

بخش اول

خاک

### تشکیل خاک

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

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

### خاک چیست؟

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

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

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

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

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

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

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

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

## کانی‌های سازنده پوسته جامد زمین

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

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

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

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

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

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

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

می‌آیند.

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

تشکیل می‌شود.

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

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



شکل ۱-۱

## عناصر شیمیایی سازنده پوسته زمین

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

جدول ۱-۱- درصد عناصر سازنده پوسته جامد زمین

عناصر	درصد	اکسید عنصر	درصد
اکسیژن	۴۶/۵	—	۵۹/۷
سیلیسیم	۲۷/۶	SiO <sub>۲</sub>	۱۵/۲۲
آلومینیم	۸/۱	Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۳/۱
آهن	۵/۱	Fe <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , FeO	۵/۱
کلسیم	۳/۶	CaO	۳/۴۵
منیزیم	۲/۱	MgO	۳/۷۱
سدیم	۲/۸	Na <sub>۲</sub> O	۳/۱۱
پتاسیم	۲/۶	K <sub>۲</sub> O	۱/۳
تیتانیم	/۶	TiO <sub>۲</sub>	/۳
فسفر	/۱۲	P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	/۱۱
منگنز	/۹	MnO	—
گوگرد	/۶	—	۱/۳
کلر	/۵	Cl <sub>۲</sub> O	—
کربن	/۴	—	—

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

## عوامل مؤثر در تشکیل خاک

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

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

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

الف) عوامل فیزیکی (ج) عوامل زیستی

ب) عوامل شیمیایی (د) عامل زمان

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

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

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

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

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

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

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

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

۱- حل شدن: آب خالص بعضی املاح را در خود حل کرده و فرآورده‌های حاصل را جابه‌جا می‌کند. نمک طعام<sup>۱</sup> و گچ<sup>۲</sup> به راحتی در آب حل می‌شوند. در آب همیشه مقداری  $CO_2$  وجود دارد

۱- NaCl حالت

۲-  $CaSO_4$  ژیس

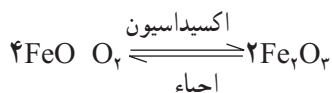
در نتیجه قابلیت حل بیشتری دارند. چرا؟ بنابراین بعضی از املاح نظیر آهک<sup>۱</sup> که در آب خالص حل نمی‌شوند در آب CO<sub>۲</sub> دار به راحتی حل می‌شوند.

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



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

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



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

۵- کربناسیون یا کربناته شدن: در اثر ترکیب گاز CO<sub>۲</sub> با آب، اسید کربنیک ناپایداری ایجاد شده و این اسید تخریب سنگ‌های آهکی را سرعت می‌بخشد.

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

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

۱- کلسیت CaCO<sub>۲</sub>

۲- همانیت Fe<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub>

۳- لیمونیت Fe<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub> · ۳H<sub>۲</sub>O

## پروفیل خاک

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

این لایه‌ها را در خاک‌شناسی افق<sup>۱</sup> می‌نامند و برشی از مجموع افق‌ها را نیمرخ خاک یا پروفیل خاک می‌گویند.

## پروفیل (نیمرخ خاک)<sup>۲</sup>

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

## انواع افق‌های خاک

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

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

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

۱- Hor zon

۲- Prof e





شکل ۱-۲ افق‌های موجود در یک خاک

**افق B:** زیر افق A قرار داشته به طور معمول تجمع مواد شسته شده از طبقه A بوده به همین علت افق ذخیره نیز نامیده می شود.

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

**افق R:** سنگ‌های پوسته زمین که به آن‌ها سنگ بستر نیز می گویند.

در علم خاکشناسی خاک‌ها را بر اساس مشخصات نیم‌رخ یا پروفیل خاک و سایر عوامل مانند: اقلیم، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی و ... طبقه بندی می کنند.

## کار شماره ۱: مطالعه نیم رخ خاک

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

در اصطلاح عامیانه خاک به دو طبقه تقسیم می شود خاک سطح الارض و خاک تحت الارض.

**۱- خاک سطح الارض:** قسمتی از خاک سطحی را که بیشتر فعالیت‌های کشاورزی در آن انجام می گیرد و معمولاً خلل و فرج بیشتری دارد و ریشه گیاهان در آن رشد و نمو می نمایند خاک سطح الارض یا بالایی نامیده می شود. از نظر علمی این بخش خاک مجموعه افق‌های O، A، و بخش فوقانی افق B خاک می باشد. هر چه ضخامت خاک سطح الارض بیشتر باشد از نظر زراعی ارزش بیشتری دارد.

**۲- خاک تحت الارض:** در زیر خاک سطح الارض قرار داشته معمولاً متراکم و فشرده بوده و ریشه گیاهان زراعی در آن کمتر یافت می شود. در این بخش به علت عدم وجود اکسیژن و فشرده بودن خاک، موجودات ذره بینی فعالیت چندانی ندارند و در اصطلاح علمی شامل افق C و بخش زیرین افق B می باشد. خاک تحت الارض یا زیرین استعداد تولید گیاهان را نداشته و از نظر زراعت اهمیت چندانی ندارد.



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

## عمق خاک‌های زراعی

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

## مزایای خاک‌های عمیق

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

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

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

## اجزای تشکیل‌دهنده خاک

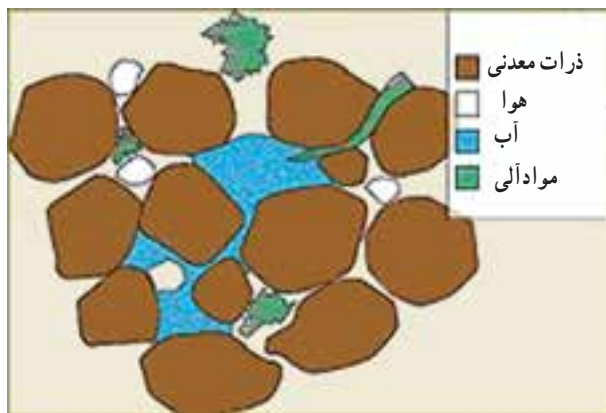
آیا تاکنون به خاک‌های اطراف خود به‌دقت نگاه کرده‌اید؟ آیا فکر کرده‌اید خاک از چه قسمت‌هایی درست شده است؟

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

الف) بخش جامد خاک

ب) بخش خلل و فرج خاک

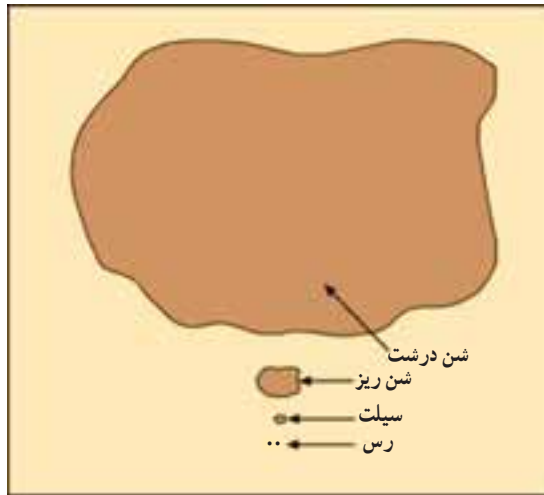
شکل ۴-۱ بخش جامد و خلل و فرج خاک را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱- نمایش قسمت‌های مختلف خاک

## الف) بخش جامد خاک

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



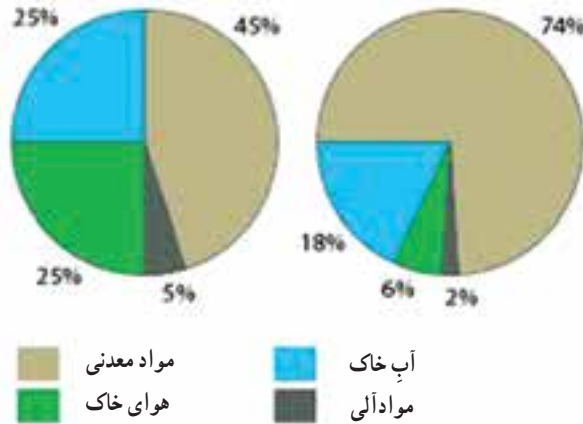
شکل ۵-۱- اجزای معدنی خاک (به اندازه مقایسه‌ای آن‌ها توجه کنید).

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

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

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

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



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

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

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

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

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

### آزمایش ۱ :

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

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

### آزمایش ۲ :

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

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

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

### روش‌های تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی خاک‌ها

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

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

ببرد.

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

## روش نمونه برداری از خاک

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

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

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

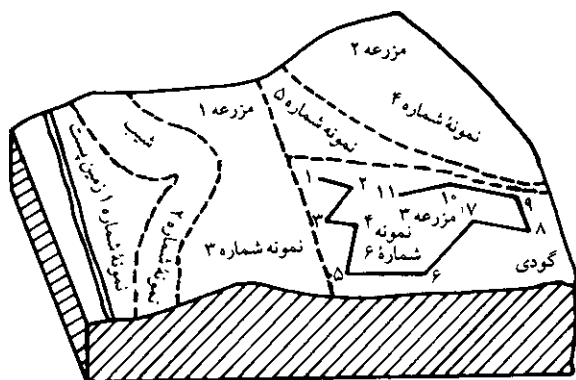
در نمونه برداری به منظور ارزیابی حاصلخیزی خاک باید نوع بهره برداری (زراعت، باغبانی، جنگل و مرتع) مشخص شود، سپس اقدام به جمع آوری اطلاعات اولیه و تهیه نقشه اراضی کرد که در صورت عدم وجود نقشه و یا در دسترس نبودن آن می توان با تهیه کروکی وضعیت محل نمونه برداری را مشخص کرد. برای تعیین درصد رطوبت بایستی نمونه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

**عمق نمونه برداری:** عمق نمونه برداری بستگی به نوع بهره برداری (نوع کشت) دارد. در مواردی که نوع کشت از گیاهانی با ریشه های عمیق نباشد، برداشت نمونه خاک از عمق ۳-۳۰ سانتی متر و در گیاهان زراعی که ریشه نسبتاً عمیق دارند از دو عمق ۳۰-۶۰ و ۳۰-۳ سانتی متر صورت می گیرد. اما در درختکاری از عمق های ۹۰-۶۰ و ۱۲۰-۹۰ سانتی متری نیز برداشت صورت می گیرد.

### □ کار شماره ۱

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





شکل ۱-۲- قطعه‌بندی زمین اصلی

### انواع نمونه :

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

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

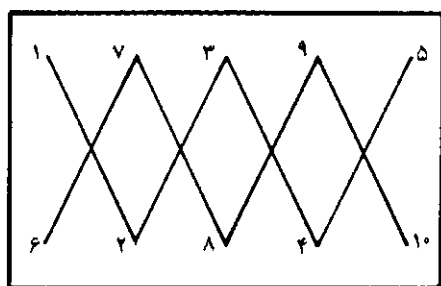
**تعداد نمونه اصلی یا نهایی :** تعداد نمونه نهایی بستگی به یکنواختی و غیر یکنواختی خاک و نیز مساحت زمین دارد. در صورتی که زمین در مساحت ۱۵ هکتار، خاک یکنواخت داشته باشد، در ازای هر ۱۵ هکتار زمین یکنواخت یک نمونه نهایی تهیه می‌شود، بدیهی است در صورت غیر یکنواختی باید از هر کدام از قطعات غیر یکنواخت کوچکتر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

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

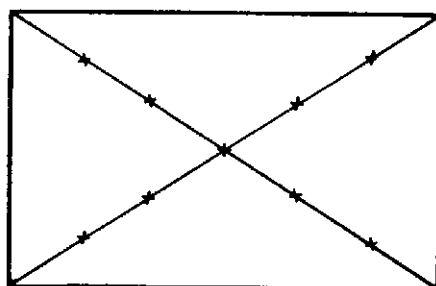
**چگونگی و نحوه نمونه برداری :** پس از قطعه‌بندی زمین و مشخص کردن قطعات غیر یکنواخت، قطعات یکنواخت را نیز به قطعات ۱۵ هکتاری (حداکثر) تقسیم کرده و حدود آن‌ها را مشخص می‌کنیم. سپس از هر یک از قطعات به‌طور جداگانه به یکی از دو روش زیگزاگ و یا مستطیلی (شکل ۲-۲) از نقاط مختلف به فاصله ۲۵ متر نمونه برداری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

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

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



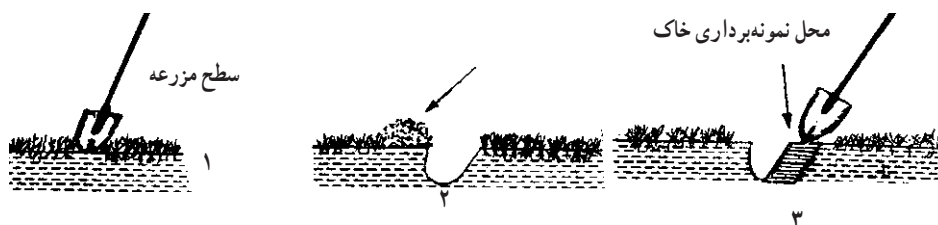
روش زیگزاگ



روش مستطیل

شکل ۲-۲- روش‌های نمونه‌برداری از خاک

تذکره: یکی از نکات مهمی که باید در نمونه‌برداری مورد توجه قرار گیرد این است که از نقاطی که آغشته به کودهای حیوانی یا شیمیایی یا بقایای گیاهی و مواد غیر خاک (مانند خاکستر و غیره) باشد، نباید 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 ۲-۳).



شکل ۲-۳- 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 نمونه خاک الصاق می‌شود که در روی این کارت کلیه مشخصات خاک، قید می‌شود.

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

شکل ۲-۴- مشخصات کارت نمونه خاک

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

### نمونه برگ اطلاعات مربوط به نمونه خاک

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

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

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

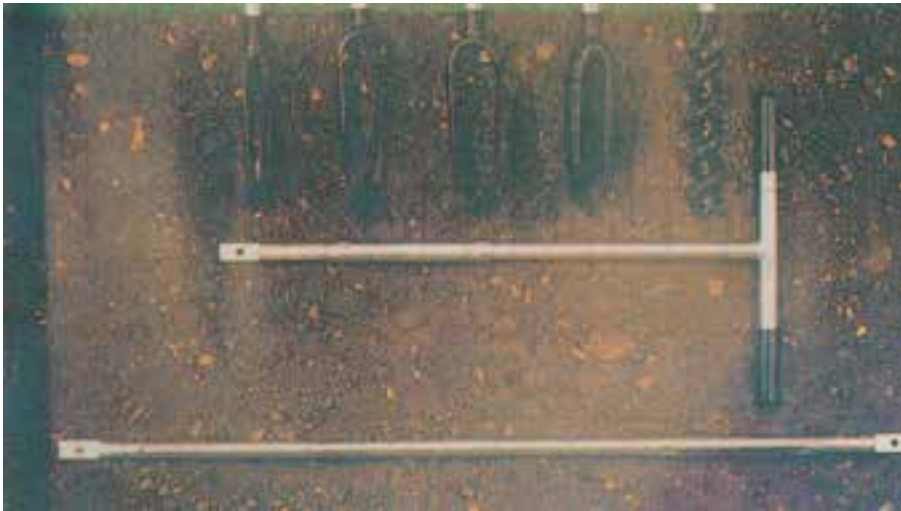
۲- تاریخچه مصرف کودهای شیمیایی و حیوانی در زمین

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

### ۳- تاریخچه زراعت در زمین

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

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



شکل ۵-۲- انواع مته ها

#### □ کار شماره ۲ : محاسبه درصد سنگریزه

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

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

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

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

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

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

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

## ۳- تعیین درصد سنگریزه :

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

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

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

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

## بافت خاک

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

## تقسیم‌بندی ذرات خاک

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

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

۲-۱ جمع‌آوری شده است.

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

گروه ذرات خاک	قطر ذرات میلی‌متر «الف» <sup>۱</sup>	قطر ذرات میلی‌متر «ب» <sup>۲</sup>	تعداد ذرات در یک گرم	سطح یک گرم از ذرات (سانتی‌متر مربع)
شن خیلی درشت	۱-۲	—	۹	۱۱
شن درشت	۵-۱	۲-۲	۷۲	۲۳
شن متوسط	۲۵- / ۵	—	۵۷	۴۵
شن ریز	۱- / ۲۵	۲ / ۲	۴۶	۹۱
شن خیلی ریز	۵- / ۱	—	۷۲۲	۲۲۷
سیلت	۲- / ۵	۲ / ۲	۵۷۷۶	۴۵۴
رس	کوچکتر از ۲	کوچکتر از ۲	۹ ، ۲۶ ، ۸۵۳ ،	۸ ، ،

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

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

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

۱- سیستم وزارت کشاورزی آمریکا

۲- سیستم بین‌المللی

بافت این خاک‌ها شنی یا شنی‌لومی است.

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

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

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

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

**خواص خاک‌های سنگین :** خاک‌های سنگین دارای خصوصیات زیر هستند :

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



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

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

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



### □ کار شماره ۳

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

جدول ۳-۲- تخمین بافت خاک به روش لمسی

مطالعه آزاد

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

## □ کار شماره ۴

تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری (با استفاده از هیدرومتر بایکاس) و وسایل لازم: به همزن الکتریکی، به همزن دستی، استوانه مدرج یک لیتری، هیدرومتر، ساعت ثانیه شمار یا کروномتر، دماسنج، ترازو، بشر  $1000^{\circ}\text{CC}$ ، اتو.

مواد لازم: محلول هگزامتافسفات سدیم ۰.۵٪

شرح آزمایش:

۱- ۵۰ گرم خاک خشک شده (در اتو به مدت ۲۴ ساعت) را وزن کرده و در بشر  $1000^{\circ}\text{CC}$

می‌زنیم.

۲- حدود  $400^{\circ}\text{CC}$  آب مقطر به بشر اضافه کرده و مدت چند دقیقه به هم می‌زنیم.

۳- مقدار  $500^{\circ}\text{CC}$  محلول هگزامتافسفات سدیم به مخلوط اضافه کرده و چند دقیقه به هم

می‌زنیم.

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

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

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

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

۸- مخلوط درون میزور را یک دقیقه به وسیله به همزن

دستی (توبی) به هم می‌زنیم.

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

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



شکل ۷-۲- به همزن الکتریکی (آژیتاتور)

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

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

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

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

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

مفروضات مسأله:

قرائت اول  $40^{\circ}$  گرم در لیتر

قرائت دوم  $30^{\circ}$  گرم در لیتر

درجه حرارت در قرائت اول  $30^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد و در قرائت دوم  $25^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد مقدار

خاک مصرف شده  $50^{\circ}$  گرم خاک خشک و مقدار کالکون مصرفی  $50^{\circ}$  سانتی‌متر مکعب

حل:

محاسبات قرائت اول

به ازای غلظت کالکون

$40 \quad 2/5 \quad 37/5$

سانتی‌گراد  $10 \quad 20 \quad 30$

$3 \quad 3 \quad 10 \times 0.3$

مقدار سیلت و رس در  $50^{\circ}$  گرم خاک خشک  $40/5 \quad 3 \quad 37/5$

مقدار سیلت و رس در  $100^{\circ}$  گرم خاک خشک  $81 \quad 2 \times 40/5$

## محاسبات قرائت دوم

۳۰ ۲/۵ ۲۷/۵

درجه سانتی گراد ۵ ۲۰ ۲۵

۱/۵ ۳×۵

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

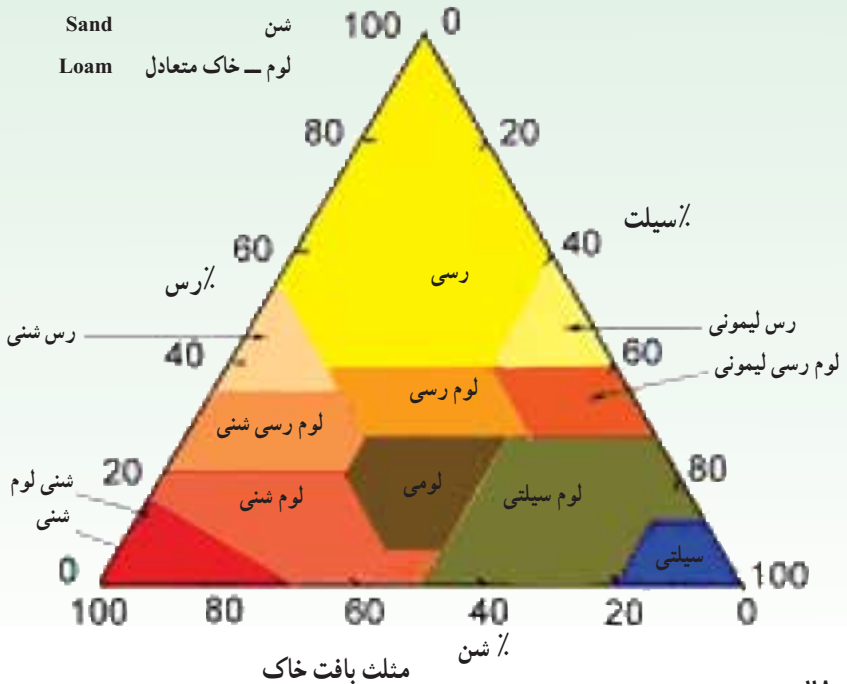
مقدار رس در ۱۰۰ گرم خاک خشک ۵۸ ۲۹×۲

درصد سیلت ۲۳ ۵۸ ۸۱

درصد شن ۱۹ ۸۱ ۱۰۰

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

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



## ساختمان خاک

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

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

### تعریف ساختمان خاک

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

## انواع ساختمان

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

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

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

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

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

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

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

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

## عوامل مؤثر در تشکیل و تخریب ساختمان خاک

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

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

۱- نیروی فشردگی

۲- مواد چسبنده


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

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

الف) مواد چسبنده معدنی: شامل رس‌ها و اکسیدهای آهن

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

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

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

۱- Sphero da

۲- P ate ke

۳- B ock ke

۴- Subangu ar B ocky

۵- Pr smat c

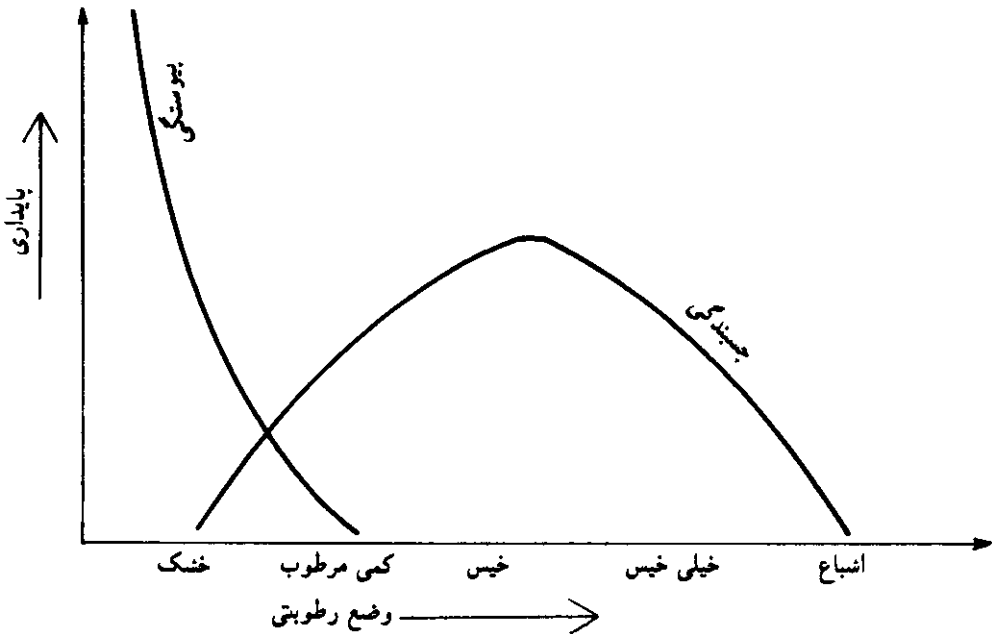
۶- Co umr atr

## چسبندگی خاک

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

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

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



نمودار ۱-۲

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



## □ کار شماره ۵

### تعیین حد چسبندگی خاک

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

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

## □ کار شماره ۶

### روش اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک

وزن مخصوص ظاهری خاک را می‌توان به روش‌های زیر اندازه گرفت:

روش استفاده از سیلندر

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

### شرح آزمایش

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



شکل ۸-۲- نمونه‌برداری از خاک با سیلندر

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

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

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

درصد تخلخل خاک	وزن مخصوص ظاهری
۵۵-۶۲	$1/2 - 1/3$
۴۶-۵۴	$1/4 - 1/2$
۴-۴۶	$1/6 - 1/4$
کمتر از ۴ درصد	$1/8 - 1/6$

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

است؟

## □ کار شماره ۷

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

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

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

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

$W_s$  وزن خاک خشک بر حسب گرم

$V$  حجم خاک بر حسب سانتی‌متر مکعب

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

## وزن مخصوص حقیقی خاک<sup>۱</sup>

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

می نامند.

### □ کار شماره ۸

تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک

روش پیکنومتر

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

شرح آزمایش

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

۲- ۱۰ گرم خاک خشک شده (در اتو ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت) را وزن می کنیم.  $w_2$

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

۴- پیکنومتر آماده شده در مرحله قبل را در داخل دسیکاتور متصل به پمپ خلأ قرار داده و هوای بین ذرات خاک را با ایجاد خلأ به مدت ۱۰ دقیقه خارج می کنیم.

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

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

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

وزن مخصوص حقیقی خاک های معدنی در حدود ۲/۵ تا ۲/۷ گرم به سانتی متر مکعب است و

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

$P_d$  وزن مخصوص حقیقی خاک

$w_2$  وزن خاک خشک

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

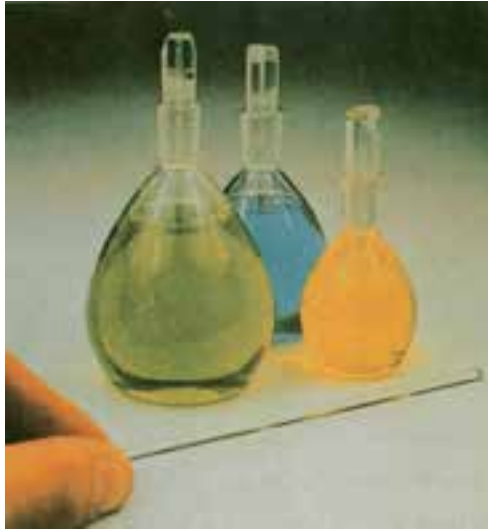
$w_2$  وزن (آب و خاک و ظرف منهای آب هم حجم خاک)

$w_1$   $w_2$   $V_s$  حجم خاک

## درصد رطوبت خاک

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

محسوب می‌شود.



شکل ۹-۲- پیکنومتر در اندازه‌های مختلف

### □ کار شماره ۹

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

#### الف) تعیین درصد وزنی رطوبت خاک

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

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

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

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

### ب) تعیین درصد حجمی رطوبت خاک

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

## تخلخل

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

می شود.

## محاسبه تخلخل (خلل و فرج) خاک

تخلخل کل خاک از فرمول زیر محاسبه می شود:

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

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

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

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

## رنگ خاک

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

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

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

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

هوموس تجزیه شوند، سیاه رنگ می شوند.

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

است.

## دمای خاک

دمای خاک از مهمترین عوامل رشد گیاه به شمار می‌رود. رشد بذور و فعالیت باکتری‌ها در خاک و زندگی گیاهان و اعمال حیاتی آن‌ها، مستقیماً تحت تأثیر دمای خاک قرار می‌گیرد. از آنجا که دمای خاک در بیشتر مواقع مشابه دمای هوا است، اهمیت آن را در رشد گیاه نادیده می‌گیرند. در صورتی که در برخی موارد تفاوت زیادی بین آن دو وجود دارد، به‌عنوان مثال: ممکن است یک خاک مرطوب در فصل بهار مدت‌ها پس از گرم شدن هوا همچنان سرد باقی بماند به این ترتیب جذب آب توسط ریشه نیز کندتر صورت می‌گیرد.

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

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

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

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

## اصول و روش اندازه‌گیری درجه حرارت خاک

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

### وسایل مورد نیاز در اندازه‌گیری دمای خاک

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

### □ کار شماره ۱۰

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

کنند.





شکل ۱۱-۲- دماسنج برای اندازه‌گیری دمای سطح خاک



شکل ۱۰-۲- دماسنج برای اندازه‌گیری دمای عمق خاک

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