

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

پایه دهم

دوره دوم متوسطه

شاخه: کاردانش

زمینه: کشاورزی

گروه تحصیلی: کشاورزی و غذا

رشته‌های مهارتی طبق جدول صفحه ۶ عنوان

نام استاندارد مهارتی مبنا: زراعت عمومی - باغبانی نوع (۱) - باغبانی نوع (۲)

کد استاندارد متولی: ۷۴/۱/۱۰ ک - ۷۹/۲/۱۰/۱ ک - ۷۹/۲/۱۰/۲ ک

|         |  |
|---------|--|
| ۶۳۱     | مقیم، نبی‌الله   |
| ۴/      | تشخیص انواع خاک و اصلاح آن/مؤلفان: نبی‌الله مقیم، کریم کرمی، منصور نوابزاده. -   |
| ت ۴۶۹ م | تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.<br>۱۰۶ص. : منصور. - شاخه کاردانش.<br>متون درسی شاخه کاردانش گروه تحصیلی کشاورزی و غذا، رشته‌های مهارتی زراعت گیاهان<br>علوفه‌ای و ...<br>برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته‌های<br>زراعت - باغبانی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.<br>۱. خاک شناسی. ۲. خاک - بهسازی. الف. کرمی، کریم. ب. نوابزاده، منصور. ج. ایران.<br>وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. د. عنوان. ه. فروست. |





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| نام کتاب :                         | تشخیص انواع خاک و اصلاح آن - ۳۱۰۱۱۸   |
| پدیدآورنده :                       | سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی   |
| مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف :  | دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش   |
| شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : | نبی‌الله مقیمی، کریم کرمی و منصور نواب‌زاده (اعضای گروه تألیف)  |
| مدیریت آماده‌سازی هنری :           | اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی   |
| شناسه افزوده آماده‌سازی :          | زهره بهشتی شیرازی (صفحه‌آرا) - محمدحسن معماری (طراح جلد)  |
| نشانی سازمان :                     | تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)<br>تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹<br>وب‌گاه : <a href="http://www.irtextbook.ir">www.irtextbook.ir</a> و <a href="http://www.chap.sch.ir">www.chap.sch.ir</a> |
| ناشر :                             | شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو یخش)<br>تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵ ، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰ ، صندوق پستی : ۱۳۹-۳۷۵۱۵  |
| چاپخانه :                          | شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  |
| سال انتشار و نوبت چاپ :            | چاپ ششم ۱۴۰۰  |

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت جایی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



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

امام خمینی «قُدَس سِرُّهُ»

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان<br>مقدمه  |
|------|---|
| ۱    | پیمانه مهارتی (۱) - تشخیص برخی از خصوصیات فیزیکی خاک  |
| ۲    | خاک چیست  |
| ۲    | ۱-۱ عوامل فیزیکی و مکانیکی                            |
| ۳    | ۱-۲ عوامل شیمیایی                                     |
| ۶    | ۱-۳ عوامل بیولوژیکی (موجودات زنده)                    |
| ۷    | ۱-۴ انواع افق‌های خاک                                 |
| ۹    | ۱-۵ خاک سطح الارض و خاک تحت الارض                     |
| ۱۱   | ۱-۶ پروفیل خاک  |
| ۱۴   | ۱-۷ نمونه برداری از خاک                               |
| ۱۸   | ۱-۸ ذرات تشکیل دهنده خاک                              |
| ۲۰   | ۱-۹ بافت خاک  |
| ۲۵   | ۱-۱۰ ساختمان خاک                                      |
| ۲۸   | ۱-۱۱ اجزای تشکیل دهنده خاک                            |
| ۳۴   | ۱-۱۲ نفوذپذیری  |
| ۳۸   | ۱-۱۳ وزن مخصوص  |
| ۴۱   | پیمانه مهارتی (۲) - تشخیص برخی از خصوصیات شیمیایی خاک |
| ۴۴   | ۲-۱ خواص شیمیایی خاک                                  |
| ۴۴   | ۲-۲ روش‌های مختلف عصاره‌گیری                          |
| ۴۵   | ۲-۳ مفهوم pH  |
| ۵۳   | ۲-۴ خاک‌های شور                                       |
| ۵۷   | ۲-۵ خاک‌های قلیا (سدیمی)                              |

| صفحه | عنوان                                 |
|------|---------------------------------------|
| ۶۰   | پیمانه مهارتی (۳) - شناخت خاک حاصلخیز |
| ۶۲   | ۳-۱ وابستگی گیاه به خاک               |
| ۶۲   | ۳-۲ حاصلخیزی و اهمیت آن               |
| ۶۳   | ۳-۳ عناصر غذایی ضروری برای گیاه       |
| ۷۸   | ۳-۴ قوانین رشد گیاه                   |
| ۸۱   | ۳-۵ فرسایش خاک                        |
| ۹۱   | پیمانه مهارتی (۴) - اصلاح خاک         |
| ۹۳   | کودها                                 |
| ۹۳   | ۴-۱ کودهای آلی                        |
| ۹۶   | ۴-۲ مواد آلی                          |
| ۹۷   | ۴-۳ اصلاح خاک های شور                 |
| ۹۸   | ۴-۴ اصلاح خاک های سدیمی (قلیا)        |
| ۹۹   | ۴-۵ اصلاح خاک های رسی                 |
| ۹۹   | ۴-۶ اصلاح خاک های شنی                 |
| ۱۰۱  | ۴-۷ اصلاح خاک های اسیدی               |
| ۱۰۱  | ۴-۸ زهکشی                             |
| ۱۰۶  | منابع مورد استفاده                    |

## مقدمه

در قرآن کریم آمده است «و من الماء کل شیء حی» همه چیز از آب زنده است. اهمیت آب و خاک در زندگی بشر از زمانی آغاز شد که انسان محیط طبیعی خود را شناخت. اثر آب و خاک بر یکدیگر و تأثیر آنها در رشد و نمو گیاه اساسی است. بسیاری از اراضی کشاورزی در گذشته حاصلخیزی خود را از دست داده‌اند که برخی از علل آن عبارتند از : عدم شناخت کیفیت آب، کمبود اطلاعات کشاورزان درباره آب و خاک، شناخت بسیار کم در مورد روابط آب و خاک و گیاه و ... . خوشبختانه در سالهای اخیر اطلاعات کشاورزان و سایر مسؤولان امور کشاورزی در کشور ما در زمینه‌های فوق بسرعت پیشرفت کرده و به بهره‌وری بهینه از منابع آب و خاک منجر گردیده است. در این کتاب سعی شده کلیه عوامل محدود کننده رشد گیاه (عوامل خاکی) مورد بررسی قرار گیرد.

مؤلفان

فهرست رشته‌های مهارتی که می‌توانند از کتاب استفاده کنند.

| ردیف | عنوان رشته                          |
|------|-------------------------------------|
| ۱    | زراعت گیاهان علوفه‌ای و غده‌ای      |
| ۲    | زراعت غلات و حبوبات                 |
| ۳    | کشت گیاهان دارویی و زعفران          |
| ۴    | پرورش گیاهان جالیزی و سبزی          |
| ۵    | پرورش میوه‌های هسته‌دار             |
| ۶    | پرورش میوه‌های دانه‌دار و دانه‌ریز  |
| ۷    | تولید نهال و جنگل‌کاری              |
| ۸    | پرورش درخت و درختچه تزئینی          |
| ۹    | ایجاد و نگهداری فضای سبز            |
| ۱۰   | پرورش درختان گرمسیری و نیمه گرمسیری |
| ۱۱   | پرورش گل و گیاهان آپارتمانی         |

## تشخیص برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

### هدف کلی

تشخیص برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

هدفهای رفتاری: پس از پایان این پیمانه مهارتی از فراگیران انتظار می‌رود که :

۱- خاک را تعریف کنند و طبقات مختلف خاک را نام ببرند.

۲- خواص ذرات تشکیل دهنده خاک را توضیح دهند.

۳- بافت خاک را تعیین کنند.

۴- انواع ساختمان خاک را نام ببرند.

۵- نفوذپذیری خاک را اندازه‌گیری کنند.

| زمان (ساعت) |      |
|-------------|------|
| نظری        | عملی |
| ۴           | ۱۴   |

## خاک چیست

اغلب مردم قشر سطحی کره زمین را خاک می‌پندارند که تصویری صحیح نیست. از نظر متخصصین هر رشته نیز خاک مفاهیم مختلف دارد. مثلاً خاک از نظر یک زمین‌شناس یا یک نفر مهندس راه و ساختمان و یا یک نفر کشاورز بسیار متفاوت است. یک خاک خوب برای کار مهندس راه و ساختمان ممکن است از نظر متخصص کشاورزی بسیار بد باشد. ساده‌ترین تعریفی که می‌توان در مورد خاک از نظر کشاورزی ذکر کرد، این است که خاک به قشر سطحی کره زمین گفته می‌شود که گیاهان می‌توانند در آن رشد و تکثیر نمایند که این خاک تحت تأثیر عوامل مختلفی به وجود می‌آید. به طور کلی می‌توان این عوامل را به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

۱- عوامل فیزیکی

۲- عوامل شیمیایی

۳- عوامل بیولوژیکی

## ۱-۱ عوامل فیزیکی و مکانیکی عبارتند از:

این عوامل موجب خرد شدن سنگ‌ها و تبدیل آنها به قطعات کوچکتر می‌شود بدون آن که خواص شیمیایی آنها تغییر یابد.

۱- حرارت: تغییرات فاحش درجه حرارت در شبانه‌روز مخصوصاً در نواحی خشک در تشکیل خاک زراعی و تجزیه سنگ‌ها اثر مهمی دارد. در این نواحی تفاوت زیاد بین حرارت روز و شب، انبساط و انقباض دائمی در سنگ‌ها تولید کرده و آنها را خرد می‌کند.

۲- وزش باد: وزش باد هر روز مقدار زیادی از ذرات خرد شده سنگ‌ها را به نقاط دور حمل می‌کند و خاک زراعی را تشکیل می‌دهد.

۳- یخ‌بندان: در مناطق معتدل یخ‌بندان مهمترین وسیله تجزیه سنگ‌هاست. آبی که در شکاف سنگ‌ها فرو می‌رود، موقع شب در اثر برودت یخ می‌بندد و منبسط می‌شود و آنها را می‌ترکاند

و خرد می‌کند.

۴- باران: ذرات و قطعات متلاشی شده سنگ‌ها با آب باران که روی زمین جاری می‌شود، به حرکت در می‌آیند و به جلگه‌ها نقل مکان می‌کنند.

۵- یخچالها: یخچالها عمل مهمی در متلاشی کردن و تخریب سنگ‌ها داشته و در حرکات کند خود مقداری سنگ را به مسافت‌های زیادی حمل کرده که بعداً به مرور خاک زراعی را تشکیل می‌دهند.

۶- دریا: حرکت دریا و امواج آن سنگ‌های کرانه‌ها را مبدل به قطعات کوچکتر می‌کند.

آزمایش: به وجود آمدن خاک از سنگ‌ها در اثر ساییدن  
آزمایش شماره ۱

وسایل و مواد مورد نیاز:

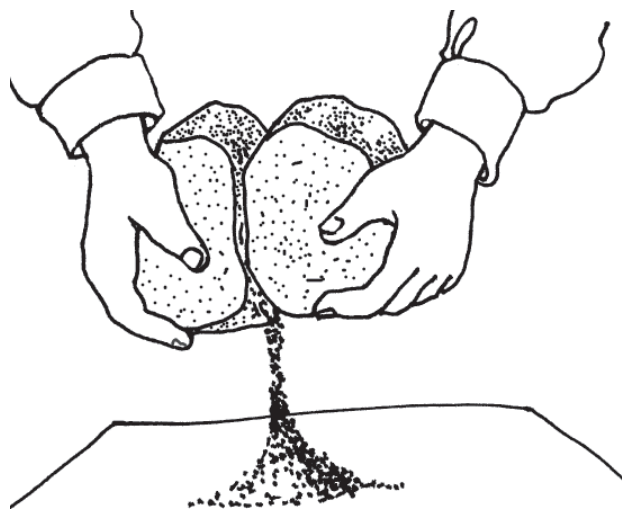
- قطعه سنگ رسوبی، ماسه سنگ و یا سنگ آهک

- یک ورق کاغذ

شرح:

۱- برای انجام این آزمایش دو تکه سنگ آهکی و یا ماسه‌سنگ دانه‌ریز را در دست گرفته و به هم بسایید.

۲- اگر در اطرافتان سنگ وجود ندارد، می‌توانید این

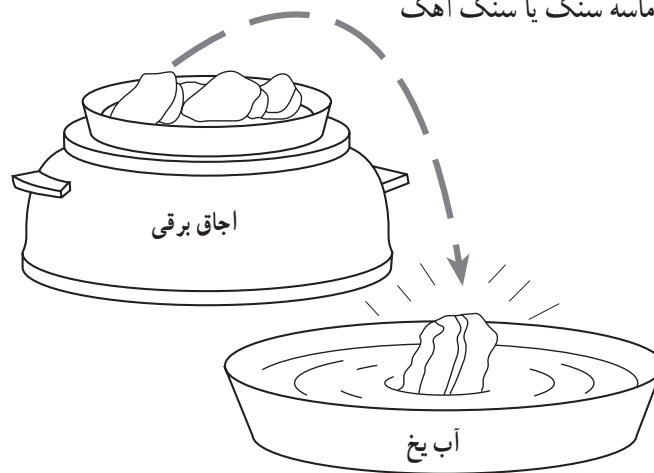


شکل ۱-۱



### شرح:

- ۱- یک تکه سنگ را خوب حرارت دهید.
  - ۲- پس از آن بلافاصله آن را در آب سرد بیندازید.
  - ۳- ملاحظه می کنید که به سبب انقباض پس از انبساط، سنگ می شکند یا ترک برمی دارد.
- نتیجه: در هوازدگی فیزیکی سنگ ها و کانی ها خرد شده و به اجزای کوچکتر تبدیل می شوند بدون این که در جنس و ماهیت شیمیایی آنها تغییری ایجاد شود.



شکل ۱-۲

به صورت حفره های زیرزمینی در نقاطی که آب قسمت عمده این نمک ها را حل و به نقاط دیگر حمل کرده است، دیده می شود. نمک های محلول شامل: کلریدها و سولفات های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم

۲- کربناته شدن: تشکیل کربنات و بی کربنات های حاصل از مواد معدنی بر اثر گاز کربنیک و آب را کربناته شدن می نامند. از طرف دیگر، قدرت حلاله آب گاز کربنیک دار زیادتر بوده و به خصوص موجب انحلال کربنات های کلسیم و منیزیم و تبدیل آنها به بی کربنات می شود.

۳- تیدرولیز: تیدرولیز به ترکیب یک نمک با یون های آب اطلاق می شود. به عبارت دیگر آب علاوه بر این که حلال

کار را با دو تکه آجر انجام دهید.

۳- پس از ساییدن سنگ یا آجر با یکدیگر درخواهید یافت که چه زمانی طول می کشد تا کمی نرمه سنگ و یا خاکه آجر حاصل شود.

آزمایش: په وجود آمدن خاک در اثر انقباض و انبساط

آزمایش شماره ۲

وسایل و مواد مورد نیاز:

- اجاق برقی، گازی یا نفتی

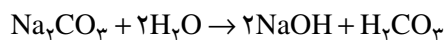
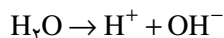
- تکه ای از سنگ رسوبی، ماسه سنگ یا سنگ آهک

## ۲- ۱ عوامل شیمیایی

در اثر این عوامل جنس و خواص شیمیایی سنگ ها و کانی ها تغییر می کند.

تجزیه و تخریب شیمیایی، اکثراً بر اثر انحلال، کربناته شدن، تیدرولیز، اکسیداسیون، تیدراته شدن و محلول های اسیدی پدید می آید که نتیجه آنها تغییرات عمده سنگ ها و مواد معدنی بوده و این تغییرات به مراتب شدیدتر از تخریب به وسیله عوامل فیزیکی است. مهمترین عامل تغییرات شیمیایی آب است و پس از آن می توان از تأثیر هوا و گیاهان نام برد.

۱- انحلال: آب قسمتی از املاح را در خود حل کرده و به صورت محلول در می آورد. نتیجه حل شدن مواد اغلب



شکل ۳-۱

مناسبی است می‌تواند به وسیله عمل تیدرولیز (یعنی اثر یون‌های  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$ ) به تجزیه مواد معدنی کمک کرده و به خصوص بر روی سیلیکات‌ها اثر بگذارد.

۴- اکسیداسیون: اکسیژن هوا از طریق عمل اکسیداسیون روی سنگ‌های قلیایی و نیز سنگ‌هایی که به طور ناقص اکسیده شده‌اند تأثیر می‌کند، مثلاً در مجاورت هوا سنگ‌های سیلیس دار متلاشی می‌شوند. در سنگ‌های دارای آهن و منگنز این پدیده باعث تخریب و تجزیه سنگ‌ها و کانی‌ها می‌شود.

آزمایش: به وجود آمدن خاک در اثر عوامل شیمیایی

آزمایش شماره ۳

وسایل و مواد مورد نیاز:

– چند تکه سنگ آهک

– اجاق برقی، گازی یا نفتی

– مقداری سرکه

– ظرف فلزی یا شیشه‌ای نشکن

شرح:

۱- چند تکه از سنگ آهک را تهیه کنید و در کمی سرکه بیندازید و آن را به ملایمت روی اجاق حرارت دهید.

۲- حباب‌های حاصله گازی اکسید کربن است که در اثر واکنش شیمیایی سرکه و سنگ حاصل شده است.

۳- اگر در این آزمایش حرارت را ادامه دهید تمام سنگ در سرکه حل خواهد شد. زیرا سرکه نوعی اسید است.

نتیجه: در هوادیدگی شیمیایی علاوه بر این که کانی‌ها خرد و متلاشی می‌شوند جنس و ماهیت آنها نیز تغییر می‌کند.

### موجودات زنده خاک

|                  |         |                                  |   |
|------------------|---------|----------------------------------|---|
| موجودات زنده خاک | حیوانات | درشت                             | ۱- بی مهره گان { ۱- کرم ها { ۱- کرم های خاک<br>۲- آنکی ترئیدها در زیر درختان سوزنی (pH اسیدی)   |
|                  |         |                                  | ۲- شاخه بند پایان { ۱- عنکبوتان<br>۲- حشرات<br>۳- هزارپایان<br>۴- خرچنگ ها  |
|                  |         | ۲- مهره داران { موش کور و صحرایی |   |
|                  |         | ریز                              | ۱- نماتدها { ۱- آنهایی که از مواد پوسیده تغذیه می کنند.<br>۲- آنهایی که شکارچی هستند از کرم های خاکی تغذیه می کنند.<br>۳- آنهایی که پارازیت هستند و به ریشه گیاهان حمله می کنند.<br>۲- پروتوزا : حیوانات تک یاخته ای هستند که از مواد آلی غیر زنده تغذیه می کنند.<br>۳- روتیفر : تک یاخته ای هستند که در خاک های مرطوب و باتلاقی خوب رشد می کنند.   |
| موجودات زنده خاک | گیاهان  | درشت                             | ۱- ریشه گیاهان { ۱- گیاهان بدون گل { سرخس - خزه - گل سنگ<br>۲- گیاهان با گل (گلدار) { بیشتر گیاهان عالی   |
|                  |         |                                  |   |
|                  |         | ریز                              | ۱- جلبک ها { ۱- جلبک های آبی - سبز : در مزارع برنج در مقابل نور قادر به<br>فیکسه کردن ازت هوا هستند.<br>۲- جلبک های سبز<br>۳- دیاتموها<br>۲- قارچها { ۱- مخمرها : به علت کم بودن تعداد آنها در خاک اهمیت ندارند (از نظر حاصلخیزی)<br>۲- کفک ها : اهمیت آنها کمتر از باکتری نیست. در شرایط تهویه رشد زیاد می کنند.<br>۳- قارچ های چتری : دارای انواع زیادی هستند.<br>۳- اکتینومیسستها : تک سلولی و حدواسط بین باکتری و قارچ ها هستند.<br>۴- باکتری گیاهان { ۱- هوازی : باکتری هایی که بیشتر از اکسیژن گازی استفاده می کنند.<br>تک سلولی هستند. { ۲- غیرهوازی : باکتری هایی که بیشتر از اکسیژن ترکیبات استفاده می کنند. |
|                  |         |                                  |   |

ویروسها

### ۳-۱ عوامل بیولوژیکی (موجودات زنده)

تمام عملیات تخریبی حاصل از فعالیت گیاهان و موجودات زنده را تخریب بیولوژیکی نامند. تأثیر گیاهان در تخریب سنگ‌ها می‌تواند به صورت فیزیکی یا شیمیایی باشد. فعالیت‌های گیاهان و جانوران زنده عامل مهمی در تشکیل خاک است.

جلبک‌ها، خزها، قارچ‌ها و گل‌سنگ‌ها در سطح سنگ‌ها می‌رویند و در شکاف آنها رشد کرده و باعث تخریب می‌شوند، زیرا برای تغذیه خود از مواد معدنی سنگ‌ها استفاده می‌کنند. گیاهان با ترشحات مواد اسیدی از ریشه‌هایشان روی سنگ‌ها اثر گذاشته و قسمتی از عناصر آنها را به صورت محلول در می‌آورند.

### کار عملی: مشاهده موجودات زنده خاک

#### آزمایش شماره ۴

وسایل و مواد مورد نیاز:

— سه صفحه کاغذ نسبتاً بزرگ

— بیلچه

— ذره‌بین

— شش عدد شیشه کوچک دردار

شرح:

۱- نمونه خاک‌های زیر را از قطعاتی به وسعت ۱۰ سانتیمتر

مربع و به عمق ۵ سانتیمتر بردارید:

— از یک منطقه جنگلی که در آن چرا نمی‌شود و درست

در زیر لاشبرگ‌ها (بقایای برگ‌های ریخته شده)

— از یک منطقه مرتعی

— از یک منطقه که خاک آن کاملاً فرسایش یافته

۲- توسط بیلچه نمونه خاک را برداشته و پس از نمونه‌گیری

خاک هر یک از آنها را روی صفحه کاغذ که تقریباً به بزرگی

صفحه روزنامه باشد بریزید و با دقت تخم حشرات، کرم‌ها، حلزون،

بذر گیاهان و هرچه را دیدید، در شیشه‌ای بریزید.

۳- در این آزمایش، چنانچه از میکروسکوپ استفاده شود،

خواهید دید که خیلی از موجودات زنده دیگر هم در خاک وجود دارند که چشم آدمی قادر به دیدن آنها نیست و زندگی‌شان در خاک باعث بهبود وضعیت خاک نظیر زهکشی، تهویه، جابجایی و ... در آن خواهد بود.



شکل ۴-۱

## ۴-۱ انواع افق‌های خاک

معمولاً افق‌ها را از سطح تا سنگ بستر با حروف لاتین نمایش می‌دهند و دارای انواع زیر است:

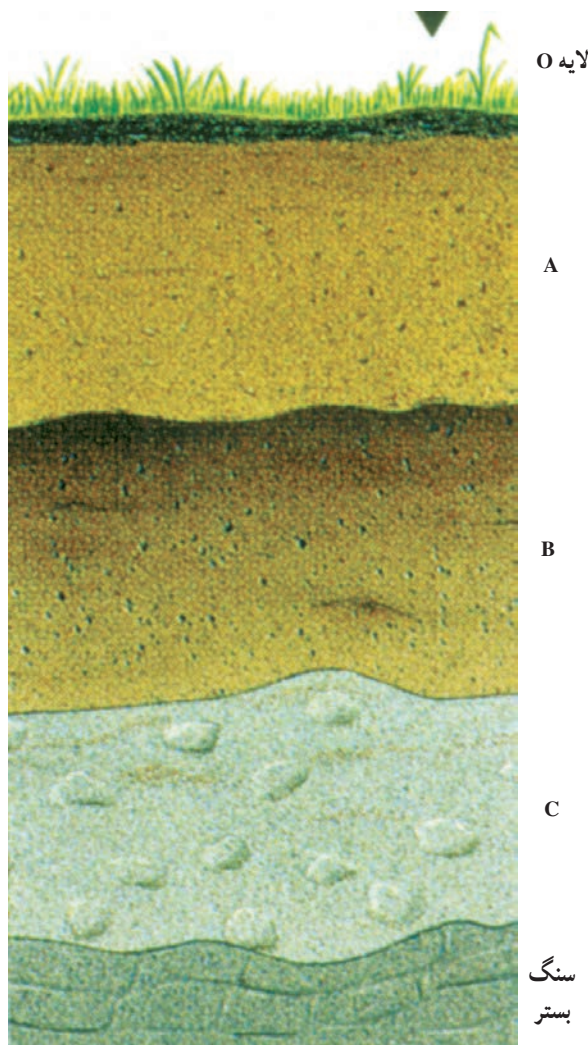
۴-۱-۱ افق O: سطحی‌ترین لایه خاک است و معمولاً از بقایای تجزیه شده و تجزیه نشده گیاهان تشکیل می‌شود. این افق اغلب در خاک‌های جنگلی و خاک‌هایی که از مواد آلی غنی است، وجود دارد.

۴-۱-۲ افق A: زیر افق O و در صورت نبودن افق O در سطح وجود دارد. رنگ این افق به علت تجمع مواد آلی تجزیه شده و اختلاط آن با مواد معدنی تیره بوده، در مقایسه از نظر مواد غذایی و اکسیژن غنی‌تر از سایر افق‌ها است.

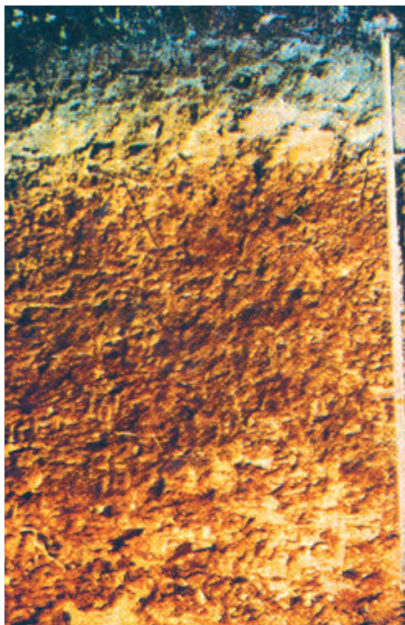
حداکثر فعالیت‌های بیولوژیکی در این لایه بوده و تخریب بقایای گیاهی و سایر مواد آلی سبب پیدایش ترکیبات هوموسی در آن می‌شود.

۴-۱-۳ افق B: این لایه زیر لایه A تشکیل شده و به نام افق ذخیره مواد معروف است. در این افق، فعل و انفعالات شیمیایی شدیدتر انجام می‌گیرد و معمولاً بر پدیده‌های بیولوژیکی غلبه دارند. مجموع لایه‌های A و B خاک حقیقی زراعی را تشکیل می‌دهند معمولاً این قسمت از پروفیل است که تحت تأثیر عملیات زراعی واقع شده و منطقه نفوذ ریشه اغلب گیاهان است.

۴-۱-۴ افق C: این لایه یک افق معدنی است که زیر قسمت‌های فعال زراعی، قرار دارد با تخریب و تکامل کمی که دارد به نام سنگ مادر نامیده می‌شود با توجه به مطالب بالا می‌توان گفت که در خاک‌های زراعی دو طبقه متمایز از هم وجود دارد و زیر لایه B قرار گرفته است و در ادامه این لایه، سنگ بستر قرار دارد.



شکل ۵-۱ لایه‌های خاک



خاک سرخ و زرد پدزلی



خاک سرخ مدیترانه‌ای

شکل ۶-۱ افق‌های خاک

ساختمان خاک، تراکم خاک، آهک خاک و ... استفاده می‌کنند.

خاکشناسان برای تشخیص و تفکیک انواع افق‌ها در خاک از برخی خصوصیات آن مانند: بافت خاک، رنگ خاک،

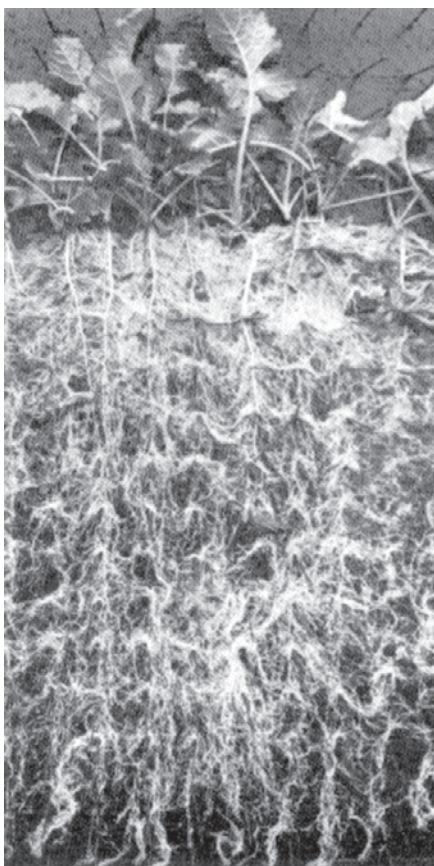


## ۵-۱ در اصطلاح عامیانه خاک به دو طبقه تقسیم می‌شود، خاک سطح‌الارض و خاک تحت‌الارض

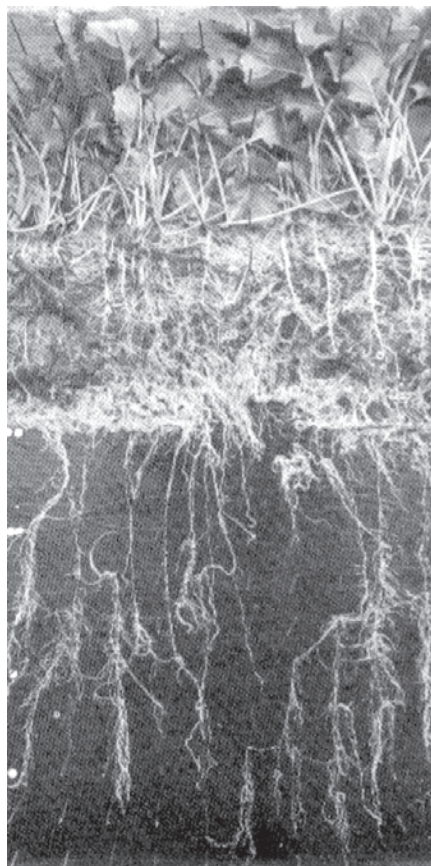
**خاک سطح‌الارض:** قسمتی از خاک سطحی را که بیشتر عملیات کشاورزی اعم از شخم، کوددهی، کاشت بذر و غیره در آن انجام می‌گیرد و معمولاً خلل و فرج<sup>۱</sup> بیشتری دارد و ریشه گیاهان در آن رشد و نمو می‌نماید، خاک سطح‌الارض یا فوقانی نامیده می‌شود. از نظر عملی این بخش خاک مجموعه افق A و

بخشی از افق B خاک است. هر چه ضخامت خاک سطح‌الارض بیشتر باشد از نظر زراعی ارزش بیشتری دارد.

**خاک تحت‌الارض:** در زیر خاک سطح‌الارض قرار گرفته و معمولاً متراکم‌تر از لایه سطح‌الارض است. ریشه گیاهان به مقدار کمی در این قسمت دیده می‌شود. بخش پایین افق B جزء این لایه محسوب می‌شود.



خاک سطح‌الارض عمیق



خاک سطح‌الارض کم عمق

شکل ۷-۱ نمایش خاک سطح‌الارض و تحت‌الارض

۱- فضاهای خالی بین ذرات خاک را خلل و فرج گویند.

### ۱-۵-۱ خاک‌های زراعتی

فاصله سطح خاک را تا تحت الارض، عمق خاک زراعتی می‌نامند و یا به عبارت دیگر ضخامت سطح الارض عبارت است از عمق خاک زراعتی و هر چقدر این ضخامت بیشتر باشد، به همان نسبت خاک عمیق‌تر و از مرغوبیت بیشتری برخوردار است. زیرا:

- ۱- گسترش ریشه گیاهان بیشتر و در نتیجه جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان بهتر انجام می‌گیرد.
- ۲- ریشه گیاهان در همه حال می‌توانند از رطوبت موجود به صورت ایده‌آل استفاده نمایند.
- ۳- در اثر رشد و نمو بیشتر گیاهان در این نوع خاک‌ها، میزان تولید محصول نیز افزایش می‌یابد.

### ۱-۵-۲ خاک‌های غیر زراعتی

بلافاصله پس از طبقه سطح الارض به طبقه‌ای از خاک می‌رسیم که نسبت به طبقه رویی فشرده‌تر است و به نام تحت الارض و یا طبقه زیرین خاک مشهور است در این طبقه مقدار منافذ بسیار کم و به ندرت ریشه بعضی گیاهان زراعتی در این طبقه مشاهده می‌شود. به علت نبودن تهویه کافی و فشردگی زیاد، فعالیت میکروارگانیسمهای خاک بسیار ضعیف است و روشنی رنگ این طبقه دلیل بر نبودن مواد آلی و هوموس در آن است که ممکن است خاک روئی نیز دارای این خصوصیات باشد.



شکل ۱-۸ این خاک عمیق سطحی، حاصل قرن‌ها عمل هواز دگی، تجمع بقایای گیاهان و جانوران و فعالیت موجودات زنده بسیار است. خاک روشن‌تر زیرین که حاصلخیزی کمتری دارد دارای مواد آلی کمتر، یا فاقد آن است.



## ۱-۶ نیمرخ خاک

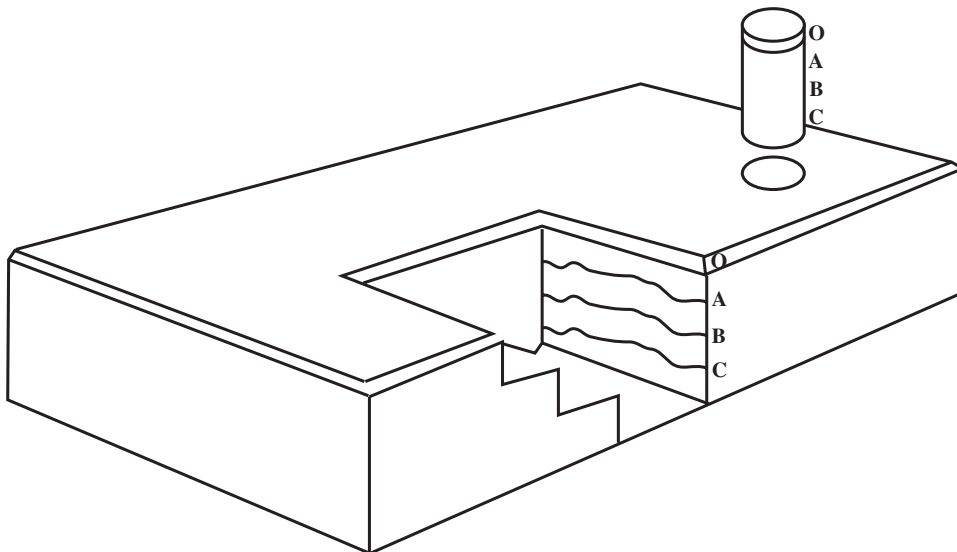
همانطور که قبلاً گفتیم، سنگ‌ها تحت تأثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی به تدریج خاک را به وجود می‌آورند. خاک دائماً در حال تغییر و تحول بوده و به عبارت دیگر در حال تکامل است و ضمن تکامل امکان دارد مواد جدیدی در خاک به وجود آید و موادی از خاک انتقال یابد. مثلاً در اثر آبیاری، بخشی از مواد از سطح خاک به طبقات پایین‌تر می‌رود و یا در اثر تبخیر شدید در نواحی خشک بعضی از مواد محلول به سمت بالا می‌آیند که به تدریج در خاک لایه‌ها و طبقات تشکیل می‌شود که از نظر جنس و رنگ و ضخامت با یکدیگر تفاوت دارند، این لایه‌ها را در خاکشناسی افق می‌نامند و مجموع افق‌ها را نیمرخ یا پروفیل خاک گویند.

## ۱-۶-۱ مطالعه پروفیل خاک: اگر یک مقطع عمودی

از سطح خاک تا سنگ مادر (تا عمق ۱/۵ الی ۲ متری) را مشاهده کنیم، معمولاً در آن لایه‌های مختلفی مشاهده می‌شود که برای این منظور از پروفیل خاک استفاده می‌کنیم. پروفیل گودالی است غالباً شمالی جنوبی و به ابعاد ۲ متر طول و یک متر عرض و ۱/۵ تا ۲ متر عمق است و برای سهولت رفت و آمد به داخل آن برای مطالعه در قسمت جنوبی پله‌هایی نیز ایجاد می‌کنیم.

## ۱-۶-۲ شناخت افق‌های خاک: برای تشخیص

افق‌های خاک برخی از ویژگی‌های خاک مانند: رنگ خاک، بافت خاک، میزان آهک خاک (با استفاده از اسید رقیق)، ساختمان خاک و ... استفاده می‌شود.



شکل ۹-۱ نمایش نیمرخ

## کار عملی: شناخت لایه‌های خاک

وسایل مورد نیاز:

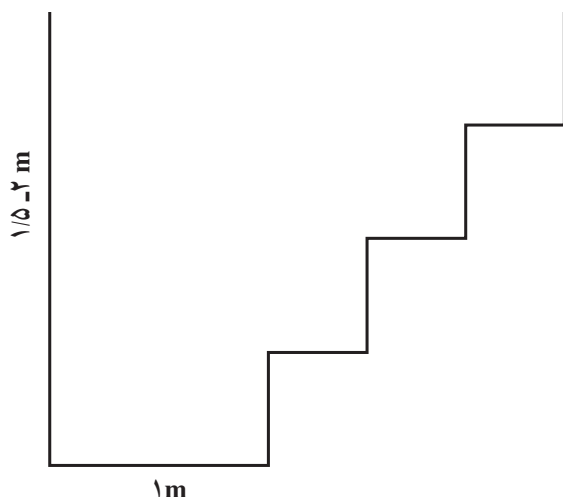
- بیل
- کلنگ
- آب فشان
- آب مقطر
- متر
- اسید رقیق

شرح:

۱- گودالی به ابعاد ذکر شده در حفر پروفیل (۱/۵×۱×۲ متر) در مزرعه ایجاد کنید.

۲- خاک سطح الارض و تحت الارض را شناسایی کنید و عمق آنها را اندازه گیری کنید.

۳- با راهنمایی هنرآموز مربوط، افق‌های خاک را شناسایی کرده و به هنرآموز گزارش کنید.



شکل ۱۰-۱ نیمرخ پروفیل

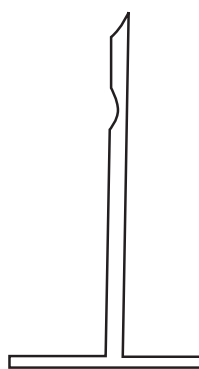
## لوازم نمونه‌برداری

لوازمی که برای نمونه‌برداری خاک لازم است، بستگی به نوع خاک دارد. در شرایط عادی می‌توان از اوگر و مته‌های مختلف نمونه‌برداری استفاده کرد. در صورتی که خاک سنگی یا ریگی یا خیلی خشک باشد، استفاده از بیل، کلنگ یا بیلچه‌های مخصوص آسانتر است و باید از هر محل حجم‌های مساوی خاک برداشت.

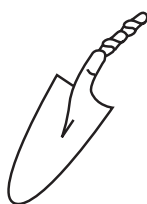
— **بیلچه:** نحوه نمونه‌برداری با بیلچه نیز نظیر بیل است و در مواردی که بیل در اختیار نباشد، می‌توان از آن برای نمونه‌برداری استفاده کرد.

— **اوگر (مته):** وسیله‌ای است که با آن می‌توان از خاک نمونه تهیه کرد. ساده‌ترین آن عبارت از یک لوله توخالی است که نوک نسبتاً تیزی دارد و برای نمونه‌برداری آن را بر روی خاک قرار داده و با فشاری که بر روی دسته اوگر وارد می‌شود، تا عمق مورد نظر در خاک فرو و سپس اوگر را از خاک بیرون کشیده و خاک را که در قسمت توخالی آن جمع شده، به عنوان نمونه خاک آن نقطه از زمین مورد استفاده قرار می‌دهند.

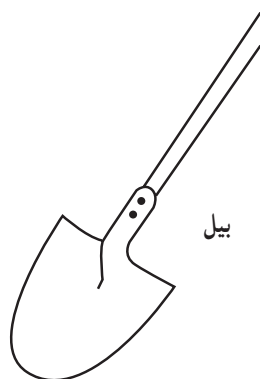
در شکل وسایل مورد استفاده از نمونه‌برداری از خاک



اوگر توخالی



بیلچه

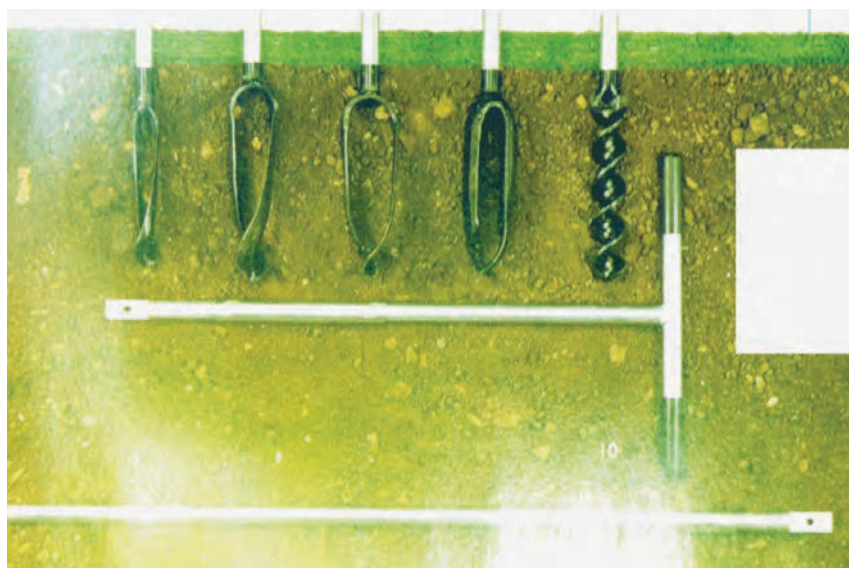


بیل

شکل ۱۱-۱ وسایل مورد استفاده در نمونه‌برداری از خاک نشان داده شده است.

نشان داده شده است.

اوگر وسیله‌ای فلزی برای برداشت  
نمونه خاک از اعماق مختلف زمین است  
بدون آن که خاک به هم بخورد.



شکل ۱۲-۱ اوگر



شکل ۱۳-۱ نحوه کار با اوگر



## ۷-۱ نمونه برداری از خاک

برای این که فرد بتواند در کشاورزی موفقیت به دست آورد، مهم ترین اطلاعات لازمی که باید کسب کند، شناخت وضعیت خاک منطقه مورد نظر است. بنابراین، باید از کیفیت خاک اطلاع کافی داشته باشد. اولین قدم برای رسیدن به این هدف، نمونه برداری از خاک است. بدیهی است انجام این کار مستلزم رعایت اصول آن است. به عنوان مثال برای زراعت هایی مانند گندم و جو که ریشه سطحی دارند، عمق نمونه برداری از خاک حدود ۳۰ سانتیمتر انتخاب می شود، در صورتی که برای درختان برداشتن نمونه تا عمق یک متری هم انجام می گیرد.

هدف اساسی این است که نمونه های خاک معرف خصوصیات کلی یک ناحیه باشد معمولاً ناحیه مورد نظر به چندین واحد مشابه تقسیم شده و هر واحد به طور جداگانه نمونه برداری می شوند.

واحدهای نمونه برداری را می توان براساس خصوصیات ظاهری از قبیل: نقاط تجمع نمک، رنگ خاک، شیب، زهکش طبیعی، نوع خاک، سابقه کشت و بهره برداری زمین، زمان و مقدار اضافه کردن کودهای شیمیایی و آلی و یا میزان کیفیت رشد گیاه انتخاب و تفکیک کرد.

### کار عملی:

**تعاریف: ۱- کروکی:** عبارت است از وضعیت و شکل تقریبی زمین که با حرکت روی اضلاع زمین آن را رسم می کنیم.

**۲- مسیر حرکت:** از یک گوشه زمین به عنوان مبدأ حرکت کرده و همه زمین را طی می کنیم.

**۳- ژالون:** عبارت است از یک میله چوبی یا آلومینیمی به قطر ۲ سانتیمتر و ارتفاع ۲ متر که هر نیم متر آن به رنگ سفید و قرمز (یک در میان) رنگ آمیزی شده است.

آشنایی با نمونه برداری از خاک (از اعماق مختلف ۳۰-۰،

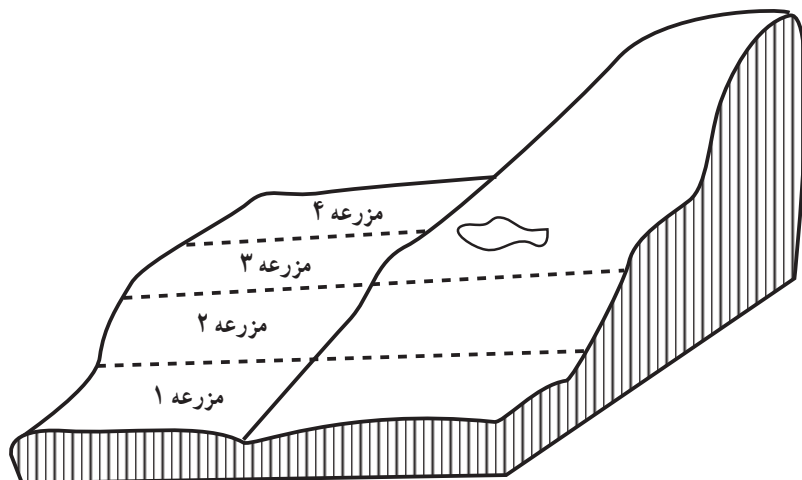
## ۶-۳، ۶-۹۰، ۶-۶۰

وسایل و مواد مورد نیاز:

- کروکی یا نقشه زمین مورد عمل
- طرح مسیر حرکت یا محل های انتخاب نمونه
- وسایل تهیه نمونه: بیل نوک تیز، مته نمونه برداری از نوع استوانه ای، مته نمونه برداری از نوع پیچی
- کیسه پلاستیکی
- ژالون یا میخ های چوبی به ارتفاع ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر
- مداد و دفترچه یادداشت
- چند متر مربع پلاستیک نسبتاً ضخیم

شرح:

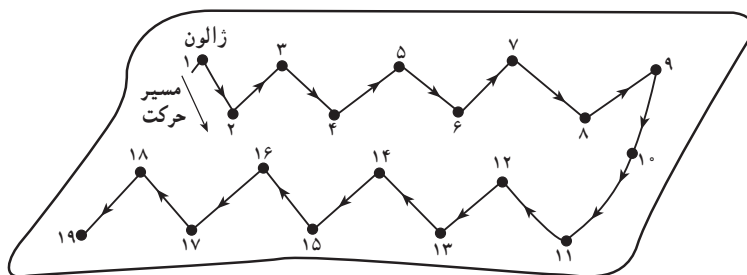
۱- زمین مورد نظر را از روی کروکی به چند قسمت تقسیم کنید. (هر ۱۵ هکتار زمین یکنواخت ۱ نمونه داشته باشد)



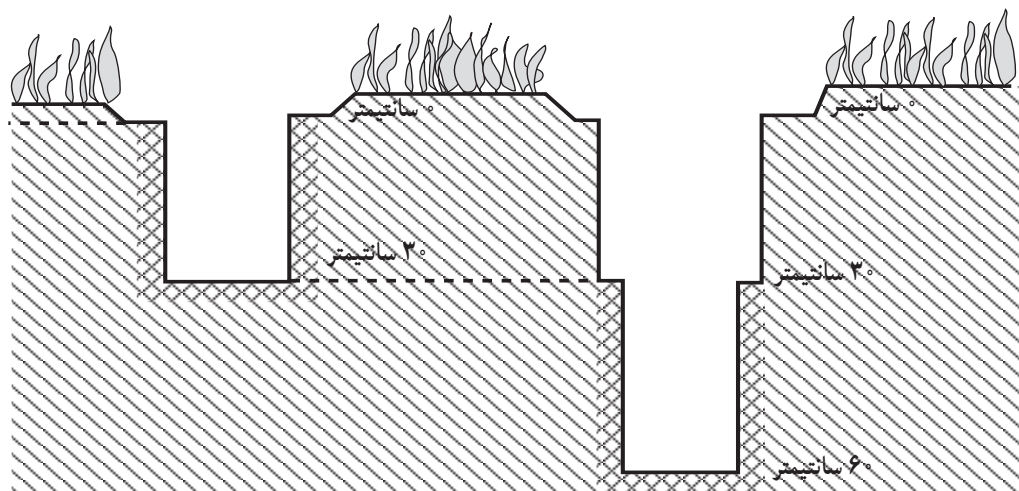
مقطع کروکی زمین مورد عمل

۲- مسیر حرکت نمونه برداری را در قطعه انتخابی مشخص

سازید.



طرح مسیر حرکت انتخاب نمونه

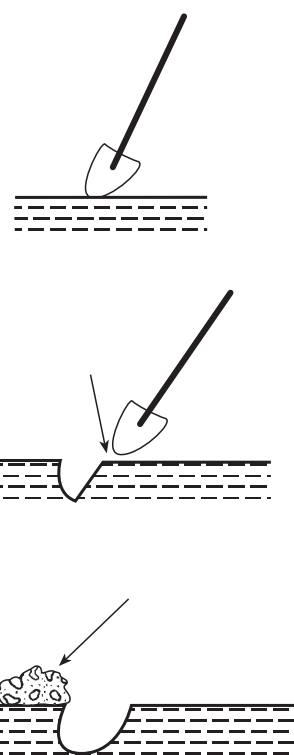


مقطع یک حفره نمونه برداری

شکل ۱-۱۴



- ۳- اولین ژالون یا میخ چوبی را در گوشه‌ای از زمین به فاصله حداقل ۱۰ متر از طرفین مرز زمین بکوبید.
- ۴- سایر ژالونها یا میخ‌های چوبی را با توجه به طرح مسیر به فواصل ۵۰ تا ۶۰ متر از هم بکوبید.
- ۵- پوشش نباتی و خاک سطحی محل اولین نمونه را به عمق چند سانتیمتر پس بریزید.
- ۶- حفره‌ای به قطر ۶۰ سانتیمتر و به عمق ۳۰ سانتیمتر حفر کنید.
- ۷- خاک دیواره حفره را با نوک بیل بتراشید و پس از مخلوط کردن آنها مقداری (حدود یک کیلوگرم) از خاک را درون کیسه پلاستیکی که روی آن مشخصات زیر نوشته شده است بریزید.
- محل نمونه برداری مثلاً قطعه شماره ...
- عمق نمونه برداری ۳۰-۰ سانتیمتر
- تاریخ نمونه برداری



شکل ۱۵- نحوه نمونه برداری از خاک

- ۸- خاک‌های درون حفره را بیرون بریزید.
- ۹- عمق حفره را به ۶۰ سانتیمتر برسانید.
- ۱۰- خاک دیواره حفره را از محل ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری با نوک بیل بتراشید و پس از مخلوط کردن، مقدار ذکر شده از آن را درون کیسه پلاستیکی دیگری که همان مشخصات کیسه قبلی را دارد با این تفاوت که عمق نمونه برداری روی آن ۶۰-۳۰ سانتیمتر نوشته شده است، بریزید.
- ۱۱- پس از پایان عملیات نمونه برداری حفره‌های ایجادشده با خاک را مجدداً پر کنید.
- ۱۲- کلیه کارهای (۵ تا ۱۱) را در سایر محل‌های نمونه برداری انجام دهید.
- ۱۳- به همین طریق از اعماق بیشتر نمونه برداری کنید.
- ۱۴- خاک هر کیسه را جداگانه در محل مناسبی که جریان هوا وجود دارد و ضمناً سایه هم باشد، پهن کنید.



شکل ۱۶- ۱ نمونه برداری از خاک با سیلندر

مهارت: تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

شماره شناسایی: ۱- ۲۱۲۱۰۱۱۰

پیمانه مهارتی: تشخیص برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

شماره شناسایی: ۱۱- ۲۱۲۱۰۱۱۰

۱۵- پس از این که رطوبت از بین رفت کلوخه‌ها را با چوب یا ابزار مناسب دیگری خرد کنید.

۱۶- خاک کلیه نمونه‌ها را کاملاً با هم مخلوط کنید و مقدار یک تا یک و نیم کیلو از خاک مخلوط شده را درون کیسه پلاستیکی ریخته و سر آن را ببندید.

۱۷- یک کارت با مشخصات زیر تهیه کنید.

- نام محل نمونه

- عمق نمونه برداری

- تاریخ نمونه برداری

- نام شخص نمونه بردار

- نوع گیاهان زراعی و پوشش گیاهی منطقه

- نوع آزمایش مورد نظر (۱)

۱۸- کارت تهیه شده فوق را روی کیسه پلاستیکی حاوی

خاک نمونه بگذارید و آنها را درون کیسه پلاستیکی دیگری قرار دهید و به آزمایشگاه بفرستید.

## ۱-۸ ذرات تشکیل دهنده خاک

سهم مواد غیرآلی (معدنی) چه از نظر حجم و چه از نظر ترکیب مواد متشکله آن از خاکی به خاک دیگر متفاوت است. سنگ ریزه‌ها، بازمانده سنگ‌های بزرگی هستند که تخریب آنها مواد اولیه تشکیل خاک را به وجود می‌آورد. ابعاد مواد معدنی خاک‌هایی نهایت متغیر است. از سنگ ریزه‌های درشت تا ذرات

بسیار ریز رس جزو این گروه قرار می‌گیرند. در جدول زیر ذرات غیرآلی خاک از نظر درشتی و ریزی به چهار دسته بزرگ تقسیم شده‌اند. با توجه به این که مجموع ذرات دسته‌های سوم و چهارم در خاک‌های زراعی معمولاً بیش از ۸۰٪ کل را نشان می‌دهد. اهمیت فوق‌العاده ابعاد ذرات در تشکیل و خواص خاک‌های زراعی روشن می‌شود.

جدول ۲-۱

| درشتی ذرات | نام شناخته شده | نحوه دیدن             |
|------------|----------------|-----------------------|
| بسیار درشت | سنگ و سنگ ریزه | با چشم                |
| درشت       | شن             | با چشم                |
| ریز        | لای (لیمون)    | با میکروسکوپ          |
| بسیار ریز  | رس             | با میکروسکوپ الکترونی |

ذرات تشکیل دهنده خاک را به طور کلی برابر با طبقه‌بندی

بین‌المللی به چهار دسته زیر تقسیم کرده‌اند.

توضیح: در اندازه‌گیری بافت خاک از طریقه مثلث بافت

شن درشت در نظر گرفته نمی‌شود.

جدول ۳-۱

| گروه ذرات خاک | چسبندگی و شکل‌پذیری | قطر ذرات به میلی‌متر | تعداد ذرات در یک گرم | شکل ذرات                 |
|---------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| شن درشت       | خیلی کم             | ۰/۲ - ۲              | ۷۲۰                  | کروی، نامنظم و گاهی مسطح |
| شن ریز        | خیلی کم             | ۰/۰۲ - ۰/۲           | ۴۶۰۰۰                | کروی، نامنظم و گاهی مسطح |
| سیلت (لیمون)  | کم                  | ۰/۰۰۲ - ۰/۰۲         | ۵۷۷۶۰۰۰              | مختلف و منظم             |
| رس            | زیاد                | کمتر از ۰/۰۰۲        | ۹۰۲۶۰۸۵۳۰۰۰          | مسطح یا بشقابی           |

آزمایش: شناسایی ذرات تشکیل دهنده خاک

آزمایش شماره ۵

وسایل و مواد مورد نیاز:

— مقداری خاک که قبلاً در دمای اتاق و به مدت حدود

۲۴ تا ۴۸ ساعت خشک شده باشد.

— الک‌های خاکشناسی شماره ۱۰ (۲ میلی‌متر) و شماره

۲۰۰ (۰/۰۵ میلی‌متر)

— استوانه شیشه‌ای با ارتفاع تقریباً ۱۵ الی ۲۵ سانتیمتر و

قطر حدود ۴-۶ سانتیمتر با در پلاستیکی: ۲ عدد

شرح:

۱- مقداری خاک خشک شده را در دمای معمولی اتاق

با الک ۲ میلی‌متری غربال کنید.

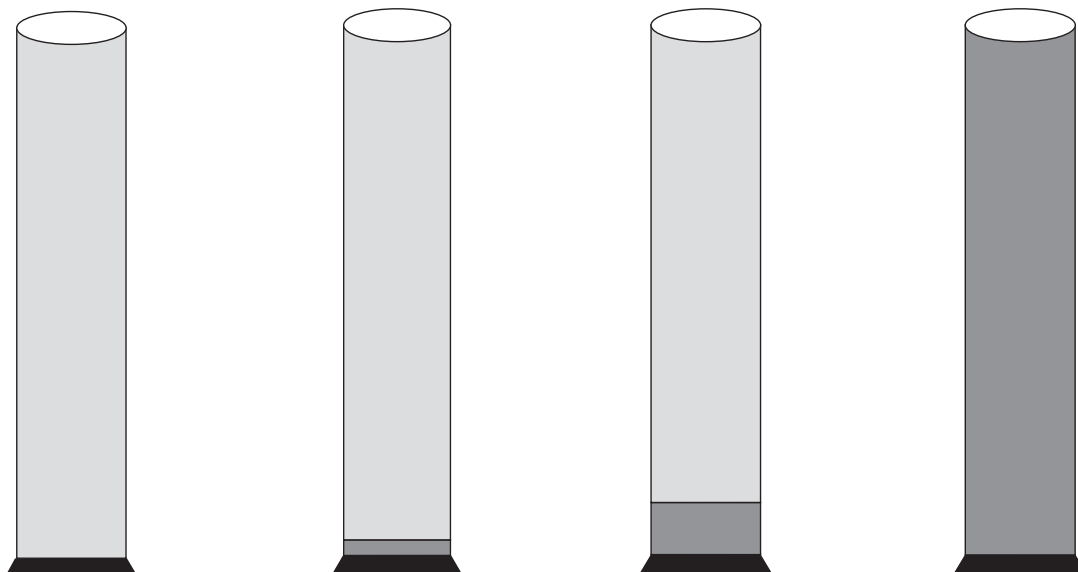


- ۲- استوانه شیشه‌ای را تا  $\frac{3}{4}$  ارتفاع آن پر از آب کنید.
- ۳- مقداری از خاک الک شده را (حدود ۴۰ یا ۵۰ گرم) داخل استوانه بریزید.
- ۴- در پلاستیکی استوانه را گذاشته و آن را چندین بار به سرعت تکان دهید.
- ۵- استوانه را روی میز قرار دهید و پس از ۴۰ ثانیه انتهای پایین آن را نگاه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟
- ۶- استوانه را به حال سکون قرار داده و هر نیم ساعت آن را نگاه کنید.
- ۷- پس از ۲ ساعت محلول داخل استوانه را به داخل استوانه دیگری بریزید. (دقت کنید موادی که ته‌نشین شده‌اند به داخل استوانه دیگر نریزد)
- ۸- استوانه دوم را چند ساعت به حال سکون (۸ الی ۱۲ ساعت) بگذارید. پس از این مدت چه تغییری در محلول و ته استوانه مشاهده می‌کنید؟
- هنگامی که استوانه را تکان می‌دهید، ذرات خاک به حال

معلق و یکنواخت در آب قرار می‌گیرند، هنگامی که استوانه را بلافاصله پس از تکان دادن به حال سکون قرار دهید ذرات شروع به ته‌نشین شدن در ته ظرف می‌کنند، ذرات درشت‌تر زودتر ته‌نشین شده و در روی آنها ذرات ریزتر قرار می‌گیرند، بنابراین، هرچه از پایین به بالا بیاییم، ذرات ریزتر می‌شود.

ذراتی که بلافاصله سقوط می‌کنند (ته‌نشین می‌شوند) چه نام دارند؟ ذراتی که پس از مدتی و کمتر از ۲ ساعت ته‌نشین می‌شوند چه نام دارند؟ ذراتی که بیش از ۲ ساعت طول می‌کشد تا در ته ظرف و استوانه دوم ته‌نشین شوند را چه می‌نامند؟ نتایج دقیق آزمایشگاهی نشان داده است که ذراتی که قطر آنها بین ۰/۵ الی ۲ میلیمتر است، پس از ۴۰ ثانیه در ته استوانه ته‌نشین می‌شوند. این ذرات را شن می‌نامند.

به تدریج ذرات دیگر نیز ته‌نشین شده و رنگ محلول شفاف‌تر می‌شود. به‌طوری که پس از ۲ ساعت تقریباً تمام ذراتی که قطر آن بیش از ۰/۰۲ میلیمتر است، نیز ته‌نشین می‌شوند. بنابراین، پس از ۴۰ ثانیه و قبل از ۲ ساعت تمام ذراتی که قطر



الف - بلافاصله پس از تکان دادن      ب - ۴۰ ثانیه پس از تکان دادن      ج - دو ساعت بعد از تکان دادن      د - استوانه دوم پس از ۱۲ ساعت سکون

بسیاری از خواص خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد که مهم‌ترین آنها عبارتند از: سرعت نفوذ آب در خاک، ظرفیت نگهداری و ذخیره آب خاک، سهولت یا سختی عملیات شخم و کشت و کار، تهویه خاک و حاصلخیزی خاک.

به عنوان مثال در یک خاک شنی، عملیات شخم، تهویه و حرکت ریشه‌ها در خاک به سهولت انجام می‌شود، ظرفیت نگهداری آب در چنین خاکی کم و خاک پس از آبیاری به سرعت خشک می‌شود، این خاک‌ها از نظر مواد غذایی مورد نیاز گیاه فقیرند.

برعکس در خاک‌های رسی (خاک‌هایی که بیش از ۳۰ درصد رس دارند) شخم مشکل‌تر، حرکت آب در خاک آهسته، ظرفیت نگهداری آب در خاک زیاد و خاک از نظر عناصر غذایی غنی است.

**۹-۱-۱ انواع بافت خاک:** نام‌گذاری بافت خاک بستگی به مقدار و تأثیر هر گروه از ذرات دارد. خاک‌هایی که خصوصیات رس در آنها غالب باشد، جزء بافت رسی، آنهایی که مقدار زیادی سیلت دارند، بافت سیلتی و خاک‌هایی که دارای درصد بالایی از شن هستند، در کلاس بافت شنی قرار می‌گیرند.

خاکی که در آن خصوصیات هیچ‌یک از ذرات غالب نباشد (تأثیر هر سه گروه از ذرات با هم یکسان باشد) بافت لومی نامیده می‌شود.

برای تعیین دقیق بافت خاک، درصد هر گروه از ذرات را در آزمایشگاه تعیین می‌کنند که به آن تجزیه مکانیکی گفته می‌شود. پس از تعیین درصد ذرات با استفاده از مثلث بافت خاک، نوع بافت را مشخص می‌کنند.

آنها بین ۵٪ تا ۲۰٪ میلی‌متر است نیز رسوب می‌کنند، این ذرات را سیلت می‌نامند. ذرات کوچکتر از ۲۰٪ میلی‌متر در زمانی بیشتر از ۲ ساعت ته‌نشین می‌شوند و پس از ۱۲ ساعت تقریباً تمام ذرات در ته ظرف ته‌نشین شده‌اند. این ذرات را رس می‌نامند.

بنابراین، ذرات را بر اساس قطر آنها به سه گروه تقسیم کرده‌اند که عبارتند از:

- الف - ذرات شن با قطر ۲-۵ میلی‌متر
- ب - ذرات سیلت با قطر ۰.۰۲-۰.۰۵ میلی‌متر
- ج - ذرات رس با قطر کمتر از ۰.۰۲ میلی‌متر

## ۹-۱ بافت خاک

چند نمونه خاک سطحی و خاک زیرین از نقاط مختلف تهیه کنید. سعی کنید خاک‌ها از نظر ظاهری و مقدار رس و شن با هم متفاوت باشند. از هر نمونه مقداری برداشته و آن را در حالت خشک و مرطوب در زیر انگشتان دست لمس کنید. آیا تفاوتی از نظر زبری و نرمی احساس می‌کنید؟

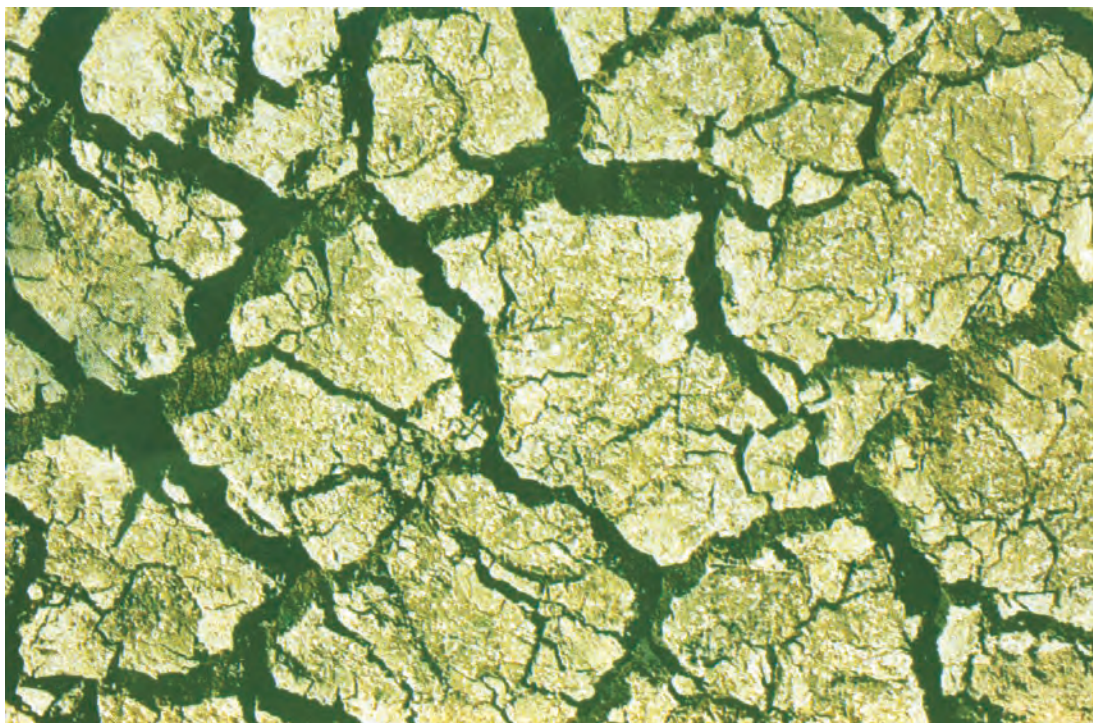
همانطوری که گفتیم ذرات معدنی خاک از سه گروه ذرات شن، سیلت و رس تشکیل شده‌اند، مقدار یا نسبت هر گروه از این ذرات در خاک‌های مختلف با هم فرق می‌کند و کمتر خاکی را می‌توان یافت که تنها از یک گروه از این ذرات تشکیل شده باشد چون اکثر خاک‌ها ترکیبی از هر سه گروه از ذرات هستند.

بافت خاک نشان‌دهنده مقدار نسبی ذرات شن، سیلت و رس در یک خاک است.

بافت یکی از خصوصیات مهم فیزیکی خاک است، زیرا



شکل ۱۸-۱ عدم توسعه ریشه در خاک های رسی



شکل ۱۹-۱ در این تصویر شکاف هایی که در نتیجه خشک شدن خاک رسی به وجود آمده اند، از نزدیک مشاهده می شوند.

#### جدول ۴-۱ انواع بافت خاک

|                    |                         |   |
|--------------------|-------------------------|---|
| خاک‌های درشت بافت  | ۱- شنی و شنی لومی       | شنی   |
|                    | ۲- لوم شنی              | شنی لومی  |
|                    |                         | لوم شنی<br>لوم شنی ریز                            |
| خاک‌های میانه بافت | ۳- خاک‌های لومی         | لوم شنی خیلی ریز<br>لوم<br>لوم لای<br>لوم رسی لای |
|                    | ۴- خاک‌های نسبتاً سنگین | لوم رس شنی<br>لوم رسی<br>لوم رسی لای              |
|                    | ۵- خاک‌های رسی و رس لای | رس شنی<br>رس لای<br>رسی                           |
|                    | خاک‌های ریز بافت        |   |

#### جدول ۵-۱ مشخصات بافت‌های گوناگون خاک

| مشخصات                     | خاک شنی   | خاک لوم     | خاک لوم لای       | خاک رسی           |
|----------------------------|-----------|-------------|-------------------|-------------------|
| از لحاظ لمسی               | زبر       | زبر         | نرم               | کلوخه یا شکل پذیر |
| شناسایی                    | خرد شونده | پیوسته      | اثر انگشت می ماند | مقطع براق دارد    |
| زهکشی داخلی                | شدید      | خوب         | متوسط             | متوسط تا ضعیف     |
| آب دسترس گیاه              | کم        | متوسط       | زیاد              | زیاد              |
| وسایل شخم لازم             | سبک       | سبک         | متوسط             | سنگین             |
| کشت و کار                  | آسان      | آسان        | متوسط             | سنگین             |
| استعداد آبدوی <sup>۱</sup> | کم        | کم تا متوسط | زیاد              | متوسط تا زیاد     |
| کنده شدن ذرات خاک توسط آب  | زیاد      | متوسط       | متوسط             | کم                |
| مسافت حمل به وسیله آب      | کم        | متوسط       | متوسط             | زیاد              |
| فرسایش بادی                | زیاد      | متوسط       | کم                | کم                |

۱- آبدوی: حرکت آب در روی خاک



۹-۲ تعیین بافت خاک با استفاده از مثلث خاک:  
تجزیه مکانیکی ذرات خاک با استفاده از روش رسوب گذاری: با استفاده از روش های مختلف منجمله «تجزیه مکانیکی خاک» روش الک کردن و روش رسوب گذاری می توان درصد مواد سه گانه (شن، رس و لیمون) را به دست آورد.

روش رسوب گذاری: این روش، ساده ترین روش است که احتیاج به وسایل و ابزار خاصی ندارد و هنرجویان در نقاط مختلف می توانند این آزمایش را انجام دهند.

وسایل مورد نیاز: بشر مدرج ۲۰۰ و ۴۰۰ سی سی و استوانه مدرج ۲۰۰ سی سی، به هم زن

مکان آموزش: آزمایشگاه خاک شناسی

وسایل کمک آموزشی: در صورت امکان فیلم اسلاید

زمان: ۴۰ دقیقه

شرح: دو بشر هریک به گنجایش ۲۰۰ سانتیمتر مکعب را انتخاب کرده و در هریک ۱۷۵CC آب ریخته، ارتفاع آب را علامت گذاری کنید. دو بشر ۴۰۰ سانتیمتر مکعب را نیز انتخاب کرده و در هریک ۳۵۰CC آب ریخته ارتفاع آب را علامت گذاری کنید و به ترتیب از ۱ تا ۴ شماره گذاری کنید. مقداری خاک که معادل ۲۰ گرم خاک بدون آب هیگروسکوپیک<sup>۱</sup> (غشایی) باشد، وزن کرده در بشری ریخته ۳۰CC آب و ۲۰CC اگرالات سدیم ۵٪ (برای پراکندگی ذرات) روی آن ریخته با آژیتاتور<sup>۲</sup> به هم بزنید. چند قطره الکل اتیلیک به منظور از بین رفتن حباب ها بیفزایید. مخلوط را در بشر شماره یک ریخته حجمش را با آب به ۱۷۵CC (تا محل علامت گذاری شده) برسانید و برای مدت یک دقیقه بدون حرکت باقی بگذارید. حال قسمت رویین را در بشر شماره ۲ ریخته و هر دو بشر را تا محل نشانه از آب پر کنید

و ۵۰ ثانیه آنها را به حال سکون باقی بگذارید. قسمت رویین هر دو بشر را در بشر شماره ۳ ریخته و رسوب شماره ۲ را در بشر شماره ۱ بریزید. این همان مقدار شن موجود در خاک است که چون ذراتش از سیلت و رس سنگین تر بوده، در این مدت رسوب نکرده است.

بشر شماره ۳ را تا خط نشانه ۳۵۰CC از آب پر کنید و مدت ۳۰ دقیقه ساکن گذاشته آنگاه قسمت رویین آن را خارج کرده در بشر شماره ۴ بریزید و هر دو بشر را تا خط نشانه از آب پر کنید. برای مدت ۳۰ دقیقه ساکن بگذارید و بعد از این مدت قسمت های رویین هر دو بشر را خارج کرده و رسوب شماره ۴ را در بشر شماره ۳ بریزید. این همان مقدار سیلت خاک است.

محتویات بشر شماره ۱ و ۳ را پس از خشک کردن در اتو وزن کنید. بشر شماره ۱ وزن شن و شماره ۳ وزن سیلت است که با جمع این دو و کسر کردن آنها از عدد ۲۰، مقدار وزن رس به دست می آید سپس درصد هریک را مشخص می کنیم. ارقام به دست آمده را در عدد ۵ ضرب می کنیم. مقدار درصد هریک در نمونه خاک به دست می آید.

توضیح: برای دقت عمل می توان برای جدا کردن کامل ذرات خاک از ۱۰ گرم سدیم متاهگزا فسفات (کالگون) ۵٪ استفاده کرد.

مثال: ۲۰ گرم نمونه خاک یک مزرعه واقع در هنرستان کشاورزی حکیم ناصح قمشه ای شهرضا را پس از خشک کردن در اتو و با دمای ۱۰۹ درجه سانتی گراد به مدت ۸ ساعت اختیار کرده و در نتیجه تجزیه مکانیکی و پس از توزین، مقدار رس ۴ گرم، مقدار شن ۸ گرم و مقدار لای (لیمون) ۸ گرم تعیین شد. این خاک دارای چه نوع بافتی است؟

۱- اگر مقداری خاک خشک شده در هوای آزاد را که خشک به نظر می رسد، در لوله آزمایش طویلی ریخته و حرارت دهیم، قطرات آب در جدار قسمت بالایی لوله مشاهده خواهد شد. این همان آب هیگروسکوپیک است. در آزمایشگاه مقداری خاک در هوای آزاد در اتو و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۸ تا ۲۴ ساعت قرار می دهیم تا کاملاً خشک شود.

۲- به هم زن

سیلت رسم می‌کنیم. با مشخص کردن عدد ۲۰ روی ضلع رس، خطی به موازات ضلع قبل (شن) رسم می‌کنیم و به همین ترتیب نیز برای سیلت عمل می‌کنیم. از تلاقی دو یا سه خط رسم شده، نقطه‌ای حاصل می‌شود که این نقطه در هر یک از قطعات مشخص شده قرار گیرد بافت خاک تعیین می‌گردد. بافت خاک نمونه، لوم تشخیص داده می‌شود.

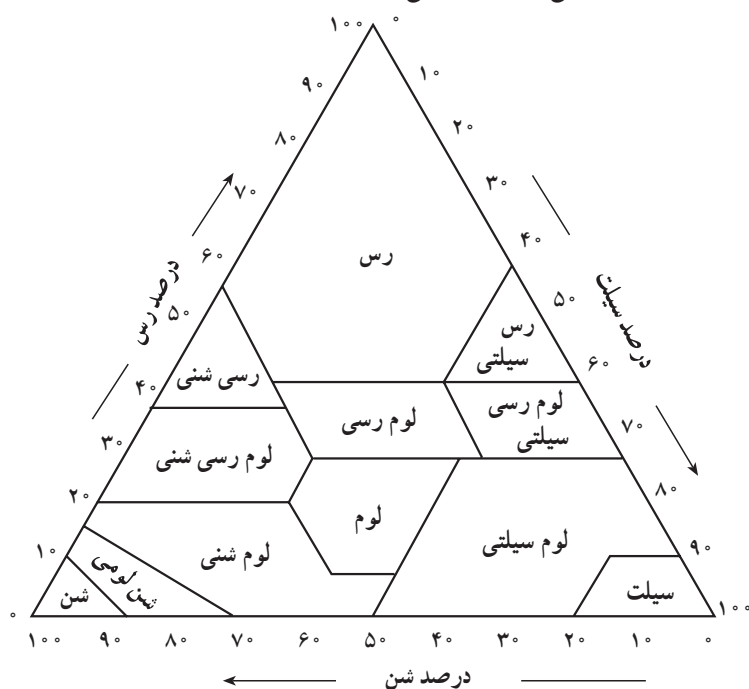
پاسخ: ابتدا وزن هر یک از ذرات را در ۱۰۰ گرم محاسبه می‌کنیم.

درصد مقدار رس  $4 \times 5 = 20$

درصد مقدار شن  $8 \times 5 = 40$

درصد مقدار لای  $8 \times 5 = 40$

برای تعیین مقدار بافت خاک ابتدا عدد ۴۰ را روی ضلع شن پیدا کرده و از آن نقطه خطی به موازات ضلع قبل یعنی ضلع



شکل ۲۰- ۱  
مثلث بافت خاک



شکل ۲۱- ۱ انواع الک که در تجزیه مکانیکی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۱-۱۰ ساختمان خاک

طرز قرار گرفتن و چگونگی اجتماع ذرات خاک را ساختمان آن گویند. در یک پروفیل خاک ممکن است چند نوع ساختمان دیده شود.

بسیاری از خواص فیزیکی خاک مانند حرکت آب، تهویه، انتقال حرارت، وزن مخصوص ظاهری و تخلخل به ساختمان خاک بستگی دارد. در واقع تمام عملیات (شخم، زهکشی، دادن کود حیوانی و آهک دادن) که برای بهبود وضعیت فیزیکی خاک انجام می‌شود، روی ساختمان خاک اثر گذاشته و تأثیری روی بافت آن ندارد.

#### ۱-۱۰-۱ انواع ساختمان خاک

##### ۱- فاقد ساختمان

الف- ذرات مجزا (خاک کاملاً شنی) ب- توده‌ای (خاک کاملاً رسی)

##### ۲- دارای ساختمان

الف- بشقابی ب- منشوری ج- مکعبی د- کروی

##### ۳- ساختمان تخریب شده

وارفته: اگر خاکی که دارای رس است موقعی که بیش از حد رطوبت دارد، شخم زده شود، خاکدانه‌ها له شده به یکدیگر صدمه می‌زنند.

#### ۱-۱۰-۲ عوامل مؤثر در تشکیل ساختمان خاک:

در تشکیل ساختمان خاک عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و آب و هوایی مؤثر است. جمع شدن مواد آلی و نمک‌ها و یا شسته شدن نمک‌ها و ذرات رس نیز به نحوی در تشکیل ساختمان خاک اثر دارند.

#### ۱-۱۰-۳ عوامل مؤثر در تخریب ساختمان خاک:

هنگامی که پدیده‌های گوناگون مانند گرمای شدید، کشت و کار بی‌رویه و فشار ماشین‌آلات سنگین کشاورزی و غیره به شدت عمل کنند، ساختمان خاک پراکنده می‌شود. باران شدید، یخبندان و آب شدن سریع و مکرر و بالاخره فرسایش نیز در تخریب ساختمان خاک مؤثرند.

۳-۹-۱ تعیین بافت خاک به روش لمسی: در این روش، مقداری از خاک را با آب مخلوط کنید تا خمیر یکنواختی به دست آید. سپس آن را در کف دست مالش دهید تا به صورت مفتولی درآید، سپس آن را از بین انگشتان شست و اشاره به ملایمت عبور دهید. در نقطه‌ای، خاک مورد نظر شکسته شده و می‌افتد که بستگی به بافت خاک دارد. از روی طول نوار، بافت خاک به طور تخمینی به دست می‌آید.

#### آزمایش شماره ۶

تعیین بافت خاک به روش لمسی

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- خاک

۲- آب

۳- خط کش

شرح:

۱- مقداری خاک را برداشته با افزودن تدریجی آب به صورت خمیر درمی‌آوریم.

۲- در کف دست آن را به صورت مفتولی درمی‌آوریم. (به قطر حدود ۱ سانتیمتر)

۳- از بین انگشت شست و اشاره با حرکت مکرر رو به جلوی انگشت شست آن را به جلو هدایت می‌کنیم.

۴- وقتی طول نوار به حد معینی رسید، می‌شکند.

۵- طول چند نوار به دست آمده را با خط کش اندازه‌گیری می‌کنیم و متوسط آنها را به دست می‌آوریم.

۶- با استفاده از جدول زیر بافت خاک را مشخص می‌کنیم.

جدول ۶-۱ تخمین بافت خاک به روش لمسی

| طول نوار (سانتیمتر) | بافت |
|---------------------|------|
| < ۳                 | شنی  |
| ۳-۵                 | لومی |
| > ۵                 | رسی  |

| نوع                            | شرح   | شکل   | افق مربوطه |
|--------------------------------|---|---|------------|
| دانه‌ای                        | توده در خاک شکل گرد داشته قطر کمتر از یک سانتیمتر کاملاً متخلخل و اتصال بین ذرات ضعیف است.    |    | A          |
| اسفنجی                         | با مشخصات دانه‌ای در صورتی که کاملاً باز و درجه تخلخل زیاد باشد.                              |    | A          |
| بشقابی                         | توده‌های خاک به صورت لایه‌ای نازک افقی روی هم قرار گرفته‌اند.                                 |    | A و B      |
| مکعبی                          | توده‌های خاک به صورت مکعبهایی با سطوح نامنظم است که معمولاً با ذرات کوچکتر شکسته می‌شوند.     |    | B          |
| مکعبی با زوایای نامنظم (فندقی) | با مشخصات مکعبی ولی زوایا باز بوده و منفرجه است.  |    | B          |
| منشوری                         | توده‌هایی ستونی مانند که قاعده ستون‌ها مسطح بوده و از طریق سطوح جانبی به یکدیگر متصل می‌شوند. |   | B          |
| ستونی                          | با مشخصات منشوری در صورتی که قاعده آنها برآمده و گرد باشد.                                    |  | B          |

شکل ۲۲-۱ شکل، تعریف و انواع مختلف ساختمان‌ها و محل تشکیل آنها

### کار عملی: مشاهده ساختمان‌های مختلف در خاک

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- ذره‌بین

۲- بیل

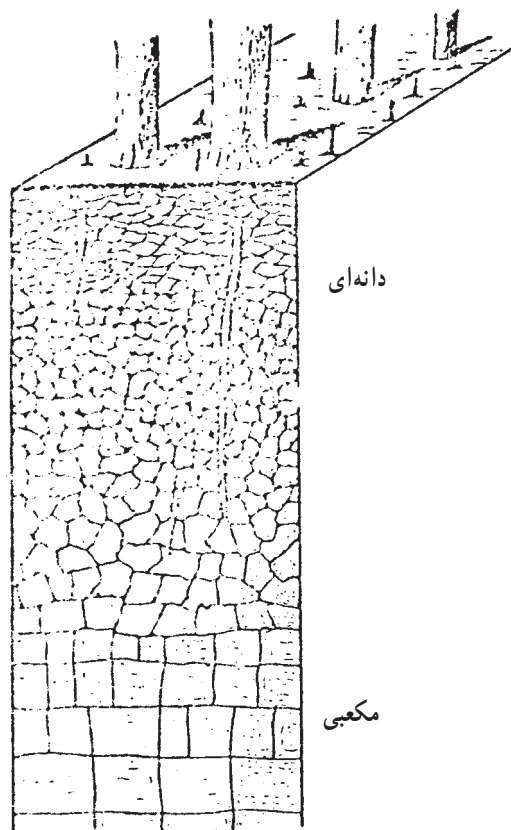
شرح:

۱- به داخل پروفیل حفر شده بروید یا از بریدگی‌های کنار

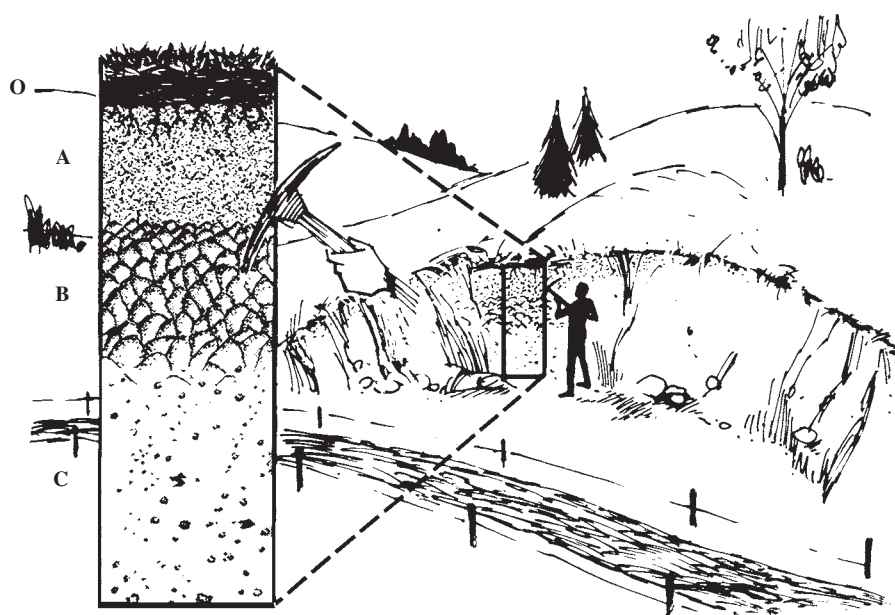
جاده‌ها استفاده کنید.

۲- مشاهدات خود را یادداشت کنید.





شکل ۱-۲۳



شکل ۱-۲۴ نمایش ساختمان خاک در کنار جاده

## آزمایش: تأثیر مواد آلی در بهبود ساختمان خاک

### آزمایش شماره ۷

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- دو شیشه دهانه گشاد

۲- دو تکه تور سیمی به ابعاد  $25 \times 7/5$  (به صورت

کیسه درآورد)

۳- خاک یک چمنزار طبیعی یا زمین چمن (شنی نباشد)

۴- خاک یک مزرعه که حاصلخیزی ضعیفی دارد

(شنی نباشد)

شرح:

۱- برای هر شیشه دو برابر حجم یک تخم مرغ خاک را

داخل سیم‌های توری کیسه‌ای بریزید.

۲- در هر شیشه تا ۳ سانتیمتری لبه آن آب بریزید.

۳- کیسه‌های توری را به آرامی در داخل شیشه آب قرار

دهید.

۴- چه اتفاقی می‌افتد؟ یادداشت کنید.



ساختمان خاک بدون مواد آلی

خاکی که از یک مزرعه متروک است به محض اینکه داخل آب درون شیشه قرار گرفت، متلاشی می‌شود. در ته شیشه ابتدا به حالت معلق مانده و لحظاتی بعد شروع به ته‌نشین شدن می‌کند.

ساختمان خاک دارای مواد آلی

خاکی که از یک مزرعه در حال کشت است، به محض اینکه در آب داخل شیشه قرار گرفت، حالت توده‌ای خود را حفظ می‌کند و ساختمان آن در هم نمی‌ریزد که دقیقاً به علت وجود مواد آلی کافی در خاک است.

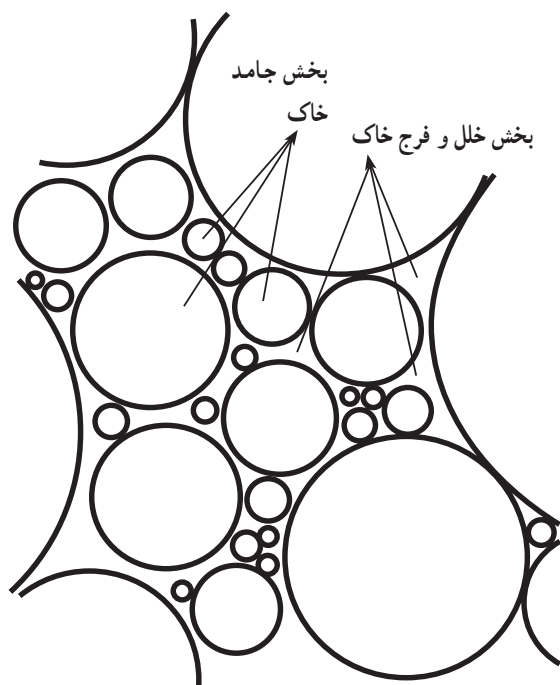
شکل ۲۵-۱

## ۱۱-۱ اجزای تشکیل دهنده خاک

آیا تاکنون به خاک‌های اطراف خود به دقت نگاه کرده‌اید؟

آیا فکر کرده‌اید خاک از چه قسمت‌هایی درست شده است؟

خاک ترکیب پیچیده‌ای است که وظیفه نگهداری گیاهان را به عهده داشته و تأمین کننده آب و مواد غذایی برای آنها است، از سوی دیگر، خاک هوای لازم برای نگهداری و رشد موجودات



شکل ۱-۲۶



شکل ۱-۲۷ اندازه مواد معدنی در خاک

زنده خاک و تنفس ریشه را تأمین می‌کند. بنابراین، شناسایی خاک و توجه به آن امری ضروری و الزامی است. با مطالعه این قسمت، از سیستم پیچیده خاک مطلع شده و آن را بهتر خواهیم شناخت.

اگر به کلوخه با دقت نگاه کنیم، دو بخش کاملاً متمایز در آن می‌یابیم.

الف - بخش جامد خاک

ب - بخش خلل و فرج خاک

شکل زیر بخش جامد و خلل و فرج خاک را در یک خاک لوم مناسب نشان می‌دهد.

۱-۱۱-۱ بخش جامد:

۱- مواد معدنی: شامل کانی‌های حاصل از ترکیب و تجزیه سنگ‌ها است که می‌تواند به صورت اصلی یا تغییر شکل یافته وجود داشته باشد. مواد معدنی بخش جامد خاک شامل شن، سیلت و رس است. (شکل ۱-۲۷)

رس به علت دارا بودن بار منفی مواد غذایی مورد نیاز گیاه و آب را در سطح خود نگهداری کرده به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهند و از نظر مواد غذایی غنی بوده با شستشو عناصر غذایی در آنها کمتر صورت می‌پذیرد در خاک‌های رسی به علت بدی تهویه و کمبود اکسیژن، مواد آلی دیرتر پوسیده می‌شوند.

جانداران ریز و درشتی که در خاک زندگی می‌کنند (کرم‌ها، موربانه‌ها، حشرات، 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 گیاهان در خاک شده مواد آلی بسیار ریزی به نام هوموس در خاک تولید می‌کنند. این مواد با جذب آب و نگهداری مواد غذایی باعث به هم چسبیدن ذرات معدنی خاک می‌شوند. مواد آلی نیز به علت ریزی جزء کلوئیدهای خاک محسوب می‌شوند.

۲- اکسیدهای آهن و آلومینیم: آهن در توده‌بندی خاک‌های خشک دو نقش بازی می‌کند ۱- به عنوان ماده محلول

پس قدرت جذب آب و مواد غذایی بیشتری دارند و قابلیت انبساط بیشتر، شکل پذیری بیشتر و چسبندگی بیشتر و دارای شکل مسطح و بشقابی هستند.

۵- مواد کلوئیدی خاک : عامل اصلی تجمع ذرات اولیه در داخل توده ها هستند و به همین دلیل است که تشکیل توده ها در خاک های شنی و لای امکانپذیر نیست. کلوئیدها را از نقطه نظر قدرت سخت کنندگی یا چسبندگی آنها می توان در سه گروه ۱- کلوئیدهای رسی ۲- اکسیدهای آهن و آلومینیم ۳- کلوئیدهای آلی، دسته بندی کرد.

کلوئیدها اثر مثبت در دانه بندی و ثبات خاکدانه دارند که این اثر با کاهش اندازه آنها افزایش می یابد یعنی هر چه اندازه آنها کاهش یابد، سطح فعال آنها افزایش می یابد. مهمترین خاک هایی که در باغبانی مورد استفاده قرار می گیرد، عبارتند از :

۱- خاکبرگ: از پوشیدن موادی نظیر برگ درختان، چمن های قیچی شده و غیره، حاصل می شود ارزش غذایی چندانی ندارد و تنها به منظور سبک و قابل نفوذ کردن خاک گلدانی به کار می رود. (اصلاح فیزیکی خاک)

۲- پیت (تورب): از بقایای گیاهان آبی باتلاقها و مرداب ها که زیر آب به حالت نیمه پوسیده و تجزیه شده به جا مانده است تشکیل می شود و خرد شده آن را پس از استخراج در ترکیبات گلدانی به کار می برند.

تورب ها بر حسب پوسیدگی، مقدار مواد معدنی و درجه اسیدی بودن متفاوتند که در ایران (پیت خز Peatmoss) از همه معروف تر بوده و دارای رنگ قهوه ای است.

ده برابر وزن خشکش ظرفیت نگهداری آب دارد. بنابراین، بیشتر به منظور نگهداری آب به خاک گلدان ها اضافه می شود.

۳- خز اسفاگنوم: بقایای خشک شده گونه های مرداب های اسیدی جنس اسفاگنوم است که ظرفیتی حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر

منعقد کننده انجام وظیفه می کند ۲- آهن شلاته (کلاته) شده عمل چسبانندن واحدهای منعقد شده را انجام می دهد که در این مورد کاری از مواد آلی ساخته نیست.

۳- مواد آلی : اثر مثبت مواد آلی در توده بندی و ثبات توده ها بر کسی پوشیده نیست مواد آلی به تنهایی یا در رابطه با رس تشکیل پیوند پیچیده کمپلکس های رس - مواد آلی را می دهند که مهمترین رل در ایجاد توده بندی خاک را دارند.

۴- واژه رس : برای تعریف مواد گوناگون توسط افراد مختلف به کار رفته است ولی در خاکشناسی منظور از ترکیبات کانی ریزتر از ۰.۰۲ میلیمتر در خاک است.

در تمام میرال های رس دو واحد اصلی یافت می شود که عامل ایجاد شکل ساختمانی مشخص را برای یک رس معین می کند. یکی از این دو واحد سیلیکن Si و آلومینیم Al است.

واحد  $Si^{++++}$  به وسیله اکسیژن و واحد آلومینیم  $Al^{+++}$  به وسیله OH احاطه شده اند از جانشینی Al به جای Si بار منفی در سطح رس ایجاد می شود. خاک هایی را که بیش از ۴۰٪ رس داشته باشند، رسی می نامند. بخش عمده رس، خاک کلوئیدی است به این معنی که از ذراتی چنان ریز تشکیل یافته که عکس العمل سطحی فراوانی از خود نشان می دهد. درخشش و تالو رس را در حالت انتشار می توان با چشم بی سلاح یا در زیر اوالترا میکروسکوپ مشاهده کرد. رس ها را به طور کلی می توان به دو دسته تقسیم کرد :

۱- رس های ۱:۱ گروه کائولینی که دارای یک واحد Si

و یک واحد Al هستند.

|    |
|----|
| Si |
| Al |

۲- گروه رس های ۲:۱ که شامل ایلیت - ورمی کولایت -

مونت موریلونیت است که رس های نوع دوم هم دارای سطح خارجی و هم دارای سطح داخلی (بین دو واحد) بیشتر است.

|    |
|----|
| Si |
| Al |
| Si |

وزنش جذب آب می‌کند.

حاوی چند ماده اختصاصی قارچ کش است که از مرگ گیاهچه جلوگیری می‌کند.

۴- ورمی کولایت: از نظر pH خنثی است و میزان زیادی آب جذب می‌کند ظرفیت تبادل کاتیونی نسبتاً بالایی دارد و می‌تواند مواد غذایی را به صورت ذخیره نگه داشته و بعداً آزاد سازد.

۵- پرلایت: پرلایتی که در باغبانی مصرف می‌شود، دارای ذراتی به قطر ۱/۵ تا ۳ میلیمتر است.

حدود ۳ تا ۴ برابر وزنش آب به خود جذب می‌کند و اضافه کردن آن به خاک بیشتر به منظور افزایش هوای مخلوط‌های خاکی است.

۶- مخلوط‌های خاکی: چنانچه برای گیاهان گلدانی فقط از خاک استفاده شود، چون خاک، سنگین و فاقد هواست، پس از آبیاری متراکم و چسبیده می‌شود و پس از خشک شدن سیله می‌بندد و پس از انقباض از جدار گلدان جدا شده و در نتیجه فاصله‌ای بین گلدان و محیط کشت درون آن (خاک) ایجاد می‌شود که در آبیاری‌های بعدی آب از شکاف بین گلدان و خاک سریعاً می‌گذرد و بدون آنکه محیط کشت را مرطوب کند به ته گلدان می‌رود و از سوراخ زهکش خارج می‌شود. برای رفع این مشکل به خاک مقداری شن و مواد آلی می‌افزایند که در زیر چند مخلوط خاکی مناسب توصیه می‌شود:

۱-۶ برای کشت قلمه‌های ریشه‌دار و نهال‌های بذری:

۱- یک یا دو قسمت شن + یک قسمت خاک لیمونی + یک قسمت خاکبرگ

۲-۶ برای درختان و درختچه‌های گلدانی:

یک قسمت ماسه + دو قسمت خاک لیمونی + یک قسمت خاکبرگ

۳-۶ مخلوط مناسب بذرکاری در جعبه کاشت:

$\frac{3}{5}$  خاکبرگ +  $\frac{2}{5}$  ماسه

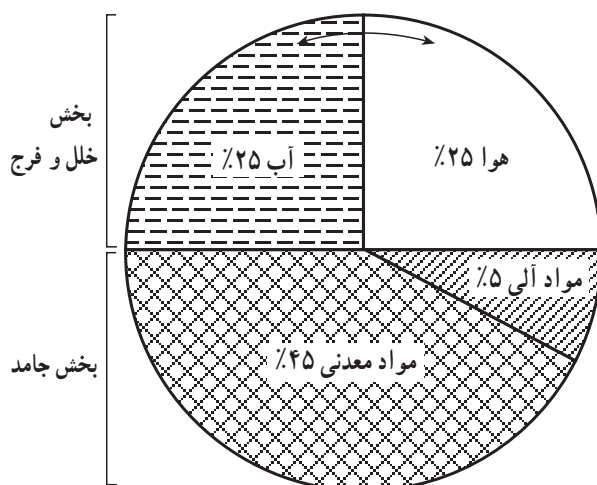
۴-۶ مخلوط مناسب بذرکاری در هوای آزاد:

$\frac{1}{3}$  خاکبرگ +  $\frac{1}{3}$  ماسه +  $\frac{1}{3}$  خاک باغچه

۵-۶ مخلوط مناسب کلی برای اکثر گیاهان گلدانی:

$\frac{1}{4}$  خاکبرگ +  $\frac{1}{4}$  ماسه +  $\frac{1}{4}$  کود پوسیده دامی +  $\frac{1}{4}$  خاک باغچه

۲-۱۱-۱ بخش خلل و فرج: فضاهای خالی بین ذرات خاک خلل و فرج آن 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؟ به طور کلی در یک خاک خوب ۵۰ درصد مواد جامد و ۵۰ درصد خلل و فرج وجود دارد، شکل ۲۸-۱ ساختار حجمی یک چنین خاکی را نشان می‌دهد. بین حجم آب و حجم هوا رابطه معکوس وجود دارد، به این معنی که با افزایش حجم آب از حجم هوا کاسته می‌شود.



شکل ۲۸-۱ نمایش اجزای تشکیل دهنده خاک

## جدول ۷-۱ وضعیت هوای خاک

| منطقه      | مقدار گاز بر حسب درصد حجم کل هوا |                 |                |
|------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
|            | N <sub>۲</sub>                   | CO <sub>۲</sub> | O <sub>۲</sub> |
| ۱          | ۷۹/۲۰                            | ۰/۲۵            | ۲۰/۶۵          |
| ۲          | ۷۹/۴۰                            | ۰/۲۰            | ۲۰/۴۰          |
| ۳          | ۸۱/۴۰                            | ۴/۵۰            | ۱۵/۱۰          |
| هوای بیرون | —                                | ۰/۰۳            | ۲۰/۹۷          |

مقایسه ترکیب هوای خاک در چند منطقه  
با ترکیب هوای اتمسفر

آزمایش: مشاهدات ذرات خاک و خلل و فرج بین آنها

آزمایش شماره ۸

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- ذره بین قوی یا میکروسکوپ

۲- انواع خاک (رسی، شنی، متوسط)

شرح:

۱- هریک از خاک‌ها را با ذره بین به دقت بررسی کرده و

مشاهدات خود را بنویسید.

۲- اگر این خاک‌ها را تحت فشار قرار دهید، خلل و فرج

بین آنها کم می‌شود یا زیاد؟

آشنایی با خلل و فرج خاک

آزمایش شماره ۹

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- خاک خشک

۲- ظرف محتوی آب

شرح:

۱- یک تکه خاک خشک را به آرامی در آب بیندازید،

چه چیزهایی را مشاهده می‌کنید؟

۲- با خروج حباب‌ها، به حجم کدام جزء خاک افزوده

می‌شود؟

اندازه خلل و فرج بستگی به اندازه ذرات خاک و طرز

قرار گرفتن آنها دارد که به‌طور کلی خلل و فرج خاک را از نظر اندازه به سه دسته تقسیم کرده‌اند:

— خلل و فرج درشت: خلل و فرجی را که آب در آنها تحت نیروی ثقل حرکت کرده و محل ذخیره هوا در خاک است. منافذ درشت دارای قطری بیش از ۰/۰۶ میلی‌متر هستند. قابلیت نگهداری آب در این منافذ تحت تأثیر نیروی ثقل زمین به طرف پایین قشر تحتانی حرکت می‌کنند. این منافذ از نقطه نظر تبادل گاز بین خاک و اتمسفر تنفس ریشه گیاه و فعالیت میکروارگانیسم‌ها اهمیت بسزایی دارند. میزان حفره‌های درشت در خاک، بستگی به بافت خاک داشته و در زمین‌های شنی بیش از زمین‌های رسی است.

— خلل و فرج متوسط: این منافذ بیشتر در انتقال و هدایت آب کارایی دارد. قطر این منافذ بین ۰/۰۱-۰/۰۶ میلی‌متر بوده جزء خلل و فرج متوسط محسوب می‌شود آب در داخل این منافذ با نیروی ذخیره شده که ریشه گیاهان به آسانی قادر به جذب آنها است هر چه میزان این منافذ در خاک بیشتر باشد، ذخیره آبی که مورد استفاده قرار می‌گیرد بیشتر خواهد بود. این منافذ در خاک‌های لیمونی دیده می‌شود.

— خلل و فرج ریز: فضاهایی است که آب را در خود نگه داشته و آن را در موقع لزوم در اختیار گیاه قرار می‌دهد. این منافذ دارای قطر کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر است. مقدار این منافذ در خاک‌های رسی بیشتر از خاک‌های لیمونی و شنی بوده و آب ذخیره شده در آنها برای گیاه غیرقابل استفاده است. با توجه به مطالب فوق می‌توان اجزای تشکیل دهنده خاک را به سه بخش تقسیم کرد.

۱- بخش جامد: شامل مواد معدنی و مواد آلی

۲- بخش مایع: مرکب از آب خاک است که مواد غذایی را در خود حل می‌کند.

۳- بخش گاز: که هوای خاک را برای تنفس ریشه‌ها در خود نگهداری می‌کند.

مهارت: تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

شماره شناسایی: ۱- ۲۱۲۱۰۱۱۰

پیمانه مهارتی: تشخیص برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

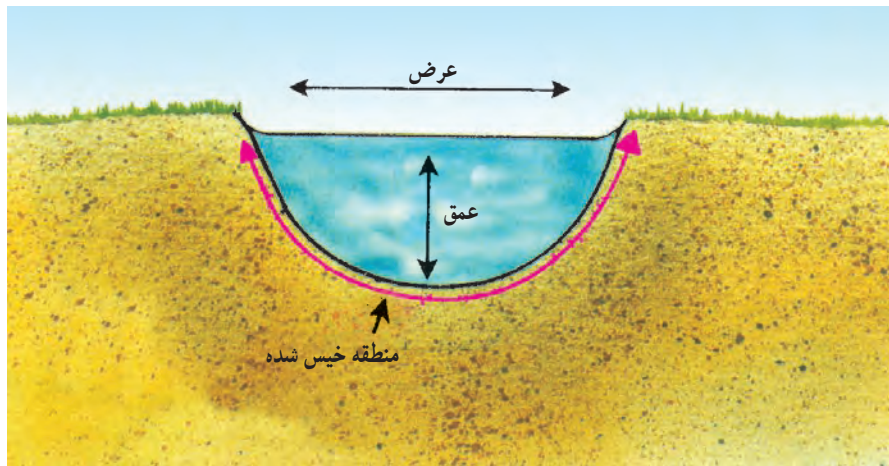
شماره شناسایی: ۱۱- ۲۱۲۱۰۱۱۰

### جدول ۸-۱ پراکندگی تخلخل در وضعیت مطلوب

| رده بندی خلل و فرج | قطر خلل و فرج بر میلیمتر | نقش خلل و فرج      | وضع تخلخل مطلوب    |                    |                                 |  |
|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--|
|                    |                          |                    | آب و هوای نیمه خشک | مناطق بلند و مرطوب | مناطق مرطوب با آب زیرزمینی بالا | مناطق بسیار مرطوب یا آبیاری در آب و هوای مرطوب خشک |
| درشت               | $< 0/06$                 | تهویه و نفوذ       | میان               | میان               | زیاد                            | زیاد   |
| متوسط              | $0/06 - 0/01$            | آبرسانی (هدایت آب) | میان               | میان               | زیاد                            | میان   |
| ریز                | $0/0002$                 | پس انداز آب        | زیاد               | میان               | کم                              | کم   |

جدول فوق شمایی از وضع مناسب حفره ها را در شرایط اقلیمی گوناگون نشان می دهد. در جدول فوق مطالب از لحاظ کمی مورد نظر نیست.





شکل ۲۹- ۱ نفوذپذیری آب در خاک

## ۱۲-۱ نفوذپذیری<sup>۱</sup>

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.

۱۲-۱-۱ تعریف: نفوذپذیری، عبارت است از ورود آب از سطح خاک به داخل آن که برحسب 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 استفاده گیاه در خاک ذخیره شود. هدف از آبیاری، ذخیره آب در درون خاک است، لذا نحوه ورود آب به داخل خاک و نیز

سرعت این کار بسیار حائز اهمیت است. نفوذپذیری به ضخامت لایه آب بالای خاک، مقدار و اندازه روزنه‌های خاک، مقدار رطوبت خاک، پوشش گیاهی و شیب زمین بستگی دارد. در ابتدا که خاک خشک است، آب به سرعت نفوذ می‌کند. ولی پس از ۳۰-۲۰ دقیقه فضای موجود در خاک با آب پر شده و نفوذ کاهش می‌یابد. بعد از یک تا دو ساعت آب به مقدار ثابت و به‌طور آهسته نفوذ می‌کند. این مرحله را میزان نفوذ دایمی می‌نامند که در خاک‌های مختلف متفاوت است.

جدول ۹-۱ میزان سرعت نفوذ آب در خاک‌های مختلف

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



### روش کار:

- ۱- محل مناسبی را برای نصب استوانه‌ها انتخاب کنید.
- دقت کنید که استوانه‌ها در محل عبور و مرور ماشین‌آلات و یا دام قرار نگیرند. (خاک متراکم نباشد)



شکل ۳-۱ نحوه کار گذاشتن استوانه مضاعف

- ۲- استوانه میانی را بر روی سطح خاک قرار داده و درپوش را بر روی آن گذاشته و با چکش به درپوش ضربه وارد کنید تا به طور قائم (حدود ۱۵ سانتیمتر) در داخل خاک فرو رود.
- ۳- استوانه خارجی را نیز به همین ترتیب نصب کنید.
- ۴- فاصله بین دو استوانه را به عمق حدود ۵ سانتیمتر از آب پر کنید. این مقدار آب باید تا انتهای آزمایش در بین دو استوانه باقی بماند.
- ۵- یک تکه پارچه یا نایلون در ته استوانه میانی قرار دهید. (به منظور به هم نخوردن سطح خاک) و تا حدود ۱۰-۱۲ سانتیمتر آب ریخته و نایلون را بردارید.
- ۶- به کمک خط کش عمق آب را اندازه گیری کرده و این کار را در زمان‌های مشخص تکرار کنید.
- ۷- وقتی حدود ۵-۲ 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 اندازه گیری کنید.
- ۸- هرگاه نتایج حاصله از آزمایش غیرطبیعی بود، پس از خاتمه آن خاک زیر استوانه را مورد بررسی قرار دهید. (نتایج با جدول ۱-۱۰ مقایسه شود)

موقع انتخاب روش آبیاری، دانستن میزان نفوذ 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 مناسبند. 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.

### آزمایش شماره ۱۰

۱۲-۱ اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک به روش استوانه مضاعف: عمق آب قابل نفوذ به خاک در زمان معین (سرعت نفوذ) به کمک دو استوانه متحدالمرکز اندازه‌گیری می‌شود. این استوانه‌ها فلزی و معمولاً قطر استوانه میانی بین ۲۳-۳۵ سانتیمتر بوده و استوانه بیرونی باید دارای قطری حداقل ۳۰ سانتیمتر بیشتر از استوانه میانی باشد. ارتفاع استوانه‌ها معمولاً ۴۰ سانتیمتر است که ۱۵-۱۰ سانتیمتر آن به داخل خاک رانده می‌شود. به جای استوانه بیرونی می‌توان از انباشته کردن خاک و ساختن پشته‌ای به موازات استوانه میانی استفاده کرد. اندازه‌گیری‌ها در زمان‌های مختلف از استوانه میانی صورت می‌گیرد. لبه این استوانه‌ها مثل کارد تیز می‌شود تا به راحتی بتوان آنها را با حداقل به هم خوردگی خاک به داخل آن فرو برد. (شکل ۳-۱)

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 شماره ۱۱

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

مثال:

محل آزمایش: مزرعه هنرستان

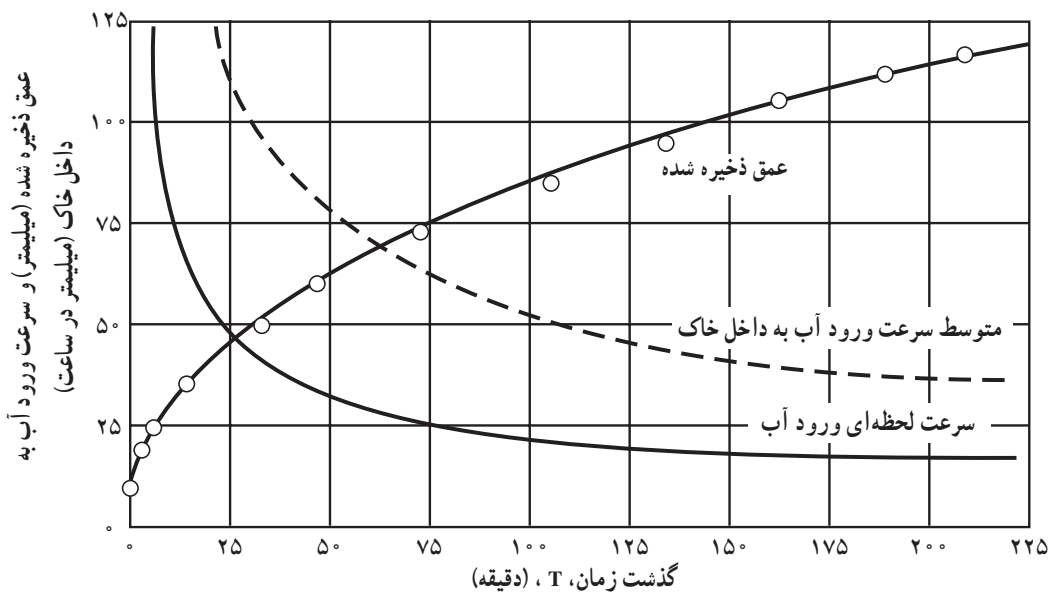
تاریخ: مرداد ۱۳۷۷

بافت خاک: متوسط  
رطوبت خاک قبل از آزمایش: نسبتاً خشک  
محصول: یونجه

جدول ۱-۱۰ نتایج اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک به روش استوانه مضاعف

| زمان (دقیقه)  |        |            | نفوذ (سانتیمتر) |        |            |
|---------------|--------|------------|-----------------|--------|------------|
| ساعت          | اختلاف | زمان تجمعی | عدد قرائت شده   | اختلاف | نفوذ تجمعی |
| ۱۰:۱۵         |        |            | ۲۶              |        |            |
|               | ۱      |            |                 | ۱۱     |            |
| ۱۰:۱۶         |        |            | ۲۴/۹            |        | ۱۱         |
|               | ۲      | ۳          |                 | ۷      |            |
| ۱۰:۱۸         |        |            | ۲۴/۲            |        | ۱۸         |
|               | ۴      | ۷          |                 | ۸      |            |
| ۱۰:۲۲         |        |            | ۲۳/۴            |        | ۲۶         |
| پرو کردن مجدد | ۸      | ۱۵         | ۲۷/۱            |        |            |
| ۱۰:۳۰         |        |            | ۲۶              |        |            |
|               | ۱۸     | ۳۳         | ۲۶              | ۱۱     | ۳۷         |
| ۱۰:۴۸         |        |            | ۲۴/۶            | ۱۴     |            |
| پرو کردن مجدد | ۱۴     | ۴۷         | ۲۷              |        | ۵۱         |
|               |        |            |                 | ۸      |            |
| ۱۱:۰۲         |        |            | ۲۶/۲            |        | ۵۹         |
|               | ۲۷     | ۷۴         |                 | ۱۴     |            |
| ۱۱:۲۹         |        |            | ۲۴/۸            |        | ۷۳         |
|               | ۳۱     | ۱۰۵        |                 | ۱۰     |            |
| ۱۲:۰۰         |        |            | ۲۳/۸            |        | ۸۳         |
| پرو کردن مجدد | ۲۹     | ۱۳۴        | ۲۸              | ۱۱     |            |
| ۱۲:۲۹         |        |            | ۲۶/۹            |        | ۹۴         |
|               | ۲۸     | ۱۶۲        |                 | ۹      |            |
| ۱۲:۵۷         |        |            | ۲۶              |        | ۱۰۳        |
|               | ۲۶     | ۱۸۸        |                 | ۷      |            |

۹- استوانه‌ها را پس از خارج کردن از خاک شستشو دهید.  
۱۰- برداشت‌های آزمایش را در جدولی مثل جدول ۱-۱۰ ثبت و محاسبات مربوطه را انجام و منحنی نفوذ تجمعی آن را رسم کنید. مثل شکل (۲۹-۱)



شکل ۳۱-۱ منحنی سرعت نفوذ تجمعی آب به داخل خاک

## ۱۳-۱ وزن مخصوص

می دانیم که همه اجسام دارای وزن مخصوص هستند، به عبارت دیگر در حجم معینی (یک سانتیمتر مکعب) دارای وزن مشخصی هستند که برای هر ماده، مقدار خاصی است. در مورد خاک نیز همین مسأله وجود دارد، یعنی دارای وزن مخصوص است. قبل از اینکه به نحوه به دست آوردن وزن مخصوص اشاره کنیم لازم است در مورد ذرات خاک و نحوه قرار گرفتن آنها توضیحات بیشتری بدهیم. مقداری گلوله های گرد ریز مانند دانه های شن را روی هم بریزید، چه چیزهایی را مشاهده می کنید؟



شکل ۳۲-۱

یادداشت کنید. مسأله مهم این است که دانه ها کاملاً به هم نمی چسبند و بین آنها فضای خالی وجود دارد و این فضای خالی باعث عبور آب و هوا در خاک می شود و از طرف دیگر این فضای خالی دارای وزن نیست، بنابراین، در مورد خاک دو نوع وزن مخصوص وجود دارد: ۱- وزن مخصوص ظاهری<sup>۱</sup> که وزن مخصوص خاک را در همان حالتی که هست (حالت طبیعی) محاسبه می کنیم، یعنی فضاهای خالی نیز جزء حجم خاک منظور و در اندازه گیری دخالت دارند. ۲- وزن مخصوص حقیقی<sup>۲</sup> که فقط در آن وزن مخصوص ذرات خاک به دست می آید و اثر فضای خالی را در تعیین وزن مخصوص در نظر نمی گیریم.

| وزن مخصوص ظاهری             | درصد خلل و فرج |
|-----------------------------|----------------|
| ۱/۲-۱ grcm <sup>۳</sup>     | ۶۲٪ - ۵۵٪      |
| ۱/۴ - ۱/۲ grcm <sup>۳</sup> | ۴۶٪ - ۵۴٪      |
| ۱/۶ - ۱/۴ grcm <sup>۳</sup> | ۴۶٪ - ۴۰٪      |
| ۱/۷ - ۱/۶ grcm <sup>۳</sup> | کمتر از ۴۰٪    |

(گرم) وزن کلوخه

$$\text{وزن مخصوص ظاهری} = \frac{\text{وزن کلوخه (حجم آب جابجا شده)}}{\text{وزن کلوخه (حجم آب جابجا شده)}}$$

رابطه بین تخلخل و وزن مخصوص ظاهری از رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{وزن مخصوص ظاهری} - \text{وزن مخصوص حقیقی} = \text{تخلخل}$$

$$\text{وزن مخصوص ظاهری} = 1 - \frac{\text{وزن مخصوص حقیقی}}{\text{وزن مخصوص حقیقی}}$$

وزن مخصوص حقیقی بین ۲/۶ تا ۲/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب (کیلوگرم بر متر مکعب ۱۰۰۰ × ۲/۶) وجود اکسیدهای آهن و سایر مینرال های سنگین، وزن مخصوص خاک را افزایش می دهد و مواد آلی وزن مخصوص را کاهش می دهد.

وزن مخصوص ظاهری از وزن مخصوص حقیقی کمتر است. نصف وزن مخصوص حقیقی یعنی ۱/۳ گرم بر سانتیمتر مکعب (کیلوگرم بر متر مکعب ۱۰۰۰ × ۱/۳).

وزن مخصوص ظاهری در خاکهای شنی ۱/۶ و در خاک های رسی کاملاً دانه بندی شده ممکن است تا ۱/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب کاهش یابد. هرچه خاک فضای خالی بیشتری داشته باشد، وزن مخصوص ظاهری کمتری خواهد داشت. در خاک های درشت بافت تخلخل کمتر از خاک های با بافت ریز است ولی اندازه خلل و فرج در خاک های شنی بزرگتر خواهد بود. جدول در بالای صفحه گویای مطالب فوق است.

آزمایش: تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک

آزمایش شماره ۱۲

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کلوخه خاک

۲- مزور ۲۵۰ سی سی (استوانه مدرج)

۱- جرم واحد حجم (۱cm<sup>۳</sup>) خاک طبیعی (دارای خلل و فرج) را وزن مخصوص ظاهری می گویند.

۲- جرم واحد حجم ذرات خاک را وزن مخصوص حقیقی می گویند.

۳- نصف پیکنومتر را از آب خالی کرده و خاک را روی آن بریزید.

۴- به وسیله پمپ خلأ یا شیکر تا حد ممکن حباب‌های هوا را از آن خارج کرده تا آب جانشین آن در بین ذرات خاک شود.

۵- بقیه پیکنومتر را از آب مقطر پر کرده مجدداً وزن کنید.

۶- از فرمول زیر وزن مخصوص حقیقی را بدست آورید:

$$\text{وزن خاک خشک} = \frac{\text{وزن مخصوص حقیقی}}{(\text{وزن آب پیکنومتر} + \text{وزن خاک}) - (\text{وزن آب و خاک و پیکنومتر})}$$



شکل ۳-۱ انواع پیکنومتر

۳- نخ قرقره

۴- پارافین جامد

۵- ترازوی دقیق

شرح:

۱- کلوخه‌ای که قطر آن کمتر از دهانه مزور باشد انتخاب کرده آن را توزین و یادداشت کنید.

۲- کلوخه را به نخ‌ی به اندازه ۳۰ cm ببندید.

۳- پارافین جامد را بر روی چراغ گاز یا الکلی ذوب کنید.

۴- کلوخه را یک لحظه در داخل پارافین گذارده سریعاً خارج کنید چه چیزی مشاهده می‌کنید؟

۵- پس از چند دقیقه کلوخه را در داخل مزور که قبلاً تا حجم ۲۰۰ cc از آب پر شده در داخل آب کاملاً غوطه‌ور کنید. چه چیزی مشاهده می‌کنید؟ یادداشت کنید.

۶- با توجه به فرمول زیر وزن مخصوص ظاهری خاک را به دست آورید:

$$\text{وزن کلوخه خشک} = \frac{\text{وزن مخصوص ظاهری}}{\text{حجم کلوخه بدون پارافین (حجم آب جابه‌جا شده)}}$$

آزمایش: تعیین وزن مخصوص حقیقی خاک

آزمایش شماره ۱۳

وسایل و مواد مورد نیاز:

آب مقطر

پیکنومتر با هر حجمی در صورت نبودن پیکنومتر از بالن ژوژه ۱۰۰ cc استفاده شود.

خاک

شیکر و پمپ خلأ

ترازوی دقیق

شرح:

۱- پیکنومتر را از آب مقطر پر کرده و پس از خارج کردن حباب‌های هوا آن را وزن کنید.

۲- ۱۰ گرم خاک را وزن کرده و در هاون بسایید.

## آزمون نهایی

- ۱- ذرات تشکیل دهنده خاک را نام برده و ابعاد هریک را بنویسید.
- ۲- بافت خاک چیست؟
- ۳- با داشتن الکلهای ۲ میلیمتر و ۰/۵ میلیمتر چه ذراتی را می توانید جدا کنید؟
- ۴- خاک را تعریف کنید.
- ۵- تخریب بیولوژیکی چیست؟
- ۶- پروفیل خاک را تعریف کنید.
- ۷- خاک تحت الارض چه خواصی دارد؟
- ۸- انواع ساختمان خاک را نام ببرید.
- ۹- اجزای تشکیل دهنده خاک کدامند؟
- ۱۰- تفاوت خلل و فرج ریز و متوسط چیست؟
- ۱۱- چرا نمونه خاک را از یک محل بر نمی داریم؟
- ۱۲- تفاوت وزن مخصوص ظاهری و طبیعی در چیست؟
- ۱۳- نتایج تجزیه مکانیکی خاک نشان می دهد که این خاک دارای ۴۰ درصد رس، ۳۰ درصد شن و ۳۰ درصد سیلت است، بافت این خاک را با استفاده از مثلث بافت خاک تعیین کنید.
- ۱۴- بافت خاکی که توسط مری به شما داده می شود از طریق لمس تخمین بزنید.
- ۱۵- خلل و فرج درشت محل ..... است.
- الف - عبور هوا      ب - ذخیره آب      ج - ذخیره هوا      د - عبور مواد آلی
- ۱۶- وزن مخصوص حقیقی خاک همیشه از وزن مخصوص ظاهری آن ..... است.
- الف - کمتر      ب - مساوی      ج - بیشتر      د - هیچکدام
- ۱۷- نمودار اجزای تشکیل دهنده خاک در یک خاک کاملاً اشباع و یک خاک کاملاً خشک را رسم کنید.

## منابع

- ۱- حفاظت آب و خاک از مؤلفان: الف. آلبرت: ب. فوستر و آدریان سی. فوکس ترجمه و تنظیم:

محمدحسین شیرازی

- ۲- فیزیک خاک هلموت کهنک ترجمه محمد جعفر رفیع
- ۳- جزوه خانم مهندس شهلا منوچهری اسلامی دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز
- ۴- جزوه مهندس علیرضا افتخار رئیس گروه خاکشناسی کشاورزی شهید چمران اهواز
- ۵- جزوه آقای دکتر قدمعلی یزدانی کجویی گروه خاکشناسی کشاورزی شهید چمران اهواز



## تشخیص برخی از خصوصیات شیمیایی خاک

### هدف کلی

تشخیص برخی از خصوصیات شیمیایی خاک

هدفهای رفتاری: پس از پایان این پیمانه مهارتی از فراگیران انتظار می رود که :

۱- اسیدیته خاک را تعریف کرده و با روش های گوناگون آن را اندازه گیری کنند.

۲- شوری و قلیایی بودن خاک را تعریف کرده و میزان آن را تعیین کنند.

| زمان (ساعت) |      |
|-------------|------|
| نظری        | عملی |
| ۲/۵         | ۳/۵  |

توجه:

برای درک بهتر این فصل هنجاریان بایستی بازدیدهایی از خاکهای شور، قلیا و شور و قلیا داشته باشند.

## پیش‌آزمون

- ۱- ساده‌ترین تعریف خاک کشاورزی را بنویسید.
- ۲- مهم‌ترین عامل فیزیکی و مکانیکی تشکیل خاک را نام ببرید.
  - الف) حرارت، وزش باد
  - ب) یخبندان و باران
  - ج) یخچال‌ها
  - د) همه موارد
- ۳- باکتری جزء کدام دسته است؟
  - الف) حیوانات درشت
  - ب) حیوانات ریز
  - ج) گیاهان ریز
  - د) هیچکدام
- ۴- این لایه به نام لایه ذخیره و محل نفوذ ریشه اغلب گیاهان است.
  - الف) لایه A
  - ب) لایه B
  - ج) لایه C
  - د) لایه D
- ۵- مشخصات سطح الارض
  - الف) مجموع افق‌های A و B است.
  - ب) شخم و کوددهی و کاشت بذر در این سطح انجام می‌گیرد.
  - ج) ریشه گیاهان در آن رشد می‌کنند.
  - د) همه موارد
- ۶- اوگر وسیله‌ای است که :
  - الف) مسیر حرکت نمونه‌برداری را مشخص می‌کند.
  - ب) نمونه خاک تهیه می‌کند.
  - ج) یک لوله توخالی است.
  - د) موارد ب و ج صحیح است.
- ۷- بافت خاک از قسمت‌های زیر تشکیل شده است.
  - الف) هوموس، شن، رس
  - ب) شن، رس، سیلت
  - ج) سیلت، شن، هوموس
  - د) هوموس، هوا و رس
- ۸- چند درصد یک خاک خوب خلل و فرج است؟
  - الف) ۴۰٪
  - ب) ۵۰٪
  - ج) ۶۰٪
  - د) ۷۰٪
- ۹- تفاوت ساختمان و بافت خاک چیست؟
  - ۱۰- نفوذپذیری برای خاک‌های درشت بافت چقدر است؟
    - الف) ۶/۱۳ سانتیمتر در ساعت
    - ب) ۲۰-۱۵ سانتیمتر در ساعت
    - ج) ۳۰-۲۰ سانتیمتر در ساعت
    - د) هیچکدام
  - ۱۱- تفاوت وزن مخصوص ظاهری و حقیقی در چیست؟

## مقدمه

شیمی خاک مشتمل بر دو شاخه است :

۱- شاخه آلی یا بیوشیمیایی (مشترک با میکروبیولوژی)

۲- شاخه غیرآلی : تفکیک مطلق واکنش‌های غیرآلی از بیوشیمیایی در خاک است.

خاک مخلوطی از جامدات غیر آلی و آلی، هوا، آب و میکروارگانیسمها است. تمام این اجزا بر یکدیگر اثر می‌گذارند. واکنش‌های مواد جامد بر کیفیت هوا و آب اثر گذاشته و میکروارگانیسمها تعدادی از واکنش‌های خاک را تسريع می‌کنند هرچند شیمی خاک تمام این واکنش‌ها را دربر می‌گیرد، اما تأکید آن بیشتر بر محلول خاک، یعنی بر غشای نازک محلول در اطراف ذرات خاک است.

هدف این علم عبارت از تهیه کردن و ساختن کلیهٔ مایحتاج زندگی از راه تبدیل مواد خام موجود در طبیعت و یا از راه ترکیب مستقیم عناصر موجود در طبیعت است. این طریقه را به اصطلاح علمی، طریقهٔ سنتز می‌نامند. و در این جا نیز لازم به تذکر و یادآوری است که علم شیمی یکی از مهم‌ترین علوم مادی است که مستقیماً در زندگانی بشر مورد احتیاج است. به‌طوری که می‌توان گفت هیچ مرحله‌ای از زندگی انسان وجود ندارد که علم شیمی در آن مورد استعمال نداشته باشد. برای مثال یکی از مهم‌ترین رشته‌های این علم که شیمی کشاورزی است و در قسمتهای مختلف زندگانی مورد نیاز است، نام می‌بریم و در مورد یکی از شاخص‌های مهم آن که شیمی خاک است، بحث خواهیم کرد.

## ۱- ۲ خواص شیمیایی خاک

خواص شیمیایی خاک، مبحث گسترده‌ای به نام شیمی خاک را تشکیل می‌دهد و شامل کلیه فعل و انفعالات شیمیایی محیط خاک است.

از خواص شیمیایی خاک در این جا فقط pH خاک بررسی می‌شود. قبل از ورود به مبحث pH خاک، نحوه تهیه عصاره خاک شرح داده می‌شود. زیرا برای تعیین pH خاک ابتدا باید عصاره خاک تهیه شود.

## ۲- ۲ روش‌های مختلف عصاره‌گیری

برای اندازه‌گیری عناصر محلول در خاک، محلول صاف و زلالی لازم است که در حقیقت شامل کلیه عناصر و مشخصات شیمیایی خاک باشد. این محلول باید تهیه شده و در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گیرد.

به‌طور معمول، نسبت‌های مختلفی بین آب و خاک انتخاب می‌شود مانند اشباع، یک به یک، یک به پنج، یک به ده و هر نسبت برای موارد خاصی به کار می‌رود که از ذکر آن خودداری می‌شود.



شکل ۱- ۲ وسایل عصاره‌گیری

## ۱- ۲- ۲ تهیه عصاره اشباع

آزمایش شماره ۱۴

وسایل و مواد مورد نیاز:

کاغذ صافی

سطل پلاستیکی

کاردک

آب فشان

بشر ۱۰۰ cc سانتیمتر مکعب

ترازوی دقیق

بهم‌زن شیشه‌ای

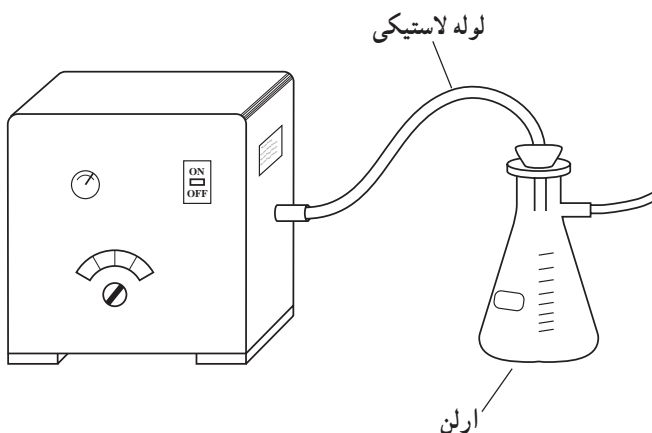
قیف بوخنر و لوازم مربوط به آن (پمپ خلأ)

آزمایش

۱- برای تهیه عصاره اشباع حدود ۱۵۰-۱۰۰ گرم خاک نرم موردنظر را از الک ۲ میلیمتری بگذرانید.

۲- خاک فوق را در یک سطل پلاستیکی کوچک بریزید.

۳- سپس به تدریج برروی آن آب مقطر اضافه کنید و در همین حال، مخلوط آب و خاک را با کاردک تمیزی به هم بزنید تا



شکل ۲- ۲ پمپ خلأ

به صورت گل یا خمیر درآید. اگر با کاردک مقداری از آن را بردارید و کاردک را برگردانید به راحتی از آن جدا می‌شود و گل به کاردک نمی‌چسبد.

۴- پس از آماده شدن خمیر اگر با کاردک شیاری در گل ایجاد کنیم، چنانچه این شیار به آرامی به هم بچسبد، خمیر اشباع آماده شده است.

۵- سطح خمیر براق است.

۶- خمیر آماده را در قیف بوختری که در آن کاغذ صافی قرار دارد، بریزید.

۷- سپس قیف را در روی ارلنی که به پمپ خلأ متصل است قرار دهید.

۸- با روشن شدن پمپ عصاره قطره‌قطره داخل لوله آزمایش کوچکی که در زیر قیف و داخل ارلن است، می‌ریزد.

## ۲-۲-۲ طرز تهیه عصاره یک‌به‌یک

۱- ۲۰۰ گرم خاک مورد آزمایش را وزن کنید.

۲- ۲۰۰ سانتیمتر مکعب آب مقطر بر روی خاک بریزید.

۳- مدت نیم‌ساعت مخلوط را توسط بهم‌زن الکتریکی به هم بریزید.

۴- مخلوط حاصل را داخل قیف شیشه‌ای که درون آن کاغذ صافی قرار داده‌اید بریزید و آن را بر روی ارلن قرار دهید تا به تدریج محلول صاف که حاوی عصاره خاک است، جمع‌آوری شود.

## ۳-۲-۲ طرز تهیه عصاره یک به پنج

۱- ۵۰ گرم خاک مورد آزمایش را وزن کنید.

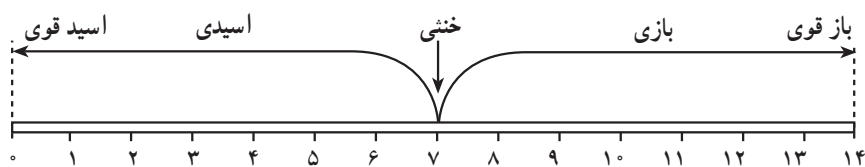
۲- بر روی آن ۲۵۰ سانتیمتر مکعب آب مقطر اضافه کنید.

۳- بقیه مراحل شبیه طرز تهیه عصاره یک به یک است.

## ۳-۲ مفهوم pH

همان‌طور که می‌دانید یون  $H^+$  عامل اسیدی و یون  $OH^-$  یک عامل بازی است. چنانچه این دو یون باهم ترکیب شوند، آب به دست می‌آید که خاصیت هیچکدام را ندارد. یعنی خنثی است. شاید خودتان هم در آزمایشگاه دیده باشید که وقتی اسید و باز را مطابق دستور کار روی هم بریزیم، همدیگر را خنثی می‌کنند. علت خنثی شدن این است که تعداد یونهای  $H^+$  و  $OH^-$  در محلول به حالت تعادل درآمده است. اگر به هر علت، میزان  $H^+$  و  $OH^-$  تغییر کند، وضعیت محلول از نظر خاصیت اسیدی یا قلیایی نیز تغییر خواهد کرد. چون وقتی که در یک محلول، یکی از دو یون به صورت آزاد بیشتر باشد، به معنی کم بودن یا فعالیت کم یون دیگر است. عملاً تنها مقدار یکی از آنها یعنی  $H^+$  را تحت عنوان pH می‌سنجند و روی اسیدی و قلیایی بودن محلول قضاوت می‌کنند.

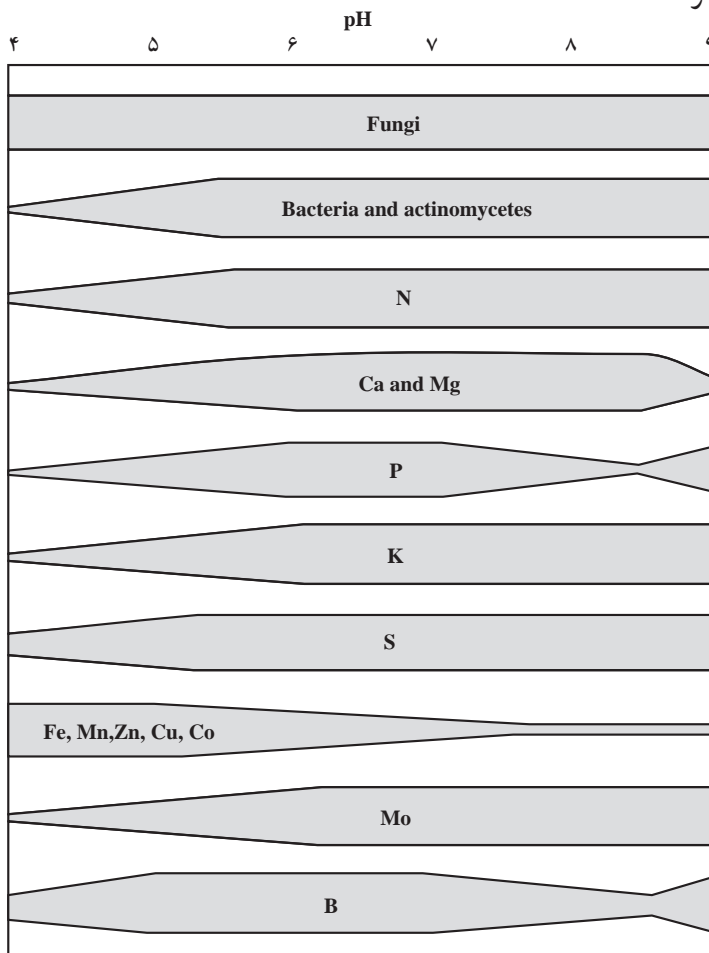
pH محلول از صفر تا ۱۴ متغیر است. امروزه اندازه‌گیری pH خاک یکی از ضروریات شناسایی وضعیت خاک است.



شکل ۳-۲ حدود تغییرات pH

جدول ۱- ۲ pH خاک‌های مختلف

| pH مناسب   | نوع خاک                                |
|------------|--|
| حدود ۷     | خاک‌های رسی سنگین، خاک‌های لومی رسی    |
| حدود ۶/۵   | خاک‌های لومی شنی                       |
| حدود ۶     | خاک‌های شنی لومی                       |
| حدود ۵/۵-۶ | خاک‌های شنی با هوموس کم                |
| حدود ۵/۵-۴ | خاک‌های شنی با بیش از ۱۰ درصد هوموس    |
| حدود ۵/۵-۶ | خاک‌های لومی با بیش از ۱۰ درصد هوموس   |
| حدود ۴/۵-۴ | خاک‌های هوموسی با بیش از ۳۰ درصد هوموس |



### ۱-۳-۲ دامنه تغییرات pH خاک‌ها: در خاک‌های

معدنی، تغییرات pH خاک حدوداً بین ۳/۵ تا ۱۰/۵ است. در خاک‌های آلی ممکن است به کمتر از ۳ هم برسد. همچنین در خاک‌های قلیایی تا نزدیک ۱۱ می‌رسد ولی این حداقل و حداکثرها استثنایی است. pH معمولی خاک‌ها در مناطق مرطوب ۷-۵ و در مناطق خشک ۹-۷ است.

### ۲-۳-۲ اهمیت pH خاک: مهم‌ترین تأثیر pH از نظر

تغذیه گیاه است. زیرا pH تأثیر زیادی روی قابلیت جذب مواد غذایی مورد نیاز گیاه دارد. بعضی از عناصر مخصوصاً عناصر کم مصرف با کم شدن pH قابلیت جذب بیشتری پیدا می‌کنند. و با افزایش آن، کمتر جذب می‌شوند. در حالی که بعضی عناصر دیگر حالت عکس دارند.

بعضی از موجودات ذره‌بینی ساکن خاک مثل باکتری‌ها در محیط اسیدی فعالیت کمتری دارند در حالی که قارچ‌ها در محدوده وسیعی از pH قادر به فعالیت هستند. به طور کلی می‌توان گفت که pH بین ۶ تا ۷ مناسبترین محدوده از نظر فعالیت موجودات زنده خاک و عناصر قابل جذب گیاه است.

شکل ۲-۴ رابطه بین pH، مواد غذایی و فعالیت موجودات زنده خاک و قابل جذب بودن عناصر غذایی<sup>۱</sup>

۱- قطر نوارها در این شکل کمیت قابل جذب بودن عنصر غذایی یا درجه فعالیت موجودات ذره‌بینی را نشان می‌دهد.



### ۳-۲ عوامل مؤثر در ایجاد pH خاک

**الف- عامل اسیدی:** عامل اصلی ایجادکننده حالت اسیدی یونهای  $H^+$  و  $Al^{+++}$  است که در کنار هم می توانند خاک را به شدت اسیدی کنند. در خاک های نیمه اسیدی  $H^+$  همراه با  $Al(OH)^+$  و  $Al(OH)^{++}$  عمل می کنند.

**ب- عامل بازی:** وقتی کاتیون های بازی در خاک زیاد باشد، با خارج شدن یا غیرفعال شدن  $H^+$  و  $Al^{+++}$  از محلول خاک، مقدار کاتیون های بازی کاهش یافته و طبیعتاً مقدار  $OH^-$  افزایش می یابد.

به طور خلاصه زیادی  $H^+$  و  $Al^{+++}$  خاک را اسیدی و زیادی کاتیون های قلیایی آن را قلیایی می کند.

### ۴-۲ عوامل مؤثر در تغییر pH خاک

**۱- عوامل عمده:** عوامل عمده تغییردهنده pH خاک را می توان به دو گروه تقسیم کرد:

**الف- عوامل اسیدزا:** در اثر تجزیه مواد آلی در خاک ترکیبات گوناگونی به وجود می آید که به عنوان نمونه می توان از اسیدهای آلی و معدنی نام برد. یک نمونه معمولی از اسیدهای خاک، اسیدکربنیک است که از ترکیب آب و گازکربنیک به وجود می آید. با وجودی که این اسید به علت ضعیف بودن به تنهایی در pH خاک اثر چندانی ندارد ولی در درازمدت باعث حل کردن و شستشوی مقدار قابل توجهی از کاتیون های قلیایی شده و pH خاک را کاهش می دهد.

اسیدهای معدنی قوی مانند اسیدسولفوریک و اسید نیتریک که هم از طریق تجزیه مواد آلی حاصل شده و هم از اثر موجودات ذره بینی روی بعضی کودهای شیمیایی حاصل می شود، می توانند در خاک شرایط اسیدی ایجاد کنند. آبشویی خاک نیز باعث تغییر pH آن می شود زیرا کاتیون های بازی را شستشو داده و از خاک خارج می کند.

بنابر مطالب فوق اثر عوامل اسیدزا از جمله رطوبت زیاد،

شستشوی خاک، مواد آلی و ترشحات اسیدی ریشه، عمدتاً در مناطق مرطوب دیده می شود.

**ب- عوامل قلیایی‌زا:** هر واکنش یا عملی که مقدار کاتیون های بازی مثل  $(Ca)_{++}$ ،  $(Mg)_{++}$ ،  $K_+$  و  $Na_+$  را در خاک افزایش دهد، باعث بالا رفتن pH می شود. مثلاً تجزیه و تخریب سنگ های مادری و مواد معدنی بازی و عدم شستشوی آنها، همچنین اضافه کردن آهک و آبیاری با آب هایی که دارای مواد بازی هستند، نمونه هایی از عوامل قلیایی‌زا در خاکند.

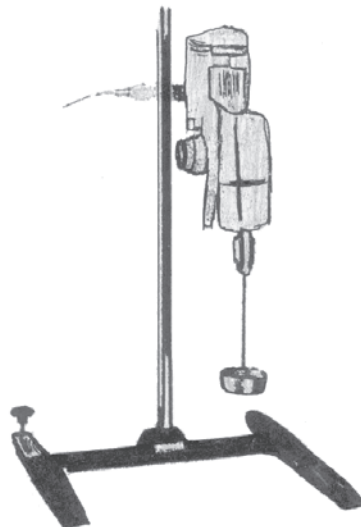
عوامل قلیایی‌زا در مناطق خشک که میزان تبخیر بیش از میزان بارندگی است بیشتر به چشم می خورد. زیرا شستشوی مواد قلیایی کم است. به علاوه شرایط اسیدی ناشی از فراوانی مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی کم است.

**۲- تغییرات جزئی pH خاک:** صرف نظر از عوامل فوق که باعث تغییرات زیاد و سریع pH هستند، در خاک، تغییرات جزئی pH نیز صورت می گیرد. در خاک های معدنی، مخصوصاً اگر در تابستان زیرکشت باشند، به علت فعالیت موجودات ذره بینی و ترشحات ریشه گیاهان، pH نسبت به زمستان کاهش می یابد.

**۵-۳-۲ اندازه گیری pH:** pH خاک را معمولاً به دو روش تعیین می کنند:

**۱- روش کالریمتری (رنگ سنجی):** با توجه به این که معرف ها در pH های مختلف تغییر رنگ می دهند، از این خاصیت برای سنجش pH استفاده می شود.

**۲- روش الکترومتری:** این روش، دقیق ترین روش اندازه گیری pH است. پس از تنظیم دستگاه، عصاره خاک را به آن داده و عدد pH را از روی صفحه pH متر می خوانند.



شکل ۵-۲ بهمزن الکتریکی (آزیتاتور)



شکل ۶-۲ یک نوع دستگاه بهمزن الکتریکی

آزمایش: تعیین pH چند نوع خاک به روش رنگ سنجی  
(کالریمتری) در آزمایشگاه و مزرعه با استفاده از کاغذ یونیورسال

آزمایش شماره ۱۵

وسایل و مواد مورد نیاز:

ارلن یا بشر

بهمزن الکتریکی

کاغذ یونیورسال

شرح:

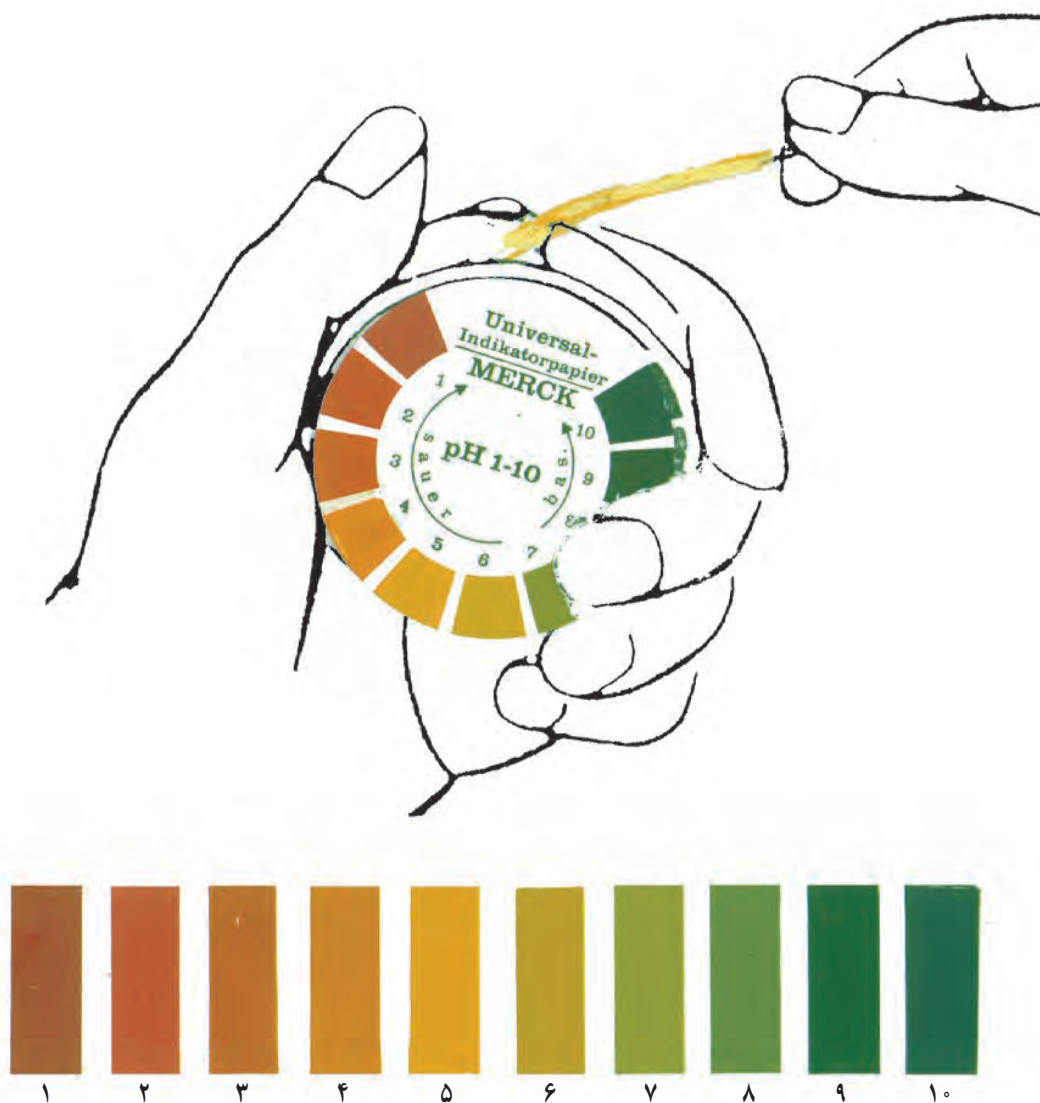
۱- مقداری خاک را با آب مقطر به نسبت  $\frac{1}{2/5}$  در لوله  
آزمایش بریزید. یعنی ۱ گرم خاک با ۲/۵ cc آب مقطر

۲- چند دقیقه بشدت آن را تکان دهید.

۳- پس از ته نشین شدن ذرات، ۲ cc از مایع رویی را بردارید (از کاغذ صافی عبور دهید یا از طریق ساتریفوژ به دست آورید).

۴- کاغذ یونیورسال (pH) را در داخل محلول قرار دهید.

۵- رنگ حاصل را با رنگ‌های شاهد داخل جلد کاغذ مقایسه کنید و pH نمونه خاک را تعیین کنید.



شکل ۷-۲

### طرز کار دستگاه pH متر

شکل صفحه بعد شمای دستگاه را نشان می‌دهد. دستگاه

دارای سه پیچ اصلی است. پیچ شماره یک پیچ تنظیم دما، پیچ شماره ۲ پیچ تنظیم صفر دستگاه و پیچ شماره ۳ پیچ تنظیم انحراف عقربه است. قبل از استفاده از الکتروود، اعمال زیر را انجام دهید.

برای اندازه‌گیری غلظت یون  $H^+$  در محلول‌ها از دستگاهی به نام pH متر استفاده می‌شود. هر دستگاه شامل دو قسمت است:

۱- سرپوش لاستیکی آن را جدا کنید.

۲- در صورتی که حباب هوا داخل محلول الکترولیت الکتروود باشد آن را با تکان دادن مانند پایین آوردن جیوه دماسنج طبی از بین ببرید.

۳- داخل الکتروود باید از محلول کلرید پتاسیم ۳/۵ تا ۴ مولار پر باشد در غیر این صورت، آن را پر کنید. پر کردن به طریق مخصوص که روی شکل نشان داده شده، صورت می گیرد. تنظیم (استاندارد) کردن pH متر: قبل از استفاده از pH متر برای اندازه گیری pH محلولها، باید آن را کاملاً تنظیم (استاندارد) کرد. این عمل به ترتیب زیر انجام می گیرد.

۱- الکتروود آماده شده را توسط سیم رابط مخصوص به دستگاه pH متر وصل کرده آن را روی گیره مخصوص قرار دهید.

۲- الکتروود را با آب مقطر بشویید و با کاغذ صافی

خشک کنید.

۳- سطح داخل بشر ۱۰۰ میلی لیتری را با آب مقطر بشویید و با کاغذ صافی خشک کنید.

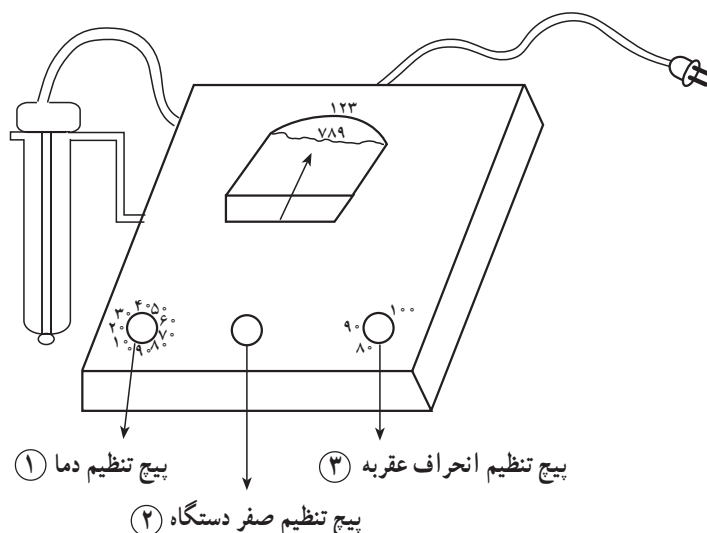
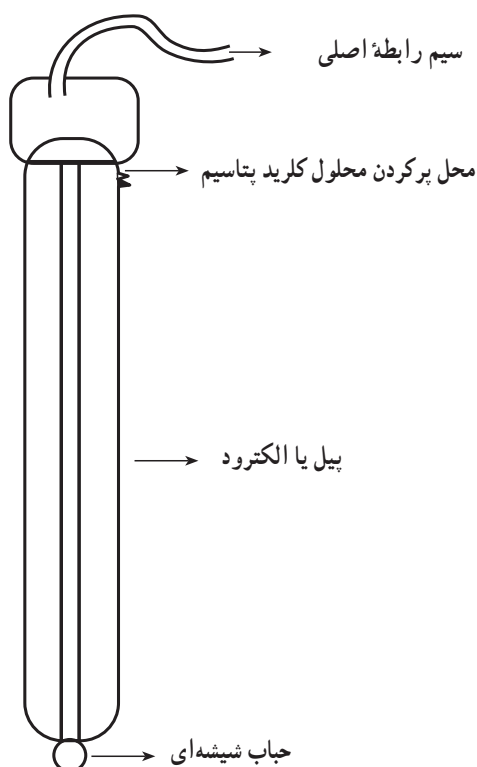
۴- ۳۰ تا ۴۰ میلی لیتر از محلول بافر  $\text{pH} = 7$  را داخل بشر بریزید.

۵- درجه حرارت محلول بافر را توسط دماسنج اندازه بگیرید.

۶- درجه حرارت pH متر را توسط پیچ تنظیم شماره ۱ روی درجه حرارت محلول بافر تنظیم کنید.

توجه: سعی کنید درجه حرارت محلولها همیشه بین ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد باشد در بیشتر از این درجه حرارت، الکتروود آسیب می بیند.

۷- الکتروود را در حالی که با گیره متصل است، داخل محلول بشر بافر  $\text{pH} = 7$  فرو ببرید.



شکل ۸- ۲

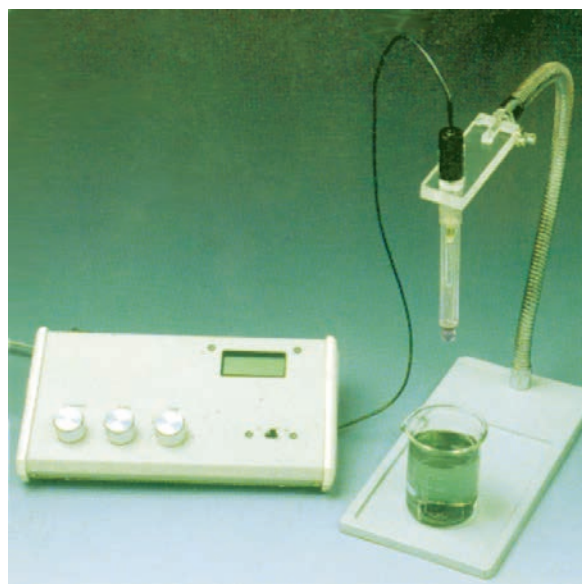
۱۵- pH را بخوانید در صورتی که عقربه pH متر روی درجه ۱۰ قرار نگرفت، عقربه را با استفاده از پیچ شماره ۳ (پیچ تنظیم انحراف عقربه) روی درجه ۱۰ قرار دهید.  
۱۶- الکتروود را از داخل محلول بافر خارج کرده با آب مقطر بشوید و داخل بشر محتوی آب مقطر به صورت معلق نگه دارید.

### روش اندازه گیری pH

۱- الکتروود را از محلول خارج کرده با آب مقطر بشوید و خشک کنید.  
۲- الکتروود را داخل محلول مورد آزمایش قرار دهید و درجه pH را مستقیماً روی دستگاه بخوانید.  
توجه: درجه حرارت محلول مورد آزمایش باید برابر درجه حرارت محلول بافری باشد که در قسمت استاندارد کردن استفاده شده است.



۸- با پیچ تنظیم شماره ۲ عقربه را روی درجه ۷ قرار دهید. (در این حالت پتانسیل صفر است)  
۹- الکتروود را خارج کرده با آب مقطر بشوید و خشک کنید.  
۱۰- محلول بافر بشر را خالی کنید و آن را با آب مقطر شسته و خشک کنید.  
۱۱- ۳۰ تا ۴۰ میلی لیتر از محلول بافر pH=۱۰ را داخل بشر بریزید.  
۱۲- درجه حرارت محلول بافر را توسط دماسنج اندازه بگیرید.  
۱۳- درجه حرارت pH متر را توسط پیچ تنظیم شماره ۱ روی درجه حرارت محلول بافر تنظیم کنید.  
۱۴- الکتروود را در حالی که به گیره متصل است، در داخل بشر حاوی محلول بافر pH=۱۰ فرو ببرید.



شکل ۹- ۲ pH متر





شکل ۱۰- ۲ pH متر الکتریکی

آزمایش: تعیین pH خاک به روش رنگ سنجی

(کالریمتری) با استفاده از معرف ها

آزمایش شماره ۱۶

وسایل و مواد مورد نیاز:

ارلن یا بشر

بهم زن الکتریکی یا دستی

معرف های فنل فتالئین، تورنسل، متیل اورانژ

(هلیانتین)

شرح:

۱- مقداری خاک را با آب مقطر به نسبت  $\frac{1}{2/5}$  مخلوط

کنید.

۲- چند دقیقه آن را به شدت تکان دهید.

۳- پس از ته نشین شدن ذرات، ۲cc از مایع رویی را بردارید.

۴- ۱cc معرف روی آن بریزید.

۵- با استفاده از جدول زیر pH نمونه خاک را به طور

تقریبی تعیین کنید.

جدول ۲- ۲ معرف های شیمیایی

| معرف محیط   | اسیدی    | خنثی         | قلیایی       | ملاحظات |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------|
| تورنسل      | قرمز     | بنفش         | آبی          |         |
| هلیانتین    | قرمز گلی | نارنجی       | زرد          |         |
| فنل فتالئین | بیرنگ    | صورتی کم رنگ | قرمز ارغوانی |         |



آزمایش: تعیین pH خاک با استفاده از دستگاه pH متر

آزمایش شماره ۱۷

وسایل و مواد مورد نیاز:

دستگاه pH متر

بهم زن

بشر

ترازو

محلول تامپون (۱۰ و ۷)

کاغذ صافی

دماسنج

خاک خشک

آب مقطر

مکان آموزش: آزمایشگاه یا مزرعه

وسایل کمک آموزشی: بازدید از آزمایشگاههای دیگری

که در محل می باشد.

زمان: ۴۰ دقیقه

شرح:

۱- محلول خاک به نسبت  $\frac{1}{2.5}$  تهیه کنید.

۲- محلول را از کاغذ صافی عبور داده و عصاره حاصل

را در یک بشر ۲۵cc جمع آوری کنید.

۳- الکتروود دستگاه pH متر را پس از تنظیم وارد بشر

محتوی نمونه مورد آزمایش سازید.

۴- کلید دستگاه را روی pH بگذارید.

۵- بشر محتوی نمونه مورد آزمایش را کمی تکان دهید.

۶- پس از چند ثانیه که عقربه دستگاه ثابت شد، pH نمونه

را یادداشت کنید.

۷- کلید دستگاه را روی دکمه stand by قرار دهید.

۸- الکتروود را به آرامی از درون نمونه خارج کرده و با آب

مقطر شسته و با دستمال کاغذی خشک کنید.

۹- کلیه موارد فوق را با نسبتهای دیگر نیز انجام دهید.

توجه: در هنگامی که از دستگاه استفاده نمی شود الکتروود

بایستی پس از شستشو داخل بشر حاوی آب مقطر قرار گیرد.

توضیح: چون pH مترهای الکتریکی دارای انواع مختلف

هستند لذا دستور تنظیم های مختلفی دارند و مقدور نیست که

طرز کار همه آنها را در کتاب آورد. اما صرف نظر از مدل ها و

قالب های مختلف همه از یک تنظیم کلی برخوردار هستند.

۳-۲ اهمیت دانستن pH خاک: بردباری نباتات در

برابر pH خاک، متفاوت است و همه آنها به یک نسبت به pH

خاک و نوسان آن حساس نیستند. بعضی از آنها به تغییر جزئی

اسیدیته حساس و برخی دیگر در درجات مختلف pH از خود

بردباری نشان می دهند. اصولاً اگر میزان pH از حدود ماکزیمم و

مینیمم تجاوز کند، زندگی گیاه به خطر می افتد. هر چند نبات در

فاصله ماکزیمم و مینیمم به خوبی رشد می کند ولی دارای اپتیمی

است. اپتیمم pH مناسب خاک برای رشد بعضی از نباتات زراعی،

از این قرار است.

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| گندم و جو ۶-۷         | یونجه ۷-۸      |
| ذرت و نخودفرنگی ۶-۷   | گوجه فرنگی ۵-۶ |
| اسفناج و کاهو ۶/۵-۷/۵ | سیب زمینی ۵-۶  |

## ۴-۲ خاک های شور

خاک هایی را که در این بخش درباره آن صحبت می کنیم،

دارای خصوصیتی هستند که آنها را از سایر خاک ها جدا می کند.

مقدار املاح محلول در این خاک ها به حدی است که به گیاه

کشت شده در آنها آسیب می رساند.

این خاک ها بیشتر در نواحی خشک و نیمه خشک که

میزان تبخیر از سطح خاک بیش از میزان بارندگی است، تشکیل

می شوند. گاهی اوقات مقدار املاح تجمع یافته در حدی است که

سطح خاک را لایه نازک سفیدی از نمک می پوشاند. سطح

اراضی شور در کشور ما نیز زیاد است و اراضی شور به ویژه در

استان های خوزستان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان و بعضی از

نواحی مرکزی کشور دیده می‌شوند.

#### ۱-۴-۲ علل شور شدن خاک‌ها: در نواحی خشک و

نیمه خشک، آب‌های زیرزمینی معمولاً دارای مقدار زیادی املاح محلول هستند، هنگامی که سطح آب‌های زیرزمینی در نزدیکی سطح خاک باشد، به تدریج آب در اثر صعود شعریه (کاپیلاری)<sup>۱</sup> به سطح خاک می‌آید و املاح محلول در آن پس از تبخیر در سطح خاک باقی می‌مانند، از آنجایی که مقدار بارندگی در این نواحی کم است، املاح موجود در سطح خاک تجمع یافته و منجر به شوری خاک می‌شود. علت دیگر شوری خاک‌ها، آبیاری با آب‌های شور است، پس از هر آبیاری و به دنبال خشک شدن خاک، املاح محلول موجود

در آب در خاک باقی مانده و به تدریج سبب شوری خاک می‌شود. منشأ دیگر شوری خاک، کانی‌های محلول در مواد مادری خاک است، در نتیجه خاک تشکیل شده از این مواد شور خواهد بود.

در نواحی ساحلی، جزر و مد مداوم دریا نیز می‌تواند منجر به شوری خاک مناطق حاصلخیز شود. درجه تحمل برخی از گیاهان زراعی نسبت به شوری خاک:

گیاهان را برحسب تحمل به شوری خاک به چهار دسته تقسیم می‌کنند.

جدول ۳-۲ حساسیت نسبی برخی از گیاهان زراعی نسبت به شوری

|   |             |  |
|---|-------------|--|
| ۱ | خیلی حساس   | لویا، نخود، شبدر سفید، شبدر قرمز، کرفس               |
| ۲ | حساس        | یونجه، ذرت، یولاف، برنج، سودان گراس، هویج، کاهو، کلم |
| ۳ | نیمه پایدار | چاودار، گندم، شبدر شیرین، گوجه‌فرنگی، پنبه           |
| ۴ | پایدار      | جو، چغندر قند، اسفناج، خرما                          |

گیاهانی که تا حدودی رفتار هالوفیتی از خود نشان می‌دهند عبارتند از: چغندر قند، خرما، اسفناج و جو. از نقطه نظر طبقه‌بندی، خاک‌هایی که هدایت الکتریکی عصاره اشباع آنها بیش از ۴ میلی موس بر سانتیمتر است، جزء خاک‌های شور به حساب می‌آیند.

گیاهان شورپسند: گیاهانی که املاح محلول را به مقدار زیاد 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.

#### ۱- Capillary

#### لوله‌های شعریه (کاپیلاریته)

برای حرکت آب از پایین به بالا، نیرویی به نام نیروی کاپیلار (نیروی شعریه) لازم است. از به هم پیوستن فضاهای خالی کوچک خاک، لوله‌های بسیار باریکی به وجود می‌آید که آنها را لوله‌های موئین می‌نامند و آب در داخل آنها به کندی به طرف بالا حرکت می‌کند. این آب، آب غیر آزاد است. چون فشار آب غیر آزاد کمتر از فشار اتمسفر است از لوله‌های موئینی بالا می‌رود. نیروی کاپیلار، حاصل جمع دو نیروی زیر است:

۱- نیروی جاذبه بین مولکول‌های مایع نسبت به یکدیگر (آب) کوهژن (Cohesion)

۲- نیروی جاذبه بین مولکول‌های مایع و جدار داخلی ظرف (خاک) آدهژن (Adhesion) که جمع این دو نیرو باعث می‌شود که، نیروی ثقل خنثی شده از پایین رفتن آب جلوگیری کند. هر چه ذرات خاک ریزتر باشد، فضای بین آنها کوچک‌تر و ارتفاع آب بالا رفته در خاک زیادتر خواهد بود.

## هدایت الکتریکی

### عصاره خاک

کمتر از ۴

شیرین

۴-۸

کمی شور

۸-۱۶

شوری متوسط

۱۶-۳۲

خیلی شور

بیشتر از ۳۲

خیلی زیاد شور

## حدود هدایت الکتریکی

### Xerophytes گیاهان مقاوم به خشکی

### Hydrophytes گیاهان آبی

قابل رویش برای اکثر گیاهان

کاهش محصول گیاهان حساس به شوری

کاهش زیاد محصول اکثر گیاهان

فقط گیاهان مقاوم به شوری رشد نرمال دارند.

اغلب گیاهان مزوفیت در این شوری کاهش محصول دارند.

جدول ۴-۲ مقاومت نسبی برخی از نباتات در برابر شوری

| مقاومت خوب | مقاومت متوسط | مقاومت ضعیف |
|------------|--------------|-------------|
| درخت خرما  | انار         | گلآبی       |
|            | انجیر        | سیب         |
|            | زیتون        | گوجه        |
|            | انگور        | بادام       |
| جو         | چاودار       | تریچه       |
| چغندر قند  | گوجه فرنگی   | کرفس        |
| پنبه       | برنج         | حبوبات      |
|            | یونجه        |             |
|            | هویج         |             |
|            | ذرت          |             |
|            | پیاز         |             |

## آزمایش: درک مفهوم شوری خاک

### آزمایش شماره ۱۸

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- حدود ۵۰۰ گرم خاک

۲- ظرف پلاستیکی برای تهیه گل اشباع

۳- کاردک

۴- ارلن تخلیه (خلأ)

۵- قیف بوختر

۶- کاغذ صافی

۷- دستگاه هدایت سنج الکتریکی (EC متر)

۸- پیست (آب فشان)

۹- آب مقطر



شکل ۱۱-۲ دستگاه تعیین هدایت الکتریکی

### شرح:

۱- حدود ۵۰۰ گرم خاک را در ظرف پلاستیکی مخصوص بریزید و کم کم به آن آب مقطر اضافه کرده دائماً با کاردک به هم بزنید تا گل اشباع تهیه شود.

۲- پس از تهیه گل اشباع، آن را داخل قیف بوختر که در آن یک کاغذ صافی قرار داده بریزید و آن را بر روی ارلن خلاً سوار کنید. دقت شود که قیف به خوبی با درپوش پلاستیکی ارلن در تماس باشد. به طوری که در موقع ایجاد خلاً هوا از اطراف قیف وارد ارلن نشود.

۳- لوله (شیلنگ) دستگاه خلاً را به ارلن متصل و دستگاه را روشن کنید. پس از چند لحظه آب از انتهای قیف وارد ارلن می شود. چرا؟

۴- محلول جمع شده داخل ارلن چیست؟

۵- محلول جمع شده در داخل ارلن را در یک بشر کوچک ریخته و الکتروود دستگاه EC متر را پس از تنظیم دستگاه در آن قرار دهید.

۶- هدایت الکتریکی محلول را از روی دستگاه قرائت کنید.



شکل ۱۳- ۲ دستگاه EC متر

اندازه گیری: آب خالص (مقطر) جریان الکتریسته را به مقدار خیلی کم از خود عبور می دهد، ولی هنگامی که مقداری نمک در آب حل شود، مانند یک سیم فلزی جریان را از خود عبور می دهد. هر چه مقدار نمک حل شده در آب بیشتر باشد، جریان الکتریسته را بهتر هدایت می کند. بنابراین، بین مقدار نمک حل شده در آب و هدایت الکتریکی آن رابطه مستقیمی وجود دارد. از این خاصیت برای تعیین شوری خاک استفاده کرده اند، به این ترتیب که خاک را از آب اشباع کرده و بعد آب خاک را به وسیله مکش از آن خارج کنیم. آب خارج شده از خاک در حالت اشباع را عصاره اشباع خاک می نامند. واحد اندازه گیری شوری خاک میلی موس بر سانتیمتر یا میلی زیمنس بر سانتیمتر<sup>۱</sup> است. مرز بین خاک شور و نیمه شور حدود ۴ میلی موس بر سانتیمتر است. پس اگر هدایت الکتریکی خاکی بیش از ۴ میلی موس بر سانتیمتر در ۲۵ درجه سانتیگراد باشد، خاک شور و در صورتی که کمتر از ۴ باشد، خاک غیر شور محسوب می شود.



شکل ۱۲- ۲

آزمایش: مشاهده اثر شوری در رشد گیاه

آزمایش شماره ۱۹

وسایل و مواد مورد نیاز:

گلدان با گنجایش حدود ۲ کیلوگرم خاک ۵ عدد

نمک طعام

بذر لوبیا

ظرف شیشه‌ای برای تهیه محلول ۵ عدد (۱ لیتری)

شرح:

۱- پنج گلدان را از خاک باغچه یا مزرعه پر کنید.

۲- در هر گلدان ۳ عدد بذر لوبیا کشت کنید.

۳- ظروف شیشه‌ای را شماره گذاری کنید.

۴- در ظرف شماره ۱، آب معمولی بریزید. (یک لیتر آب)

۵- در ظرف شماره ۲، ۵/۵ گرم نمک در یک لیتر آب

حل کنید.

۶- در ظرف شماره ۳، ۲ گرم نمک در یک لیتر آب حل

کنید.

۷- در ظرف شماره ۴، ۴ گرم نمک در یک لیتر آب حل

کنید.

۸- در ظرف شماره ۵، ۸ گرم نمک در یک لیتر آب حل

کنید.

۹- گلدان‌ها را شماره گذاری کنید.

۱۰- گلدان‌ها را یک روز در میان با ۱۰۰ میلی لیتر آب

داخل ظرف شیشه‌ای مربوطه آبیاری کنید.

۱۱- پس از اتمام محلول‌ها را دوباره تهیه کنید.

۱۲- کلیه مشاهدات را در مورد هر یک از گلدان‌ها

یادداشت کنید.

## ۵-۲ خاک‌های قلیا (سدیمی)

سدیم یکی از عناصری است که وقتی مقدار آن در خاک

بیشتر از حد معینی باشد، باعث تخریب و از بین رفتن ساختمان

خاک شده، نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد، pH خاک را

بالا می‌برد و سبب مسمومیت در گیاه می‌شود. به این خاک‌ها

یعنی خاک‌هایی که میزان سدیم آنها در حد آسیب برای گیاه باشد،

خاک‌های سدیمی یا قلیا می‌گویند. pH این خاک‌ها بیش از ۸/۵

است و مقدار املاح آنها می‌تواند کم یا زیاد باشد. چنانچه املاح

محلول آنها زیاد باشد یعنی دارای هدایت الکتریکی (EC) بیش از

۴ میلی موس باشند، به آنها خاک شور سدیمی یا شور قلیا گفته

می‌شود و در صورتی که هدایت الکتریکی کمتر از ۴ داشته باشند

خاک‌های سدیمی یا قلیا نامیده می‌شوند.

رابطه pH و E.C با بعضی سایر خصوصیات خاک

جدول ۱- ۳ (برای مطالعه)

| خاک شور و قلیایی  | خاک قلیایی   | خاک شور   |
|---|--|---|
| pH کمتر از ۸/۵ دارند.<br>هدایت الکتریکی بیشتر از ۴ دارند.<br>سدیم به صورت محلول و جذب شده وجود دارد.<br>نفوذپذیری خاک در طول فصل تغییر می کند.<br>در سطح خاک آثار واضحی ایجاد نمی کنند. | pH بیشتر از ۸/۵ دارند.<br>هدایت الکتریکی کمتر از ۴ دارند.<br>سدیم بیشتری نسبت به سایر کاتیون ها جذب ذرات خاک شده است.<br>نفوذپذیری خاک سطحی کاهش می یابد.<br>در سطح خاک لکه های سیاه به وجود می آید. | pH کمتر از ۸/۵ دارند.<br>هدایت الکتریکی بیشتر از ۴ دارند.<br>سدیم بیشتر به صورت محلول است.<br>نفوذپذیری خاک تغییر نمی کند.<br>املاح در سطح خاک تجمع یافته بوسته سفیدی به وجود می آورند. |



## آزمون نهایی

- ۱- عصاره‌گیری از خاک به چه منظورهای انجام می‌شود؟
- ۲- عصاره یک به ده چیست؟
- ۳- اهمیت pH خاک در چیست؟
- ۴- اندازه‌گیری pH خاک به چند روش انجام می‌شود؟
- ۵- محلول‌های تامپون چه کاربردی دارند؟
- ۶- علل شور شدن خاک‌ها را نام ببرید.
- ۷- pH خاک مزرعه هنرستان را تعیین کنید.
- ۸- تعیین pH به کمک کاغذ یونیورسال دقیق‌تر است یا با استفاده از دستگاه pH متر؟ چرا؟
- ۹- عنصر سدیم باعث ..... و ..... می‌شود.
- الف - افزایش نفوذپذیری و کاهش pH
- ب - افزایش مواد غذایی و کاهش آب
- ج - افزایش pH و کاهش نفوذپذیری
- د - تخریب بافت خاک و کاهش pH
- ۱۰- عامل اصلی ایجادکننده حالت اسیدی در خاک ..... هستند.
- الف - یونهای  $\text{OH}^+$  و  $\text{Al(OH)}^{++}$
- ب - یونهای  $\text{Al(OH)}^+$  و  $\text{Al(OH)}^{++}$
- ج - یونهای  $\text{Al}^-$  و  $\text{Al}^{3+}\text{H}^+$
- د - یونهای  $\text{OH}^-$  و  $\text{H}^+$

## منابع

- آب و خاک (۲) رشته زراعی و باغی شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای  
 علوم خاک‌شناسی: منوچهر زرین کفش  
 حفاظت آب و خاک: آلبرت. ب فوستر و آدریان ترجمه و تنظیم محمدحسین شیرازی  
 فیزیک خاک، محمد بای‌بردی  
 جزوه حاصلخیزی مهندس علی‌رضا افتخار، استاد دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز

## شناخت خاک حاصلخیز

### هدف کلی

خاک حاصلخیز را تشخیص دهد.

هدفهای رفتاری: پس از پایان این پیمانه مهارتی از فراگیران انتظار می‌رود که :

- ۱- حاصلخیزی طبیعی خاک را تشخیص دهد.
- ۲- عوامل مؤثر در کاهش حاصلخیزی خاک را نام ببرد.
- ۳- عناصر مغذی موجود در خاک را نام ببرد.
- ۴- عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه را توضیح دهد.
- ۵- عوارض کمبود و زیادی عناصر غذایی را توضیح دهد.

| زمان (ساعت) |      |
|-------------|------|
| نظری        | عملی |
| ۵           | ۱۰   |

توجه: برای شناخت خاک حاصلخیز فراگیران بایستی از خاک‌های مختلف بازدید نمایند.

## پیش‌آزمون

- ۱- فرق عصاره اشباع و عصاره یک به یک چیست؟
- ۲- چه عاملی باعث اسیدی شدن یک محلول می‌شود؟  
 الف) یون  $\text{OH}^-$       ب) یون  $\text{H}^+$       ج) یونهای  $\text{OH}^-$  و  $\text{H}^+$       د) هیچکدام
- ۳- حدود دامنه تغییرات pH اسیدی چقدر است؟  
 الف) ۱۴ - ۰      ب) ۷ - ۰      ج) ۱۴ - ۷      د) ۱۴ - ۷
- ۴- pH خاک‌های شور چقدر است؟  
 الف) ۸/۵      ب) بیش از ۸/۵      ج) کمتر از ۸/۵      د) هیچکدام
- ۵- هدایت الکتریکی خاک‌های قلیایی چقدر است؟  
 الف) بیشتر از ۴      ب) کمتر از ۴      ج) ۴      د) هیچکدام
- ۶- میکروالمنت‌ها (عناصر کم مصرف) در چه pH قابل جذب بیشتر دارند؟  
 الف) اسیدی      ب) قلیایی      ج) بازی      د) خنثی
- ۷- مناطق خشک pH ..... دارند.  

اسیدی

بازی
- ۸- مناطق پر باران دارای pH اسیدی هستند.

☐ صحیح

☐ غلط

### ۳-۱ وابستگی گیاه به خاک

خاک محیط رشد و نمو گیاه است، گیاه ریشه‌های خود را در خاک گسترده و از این طریق نیازهای خود را برآورده می‌سازد، بنابراین، برای آنکه خاک محیط سالمی برای رشد گیاهان باشد، باید نیازهای آنها را برآورده کرده و ممانعتی برای زندگی آنها نداشته باشد. نیازهایی که گیاه باید از خاک تأمین کند عبارتند از:

آب، عناصر غذایی، اکسیژن برای تنفس ریشه و محلی برای لنگرگاه ریشه‌ها. همچنین خاک نباید حاوی عوامل محدودکننده رشد، مانند غلظت زیاد املاح محلول و فلزات سمی باشد. بنابراین، خاک حاصلخیز خاکی است که بتواند آنچه را که گیاه باید از طریق خاک تأمین کند به سهولت در اختیار گیاه قرار دهد. به عبارت دیگر خاک حاصلخیز خاکی است که بتواند مقادیر مناسبی از ترکیبات و مواد غذایی را که در حال تعادل با یکدیگر نیز باشند، در اختیار گیاه قرار دهد و این در صورتی است که درجه حرارت، رطوبت و سایر عوامل مناسب باشند.

۱-۳-۱ خاک عرضه‌کننده آب به ریشه: بیشتر فرآیندهایی که در گیاه صورت می‌پذیرد، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به وجود آب بستگی دارند. برای تولید هر کیلوگرم ماده خشک گیاهی، چند صد کیلوگرم آب باید از داخل گیاه عبور کند و با تبخیر و تعریق به هوا برگردد. بدون استثناء در تمام دوران زندگی فعال گیاه آب باید بطور دائم به گیاه عرضه شود و نمی‌توان آن را حتی یک روز بدون آب رها کرد. خاک به منزله مخزنی است که به‌طور متناوب آب از آبیاری و باران دریافت می‌کند و در طول نمو، به‌طور دائم آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. قدرت نگهداری آب بیشتر خاک‌های زراعی آن قدر نیست که بتواند نیاز آبی گیاه را در یک فصل زراعی بدون پرکردن این مخزن تأمین کند، بنابراین، افزایش متناوب آب به خاک ضرورت پیدا می‌کند.

۲-۳-۱ خاک عرضه‌کننده هوا به ریشه: تنفس هوازی ریشه گیاهان با جذب دائم اکسیژن از هوا و پس دادن

گاز کربنیک اجرا می‌شود. فعالیت‌های حیاتی گیاهان که معمولاً در خاک‌های تهویه نشده کاشته می‌شوند (خاک‌های غرقاب یا خاک‌های فشرده) با توقف تبادل این دو گاز بین خاک و ریشه کند شده و اگر مدت طولانی ادامه پیدا کند، کلیه این فعالیت‌ها متوقف می‌شود.

معنی تهویه خاک تبادل اکسیژن و گاز کربنیک بین ریشه گیاه، خاک و جو است. این تبادل در خاک‌های معمول زراعی از داخل خاک و از درون منافذ و خلل و فرج آن صورت می‌گیرد. وقتی که خاک از آب اشباع شود، گازها باید به صورت محلول درآمده و حرکت کنند. معلوم است که این حرکت خیلی کمتر خواهد بود و به همین دلیل، تنفس گیاهان مختل خواهد شد.

### ۳-۲ حاصلخیزی و اهمیت آن

برای اصطلاح حاصلخیزی خاک هنوز تعریفی که قابل قبول همه باشد، وجود ندارد. درحقیقت مسأله حاصلخیزی، اصلی نسبی و مقایسه‌ای است. در مجموع می‌توانیم بگوییم حاصلخیزی عبارت است از توانایی خاک برای تولید محصول زیاد و به‌طور مداوم در صورتی که عوامل محیطی (نور، رطوبت، حرارت و غیره) محدودیتی برای گیاه نداشته و مدیریت زراعی نیز به نحو مطلوب انجام گیرد.

حاصلخیزی زمین ممکن است طبیعی بوده و بدون دخالت انسان محصول خوب و فراوانی بدهد. در برخی مواقع حاصلخیزی مصنوعی بوده و در نتیجه فعالیت‌های انسان حاصل می‌شود. روشن است زمین‌هایی که خود به خود حاصلخیز هستند از نظر هزینه تولید، نسبت به زمین‌هایی که به وسیله انسان حاصلخیز می‌شوند، ارزش بیشتری دارند.

کلیه کارهایی که توسط کشاورز در جهت حاصلخیزی خاک انجام می‌شود، می‌تواند اثر منفی یا مثبت داشته باشد. مثلاً در صورت عدم شناخت کاربرد کودهای شیمیایی و در اثر استعمال بی‌رویه آنها صدمات زیادی به حاصلخیزی خاک وارد می‌آید.

مورد نیاز گیاه است ولی به طور معمول نام ۲۱ عنصر در ارتباط با نیاز گیاه به عنوان عناصر غذایی برده می شود که به قرار زیر هستند.

تاکنون ۱۶ عنصر برای رشد گیاهان ضروری شناخته شده اند. منظور از عنصر ضروری، عنصری است که جزئی از ساختمان گیاه بوده، وجود آن برای ادامه و تکمیل چرخه در زندگی گیاه لازم باشد و مواد شیمیایی دیگر نتوانند جانشین آن شوند. به علاوه عنصر ضروری باید در تغذیه نقش مستقیم داشته باشد، یعنی مثلاً جزئی از مواد اصلی متابولیسمی گیاه بوده یا برای فعالیت خاصی لازم باشد. براساس این تعریف، عناصر زیر برای گیاهان عالی ضروری تشخیص داده شده اند:

کربن، هیدروژن، اکسیژن، ازت، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن، بور و کلر. از بین این عناصر ۳ عنصر: کربن، هیدروژن و اکسیژن از طریق هوا و آب، تأمین شده و سایر عناصر از طریق محلول خاک جذب می شوند. تعدادی از بین این عناصر (۶ عنصر) به مقدار زیادتر توسط گیاه مصرف می شود که به آنها عناصر پر مصرف یا ماکروالمنت می گویند و عبارتند از: ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، گوگرد و منیزیم.

۷ عنصر دیگر یعنی آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن، بور و کلر به مقدار کمی مورد نیاز گیاه است به همین دلیل آنها را عناصر کم مصرف یا میکروالمنت می نامند.

ضرورت ۵ عنصر دیگر شامل: سدیم، واندیم، سیلیسیم، آلومینیم و کبالت مورد تردید است. از نظر نقش باید گفت: به طور کلی عناصر پر مصرف در ساختمان و اندام گیاه مورد استفاده قرار می گیرند. در حالی که عناصر کم مصرف اصولاً در نظام های حیاتی گیاه و آنزیم ها و کوآنزیمها فعالیت می کنند. در این قسمت می توان نمونه هایی از گیاهان موجود در منطقه را جمع آوری کرده و حالت های بیش بود و کمبود را در روی (گیاهان منطقه) با آزمایشاتی گلدانی در خاک انجام داد.

در صورتی که کودهای شیمیایی یکی از مؤثرترین وسایل افزایش باروری خاک هستند. یا در مورد به کارگیری آبیاری درست می توان کویری را به گلستان تبدیل کرد. یا در اثر عدم آبیاری درست ممکن است در شرایطی، نواحی حاصلخیز به چنان بیابانی تبدیل شود که حتی گیاهان کویری نیز در آن رشد نکنند. برای بهبود حاصلخیزی خاک، نمی توان به یک عامل توسل جسته و سایر عوامل را از نظر دور داشت. بنابراین، بحث پیرامون عوامل مؤثر بر حاصلخیزی خاک تقریباً خصوصیات خاک و عملیات کشاورزی را شامل می شود.

### ۱-۲-۳ خصوصیات خاک حاصلخیز:

- ۱- مقدار متعادلی از آب و هوا را برای رشد و نمو طبیعی در اختیار ریشه گیاه قرار دهد.
- ۲- قادر باشد در هنگام نیاز، مواد غذایی کافی را برای رشد و نمو گیاه عرضه کند.
- ۳- با توجه به اهمیت رس و هوموس در جذب و نگهداری آب و مواد غذایی، درصد مطلوبی از این دو را با توجه به شرایط مختلف آب و هوایی داشته باشد.
- ۴- فاقد خصوصیات نظیر شوری، قلیایی، اسیدیته خیلی زیاد یا خیلی کم، کثرت و یا کمبود مواد و آب باشد. عوامل مؤثر بر حاصلخیزی خاک عبارتند از: ۱- عوامل ژنتیکی، عوامل فیزیکی، عوامل شیمیایی، عوامل حیاتی و سایر عوامل. (در این مرحله بازدید از مزارع حاصلخیز و فقیر و مقایسه خصوصیات ظاهری آنها لازم است.)

### ۳-۳ عناصر غذایی ضروری برای گیاه

تجزیه شیمیایی بافت های گیاهی نشان می دهد که کلیه عناصر موجود در طبیعت در گیاه نیز وجود دارد. از این عده ۴۰ عنصر تقریباً در تمامی گیاهان یافت می شود. اگر چه نمی توان گفت وجود چند عنصر در طبیعت برای گیاهان ضرورت دارد. ولی می توان گفت که تعدادی از آنها به مقداری زیادتر از دیگران

### ۱-۳-۳ نقش و علائم کمبود عناصر غذایی در گیاه:

هر یک از عناصر غذایی دارای تأثیرات ویژه بر روی زندگی نبات است که طبیعتاً در صورت نبود یا کمبود آن علائم و آثاری را در گیاه بر جای می‌گذارد در این مبحث، به بررسی نقش و علائم کمبود تعدادی از عناصر غذایی مورد لزوم گیاه می‌پردازیم. عناصر غذایی مورد استفاده گیاه از نظر تحرک در گیاه به دو قسمت تقسیم می‌شوند:

- ۱- عناصر متحرک شامل ازت، فسفر، پتاسیم، منیزیم
- ۲- عناصر غیر متحرک شامل گوگرد، کلسیم، آهن، روی، بر، منگنز

شناخت تقسیم‌بندی فوق از جهت محل پیدایش علائم کمبود در گیاه حائز اهمیت است. علائم کمبود عناصر متحرک، از اندام‌های پیر گیاه و علائم کمبود عناصر غیر متحرک از اندام‌های جوان گیاه شروع می‌شود.

#### عناصر پر مصرف

ازت: قسمت اعظم ازت خاک به شکل آلی است و هر ساله مقدار کمی از آن جذب گیاه می‌شود و اندازه‌گیری کل مقدار ازت خاک معیار خوبی برای سنجش مقدار ازت قابل جذب خاک نیست بلکه نمایانگر ذخیره‌ای است که ممکن است به صورت قابل جذب گیاه درآید. مقدار ازت در عمق شخم یک خاک زراعی بین ۰/۲٪ تا ۰/۴٪ درصد است.

#### نقش ازت در گیاه:

- ۱- ازت در ساختمان اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، هورمون‌ها و پروتوپلاسم شرکت دارد.
- ۲- در ساختن مواد و انتقال انرژی و در ساختمان مولکولی که انتقال خواص ارثی را بر عهده دارد سهیم است.
- ۳- قسمت مهمی از مولکول کلروفیل را تشکیل می‌دهد.
- ۴- این عنصر باعث تحریک رشد رویشی گیاه به خصوص اندام‌های گیاهی می‌شود.

**علائم کمبود ازت در گیاه:** در اثر کمبود ازت، رشد طولی گیاه کم شده و سیستم ریشه‌های گیاه محدود می‌شود. رنگ

برگ‌ها به زرد متمایل شده و گرایش به ریزش دارند. این علائم ابتدا در برگ‌های پایین (پیر) مشاهده می‌شود. تثبیت ازت: یکی از راه‌های ازدیاد ازت خاک تثبیت آن توسط موجودات ذره‌بینی است.

#### الف) تثبیت ازت به وسیله میکروارگانیسم‌های آزاد

یا غیر همزیست: در خاک و آب میکروارگانیسم‌های مستقلی وجود دارند که قادر به جذب ازت هوا و نگهداری آن در اندام‌های خود هستند. این گروه شامل بعضی از باکتری‌ها، جلبک‌های سبز آبی و قارچ‌ها است. این موجودات تثبیت‌کننده با وجود مواد آلی و ازت کم خاک، تحرک بیشتری پیدا می‌کنند. تعیین دقیق مقدار ازت تثبیت شده از طریق غیرهمزیستی دشوار است. آزمایشات نشان می‌دهد در مناطق مختلف سالیانه در حدود ۲۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار توسط موجودات غیرهمزیست تثبیت می‌شود.

#### ب) تثبیت ازت به طریق همزیستی با لگومینوزها:

زمان‌های قدیم شناخته شده بود که بعضی از نباتات مانند: شبدر، یونجه و لوبیا به نحوی باعث بهبودی خاک شده و غلاتی که بعد از این نوع نباتات کشت می‌شوند، محصول بیشتری می‌دهند. با تحقیقات بیشتر مشخص شد در ریشه این گیاهان میکروارگانیسم‌هایی فعالیت می‌کنند و این فعالیت است که موجب حاصلخیزی خاک می‌شود. این موجودات همزیست باکتری‌ها هستند. باکتری‌های همزیست در روی ریشه گیاهان تیره لگومینوز در درون غده‌هایی زندگی کرده و ازت هوا را جذب و به فرم‌های قابل استفاده گیاه تبدیل می‌کنند. ورود این باکتری‌ها از طریق ریشه‌های مویی صورت گرفته و به تدریج در تمام ریشه‌های فرعی نیز توسعه می‌یابند.

به احتمال زیاد ترکیبات ازته‌ای که توسط باکتری‌ها ساخته می‌شود، از جدار سلولی جذب گیاهان میزبان می‌شوند، باکتری‌های مؤثر از نوع ریزوبیوم بوده که دارای چندین گونه هستند و هر گونه روی ریشه یک گیاه یا گیاهان معینی از تیره لگومینوز قادر به تثبیت ازت است. مقدار ازتی که توسط این باکتری‌ها تثبیت می‌شود، بستگی به تهویه رطوبت، pH و مقدار کلسیم فعال خاک



به روشنی کمبود ازت نیست. رشد قسمت هوایی و رشد هر دو قسمت کند یا متوقف می‌شود. رشد طولی گیاه عمودی بوده و ساقه جانبی به ندرت ظاهر می‌شود. رنگ برگ‌ها سبز تیره کدر مایل به آبی یا به رنگ برتزی یا بنفش است. این علائم ابتدا از برگ‌های پایین گیاه آغاز می‌شود. (شکل ۲-۳)

**پتاسیم:** در میان عناصر غذایی عمده، پتاسیم معمولاً به بیشترین مقدار در خاک یافت می‌شود. این امر بخصوص در خاک‌های نواحی خشک صدق می‌کند.

پتاسیم در خاک به اشکال مختلف وجود دارد. مقدار پتاسیم در خاک‌های زراعی به ۱/۴٪ می‌رسد. پتاسیم با قابلیت جذب کُند بین ۱ تا ۱۰ درصد کل پتاسیم خاک را تشکیل می‌دهد. نقش پتاسیم در گیاه:

۱- پتاسیم مناسب‌ترین کاتیون یک ظرفیتی برای فعال کردن آنزیم‌های گیاهی است.

۲- پتاسیم به‌عنوان حامل آنیون‌ها در داخل گیاه اهمیت زیادی دارد.

۳- مصرف کافی پتاسیم باعث پایین آمدن مصرف آب برای تولید هر واحد ماده خشک گیاهی می‌شود.

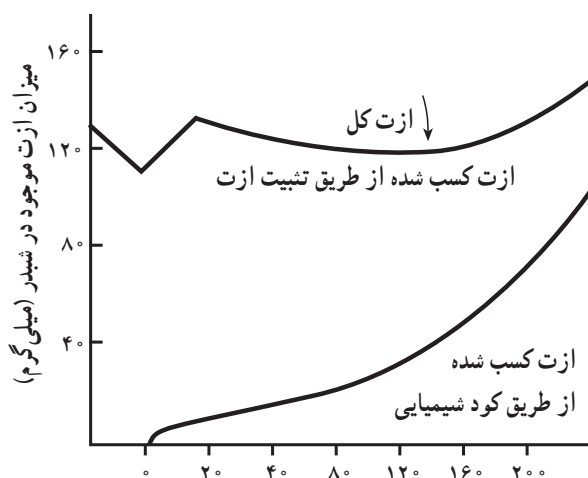
۴- وجود پتاسیم برای ذخیره نشاسته و قند بخصوص در گیاهان نظیر چغندر قند و سیب‌زمینی ضرورت دارد.

۵- پتاسیم مقاومت گیاه را در مقابل سرما افزایش می‌دهد.

**علائم کمبود پتاسیم در گیاه:** گیاهان مبتلا به کمبود پتاسیم معمولاً ضعیف، کوتاه و کوچک هستند. برگ‌ها به رنگ سبز تیره مایل به خاکستری درمی‌آیند. قهوه‌ای شدن نوک برگ‌ها، سوختگی لبه برگ‌ها و ظهور سوختگی در پهنک برگ که ابتدا از برگ‌های پیر شروع می‌شود، از علائم بارز آن است. (شکل ۴-۳)

#### عناصر کم مصرف

**آهن:** خسارت کمبود آهن در درختان میوه نواحی خشک و گیاهان زینتی قابل توجه است. پراکندگی کمبود آهن با پراکندگی درختان میوه در ایران تطبیق می‌کند.



شکل ۱-۳ اثر اضافه کردن ازت معدنی از طریق کود روی عمل تثبیت ازت و مقدار ازتی که گیاه لگومینوز از منبع ازت تثبیت شده یا کود جذب می‌کند.

دارد. میزان تثبیت ازت در چند گیاه تیره لگومینوز به شرح زیر است (برحسب کیلوگرم در هکتار) یونجه ۳۰۰، شبدر ۱۶۰-۱۵۰، باقلای مصری ۱۵۰، حبوبات ۶۰-۵۰

**فسفر:** فسفر در خاک به شکل‌های آلی و معدنی وجود دارد. ولی مقدار آن معمولاً بسیار کمتر از ازت و پتاسیم بوده بین ۱/۴ تا ۰/۴ درصد متغیر است. به دلیل یکسان نبودن ماهیت شیمیایی ترکیبات فسفات در خاک‌های مختلف، همبستگی بین مقدار کل فسفر خاک و مقدار قابل جذب آن توسط گیاه وجود ندارد.

#### نقش فسفر در گیاه:

۱- وظیفه مهمی را در انتقال انرژی برعهده دارد.

۲- در کربن‌گیری گیاه نقش اساسی دارد.

۳- غلظت فسفر در ریشه تعادل بین عناصر کم مصرف فلزی را در برگ برقرار می‌کند.

۴- در متابولیسم نشاسته، پروتئین و چربی‌ها شرکت دارد.

۵- در اعمال تولیدمثل (زایشی) رُل عمده‌ای را به‌عهده

دارد.

**علائم کمبود فسفر در گیاه:** به‌طور کلی علائم کمبود فسفر

### نقش آهن در گیاه:

علائم کمبود آهن در گیاه: علامت اصلی کمبود آهن بر

روی برگ است. در این حالت، معمولاً رگبرگ‌ها به رنگ سبز

باقی می‌مانند. علائم از برگهای جوان شروع می‌شود. (شکل ۷-۳)

جدول ۲-۳ مربوط به این مطالب است.

۱- آهن در ساختمان آنزیمی شرکت دارد که برای تنفس و

عملیات اکسید و احیا ضرورت فراوان دارد.

۲- در ساختمان کلروفیل نقش دارد.

### جدول ۲-۳ عناصر غذایی مورد نیاز گیاه

| عناصر   | علامت شیمیایی | اشکال قابل جذب به وسیله گیاه                 | مقدار متوسط  |           | برداشت در هکتار کیلوگرم |
|---------|---------------|--|--------------|-----------|-------------------------|
|         |               |  | در خاک       | در گیاه   |                         |
| ازت     | N             | $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$            | ۰/۵ - ۰/۲    | ۰/۵ - ۳   | ۵۰ - ۲۰۰                |
| فسفر    | P             | $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^-$ | ۰/۱ - ۰/۲    | ۰/۱ - ۰/۵ | ۵ - ۳۰                  |
| پتاسیم  | K             | $\text{K}^+$                                 | ۰/۱۷ - ۳/۳۰  | ۰/۳ - ۳/۵ | ۳۰ - ۱۵۰                |
| کلسیم   | Ca            | $\text{Ca}^{++}$                             | ۰/۷ - ۳/۶۰   | ۱ - ۴     | ۵ - ۸۰                  |
| منیزیم  | Mg            | $\text{Mg}^{++}$                             | ۰/۱۲ - ۱/۵۰  | ۰/۱ - ۰/۷ | ۴ - ۴۰                  |
| گوگرد   | S             | $\text{SO}_4^{--}$                           | ۰/۱ - ۰/۲۰   | ۰/۱ - ۰/۴ | ۳ - ۱۰                  |
| آهن     | Fe            | $\text{Fe}^{++}$                             | ۵۰۰۰ - ۵۰۰۰۰ | ۴۰ - ۲۰۰  | ۰/۵ - ۰/۶۰              |
| منگنز   | Mn            | $\text{Mn}^{++}$                             | ۲۰۰ - ۱۰۰۰۰  | ۲۰ - ۱۰۰  | ۰/۰۳ - ۰/۹۰             |
| روی     | Zn            | $\text{Zn}^{++}$                             | ۱۰ - ۵۰۰     | ۱۰ - ۱۰۰  | ۰/۰۲ - ۰/۲۰             |
| بر      | B             | $\text{BO}_3^{--}$                           | ۵ - ۱۰۰      | ۵ - ۵۰    | ۰/۰۰۵ - ۰/۱             |
| مس      | Cu            | $\text{Cu}^{++}$                             | ۵/۴۰۰        | ۲ - ۲۰    | ۰/۰۲ - ۰/۰۶             |
| مولیبدن | Mo            | $\text{MoO}_4^{--}$                          | ۰/۲ - ۵      | ۰/۵ - ۱   | ۰/۰۵ - ۰/۰۴             |



شکل ۴-۳ علایم کمبود پتاسیم در برگ‌های ذرت



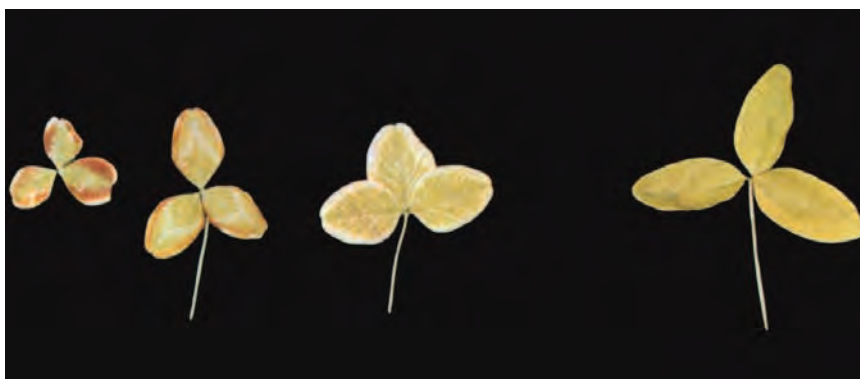
شکل ۳-۳



شکل ۲-۳ علایم کمبود فسفر در برگ‌های ذرت



شکل ۵-۳ علایم کمبود گوگرد در پنبه



شکل ۶-۳ علایم کمبود منیزیم در شبدر قرمز



شکل ۷-۳ علایم کمبود آهن در سویا





شکل ۸- ۳ علایم کمبود (۱) منگنز، (۲) پتاسیم، (۳) ازت، (۴) برگ طبیعی



شکل ۱۰- ۳ علایم کمبود پتاسیم در هلو



شکل ۹- ۳ علایم کمبود پتاسیم در سیب گلدن دلشیز



شکل ۱۱- ۳- علائم کمبود منیزیم در هلو



A



B

C



D



شکل ۱۲- ۳- علائم کمبود پتاسیم در برگهای کلم. A مرحله اول و B مرحله آخر کمبود کلسیم، C یک برگ طبیعی، D مرحله پیشرفته کمبود منیزیم.



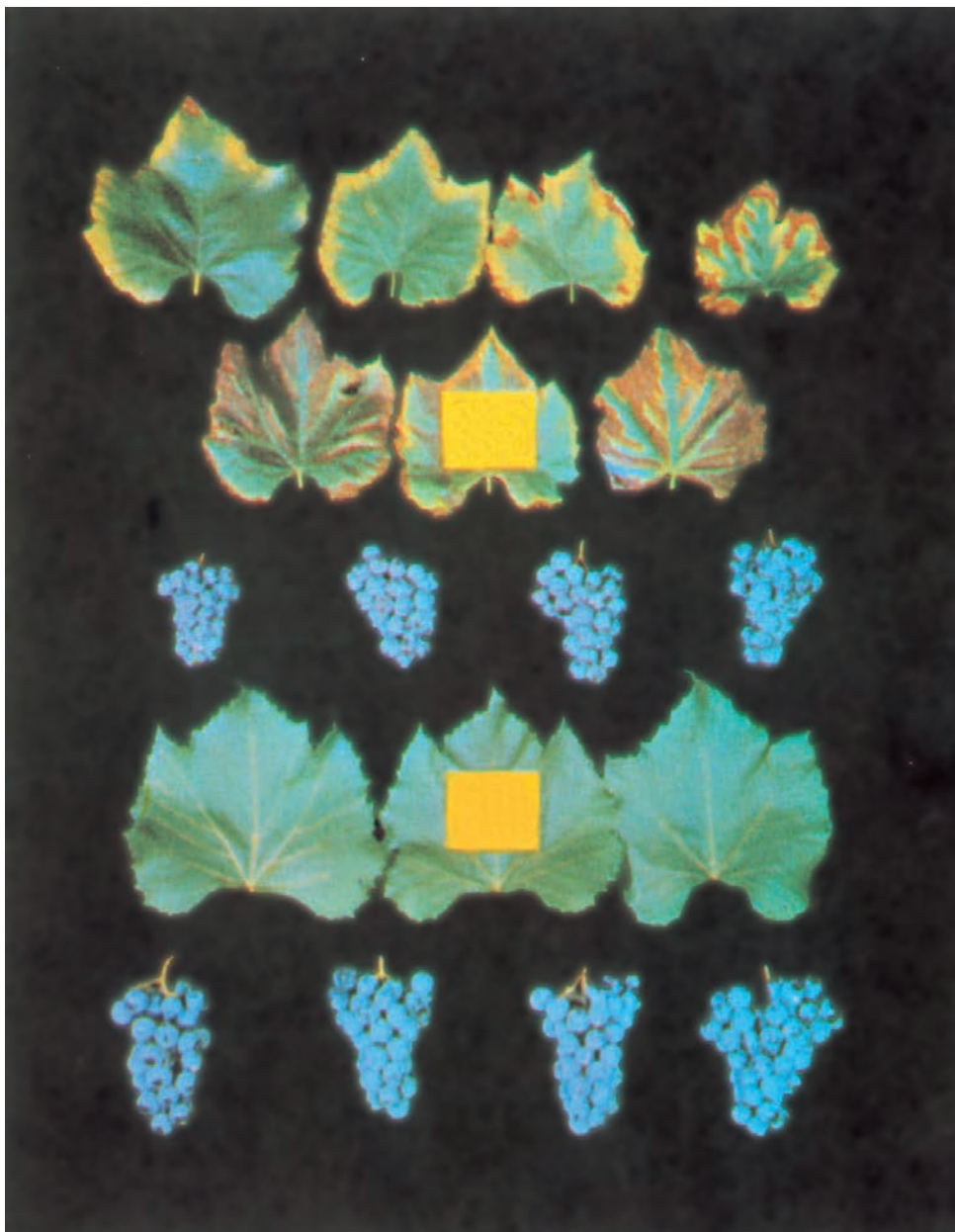


شکل ۱۳- ۳- علایم کمبود بر در گل کلم که وسط ساقه آن پوک و برنزه شده است. بوته سمت چپ یک گیاه طبیعی را که در خاک خود ۱۰ کیلو به هر هکتار آن براکس داده شده نشان می‌دهد. بوته سمت راست در خاکی رشد یافته که به آن براکس اضافه نشده است.



شکل ۱۴- ۳- علایم کمبود منگنز در بوته اسفناج





شکل ۱۵- ۳ برگهای انگور که مراحل سوختگی برگ در اثر کمبود پتاسیم را نشان می‌دهند. چهار خوشه بالایی به علت کمبود مذکور کوچکترند. توجه کنید که برگهای طبیعی بزرگتر و عاری از کلروزاند.



شکل ۱۶-۳ کمبود منگنز در انگور واریته



شکل ۱۷-۳ کمبود روی در برگهای مو





شکل ۱۸- ۳ کمبود آهن



شکل ۱۹- ۳ کمبود مس در پرتقال



شکل ۲۰- ۳ کمبود بر در پرتقالهای Pineapple



شکل ۲۱- ۳ کمبود مولیبدن در برگهای گریب فروت





شکل ۲۳- ۳- علایم کمبود منگنز



شکل ۲۲- ۳- علایم کمبود آهن



شکل ۲۵- ۳- علایم کمبود روی



شکل ۲۴- ۳- علایم کمبود منگنز در مرکبات



شکل ۲۶- ۳- علایم کمبود ازن



شکل ۲۸- ۳ علایم کمبود گوگرد در قهوه



شکل ۲۷- ۳ علایم کمبود پتاسیم در موز



شکل ۲۹- ۳ علایم کمبود فسفات در ذرت





شکل ۳۰-۳ علایم کمبود منیزیم در قهوه



شکل ۳۱-۳ علایم کمبود بر در پنبه

کار عملی: جمع‌آوری چند نمونه گیاه که دارای علائم بیش بود و کمبود مواد غذایی می‌باشند.

## آزمایش: شناخت اثر کود بر روی رشد گیاهان

### آزمایش شماره ۲۰

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کود سوپر فسفات تربیل چند گرم

۲- کود سولفات پتاسیم چند گرم

۳- کود اوره چند گرم

۴- بذر ذرت دانه‌ای چند عدد

۵- گلدان با گنجایش حدود ۲ کیلوگرم خاک ۵ عدد

۶- ماسه (بادی یا شوسه) به مقدار کافی برای ۵ گلدان

۷- ۵ عدد شیشه درب‌دار یک لیتری

شرح:

۱- از هر کدام از کودهای شیمیایی موجود سه مقدار

۵/ گرمی به‌طور جداگانه وزن کنید. (N نشانه ازت، P نشانه

فسفر و K نشانه پتاسیم است)

۲- پنج ظرف شیشه‌ای دردار یک لیتری را شماره‌گذاری

کرده و به ترتیب زیر محلول‌های موردنیاز را تهیه کنید:

۳- ظرف شماره ۱ آب خالص (بدون کود شیمیایی) که

آن را نمونه شاهد می‌نامیم.

۴- ظرف شماره ۲ NP که محتوی ۵/ گرم ازت و نیم گرم

فسفر است.

۵- ظرف شماره ۳ NK که محتوی ۵/ گرم ازت و نیم

گرم پتاسیم است.

۶- ظرف شماره ۴ KP که محتوی ۵/ گرم فسفر و نیم

گرم پتاسیم است.

۷- ظرف شماره ۵ NPK که محتوی ۵/ گرم فسفر، ۵/

گرم ازت و ۵/ گرم پتاسیم است.

۸- پنج گلدان با ظرفیت حدود ۲ کیلوگرم را انتخاب کرده

و داخل آنها را ماسه بریزید.

۹- گلدان‌ها را با توجه به محلول‌های تهیه شده شماره‌گذاری

کنید.

۱۰- در داخل هر گلدان سه عدد بذر ذرت دانه‌ای کشت

و آنها را هر روز با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آبیاری کنید.

۱۱- همه گلدان‌ها باید از نظر شرایط محیطی مانند نوری

که به آنها می‌رسد، درجه حرارت و غیره ..... یکسان

باشند.

۱۲- پس از سبز شدن بذرها گلدان‌ها را کم کنید به‌طوری‌که

در هر گلدان یک گیاه باقی بماند.

- آبیاری گلدان‌ها هر پنج روز یک‌بار (به‌جای آب معمولی)

بوسیله محلول مربوط به آن گلدان انجام شود.

۱۳- تمام آنچه را که در رشد و نمو گیاهان کاشته شده

مشاهده می‌کنید به‌طور روزانه یادداشت کنید.

### ۴-۳ قوانین رشد گیاه

۱-۴-۳ قانون استرداد: بنابر قانون استرداد، باید یک

زراعت در طول دوره رشد خود مقداری از مواد غذایی خاک را

جذب و بیرون می‌برد، این مواد از بین رفته باید به وسایل مصنوعی

از قبیل کودهای معدنی و آلی، به زمین برگردانیده شوند تا از

حاصلخیزی خاک کاسته نشود. باید توجه داشت مثلاً در

خاک‌های آهکی که مقدار آهک بسیار زیادتر از مورد نیاز گیاه

است، افزایش آهک جذب شده توسط گیاه به خاک لزومی ندارد.

۲-۴-۳ قانون حداقل: به‌طور خلاصه، نبات موقعی

می‌تواند به‌خوبی و به‌طور کامل رشد و نمو کند که تمام مواد

ضروری به مقدار کافی و لازم در دسترس باشد و اگر نسبت یکی

از مواد موردنیاز نبات (مثلاً ازت) از سایر مواد غذایی کمتر باشد،

رشد و نمو نبات برحسب وجود کمترین ماده غذایی قرار می‌گیرد

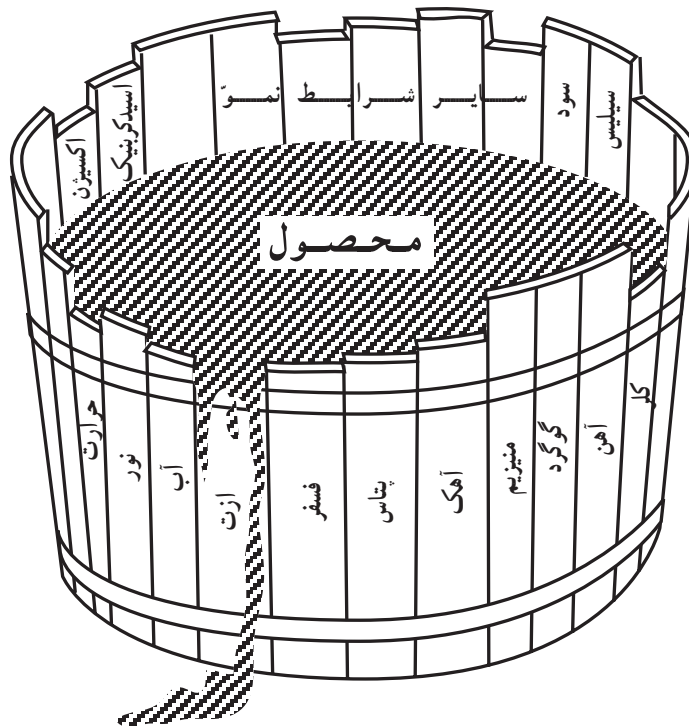
که در این حالت مقدار ازت کم است. از روی شکل بخوبی این

مطلب فهمیده می‌شود.

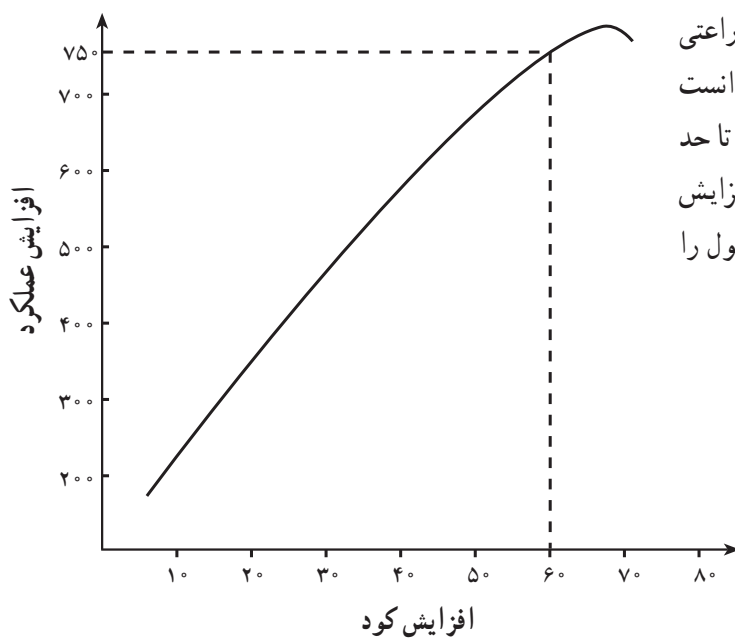
درجه کاهش میزان محصول در این شکل متناسب با ماده

غذایی است که مقدار آن نسبتاً از سایر مواد غذایی کمتر است.

(یعنی در حداقل است.)



شکل ۳۲- ۳ قانون حداقل



### ۳-۴-۳ قانون حداکثر: دادن کود به زمین‌های زراعی

سبب بالا رفتن میزان عملکرد محصول می‌شود ولی باید دانست که هر چه قدر مقدار کود را زیاد کنیم، میزان محصول فقط تا حد معینی بالا می‌رود و از آن به بعد زیادی کود نه تنها در افزایش عملکرد اثر نخواهد داشت بلکه ممکن است مقدار محصول را کاهش دهد. منحنی زیر قانون حداکثر را نشان می‌دهد.

شکل ۳۳- ۳ قانون حداکثر





شکل ۳۴- ۳ فرسایش



شکل ۳۵- ۳ فرسایش

### ۳-۵ فرسایش خاک

فرسایش به معنای کاهش تدریجی مواد است و در علوم کشاورزی به انتقال یا حرکت خاک از نقطه‌ای به نقطه دیگر در سطح زمین که باعث تخریب اراضی و کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود، گویند.

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 پوشش طبیعی سطح زمین در نتیجه دخالت بشر به هم نخورده است، صورت گیرد، به آن فرسایش طبیعی گویند. ولی چنانچه جنگل‌ها قطع شوند و یا پوشش گیاهی طبیعی از بین برود، عمل فرسایش نیز تسریع می‌شود که در این صورت به آن فرسایش خاک می‌گویند. بنابراین، بشر می‌تواند با دخالت خود عمل فرسایش را تسریع کند. محاسبات در یک ایستگاه تحقیقاتی نشان داده، زمینی که سالیان دراز زیر کشت پنبه قرار داشته به میزان ۷۷ تن خاک در هکتار در سال فرسایش یافته است. در حالی که زمین مشابهی که

دارای پوشش گیاهی طبیعی است، فقط ۵/۰۰ تن خاک در هکتار در سال فرسایش داشته 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 است.

#### ۳-۵-۱ مراحل فرسایش: فرسایش چه توسط آب

صورت پذیرد چه توسط باد، خواه کند باشد، خواه سریع، سه مرحله دارد.

##### ۱- جدا شدن ذرات از توده اصلی خاک: نیروهایی که باعث

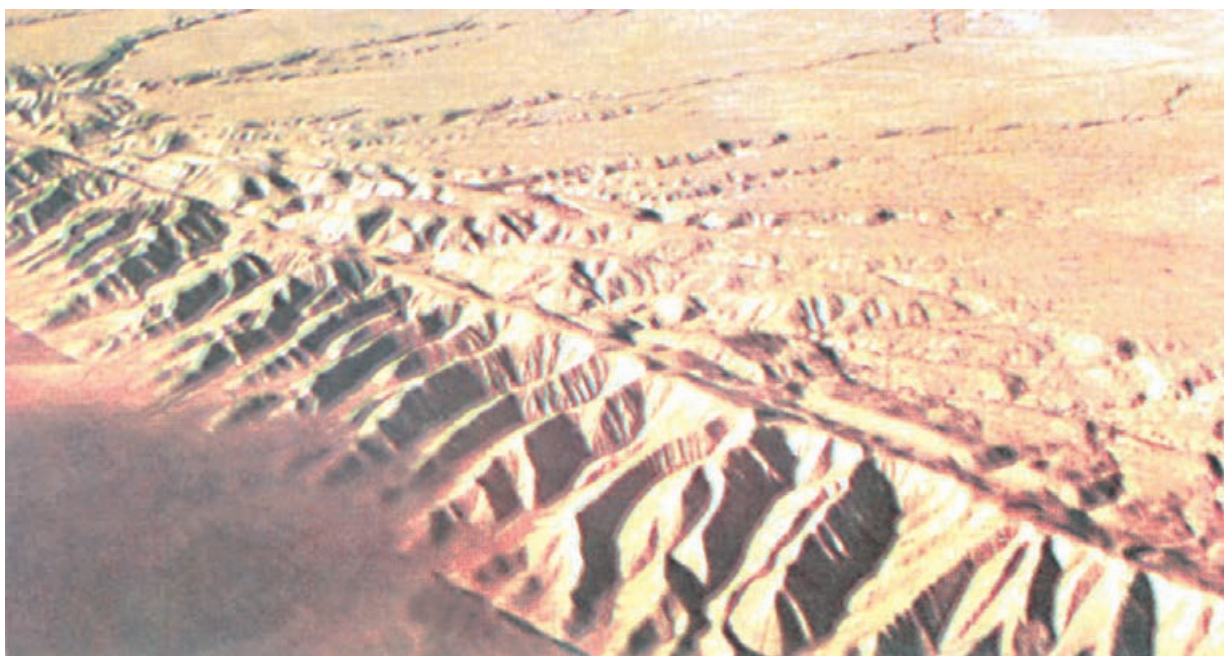
جدا شدن ذرات خاک می‌شوند، عبارتند از: قطرات باران، شخم بیش از حد، لگدکوب شدن خاک توسط احشام، استفاده بیش از اندازه از ماشین‌آلات سنگین و باد.

##### ۲- انتقال ذرات جدا شده: نیروهایی که باعث انتقال می‌شوند،

عبارتند از: آب‌های جاری، نیروی ثقل، بادهای شدید یخچال‌ها

##### ۳- تجمع و انباشته شدن مواد: سرعت ذرات در هنگام

انتقال کاهش می‌یابد و به تدریج انباشته می‌شوند.



شکل ۳۶-۳ فرسایش



می‌تواند در زمینی که آماده فرسایش است (بدون پوشش گیاهی) حدود دویست تن خاک در هکتار را به اطراف پراکنده کند و هرچه شیب زمین زیادتر باشد، سرعت آب سطحی بیشتر می‌شود. در نتیجه می‌تواند ذراتی با قطر بزرگ‌تر را حمل کند. خاکی که مورد فرسایش قرار می‌گیرد، غالباً ارزش کشاورزی خود را از دست می‌دهد، از طرفی خاکی که برجای می‌ماند فاقد سطح‌الارض بوده، و حاصلخیزی آن بسیار ناچیز است. انسان با اعمال خود می‌تواند عوامل فرسایش بادی و آبی را کند یا تسریع کند. شدت برخورد قطرات باران به زمین در حدی است که منجر به جدا کردن و انتقال مقدار قابل ملاحظه‌ای از خاک می‌شود. مثلاً اگر قطرات باران با سرعتی معادل ۹۱۴ سانتیمتر در ثانیه به خاک برخورد کنند، خاک را متلاشی کرده، ذرات آن را تا ارتفاع ۶۱ سانتیمتر پرتاب می‌کنند.

انواع فرسایش آبی عبارتند از: ۱- ورقه‌ای ۲- شیار ۳- پنجه‌ای ۴- خندقی ۵- توده‌ای ۶- سیلابی.

۳-۵-۲ انواع فرسایش: در طبیعت دو نوع فرسایش آبی و بادی وجود دارد. به عبارت دیگر دو عامل آب و باد سبب انتقال خاک از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌شوند.

### ۳-۵-۳ خسارات فرسایش:

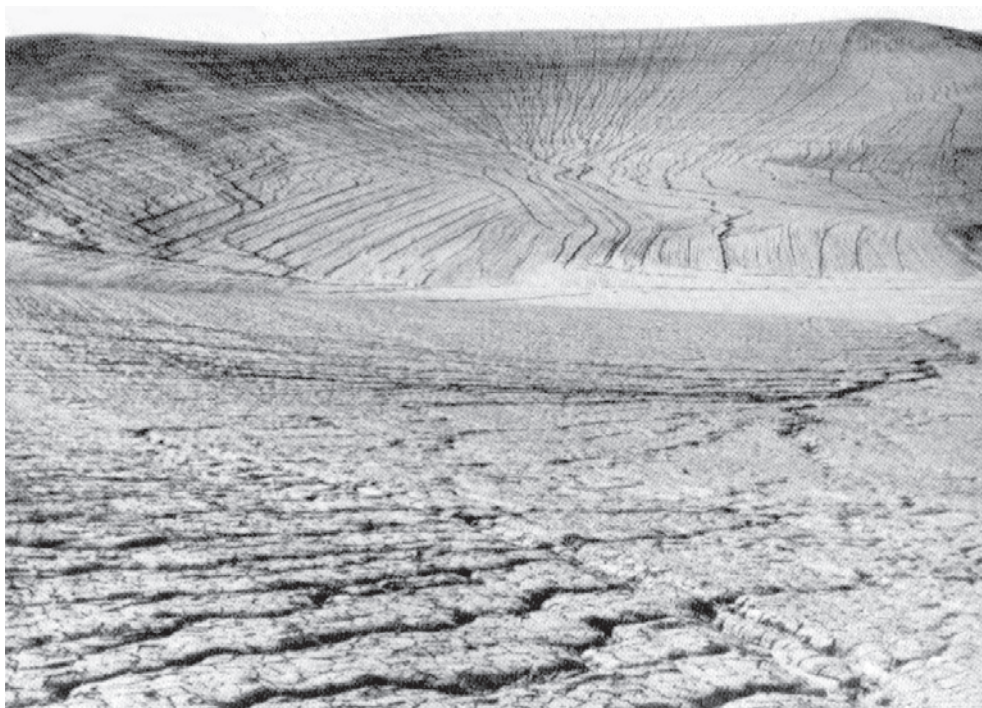
۱- خاکی که مورد فرسایش قرار می‌گیرد، غالباً ارزش کشاورزی خود را از دست می‌دهد.

۲- آبی که سبب فرسایش می‌شود در صورت نفوذ در زمین، مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرد.

۳- خاک فرسایش یافته در رودخانه‌ها، بنادر و سدها رسوب کرده و از عمر مفید تأسیسات می‌کاهد.

۴- در نتیجه فرسایش و تشکیل شیارهای عمیق، کار با ماشین‌آلات مشکل می‌شود.

۳-۵-۴ فرسایش آبی: آب در صورتی می‌تواند سبب فرسایش شود که دارای حرکت باشد که این حرکت یا به صورت باران و یا به صورت آب روان سطحی است. یک تگرگ شدید



شکل ۳۷-۳ نوعی فرسایش آبی





شکل ۳۸- ۳ فرسایش توده‌ای



شکل ۳۹- ۳ سدهای خشکۀ چین با تور سیمی در آبراهه‌ها

## آزمایش: مشاهده فرسایش ضربه‌ای توسط قطرات

باران

آزمایش شماره ۲۱

وسایل و مواد مورد نیاز:

دو تخته به ابعاد (۲. ۱۰. ۱۰۰) سانتیمتر  
دو تخته به ابعاد (۲. ۱۰. ۳۰) سانتیمتر

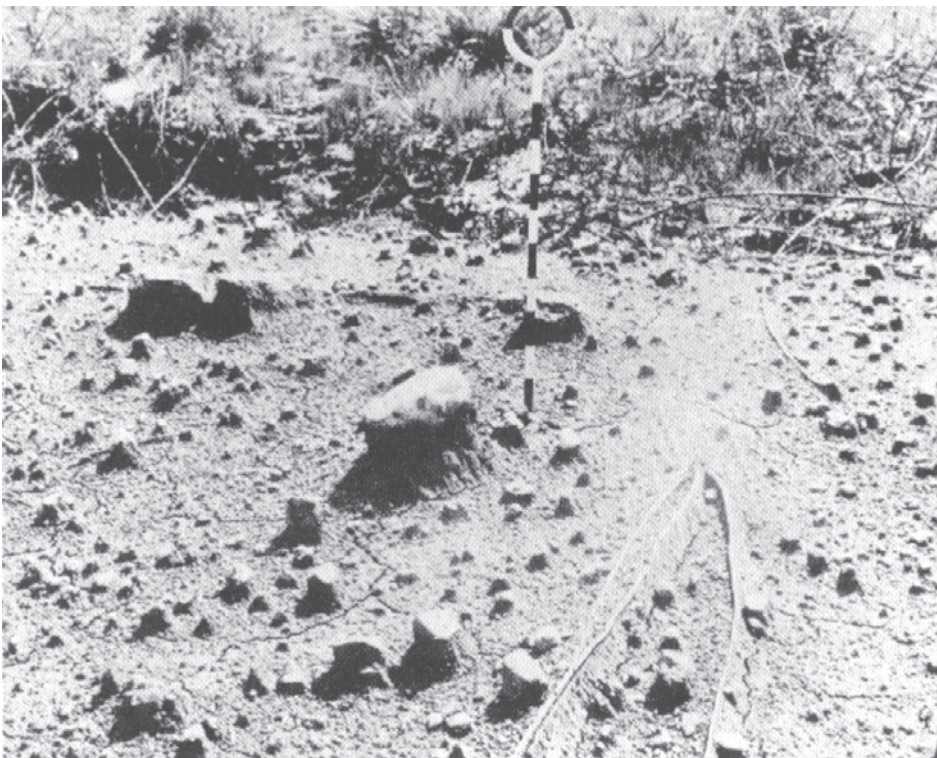
میخ

چکش

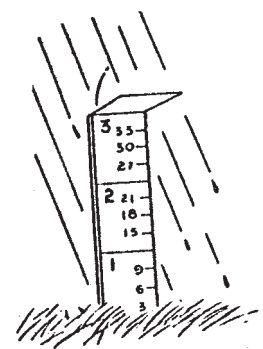
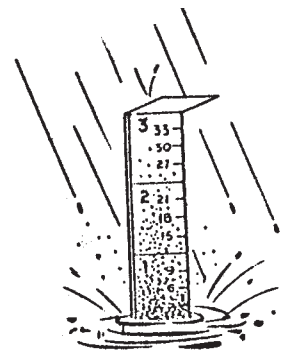
دو تخته به ابعاد (۲. ۱۰. ۱۰۰) سانتیمتر را با کارد از یک طرف تیز کنید تا به آسانی در خاک فرو رود. با خط کش دو تخته به ابعاد (۲. ۱۰. ۳۰) سانتیمتر را بالای تخته نوک تیز میخ کنید تا حفاظی ایجاد کند.

شرح:

- ۱- تخته بلندتر را در خاک فرو کنید.
  - ۲- تخته کوچکتر را مطابق شکل متصل کنید.
  - ۳- با خط کش تخته بلند را مدرج و درجه‌ها را علامت‌گذاری کنید.
  - ۴- یکی از تخته‌ها را در زمین فاقد پوشش گیاهی و دیگری را در زمین دارای پوشش گیاهی فرو کنید.
  - ۵- بعد از بارندگی تخته‌ها را مشاهده و ارتفاع پرتاب ذرات را یادداشت کنید.
- به سؤالات زیر پاسخ دهید:
- ۱- در کدام خاک ذرات بیشتری پراکنده شده‌اند؟ چرا؟
  - ۲- ذرات خاک تا چه ارتفاعی پرتاب شده‌اند؟ چرا؟

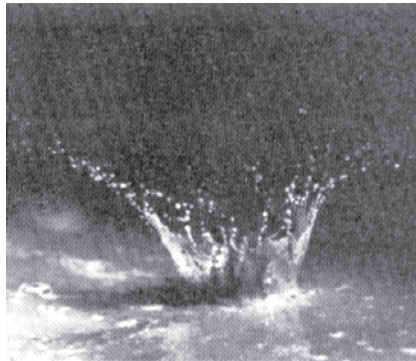


شکل ۴۱-۳ بعد از یک بارندگی شدید بر روی زمین که فاقد پوشش گیاهی است، سنگ ریزه‌ها باقی مانده‌اند.



شکل ۴۰-۳ اثر قطرات باران پس از یک بارندگی شدید در فرسایش خاک





شکل ۴۲-۳ فروافتادن و پاشیده شدن یک  
قطره آب باران



شکل ۴۳-۳ فرسایش خندقی

آزمایش: تأثیر پوشش گیاهی در جلوگیری از فرسایش

خاک

دو عدد چهارپایه

دو جعبه چوبی یا فلزی به ابعاد (۱۰. ۴۰. ۳۰) سانتیمتر

که بتواند آب را در خود نگه دارد.

شرح:

۱- از یک زمین مرتعی یا چمن تکه‌ای جدا کرده، در یکی

از جعبه‌ها قرار دهید. (توجه شود که خاک برداشته شده قالب

جعبه باشد)

آزمایش شماره ۲۲

وسایل و مواد مورد نیاز:

دو آبپاش

دو شیشه نسبتاً بزرگ برای جمع‌آوری آب

یک میز

۲- از همان منطقه یک خاک فاقد پوشش گیاهی انتخاب کرده و در جعبه دیگر قرار دهید (توجه شود که خاک برداشته شده قالب جعبه باشد)

۳- هر دو جعبه را به صورت شیب‌دار روی میز قرار دهید.

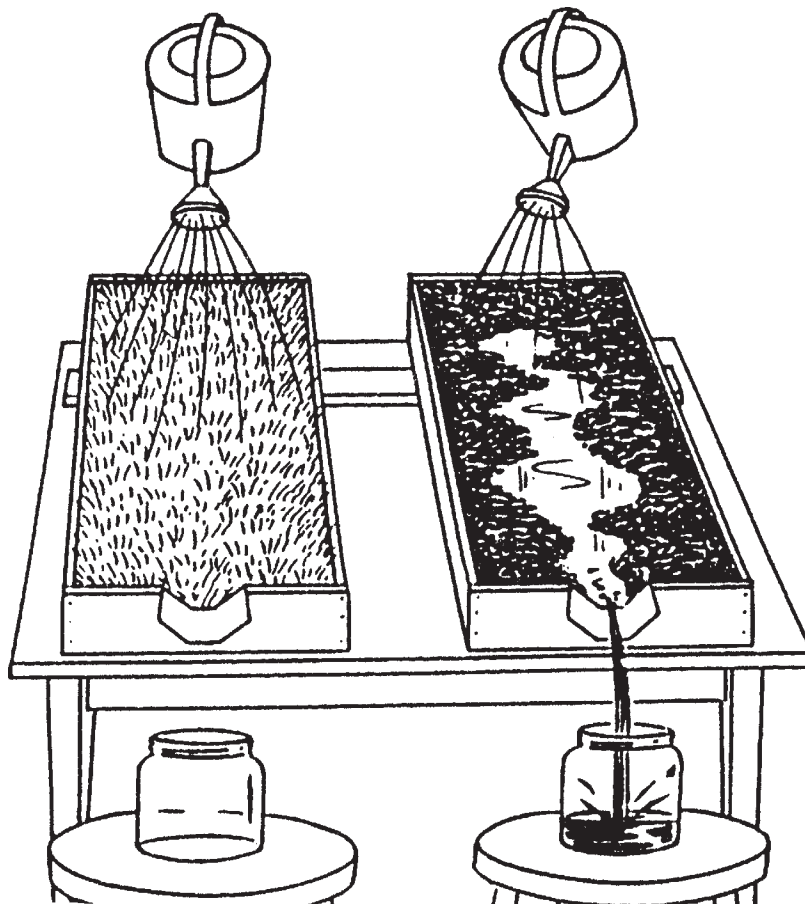
با توجه به نتایج به دست آمده به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۴- حالا به مقدار مساوی و در یک زمان با آبش به هر

۱- آب خروجی کدام جعبه زلالتر است؟ چرا؟

۲- آب از کدام جعبه کندتر خارج می‌شود؟ چرا؟

۳- در کدام ظرف آب کمتری جمع می‌شود؟ چرا؟



شکل ۴۴-۳



شکل ۳-۴۵ این تصویر نشان می‌دهد که در یک مزرعه دارای پوشش گندم چگونه از شدت ضربه قطرات باران کاسته می‌شود.

#### ۳-۵-۵ فرسایش بادی: در مناطق خشک و بیابانی<sup>۱</sup>

باد 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 بیابانی می‌شود.

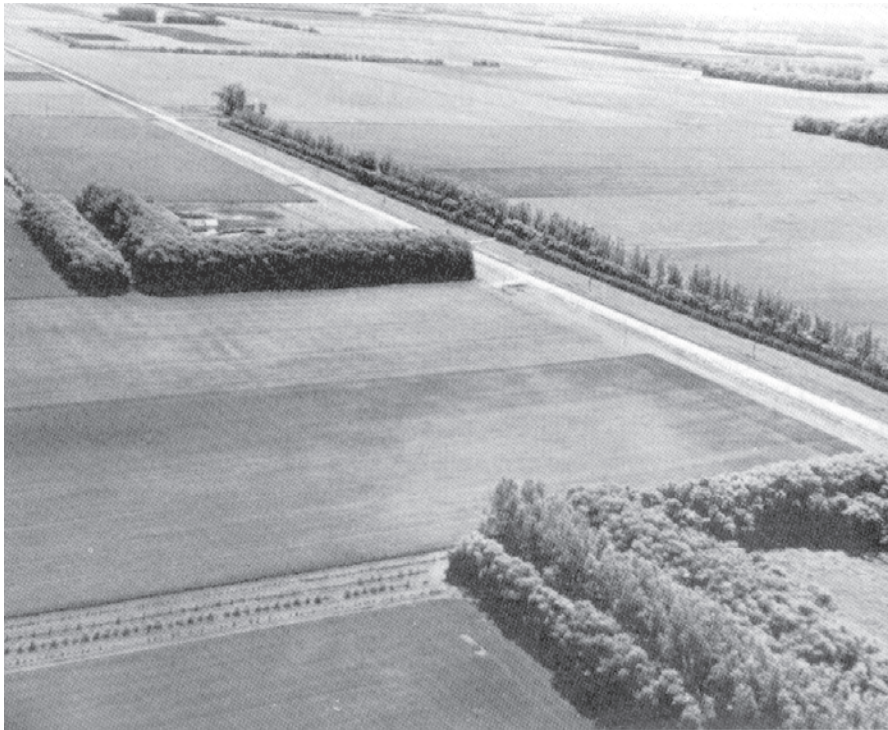
فرسایش بادی، خاک اطراف ریشه گیاهان جوان را می‌برد. این امر به‌ویژه در خاک‌های آلی که زیر کشت پیاز هستند، محسوس‌تر است. در ضمن گیاهان جوان در اثر اصابت ذرات خاک صدمه می‌بینند و گاهی ذرات معلق در هوا گیاهان یک منطقه را زیر پوشش خود قرار می‌دهند.

۱- خوزستان، بلوچستان، حاشیه کویر



برای جلوگیری از خسارات باد از بادشکن استفاده می‌شود که ممکن است از چوب، حصار و یا درختان تشکیل شده باشد.

در مناطقی که فرسایش بادی شدید است، ذرات خاک در مدت کوتاهی اطراف ساختمانها و حصارها تجمع کرده به صورت توده‌های بزرگی درمی‌آید.



شکل ۴۶-۳ روش‌های مبارزه با فرسایش بادی (بادشکن)

چند سانتیمتر و حتی یک متر به بالا پرش کرده ولی دوباره به زمین سقوط می‌کند.

فرسایش بادی به طور کلی دو عمل انجام می‌دهد که عمل اول آن متحرک ساختن ذرات و سپس حمل آنهاست. عمل فرسایش بادی بیشتر در زمین‌های لخت انجام می‌گیرد. باد ذرات ریز کمتر از ۵/۰ میلی‌متر را که باعث حاصلخیزی خاک می‌شوند، جدا کرده و با خود می‌برد و در حقیقت زمین را به یک کویر بی‌آب و علف تبدیل می‌کند.

### روش‌های مبارزه با فرسایش بادی

(الف) مبارزه غیرمستقیم: در مبارزه غیرمستقیم، از

حمل ذرات و حرکت خاک توسط باد در سه مرحله صورت

می‌گیرد:

۱- تعلیق: در این مرحله، ذرات کوچک که معمولاً دارای قطری حدود ۱/۰ میلی‌متر هستند، در هوا معلق شده و توسط باد به نقاط دیگر حمل می‌شوند.

۲- غلتیدن: ذرات بزرگ‌تر با قطری حدود ۵/۰ - ۲ میلی‌متر، در روی زمین می‌غلتند و در این غلتیدن مقداری از انرژی خود را به ذرات ساکن روی زمین می‌دهند و در این موقع، سطح زمین شروع به خزیدن می‌کند.

۳- جهش: این حالت حد واسط دو حالت بالاست یعنی ذراتی که دارای قطر بین ۵/۰ تا ۵ میلی‌متر هستند، تا حدود



مانند نی، حصیر، سرشاخه درخت، بشکه، تخته‌های بلند و غیره به‌عنوان بادشکن یا برای فراهم شدن امکان سبز شدن بذر گیاهان استفاده کرد.

### استفاده از انواع مالچ‌ها

مالچ یک کلمه انگلیسی است به معنی پوشش که بیشتر در کشاورزی به‌کار برده می‌شود. 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 به حساب می‌آیند.

در مناطقی که دارای آب و هوای بیابانی بوده و امکان احداث بادشکن‌های زنده وجود ندارد، از 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 به صورت امولسیون<sup>۲</sup> درمی‌آید، آن‌گاه با وسایل مخصوصی بر روی زمین موردنظر پاشیده می‌شود. پخش فرآورده‌های سنگین نفت به صورت امولسیون در آب سهل‌تر صورت می‌گیرد و امکان می‌دهد که بتوان 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 برجا می‌ماند. عمر مالچ‌های نفتی معمولاً از ۱۸ تا ۲۴ ماه است که در این مدت باید اقدام به پوشش گیاهی کرد.

افزایش پوشش گیاهی استفاده می‌شود. جلوگیری از چرای بیش از حد، استفاده کامل اراضی، کشت گیاهان مناسب به‌ویژه گیاهان بومی منطقه و همچنین دادن هوموس به خاک عواملی است که از فرسایش بادی جلوگیری می‌کند.

ممکن است روش‌های دیگر تثبیت شن‌ها ارزان‌تر تمام شود ولی پوشش گیاهی دوام بیشتری داشته و مفیدتر است.

ب) مبارزه مستقیم: در این روش، بیشتر سعی می‌شود که سرعت باد کم شود تا به زیر سرعت<sup>۱</sup> آستانه فرسایش برسد و برای این عمل از بادشکن استفاده می‌شود.

بادشکن: درخت‌هایی است که به صورت ردیفی بسته به جهت باد کاشته می‌شوند. برای نتیجه بهتر از بادشکن، باید مسائل زیر مورد توجه قرار گیرد.

انتخاب درخت طبق شرایط اقلیمی و جغرافیایی منطقه حداکثر سرعت باد در جهت مؤثر آن و ارتفاع وزش باد تعیین جهت بادشکن، طول آن و فاصله دو بادشکن، معمولاً فاصله ردیف‌های درختان حدود ۲۰ برابر ارتفاع درختان کاشته شده است.

گیاهان بادشکن، باید مقاوم به شوری، دارای برگ‌های دائمی و ریشه‌های زیاد و گسترده باشد تا خود را در مقابل باد محفوظ نگه‌دارد. در ایران در زمین‌های شور معمولاً انواع گز و در زمین‌های شنی انواع تاغ مناسب است.

در محیط‌هایی که شرایط گیاه مساعد نباشد یا زمین مورد لزوم، مساحت زیادی نداشته باشد، می‌توان از موانع غیرزنده

۱- وقتی که سرعت باد به حدی برسد که بتواند مواد را با خود حمل کند، این سرعت را سرعت آستانه فرسایش گویند.

۲- امولسیون Emulsion تعلیق جسمی به‌صورت ذرات ریز پایدار در محلول. مانند ذرات چربی در شیر یا ذرات چربی در آب.

## آزمون نهایی:

- ۱- چه عناصری را گیاه از طریق آب و هوا تأمین می‌کند؟  
الف- آهن، فسفر، پتاس  
ب- هیدروژن، اکسیژن، کربن  
ج- گوگرد، کلر، منیزیم  
د- منگنز، روی، کلسیم
- ۲- آیا ریشه گیاهان اکسیژن را به طور دائم جذب می‌کنند؟ بله ☐ خیر ☐
- ۳- آیا گیاه ازت مورد نیاز خود را منحصراً از خاک تأمین می‌کند؟ بله ☐ خیر ☐
- ۴- علائم کمبود ازت در گیاه در چه اندام‌هایی از گیاه (پیر یا جوان) ظاهر می‌شود؟
- ۵- عناصر غذایی پرمصرف گیاه را نام ببرید.
- ۶- فرسایش را تعریف کنید.
- ۷- اثرات باران شدید بر روی خاک بدون پوشش گیاهی چگونه است؟
- ۸- اثرات بادهای شدید بر روی خاک چگونه است؟
- ۹- فرسایش آبی بیشتر در چه مناطقی صورت می‌گیرد (کوهستانی یا کویری)؟
- ۱۰- ماکروالمنت‌ها را نام ببرید.
- ۱۱- نقش باکتری‌های همزیست در حاصلخیزی خاک را توضیح دهید.
- ۱۲- دو نوع کود فسفره را که در ایران استفاده می‌شود، نام ببرید.
- ۱۳- نقش مهم پتاسیم در گیاه چیست؟
- ۱۴- علائم کمبود پتاسیم و فسفر را در گیاهان مزرعه هنرستان جستجو کنید.

## منابع

آب و خاک ۲، رشته امور زراعی، آموزش فنی و حرفه‌ای کشاورزی  
جزوه درسی مهندس علیرضا افتخار استاد دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز

## اصلاح خاک

### هدف کلی

اصلاح خاک تحت نظر متخصصین خاکشناسی

هدفهای رفتاری: پس از پایان این پیمانه مهارتی از فراگیران انتظار می‌رود که :

۱- اصلاح خاک را با استفاده از مواد آلی انجام دهد.

۲- اصلاح خاک با استفاده از مواد شیمیایی و معدنی را انجام دهد.

۳- اصلاح خاک با استفاده از آبیاری را انجام دهد.

۴- اصلاح خاک با استفاده از انواع زهکشی را بداند.

| زمان (ساعت) |      |
|-------------|------|
| نظری        | عملی |
| ۳/۵         | ۱۷/۵ |

## مقدمه

مضمون کلی این کتاب این است که پیشرفت‌های علمی سال‌های اخیر نه تنها کنترل فرسایش خاک را آسان‌تر می‌کنند، بلکه درعین حال موجب افزایش تولیدات کشاورزی نیز می‌شوند. تنها در سال‌های اخیر ما توانستیم بفهمیم که چرا دو رگبار شدید با مشخصات ظاهری یکسان سبب فرسایش متفاوتی می‌شوند و یا اینکه چرا فرسایش در زمین‌های یک استان دیگر از همان کشور است. همچنین توانستیم به عوامل مؤثر در فرسایش مقدار عددی بدهیم و بالاخره به طور کلی مقدار فرسایشی را که در تحت شرایط معین صورت می‌گیرد، پیش‌بینی کنیم. حال ما قادر هستیم تمام این کارها را انجام دهیم و عمده‌ترین نتیجه حاصله از این آگاهی این است که به ما نشان می‌دهد تا چه اندازه راه‌های جلوگیری از فرسایش سهل و ساده هستند.

با برنامه‌های عمرانی که خوشبختانه در حال حاضر در دست اجرا است، از سویی به تدریج اراضی تازه‌ای زیرکشت قرار خواهد گرفت و از سوی دیگر زمین‌هایی که هم‌اکنون مورد استفاده است، اصلاح خواهد شد تا فرآورده‌های کشاورزی بتواند پاسخ‌گوی جمعیت روزافزون ایران و شکوفایی اقتصاد باشد که شایسته آن هستیم. در کشور ما به علت شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی خاص، اراضی شور و قلیا به حد وفور یافت می‌شود و خوشبختانه استفاده از بسیاری از این اراضی، به آسانی ممکن است. زیرا شرایط لازم برای حاصلخیزی را دارند و فقط شوری و قلیایی آنها مانع آبادانی شده است که آن نقیصه نیز با آبیاری و تعبیه سیستم‌های زهکشی به سهولت مرتفع خواهد شد. به عبارت دیگر، با عمل زهکشی یعنی خارج کردن آب و املاح اضافی از خاک می‌توان قسمت عمده‌ای از زمین‌های شور و قلیایی کشور را برای کشت و زرع آماده کرد.

## کودها

تاریخ زندگی بشر نشان می‌دهد که همواره برای افزایش مقدار عناصر غذایی قابل استفاده گیاهان و در نتیجه تولید بیشتر مواد غذایی کوشش فراوان کرده است. آهک، رسوبات رسی آهکی، خاکستر، استخوان، کودهای دامی، گل‌ولای و بالاخره گیاهان لگومینوز طی هزاران سال برای افزایش مواد غذایی در خاک مورد استفاده بشر قرار گرفته‌اند. کشاورزی کنونی مراحل گوناگونی را پشت سر گذاشته و زمان حاضر را نیز می‌توان عصر کودهای شیمیایی به‌شمار آورد.

**تعریف کود:** کود به معنای اعم شامل کلیه موادی است که برای تأمین عناصر مشخص و ضروری برای رشد گیاه به خاک اضافه می‌شود که شامل دو دسته هستند. کودهای آلی، کودهای شیمیایی.

### ۴-۱ کودهای آلی

کود آلی به موادی گویند که از لاشه و بقایای حیوانی و گیاهی و فضولات حیوانات و انسان و زوائد زندگی آنها بوجود آمده باشد.

به کود آلی حاصل از لاشه گیاه کمپوست گفته می‌شود. در صورتی که گیاه را سبز و تازه در خاک دفن کنند، آن را کود سبز می‌گویند. لاشه حیوانات می‌تواند کود آلی خوبی تولید کند، هم‌چنانکه آرد ماهی را در پسته کاری‌های کرمان با صرفه اقتصادی خوب به کار می‌برند.

بقایای گیاهی مانند کنجاله، دانه‌های روغنی و تفاله چغندر، کود آلی مناسبی هستند. همچنین شاخ، مو، سم، خون و نظایر آن بقایای حیوانی هستند که کود آلی می‌سازند. کود اصطبل‌ی یا کود دامی از فضولات دام‌ها و طیور حاصل می‌شود.

فضولات انسانی یا کود مستراحی کود رایج صیفی‌کاری‌های ایران (از جمله اصفهان) است. مواد زاید زندگی انسان شامل خاکروب و فضولات در غالب کشورها به صورت کود درمی‌آید و در ایران

(اصفهان) نیز از خاکروب، کود خاکروب (کمپوست) می‌سازند. با توجه به توضیحات فوق می‌توان کودهای آلی را به سه دسته حیوانی، گیاهی و زوائد زندگی انسان تقسیم کرد.

**۱-۴ کودهای حیوانی:** کودهای حیوانی دو دسته مهم را تشکیل می‌دهند. کودهایی که از فضولات حیوانات به دست می‌آید مانند کودهای دامی که درصد بزرگی از کودهای آلی مصرفی دنیا را تشکیل می‌دهند و اهمیت آن نسبت به سایر کودهای حیوانی آنقدر زیاد است که تقریباً منظور تمام زارعین از کود حیوانی کود دامی است. دسته دوم مرده تمام و یا قسمتی از بدن حیوانات است مانند شاخ، خون، استخوان و آرد ماهی که از بین آنها دو کود آخر در ایران مصرف زیاد دارد.

**کود دامی:** کود دامی از فضولات مایع و جامد حیوانات و کاه و کلش که برای تهیه بسته دام به کار رفته است، تشکیل می‌شود. این کود از دو قسمت مایع و جامد تشکیل شده است. از لحاظ وزنی تولید کود دامی جامد سه برابر مایع است.  $\frac{1}{4}$  ازت،  $\frac{2}{5}$  پتاس و تمام فسفر موجود در کود دامی در قسمت جامد آن متمرکز شده است ولی قسمت مایع به علت آنکه دارای مقدار زیادی ازت قابل جذب است، از لحاظ اقتصادی دارای ارزش زیادی است. قسمت جامد کود دامی در واقع از علوفه مورد مصرف جانور است که تحت تأثیر شیره دستگاه گوارش قرار گیرد ولی به صورت قابل جذب برای حیوان درنیامده و برای آنکه مورد استفاده گیاه قرار گیرد، باید ابتدا پوسیده شده و مواد آلی آن به صورت ترکیبات معدنی درآیند. در صورتی که قسمت عمده مایع کود دامی از موادی تشکیل شده است که در اثر فعالیت سلولی بدن در خون تولید شده و قسمت عمده ازت و پتاسیم موجود در آن فوراً قابل جذب است. در جدول پیوست ترکیب شیمیایی کودهای دامی به تفکیک مایع و جامد آمده است (جدول ۴-۱).

**آماده کردن کود دامی:** در طول عمل گوارش، علوفه و مواد خوراکی کم و بیش پوسیده شده‌اند. این شرایط بدین طریق پیش می‌آید که عمل آنزیم و دیاستازهای گوارشی روی علوفه و

همچنین عمل موجودات ذره‌بینی موجود در دستگاه گوارش اثر می‌کند. در نتیجه، کود دامی تازه مخلوطی است از مواد نپوسیده و کاملاً پوسیده که با یکدیگر درآمیخته‌اند. کودی که از زیر پای دام خارج می‌شود، مخلوطی است از فضولات دام و کاه و کلش که تماماً با ادرار دام مخلوط شده و دارای مقدار زیادی عناصر

غذایی محلول مانند ازت و پتاسیم است. لذا باید کود دامی را هرچند روز یکبار به مزرعه برد. در صورتی که شرایط فصلی و زراعت ایجاب کند، می‌توان آن را روی اجبار انبار کرد و پوساند و باید در نظر داشت که کود نپوسیده، نزدیک زمان کشت به خاک داده نشود زیرا باعث بروز کمبود در گیاهان می‌شود.

جدول ۱-۴ ترکیب شیمیایی چند کود مهم دامی

| نوع کود | شکل و درصد | درصد آب | درصد ازت | درصد فسفر | درصد پتاس | کود تازه تن در سال هر دام |
|---------|------------|---------|----------|-----------|-----------|---------------------------|
| اسبی    | جامد ۸۰    | ۷۵      | ۰/۵۵     | ۰/۳۰      | ۰/۴۰      |                           |
|         | مایع ۲۰    | ۹۰      | ۱/۳۵     | —         | ۱/۳۵      |                           |
|         | کل ۱۰۰     | ۷۸      | ۰/۷۸     | ۰/۲۴      | ۰/۵۷      | ۱۰                        |
| گاو     | جامد ۷۰    | ۸۵      | ۰/۴۰     | ۰/۲۰      | ۰/۱۰      |                           |
|         | مایع ۳۰    | ۹۲      | ۱/۰۰۰    | —         | ۱/۳۵      |                           |
|         | کل ۱۰۰     | ۸۷/۱    | ۰/۵۸     | ۰/۱۴      | ۰/۴۷۵     | ۱۶                        |
| گوسفندی | جامد       | ۶۰      | ۰/۷۵     | ۰/۵۰      | ۰/۴۵      |                           |
|         | مایع       | ۸۵      | ۱/۳۵     | ۰/۰۵      | ۲/۱۰      |                           |
|         | کل         | ۶۸      | ۰/۹۵     | ۰/۳۵      | ۱/۰۰      | ۰/۶                       |
| مرغی    | کل         | ۵۵      | ۱/۰۰     | ۰/۸۰      | ۰/۴       |                           |

#### خاک‌ها و زراعت‌های نیازمند به کود دامی: خاک‌های

شنی و سبک و خاک‌های سنگین و رسی در درجه اول اهمیت قرار دارند. پس از این خاک‌ها می‌توان، مواد آلی را برای اصلاح وضعیت عناصر کم مصرف خاک به کار برد و بالاخره خاک‌های آهکی بخصوص آنهایی که در مناطق خشک قرار دارند، نیاز فراوانی به کود دامی دارند تا وضعیت فیزیکی خود را بهبود بخشند. زراعت‌هایی که کود دامی نیاز دارند، شامل گیاهان پرتوقع

مثل ذرت، پنبه، چغندر قند و سیب زمینی همچنین گلکاری و سبزیکاری و اصولاً تولید گیاهان نویر است.

#### موقع و روش مصرف کود دامی: به طور کلی برای

کشت گیاهان پرتوقع باید در بهار کود پوسیده مصرف شود و اگر امکان تهیه کود پوسیده موجود نباشد، کود نپوسیده را در پاییز مصرف می‌کنند. روش مصرف کود بدین صورت است که باید قبلاً به طور تقریب مقدار کود لازم برای هر قطعه تخمین زده شود



نظر به اینکه عمل تجزیه موقعی خوب انجام می شود که رطوبت به اندازه کافی وجود داشته باشد. لذا باید هرچند وقت یکبار مخلوط کمپوست را به وسیله ادرار حیوانات و یا آب مرطوب کرده و آن را دوباره خوب مخلوط کرد تا هوای آزاد در آن وارد شود. مدت کمپوست شدن در حدود یکسال یا بیشتر است.

**۳-۱-۴ کود سبز:** از زمان های خیلی قدیم، برگرداندن گیاهان سبز به منظور تقویت و اصلاح اراضی روش معمول کشاورزان بوده است. ایرانیان و رومیان می دانستند که می توان لوبیا، باقلا، ماش را کاشت و برای این منظور به خاک برگرداندند. عمل برگرداندن انساج سبز و نیوسیده گیاهی را به خاک «دادن کود سبز» و گیاهی را که به این منظور به کار می رود، به نام کود سبز می خوانند.

**مشخصات کود سبز مناسب:** یک کود سبز دلخواه باید دارای چهار خاصیت اصلی باشد. اول آنکه سریع رشد کند، دوم آنکه شاخ و برگ فراوان و پرآب داشته باشد. سوم بتواند به راحتی در خاک های فقیر رشد کند و بالاخره چهارم آنکه انساج آن از لحاظ مواد غذایی غنی باشد.

**فواید کود سبز:** برای دادن کود سبز فواید بسیاری قائل شده اند ولی مهم ترین آن ها، افزایش مواد آلی خاک، اضافه کردن ازت، افزایش فعالیت های حیاتی خاک و بالاخره حفاظت و قابل جذب نگه داشتن عناصر غذایی است. یک هکتار کود سبز معمولاً بین ۳۵ تا ۵۰ تن شاخ و برگ و انساج گیاهی تازه وارد خاک می کند که این خود معادل ۱۰ تا ۲۰ تن کود حیوانی است و می تواند تقریباً یک تا دو تن هوموس به خاک اضافه کند.

**موارد کاربرد کود سبز:** کود سبز را می توان برای تمام خاک ها توصیه کرد. چون به طور کلی باعث بهبود شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک می شود ولی باید در نظر داشت که در تمام شرایط نمی توان کود سبز را به کار برد. در نواحی خشک، کاشت کود سبز بسیار گران تمام می شود زیرا این گونه گیاهان احتیاج فراوانی به آب دارند. در صورتی که آب لازم در اختیار این

و کود را در آن قطعه زمین به صورت تل کوچکی بریزند. آن گاه با وسایلی که در مزرعه در دسترس است، کود را روی خاک آن نقطه پخش کرده و با دیسک یا شخم به درون خاک برمی گردانند. **کود دامی مصنوعی:** مواد آلی مانند کاه (اگر گران نباشد) و علف های نواحی باتلاقی و برگ های خزان باغات و خار و علف های بیابانی را در گودالی به ارتفاع ۸۰-۷۰ سانتیمتر روی هم انباشته و روی آن یک طبقه پهن به ضخامت ۱۵-۱۰ سانتیمتر به عنوان مایه می افزایند. سپس با آب مخلوط به ادرار حیوانات آن را آبیاری می کنند به تدریج تخمیر شروع می شود و در طول مدت ۲ تا ۳ روز حرارت داخل توده به ۶۰ درجه سانتی گراد می رسد. در این موقع، آن را لگد مال کرده و پس از افزایش پهن و آب پاشی هنگامی که درجه حرارت به ۶۰ رسید، دوباره آن را می فشارند و بدین طریق بعد از طبقه دوم طبقه سوم و بعد از آن طبقات دیگری را تا ۶ و ۷ طبقه بر روی هم انبار می کنند و مدت شش ماه تا یک سال وقت لازم است تا تل کود، پوسیده و قابل استفاده شود. در زراعت های مکانیزه که کود دامی کمیاب می شود، به جای پهن و آب مخلوط با ادرار از نیترات آمونیم و اوره و مخلوطی از فسفات های طبیعی استفاده می کنند و لابه لای طبقات اضافه می کنند تا مواد از ته لازم برای تغذیه باکتری ها و آهک برای خنثی کردن محیط تأمین شود.

**۲-۱-۴ کمپوست:** برای تهیه کمپوست از زباله هایی که برای استفاده کود مناسبند، مثل بقایای اندام های گیاهی مانند ساقه منداب، بوته سیب زمینی، برگ درختان، ساقه آفتابگردان و... زباله منازل، تورب و غیره استفاده می شود. این مواد را معمولاً با خاک مخلوط کرده و می گذارند تا تحت شرایط هوازی تجزیه شود. اگر خاکی که به این منظور استفاده می شود، دارای قدرت تبدالی خوبی است. عناصر غذایی بر روی کلوئیدهای خاک جذب شده و از خطر شست و شو در امان می مانند. هدف از کمپوست کردن آن است که ترکیبات آلی تا سرحد امکان تجزیه شده و یک تولیدی را که از نظر عناصر غذایی بسیار غنی باشد، ایجاد کند.

جلوگیری از جریان هرز آب و بروز سیل و فرسایش خاک خواهد شد. جذب آب و جریان آن در خاک، بخصوص در خاک‌های با بافت نرم سبب تهویه آن می‌شود و تبدیل به خاکی می‌شود که کشاورزان آن را خاک زراعی می‌گویند.

وجود مواد آلی، کار و اعمال زراعی را بر روی خاک سهل و آسان‌تر می‌کند، ریشه گیاهان در محیط مناسبی قرار گرفته و قادر خواهند بود مواد غذایی لازم را از آن خاک جذب کنند. وقتی که قطرات باران به زمین سخت بدون گیاه و فاقد مواد آلی برخورد کند، فرسایش آبی اولین اثرات خود را با ضربه زدن به سطح خاک و متلاشی کردن ساختمان آن را آغاز کرده و خاک متلاشی شده به آسانی در اختیار هرز آب قرار گرفته و از محل اصلی خود دور خواهد شد.

در مواقع بارندگی، زمین‌های زراعی در اثر فرسایش شسته شده و خاک حاصلخیز و باارزش در پشت سدها و یا در قعر دریاچه و دریا وارد و از دسترس انسان دور می‌شود، حال آنکه اگر خاک دارای پوشش گیاهی بوده و مواد آلی آن به حد کافی باشد، اثرات آب و باد بر روی آن به مراتب کمتر خواهد بود و آسیب‌پذیری آن کاهش می‌یابد.

گیاهان گذاشته نشود، رشد کافی حاصل نمی‌شود و یا آنکه از ذخایر آب زیرزمینی استفاده خواهد شد که با توجه به کمبود آب در این مناطق، مقرون به صرفه نیست.

**طرز دادن کود سبز:** برگرداندن کود سبز موقعی انجام می‌شود که با وجود آبدار بودن گیاه، مقدار کافی آب در دسترس باشد تا پوسیدگی آن در خاک به سرعت انجام شود. در شرایط کم‌آبی، پوسیدگی مواد آلی خیلی کند و یا اصولاً انجام نمی‌شود. یا از نظر فصل نیز می‌توان کود سبز را هم در بهار و هم در پاییز به زمین داد ولی عامل اصلی در تعیین موقع، فراهم بودن آب لازم است. در نواحی که طول مدت فصل تابستان کوتاه است مانند قسمت‌هایی از آذربایجان و همدان برگرداندن کود سبز در پاییز فرصت کافی برای رسیدن به آن می‌دهد. در حالی که در مناطق دارای تابستان و بهار طولانی، بهتر است آنها را در بهار زیر خاک کرد.

## ۴-۲ مواد آلی

مواد آلی، اثرات مهمی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارند. مواد آلی کمک می‌کنند تا خاک یک منطقه آب بیشتری را در خود حفظ کند و جذب و نگهداری آب سبب



شکل ۴-۱

آلی انجام داده و اعداد به دست آمده را یادداشت کنید. چه تفاوتی را بین آنها می بینید؟

۵- در سطح خاک در هریک از گلدان ها چه اتفاقی افتاده است؟ یادداشت کنید.

بازدید: کاه و کلش و کودسبز در مزرعه مشاهده شود.

### ۴-۳ اصلاح خاک های شور

چگونه می توان خاک های شور را اصلاح کرد؟

همان طور که گفتیم، به دلیل کمبود بارندگی، املاح محلول خاک در سطح جمع می شوند، چنانچه مدت طولانی خاک را غرقاب نگه داریم، املاح تجمع یافته به تدریج به وسیله آب شسته شده و از عمق ریشه های گیاه پایین رفته و به این ترتیب شوری خاک از بین می رود.

بنابراین، بهترین روش اصلاح خاک های شور، آبشویی خاک است. به این ترتیب که برای مدت نسبتاً طولانی (۲ الی ۶ ماه) خاک را غرقاب نگه می دارند تا املاح موجود در سطح خاک شسته شده و به اعماق خاک برود. اما نمک هایی که به این ترتیب از سطح خاک به عمق می رود، پس از مدتی دوباره بر اثر صعود کاپیلاری به سطح خاک باز می گردد، برای جلوگیری از این کار خاک نیاز به زهکشی دارد. به این منظور، پس از مطالعات لازم که توسط کارشناسان مربوطه انجام می شود، در فواصل و عمقی معین از خاک، لوله های زهکشی تعبیه می شود تا آب حاوی املاح محلول را به خارج از مزرعه هدایت کند. عمل آبشویی توسط سیستم آبیاری بارانی نیز قابل اجراست.

آزمایش: (نقش آبیاری در شستشوی خاک)

آزمایش شماره ۲۴

وسایل و مواد مورد نیاز:

گلدان ها همانند آزمایش قبل

بذر لوبیا

آب شیرین

### ۱-۲-۴ اصلاح خاک با استفاده از مواد آلی:

کودهای آلی به موادی گویند که از لاشه و بقایای حیوانی و گیاهی و فضولات حیوانات و انسان و زواید زندگی آنها به وجود آمده باشد. مثلاً به کود آلی حاصل از لاشه گیاه، کمپوست می گویند و در صورتی که گیاه را سبز و تازه در خاک دفن کنند، آن را کود سبز گویند. لاشه حیوانات نیز در تولید کود آلی کاربرد دارد. مثلاً از آرد ماهی به عنوان کود برای پسته کاریها استفاده می کنند. بنابراین، شاخ، مو، سُم، خون و نظایر آنها می توانند به کود آلی تبدیل شوند. کود اصطبل یا دامی از فضولات دامها و طیور به دست می آید. فضولات انسانی نیز کود مستراحی را به وجود می آورد. از مواد زاید زندگی انسان مانند فاضلاب، زباله و مانند آنها نیز به عنوان کود آلی استفاده می شود با توجه به موارد فوق کودهای آلی به ۳ دسته تقسیم می شوند.

۱- حیوانی ۲- گیاهی ۳- زواید زندگی انسان

آزمایش: شناخت اهمیت کود آلی در اصلاح خاک

آزمایش شماره ۲۳

وسایل و مواد مورد نیاز:

گلدان ۳ عدد

خاک شنی

خاک رسی

کود دامی پوسیده یا کمپوست

آب

شرح:

۱- در هریک از گلدان ها یک نوع خاک و در یکی از آنها ماده آلی بریزید به طوری که از لبه گلدان ها ۲ cm پایین تر باشد.  
۲- ۱۰۰ سانتیمتر مکعب آب را در مزور یا هر ظرف مدرج دیگری بریزید.

۳- آب را در گلدان شنی بریزید و مشاهده کنید که پس از چه زمانی بعد از آب ریختن، آب از ته گلدان خارج می شود.

۴- عمل فوق را برای گلدان های با خاک رسی و مواد

### شرح:

۱- گلدان‌ها را مطابق آزمایش (از گلدان‌های آزمایش شماره ۱۹ در پیمانه مهارتی تشخیص برخی از خصوصیات شیمیایی خاک استفاده کنید) قبل آماده کنید (گیاهان را بیرون آورید).

۲- به همه گلدان‌ها به قدری آب شیرین اضافه کنید که مقدار زیادی آب از ته گلدان خارج شود.

۳- هرچند روز یکبار هدایت الکتریکی آب خروجی از گلدان‌ها را اندازه بگیرید.

۴- پس از این که هدایت الکتریکی خاک از ۴ میلی موس کمتر شد، اقدام به کشت دانه‌های لوبیا (در هر گلدان ۳ عدد بذر) کنید.

۵- گلدان‌ها را مانند قبل با آب معمولی آبیاری کنید.

۶- کلیه مشاهدات خود را یادداشت کنید.

### ۴-۴ اصلاح خاک‌های سدیمی (قلیا)

برای اصلاح این خاک‌ها، باید موادی به خاک اضافه کرد که مقدار کلسیم محلول خاک را افزایش داده تا جایگزین سدیم در سطح ذرات خاک شوند. به این مواد، مواد اصلاح کننده گویند. برای احیای خاک‌های قلیا بیشتر از گچ و گوگرد به عنوان مواد اصلاح کننده استفاده می‌شود. این مواد به خاک اضافه شده و خاک مرتباً آبیاری می‌شود. به تدریج این مواد به اسید سولفوریک تبدیل و سبب افزایش صلاحیت املاح کلسیم موجود در خاک می‌شوند و این کلسیم محلول سدیم را از سطح ذرات خاک جدا کرده و خود جایگزین آن می‌شود. سدیم جابه‌جا شده به وسیله آب اضافه شده به خاک شسته شده و از طریق زهکش‌ها به خارج از مزرعه هدایت می‌شود.

مقدار مواد اصلاحی بستگی به خصوصیات شیمیایی خاک دارد، محاسبات مربوط به میزان مواد اصلاحی مورد نیاز، توسط

کارشناسان مربوط انجام می‌گیرد. موادی که برای اصلاح خاک به کار می‌روند، باید کاملاً با خاک مخلوط شوند. به همراه کاربرد مواد اصلاح کننده باید آب کافی نیز به زمین داده شود تا فعل و انفعالات شیمیایی لازم در خاک انجام و سدیم اضافی نیز از خاک خارج شود.

آزمایش: شناخت اصلاح خاک‌های قلیایی (این آزمایش دارای دو مرحله است)

آزمایش شماره ۲۵

وسایل و مواد مورد نیاز:

گلدان محتوای خاک قلیا

بذر لوبیا

گچ

آب شیرین

شرح:

مرحله اول

۱- در سه گلدان (با گنجایش حدود ۲ کیلوگرم خاک) خاک قلیایی بریزید.

۲- در هر گلدان ۳ بذر لوبیا کشت و آنها را آبیاری کنید.

۳- مشاهدات خود را یادداشت کنید (از نظر نفوذپذیری - شکل ظاهری خاک مانند سله - پراکندگی خاک و غیره)

مرحله دوم

۱- به گلدان‌ها به ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم گچ اضافه کرده و با خاک خوبی مخلوط کنید (حتی‌الامکان از گچ طبیعی یا سنگ گچی که خرد کرده‌اید، استفاده کنید).

۲- گلدان‌ها را هر روز با مقدار زیادی آب آبیاری کنید. به طوری که آب از زهکشی زیر گلدان خارج شود.

۳- پس از یک الی دو ماه اقدام به کشت لوبیا کنید.

۴- مشاهدات خود را یادداشت کنید.

## ۴-۵ اصلاح خاک‌های رسی

اصلاح یا آباد کردن خاک‌های رسی در سطح وسیع، هزینه زیادی دارد. در سطوح کوچک با اضافه کردن شن و سیلت به اینگونه خاک‌ها، می‌توان خواص فیزیکی نامساعد (از قبیل چسبندگی و نفوذناپذیر بودن) را برطرف کرد. در صورت ضرورت می‌توان با یکی از روش‌های زیر خاک‌های رسی را اصلاح کرد.

**۴-۵-۱ اضافه کردن کود سبز و بقایای گیاهی:** در خاک‌های رسی، غیر رسی و غیرشور در صورتی که امکان کاشت گیاهان علوفه‌ای (خانواده بقولات) وجود داشته باشد، می‌توان با کشت و برگردان محصول در خاک به تدریج خاک رسی را اصلاح کرد. در صورتی که به علت سنگینی شدید بافت خاک، امکان جوانه زدن بذر نباشد، بهتر است از بقایای گیاهی به‌ویژه پاشیدن کاه و به زیر خاک کردن آن استفاده کرد. با این عمل شرایط خاک به تدریج برای جوانه زدن بذر آماده می‌شود.

**۴-۵-۲ اصلاح خاک‌های رسی از طریق اضافه کردن کود حیوانی:** نظر به این که کود حیوانی، هم دارای ماده آلی بوده و هم از نظر مواد غذایی غنی است، بیشترین تأثیر را در بهبود خاک‌های رسی خواهد داشت.

**تذکر:** در اصلاح خاک‌های رسی با کود حیوانی یا کود سبز، باید به این نکته توجه کرد که چون در خاک‌های رسی 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. (برای مطالب فوق، آزمایش ۲۳ اصلاح خاک با استفاده از مواد آلی صفحه ۹۷ آمده است)

**برداشتن قشر رس:** در مناطقی که در زیر خاک‌های رسی، نوع دیگر خاک با بافت درشت‌تر وجود داشته باشد، می‌توان از قسمت فوقانی که خاک رس دارد، به منظور تهیه آجر یا سرامیک استفاده کرد. هنگامی که به خاک زیرین نزدیک شدیم می‌توان با شخم و مخلوط کردن خاک فوقانی (رس) با خاک زیرین (ماسه) بافت خاک را تغییر داد و آن را اصلاح کرد.

## آزمایش: آشنایی با خصوصیات خاک‌های رسی و اصلاح آن

### آزمایش شماره ۲۶

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

جدول ۲-۴

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

**تذکر:** آزمایش فوق در شرایط مزرعه انجام شود.

## ۴-۶ اصلاح خاک‌های شنی

خاک‌هایی که بیش از ۹۰-۸۵ درصد شن داشته باشند، خاک شنی نامیده می‌شوند. بافت این خاک‌ها شنی یا لومی شنی است.



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

۱- خاک‌های شنی معمولاً بافت سبک دارند، در نتیجه بسیار نفوذپذیرند.

۲- ظرفیت و قدرت نگهداری آب در خاک‌های شنی کم بوده، در نتیجه زود خشک می‌شوند.

۳- چون خاک‌های شنی مواد کلوئیدی ندارند در نتیجه نمی‌توانند عناصر غذایی را در سطح خود جذب کنند و در صورت نیاز در اختیار گیاه قرار دهند. بنابراین، از لحاظ مواد غذایی فقیرند.

۴- خاک‌های شنی به علت عدم وجود مواد کلوئیدی که باعث چسبیدن ذرات به یکدیگر می‌شوند، ساختمان فیزیکی خوبی ندارند.

۵- در خاک‌های شنی به علت وجود هوا، اکسیداسیون مواد آلی به شدت صورت می‌پذیرد در نتیجه در این خاک‌ها کودها سریع می‌پوسند و بر اثر اکسیداسیون با شست و شو زود از دسترس گیاه خارج می‌شوند.

۶- خاک‌های شنی زود گرم و زود سرد می‌شوند.

**توضیح:** عکس مطالب فوق در مورد خاک‌های رسی صادق است. خاک‌هایی که محتوای بیش از ۲۸٪ رس باشند خاک رسی نامیده می‌شوند و وجود حداقل همین مقدار رس کافی است که به خاک خصوصیات رسی بدهد.

**۱-۴ روش‌های اصلاح خاک‌های شنی:** به منظور استفاده و بهره‌برداری از خاک‌های شنی در جهت زراعت و آماده کردن آن برای کشت و کار، می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد. ذکر این نکته ضروری است که در اصلاح این گونه خاک‌ها باید به اقتصادی بودن و ضرورت عمل دقت کافی مبذول داشت.

**اضافه کردن رس:** با اضافه کردن رس، نواقص خاک‌های شنی (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 شنی دارند، رس وجود داشته باشد، می‌توان با زدن شخم عمیق رس زیرین را با شن مخلوط کرد. با این طریقه، خاک‌های شنی در سطح وسیع اصلاح می‌شوند.

**اضافه کردن کود دامی و کود سبز:** این روش در اصلاح خاک‌های شنی بسیار مفید است. زیرا این مواد با داشتن 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 شنی، باید به این نکته توجه شود که کود به مقدار کم و به دفعات به زمین اضافه شود تا بتدریج پوسند و خاک همیشه مواد آلی کافی داشته باشد، در غیر این صورت، به علت اکسیداسیون شدید در این گونه خاک‌ها، مواد آلی زود تجزیه شده از بین می‌روند. به همین دلیل باید کودها را در عمق بیشتری در داخل خاک قرار داد. در ضمن در صورت استفاده از کود سبز، باید دقت کرد که آب کافی برای آبیاری گیاهانی که به عنوان کود سبز کشت می‌شوند، در دسترس باشد. (در بخش‌های بعد با کود سبز و خواص آن بیشتر آشنا خواهید شد).

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

**آزمایش: اصلاح خاک شنی با آب گل آلود (این آزمایش در دو مرحله انجام می‌شود).**

آزمایش شماره ۲۷

وسایل لازم:

گلدان

کرومتر (ساعت)

## خاک شنی

### آب

در مرحله دوم آب گل آلود

شرح:

### مرحله اول

- ۱- گلدانی را با شن پر کرده به آن آب زلال اضافه کنید.
- ۲- زمان لازم برای خروج آب از گلدان را یادداشت کرده و در جدول زیر یادداشت کنید.
- ۳- گلدان را در مقابل نور خورشید قرار داده، مدت لازم برای خشک شدن را یادداشت کنید.

### مرحله دوم

- ۱- گلدان مرحله اول را به مدت چهار هفته (هفته‌ای ۲-۳ بار) با آب گل آلود که قبلاً تهیه کرده‌اید، آبیاری کنید.
- ۲- نتایج به دست آمده را با مرحله اول (از نظر سرعت خروج آب از ته گلدان و ...) مقایسه کنید و تغییرات مشاهده شده را شرح دهید.

### جدول ۳-۴

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

آزمایش: اصلاح خاک شنی با افزایش رس

وسایل لازم:

گلدان

شن

رس و ماسه

آب

شرح:

- ۱- دو گلدان انتخاب کنید. (A و B)
  - ۲- در گلدان A شن و ماسه بریزید.
  - ۳- در گلدان B شن و رس (به نسبت ۱ به ۱) بریزید.
  - ۴- بر هر دو گلدان آب اضافه کرده مدت لازم برای خروج آب را در هر دو گلدان اندازه گیری کنید.
- با توجه به نتایج به دست آمده به سؤالات زیر پاسخ دهید:
- ۱- در کدام گلدان آب دیرتر خارج می شود؟ چرا؟
  - ۲- خاک کدام گلدان می تواند حاصلخیزتر باشد؟ چرا؟
  - ۳- در کدام گلدان چسبندگی ذرات به یکدیگر کمتر است؟ چرا؟
  - ۴- کدام گلدان قدرت جذب و نگهداری رطوبت بیشتر دارد؟ چرا؟
  - ۵- کدام گل تهویه بیشتری دارد؟ چرا؟

## ۷-۴ اصلاح خاک های اسیدی

هنگامی که pH خاک به پایین تر از ۵ برای کشت موردنظر برسد، به طور معمول، گیاه قادر به رشد در آن خاک نبوده، محصول آن به شدت کاهش می یابد و سرانجام ممکن است از بین برود. بنابراین، باید به طریقی از کاهش بیش از حد pH خاک جلوگیری کرد. در کشور ما این مسأله فقط در نواحی پرباران گیلان اتفاق می افتد. برای اصلاح این خاک ها از آهک استفاده می شود. با آزمایش خاک، pH آن مشخص شده و از روی مقدار pH و با توجه به وسعت زمین پس از انجام محاسبات، آهک لازم برای افزایش pH به حد مناسب را به زمین می دهند و در واقع آن را با شخم زیر خاک می کنند. افزایش آهک موجب افزایش کلسیم محلول در خاک شده و از این طریق pH خاک را افزایش می دهد.

## ۸-۴ زهکشی

مقدمه و تعریف: خارج کردن آب و املاح اضافی از

خاک را زهکشی می‌نامند. در حقیقت، زهکشی عکس آبیاری است. کليه زمین‌هایی که آبیاری می‌شوند، به زهکشی نیاز دارند. زهکشی می‌تواند طبیعی باشد و یا به علت نوع خاک، مصنوعاً اجرا شود. در هر صورت در شبکه‌های آبرسانی به‌ویژه در اراضی شور و دریایی که تحت‌الارض غیرقابل نفوذ دارند چون به‌طور طبیعی زهکشی نمی‌شوند، اجرای طرح زهکشی ضروری است.

همچنین زهکشی به منظور خارج کردن آب اضافی از خاک نیز انجام می‌گیرد. آب اضافی می‌تواند مربوط به سطح‌الارض و یا تحت‌الارض باشد. در هر دو حالت، مانع فعالیت ریشه گیاه می‌شود (مانند مناطق مردابی) به‌طور کلی کشور ایران از لحاظ زهکشی به چهار منطقه به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف - مناطقی که عملاً نیازی به زهکشی ندارند، مانند مناطق پرآب شمالی.

ب - مناطقی که به علت شوری بیش از حد مورد استفاده قرار نمی‌گیرند ولی اگر به‌طور منظم آبیاری شوند و زهکشی آنها صحیح انجام گیرد، قابل کشت و زرع خواهند شد.

ج - مناطقی که به علت کمبود آب، مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. ولی چنانچه آب زراعتی تأمین و در آنها شبکه زهکشی ایجاد شود، به راحتی قابل کشت و زرع خواهند بود.

د - مناطق کوهستانی و کویرها: مناطق کوهستانی به‌طور طبیعی زهکشی می‌شوند و چنانچه منطقه‌ای به زهکشی احتیاج داشت، اهمیت مسأله چندان نیست. در کویرها نیز فعلاً تثبیت خاک، جلوگیری از فرسایش‌های مختلف، کشت گیاهان مقاوم به خشکی و بی‌نیاز از آبیاری بیش از سایر مسائل حائز اهمیت است.

#### ۸-۴ هدف از زهکشی:

الف - ایجاد بستری مناسب برای کاشت بذر

ب - به‌وجود آوردن شرایط زیست برای زندگی گیاه مانند

امکان تنفس و تغذیه

رشد گیاهان در شرایط اشباع خاک از آب (شرایط ماند آبی) - گیاهان را از نظر نیاز به آب به سه دسته هیدروفیت (آبدوست - آبی)، گزروفیت (آب‌گریز - خشک‌زی) و مزوفیت (گیاهان حدوسط) تقسیم می‌کنند:

گروه اخیر، همان‌گونه که تحمل بی‌آبی ندارند، تاب تحمل رطوبت زیاد نیز نخواهند داشت. اکثر گیاهان زراعتی (به استثنای برنج) جزء این دسته هستند. مطالعه در زندگی اکثر گیاهان زراعتی روشن می‌کند که همه این گیاهان در دوره رشد و نمو به آبیاری و زهکشی نیاز دارند. بدین معنی که اگر رطوبت محیط به اندازه کافی نباشد، باید آنها را آبیاری کرد.

چنانچه بستر کشت، زیاد خیس باشد و تهویه به خوبی صورت نگیرد، باید زهکشی شوند. اولین اثر نامطلوب آب اضافی در خاک، پرکردن خلل و فرج خاک، کم شدن هوا و در نتیجه کمبود اکسیژن است.

کم شدن اکسیژن محیط از یک طرف، زیاد شدن گازکربنیک به‌وجود آمده در نتیجه تنفس ریشه‌ها از طرف دیگر و بالاخره حل شدن  $CO_2$  در آب، اختلالات عمده‌ای در جذب عناصر مورد نیاز گیاه به‌وجود می‌آورد. در چنین حالتی پتاسیم و فسفر به دشواری جذب می‌شوند. در جذب نیتروژن و سایر عناصر مورد نیاز گیاه نیز اختلالاتی به‌وجود می‌آید و در نتیجه گیاه از بین می‌رود.

به علت کاهش اکسیژن در خاک به تدریج میکروب‌های هوازی جای خود را به میکروب‌های غیرهوازی می‌دهند و همان‌طور که گفته شد نتیجه این پدیده کاهش تجزیه مواد آلی و آزاد نشدن نیتروژن معدنی در خاک است.

در شرایط غیرهوازی آهن، منگنز و گوگرد احیا می‌شوند و محیطی سمی برای گیاه به‌وجود می‌آورند. بالا رفتن میزان رطوبت خاک موجب سرد شدن آن و دیررس شدن محصول و پایین آمدن میزان عملکرد می‌شود.

به‌طور کلی اگر خاک از آب اشباع باشد و امکان زهکشی

شرایطی چند می‌توان گیاهانی نظیر سیب، گلابی، پنبه و مرکبات نیز کشت کرد. در چنین مواردی استفاده از کود نیتروژنه ضروری است.

نباشد، باید گیاهانی کاشته شوند که مقاوم به کمبود اکسیژن در خاک هستند مانند برنج. چنانچه سطح آب تحت الارض در نیم متری عمق خاک باشد، باید از گیاهانی نظیر سیب زمینی، توت فرنگی و نیشکر استفاده کرد. چنانچه آب تحت الارضی بالا باشد، با رعایت



شکل ۲-۴ زهکشی

فعالیت‌هایی که باید برای زهکشی روباز (سطحی) انجام گیرد، عبارتند از:

- ۱- تسطیح خاک به نحوی که حداکثر شیب از نیم درصد تجاوز نکند.
  - ۲- کشت نواری
  - ۳- ترانس‌بندی یا ایجاد نهرهای کوچک
- معایب زهکشی روباز:
- الف - زمین به قطعات کوچکتر تقسیم می‌شود.
  - ب - مساحتی از زمین صرف حفر کانال‌های زهکشی می‌شود.
  - ج - در کانال‌های زهکشی، علف‌های هرز رشد می‌کنند و دبی زهکشی را کاهش می‌دهند که انجام لایروبی چند سال یک‌بار را ایجاب می‌کند.

۲-۸-۴ اقسام زهکشی‌ها: اگر منطقه‌ای احتیاج به زهکشی داشته باشد، باید نوع و سیستم زهکشی را تعیین کنیم. زهکشی‌های مصنوعی به روش بسته یا روباز خواهد بود. زهکشی‌های روباز: زهکشی سطحی (روبار): برای انتقال آب اضافی از خاک است. این آب در اثر بارندگی و یا آبیاری، در سطح مزرعه جمع می‌شود و چون با سرعت لازم در خاک نفوذ نمی‌کند، مانعی برای رشد گیاهان و عملیات کشاورزی می‌شود، برای تعبیه زهکشی سطحی باید علت تجمع آب معلوم شود. اگر زهکشی‌های طبیعی قادر به تخلیه آب از مزرعه نباشند، احداث زهکشی‌ها می‌تواند به نحو قابل ملاحظه‌ای به این امر کمک کرده و میزان تخلیه آب را افزایش دهد. ولی اگر حل مسأله بدین ترتیب امکان‌پذیر نباشد، بدیهی است که سرعت نفوذ آب در خاک بطئی است و می‌توان زهکشی سطحی تعبیه کرد.

اگر مقادیر معتنا بهی از آب انتقال داده شود، در این صورت زهکشی‌های باز ترجیح دارد.

انهار زهکشی باز باید به نحوی طرح شوند که :  
اولاً بتوان به سهولت به مزرعه دسترسی داشت.  
ثانیاً کار ماشین آلات کشاورزی با اشکال نیز مواجه نشود.  
به طور کلی، زهکشی‌های زیرزمینی یا سفالی بر سایر انواع برتری دارد.

زیرا :

اولاً مانعی برای عملیات کشاورزی نیست.  
ثانیاً از هدر رفتن مقداری از مساحت زمین جلوگیری می‌کند.  
زهکشی با لوله‌های سفالی، سیمانی، پلاستیکی  
در این روش گودالی در خاک تا عمق مورد نظر حفر می‌شود. بعد لوله‌های زه آب از انواع سفالی، سیمانی، پلاستیکی در کف گودال کار گذاشته می‌شود. معمولاً مقداری جسم متخلخل برای تسهیل ورود آب به زهکشی‌ها روی لوله‌ها می‌ریزند و سپس خاکی را که در اثر حفر گودال به وجود آمده به جای خود می‌ریزند.

آزمایش: مشاهده زهکشی در خاک‌های مختلف

آزمایش شماره ۲۸

وسایل و مواد مورد نیاز:

دو جعبه شیشه‌ای (۶۰×۵۰×۱۰۰) مانند آکواریوم

آبپاش

متر

کرنومتر

ظرف مدرج

شرح:

۱- دو جعبه شیشه‌ای به ابعاد مورد نظر را انتخاب کنید.  
(ته ظرف خروجی داشته باشد)

۲- از خاک منطقه مورد نظر دو نمونه خاک با بافت متفاوت انتخاب کنید که حدود ۵ cm از جعبه‌های شیشه‌ای را پر کند.

۳- در ته جعبه‌ها مقداری سنگریزه بریزید. (۲/۵ cm)

۴- خاک را به آرامی در جعبه‌ها بریزید.

۵- در سطح خاک با آبپاش به قدری آب بریزید که در ته ظرف جمع شده و سطح آب بالا بیاید. (سوراخ ته ظرف بسته است).

۶- حجم آب مصرفی را یادداشت کنید.

۷- همزمان با برداشتن سوراخ، کرنومتر را به کار می‌اندازیم.

۸- زمان پایان خروج آب را از هر جعبه به طور جداگانه یادداشت می‌کنیم.

۹- با مقایسه دو زمان در دو جعبه می‌توانید سرعت زهکشی در خاک‌های مختلف را تشخیص دهید.

۱۰- آب خروجی از هر جعبه را با ظرف مدرج اندازه‌گیری کنید.

۱۱- با مقایسه مقدار آب خروجی، می‌توان به قابلیت زهکشی اراضی پی ببرید.

کار عملی: توصیه می‌شود برای درک بهتر، هنرجویان به همراه مربیان خود از آثار فرسایش و مزارع زهکشی شده بازدید نمایند.



## آزمون نهایی:

۱- زهکشی عبارت است از :

الف - خارج کردن تمام آب اضافی از خاک

ب - وارد کردن آب کافی به منطقه ریشه

ج - خارج کردن آب کافی از خاک

د - خارج کردن آب و املاح اضافی از خاک

۲- هدف زهکشی

الف - ایجاد بستری مناسب برای کاشت بذر

ب - ایجاد شرایط مناسب برای عملیات کشت

ج - به وجود آوردن شرایط زیست برای زندگی گیاه مانند امکان تنفس و تغذیه

د- الف و ب و ج

۳- هدف از زهکشی سطحی عبارت است :

الف - انتقال آب اضافی از داخل خاک

ب - خارج کردن آب اضافی از خاک

ج - وارد کردن آب به منطقه ریشه

د - انتقال آب اضافی از سطح خاک

۴- مزیت زهکش های بسته (تمبوشه)

الف - می توان به سهولت به مزرعه دسترسی داشت.

ب - کار ماشین آلات کشاورزی با اشکال مواجه نمی شود.

ج - از هدر رفتن مقداری از مساحت زمین جلوگیری نمی کند.

د - الف و ب صحیح است.

۵- اصلاح خاک های اسیدی چگونه انجام می شود؟

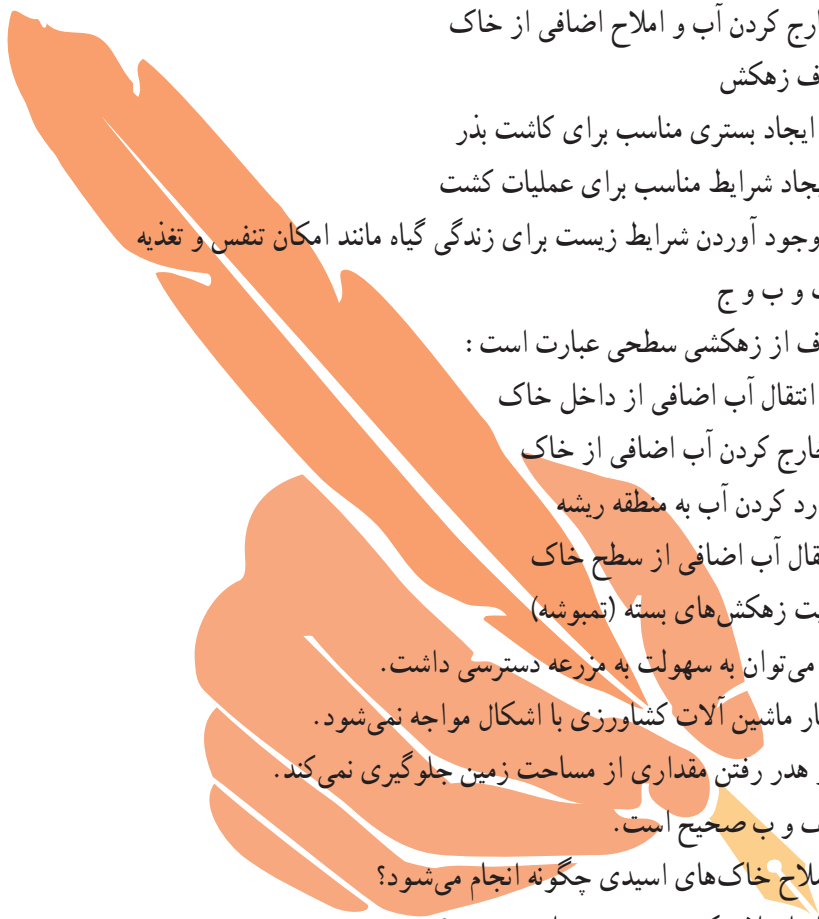
۶- مواد اصلاح کننده چه نوع موادی هستند؟

۷- گوگرد در چه خاک هایی و به چه دلیل به کار می رود؟

۸- مواد آلی را تعریف کنید.

۹- برخی از اثرات اصلاحی مواد آلی را در خاک بنویسید.

۱۰- به چه موادی کود می گویند؟



## منابع مورد استفاده

- ۱- بای بوردی، محمد، فیزیک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۶
- ۲- سالاردینی، علی اکبر، حاصلخیزی خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۶
- ۳- شیرازی، محمدحسین، حفاظت آب و خاک (ترجمه)، وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۶
- ۴- زراعت عمومی، سال دوم دبیرستان، کد ۵۵۱
- ۵- آموزش عملی زراعت، سال چهارم هنرستان، کد ۹۸۲/۱
- ۶- آب و خاک (۱)، نظام جدید آموزشی
- ۷- آب و خاک (۲)، نظام جدید آموزشی
- ۸- امین پور، جزوه درسی نمونه برداری، انستیتو تکنولوژی اهواز
- ۹- زرین کفش، منوچهر، خاکشناسی کاربردی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۷
- ۱۰- خانم محمودی، مبانی خاکشناسی (ترجمه)، دانشگاه تهران، ۱۳۷۴
- ۱۱- احمدی، نعمت الله، فیزیولوژی گیاهی، نشر دانشگاهی، ۱۳۶۸
- ۱۲- ملکوتی، محمدجعفر، حاصلخیزی خاک و کودها، نشر دانشگاهی، ۱۳۷۳
- ۱۳- رادینا، حسین، کمبود مواد غذایی در نباتات زراعی و درختان میوه و سبزیجات، سازمان ترویج کشاورزی، ۱۳۶۹

