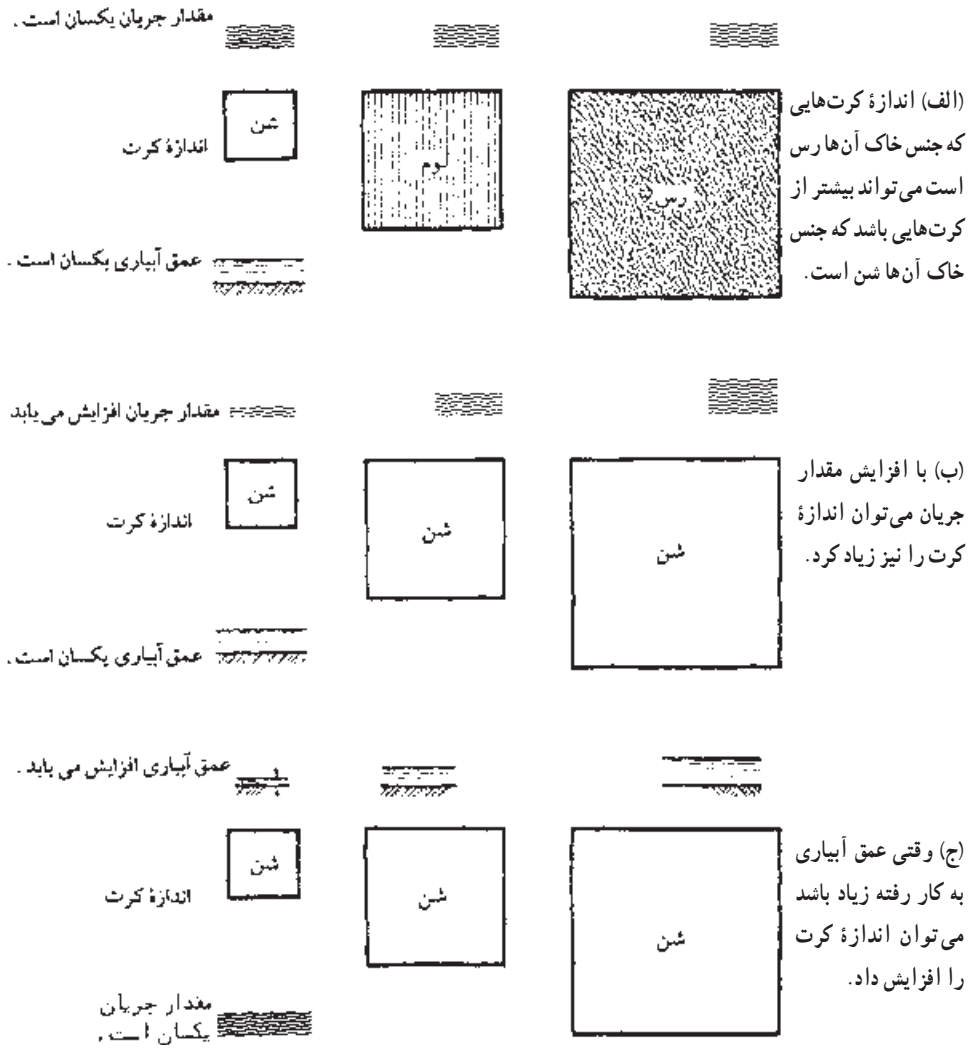
۳ــ در صورت ضعیف بودن زهکش طبیعی، منطقه احتیاج به ایجاد زهکش دارد.

۴ــ زمین قابل ملاحظه‌ای به وسیله مرزها و نهرها اشغال می‌شود و سطح مفید زیرکشت را کاهش می‌دهد.

۵ــ 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 دومترمربع (برای کشت سبزیجات) و برخی دیگر در سطح هکتار (کشت برنج و یا حبوبات در خاک‌های رُسی) باشد.

اندازه کَرت به عواملی چون نوع خاک، مقدار جریان، عمق آبیاری، شیب زمین و شیوه زراعت بستگی دارد.(شکل ۲ــ۹)



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

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

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

شکل ۲ــ ۹ــ 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 تجربهٔ آن‌ها بهترین راهنما برای تعیین اندازه مناسب کرت‌ها است. در جدول (۱ــ۹) 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.

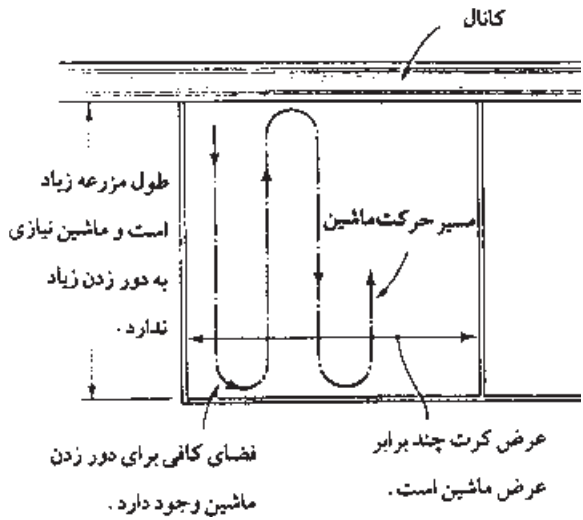
جدول ۱ــ۹ــ اندازه‌های مختلف کرت (هکتار)

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

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.

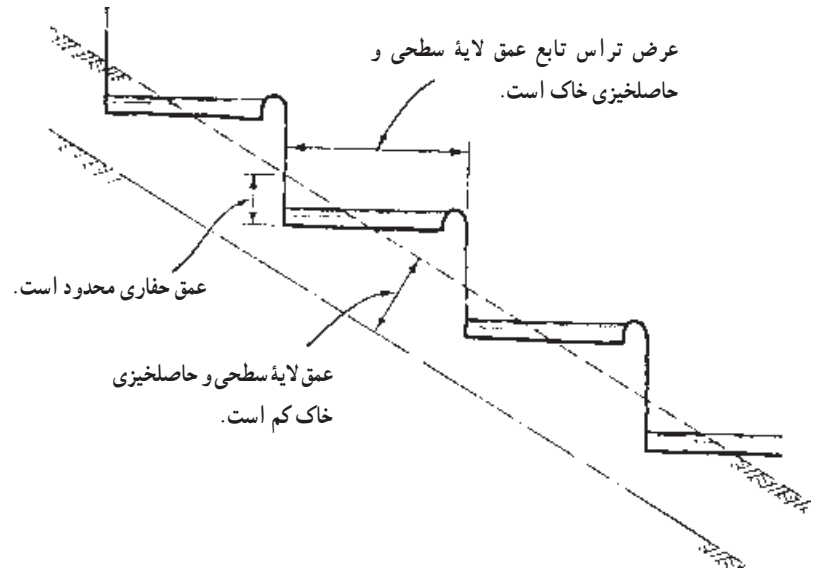
طول کرت : طول کرت عامل مهمی در پخش یکنواخت آب است و در شرایط مختلف از ۴۰۰ــ ۶۰ متر بسته به عواملی چون جنس خاک، شیب طولی کرت، دبی‌جریان و نفوذپذیری خاک متغیر است.

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 ۲۰ــ۵ متر و گاه ۳۰ متر است. (شکل ۳ــ۹)



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

شیب سطح زمین در ارتباط با اندازه و شکل کرت‌ها : اگر سطح خاک هر کرت کاملاً تراز باشد؛ آب به‌طور یکنواخت در سطح کرت پخش خواهد شد. بدین منظور باید سطح کرت با دقت تمام تسطیح شده و گودی‌ها و برجستگی‌های کوچک سطح خاک رفع شده باشد. اگر شیب طبیعی زمین تند باشد مثلاً در اراضی دامنه‌ای 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 ۴ــ۹)



شکل ۴ــ ۹ــ تراس‌های مخصوص آبیاری کرتی

شیب طولی کرت : به‌منظور 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 می‌توان شیب ۲ تا ۴ در هزار را مجاز دانست.

شیب عرضی کرت : اصولاً شیب زمین در جهت عرضی کرت باید صفر باشد، تا آب به‌طور یکنواخت و به‌موازات ضلع بزرگ کرت جریان یابد. ولی می‌توان حداکثر شیب حدود ۲ در هزار و یا اختلاف ارتفاع ۶سانتی‌متر در دوطرف 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 به‌صورت 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

۱ــ در اضلاع مقابل به هم کرت، ژالون‌هایی را نصب و کاملاً تراز می‌کنیم.

۲ــ فاصله هر دو ژالون مقابل به هم را با نوار اندازه‌گیری (متر) تعیین می‌کنیم.

۳ــ شیلنگ تراز را به‌دقت پرآب کرده و دوسرشیلنگ را کنار دو ژالون مقابل هم قرار می‌دهیم (دقت شود شیلنگ تراز زیر پا فشرده نشود).

۴ــ فاصله سطح آب تا سطح خاک را در کنار ژالون‌ها اندازه می‌گیریم.

۵ــ اختلاف ارتفاع دو سطح آب را بر فاصله بین ژالون‌ها تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنیم. عدد حاصل معرف شیب زمین در بین دو ژالون است.

شکل ۵ ــ ۹

مثال :

اگر عرض کرت ۲۰متر و اختلاف ارتفاع دوسر شیلنگ ۰/۰۶ متر باشد. شیب عرضی کرت :

$$\text{شیب عرضی} = \frac{\text{اختلاف ارتفاع}}{\text{عرض کرت}} \times ۱۰۰$$

۳ در هزار یا ٪۰/۳ = ۱۰۰× $\frac{۰/۰۶}{۲۰}$ = شیب عرضی

برای تعیین شیب طولی کرت نیز همین‌طور عمل می شود.

طول مدت آبیاری کرت

معیار در آبیاری کرتی این است :

۱ــ حجم آبی که وارد کرت می‌شود به‌طور متوسط به اندازه عمق ناخالص آبیاری (Fg) برای پوشانیدن سطح کرت کافی باشد.

۲ــ 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 به‌دست می‌آید 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 به‌وجود آورد. در عین اینکه فرسایشی در خاک به‌وجود نیاورد.

آبیاری نشتی

این نوع آبیاری عبارتست از ایجاد جویچه‌های کوچک به‌نام شیار در طول مسیر آبیاری که معمولاً دارای شیب ملایم (کمتر از یک درصد) است (شکل۶ــ ۹).

شکل ۶ــ۹ــ 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.

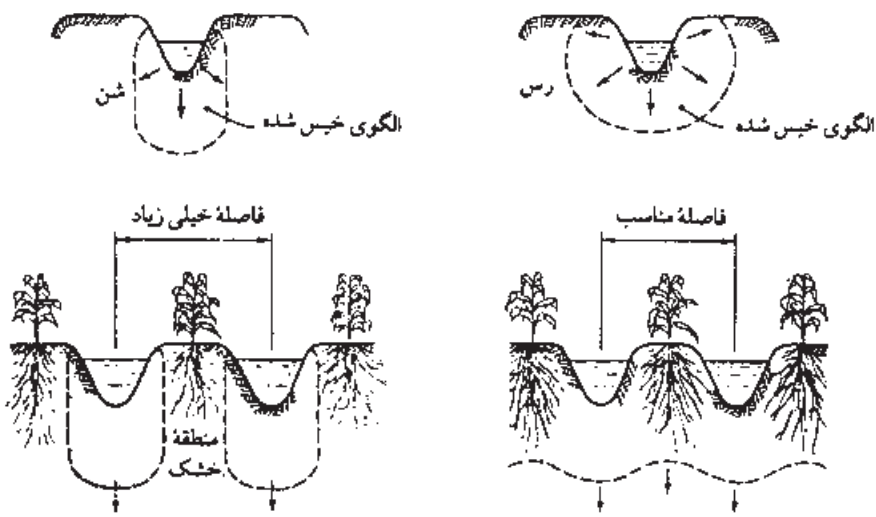
تعیین ابعاد نشتی : ابعاد جوی و پشته در آبیاری نشتی به عوامل زیر بستگی دارد :

حرکت آب در خاک

نوع گیاه

شیوهٔ زراعت

حرکت آب در خاک : از نظر آبیاری حرکت آب در مجرای خاکی مهمترین عامل است. آب درون شیار علاوه برکف، در دیواره‌های آن نیز نفوذ می‌کند.(شکل۷ــ ۹)



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

قسمت بالای پشتهٔ شیار نیز از طریق فرآیندی موسوم به جریان مویینه‌ای مرطوب می‌شود. فاصله بین شیارها باید آنقدر باشد که خاک پشته‌ها به‌خوبی 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

می‌تواند حدود ۱/۲ متر یا بیشتر باشد.

در چنین مواردی اگر فاصله شیارها خیلی زیاد باشد، قسمتی از خاک واقع در بین آن‌ها خشک باقی می‌ماند و به گیاهان موجود در این قسمت‌ها آب کافی نمی‌رسد. در جدول (۲ــ ۹) با توجه به‌نوع خاک فواصل مناسبی برای شیار توصیه شده است.

جدول ۲ــ۹ــ فاصله مناسب شیارها در خاک‌های مختلف

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

نوع گیاه : برای سهولت در کار کاشت و داشت و برداشت محصولات معمولاً فاصله بین ردیف‌های گیاه ۰/۷۵ متر تا یک الی دو متر است. بعضی از گیاهان، از جمله سبزی‌ها را می‌توان به‌صورت دو ردیفی کاشت .در چنین مواردی عرض پشته‌ها باید بیشتر از عرض پشته‌ها در گیاهان یک ردیفی باشد. جدول (۳ــ ۹) با توجه به نوع گیاهان مختلف فواصل مناسبی برای شیارها توصیه شده است.

جدول ۳ــ۹ــ فاصله مناسب شیارها در بعضی گیاهان ردیفی

گیاه	فاصله مناسب سانتی‌متر	گیاه	فاصله مناسب سانتی‌متر	گیاه	فاصله مناسب سانتی‌متر
سورگوم	۸۰ــ۵۰	توتون	۹۰ــ۴۵	هویج	۵۰ــ۴۰
سیب‌زمینی	۳۵	نخود	۴۰ــ۳۰	گوجه‌فرنگی	۱۵۰ــ۱۲۰
چغندرقند	۶۰ــ۵۰	لوبیا	۵۰	بادمجان	۱۰۰ــ۷۵
نیشکر	۱۸۰ــ۱۲۰	عدس	۲۰	خیار	۱۰۰
پنبه	۱۹۰ــ۸۰	باقلا	۵۰ــ۳۰	خربزه و طالبی	۲۰۰
سویا	۶۰	ذرت علوفه‌ای	۶۰ــ۵۰	هندوانه	۳۰۰
گلرنگ	۵۵ــ۴۵	انواع کلم	۱۰۰ــ۶۰		

شیوهٔ 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 به‌گونه‌ای 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

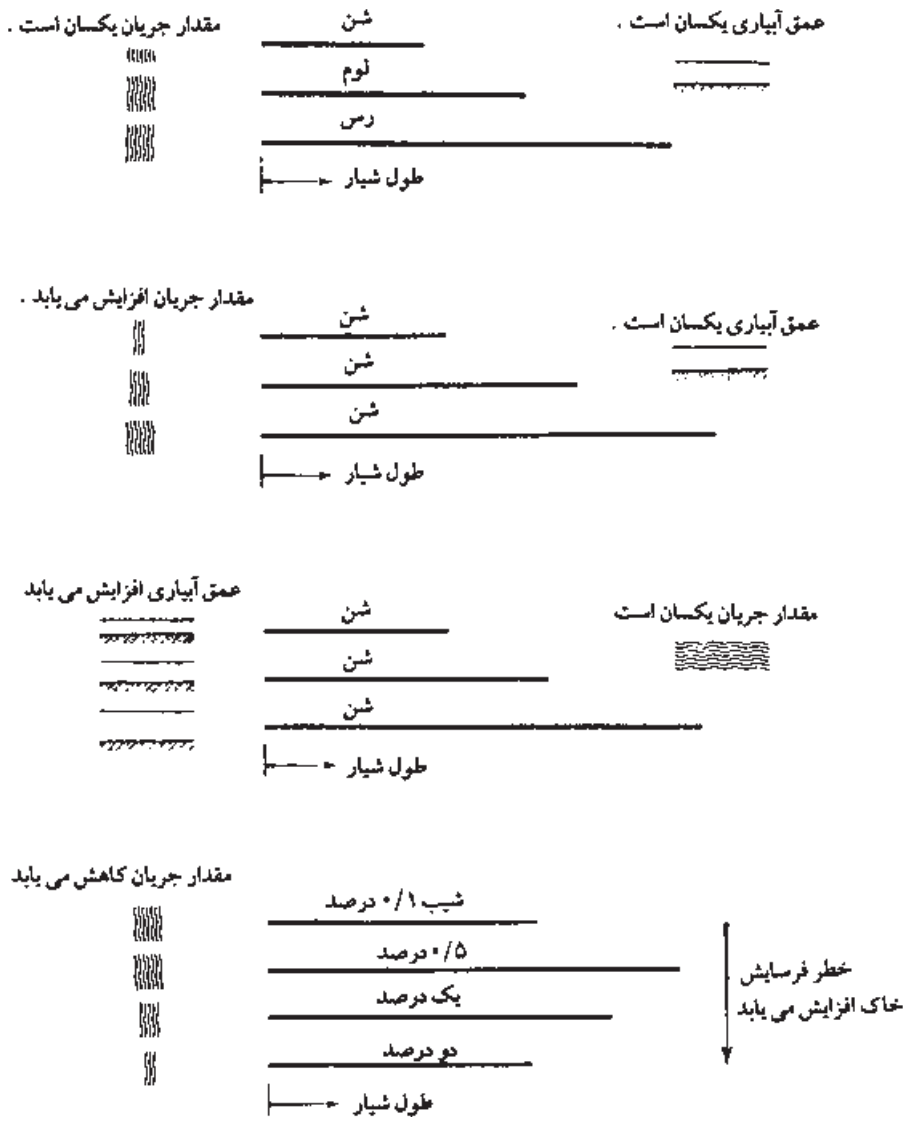
در تعیین طول شیار از بین عوامل فوق مهمترین آن‌ها نوع خاک، مقدار جریان، عمق آبیاری و شیب زمین است که برای درک این موضوع بهتر است به شکل ۸ ــ ۹ به‌دقت توجه کنید.

موقع آبیاری خاک‌های شنی، آب به سرعت در خاک نفوذ می کند. به این دلیل شیارها باید کوتاه باشد(۱۰۰متر 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 ۸۰۰متر 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 تافرسایش



شکل ۸ ــ ۹ــ عوامل مؤثر در تعیین طول شیار

خاک رخ ندهد. برای تعیین بهترین طول شیار در وضعیت‌های مختلف راه حل ساده وجود ندارد. در این مورد رسم براین است که بر تجربه به‌دست آمده در محل یا تجربهٔ دیگران تکیه شود. (جدول ۴ــ۹)

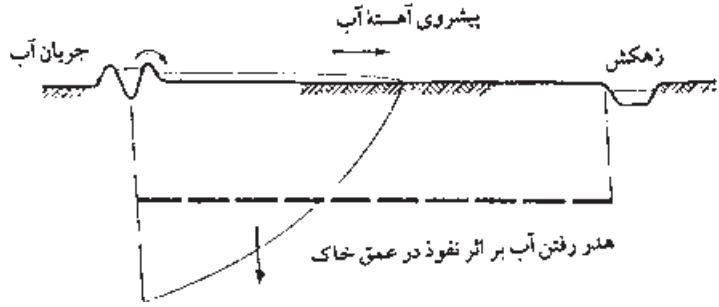
برای مثال مطابق جدول (۴ــ۹) در زمینی که خاک آن رسی است و شیب ۰/۱ درصد دارد، برای تأمین یک عمق آبیاری ۷۵میلی‌متر باید حداکثر مقدار جریان ۳ لیتر در ثانیه و مناسب‌ترین طول شیار

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

جدول ۴ــ۹ــ طول‌های پیشنهادی برای شیارها (متر)

شیب درصد	حداکثر مقدار جریان (لیتر در ثانیه)	متوسط عمق آبیاری (میلی‌متر)								
		رس		لوم			شن			
		۷۵	۱۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۵۰	۷۵	۱۰۰
۰/۰۵	۳	۳۰۰	۴۰۰	۱۲۰	۲۷۰	۴۰۰	۶۰	۹۰	۱۵۰
۰/۱	۳	۳۴۰	۴۴۰	۱۸۰	۳۴۰	۴۴۰	۹۰	۱۲۰	۱۹۰
۰/۲	۲/۵	۳۷۰	۴۷۰	۲۲۰	۳۷۰	۴۷۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۵۰
۰/۳	۲	۴۰۰	۵۰۰	۲۸۰	۴۰۰	۵۰۰	۱۵۰	۲۲۰	۲۸۰
۰/۵	۱/۲	۴۰۰	۵۰۰	۲۸۰	۳۷۰	۴۷۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۵۰
۱	۰/۶	۲۸۰	۴۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۷۰	۹۰	۱۵۰	۲۲۰
۱/۵	۰/۵	۲۵۰	۳۴۰	۲۲۰	۲۸۰	۳۴۰	۸۰	۱۲۰	۱۹۰
۲	۰/۳	۲۲۰	۲۷۰	۱۸	۲۵۰	۳۰۰	۶۰	۹۰	۱۵۰

اندازه‌گیری طول مدت آبیاری نشتی : 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 ۹ــ 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 ۹ــ ۹ــ 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 به‌صورت تحت فشار جریان می یابد. از سیستم‌های تحت فشار به ذکر دو نوع عمدهٔ 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 به‌صورت باران برسطح زمین پخش می‌کنیم. مجموعه وسایل و لوله‌هایی که این آب را از منبع آبی تا دهانه آبپاش منتقل می‌کند شبکه آبیاری بارانی نامیده می‌شود.

آبیاری بارانی به خاطر مزایای قابل توجه آن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و در کشور ما به‌دلیل 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 :

ـ خاک بیش از حد متخلخل است و با آبیاری سطحی توزیع یکنواختی به‌وجود نخواهدآمد.

ـ عمق خاک حاصلخیزکم بوده و نتوان تسطیح لازم برای آبیاری سطحی به وجود آورد.

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

مزایای آبیاری بارانی

۱ــ صرفه‌جویی در مصرف آب به‌علت تلفات کم آب آبیاری و امکان آبیاری کم و مکرر.

۲ــ عدم نیاز به تسطیح در زمین‌های دارای پستی و بلندی.

۳ــ کاهش هزینه کارگر آبیار نسبت به روش‌های سطحی.

۴ــ در عملیات زراعی (به‌خصوص عملیات مکانیزه) تداخل و یا مانعی ایجاد نمی‌کند.

۵ــ اندازه‌گیری آب و کنترل آن راحت‌تر صورت می‌گیرد.

۶ــ دما و رطوبت گیاه را می‌توان کنترل کرد.

۷ــ محافظت از گیاه در مقابل یخبندان ناشی از سرمای زودرس.

۸ــ امکان کاربرد انواع کودها، آفت‌کش‌ها و اصلاح‌کننده‌های خاک. به شکلی سریع، اقتصادی، آسان و مؤثر همراه با آب آبیاری.

۹ــ در روزهای گرم می‌توان با آبیاری محیط گیاه را خنک کرد.

۱۰ــ به‌علت دارا بودن اکسیژن محلول در آب، آبیاری برای گیاه مفیدتر است.

معایب آبیاری بارانی

۱ــ هزینه زیاد.

۲ــ زیاد بودن مقدار تبخیر در حین پاشش.

۳ــ کم شدن درجه حرارت هوای محیط در موقع تبخیر و کندشدن رشدگیاه.

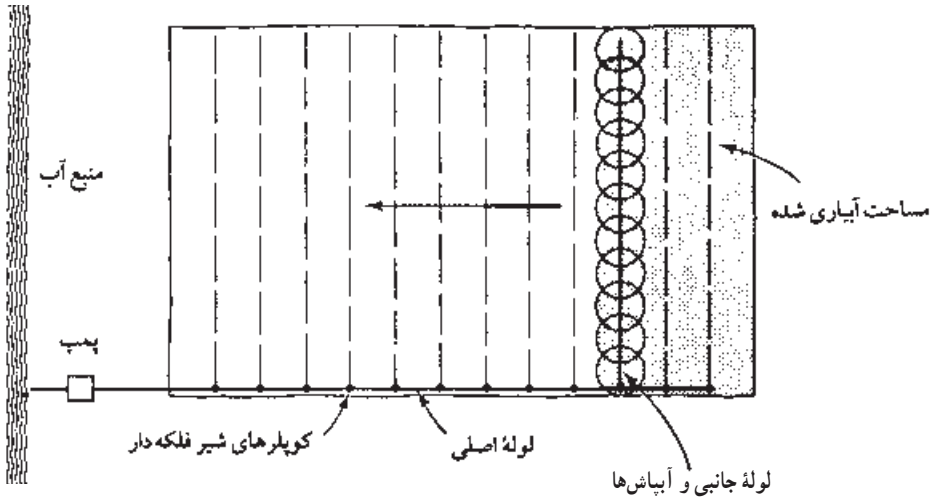
۴ــ مشکل شدن عمل لقاح در موقع آبیاری.

۵ــ کم شدن مرغوبیت محصول در موقع رسیدن دانه.

۶ــ عدم یکنواختی توزیع آب در مناطق بادخیز .

تشکیلات یک شبکه آبیاری بارانی

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



شکل ۱۰ــ ۹ــ اجزای سیستم آبیاری بارانی

اجزای اصلی سیستم آبیاری بارانی

۱ــ 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 به‌دقت است که کیفیت آب در مقایسه با آبیاری ثقلی باید بالاتر باشد.

۲ــ منبع تأمین فشار : برای آنکه آب به‌صورت 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.

۳ــ شبکه لوله‌ها شامل لوله‌های اصلی و لوله‌های جانبی

الف) لوله‌های اصلی : لوله اصلی آب را از پمپ به لوله‌های جانبی می‌رساند. در برخی موارد لولهٔ اصلی ثابت است و در مزرعه، روی زمین و یا اغلب زیرزمین قرارمی‌گیرد و در برخی موارد قابل حمل است. جنس این لوله‌ها معمولاً از فولاد گالوانیزه ــ سیمان آزبست، 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.

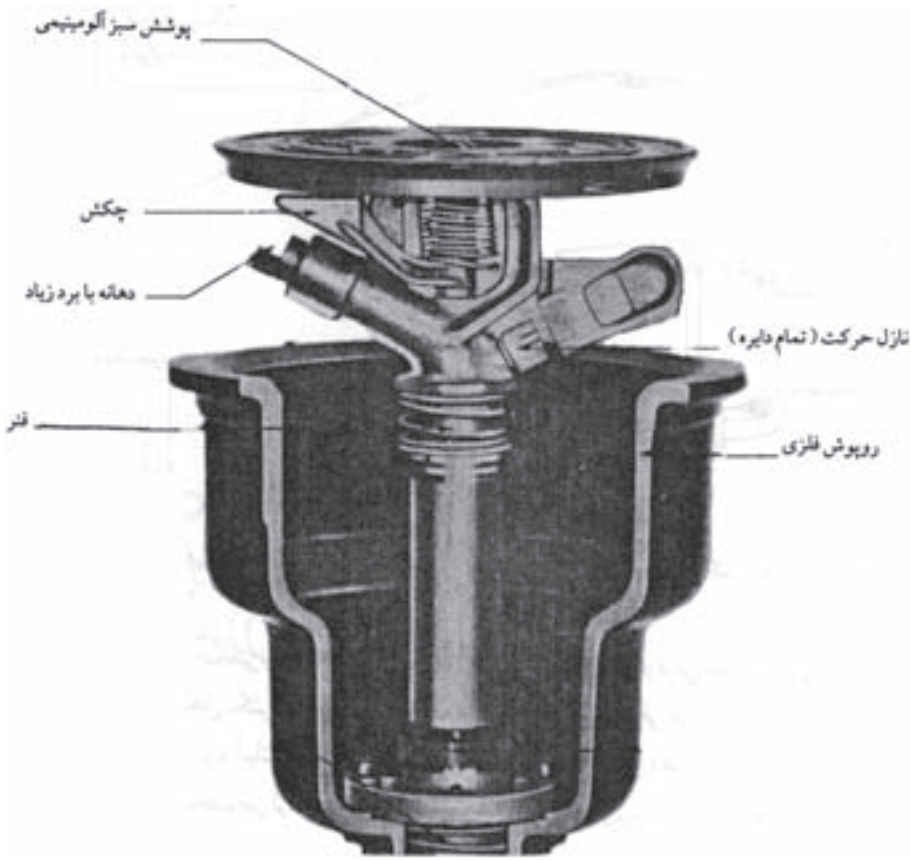
۴ــ آبپاش‌ها : آبپاش‌ها آخرین بخش یک شبکه آبیاری بارانی و در زمرهٔ مهمترین قسمت‌های آن است. آبپاش‌ها دارای انواع مختلفی هستند که دو نوع آبپاش اصلی که در کشاورزی مورد استفاده

قرار می‌گیرند عبارتند از : آبپاش چرخشی و لوله روزنه‌دار.

آبپاش چرخشی رایجترین نوع است. در بعضی سیستم‌ها از تعداد زیادی آبپاش کوچک که با هم کار می‌کنند، استفاده می شود (شکل ۱۱ــ۹). در بقیهٔ سیستم‌ها تنها از یک آبپاش بزرگ یا گان استفاده می‌شود(شکل ۱۲ــ۹). نوع دیگری از آبپاش نیز در چمن‌کاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۱۳ــ۹).

شکل ۱۱ــ ۹ــ آبپاش چرخشی

شکل ۱۲ــ ۹ــ آبپاش بزرگ یا گان

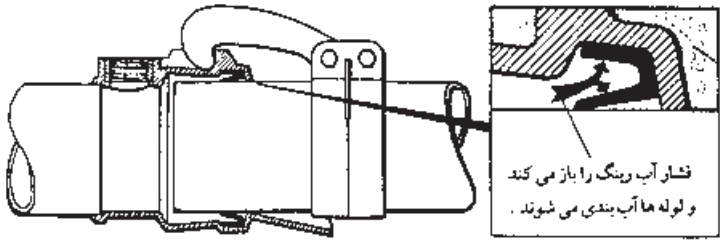


شکل ۱۳ــ ۹ــ آبپاش چمنی

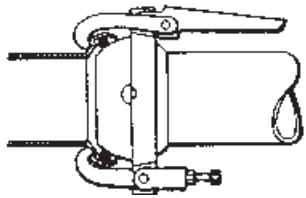
۵ــ ضمائم : به‌منظور استفاده از شبکه آبیاری بارانی برای کودپاشی، سمپاشی و مبارزه با یخ‌زدگی وسایل و ضمائمی به شبکه اضافه می‌شود که از آن جمله می‌توان از تانک کود، تانک سم و دستگاه‌های الکتریکی هشدار دهنده نام برد. همچنین در شبکه لوله‌ها ضمائمی به‌کار می‌رود از قبیل :

کوپلر : لوله‌های اصلی و جانبی به وسیله کوپلرهای (متصل‌کننده‌ها) مخصوصی به یکدیگر وصل می‌شوند، به‌طوری که می‌توان سریع و راحت آن‌ها را وصل و جدا کرد. (شکل ۱۴ــ۹)

شیر فلکه : شیرفلکه جریان آب و فشار را در لوله‌های اصلی و جانبی کنترل می‌کند. (شکل ۱۵ــ۹)

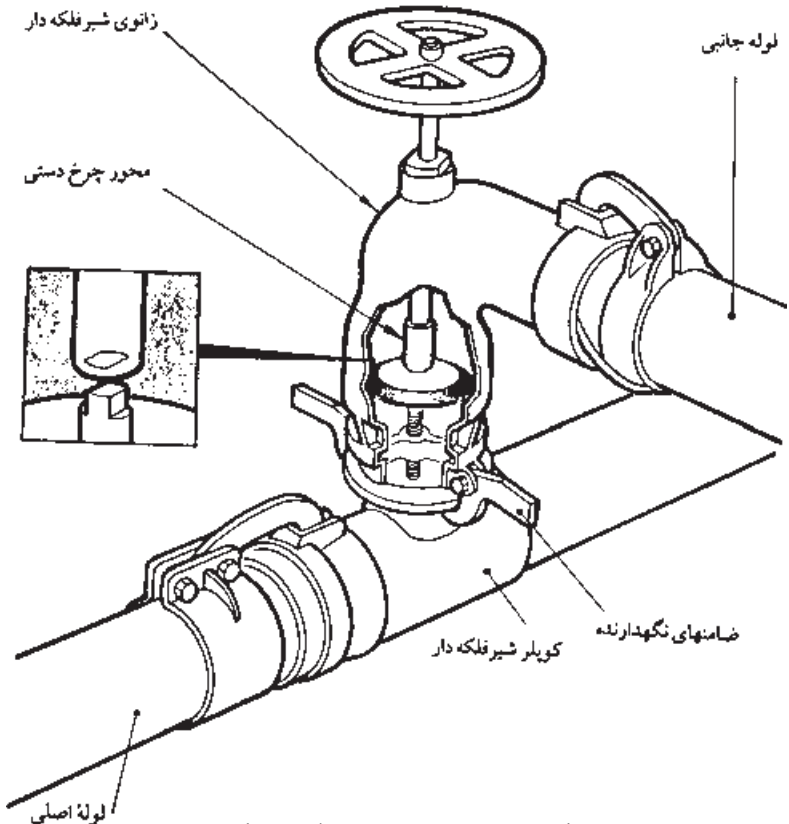


الف) یک نمونه کوپلر که با فشار آب، آب‌بندی می‌شود.



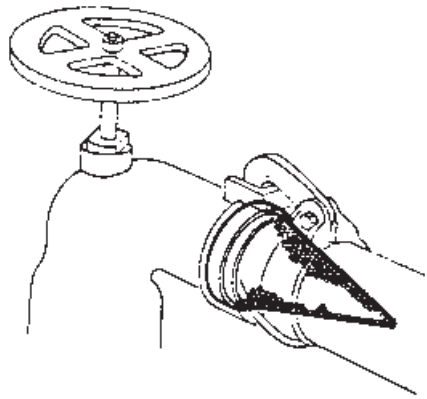
ب)یک نمونه کوپلر که به صورت مکانیکی آب‌بندی می‌شود.

شکل ۱۴ــ ۹ــ انواع کوپلرها



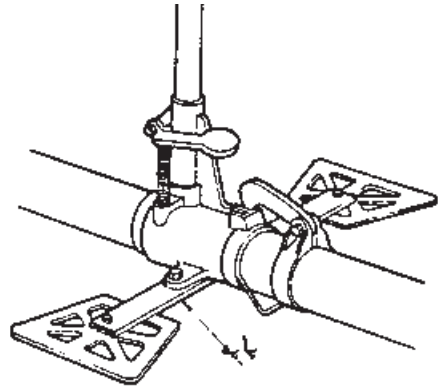
شکل ۱۵ــ ۹ــ قسمتهای مختلف یک شیرفلکه

صافی :اگر آب‌تمیزنباشد به احتمال زیاد نازل (سوراخ) آبپاش‌مسدود می‌شود. برای‌جلوگیری از انسداد نازل،در محل مکش پمپ و نقاط مختلف سیستم لوله‌کشی، صافی می‌گذارند.(شکل ۱۶ــ ۹)



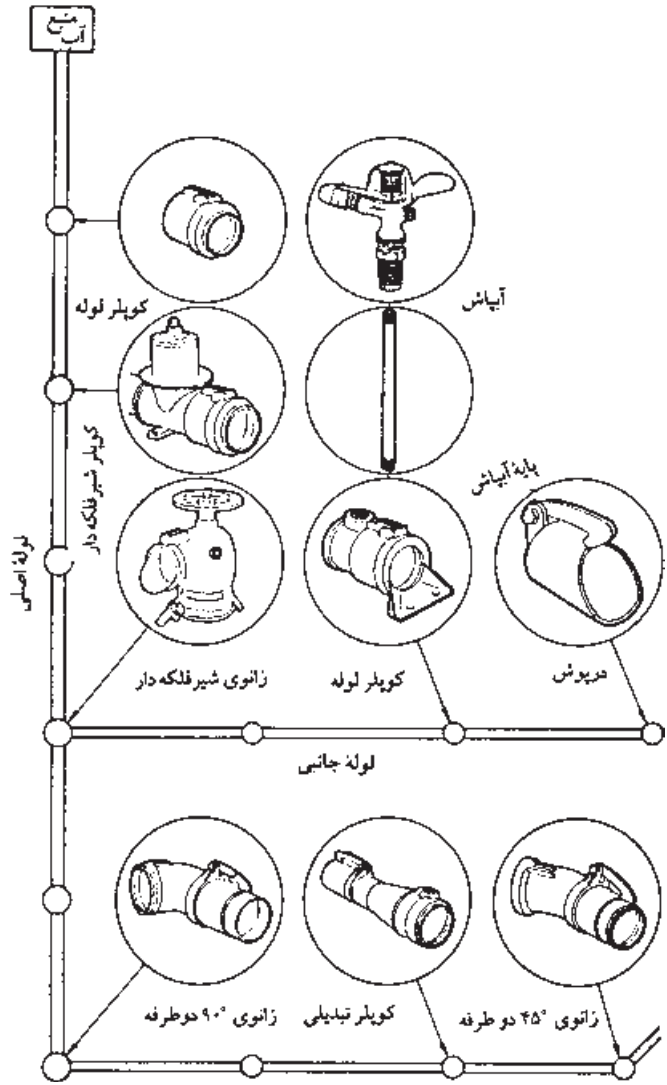
شکل ۱۶ــ ۹ــ ورق صافی که در ابتدای لوله جانبی مورد استفاده قرارمی گیرد.

پایه آبپاش : پایه آبپاش لوله باریکی است که آبپاش را به لوله‌جانبی وصل می‌کند.(شکل ۱۷ــ۹)



شکل ۱۷ــ ۹ــ پایه آبپاش

تجهیزات مخصوص لوله‌کشی : این تجهیزات عبارتند از : زانویی، تبدیل سه‌راهی و درپوش... (شکل ۱۸ــ۹).



شکل ۱۸ــ ۹ــ نحوهٔ استفاده از تجهیزات مخصوص لوله‌کشی و قطعات دیگر در یک سیستم آبپاش 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،

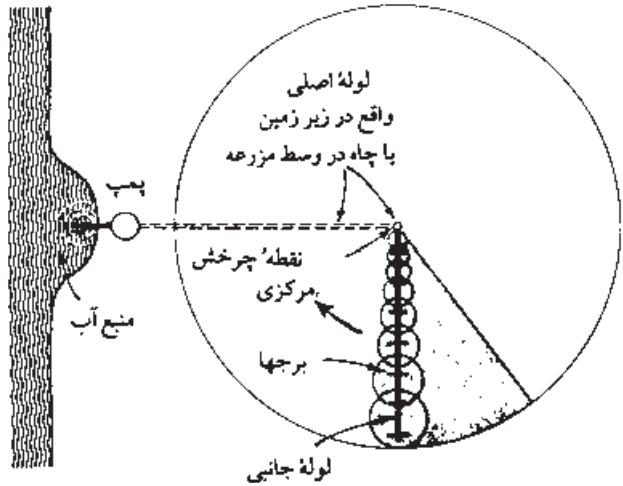
ممکن است توسط کارگر انجام گرفته و یا با نیروی مکانیکی جابه‌جا شود. (شکل ۱۹ــ۹)

الف) جابجایی توسط کارگر

ب) جابجایی با نیروی مکانیکی

شکل ۱۹ــ ۹

سیستم با جابه‌جایی(حرکت) مداوم : در این سیستم لوله های فرعی به‌طور مداوم در حرکت هستند. یک نوع از این سیستم سنترپیوت[1] 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 ۲۰ــ۹ و ۲۱ــ۹)



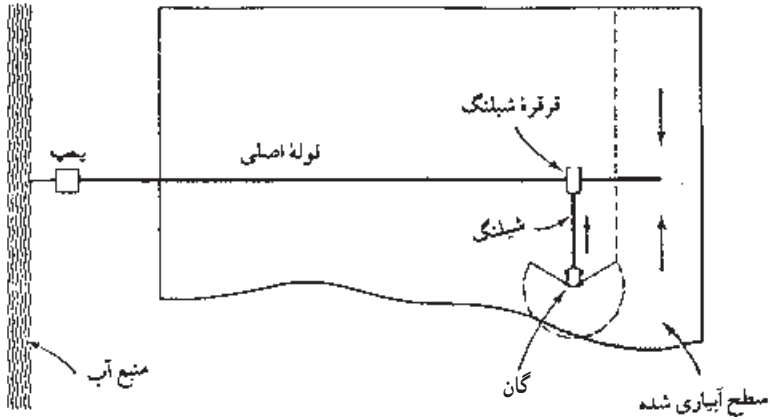
شکل ۲۰ــ۹ــ طرز قرارگرفتن ماشین آبیاری بارانی با نقطهٔ چرخشی مرکزی

شکل ۲۱ــ۹ــ لوله جانبی سیستم سنتر پیوت

۱ــ Center Piuot

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[1](گان) می‌نامند. (شکل ۲۲ــ ۹)

الف) ماشین شیلنگ پیچ

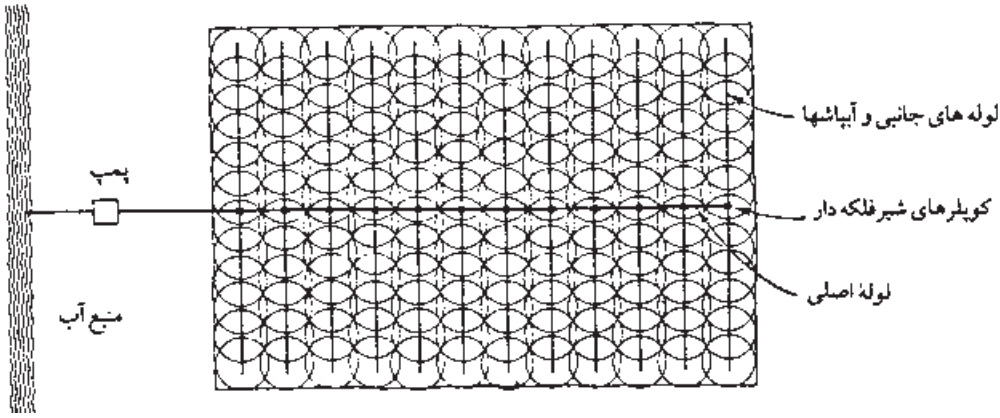


ب) طرح نمونه یک سیستم شیلنگ پیچ

شکل ۲۲ــ ۹

۱ــ Gun

سیستم ثابت (بدون جابه‌جایی) : در این سیستم به اندازه کافی لوله‌های فرعی وجود دارند و لذا احتیاجی به جابه‌جایی لوله‌ها برای تمام یک دورهٔ آبیاری نیست. بنابراین برای آبیاری یک مزرعه با این سیستم فقط باید سیستم را به‌کار انداخت. (شکل۲۳ــ۹)



شکل ۲۳ــ۹ــ سیستم ثابت فصلی یا دائمی

آبیاری قطره‌ای

در این روش آب از منبع تا پای بوته، به‌وسیله 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 قرارمی‌گیرد. 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 هرحال با توجه به‌محدودیت منابع آب در کشور ما نمی‌توان از این روش صرفنظر کرد بلکه باید در پی رفع مشکلات آن بکوشیم.

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 می کنند این روش به‌کار می‌رود .

در باغ‌های میوه جوان که ریشه درختان توسعه چندانی ندارند : همچنین در موِستان‌ها 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 امکان پذیر می‌سازد.

مزایای آبیاری قطره‌ای

۱ــ به سبب کاهش تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی ناچیز کارآیی مصرف آب را افزایش می‌دهد.

۲ــ با کاهش سطح مرطوب خاک، مشکلات ناشی از وجود حشرات و بیماری‌ها و رشد قارچ‌ها نیز کاهش می یابد.

۳ــ به سبب موضعی بودن رطوبت خاک رویش علف‌های هرز پراکنده و کنترل آن‌ها آسان است.

۴ــ خودکار کردن سیستم و کنترل از راه دور برای تمام قسمت‌های آبیاری قطره‌ای امکان‌پذیر است و نیاز به کارگر به حداقل می‌رسد.

۵ــ آبیاری قطره‌ای مانع عملیات داشت نمی‌شود.

۶ــ امکان کود دادن همراه با آب آبیاری وجود دارد.

۷ــ سرعت باد و پستی و بلندی زمین نمی‌تواند موجب عدم یکنواختی پخش در سیستم آبیاری قطره‌ای شود.

معایب آبیاری قطره‌ای

۱ــ هزینه زیاد در تأسیس آن

۲ــ محصولات زراعی مانند گندم را که به صورت متراکم کشت می‌شوند، نمی‌توان با روش قطره‌ای آبیاری کرد.

۳ــ اساسی‌ترین مشکل در آبیاری قطره‌ای مسدودشدن مجرای باریک عبور آب در قطره‌چکان‌ها است.

اجزای شبکه آبیاری قطره‌ای

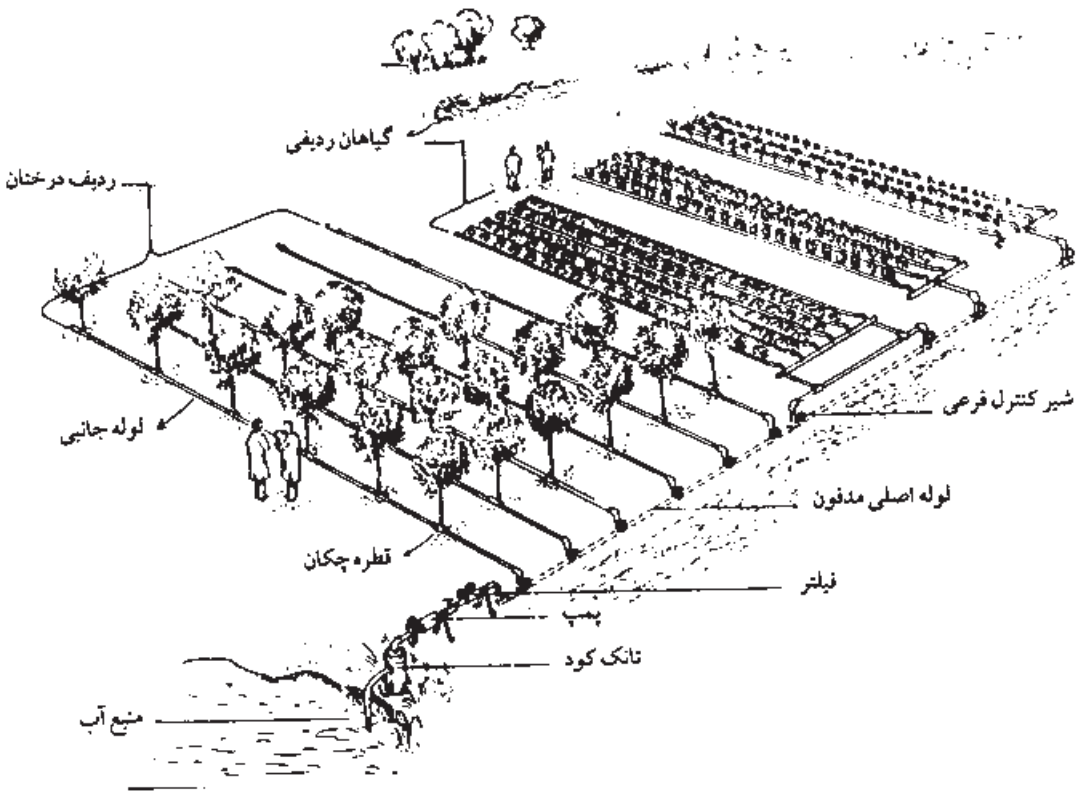
اجزای اصلی سیستم آبیاری قطره‌ای که وجود آن‌ها غیرقابل اجتناب است عبارتند از :

ــ قطره چکان‌ها

ـ لوله‌های جانبی
ـ لوله‌های اصلی
ـ تأسیسات آبگیر
ـ دستگاه‌های تنظیم‌کننده فشار
ـ دستگاه‌های تصفیه آب

اجزای فرعی یا تکمیلی سیستم آبیاری قطره‌ای را به شرح زیر می‌توان نام برد :

ـ فشارسنج، دماسنج و دستگاه‌های اندازه‌گیری دبی
ـ تانک کود
ـ ادوات خودکار و کنترل از راه دور (شکل ۲۴ـ ۹)

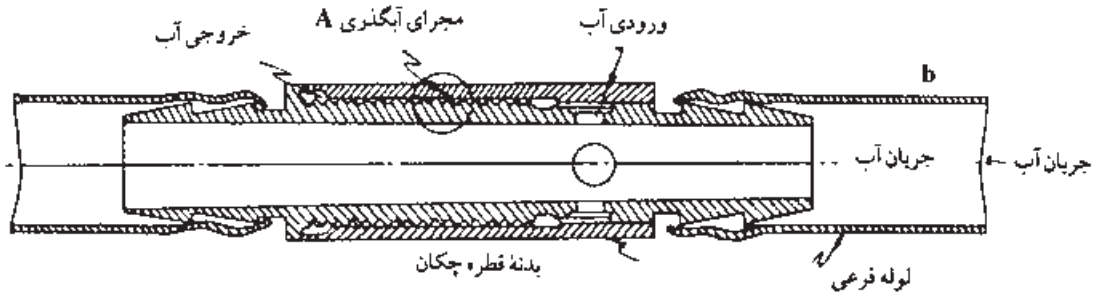


شکل ۲۴ـ۹ـ شبکه آبیاری قطره‌ای

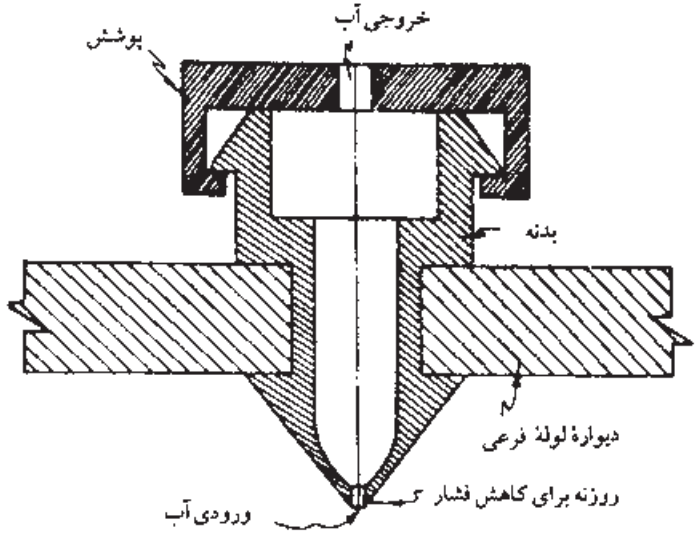
در این بخش اجزاء اصلی را تا حد امکان مورد بررسی قرارمی‌دهیم :

قطره‌چکان : قطره‌چکان‌ها 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 قرارمی‌دهند.

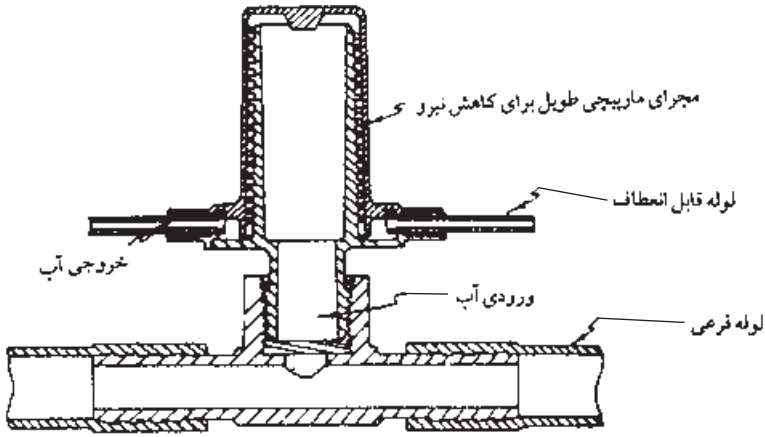
قطره‌چکان‌ها آب تحت فشار داخل لوله را به فشار صفر رسانیده و به صورت قطره خارج می‌کنند. براین اساس انواع قطره‌چکان‌ها به سیستم‌های مخصوص کاهش انرژی مجهز هستند (شکل ۲۵ــ۹و ۲۶ــ۹).



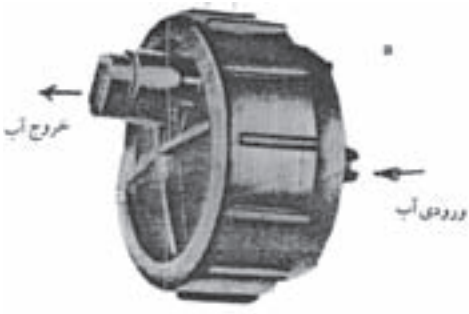
الف) قطره‌چکان خطی



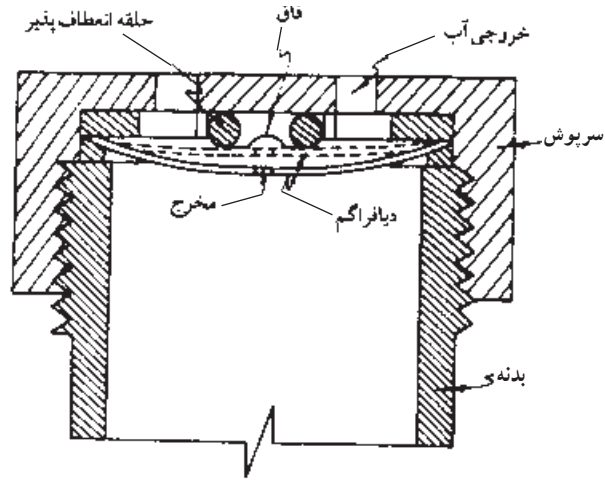
ب ــ قطره‌چکان نتافیم



ج) قطره چکان سه راهی



هـ) قطره چکان صفحه‌ای



د) قطره چکان دارای دیافراگم

و) قطره چکان با چند دهانه

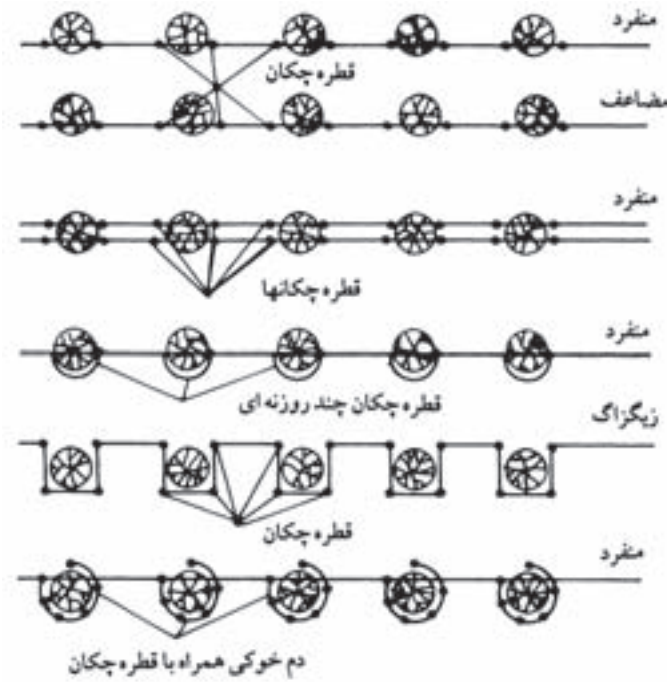
شکل ۲۵ــ۹ــ انواع قطره‌چکان‌ها

شکل ۲۶ــ 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 قابل‌انعطاف و مقاوم در برابر نور خورشید و یخبندان هستند شکل(۲۷ــ ۹). آرایش این لوله‌ها در سطح باغ یا مزرعه به نوع گیاه، سن گیاه، اقلیم منطقه و نوع خاک بستگی دارد. در شکل ۲۸ــ۹ 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 ۲۷ــ۹).

شکل ۲۷ــ۹ــ لوله اصلی و جانبی و نحوه اتصال آنها



شکل ۲۸ــ۹ــ آرایش لوله های جانبی

دستگاه‌های کنترل مرکزی : وسایل کنترل مرکزی به مجموعه اتصالاتی گفته می‌شود که در شبکه لوله‌ها بین تأسیسات آبگیر و نقطه ورودی لوله‌های توزیع‌کننده نصب می‌شوند. و عبارتند از :

۱ــ موتور پمپ

۲ــ سیکلون

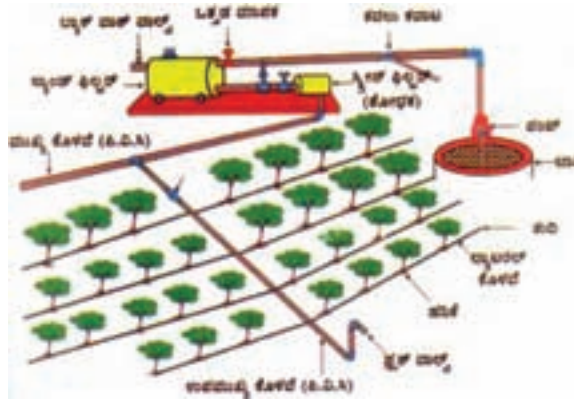
۳ــ فیلتر شن

۴ــ تانک کود

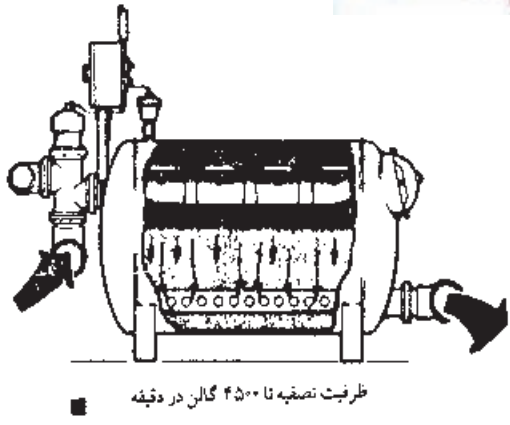
۵ــ مرکز کنترل

۶ــ 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 ۲۹ــ۹ــ تشکیلات یک شبکه آبیاری قطره‌ای



شکل ۳۰ــ ۹ــ فیلتر شنی

ارزشیابی

۱ــ روش‌های اصلی آبیاری کدامند؟

۲ــ به‌نظر شما اگر دبی ۱۵ لیتر در ثانیه را در خاک رسی وارد کرت کنیم ابعاد کرت چه اندازه می تواند باشد ؟

۳ــ شکل ۲ــ۹ را تشریح کنید.

۴ــ شیب عرضی کرت چه اثری در آبیاری کرت دارد؟

۵ــ شکل ۸ــ۹ را تشریح کنید.

۶ــ به نظر شما چگونه می‌توان در زمین‌های با شیب زیاد آبیاری نشتی کرد؟

۷ــ رابطه بین دبی با زمان آبیاری چیست؟

۸ــ چگونه می‌توان با آبیاری بارانی از یخبندان جلوگیری کرد؟

۹ــ کوپلرها چگونه عمل می‌کنند؟

۱۰ــ مزایای آبیاری قطره‌ای چیست؟

۱۱ــ مکانیسم کار قطره‌چکان‌ها چیست؟

واژه‌نامه

Absorption, Uptake	جذب
Acid soil	خاک اسیدی
Acidity	اسیدیته ــ 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
Atomosphere	جو
Available Moisture	رطوبت قابل استفاده، ظرفیت نگهداری
Available nutrients	عناصر قابل جذب
Available Water	آب قابل استفاده
Badland	هزار دره (شیارهای روی تشکیلات مارنی)
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 ــ پخش
Ditch	نهر
Ditcher	نهرکن

Drinage	زهکشی
Edaphology	خاک‌شناسی
Effective Precipitation	باران مؤثر
Efficiency	بازده
Efflorescence	شوره (زدن)
Electrical conductivity	هدایت الکتریکی
Element	عنصر
Erosion	فرسایش
Evaporation	تبخیر
Evapotranspiration	تبخیر و تعرّق
Exchange	تبادل
Exchangable anion	آنیون تبادلی
Exchangable sodium percentage = ESP	درصد سدیم تبادلی
Fertility	حاصلخیزی
Fertilizer	کود
Field capacity	رطوبت حد ظرفیت زراعی
Flood	سیل
Flooding	غرقاب ــ آبیاری غرقابی
Flow velocity	سرعت جریان
Fog	مه
Free surface	سطح آزاد
Freezing point	نقطه انجماد
Furrow irrigation	آبیاری جویچه‌ای
Glacier	یخچال

Glacier valley	دره یخچالی
Gradation	دانه‌بندی
Gradient	شیب
Grading	شیب‌بندی
Gravelly	سنگ ریزه‌ای
Gravitational water	آب ثقلی
Green manuor	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
Infilteration	نفوذ
infiltrability	نفوذپذیری
Influent Water	آب ورودی
Inlet (irrigation)	ورودی
Irrigated crop	کشت فاریاب
Irrigation	آبیاری

Irrigation implements	تجهیزات آبیاری
Irrigation interval	دور آبیاری
Irrigation time	مدت زمان آبیاری
Irrigator	آبیار
Lamination	لایه‌بندی
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	لکه‌های 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 ــ واحد ساختمانی خاک
Permeability	نفوذپذیری ــ تراوایی
Permeability of rocks	نفوذپذیری سنگ‌ها
Pernanent wilting point	نقطه پژمردگی دائم
Platelike	ورقه‌ای
Porosity	تخلخل
Precipitation	ریزش‌های جوی
Prismatic	منشوری
Profile	نیمرخ
Radiation	تابش
Ratio Humidity	رطوبت نسبی
Run – off	رواناب ــ 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	بیلان 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	مکش‌سنج
Tension	مکش
Top soil	سطح الارض
Translocation	انتقال
Transpiration	تعرّق
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

بایبوردی، 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(جلداول)، دانشگاه چمران، ۱۳۶۷.

رفیع، محمد جعفر، فیزیک خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.

زرین کفش، منوچهر، خاک‌شناسی کاربردی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۷.

عالمی، محمد، آب و خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۰.

عاکف، مهدی، دستورالعمل آزمایشگاه خاک‌شناسی، دانشگاه گیلان، ۱۳۷۱.

بایبوردی، 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 (جلددوم)، دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.
بایبوردی، 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.
حقّ‌نیا، غلامحسین، خاک شناخت، دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۱.
حاجی‌زاده، اکبر، برخی از مسائل خاک‌شناسی، انتشارات بامداد، ۱۳۶۸.
حکیمیان، مسعود، مبانی خاک‌شناسی، دانشگاه تهران، ۱۳۵۹.
حیرایی،محمدحسین،درس‌هایی‌از حفاظت‌آب و خاک،انتشارات وزارت‌فرهنگ وارشاد اسلامی.
اصلاح خاک‌های شور، مؤسسه تحقیقات خاک و آب نشریه ۲۴۲.
حقّ‌نیا، غلامحسین، خاک‌شناخت، دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۰.
بایبوردی، 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، جزوهٔ 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، جزوهٔ 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.