

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

اللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

پایه دهم

دوره دوم متوسطه

شاخه: کارداش

زمینه: کشاورزی

گروه تحصیلی: کشاورزی و غذا

رشته‌های مهارتی طبق جدول صفحه ۶ عنوان

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

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

مقیمی، بنی الله

۶۳۱

تشخیص انواع خاک و اصلاح آن/ مؤلفان: بنی الله مقیمی، کریم کرمی، منصور نوابزاده. -

۱۴

تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۴۶۹ ت م

۶۰۱ ص.: مصور. - شاخه کارداش.

متون درسی شاخه کارداش گروه تحصیلی کشاورزی و غذا، رشته‌های مهارتی زراعت گیاهان علوفه‌ای و ... .

برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تأثیف کتاب‌های درسی رشته‌های زراعت - باغبانی دفتر تأثیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداش وزارت آموزش و پرورش.

۱. خاک شناسی. ۲. خاک - بهسازی. الف. کرمی، کریم. ب. نواب زاده، منصور. ج. ایران.

وزارت آموزش و پرورش. دفتر تأثیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداش. د. عنوان. ه. فروست.



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

تشخیص انواع خاک و اصلاح آن-۱۱۸-۳۱۰

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداش

نبی الله مقیمی، کریم کرمی و منصور نواب‌زاده (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر شر و توزیع مواد آموزشی

زهره بهشتی شیرازی (صفحه آرا) - محمدحسن معماری (طرح جلد)

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

تلفن: ۰۹۱۶۱-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۰۲۶۶-۸۸۳۰، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

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

تلفن: ۰۲۶۱-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۰۱۶۰-۴۴۹۸۵۱۶۱، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ پنجم ۱۳۹۹

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

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 چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، 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.

ISBN 964-05-0594-3

شابک ۳-۰۵۹۴-۰۵-۹۶۴



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

امام خمینی «قدِس سِرُّه»

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان   |
|------|---|
|      | مقدمه   |
| ۱    | پیمانه مهارتی (۱) – تشخیص برخی از خصوصیات فیزیکی خاک  |
| ۲    | خاک چیست  |
| ۲    | ۱- عوامل فیزیکی و مکانیکی                             |
| ۳    | ۲- عوامل شیمیایی                                      |
| ۶    | ۳- عوامل بیولوژیکی (موجودات زنده)                     |
| ۷    | ۴- انواع افق‌های خاک                                  |
| ۹    | ۵- خاک سطح‌الارض و خاک تحت‌الارض                      |
| ۱۱   | ۶- پروفیل خاک   |
| ۱۴   | ۷- نمونه‌برداری از خاک                                |
| ۱۸   | ۸- ذرات تشکیل دهنده خاک                               |
| ۲۰   | ۹- بافت خاک   |
| ۲۵   | ۱۰- ساختمان خاک                                       |
| ۲۸   | ۱۱- اجزای تشکیل دهنده خاک                             |
| ۳۴   | ۱۲- نفوذ‌پذیری  |
| ۳۸   | ۱۳- وزن مخصوص   |
| ۴۱   | پیمانه مهارتی (۲) – تشخیص برخی از خصوصیات شیمیایی خاک |
| ۴۴   | ۱- خواص شیمیایی خاک                                   |
| ۴۴   | ۲- روش‌های مختلف عصاره‌گیری                           |
| ۴۵   | ۳- مفهوم pH   |
| ۵۳   | ۴- خاک‌های شور  |
| ۵۷   | 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 خاک‌های سور                 |
| ۹۸   | ۴-۴ اصلاح خاک‌های سدیمی (قلیا)        |
| ۹۹   | ۴-۵ اصلاح خاک‌های رسی                 |
| ۹۹   | ۴-۶ اصلاح خاک‌های شنی                 |
| ۱۰۱  | ۴-۷ اصلاح خاک‌های اسیدی               |
| ۱۰۱  | ۴-۸ زهکشی                             |
|      |                                       |
| ۱۰۶  | منابع مورد استفاده                    |

## مقدمه

در قرآن کریم آمده است «و من الماء كل شيء حي» 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 داده اند 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 زمینه های فوق بسرعت پیشرفت کرده و به بهره وری بهینه از منابع آب و خاک منجر گردیده است.

در این کتاب سعی شده کلیه عوامل محدود کننده مهم رشد گیاه (عوامل خاکی) مورد بررسی قرار گیرد.

## مؤلفان

فهرست رشته های مهارتی که می توانند از کتاب استفاده کنند.

| ردیف | عنوان رشته                            |
|------|---------------------------------------|
| ۱    | زراعت گیاهان علوفه ای و غده ای        |
| ۲    | زراعت غلات و حبوبات                   |
| ۳    | کشت گیاهان دارویی و زعفران            |
| ۴    | پرورش گیاهان جالبیزی و سبزی           |
| ۵    | پرورش میوه های هسته دار               |
| ۶    | پرورش میوه های دانه دار و دانه ریز    |
| ۷    | تولید نهال و جنگل کاری                |
| ۸    | پرورش درخت و درختچه تزیینی            |
| 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 فرآگیران انتظار می‌رود که :

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

۲- خواص ذرات تشکیل دهندهٔ 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) |      |
|-------------|------|
| عملی        | نظری |
| ۱۴          | ۴    |

## خاک چیست

- و خرد می کند.
- ۴—باران:** ذرات و قطعات متلاشی شده سنگ‌ها با آب باران که روی زمین جاری می شود، به حرکت در می آیند و به جلگه‌ها نقل مکان می کنند.
- 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 می دهند.
- ۶—دریا:** حرکت دریا و امواج آن سنگ‌های کرانه‌ها را مبدل به قطعات کوچکتر می کند.

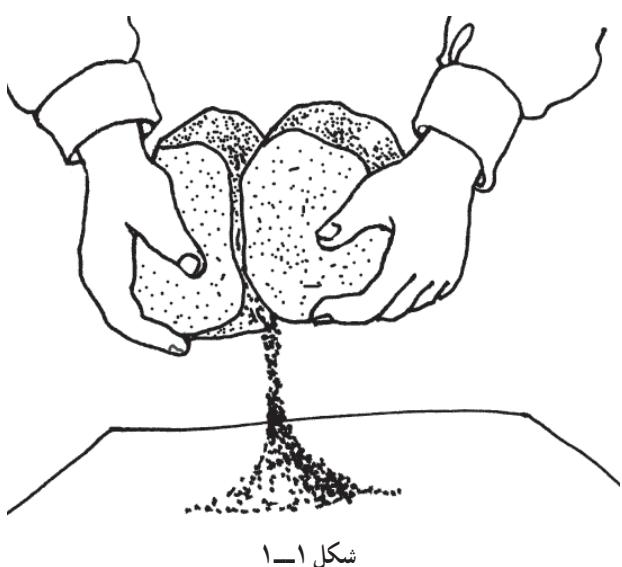
**آزمایش:** به وجود آمدن خاک از سنگ‌ها در اثر ساییدن آزمایش شماره ۱

### 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 ماسه سنگ دانه ریز را در دست گرفته و به هم بسایید.
- ۲—اگر در اطرافتان سنگ وجود ندارد، می توانید این



اغلب مردم قشر سطحی کره زمین را خاک می‌پندازند 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—عوامل فیزیکی و مکانیکی عبارتند از:

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

**۱—حرارت:** تغییرات فاحش درجه حرارت در شباهه روز 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 می کند و خاک زراعی را تشکیل می دهد.

**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

- شرح:
- ۱- یک تکه سنگ را خوب حرارت دهید.
  - ۲- پس از آن بلا فاصله آن را در آب سرد بیندازید.
  - ۳- ملاحظه می کنید که به سبب انقباض پس از انبساط، سنگ می شکند یا ترک بر می 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.

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 نرمۀ سنگ و یا خاکه آجر حاصل شود.

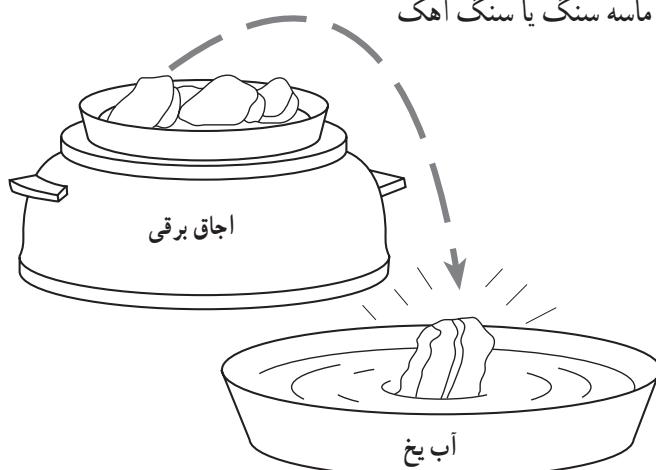
#### آزمایش: به وجود آمدن خاک در اثر انقباض و انبساط

##### آزمایش شماره ۲

##### وسایل و مواد مورد نیاز:

- اجاق برقی، گازی یا نفتی

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



شکل ۱-۲

## 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، یئدرو لیز، اکسید اسیون، یئدراته شدن و محلول های اسیدی پدید می آید که نتیجه آنها تغییرات عمدۀ 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

به صورت حفره های زیرزمینی در نقاطی که آب قسمت عده

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 اتحلال کربنات های کلسیم و منیزیم و تبدیل

آنها به بی کربنات می شود.

**۳- یئدرو لیز:** یئدرو لیز به ترکیب یک نمک با یون های

آب اطلاق می شود. به عبارت دیگر آب علاوه بر این که حلال

مناسبی است می تواند به وسیله عمل پیدرولیز (یعنی اثر بونهای  $H^+$  و  $OH^-$ ) 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 ملاتیت روی اجاق حرارت دهید.

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

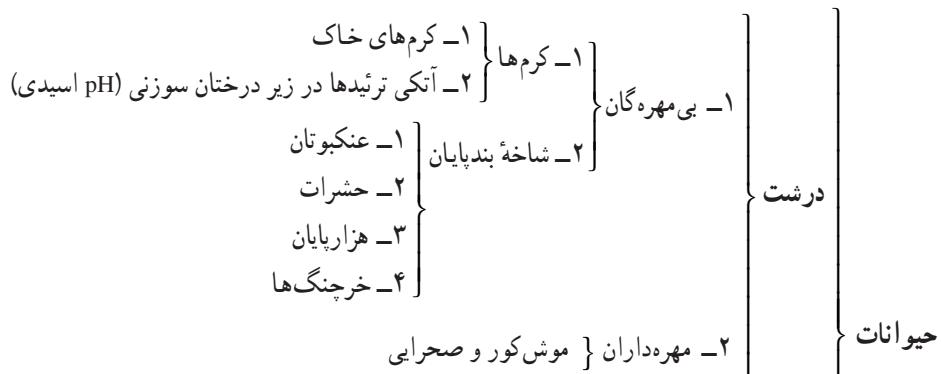
۳- اگر در این آزمایش حرارت را ادامه دهید تمام سنگ در سرکه حل خواهد شد. زیرا سرکه نوعی اسید است.

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



شكل ۱-۳

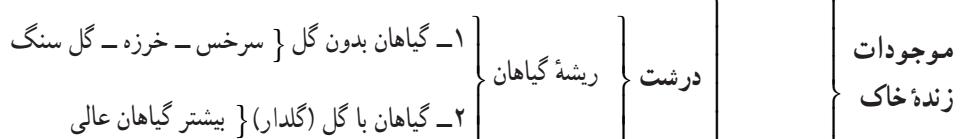
## موجودات زنده خاک



۱- آنهایی که از مواد پوسیده تغذیه می‌کنند.  
 ۲- آنهایی که شکارچی هستند از کرم‌های خاکی تغذیه می‌کنند.  
 ۳- آنهایی که پارازیت هستند و به ریشه گیاهان حمله می‌کنند.

۱- پروتوزا : حیوانات تک یاخته‌ای هستند که از مواد آلی غیر زنده تغذیه می‌کنند.

۲- روتیفر : تک یاخته‌ای هستند که در خاک‌های مرطوب و با تنای خوب رشد می‌کنند.



۱- جلبک‌های آبی - سبز : در مزارع برنج در مقابل نور قادر به فیکسه کردن ازت‌هوا هستند.

۲- جلبک‌های سبز  
 ۳- دیاتموها

۱- مخمرها : به علت کم بودن تعداد آنها در خاک اهمیت ندارند (از نظر حاصلخیزی)  
 ۲- کنک‌ها : اهمیت آنها کمتر از باکتری نیست. در شرایط تهیه رشد زیاد می‌کنند.  
 ۳- قارچ‌های چتری : دارای انواع زیادی هستند.

۴- اکینومیستها : تک سلولی و حدواتسط بین باکتری و قارچ‌ها هستند.

۵- باکتری گیاهان [ ۱- هوازی : باکتری‌هایی که بیشتر از اکسیژن گازی استفاده می‌کنند.  
 تک سلولی هستند. ] ۲- غیرهوازی : باکتری‌هایی که بیشتر از اکسیژن ترکیبات استفاده می‌کنند.

ویروسها

جدول ۱-۱

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، تهويه، جابجایی و ... در آن خواهد بود.

### 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 شیمیابی باشد. فعالیت‌های گیاهان و جانوران زنده عامل مهمی در تشکیل خاک است.

جلبک‌ها، خزه‌ها، 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 برداشد:

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

در زیر لاشبرگ‌ها (بقایای برگ‌های ریخته شده)

— از یک منطقه مرتتعی

— از یک منطقه که خاک آن کاملاً فرسایش یافته

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

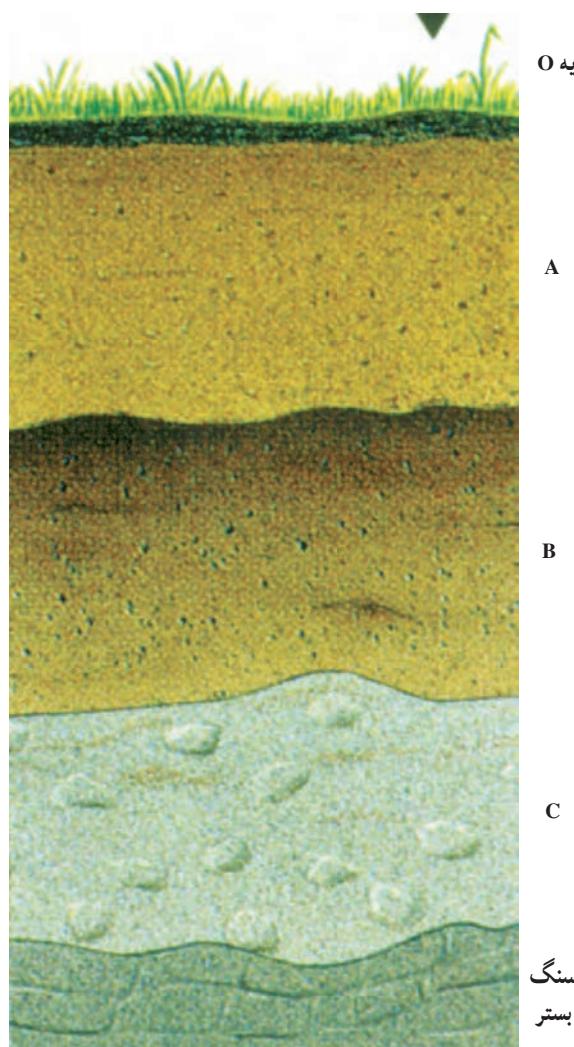
خاک هر یک از آنها را روی صفحه کاغذ که تقریباً به بزرگی صفحه روزنامه باشد بریزید و با دقت تخم حشرات، کرمها، حلزون،

بذر گیاهان و هرچه را دیدید، در شیشه‌ای بریزید.

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



شکل ۴—۱



شکل ۱-۵ لایه‌های خاک

#### ۴-۱ انواع افق‌های<sup>۱</sup> خاک

معمولًاً افق‌ها از سطح تا سنگ بستر با حروف لاتین

نمایش می‌دهند و دارای انواع زیر است :

##### ۱-۱ افق O: سطحی ترین لایه خاک است و

معمولًاً 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.

##### 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.

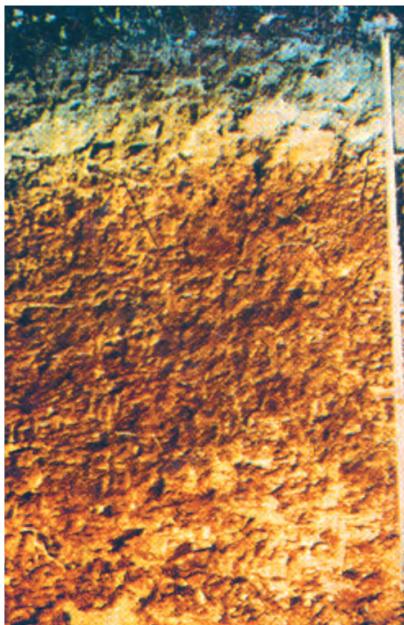
##### ۱-۳ افق B: این لایه زیر لایه A تشکیل شده

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

##### 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 مطلب بالا می‌توان گفت که در خاک‌های زراعی دو طبقهٔ متمایز از هم وجود دارد و زیر لایه B قرار گرفته است و در ادامه این لایه، سنگ بستر قرار دارد.

۱- افق‌ها به لایه‌ها و طبقات خاک گفته می‌شود که از نظر جنس، رنگ و ضخامت با یکدیگر تفاوت دارند.



خاک سرخ و زرد پذلی



خاک سرخ مدیترانه‌ای

شکل ۶-۱۱ افق‌های خاک

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

حاکشناسان برای تشخیص و تقسیم ا نوع افق‌های خاک از برخی خصوصیات آن مانند: بافت خاک، رنگ خاک،

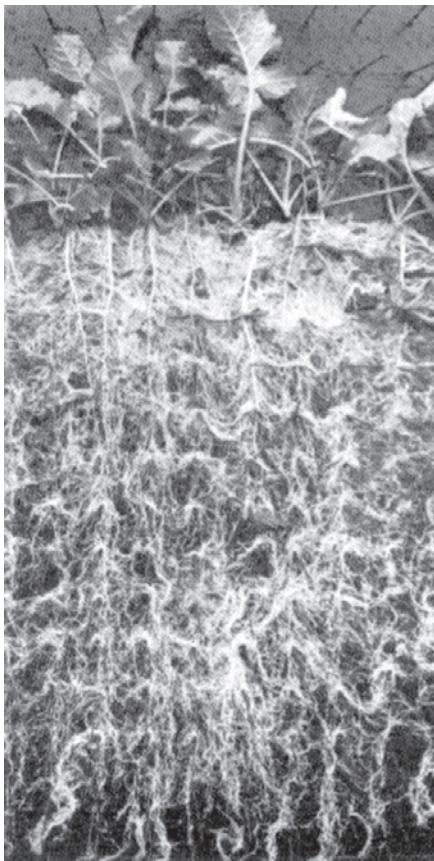
بخشی از افق B خاک است. هر چه ضخامت خاک سطح اراضی بیشتر باشد از نظر زراعی ارزش بیشتری دارد.

**خاک تحت اراضی:** در زیر خاک سطح اراضی قرار گرفته و معمولاً متراکم تر از لایه سطح اراضی است. ریشه گیاهان به مقدار کمی در این قسمت دیده می‌شود. بخش پایین افق B جزء این لایه محسوب می‌شود.

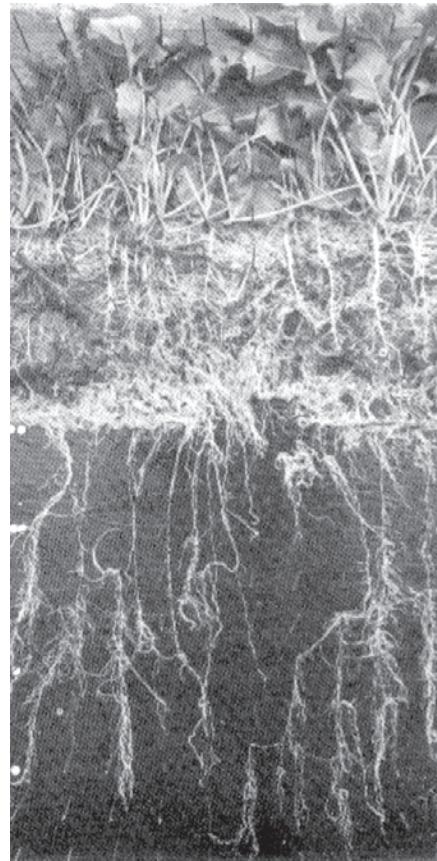
## ۱-۵ در اصطلاح عامیانه خاک به دو طبقه تقسیم

می‌شود، خاک سطح اراضی و خاک تحت اراضی

**خاک سطح اراضی:** 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 سطح اراضی یا فوقانی نامیده می‌شود. از نظر عملی این بخش خاک مجموعه افق A و



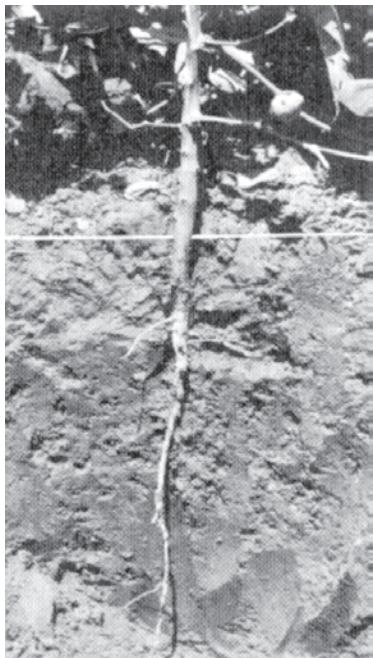
خاک سطح اراضی کم عمق



خاک سطح اراضی کم عمق

شکل ۱-۷ نمایش خاک سطح اراضی و تحت اراضی

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



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

## ۱-۵ 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 زراعی و هر چقدر این ضخامت بیشتر باشد، به همان نسبت خاک عمیق‌ترو و از مرغوبیت پیشتری برخوردار است.

زیرا :

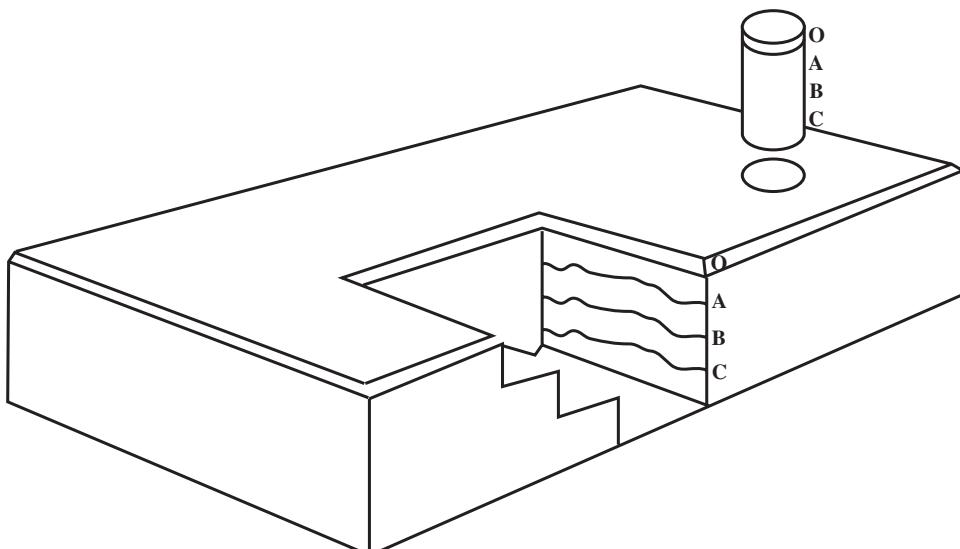
- ۱- گسترش ریشه گیاهان بیشتر و در نتیجه جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان بهتر انجام می‌گیرد.
- ۲- ریشه گیاهان در همه حال می‌توانند از رطوبت موجود به صورت ایده‌آل استفاده نمایند.
- ۳- در اثر رشد و نمو بیشتر گیاهان در این نوع خاک‌ها، میزان تولید محصول نیز افزایش می‌یابد.

## ۱-۵ خاک‌های غیر زراعتی

بالا فاصله پس از طبقه سطح الارض به طبقه‌ای از خاک می‌رسیم که نسبت به طبقه رویی فشرده‌تر است و به نام تحت‌الارض 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 میکروارگانیزم‌های 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.

## ۶-۱ نیمرخ<sup>۱</sup> خاک

همانطور که قبلاً گفتیم، سنگ‌ها تحت تأثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی به تدریج خاک را به وجود می‌آورند. خاک دائمًا 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 پایین تر 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.



شكل ۹ - نمایش نیمرخ

## کار عملی: شناخت لایه‌های خاک

وسایل مورد نیاز:

- بیل

- کلنگ

- متر

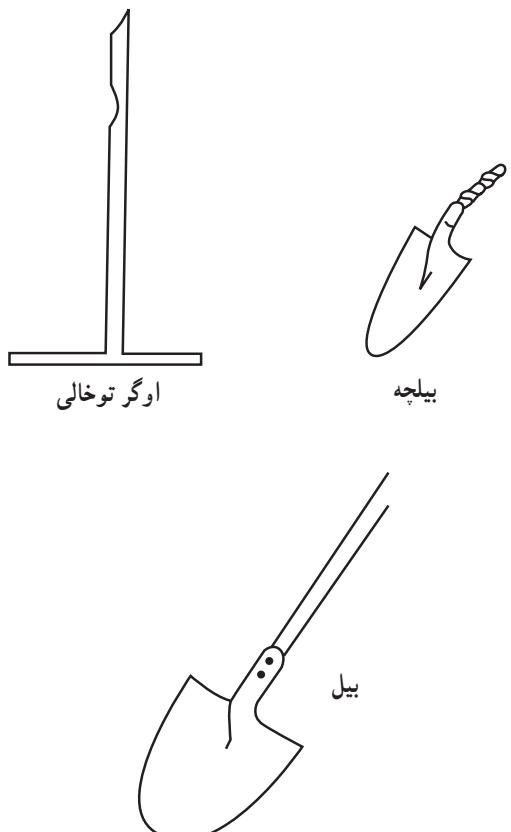
شرح:

۱- گودالی به ابعاد ذکر شده در حفر پروفیل ( $2 \times 1 \times 1/5$  متر) در مزرعه ایجاد کنید.

۲- خاک سطح ارض و تحت ارض را شناسایی کنید و عمق آنها را اندازه‌گیری کنید.

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

۱m



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

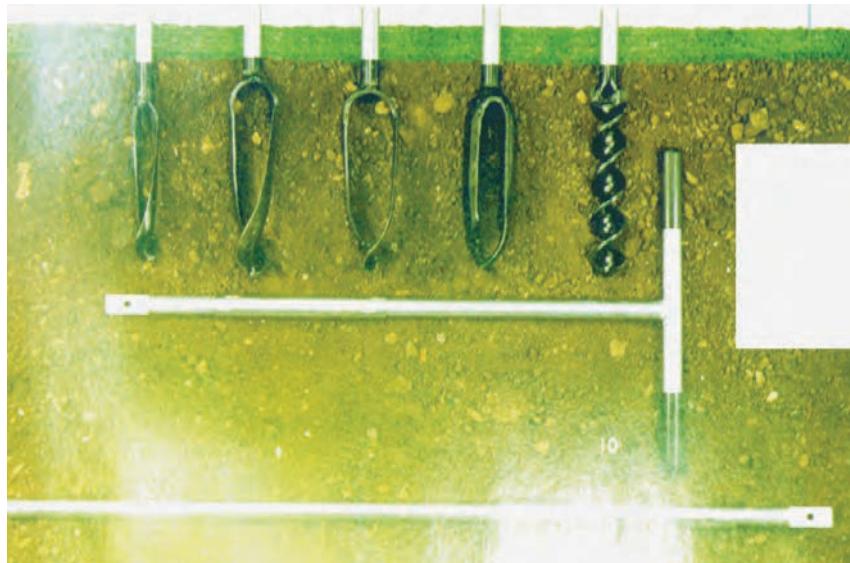
## لوازم نمونه‌برداری

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 نظری 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 موردنظر 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



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 نمونهبرداری از خاک

وسایل و مواد مورد نیاز:

- کروکی یا نقشه زمین مورد عمل
- طرح مسیر حرکت یا محلهای انتخاب نمونه
- وسایل تهیه نمونه: بیل نوک تیز، متنه نمونهبرداری از نوع استوانهای، متنه نمونهبرداری از نوع پیچی
- کیسه پلاستیکی
- ژالون یا میخهای چوبی به ارتفاع ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر
- مداد و دفترچه یادداشت
- چند متر مربع پلاستیک نسبتاً ضخیم

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، نمونهبرداری 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 نمونهبرداری 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 نمونهبرداری می شوند.

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

**کار عملی:**

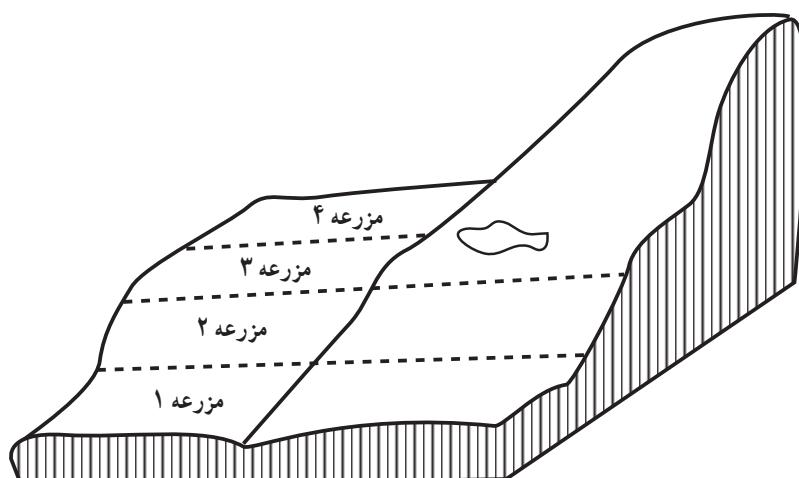
**تعاریف:** ۱- کروکی: عبارت است از وضعیت و شکل تقریبی زمین که با حرکت روی اضلاع زمین آن را رسم می کنیم.

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 نمونهبرداری از خاک (از اعماق مختلف ۰-۳۰)،

شرح:

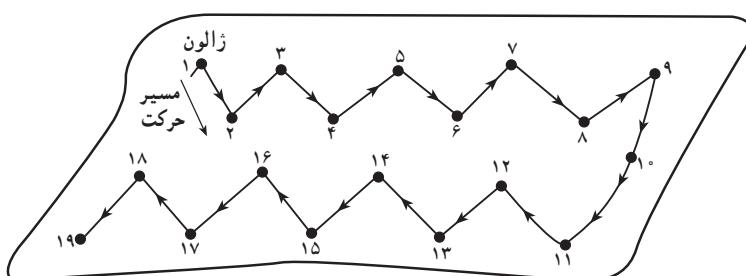
- ۱- زمین مورد نظر را از روی کروکی به چند قسم تقسیم کنید. (هر ۱۵ هکتار زمین یکنواخت ۱ نمونه داشته باشد)



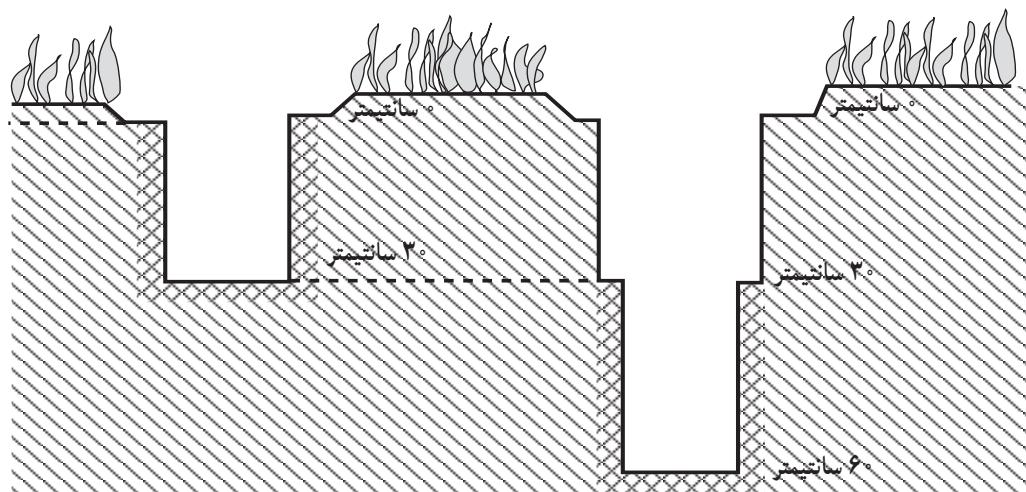
قطع کروکی زمین مورد عمل

- ۲- مسیر حرکت نمونه برداری را در قطعه انتخابی مشخص

سازید.



طرح مسیر حرکت انتخاب نمونه



قطعه یک حفره نمونه برداری

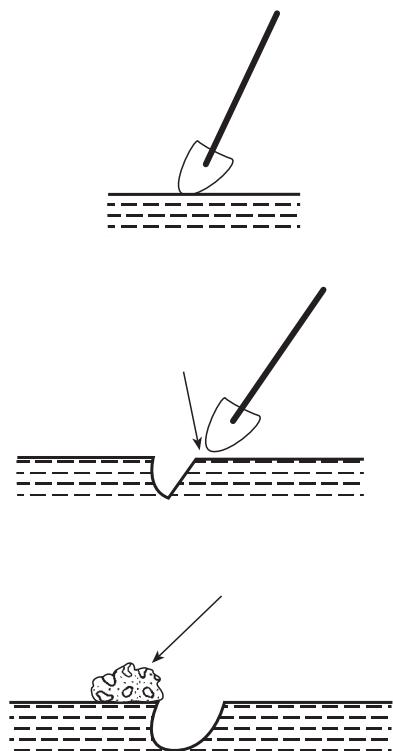
شکل ۱-۱۴

- ۸- خاک های درون حفره را بیرون بریزید.
- ۹- عمق حفره را به  $6^{\circ}$  سانتیمتر برسانید.
- ۱۰- خاک دیواره حفره را از محل  $3^{\circ}$  تا  $6^{\circ}$  سانتیمتری با نوک بیل بتراسید 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  $6^{\circ}$ - $3^{\circ}$  سانتیمتر نوشته شده است، بریزید.
- ۱۱- پس از پایان عملیات نمونه برداری حفره های ایجاد شده با خاک را مجدداً پر کنید.
- ۱۲- کلیه کارهای (۱۱) را در سایر محل های نمونه برداری انجام دهید.
- ۱۳- به همین طریق از اعمق بیشتر نمونه برداری کنید.
- ۱۴- خاک هر کیسه را جداگانه در محل مناسبی که جریان هوا وجود دارد و ضمناً سایه هم باشد، پهنه کنید.



شکل ۱۶-۱ نمونه برداری از خاک با سیلندر

- ۳- اولین ژالون یا مینخ چوبی را در گوشه ای از زمین به فاصله حداقل  $1^{\circ}$  متر از طرفین مرز زمین بکویید.
- ۴- سایر ژالونها یا مینخ های چوبی را با توجه به طرح مسیر به فواصل  $5^{\circ}$  تا  $6^{\circ}$  متر از هم بکویید.
- ۵- پوشش نباتی و خاک سطحی محل اولین نمونه را به عمق چند سانتیمتر پس بزنید.
- ۶- حفره ای به قطر  $6^{\circ}$  سانتیمتر و به عمق  $3^{\circ}$  سانتیمتر حفر کنید.
- ۷- خاک دیواره حفره را با نوک بیل بتراسید و پس از مخلوط کردن آنها مقداری (حدود یک کیلو گرم) از خاک را درون کیسه پلاستیکی که روی آن مشخصات زیر نوشته شده است بریزید.
  - محل نمونه برداری مثلاً قطعه شماره ...
  - عمق نمونه برداری  $3^{\circ}$  سانتیمتر
  - تاریخ نمونه برداری



شکل ۱۵-۱ نحوه نمونه برداری از خاک

- 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 کيسه پلاستیکی ریخته و سر آن را بیندید.
- ۱۷- یک کارت با مشخصات زیر تهیه کنید.
- نام محل نمونه
  - عمق نمونه‌برداری
- ۱۸- کارت تهیه شده فوق را روی کيسه پلاستیکی حاوی خاک نمونه بگذارید و آنها را درون کيسه پلاستیکی دیگری قرار دهید و به آزمایشگاه بفرستید.

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 فوق العاده ابعاد ذرات در تشکیل و خواص خاک‌های زراعی روشن می‌شود.

## 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. سنگ‌ریزه‌ها، بازمانده سنگ‌های بزرگی هستند که تخریب آنها مواد اولیه تشکیل خاک را به وجود می‌آورند. ابعاد مواد معدنی خاک‌های نهایت متغیر است. از سنگ‌ریزه‌های درشت تا ذرات

جدول ۱-۲

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

توضیح: در اندازه‌گیری بافت خاک از طریقه مثبت بافت شن درشت در نظر گرفته نمی‌شود.

ذرات تشکیل دهنده خاک را به طور کلی برابر با طبقه‌بندی بین‌المللی به چهار دسته زیر تقسیم کرده‌اند.

جدول ۱-۳

| گروه ذرات خاک | چسبندگی و شکل پذیری | 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 با 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

۴۸ ساعت خشک شده باشد.

- مقداری خاک خشک شده را در دمای معمولی اتاق

با الک ۲ میلیمتری غربال کنید.

- الک‌های خاکشناسی شماره ۱۰ (۲ میلیمتر) و شماره

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

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

به تدریج ذرات دیگر نیز ته نشین شده و رنگ محلول شفافتر می‌شود. به طوری که پس از ۲ ساعت تقریباً تمام ذراتی که قطر آن پیش از ۲٪ میلیمتر است، نیز ته نشین می‌شوند. بنابراین، پس از ۴۰ ثانیه و قبل از ۲ ساعت تمام ذراتی که قطر

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 بروزید.

۴— در پلاستیکی استوانه را گذاشته و آن را چندین بار به سرعت تکان دهید.

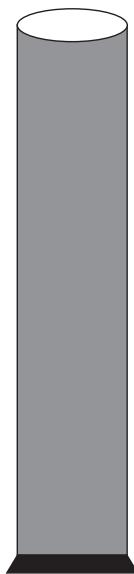
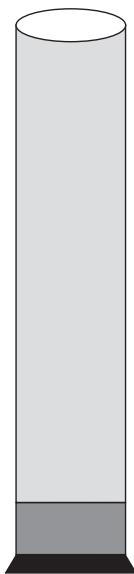
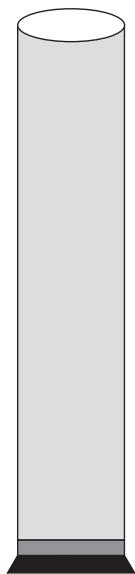
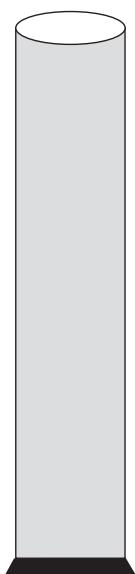
۵— استوانه را روی میز قرار دهید و پس از ۴۰ ثانیه انتهای پایین آن را نگاه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟

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 دیگر بروزید. (دقت کنید موادی که ته نشین 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



الف— بلافارصله 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.

**۱-۹-۱ 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، آنها بیش از ۵۰٪ رس دارند. بافت رسی و خاک‌هایی که مقدار رسی دارند، بافت سیلتی و خاک‌هایی که دارای درصد بالایی از شن هستند، در کلاس بافت شنی قرار می‌گیرند.

خاکی که در آن خصوصیات هیچ یک 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 ۲٪ میلیمتر در زمانی بیشتر از ۲ ساعت تهشین می‌شوند و پس از ۱۲ ساعت تقریباً تمام ذرات در ته ظرف تهشین 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 ۵٪-۲٪ میلیمتر

ب - ذرات سیلت با قطر ۵٪-۰٪ میلیمتر

ج - ذرات رس با قطر کمتر از ۲٪ میلیمتر

## ۱-۹ 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 زیری و نرمی احساس می‌کنید؟

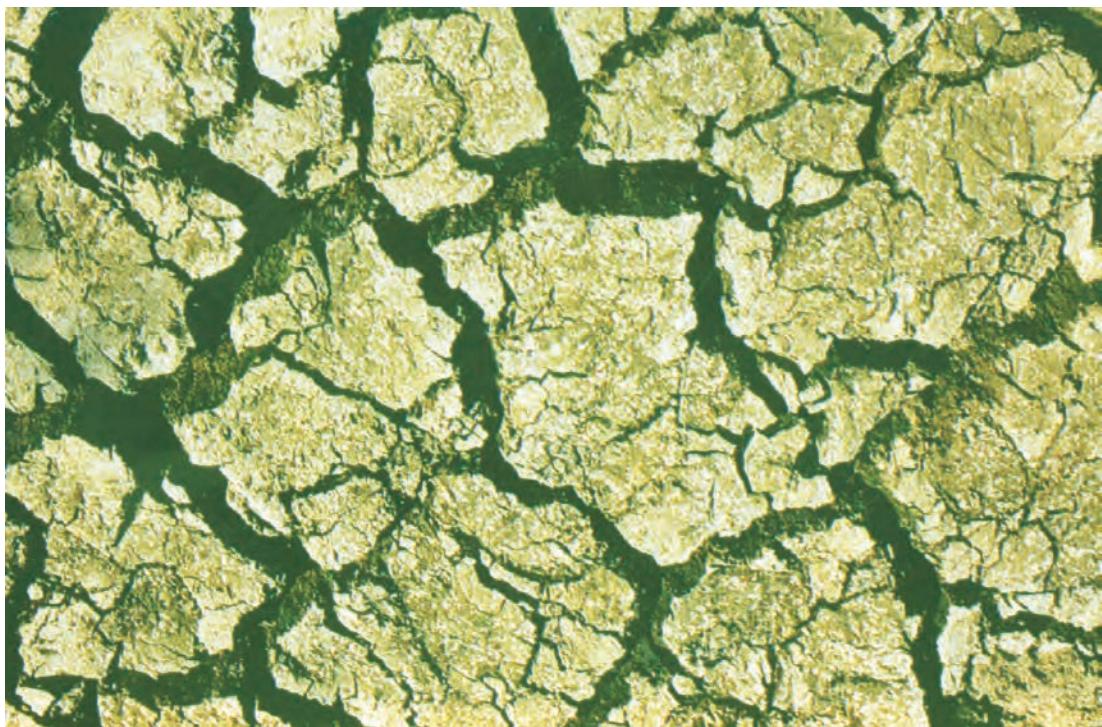
همانطوری که گفتیم ذرات معدنی خاک از سه گروه ذرات شن، سیلت و رس تشکیل شده‌اند، مقدار یا نسبت هر گروه از این ذرات در خاک‌های مختلف با هم فرق می‌کند و کمتر خاکی را می‌توان یافت که تنها از یک گروه از این ذرات تشکیل شده باشد چون اکثر خاک‌ها ترکیبی از هر سه گروه از ذرات هستند.

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

بافت یکی از خصوصیات مهم فیزیکی خاک است، زیرا



شکل ۱-۱۸ عدم توسعه ریشه در خاک های رسی



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

## جدول ۱-۴ انواع بافت خاک

|  |                                    |                    |
|--|------------------------------------|--------------------|
| شنبه<br>شنبه<br>لوم شنبه<br>لوم شنبه ریز           | ۱- شنبه و شنبه لومی<br>۲- لوم شنبه | خاک های درشت بافت  |
| لوم شنبه خیلی ریز<br>لوم<br>لوم لای<br>لوم رسی لای | ۳- خاک های لومی                    | خاک های میانه بافت |
| لوم رسن شنبه<br>لوم رسی<br>لوم رسی لای             | ۴- خاک های نسبتاً سنگین            | خاک های رسی بافت   |
| رسن شنبه<br>رس لای<br>رسی                          | ۵- خاک های رسی و رس لای            | خاک های ریز بافت   |

## جدول ۵-۱ مشخصات بافت های گوناگون خاک

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

<sup>۱</sup>- آبدوی: حرکت آب در روی خاک

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.

محتويات 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 متاگزرا 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 ۱۰° 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؟

## ۲-۹-۱ 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 در صد 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 آموختش: آزمایشگاه خاک شناسی  
وسایل کمک آموختشی: 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 آب و ۱۷۵CC (برای پراکندگی ذرات) روی آن ریخته با آریتانور<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

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 ۱۰° درجه سانتی گراد به مدت ۸ تا ۲۴ ساعت فرار می دهیم تا کاملاً خشک شود.

۲- به هم زن

سیلت رسم می کنیم. با مشخص کردن عدد  $20^{\circ}$  روی ضلع رسن، خطی به موازات ضلع قبل (شن) رسم می کنیم و به همین ترتیب نیز برای سیلت عمل می کنیم. از تلاقی دو یا سه خط رسم شده، نقطه‌ای حاصل می شود که این نقطه در هر یک از قطعات مشخص شده قرار گیرد بافت خاک تعیین می گردد. بافت خاک نمونه، لوم تشخیص داده می شود.

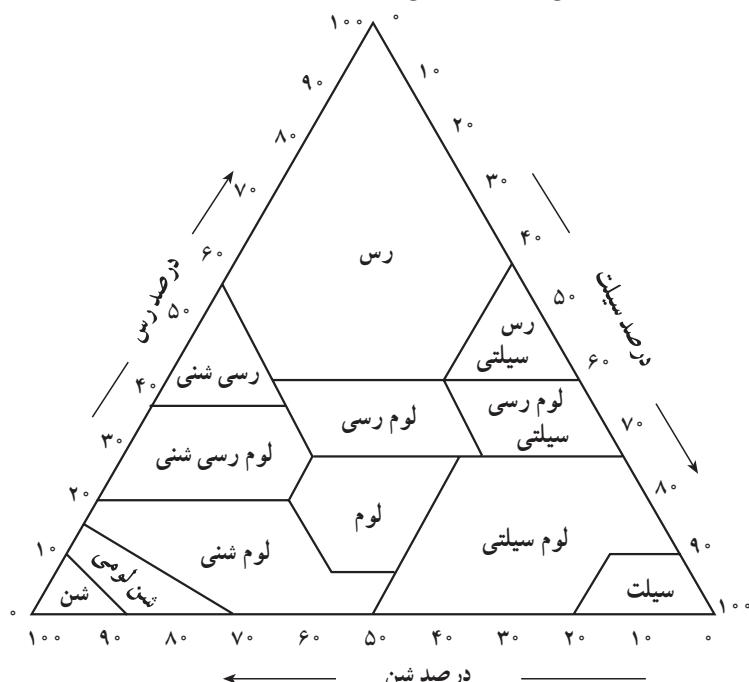
پاسخ: ابتدا وزن هر یک از ذرات را در  $100^{\circ}$  گرم محاسبه می کنیم.

$$4 \times 5 = 20 \quad \text{درصد مقدار رسن}$$

$$8 \times 5 = 40 \quad \text{درصد مقدار شن}$$

$$8 \times 5 = 40 \quad \text{درصد مقدار لای}$$

برای تعیین مقدار بافت خاک ابتدا عدد  $40^{\circ}$  را روی ضلع شن پیدا کرده و از آن نقطه خطی به موازات ضلع قبل یعنی ضلع



شکل ۱-۲۰  
مثلث بافت خاک



شکل ۱-۲۱— انواع الک که در تجزیه مکانیکی خاک مورد استفاده قرار می گیرند.

## 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.

### ۱-۱۱ 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.

## ۱-۱۱ 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.

## ۱-۱۲ عوامل مؤثر در تخریب ساختمان خاک:

هنگامی که پدیده‌های گوناگون مانند گرمای شدید، کشت و کار بی‌رویه و فشار ماشین آلات 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.

**۱-۹۳ 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 گف 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 گف 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

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

| نوع                    | شرح   | شكل | 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 مکعبهای با سطوح نامنظم است که معمولاً با ذرات کوچکتر شکسته می‌شوند.      |     | B          |
| مکعبی با زوایای نامنظم | 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 ۱-۲۲، تعریف و انواع مختلف ساختمان‌ها و محل تشکیل آنها

کار عملی: مشاهده ساختمان‌های مختلف در خاک

وسایل و مواد مورد نیاز:

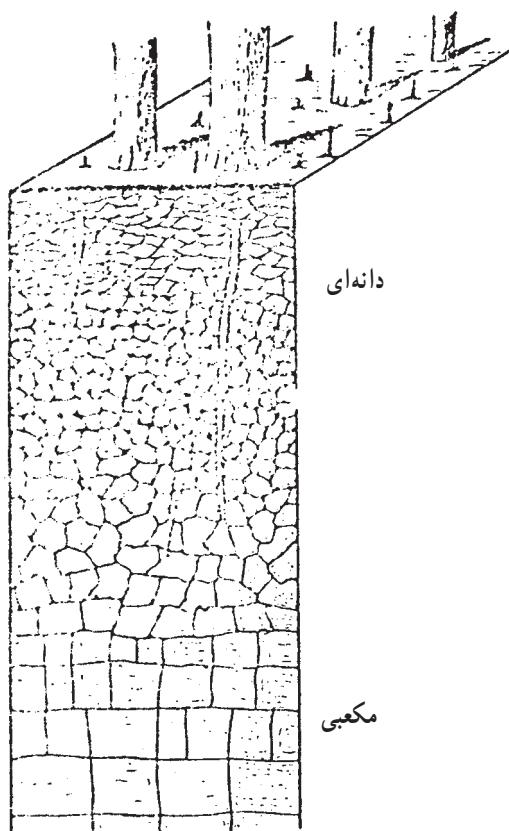
۱- ذره‌بین

۲- بیل

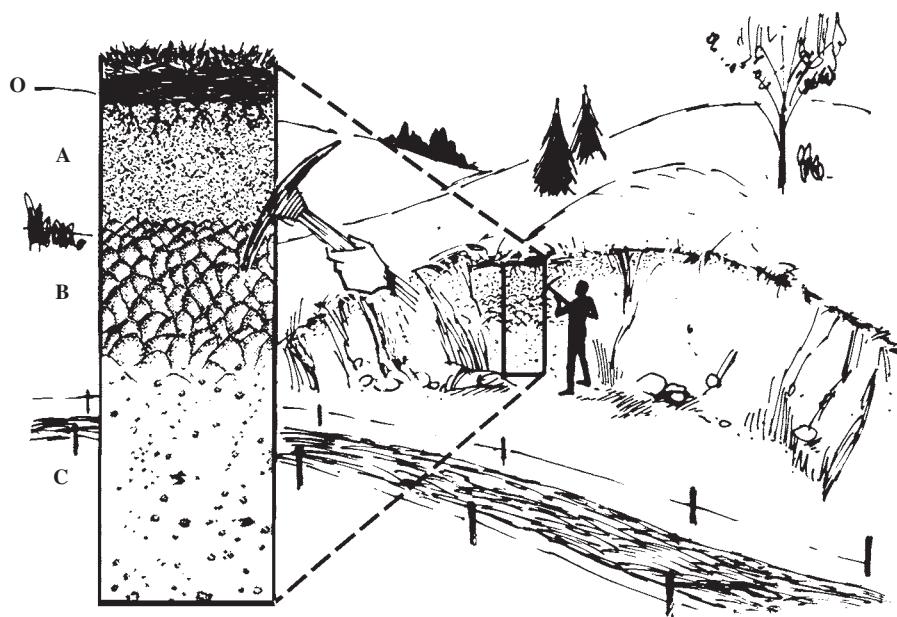
شرح:

۱- به داخل پروفیل حفر شده بروید یا از بریدگی‌های کنار جاده‌ها استفاده کنید.

۲- مشاهدات خود را یادداشت کنید.



شکل ۱-۲۳

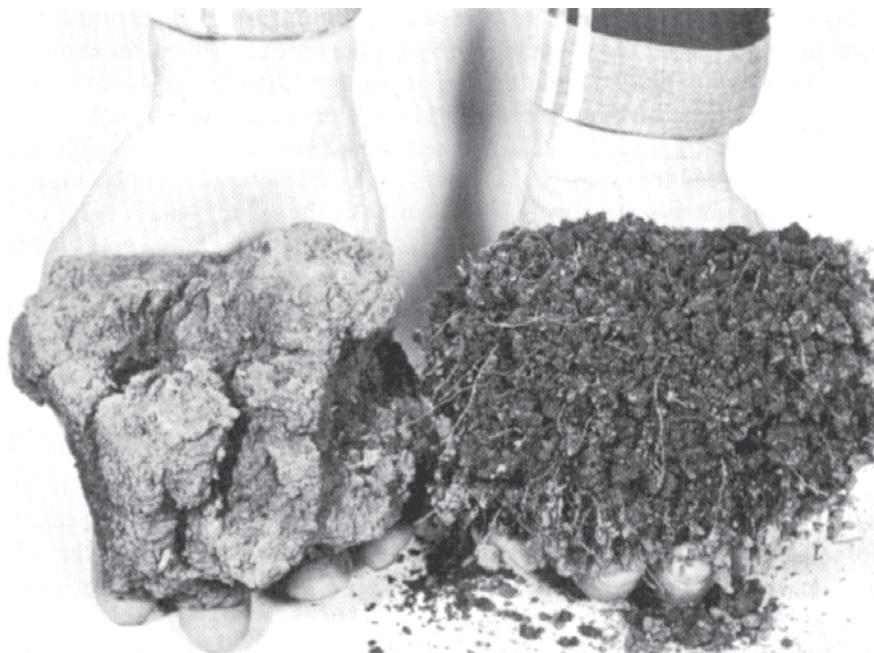


شکل ۱-۲۴ نمایش ساختمان خاک در کنار جاده

## 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 درآورید)
  - ۳- خاک یک چمنزار طبیعی یا زمین چمن (شنی نباشد) دهید.
  - ۴- خاک یک مزرعه که حاصلخیزی ضعیفی دارد
- شرح: (شنی نباشد)
- ۱- برای هر شیشه دو برابر حجم یک تخم مرغ خاک را داخل سیم‌های توری کیسه‌ای ببریزید.
  - ۲- در هر شیشه تا ۳ سانتیمتری لبه آن آب ببریزید.
  - ۳- کیسه‌های توری را به آرامی در داخل شیشه آب قرار دهید.
  - ۴- چه اتفاقی می‌افتد؟ یادداشت کنید.



ساختمان خاک بدون مواد آلی

ساختمان خاک دارای 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 تهشیش شدن می‌کند.

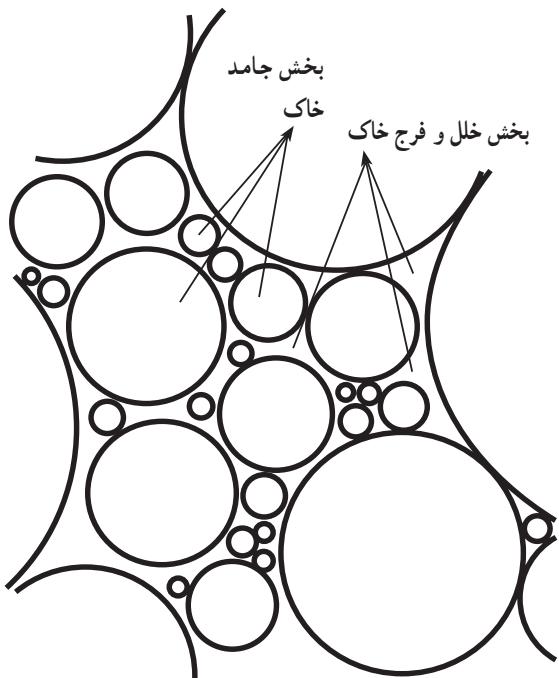
خاکی که از یک مزرعه در حال کشت است، به محض اینکه در آب داخل شیشه قرار گرفت، حالت توده‌ای خود را حفظ می‌کند و ساختمان آن در هم نمی‌ریزد که دقیقاً به علت وجود مواد آلی کافی در خاک است.

شکل ۱-۲۵

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

## ۱-۱۱ اجزای تشکیل دهنده خاک

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



شکل ۱-۲۶



شکل ۱-۲۷ اندازه مواد معدنی در خاک

زنده خاک و تنفس ریشه را تأمین می کند. 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 می یابیم.

- 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 می دهد.

### ۱-۱۱-۱ بخش جامد:

۱- مواد معدنی: شامل کانی های حاصل از ترکیب و تجزیه سنگ ها است که می تواند 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 می دهند و از نظر مواد غذایی غنی بوده با شستشو عناصر غذایی در آنها کمتر صورت می پزیرد در خاک های رسی به علت بدی تهیه و کمبود اکسیژن، مواد آلی دیرتر پوسیده می شوند. جانداران ریز و درشتی که در خاک زندگی می کنند (کرم ها، موریانه ها، حشرات، قارچ ها و غیره) همگی در اثر فعالیت خود باعث به وجود آمدن مواد آلی در خاک می شوند. به عنوان مثال باکتری ها و قارچ ها باعث پوسیدگی گیاهان در خاک شده مواد آلی بسیار ریزی به نام هوموس در خاک تولید می کنند. این مواد با جذب آب و نگهداری مواد غذایی باعث به هم چسبیدن ذرات معدنی خاک می شوند. مواد آلی نیز به علت ریزی جزء کلوئیدهای خاک محسوب می شوند.

۲- اکسیدهای آهن و آلومینینیم: آهن در توده بندی خاک های خشک دو نقش بازی می کند 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 توده‌ها هستند و به همین دلیل است که تشکیل توده‌ها در خاک‌های شنی و لای امکان‌پذیر نیست. کلوئیدها را از نقطه نظر قدرت سخت کنندگی یا چسبندگی آنها می‌توان در سه گروه ۱—کلوئیدهای رسی ۲—اکسیدهای آهن و آلومینیم ۳—کلوئیدهای آلی، دسته‌بندی کرد.

کلوئیدها اثر مثبت در دانه‌بندی و ثبات خاکدانه دارند که این اثر با کاهش اندازه آنها افزایش می‌یابد یعنی هر چه اندازه آنها کاهش یابد، سطح فعل آنها افزایش می‌یابد.

مهترین خاک‌هایی که در باغبانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، عبارتند از:

**۱—خاکبرگ:** از پوسیدن موادی نظیر برگ درختان، چمن‌های قیچی شده و غیره، حاصل می‌شود ارزش غذایی چندانی ندارد و تنها به منظور سبک و قابل نفوذ کردن خاک گلданی به کار می‌رود. (اصلاح فیزیکی خاک)

**۲—پیت (تورب):** از بقایای گیاهان آبزی باتلاقها و مرداب‌ها که زیر آب به حالت نیمه پوسیده و تعزیزه شده به جا مانده است تشکیل می‌شود و خرد شده آن را پس از استخراج در ترکیبات گلدانی به کار می‌برند.

تورب‌ها بر حسب پوسیدگی، مقدار مواد معدنی و درجه اسیدی بودن متفاوتند که در ایران (پیت خزه Peatmoss) از همه معروف‌تر بوده و دارای رنگ قهوه‌ای است.

ده برابر وزن خشکش ظرفیت نگهداری آب دارد. بنابراین، بیشتر به منظور نگهداری آب به خاک گلدان‌ها اضافه می‌شود.

**۳—خزه اسفانگنوم:** بقایای خشک شده گونه‌های مرداب‌های اسیدی جنس اسفانگنوم است که ظرفیتی حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر

منعقد کننده انجام وظیفه می‌کند ۲—آهن شلاته (کلاته) شده عمل چسباندن واحدهای منعقد شده را انجام می‌دهد که در این مورد کاری از مواد آلی ساخته نیست.

**۳—مواد آلی:** اثر مثبت مواد آلی در توده‌بندی و ثبات توده‌ها بر کسی پوشیده نیست مواد آلی به تنها یا در رابطه با رس تشکیل پیوند پیچیده کمپلکس‌های رس—مواد آلی را می‌دهند که مهمترین رل در ایجاد توده‌بندی 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 ۲٪ میلیمتر در خاک است.

در تمام مینرال‌های رس دو واحد اصلی یافت می‌شود که عامل ایجاد شکل ساختمانی مشخص را برای یک رس معین می‌کند. یکی از این دو واحد سیلیکن Si و آلومینیم Al است.

واحد  $\text{Si}^{++++}$  به وسیله اکسیزن و واحد آلومینیم  $\text{Al}^{+++}$  به وسیله OH احاطه شده‌اند از جاشینی  $\text{Al}$  به جای Si بار منفی در سطح رس ایجاد می‌شود. خاک‌هایی را که بیش از ۴٪ رس داشته باشند، رسی می‌نامند. بخش عمده رس، خاک کلوئیدی است به این معنی که از ذراتی چنان ریز تشکیل یافته که عکس العمل سطحی فراوانی از خود نشان می‌دهد. درخشش و تلاؤ رس را در حالت انتشار می‌توان با چشم بی‌سلاح یا در زیر اوالترا میکروسکوپ مشاهده کرد. رس‌ها را به طور کلی می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

**۱—رس‌های ۱:۱ گروه کائولینی که دارای یک واحد Si و یک واحد Al هستند.**

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

**۲—گروه رس‌های ۱:۲:** که شامل ایلیت—ورمی کولايت—مونت موریلوبنیت است که رس‌های نوع دوم هم دارای سطح خارجی و هم دارای سطح داخلی (بین دو واحد) بیشتر است.

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

۴-۶ مخلوط مناسب بذرکاری در هوای آزاد:

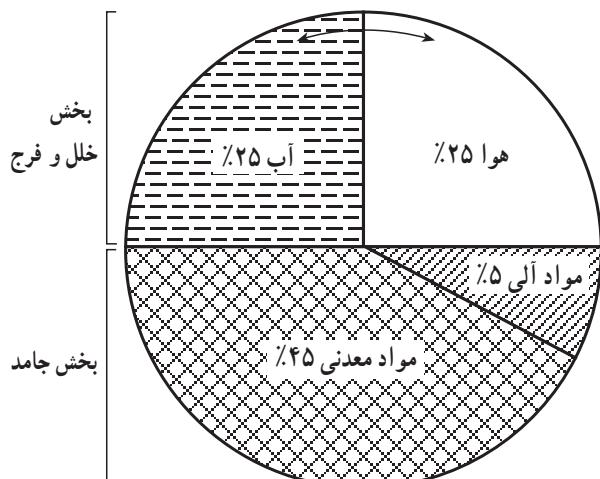
$$\frac{1}{3} \text{ خاکبرگ} + \frac{1}{3} \text{ ماسه} + \frac{1}{3} \text{ خاک باغچه}$$

۵-۶ مخلوط مناسب کلی برای اکثر گیاهان گلدانی:

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

## ۱-۱۱ 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 ۱-۲۸ 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 ۱-۲۸ نمایش اجزای تشکیل دهنده خاک

وزنش جذب آب می‌کند.

حاوی چند ماده اختصاصی قارج 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  $1/5$  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 سله 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 می‌گزدد و بدون آنکه محیط کشت را مرتکب 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- برای کشت قلمه‌های ریشه‌دار و نهال‌های بذری:

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

۲- برای درختان و درختچه‌های گلدانی: یک قسمت ماسه + دو قسمت خاک لیمونی + یک قسمت خاکبرگ

۳- مخلوط مناسب بذرکاری در جعبه کاشت:

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

قرار گرفتن آنها دارد که به طور 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 نقل حرکت کرده و محل ذخیره هوا در خاک است. منافذ درشت دارای قطری بیش از  $60\text{ mm}$  میلیمتر هستند. قابلیت نگهداری آب در این منافذ تحت تأثیر نیروی نقل زمین به طرف پایین قشر تحتانی حرکت می‌کنند. این منافذ از نقطه نظر تبادل گاز بین خاک و آتمسفر تنفس ریشه گیاه و فعالیت میکرووارگانیزم‌ها 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 کارآیی دارد. قطر این منافذ بین  $10\text{--}60\text{ mm}$  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 نگهداشته و آن را در موقع لزوم در اختیار گیاه قرار می‌دهد. این منافذ دارای قطر کمتر از  $2\text{ mm}$  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.

## جدول ۱-۷ وضعیت هوای خاک

| منطقه      | مقدار گاز بر حسب درصد حجم کل هوا | N <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
|------------|----------------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| هوای خاک   | 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 آتمسفر

آزمایش: مشاهدات ذرات خاک و خلل و فرج بین آنها  
آزمایش شماره ۸

وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- ذره‌بین قوی یا میکروسکوپ

۲- انواع خاک (رسی، شنی، متوسط)

شرح:

۱- هریک از خاک‌ها را با ذره‌بین به دقیق 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؟

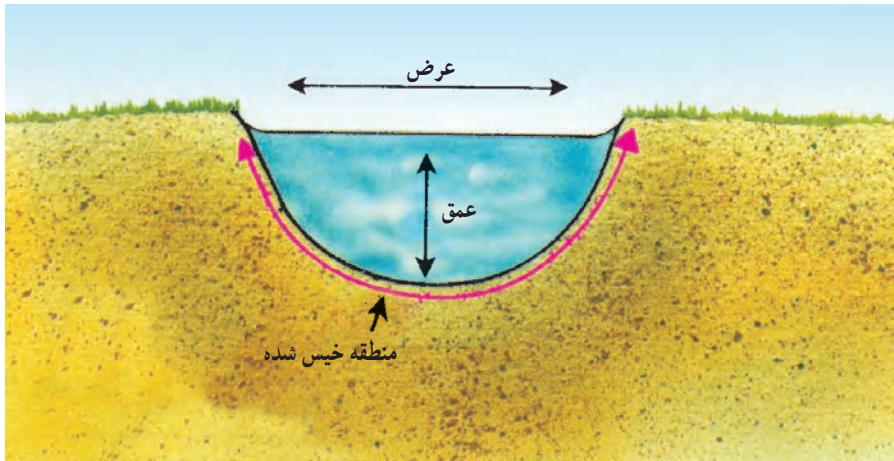
۲- با خروج حباب‌ها، به حجم کدام جزء خاک افزوده می‌شود؟

اندازه خلل و فرج بستگی به اندازه ذرات خاک و طرز

## جدول ۸— پراکندگی تخلخل در وضعیت مطلوب

| وضع تخلخل مطلوب         |  |                                 |                    |                    |                   | نقش خلل و فرج | قطر خلل و فرج بر میلیمتر | رده‌بندی خلل و فرج |
|-------------------------|--|---------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------------|
| آبیاری در آب و هوای خشک | مناطق بسیار مرطوب یا آبیاری در آب و هوای مرطوب | مناطق مرطوب با آب زیرزمینی بالا | مناطق بلند و مرطوب | آب و هوای نیمه خشک |                   |               |                          |                    |
| زیاد                    | زیاد   | زیاد                            | میانه              | میانه              | تهویه و نفوذ      | <۰/۰۶         | درشت                     |                    |
| میانه                   | میانه  | زیاد                            | میانه              | میانه              | آبرسانی(هدایت آب) | ۰/۰۱_۰/۰۶۰    | متوسط                    |                    |
| میانه                   | کم   | کم                              | میانه              | زیاد               | پسانداز آب        | ۰/۰۰۰۲        | ریز                      |                    |

جدول فوق شمایی از وضع مناسب حفره‌ها در شرایط اقلیمی گوناگون نشان می‌دهد. در جدول فوق مطالب از لحاظ کمی مورد نظر نیست.



شکل ۲۹ - ۱ نفوذپذیری آب در خاک

سرعت این کار بسیار حائز اهمیت است. نفوذپذیری به ضخامت لایه آب بالای خاک، مقدار و اندازه روزنامه های خاک، مقدار رطوبت خاک، پوشش گیاهی و شیب زمین بستگی دارد. در ابتدا که خاک خشک است، آب به سرعت نفوذ می کند. ولی پس از ۳۰-۲۰ دقیقه فضای موجود در خاک با آب پرشده و نفوذ کاهش می یابد. بعد از یک تا دو ساعت آب به مقدار ثابت و به طور آهسته نفوذ می کند. این مرحله را میزان نفوذ دائمی می نامند که در خاک های مختلف متفاوت است.

#### جدول ۹ - میزان سرعت نفوذ آب در خاک های مختلف

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

#### ۱۲-۱ نفوذپذیری<sup>۱</sup>

آیا هرگز پس از یک بارندگی به سطح خاک های مختلف دقت کرده اید؟

به نظر شما چرا در بعضی خاک ها 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 می شود؟ همانطور که حدس زدید، عواملی که به نوع خاک بستگی دارد، در این پدیده اثر می گذارد. اثر مجموعه این عوامل را تحت عنوان نفوذپذیری می شناسیم.

#### ۱۲-۱-۱ تعریف: نفوذپذیری

عبارت است از ورود آب از سطح خاک به داخل آن که بر حسب ارتفاع آب در واحد زمان (مثلاً سانتیمتر در ساعت) بیان می شود.

در تمام روش های آبیاری، به جز آبیاری زیرزمینی، آب روی سطح خاک جریان یافته و به تدریج در آن نفوذ می کند 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

**روش کار:**

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



شکل ۱-۳۰ نحوه کارگذاشتن 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 فرورد.
- 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 بهم خوردن سطح خاک) و تا حدود ۱۲-۱۵ سانتیمتر آب ریخته و نایلون را بردارید.
- ۶- به کمک خطکش عمق آب را اندازه گیری کرده و این کار را در زمان های مشخص تکرار کنید.
- ۷- وقتی حدود ۲-۵ 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 ۱-۱ مقایسه شود)

موقع انتخاب روش آبیاری، دانستن میزان نفوذ بسیار حائز اهمیت است. خاک هایی با میزان نفوذ کم (تا ۱۰ میلیمتر در ساعت) یا متوسط (بین ۱۰ تا ۳۰ میلیمتر در ساعت) برای آبیاری سطحی مناسبند. خاک هایی که میزان نفوذ آنها زیاد است (بیش از ۳۰ میلیمتر در ساعت) برای آبیاری بارانی یا قطره ای مناسب هستند. در حالت اخیر به خاطر نفوذ سریع آب در خاک، با روش آبیاری سطحی نمی توان آب را به طور یکنواخت و مناسب توزیع کرد.

**آزمایش شماره ۱۰**

- ۱۲-۲ اندازه گیری نفوذپذیری خاک به روش استوانه مضاعف:** عمق آب قابل نفوذ به خاک در زمان معین (سرعت نفوذ) به کمک دو استوانه متحدد مرکز اندازه گیری می شود. این استوانه ها 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 استوانه ها معمولاً ۴۰ سانتیمتر است که ۱۵-۱۵ سانتیمتر آن به داخل خاک رانده می شود. به جای استوانه بیرونی می توان از ابناشته کردن خاک و ساختن پشتہ ای به موازات استوانه میانی استفاده کرد. اندازه گیری ها در زمان های مختلف از استوانه میانی صورت می گیرد. لب این استوانه ها مثل کارد تیز می شود تا به راحتی بتوان آنها را با حداقل بهم خوردنگی خاک به داخل آن فرو برد.

(شکل ۱-۳۰)

اندازه گیری ها 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 می گیرد و نتایج آن بر روی محورهای مختصات نشان داده می شود.

**آزمایش شماره ۱۱**

- مواد و لوازم مورد نیاز:** استوانه مضاعف، چکش مخصوص، درپوش استوانه مضاعف، خطکش زمان سنج، سطل آب، پارچه

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

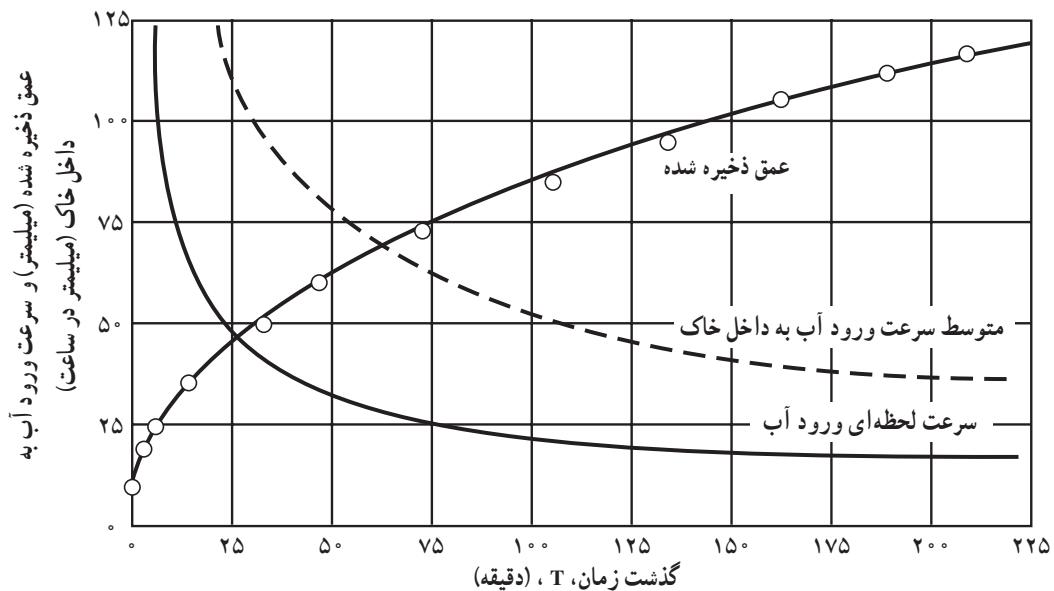
مثال:  
 محل آزمایش: مزرعه هنرستان  
تاریخ: مرداد ۱۳۷۷

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              |        |            |
| ۱۰:۱۶        | ۱      |            | ۲۴/۹            | ۱۱     | ۱۱         |
| ۱۰:۱۸        | ۲      | ۳          | ۲۴/۲            | ۷      | ۱۸         |
| ۱۰:۲۲        | ۴      | ۷          | ۲۳/۴            | ۸      | ۲۶         |
| پرکردن مجدد  | ۸      | ۱۵         | ۲۷/۱            |        |            |
| ۱۰:۳۰        |        |            | ۲۶              |        |            |
|              | ۱۸     | ۳۳         | ۲۶              | ۱۱     | ۳۷         |
| ۱۰:۴۸        |        |            | ۲۴/۶            | ۱۴     |            |
| پرکردن مجدد  | ۱۴     | ۴۷         | ۲۷              |        | ۵۱         |
|              | ۲۷     | ۷۴         | ۲۶/۲            |        | ۵۹         |
| ۱۱:۰۲        |        |            |                 | ۱۴     |            |
| ۱۱:۲۹        | ۳۱     | ۱۰۵        | ۲۴/۸            |        | ۷۳         |
| ۱۲:۰۰        |        |            | ۲۳/۸            | ۱۰     | ۸۳         |
| پرکردن مجدد  | ۲۹     | ۱۳۴        | ۲۸              | ۱۱     |            |
| ۱۲:۲۹        |        |            | ۲۶/۹            |        | ۹۴         |
|              | ۲۸     | ۱۶۲        |                 | ۹      |            |
| ۱۲:۵۷        | ۲۶     | ۱۸۸        | ۲۶              | ۷      | ۱۰۳        |

۱-۱۰) ثبت و محاسبات مربوطه را انجام و منحنی نفوذ تجمعی آن را رسم کنید. مثل شکل (۱-۲۹)

۹- استوانه‌ها را پس از خارج کردن از خاک شستشو دهید.  
۱۰- برداشت‌های آزمایش را در جدولی مثل جدول



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

## (گرم) وزن کلوخه

$$\frac{\text{سانتیمتر مکعب}}{\text{cc}} \times \text{حجم آب جابجا شده} = \text{وزن مخصوص ظاهری}$$

رابطه بین تخلخل و وزن مخصوص ظاهری از رابطه زیر

به دست می‌آید:

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

یا

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

وزن مخصوص حقیقی بین  $2/6$  تا  $2/7$  گرم بر سانتیمتر

مکعب (کیلوگرم بر متر مکعب  $1000 \times 2/6$ ) وجود اکسیدهای

آهن و سایر مینرالهای سنگین، وزن مخصوص خاک را افزایش می‌دهد و مواد آلی وزن مخصوص را کاهش می‌دهد.

وزن مخصوص ظاهری از وزن مخصوص حقیقی کمتر

است. نصف وزن مخصوص حقیقی یعنی  $1/3$  گرم بر سانتیمتر مکعب (کیلوگرم بر متر مکعب  $1000 \times 1/3$ ).

وزن مخصوص ظاهری در خاکهای سنی  $1/6$  و در

خاکهای رسی کاملاً دانه‌بندی شده ممکن است تا  $1/1$  گرم بر سانتیمتر مکعب کاهش یابد. هرچه خاک فضای خالی بیشتری

داشته باشد، وزن مخصوص ظاهری کمتری خواهد داشت. در

خاکهای درشت بافت تخلخل کمتر از خاکهای با بافت ریز است ولی اندازه خلل و فرج در خاکهای سنی بزرگتر خواهد

بود. جدول در بالای صفحه گویای مطالب فوق است.

آزمایش: تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک

آزمایش شماره ۱۲

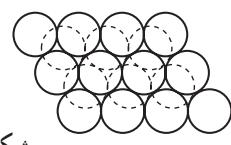
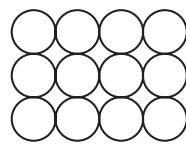
وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کلوخه خاک

۲- مزور  $25^{\circ}$  سی سی (استوانه مدرج)

## ۱-۳ وزن مخصوص

می‌دانیم 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 مسئله 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 بدیم. مقداری گلوله‌های گرد ریزمانند دانه‌های شن را روی هم بریزید، چه چیزهایی را مشاهده می‌کنید؟



شکل ۱-۳۲

یادداشت کنید. مسئله مهم این است که دانه‌ها کاملاً به هم نمی‌چسبد و بین آنها فضای خالی وجود دارد و این فضای خالی باعث عبور آب و هوا در خاک می‌شود 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 می‌کنیم، یعنی فضاهای خالی نیز جزء حجم خاک منظور و در اندازه‌گیری دخالت دارند. ۲- وزن مخصوص حقیقی<sup>۲</sup> که فقط در آن وزن مخصوص ذرات خاک به دست می‌آید و اثر فضای خالی را در تعیین وزن مخصوص درنظر نمی‌گیریم.

| وزن مخصوص ظاهری | درصد خلل و فرج              |  |
|-----------------|-----------------------------|--|
| %۵۵ - %۶۲       | $1/2 - 1 \text{ gr cm}^3$   |  |
| %۵۴ - %۴۶       | $1/4 - 1/2 \text{ gr cm}^3$ |  |
| %۴۰ - %۴۶       | $1/6 - 1/4 \text{ gr cm}^3$ |  |
| کمتر از %۴۰     | $1/7 - 1/6 \text{ gr cm}^3$ |  |

۱- جرم واحد حجم ( $1\text{cm}^3$ ) خاک طبیعی (دارای خلل و فرج) را وزن مخصوص ظاهری می‌گویند.

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

- ۳- نصف پیکنومتر را از آب خالی کرده و خاک را روی آن ببریزید.
  - ۴- به وسیله پمپ خلاً 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:
- $$\frac{\text{وزن خاک خشک}}{(\text{وزن آب پیکنومتر} + \text{وزن خاک}) - (\text{وزن آب و خاک و پیکنومتر})} = \text{وزن مخصوص حقیقی}$$



شکل ۱-۳۳ ا نوع پیکنومتر

- ۳- نخ قرقه
  - ۴- پارافین جامد
  - ۵- ترازوی دقیق
  - ۶- 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 بیندید.
  - ۳- پارافین جامد را بر روی چراغ گاز یا الکلی ذوب کنید.
  - ۴- کلوخه را یک لحظه در داخل پارافین گذارد سریعاً خارج کنید چه چیزی مشاهده می‌کنید؟
  - ۵- پس از چند دقیقه کلوخه را در داخل مزور که قبلًاً تا حجم ۲۰۰ cc از آب پرشده 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:
- $$\frac{\text{وزن کلوخه خشک}}{\text{حجم کلوخه بدون پارافین} (\text{حجم آب جایه‌جا شده})} = \text{وزن مخصوص ظاهری}$$

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 خلاً

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 بساید.

## آزمون نهایی

۱- ذرات تشکیل دهنده خاک را نام برد و ابعاد هریک را بنویسید.

۲- بافت خاک چیست؟

۳- با داشتن الكلهای ۲ میلیمتر و ۵٪ میلیمتر چه ذراتی را می‌توانید جدا کنید؟

۴- خاک را تعریف کنید.

۵- تخریب یولوژیکی چیست؟

۶- پروفیل خاک را تعریف کنید.

۷- خاک تحت ارض 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 برنمی‌داریم؟

۱۲- تفاوت وزن مخصوص ظاهری و طبیعی در چیست؟

۱۳- نتایج تعزیه مکانیکی خاک نشان می‌دهد 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 می‌شود از طریق لمس تخمین بزنید.

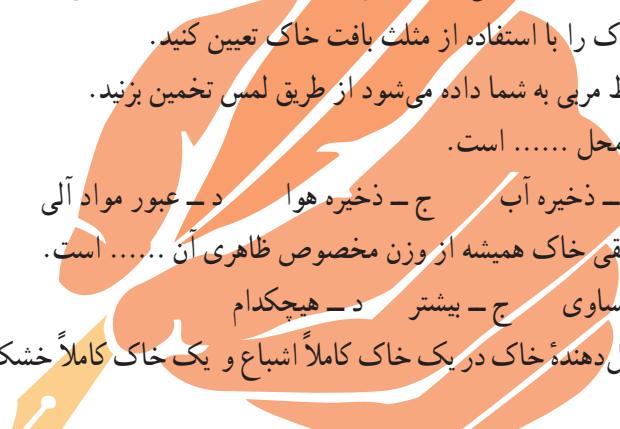
۱۵- خلل و فرج درشت محل ..... است.

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 - هیچگدام

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- جزوی خانم مهندس شهلا منوچهری اسلامی داشکده کشاورزی شهید چمران اهواز

۴- جزوی مهندس علیرضا افتخار رئیس گروه خاک‌شناسی کشاورزی شهید چمران اهواز

۵- جزوی آقای دکتر قدمعلی یزدانی کچویی 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 فراغیران انتظار می‌رود که:
- ۱- اسیدیته خاک را تعریف کرده و با روش‌های گوناگون آن را اندازه‌گیری کنند.
  - ۲- سوری و قلیایی بودن خاک را تعریف کرده و میزان آن را تعیین کنند.

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

توجه:

برای درک بهتر این فصل هنرجویان بایستی بازدیدهایی از خاکهای سور، قلیا و سور 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  
(ج) یخچال‌ها

(ب) یخ‌بندان و باران  
(د) همه موارد

۳- باکتری جزء کدام دسته است؟

(الف) حیوانات درشت  
(ج) گیاهان ریز

(ب) حیوانات 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  
(ج) سیلت، شن، رس

(ب) شن، رس، سیلت  
(د) هوموس، هوای 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  
(ج) ۲۰-۳۰ سانتیمتر در ساعت

(ب) ۱۵-۲۰ 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 غیرآلی و آلی، هوا، آب و میکروارگانیزمها است. تمام این اجزا بر یکدیگر اثر می‌گذارند. واکنش‌های مواد جامد بر کیفیت هوا و آب اثر گذاشته و میکروارگانیزمها 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 کلیه 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، طریقه 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. به طوری 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.

**۱-۲-۲- تهیه عصاره اشیاع**

آزمایش شماره ۱۴

وسایل و مواد مورد نیاز:

کاغذ صافی

سطل پلاستیکی

کاردک

آب فشن

بشر cc ۱۰۰ سانتیمتر مکعب

ترازوی دقیق

بهمن زن شیشه‌ای

CIF بوخر و لوازم مربوط به آن (پمپ خلا)

آزمایش

۱- برای تهیه عصاره اشیاع 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 بروی آب مقطر اضافه کنید و در  
همین حال، مخلوط آب و خاک را با کاردک تمیزی به هم بزنید تا**۱-۲ خواص شیمیایی خاک**

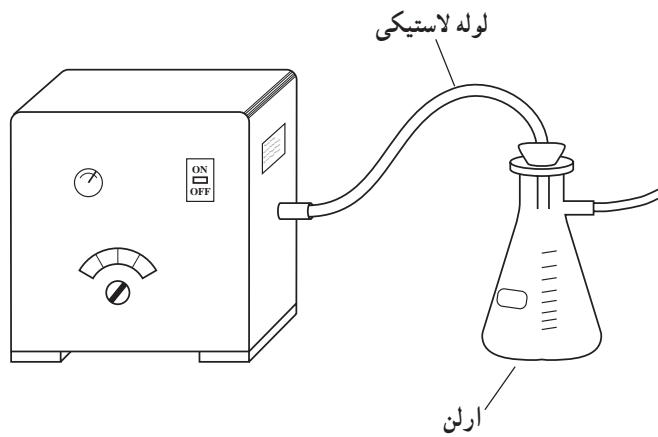
خواص شیمیایی خاک، مبحث گسترده‌ای به نام شیمی خاک را تشکیل می‌دهد و شامل کلیه فعل و افعال شیمیایی محیط خاک است.

از خواص شیمیایی خاک در اینجا 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- 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.

به طور معمول، نسبت‌های مختلفی بین آب و خاک انتخاب می‌شود مانند اشیاع، 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 ۲ - پمپ خلا



شکل ۱ - ۲ وسایل عصاره‌گیری

۳-۲-۲ طرز تهیه عصاره یک به پنج  
 ۱- ۵ گرم خاک مورد آزمایش را وزن کنید.  
 ۲- بر روی آن ۲۵ سانتیمتر مکعب آب مقطر اضافه کنید.

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

### ۳-۲ مفهوم pH

همان طور که می دانید یون  $H^+$  عامل اسیدی و یون  $OH^-$  یک عامل بازی است. چنانچه این دو یون با هم ترکیب شوند، آب به دست می آید 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، همیگر را خنثی می کنند. 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 می سنجند و روی اسیدی و قلیایی بودن محلول قضاوت می کنند.

pH محلول از صفر تا ۱۴ متغیر است. امروزه اندازه گیری pH خاک یکی از ضروریات شناسایی و وضعیت خاک است.

به صورت گل یا خمیر درآید. اگر با کاردک مقداری از آن را بردارید و کاردک را برگردانید به راحتی از آن جدا می شود و گل به کاردک نمی چسبد.

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 بوخرنی که در آن کاغذ صافی قرار دارد، بریزید.

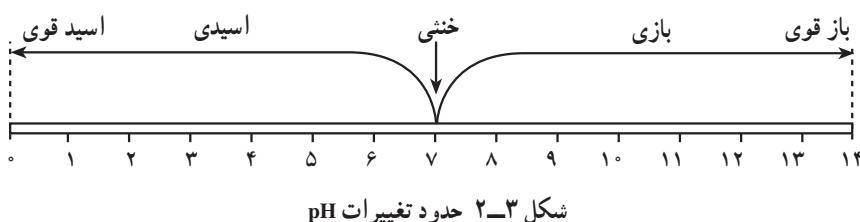
۷- سپس قیف را در روی ارلنی که به پمپ خلاً متصل است قرار دهید.

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

۲-۲-۲ طرز تهیه عصاره یک به یک  
 ۱- ۲۰۰ گرم خاک مورد آزمایش را وزن کنید.  
 ۲- ۲۰۰ سانتیمتر مکعب آب مقطر بر روی خاک بریزید.

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

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



جدول ۱ - pH خاک‌های مختلف

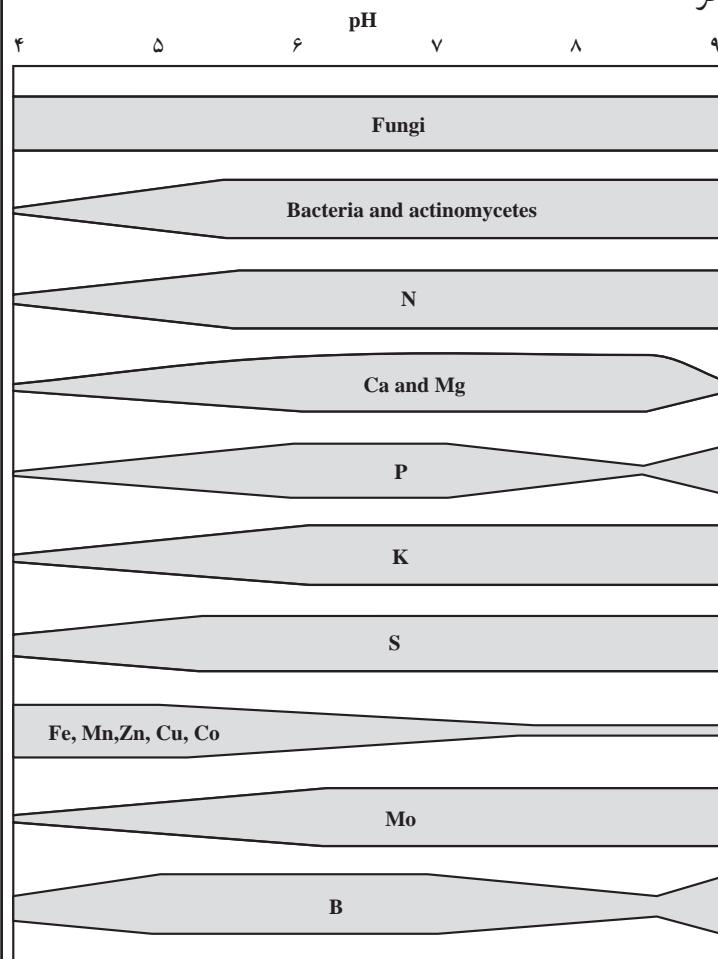
| pH مناسب   | نوع خاک                                |
|------------|--|
| حدود ۷     | خاک‌های رسی سنگین، خاک‌های لومی رسی    |
| حدود ۶/۵   | خاک‌های لومی شنی                       |
| حدود ۶     | خاک‌های شنی لومی                       |
| حدود ۵/۵-۶ | خاک‌های شنی با هوموس کم                |
| حدود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

**۲-۳-۱ 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 قلیابی تا نزدیک ۱۱ می‌رسد ولی این حداقل و حداکثرها استثنایی است. pH معمولی خاک‌ها در مناطق مرطوب ۷-۵ و در مناطق خشک ۷-۹ 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.



شکل ۴-۲ 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.

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

**ب - عوامل قلیایی زا:** هر واکنش یا عملی که مقدار کاتیون‌های بازی مثل  $(Ca)_{++}$ ,  $(Mg)_{++}$ ,  $K_+$  و  $Na_+$  را در خاک افزایش دهد، باعث بالا رفتن  $pH$  می‌شود. مثلاً تجزیه و تخریب سنگ‌های مادری و مواد معدنی بازی و عدم شستشوی آنها، همچنین اضافه کردن آهک و آبیاری با آب‌هایی که دارای مواد بازی هستند، نمونه‌هایی از عوامل قلیایی زا در خاکند.

عوامل قلیایی زا در مناطق خشک که میزان تبخیر بیش از میزان بارندگی است بیشتر به چشم می‌خورد. 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 می‌گیرد. در خاک‌های معدنی، مخصوصاً اگر در تابستان زیرکشت باشند، به علت فعالیت موجودات ذره‌بینی و ترشحات ریشه گیاهان،  $pH$  نسبت به زمستان کاهش می‌باید.

**۳ - اندازه‌گیری  $pH$ :** خاک را معمولاً به دو روش تعیین می‌کنند:

**۱ - روش کالریمتری (رنگ‌سنگی):** با توجه به این که معرف‌ها در  $pH$ ‌های مختلف تغییر رنگ می‌دهند، از این خاصیت برای سنجش  $pH$  استفاده می‌شود.

**۲ - روش الکترومتری:** این روش، دقیق‌ترین روش اندازه‌گیری  $pH$  است. پس از تنظیم دستگاه، عصاره خاک را به آن داده و عدد  $pH$  را از روی صفحه  $pH$  متر می‌خوانند.

### ۲-۳-۳ عوامل مؤثر در ایجاد $pH$ خاک

**الف - عامل اسیدی:** عامل اصلی ایجادکننده حالت اسیدی یون‌های  $H^+$  و  $Al^{+++}$  است که در کنار هم می‌توانند خاک را به شدت اسیدی کنند. در خاک‌های نیمه اسیدی  $H^+$  همراه با  $Al(OH)^{++}$  و  $Al(OH)_2^+$  عمل می‌کنند.

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

به طور خلاصه زیادی  $H^+$  و  $Al^{+++}$  خاک را اسیدی و زیادی کاتیون‌های قلیایی آن را قلیایی می‌کند.

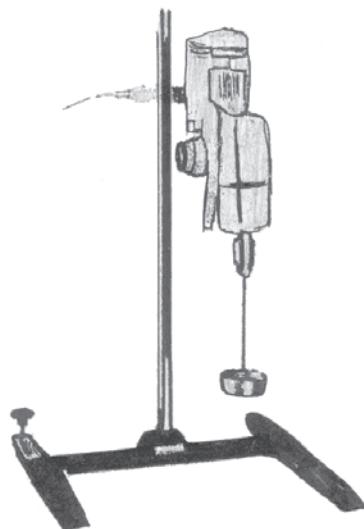
### ۲-۳-۴ عوامل مؤثر در تغییر $pH$ خاک

**۱ - عوامل عده:** عوامل عده تغییردهنده  $pH$  خاک را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد:

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

اسیدهای معدنی قوی مانند اسیدسولفوریک و اسید نیتریک که هم از طریق تجزیه مواد آلی حاصل شده و هم از اثر موجودات ذره‌بینی روی بعضی کودهای شیمیایی حاصل می‌شود، می‌توانند در خاک شرایط اسیدی ایجادکنند. آشوبی خاک نیز باعث تغییر  $pH$  آن می‌شود زیرا کاتیون‌های بازی را شستشو داده و از خاک خارج می‌کند.

بنابر مطالب فوق اثر عوامل اسیدزا از جمله رطوبت زیاد،



شکل ۵ - ۲ بهمزن الکتریکی (آزیباتور)



شکل ۶ - ۲ یک نوع دستگاه بهمزن الکتریکی

بهمزن الکتریکی

کاغذ یونیورسال

شرح:

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

آزمایش: تعیین pH چند نوع خاک به روش رنگ سننجی

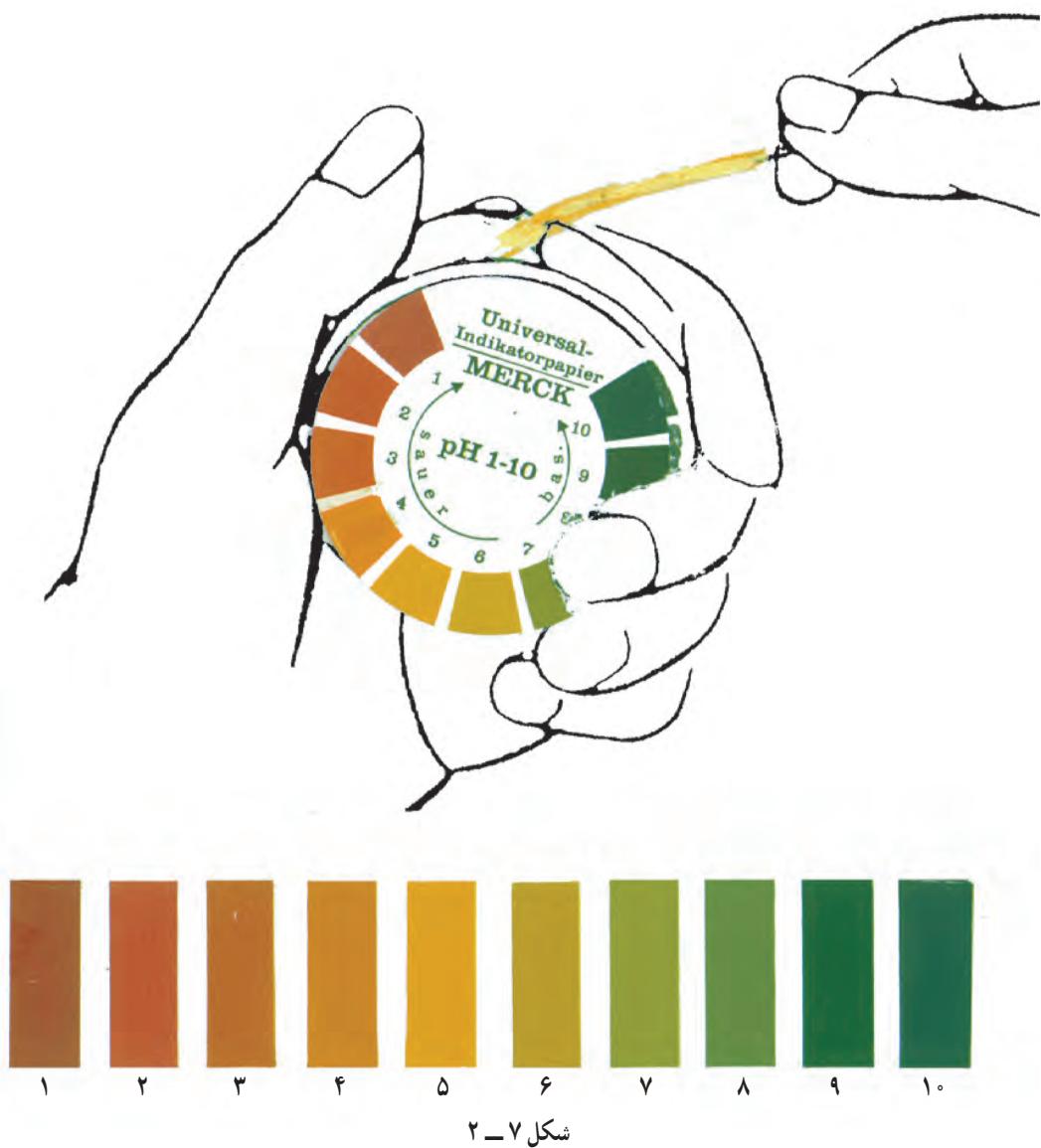
(کالریمتری) در آزمایشگاه و مزرعه با استفاده از کاغذ یونیورسال

آزمایش شماره ۱۵

وسایل و مواد مورد نیاز:

ارلن یا بشر

- 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.
- ۶- چند دقیقه بشدت آن را تکان دهید.
- ۷- پس از ته‌نشین شدن ذرات، ۲cc از مایع رویی را بردارید (از کاغذ صافی عبور دهید یا از طریق سانتریفیوژ به دست آورید).

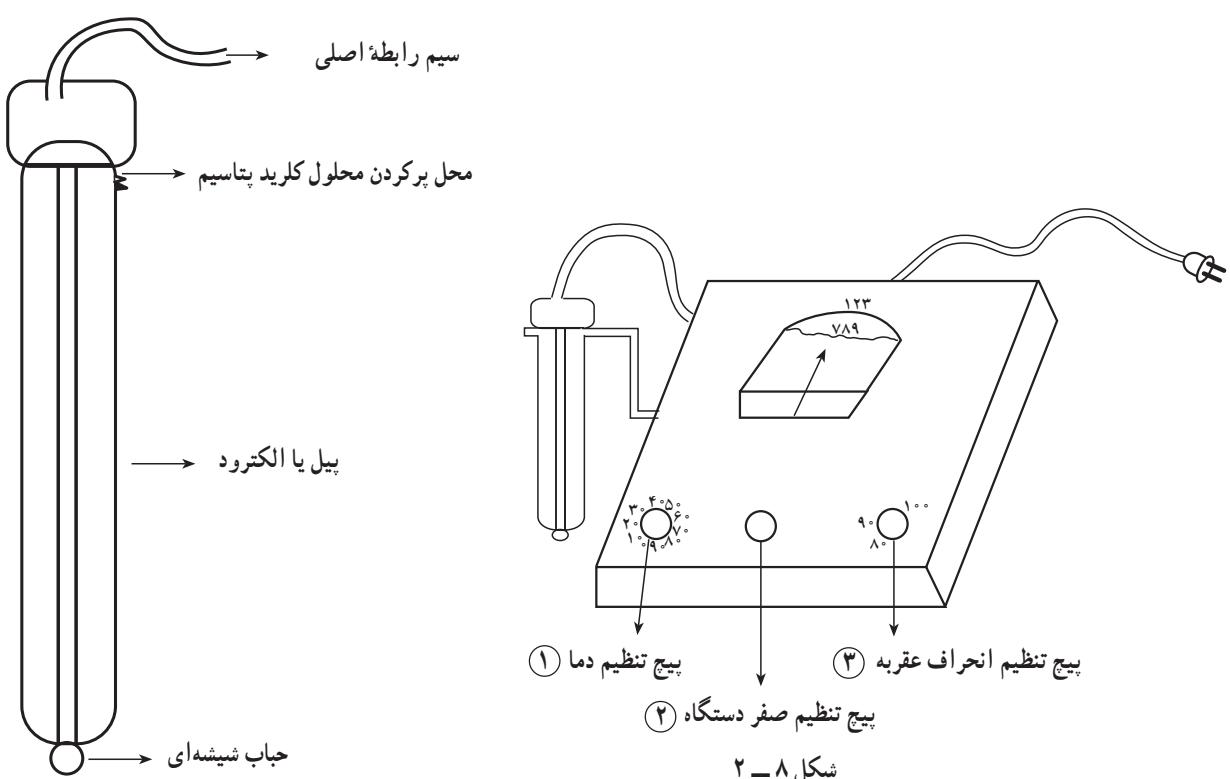


شکل صفحه بعد شمای دستگاه را نشان می‌دهد. دستگاه دارای سه پیچ اصلی است. پیچ شماره یک پیچ تنظیم دما، پیچ شماره ۲ پیچ تنظیم صفر دستگاه و پیچ شماره ۳ پیچ تنظیم انحراف عقربه است. قبل از استفاده از الکترود، اعمال زیر را انجام دهید.

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

- خشک کنید.
- ۳- سطح داخل بشر  $10^{\circ}$  میلی لیتری را با آب مقطر بشوید و با کاغذ صافی خشک کنید.
- ۴-  $3^{\circ}$  تا  $4^{\circ}$  میلی لیتر از محلول بافر  $pH = 7$  را داخل بشر برینزید.
- ۵- درجه حرارت محلول بافر را توسط دماسنجد 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  $20^{\circ}$  تا  $40^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد باشد در بیشتر از این درجه حرارت، الکترود آسیب می‌یند.
- ۷- الکترود را در حالی که با گیره متصل است، داخل محلول بشر بافر  $pH = 7$  فرو بیرید.

- ۱- سریوش لاستیکی آن را جدا کنید.
- ۲- در صورتی که حباب هوا داخل محلول الکتروولیت الکترود باشد آن را با تکان دادن مانند پایین آوردن جبوه دماسنجد طبی از بین بیرید.
- ۳- داخل الکترود باید از محلول کلرید پتاسیم  $3/5$  تا  $4$  مولار پر باشد در غیر این صورت، آن را پر کنید. پر کردن به طرق مخصوص که روی شکل نشان داده شده، صورت می‌گیرد.
- تنظیم (استاندارد) کردن  $pH$  متر: قبل از استفاده از  $pH$  متر برای اندازه‌گیری  $pH$  محلولها، باید آن را کاملاً تنظیم (استاندارد) کرد. این عمل به ترتیب زیر انجام می‌گیرد.
- ۱- الکترود آماده شده را توسط سیم رابط مخصوص به دستگاه  $pH$  متر وصل کرده آن را روی گیره مخصوص قرار دهید.
- ۲- الکترود را با آب مقطر بشوید و با کاغذ صافی

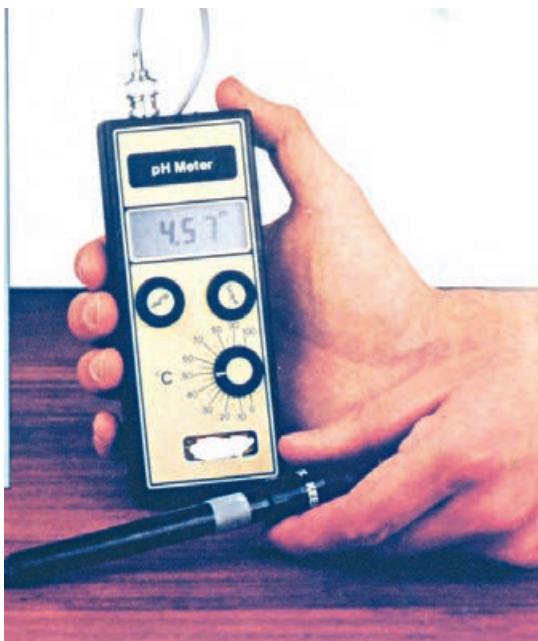


شکل ۲-۸

- ۱۵- pH را بخوانید در صورتی که عقریه pH متر روی درجه ۱۰ قرار نگرفت، عقریه را با استفاده از پیچ شماره ۳ (پیچ تنظیم انحراف عقریه) روی درجه ۱۰ قرار دهید.
- ۱۶- الکترود را از داخل محلول بافر خارج کرده با آب مقطر بشویید و داخل بشر را خالی کنید و آن را با آب مقطر بشسته و خشک کنید.

- روش اندازه‌گیری pH**
- ۱- الکترود را از محلول خارج کرده با آب مقطر بشویید و خشک کنید.
  - ۲- الکترود 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 عقریه را روی درجه ۷ قرار دهید. (در این حالت پتانسیل صفر است)
- ۹- الکترود را خارج کرده با آب مقطر بشویید و خشک کنید.
- ۱۰- محلول بافر بشر را خالی کنید و آن را با آب مقطر بشسته و خشک کنید.
- ۱۱- ۳۰ تا ۴۰ میلی لیتر از محلول بافر  $pH = 1$  را داخل بشر برینزید.
- ۱۲- درجه حرارت محلول بافر را توسط دماسنجد اندازه بگیرید.
- ۱۳- درجه حرارت pH متر را توسط پیچ تنظیم شماره ۱ روی درجه حرارت محلول بافر تنظیم کنید.
- ۱۴- الکترود را در حالی که به گیره متصل است، در داخل بشر حاوی محلول بافر  $pH = 1$  فرو بیرید.



شکل ۹ - ۲ pH متر



شکل ۱۰ - pH متر الکتریکی

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 تهشین 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.

آزمایش: تعیین pH خاک به روش رنگ‌سننجی

(کالریمتری) با استفاده از معرف‌ها

آزمایش شماره ۱۶

وسایل و مواد مورد نیاز:

ارلن یا بشر

بهمزن الکتریکی یا دستی

معرف‌های فنل‌فتالئین، تورنسل، متیل اورانژ

(هلیانتین)

## جدول ۲ - معرف‌های شیمیایی

| معرف محیط   | اسیدی    | بنفس        | ختنی         | قلیایی | ملاحظات |
|-------------|----------|-------------|--------------|--------|---------|
| تورنسل      | قرمز     | بنفس        | آبی          | آبی    |         |
| هلیانتین    | قرمز گلی | نارنجی      | زرد          |        |         |
| فنل‌فتالئین | بیرونگ   | صورتی کمرنگ | قرمز ارغوانی |        |         |

توجه: در هنگامی که از دستگاه استفاده نمی‌شود الکترود بایستی پس از شستشو داخل بشر حاوی آب مقطر قرار گیرد.

توضیح: چون pH مترهای الکتریکی دارای انواع مختلف هستند لذا دستور تنظیم‌های مختلفی دارند و مقدور نیست که طرز کار همه آنها را در کتاب آورد. اما صرفنظر از مدل‌ها و قالب‌های مختلف همه از یک تنظیم کلی برخوردار هستند.

**۶-۳-۲ اهمیت دانستن pH خاک:** بردازی 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 جزیی اسیدیته حساس و برخی دیگر در درجات مختلف pH از خود بردازی نشان می‌دهند. اصولاً اگر میزان pH از حدود ماکریزم و مینیزم تجاوز کند، زندگی گیاه به خطر می‌افتد. هر چند نبات در فاصله ماکریزم و مینیزم به خوبی رشد می‌کند ولی دارای اپتیممی است. اپتیمم pH مناسب خاک برای رشد بعضی از نباتات زراعی، از این قرار است.

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| ۶-۴ گندم و جو       | ۷-۸ یونجه      |
| ۶-۵ ذرت و نخودفرنگی | ۶-۶ گوجه‌فرنگی |
| ۶/۵ اسفناج و کاهو   | ۵-۶ سیب زمینی  |

## ۴-۲ خاک‌های شور

خاک‌هایی را که در این بخش درباره آن صحبت می‌کنیم، دارای خصوصیاتی هستند که آنها را از سایر خاک‌ها جدا می‌کند. مقدار املال محلول در این خاک‌ها به حدی است که به گیاه کشت شده در آنها آسیب می‌رساند. این خاک‌ها بیشتر در نواحی خشک و نیمه خشک که میزان تبخیر از سطح خاک بیش از میزان بارندگی است، تشکیل می‌شوند. گاهی اوقات مقدار املال تجمع یافته در حدی است که سطح خاک را لایه نازک سفیدی از نمک می‌پوشاند. سطح اراضی شور در کشور ما نیز زیاد است و اراضی شور به ویژه در استان‌های خوزستان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان و بعضی از

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 آموختش: آزمایشگاه یا مزرعه

وسایل کمک آموختشی: بازدید از آزمایشگاه‌های دیگری که در محل می‌باشد.

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 جمع‌آوری کنید.

۳- الکترود دستگاه pH متر را پس از تنظیم وارد بشر محتوی نمونه مورد آزمایش سازید.

۴- کلید دستگاه را روی pH bگذارد.

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- الکترود 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 نسبتها دیگر نیز انجام دهید.

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

در نواحی ساحلی، جزر و مد مداوم دریا نیز می‌تواند منجر به سوری خاک مناطق حاصلخیز شود.

درجه تحمل برخی از گیاهان زراعی نسبت به سوری خاک:

گیاهان را بر حسب تحمل به سوری خاک به چهار دسته تقسیم می‌کنند.

نواحی مرکزی کشور دیده می‌شوند.  
**۱-۲ 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 تزدیکی 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 سوری خاک می‌شود.  
علت دیگر سوری خاک‌ها، آبیاری با آب‌های شور است، پس از هر آبیاری و بدنبال خشک شدن خاک، املاح محلول موجود

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

|  |             |   |
|--|-------------|---|
| لوپیا، نخود، شبدر سفید، شبدر قرمز، کرفوس             | خشک         | ۱ |
| یونجه، ذرت، بولاف، برنج، سودان گراس، هویج، کاهو، کلم | حساس        | ۲ |
| چاودار، گندم، شبدر شیرین، گوجه فرنگی، پنبه           | نیمه پایدار | ۳ |
| جو، چغندر قند، اسفناج، خرما                          | پایدار      | ۴ |

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 سور به حساب می‌آیند.

**گیاهان سور پسند:** گیاهانی که املاح محلول را به مقدار زیاد در خود انباسته می‌کنند، هالوفیت نام دارند. هالوفیت‌ها در بین علوفه‌های مقاوم به سوری، گیاهان و بوته‌های کویری نواحی ساحلی و باتلاق‌های سور 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، نیروی به نام نیروی کاپیلار (نیروی شعریه) لازم است. از بهم پیوستن فضاهای خالی کوچک خاک، لوله‌های سیار باریکی به وجود می‌آید که آنها را لوله‌های مویین می‌نامند و آب در داخل آنها به کندی به طرف بالا حرکت می‌کند. این آب، آب غیرآزاد است. چون فشار آب غیرآزاد کمتر از فشار آنسفر است از لوله‌های مویینی بالا می‌رود. نیروی کاپیلار، حاصل جمع دو نیروی زیر است:

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

۲- نیروی جاذبه بین مولکول‌های مایع و جدار داخلی ظرف (خاک) ادھیزن (Adhesion) که جمع این دو نیرو باعث می‌شود که، نیروی نقل 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.

Xerophyles گیاهان مقاوم به خشکی  
Hydrophyles گیاهان آبری

| هدایت الکتریکی عصاره خاک | حدود هدایت الکتریکی                              |
|--------------------------|--|
| شیرین ۴                  | قابل روش برای اکثر گیاهان                        |
| کمی سور ۴-۸              | کاهش محصول گیاهان حساس به شوری                   |
| شوری متوسط ۸-۱۶          | کاهش زیاد محصول اکثر گیاهان                      |
| خیلی سور ۱۶-۳۲           | فقط گیاهان مقاوم به شوری رشد نرمال دارند.        |
| خیلی زیاد سور ۳۲         | اغلب گیاهان مزوفیت در این شوری کاهش محصول دارند. |

جدول ۴ - مقاومت نسبی برخی از نباتات در برابر شوری

| مقاطومت ضعیف | مقاطومت متوسط | مقاطومت خوب |
|--------------|---------------|-------------|
| زردالو گلابی |               | انار        |
| هلو سیب      |               | انجیر       |
| لیمو گوجه    |               | زیتون       |
| بادام        |               | انگور       |
| تریچه کرفس   | گندم          | چاودار      |
| حبوبات       | کلم           | گوجه فرنگی  |
|              | کاهو          | برنج        |
|              | ذرت           | یونجه       |
|              | پیاز          | هویج        |

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 (خاک)

۵ - قیف بوخرن

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 بهم بزنید تا گل اشباع تهیه شود.
- ۲- پس از تهیه گل اشباع، آن را داخل قیف بوخرن که در آن یک کاغذ صافی قرار داده شده بریزید و آن را بر روی ارلن خلاً سوار کنید. دقت شود که قیف به خوبی با دربوش 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 الکترود 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

**اندازه‌گیری:** آب خالص (مقطر) جریان الکتریسیته را به مقدار خیلی کم از خود عبور می‌دهد، ولی هنگامی که مقداری نمک در آب حل شود، مانند یک سیم فلزی جریان را از خود عبور می‌دهد. هر چه مقدار نمک حل شده در آب بیشتر باشد، جریان الکتریسیته را بهتر هدایت می‌کند. بنابراین، بین مقدار نمک حل شده در آب و هدایت الکتریکی آن رابطه مستقیمی وجود دارد. از این خاصیت برای تعیین شوری خاک استفاده کرده‌اند، به این ترتیب که خاک را از آب اشباع کرده و بعد آب خاک را بهوسیله مکش از آن خارج کنیم. آب خارج شده از خاک در حالت اشباع را عصاره اشباع خاک می‌نامند. واحد اندازه‌گیری 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 غیرشور محسوب می‌شود.



شکل ۱۲

- ۹- گلدان‌ها را شماره‌گذاری کنید.  
۱۰- گلدان‌ها را یک روز در میان با ۱۰۰ میلی‌لیتر 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.

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 لوبيا

ظرف شیشه‌ای برای تهیه محلول ۵ عدد (۱ لیتری)

شرح:

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

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

۳- ظروف شیشه‌ای را شماره‌گذاری کنید.

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

۵- در ظرف شماره ۲،  $\frac{1}{5}$  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.

## 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  $\frac{8}{5}$  است و مقدار املاح آنها می‌تواند کم یا زیاد باشد. چنانچه املاح محلول آنها زیاد باشد یعنی دارای هدایت الکتریکی (EC) بیش از ۴ میلی‌موس 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 C.E 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 پوسته سفیدی به وجود می آورند. |

## آزمون نهایی

- ۱- عصاره‌گیری از خاک به چه منظورهایی 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 بیرید.
- 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 ایجاد کننده حالت اسیدی در خاک ..... هستند.
  - الف - یونهای  $\text{OH}^+$  و  $\text{Al(OH)}^{++}$
  - ب - یونهای  $\text{Al(OH)}^+$  و  $\text{Al(OH)}^{++}$
  - ج - یونهای  $\text{Al}^{3+}\text{H}^+$  و  $\text{Al}^-$
  - د - یونهای  $\text{OH}^-$  و  $\text{H}^+$

## منابع

- آب و خاک (۲) رشته زراعی و باگی شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای علوم خاک‌شناسی : منوچهر زرین کفش  
حافظت آب و خاک : آلبرت. ب فوستر و آدریان ترجمه و تنظیم محمدحسین شیرازی  
فیزیک خاک، محمد بای بردمی  
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 فرآگیران 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 موردنیاز گیاه را توضیح دهد.
- ۵- عوارض کمبود و زیادی عناصر غذایی را توضیح دهد.

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

توجه: برای شناخت خاک حاصلخیز فرآگیران 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  $\text{H}^+$

۳- حدود دامنه تغییرات pH اسیدی چقدر است؟

الف) ۱۴ - ۷      ب) ۷ - ۰      ج) ۱۴ - ۷

۴- pH خاک‌های شور چقدر است؟

الف) ۸/۵      ب) بیش از ۸/۵      ج) کمتر از ۸/۵

۵- هدایت الکتریکی خاک‌های قلیایی چقدر است؟

الف) بیشتر از ۴      ب) کمتر از ۴      ج) ۴

۶- میکروالمنت‌ها (عناصر کم مصرف) در چه pH قابل جذب بیشتر دارند؟

الف) اسیدی      ب) قلیایی      ج) بازی

۷- مناطق خشک pH ..... دارند.

**اسیدی**

**بازی**

۸- مناطق پرباران دارای pH اسیدی هستند.

صحیح       غلط

د) هیچ‌کدام

گازکربنیک اجرا می‌شود. فعالیت‌های حیاتی گیاهان که معمولاً در خاک‌های تهويه 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 تهويه 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 مختلف خواهد شد.

### ۱-۳ خاک گیاه به خاک

خاک محیط رشد و نمو گیاه است، گیاه ریشه‌های خود را در خاک گسترد 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 ممکن‌تر 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 باید حاوی عوامل محدود کننده 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 مقدار 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.

**۱-۱-۳ خاک عرضه کننده آب به ریشه:** بیشتر فرآیندهایی که در گیاه صورت می‌پذیرد، به طور 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 برگرد. 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 به طور متناوب آب از آبیاری و باران دریافت می‌کند و در طول نمود، به طور دائم آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. قدرت نگهداری آب بیشتر خاک‌های زراعی آنقدر 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.

**۱-۲ خاک عرضه کننده هوا به ریشه:** تنفس هوایی ریشه گیاهان با جذب دائم اکسیژن از هوا و پس دادن

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

حاصلخیزی زمین ممکن است طبیعی بوده و بدون دخالت انسان محصول خوب و فراوانی بدهد. در برخی مواقع حاصلخیزی مصنوعی بوده و درنتیجه فعالیت‌های انسان حاصل می‌شود. روشی 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 خدمات 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 می‌شود که به قرار زیر هستند.

تاکنون ۱۶ عنصر برای رشد گیاهان ضروری شناخته شده‌اند. 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 شده‌اند:

کربن، هیدروژن، اکسیژن، ازت، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس، مولبیدن، 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 می‌شوند. تعدادی از بین این عناصر (۶ عنصر) به مقدار زیادتر توسط گیاه مصرف می‌شود که به آنها عناصر پر مصرف یا ماکروالمنت می‌گویند و عبارتند از: ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، گوگرد و منیزیم.

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

ضرورت ۵ عنصر دیگر شامل: سدیم، وانادیم، سیلیسیم، آلومینیم و کیالت مورد تردید است. از نظر نقش باید گفت: به طور کلی عناصر پر مصرف در ساختمان و اندام گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حالی که عناصر کم مصرف اصولاً در نظامهای حیاتی گیاه و آنزیم‌ها و کوآنزیمها فعالیت می‌کنند. در این قسمت می‌توان نمونه‌هایی از گیاهان موجود در منطقه را جمع آوری کرده و حالت‌های بیش بود و کمبود را در روی (گیاهان منطقه) با آزمایشاتی گلدانی در خاک انجام داد.

در صورتی که کودهای شیمیایی یکی از مؤثرترین وسائل افزایش باروری خاک هستند. یا در مورد به کارگیری آبیاری درست می‌توان 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، نمی‌توان 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 می‌شود.

### ۱-۳ 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 دورا با توجه به شرایط مختلف آب و هوایی داشته باشد.

۴- فاقد خصوصیاتی نظری شوری، قلیایی، اسیدیته خیلی زیاد یا خیلی کم، کثث 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).

### ۲-۳ عناصر غذایی ضروری برای گیاه

تجزیه شیمیایی بافت‌های گیاهی نشان می‌دهد که کلیه عناصر موجود در طبیعت در گیاه نیز وجود دارد. از این عده ۴۰ عنصر تقریباً در تمامی گیاهان یافت می‌شود. اگر چه نمی‌توان گفت وجود چند عنصر در طبیعت برای گیاهان ضرورت دارد. ولی می‌توان گفت که تعدادی از آنها به مقداری زیادتر از دیگران

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

(الف) ثبیت ازت به وسیله میکروارگانیزم‌های آزاد یا غیر همزیست: در خاک و آب میکروارگانیزم‌های مستقلی وجود دارند که قادر به جذب ازت هوا و نگهداری آن در اندام‌های خود هستند. این گروه شامل بعضی از باکتری‌ها، جلبک‌های سبز‌آبی و فارج‌ها است. این موجودات ثبیت‌کننده با وجود مواد آلی و ازت کم خاک، تحرک بیشتری پیدا می‌کنند. تعیین دقیق مقدار ازت ثبیت شده از طریق غیر همزیستی دشوار است. آزمایشات نشان می‌دهد در مناطق مختلف سالیانه در حدود ۲۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار توسط موجودات غیر همزیست می‌شود.

(ب) ثبیت ازت به طریق همزیستی بالگومینوزها: از 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 میکروارگانیزم‌هایی 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 موبی 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 ریزوپیوم بوده که دارای چندین گونه مختلف هستند و هر گونه روی ریشه یک گیاه یا گیاهان معینی از تیره لگومینوز قادر به ثبیت ازت است. مقدار ازتی که توسط این باکتری‌ها ثبیت می‌شود، بستگی به تهیه رطوبت، pH و مقدار کلسیم فعال خاک

**۱-۳ 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 معيار 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 ۲٪ تا ۴٪ درصد است.

#### نقش ازت در گیاه:

۱- ازت در ساختمان اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، هورمون‌ها و پروتوبلاسم شرکت دارد.

۲- در ساختن مواد 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

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 برتری یا بنفش است. این علائم ابتدا از برگ‌های پایین گیاه آغاز می‌شود. (شکل ۳-۲)

**پتاسیم:** در میان عناصر غذایی عمدی، 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  $1/4\%$  می‌رسد. پتاسیم با قابلیت جذب کُند بین  $1^{\circ}$  تا  $10^{\circ}$  درصد کل پتاسیم خاک را تشکیل می‌دهد.  
نقش پتاسیم در گیاه :

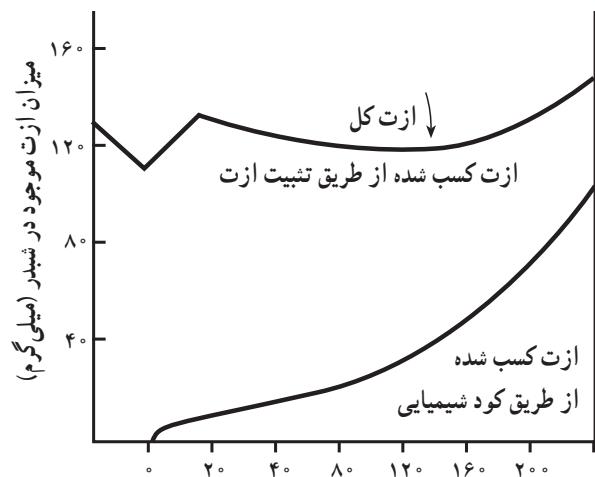
- ۱- پتاسیم مناسب‌ترین کاتیون یک ظرفیتی برای فعال کردن آنزیم‌های گیاهی است.
- ۲- پتاسیم به عنوان حامل آنیون‌ها در داخل گیاه اهمیت زیادی دارد.

- 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 نظری چغندر قند و سیب زمینی 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 بهنک برگ که ابتدا از برگ‌های پیر شروع می‌شود، از علائم بارز آن است. (شکل ۳-۴)

### 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 (بر حسب کیلوگرم در هکتار) یونجه  $300^{\circ}$ ، شبدر  $150^{\circ}-160^{\circ}$ ، باقلای مصری  $15^{\circ}$ ، حبوبات  $60^{\circ}-50^{\circ}$

**فسفر:** فسفر در خاک به شکل‌های آلی و معدنی وجود دارد. ولی مقدار آن معمولاً بسیار کمتر از ازت و پتاسیم بوده بین  $1/4^{\circ}$  تا  $10^{\circ}$  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 کریب گیری 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 تولید مثل (زاپیشی) رُل عمدی را به عهده دارد.

علائم کمبود فسفر در گیاه: به طور 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 رگرهای به رنگ سبز باقی می‌مانند. علائم از برگهای جوان شروع می‌شود. (شکل ۳-۷)

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

| برداشت در هکتار کیلوگرم | مقدار متوسط |              | اشکال قابل جذب بوسیله گیاه                      | علامت شیمیایی | عنصر    |
|-------------------------|-------------|--------------|---|---------------|---------|
|                         | در خاک      | در گیاه      |   |               |         |
| ۵۰ - ۲۰۰                | ۰/۵ - ۳     | ۰/۰۲ - ۰/۵   | $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$               | N             | ازت     |
| ۵ - ۲۰                  | ۰/۱ - ۰/۵   | ۰/۰۱ - ۰/۲   | $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$ | P             | فسفر    |
| ۳۰ - ۱۵۰                | ۰/۳ - ۳/۵   | ۰/۱۷ - ۳/۳۰  | $\text{K}^+$                                    | K             | پتاسیم  |
| ۵ - ۸۰                  | ۱ - ۴       | ۰/۰۷ - ۳/۶۰  | $\text{Ca}^{++}$                                | Ca            | کلسیم   |
| ۴ - ۴۰                  | ۰/۱ - ۰/۷   | ۰/۱۲ - ۱/۵۰  | $\text{Mg}^{++}$                                | Mg            | منزین   |
| ۳ - ۱۰                  | ۰/۱ - ۰/۴   | ۰/۰۱ - ۰/۲۰  | $\text{SO}_4^{2-}$                              | S             | گوگرد   |
| ۰/۵ - ۰/۶۰              | ۴۰ - ۲۰۰    | ۵۰۰۰ - ۵۰۰۰۰ | $\text{Fe}^{++}$                                | Fe            | آهن     |
| ۰/۰۳ - ۰/۹۰             | ۲۰ - ۱۰۰    | ۲۰۰ - ۱۰۰۰۰  | $\text{Mn}^{++}$                                | Mn            | منگز    |
| ۰/۰۲ - ۰/۲۰             | ۱۰ - ۱۰۰    | ۱۰ - ۵۰۰     | $\text{Zn}^{++}$                                | Zn            | روی     |
| ۰/۰۰۵ - ۰/۱             | ۵ - ۵۰      | ۵ - ۱۰۰      | $\text{BO}_3^{3-}$                              | B             | بر      |
| ۰/۰۲ - ۰/۰۶             | ۲ - ۲۰      | ۵/۴۰۰        | $\text{Cu}^{++}$                                | Cu            | مس      |
| ۰/۰۵ - ۰/۰۴             | ۰/۵ - ۱     | ۰/۲ - ۵      | $\text{MoO}_4^{2-}$                             | Mo            | مولیبدن |



شکل ۳-۳ علایم کمبود پتاسیم در برگ‌های ذرت



شکل ۳-۳



شکل ۳-۳ علایم کمبود فسفر در برگ‌های ذرت



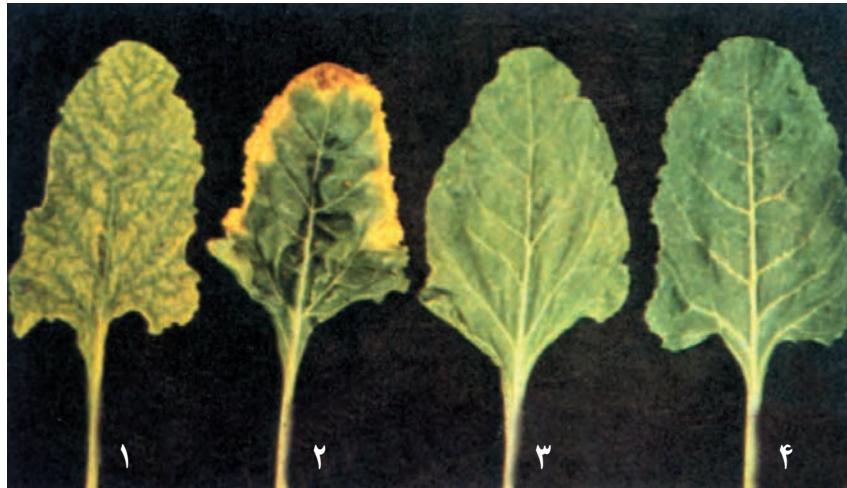
شکل ۵—۳ عالیم کمبود گوگرد در پنبه



شکل ۶—۳ عالیم کمبود منیزیم در شبدر قمرز



شکل ۷—۳ عالیم کمبود آهن در سویا



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



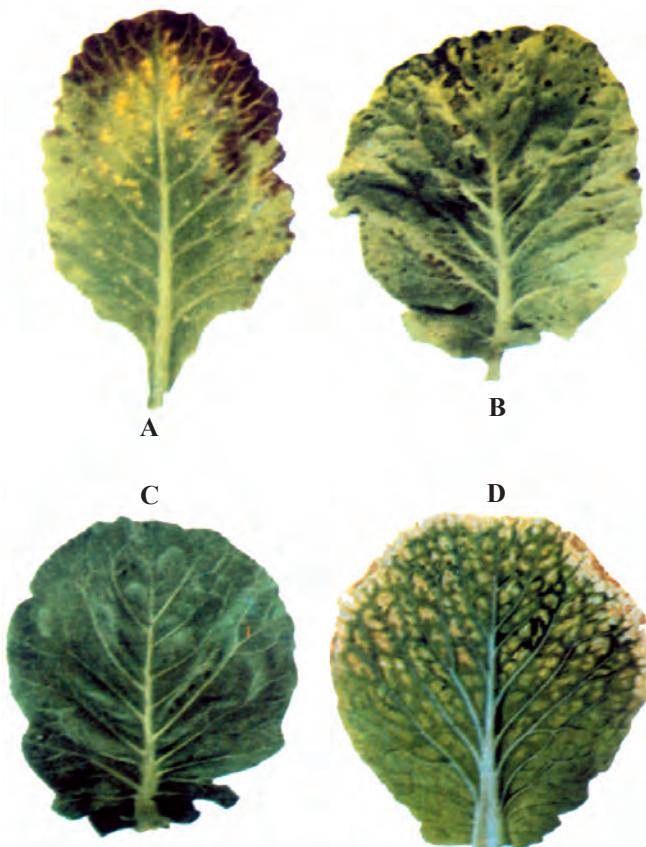
شکل ۹-۳ علایم کمبود پتاسیم در سیب گاردن دلیشز



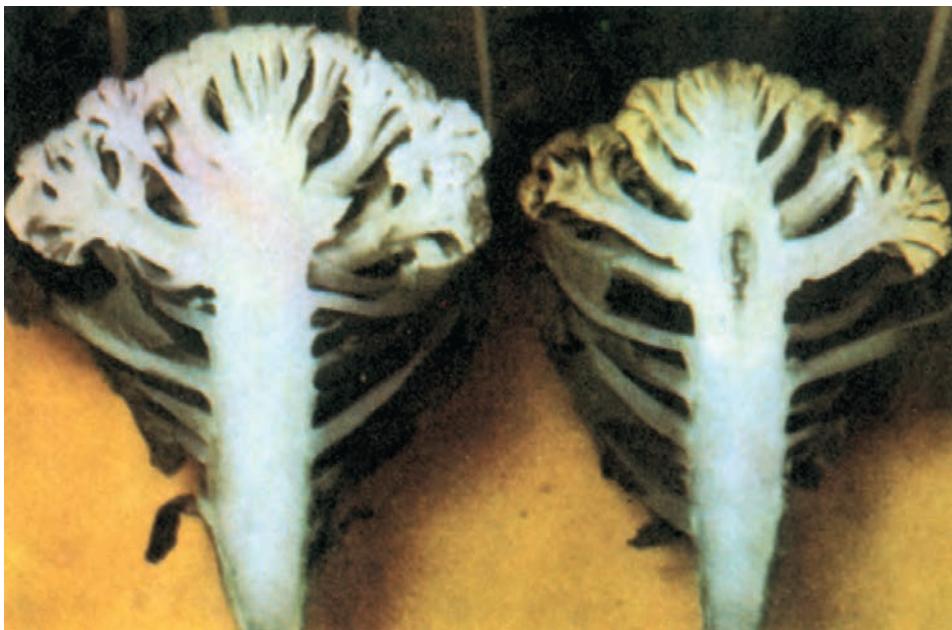
شکل ۱۰-۳ علایم کمبود پتاسیم در سیب گاردن دلیشز



شکل ۱۱-۳ علایم کمبود منیزیم در هلو



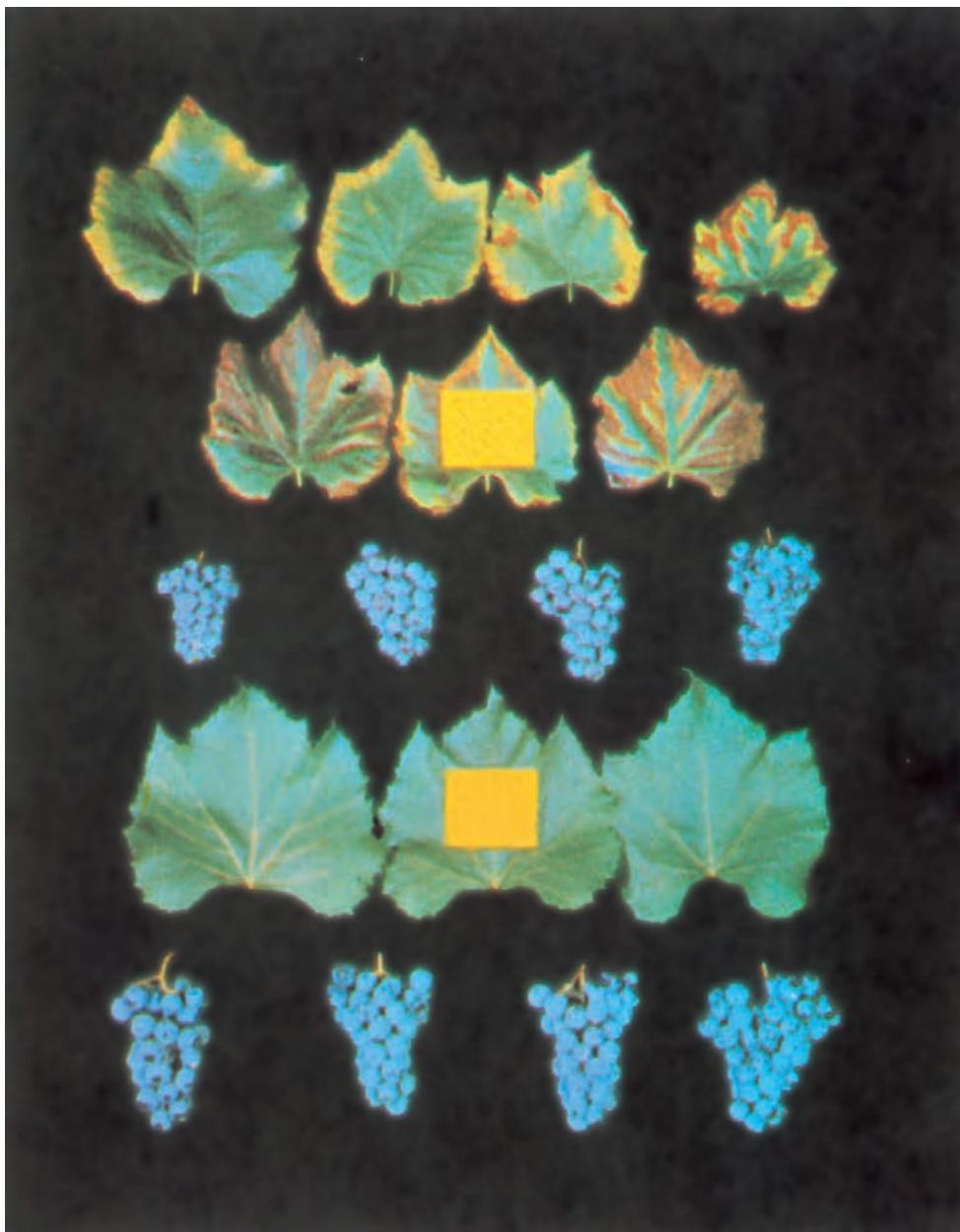
شکل ۱۲-۳ علایم کمبود پتاسیم در برگهای کلم. A مرحله اول و B مرحله آخر کمبود کلسیم، C یک برگ طبیعی، D مرحله پیشرفته کمبود منیزیم.



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



شکل ۱۴—۳ عالیم کمبود منگنز در بوته اسفناج



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



شکل ۱۶—۳ کمبود منگنز در انگور واریته



شکل ۱۷—۳ کمبود روى در برگهاي مو

مهارت: تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

شماره شناسایی: ۱۱۰۰۲۱۰۲۱

پیمانه مهارتی: تشخیص حاصلخیزی خاک

شماره شناسایی: ۱۳۰۱۱۰۲۱۰۲



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



شكل ۲۳—۳ علایم کمبود منگنز



شكل ۲۲—۳ علایم کمبود آهن



شكل ۲۵—۳ علایم کمبود روی



شكل ۲۶—۳ علایم کمبود ازت



شكل ۲۴—۳ علایم کمبود منگنز در مرکبات



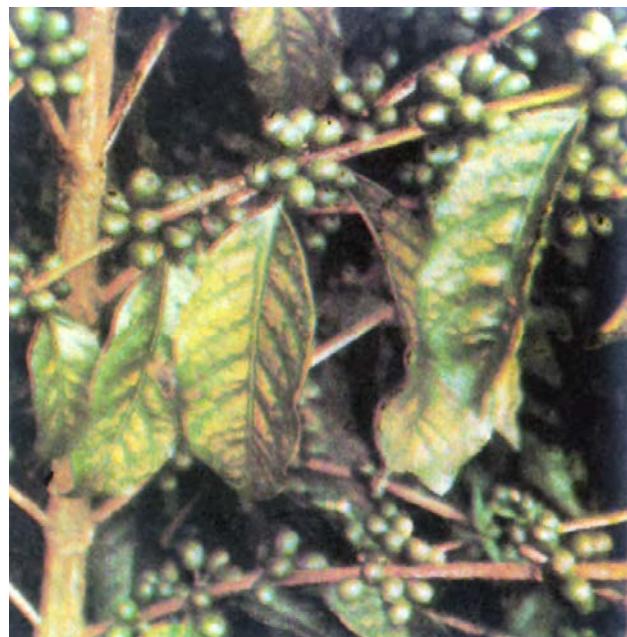
شکل ۲۸—۳ علایم کمبود گوگرد در قهوه



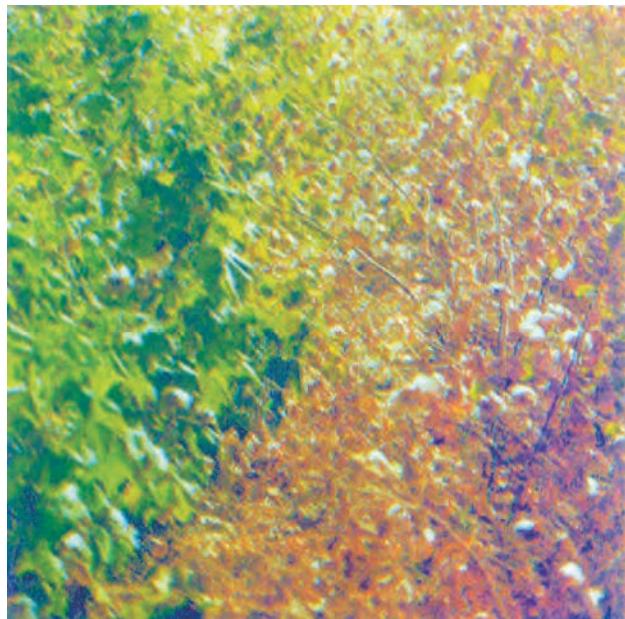
شکل ۲۷—۳ علایم کمبود پتاسیم در موز



شکل ۲۹—۳ علایم کمبود فسفات در ذرت



شکل ۳۰-۳ عالیم کمبود منیزیم در قهوه



شکل ۳۱-۳ عالیم کمبود بر در پنبه

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

- ۱۰- در داخل هر گلدان سه عدد بذر ذرت دانه‌ای کشت و آنها را هر روز با ۱۰۰ میلی لیتر 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 به طوری که در هر گلدان یک گیاه باقی بماند.
- آبیاری گلدان‌ها هر پنج روز یک بار (به جای آب معمولی) بوسیله محلول مربوط به آن گلدان انجام شود.
- ۱۳- تمام آنچه را که در رشد و نمو گیاهان کاشته شده مشاهده می‌کنید به طور روزانه یادداشت کنید.

### ۴-۳ قوانین رشد گیاه

- ۱- ۳-۴ قانون استرداد: بنابر قانون استرداد، باید یک زراعت در طول دوره رشد خود مقداری از مواد غذایی خاک را جذب و پیرون 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- ۳-۴ قانون حداقل: به طور خلاصه، بیان موقعی می‌تواند به خوبی و به طور 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 مناسب با ماده غذایی است که مقدار آن نسبتاً از سایر مواد غذایی کمتر است. (یعنی در حداقل است).

### آزمایش: شناخت اثر کود بر روی رشد گیاهان

۲۰ آزمایش شماره

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 شوشه) به مقدار کافی برای ۵ گلدان

۷- عدد شیشه در بار یک لیتری

شرح:

۱- از هر کدام از کودهای شیمیایی موجود سه مقدار ۵٪ گرمی به طور جداگانه وزن کنید. (N شانه ازت، P شانه فسفر و K شانه پتاسیم است)

۲- پنج ظرف شیشه‌ای دردار یک لیتری را شماره گذاری 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.

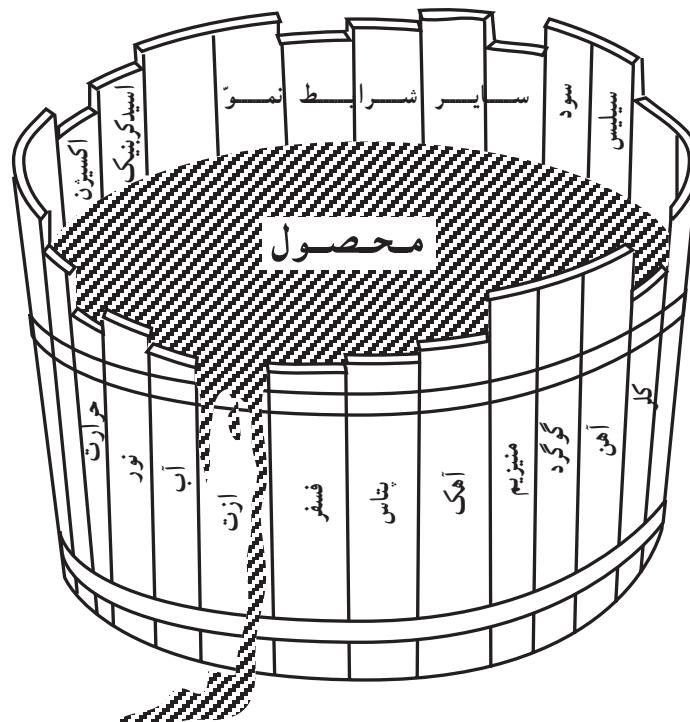
۵- ظرف شماره ۳ NK که محتوی ۵٪ گرم ازت و نیم گرم پتاسیم است.

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.

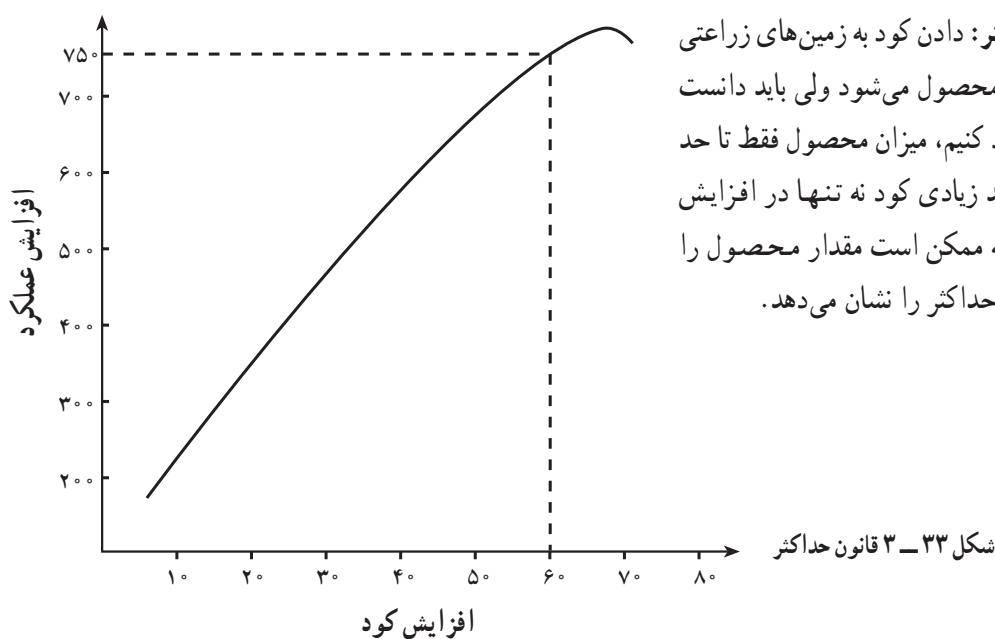
۸- پنج گلدان با ظرفیت حدود ۲ کیلوگرم را انتخاب کرده و داخل آنها را ماسه بریزید.

۹- گلدان‌هارا با توجه به محلول‌های تهیه شده شماره گذاری کنید.



شکل ۳۲ – ۳ قانون حداقل

**۳-۴-۳ قانون حداکثر:** دادن کود به زمین‌های زراعتی 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

مهرات: تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

شماره شناسایی: ۱۱۰۲۱۰۲۱

پیمانه مهارتی: تشخیص حاصلخیزی خاک

شماره شناسایی: ۱۳۰۱۱۰۲۱۰



شکل ۳۴— فرسایش



شکل ۳۵— فرسایش

### ۳-۵ فرسایش خاک

دارای پوشش گیاهی طبیعی است، فقط ۵٪ 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.

**۱-۳-۵ مراحل فرسایش:** فرسایش چه توسط آب صورت پذیرد چه توسط باد، خواه کند باشد، خواه سریع، سه مرحله دارد.

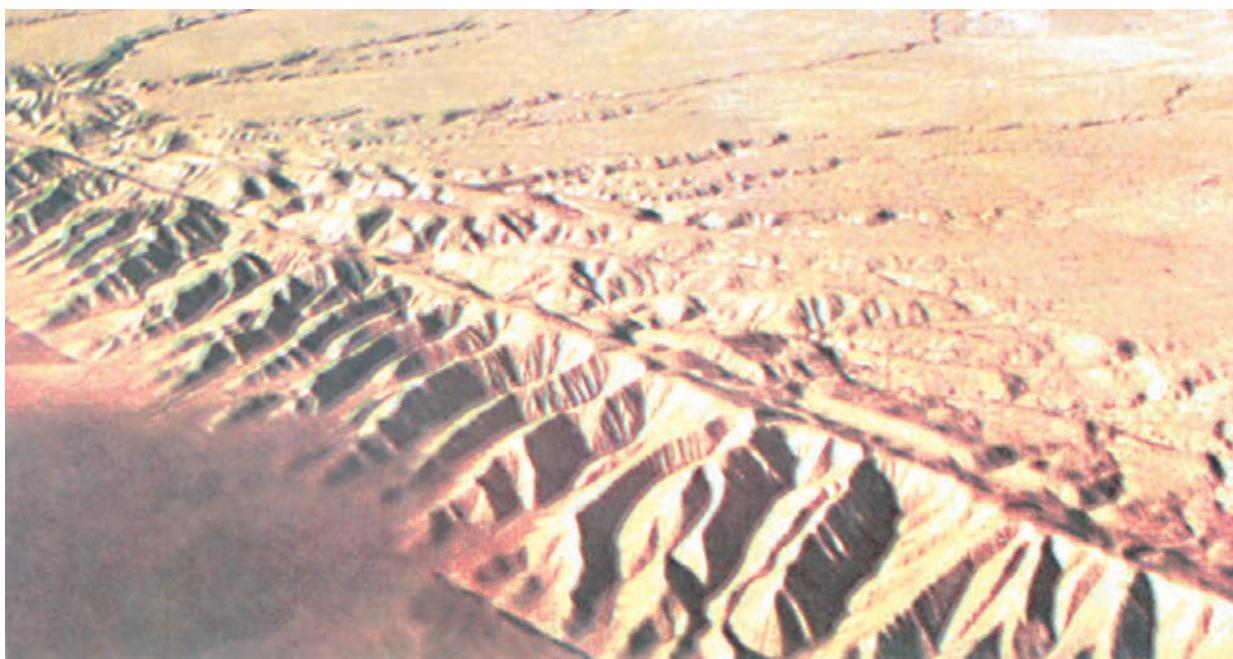
۱- جدا شدن ذرات از توده اصلی خاک: نیروهایی که باعث جدا شدن ذرات خاک می‌شوند، عبارتند از: قطرات باران، شخم بیش از حد، لگدکوب شدن خاک توسط احشام، استفاده بیش از اندازه از ماشین آلات سنگین و باد.

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.

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 تسريع می‌شود که در این صورت به آن فرسایش خاک می‌گویند. بنابراین، بشر می‌تواند با دخالت خود عمل فرسایش را تسريع 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



شکل ۳-۳۶ فرسایش

می‌تواند در زمینی که آماده فرسایش است (بدون پوشش گیاهی) حدود دویست تن خاک در هکتار را به اطراف پراکنده کند و هرچه شبیب زمین زیادتر باشد، سرعت آب سطحی بیشتر می‌شود. درنتیجه 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 بر جای می‌ماند قادر سطح اراضی 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 ارتفاع ۶۱ سانتیمتر پرتاب می‌کنند.

انواع فرسایش آبی عبارتند از: ۱- ورقه‌ای ۲- شیاری 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 ماشین آلات مشکل می‌شود.

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



شکل ۳-۳۷ نوعی فرسایش آبی

مهارت: تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

شماره شناسایی: ۱۱۰۲۱۰۲۱

پیمانه مهارتی: تشخیص حاصلخیزی خاک

شماره شناسایی: ۱۳۰۱۱۰۲۱۰۲



شکل ۳۸ – فرسایش توده‌ای



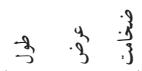
شکل ۳۹ – سدهای خشکه چین با تور سیمی در آبراهه‌ها

### آزمایش: مشاهده فرسایش ضربه‌ای توسط قطرات

باران

آزمایش شماره ۲۱

وسایل و مواد مورد نیاز:



دو تخته به ابعاد (۱۰۰ . ۱۰۰) سانتیمتر

دو تخته به ابعاد (۳۰ . ۱۰۰) سانتیمتر

میخ

چکش

دو تخته به ابعاد (۱۰۰ . ۱۰۰) سانتیمتر را با کارد از

یک طرف تیز کنید تا به آسانی در خاک فرو رود. با خطکش دو

تخته به ابعاد (۳۰ . ۱۰۰) سانتیمتر را بالای تخته نوک تیز میخ

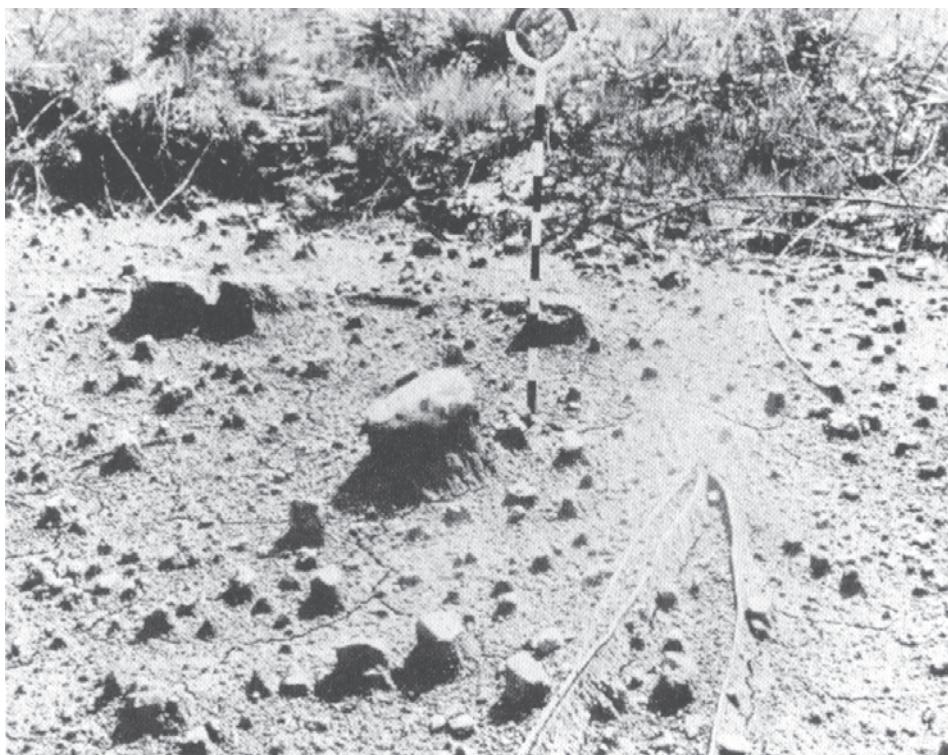
کنید تا حفاظی ایجاد کند.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱- در کدام خاک ذرات بیشتری پراکنده شده‌اند؟

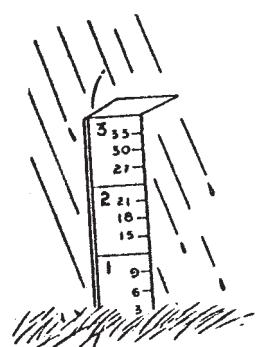
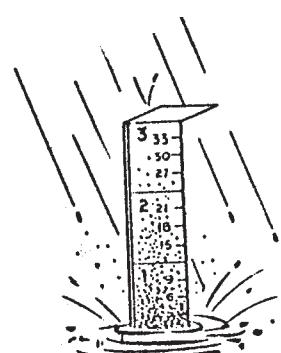
چرا؟

۲- ذرات خاک تا چه ارتفاعی پرتاب شده‌اند؟ چرا؟



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

شکل ۳-۴۰ انر قدرات باران پس از یک بارندگی شدید در فرسایش خاک

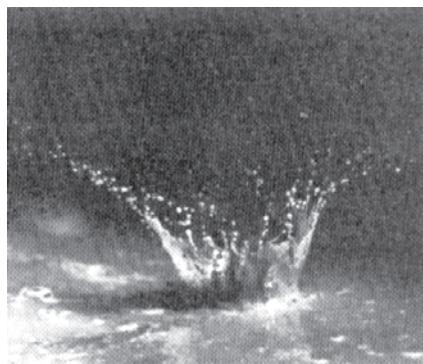


مهارت: تشخیص انواع خاک و اصلاح آن

شماره شناسایی: ۱۱۰۲۱۰۲۱

پیمانه مهارتی: تشخیص حاصلخیزی خاک

شماره شناسایی: ۱۳۰۱۱۰۲۱۰



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



شکل ۳-۴۳ 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 جمع آوری آب یک میز

دو آب بدھید (ارتفاع آپاش از جعبه ۴۰ سانتیمتر) چه چیزهای را مشاهده می‌کنید.

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

۱- آب خروجی کدام جعبه زلالتر است؟ چرا؟

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

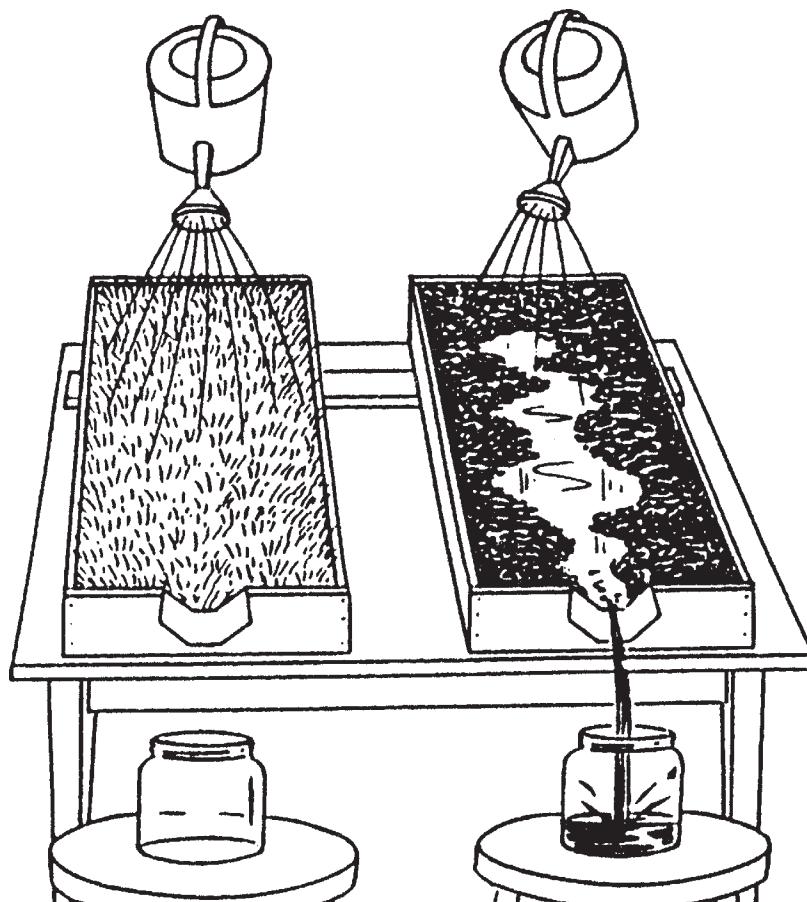
۳- در کدام ظرف آب کمتری جمع می‌شود؟ چرا؟

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 شبدار روی میز قرار

دهید.

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



شکل ۲-۴۴



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

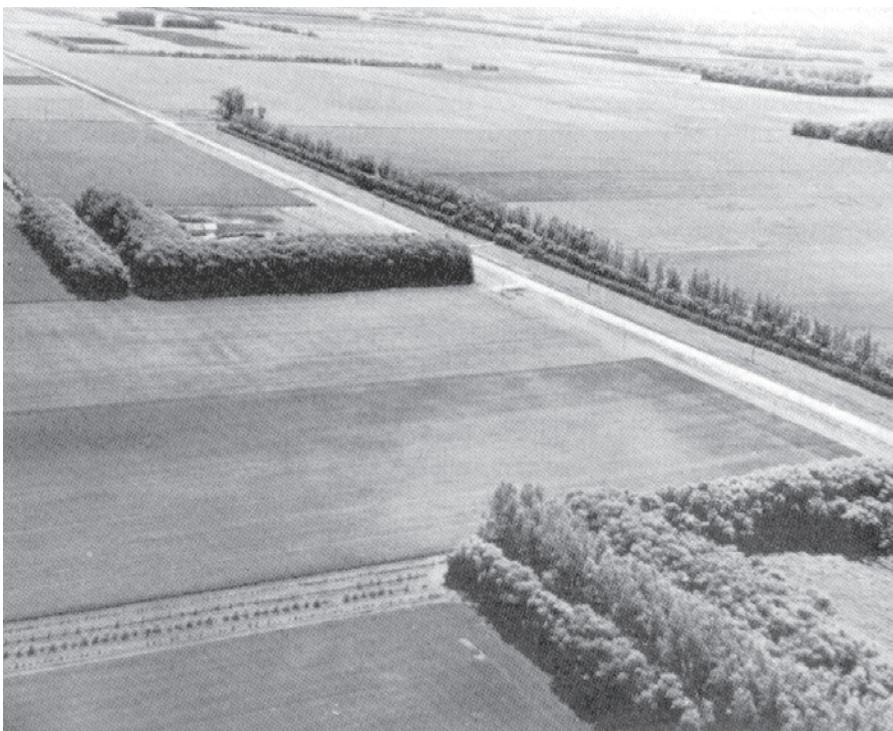
فرسایش بادی، خاک اطراف ریشه گیاهان جوان را می‌برد. این امر به ویژه در خاک‌های آلی که زیر کشت پیاز هستند، محسوس‌تر است. در ضمن گیاهان جوان در اثر اصابت ذرات خاک صدمه می‌بینند و گاهی ذرات معلق در هوا گیاهان یک منطقه را زیر پوشش خود قرار می‌دهند.

۳-۵ 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.

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 ۳-۴۶ روش‌های مبارزه با فرسایش بادی (بادشکن)

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

فرساش 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  $5/0$  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  $1/0$  میلیمتر هستند، در هوا معلق شده و توسط باد به نقاط دیگر حمل می‌شوند.

**۲- غلتیدن:** ذرات بزرگ‌تر با قطری حدود  $5/0$  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 خربزیدن می‌کند.

**۳- جهش:** این حالت حد واسطه دو حالت بالاست یعنی ذراتی که دارای قطر بین  $5/0$  تا  $5/0$  میلیمتر هستند، تا حدود

مانند نی، حصیر، سرشارخه درخت، بشکه، تخته‌های بلند و غیره به عنوان 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 به کار برده می‌شود. به موادی اتلاف 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 به طور مختص توضیح داده می‌شود. مالچ‌های نفتی از فرأورده‌های سنگین نفت است که ابتدا به صورت امولسیون<sup>۱</sup> درمی‌آید، آن‌گاه با وسایل مخصوصی بر روی زمین موردنظر پاشیده می‌شود. پخش فرأورده‌های سنگین نفت به صورت امولسیون در آب سهیل تر صورت می‌گیرد و امکان می‌دهد که بتوان برده 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 به ویژه گیاهان بومی منطقه و همچنین دادن هوموس به خاک عواملی است که از فرسایش بادی جلوگیری می‌کند.

ممکن است روش‌های دیگر ثبیت 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>۲</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 گستردگی باشد تا خود را در مقابل باد محفوظ نگه دارد. 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 موائع 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 به صورت 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 می کند؟

الف- آهن، فسفر، پتاس

ب- هیدروژن، اکسیژن، کربن

د- منگنز، روی، کلسیم

ج- گوگرد، کلر، منیزیم

۲- آیا ریشه گیاهان اکسیژن را به طور دائم جذب می کند؟ بله  خیر

۳- آیا گیاه ازت مورد نیاز خود را منحصرًا از خاک تأمین می کند؟ بله  خیر

۴- علائم کمبود ازت در گیاه در چه اندام هایی از گیاه (پیر یا جوان) ظاهر می شود؟

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 می گیرد (کوهستانی یا کویری)؟

۱۰- ماکروالمنت ها را نام ببرید.

۱۱- نقش باکتری های همزیست در حاصلخیزی خاک را توضیح دهید.

۱۲- دو نوع کود فسفره را که در ایران استفاده می شود، نام ببرید.

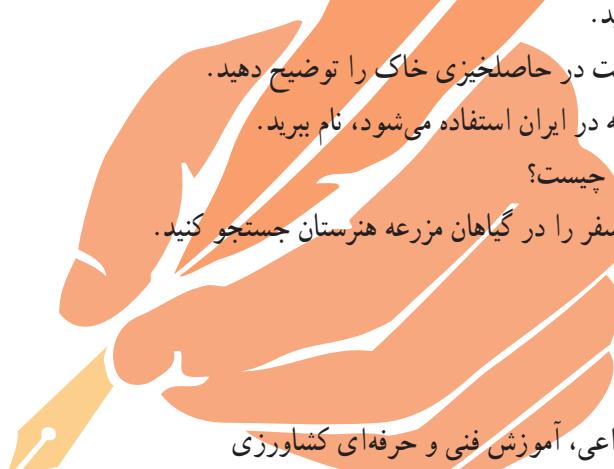
۱۳- نقش مهم پتاسیم در گیاه چیست؟

۱۴- علائم کمبود پتاسیم و فسفر را در گیاهان مزرعه هنرستان جستجو کنید.

## منابع

آب و خاک ۲، رشته امور زراعی، آموزش فنی و حرفه ای 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 فرآگیران 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) |      |
|-------------|------|
| عملی        | نظری |
| ۱۷/۵        | ۳/۵  |

**مقدمه**

مضمون کلی این کتاب این است که پیشرفت‌های علمی سال‌های اخیر نه تنها کنترل فرسایش خاک را آسان‌تر می‌کنند، بلکه در عین 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 بدھیم 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 عمدت‌ترین 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 خوبیختانه 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 قلیایی به حد وفور یافت می‌شود و خوبیختانه 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 آبشویی و تعییه سیستم‌های زهکشی به سهولت مرتفع خواهد شد. به عبارت دیگر، با عمل زهکشی یعنی خارج کردن آب و املاح اضافی از خاک می‌توان قسمت عمدتی از زمین‌های شور و قلیایی کشور را برای کشت و زرع آماده کرد.

## کودها

(اصفهان) نیز از خاکروبه، کود خاکروبه (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 در صد بزرگی از کودهای آلی مصرفی دنیا را تشکیل می‌دهند و اهمیت آن نسبت به سایر کودهای حیوانی کود 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.  $\frac{1}{2}$  ازت،  $\frac{5}{2}$  پتاس و تمام فسفر موجود در کود دامی در قسمت جامد آن متتمرکز 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 در نیامده 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 مواد 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 بیش می‌آید که عمل آنزیم و دیاستازهای گوارشی روی علوفه و

تاریخ زندگی بشر نشان می‌دهد که همواره برای افزایش مقدار عناصر غذایی قابل استفاده گیاهان و در نتیجه تولید پیشتر 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 سرگذاشت و زمان حاضر را نیز می‌توان عصر کودهای شیمیایی به‌شمار آورد.

**تعريف 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.

## ۱-۴ کودهای آلی

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

به کود آلی حاصل از لشه گیاه کمپوست گفته می‌شود. در صورتی که گیاه را سبز و تازه در خاک دفن کنند، آن را کود سبز می‌گویند. لشه 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 چندندر، 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 صیفی کاری‌های ایران (از جمله اصفهان) است. مواد زاید زندگی انسان شامل خاکروبه و فضولات در غالب کشورها به صورت کود درمی‌آید و در ایران

غذایی محلول مانند ازت و پاسیم 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 نپرسیده، تزدیک زمان کشت به خاک داده نشود زیرا باعث بروز کمبود در گیاهان می‌شود.

همچنین عمل موجودات ذره‌بینی موجود در دستگاه گوارش اثر می‌کند. در نتیجه، کود دامی تازه مخلوطی است از مواد نپوسیده و کاملاً پرسیده 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

جدول ۱-۴ ترکیب شیمیایی چند کود مهم دامی

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

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

**موقع و روش مصرف کود دامی:** به طور کلی برای کشت گیاهان پرتوقوع باید در بهار کود پرسیده مصرف شود و اگر امکان تهیه کود بوسیده موجود نباشد، کود نپرسیده را در پاییز مصرف می‌کنند. روش مصرف کود بدین صورت است که باید قبلًاً به طور تقریب مقدار کود لازم برای هر قطعه تخمین زده شود

خاک‌ها و زراعت‌های نیازمند به کود دامی: 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 بخشنند. زراعت‌هایی که کود دامی نیاز دارند، شامل گیاهان پرتوقوع

نظر به اینکه عمل تجزیه موقعی خوب انجام می‌شود که رطوبت به اندازهٔ کافی وجود داشته باشد. لذا باید هرچند وقت یکبار مخلوط کمپوست را به وسیلهٔ 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 زمان‌های خیلی قدیم، برگ‌داندن گیاهان سبز به منظور تقویت و اصلاح اراضی روش معمول کشاورزان بوده است. ایرانیان و رومیان می‌دانستند که می‌توان لوبیا، باقلاء، ماش را کاشت و برای این منظور به خاک «دادن کود سبز» و گیاهی را که به این منظور به کار می‌رود، به نام کود سبز می‌خوانند.

**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 خاک‌های 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 شده‌اند ولی مهم‌ترین آن‌ها، افزایش مواد آلی خاک، اضافه کردن ازت، افزایش فعالیت‌های حیاتی خاک و بالاخره حفاظت و قابل جذب نگهداشت عناصر غذایی است. یک هکتار کود سبز معمولاً بین ۲۵ تا ۵۰ تن شاخ و برگ و انساج گیاهی تازه وارد خاک می‌کند که این خود معادل ۱۰ تا ۲۰ تن کود حیوانی است و می‌تواند تقریباً یک تا دو تن هموس به خاک اضافه کند.

**موارد کاربرد کود سبز:** کود سبز را می‌توان برای تمام خاک‌ها توصیه کرد. چون به طور کلی باعث بهبود شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک می‌شود ولی باید در نظر داشت که در تمام شرایط نمی‌توان کود سبز را به کار برد. در نواحی خشک، کاشت کود سبز بسیار گران تمام می‌شود 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 بزیند. آن‌گاه با وسایلی که در مزرعه در دسترس است، کود را روی خاک آن نقطه پخش کرده و با دیسک یا شخم به درون خاک برمی‌گرداند.

**کود دامی مصنوعی:** مواد آلی مانند کاه (اگر گران نباشد) و علف‌های نواحی باتلاقی و برگ‌های خزان باغات و خار و علف‌های بیابانی را در گودالی به ارتفاع ۸۰-۷۰ سانتیمتر روی هم انباسته و روی آن یک طبقه پهن به ضخامت ۱۵-۱۰ سانتیمتر به عنوان مایه می‌افزایند. سپس با آب مخلوط به ادرار حیوانات آن را آبیاری می‌کنند به تدریج تغییر شروع می‌شود و در طول مدت ۲ تا ۳ روز حرارت داخل توده به ۶۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. در این موقع، آن را لگد مال کرده و پس از افزایش پهن و آب‌پاشی هنگامی که درجه حرارت به ۶۰ رسید، دوباره آن را می‌فشارند و بدین طریق بعد از طبقه‌دوم طبقه سوم و بعد از آن طبقات دیگری را تا ۶ و ۷ طبقه بر روی هم انبار می‌کنند و مدت شش ماه تا یک سال وقت لازم است تا تل کود، پوسیده و قابل استفاده شود. در زراعت‌های مکانیزه که کود دامی کمیاب می‌شود، به جای پهن و آب مخلوط با ادرار از نیترات آمونیم و اوره و مخلوطی از فسفات‌های طبیعی استفاده می‌کنند و لابه‌لای طبقات اضافه می‌کنند تا مواد ازته لازم برای تغذیه باکتری‌ها و آهک برای ختنی کردن محیط تأمین شود.

**۴-۱-۲ کمپوست:** برای تهیه کمپوست از زباله‌هایی که برای استفاده کود مناسبند، مثل بقایای اندام‌های گیاهی مانند ساقهٔ منداب، بوتهٔ سیب‌زمینی، برگ درختان، ساقهٔ آفتابگردان و... زباله‌منازل، تورب و غیره استفاده می‌شود. این مواد را معمولاً با خاک مخلوط کرده و می‌گذارند تا تحت شرایط هوایی تجزیه شود. اگر خاکی که به این منظور استفاده می‌شود، دارای قدرت تبادلی خوبی است. عناصر غذایی بر روی کلوله‌های خاک جذب شده و از خطر شست و شو در امان می‌مانند. 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 تهويه 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 سهول و آسان تر 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 ضربه‌زنی 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 موقع بارندگی، زمین‌های زراعی در اثر فرسایش شسته شده و خاک حاصلخیز و بالارزش 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 مرتب 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:** برگ‌داندن 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 برگ‌داندن 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.

## ۲-۴ مواد آلی

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



شكل ۱-۴

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

۵- در سطح خاک در هر یک از گلدان‌ها چه اتفاقی افتاده است؟ یادداشت کنید.

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

### ۳-۴ اصلاح خاک‌های شور

چگونه می‌توان خاک‌های شور را اصلاح کرد؟ همان‌طور که گفته‌یم، به دلیل کمبود بارندگی، املاح محلول خاک در سطح جمع می‌شوند، چنانچه مدت طولانی خاک را غرقاب نگه داریم، املاح تجمع یافته به تدریج به وسیله آب شسته شده و از عمق ریشه‌های گیاه پایین رفته و به این ترتیب شوری خاک از بین می‌رود.

بنابراین، بهترین روش اصلاح خاک‌های شور، آبشویی خاک است. به این ترتیب که برای مدت نسبتاً طولانی (۶ الی ۲۰ ماه) خاک را غرقاب نگه می‌دارند تا املاح موجود در سطح خاک شسته شده و به اعماق خاک برود. اما نمک‌هایی که به این ترتیب از سطح خاک به عمق می‌رود، پس از مدتی دوباره بر اثر صعود کاپیلاری به سطح خاک بازمی‌گردد، برای جلوگیری از این کار خاک نیاز به زهکشی دارد. به این منظور، پس از مطالعات لازم که توسط کارشناسان مربوطه انجام می‌شود، در فواصل و عمقی معین از خاک، لوله‌های زهکشی تعییه می‌شود 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:

گلدان‌ها همانند آزمایش قبل

بذر لوپیا

آب شیرین

### ۱-۴ 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 زوايد زندگی آنها به وجود آمده باشد. مثلاً به کود آلی حاصل از لاشه گیاه، کمپوست می‌گویند و در صورتی که گیاه را سبز و تازه در خاک دفن کنند، آن را کود سبز گویند. لاشه حیوانات نیز در تولید کودآلی کاربرد دارد. مثلاً از آرد ماهی به عنوان کود برای پسته کاریها استفاده می‌کنند. بنابراین، شاخ، مو، سُم، خون و نظایر آنها می‌توانند به کود آلی تبدیل شوند. کود اصطبلی یا دامی از فضولات دامها و طیور به دست می‌آید. فضولات انسانی نیز کود مستراحی را به وجود می‌آورد. از مواد زاید زندگی انسان مانند فاضلاب، زباله و مانند آنها نیز به عنوان کود آلی استفاده می‌شود با توجه به موارد فوق کودهای آلی به ۳ دسته تقسیم می‌شوند.

۱- حیوانی ۲- گیاهی ۳- زوايد زندگی انسان

آزمایش: شناخت اهمیت کود آلی در اصلاح خاک

آزمایش شماره ۲۳

وسایل و مواد مورد نیاز:

گلدان ۳ عدد

خاک سنی

خاک رسی

کود دامی پوسیده یا کمپوست

آب

شرح:

۱- در هر یک از گلدان‌ها یک نوع خاک و در یکی از آنها ماده آلی بزرگیزید به طوری که از لبه گلدان‌ها ۲ cm پایین‌تر باشد.

۲- ۱۰۰ سانتیمتر مکعب آب را در مزور یا هر ظرف مدرج دیگری بزرگیزید.

۳- آب را در گلدان سنی بزرگیزید و مشاهده کنید که پس از چه زمانی بعد از آب ریختن، آب از ته گلدان خارج می‌شود.

۴- عمل فوق را برای گلدان‌های با خاک رسی و مواد

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 افعال 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 لوبيا

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 لوبيا کشت و آنها را آبیاری کنید.

۳- مشاهدات خود را یادداشت کنید (از نظر نفوذ پذیری - 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 (حتی امکان 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 لوبيا کنید.

۴- مشاهدات خود را یادداشت کنید.

**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- هر چند 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 لوبيا (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 جای‌جا 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 موردنیاز، توسط

## 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.

## ۶-۴ اصلاح خاک‌های شنی

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

## ۵-۴ 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.

۱-۵-۱ 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 برگ‌دان محصول در خاک به تدریج خاک رسی را اصلاح کرد. در صورتی که به علت سنگینی شدید بافت خاک، امکان جوانه‌زن بذر نباشد، بهتر است از بقایای گیاهی به ویژه پاشیدن کاه و به زیر خاک کردن آن استفاده کرد. با این عمل شرایط خاک به تدریج برای جوانه‌زن بذر آماده می‌شود.

۱-۵-۲ 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 تزدیک شدیم می‌توان با شخم و مخلوط کردن خاک فوقانی (رس) با خاک زیرین (ماسه) بافت خاک را تغییر داد و آن را اصلاح کرد.

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 کلولئیدی 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 سیلاپ یا پخش سیلاپ بر روی خاک‌های شنی:** در صورتی که در منطقه سیلاپ مناسب و به مقدار کافی وجود داشته باشد، با هدایت و پخش سیلاپ‌ها 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

کرنومتر (ساعت)

**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 کلولئیدی 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 فقریند.

- ۴- خاک‌های شنی به علت عدم وجود مواد کلولئیدی 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 باشست 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.

- ۱-۶- **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، مقررین به صرفه نیست. در نتیجه، در

## خاک سنی

آب

در مرحله دوم آب گل آلود

شرح:

## مرحله اول

- 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 سوالات 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؟

## 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 بهشدت کاهش می یابد و سرانجام ممکن است از بین برود. بنابراین، باید به طریقی از کاهش پیش از حد pH خاک جلوگیری کرد. در کشور ما این مسئله 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 این طریق pH خاک را افزایش می دهد.

## ۸- ۴ زهکشی

مقدمه و تعریف: خارج کردن آب و املاح اضافی از

## مرحله دوم

- ۱- گلدان مرحله اول را به مدت چهار هفته (هفتاهای ۲-۲ بار) با آب گل آلود که قبلاً تهیه کرده اید، 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

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

آزمایش: اصلاح خاک سنی با افزایش رس

وسایل لازم:

گلدان

شن

رس و ماسه

آب

رشد گیاهان در شرایط اشباع خاک از آب (شرایط ماند آبی) – گیاهان را از نظر نیاز به آب به سه دسته هیدروفیت (آبدوست- آبرز) گزروفت (آب گریز - خشک‌زی) و مزوفیت (گیاهان حدودسط) 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 تهويه به خوبی صورت نگیرد، باید زهکشی شوند. اولین اثر نامطلوب آب اضافی در خاک، برکردن خلل و فرج خاک، کم شدن هوا و در نتیجه کمبود اکسیژن است.

کم شدن اکسیژن محیط از یک طرف، زیاد شدن گاز کربنیک به وجود آمده در نتیجه تنفس ریشه‌ها از طرف دیگر و بالاخره حل شدن  $\text{CO}_2$  در آب، اختلالات عمدہ‌ای در جذب عنصر مورد نیاز گیاه به وجود می‌آورد. در چنین حالتی پتانسیم و فسفر به دشواری جذب می‌شوند. در جذب نیتروژن و سایر عناصر مورد نیاز گیاه نیز اختلالاتی به وجود می‌آید و در نتیجه گیاه ازین می‌رود.

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

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

به طور کلی اگر خاک از آب اشباع باشد و امکان زهکشی

خاک را زهکشی می‌نامند. در حقیقت، زهکشی عکس آبیاری است. کلیه 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 به ویژه در اراضی شور و دریاچی 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 به طور 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.

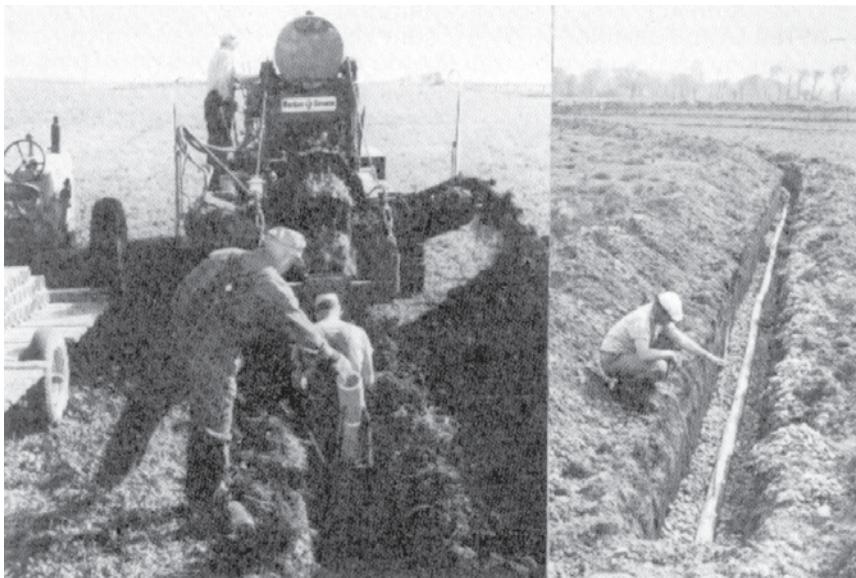
د – مناطق کوهستانی و کویرها : مناطق کوهستانی به طور طبیعی زهکشی می‌شوند و چنانچه منطقه‌ای به زهکشی احتیاج داشت، اهمیت مسأله چندان نیست. در کویرها نیز فعلاً تثبیت خاک، جلوگیری از فرسایش‌های مختلف، کشت گیاهان مقاوم به خشکی و بی‌نیاز از آبیاری بیش از سایر مسائل حائز اهمیت است.

#### ۱-۸-۴ هدف از زهکشی:

- الف – ایجاد بستری مناسب برای کاشت بذر
- ب – به وجود آوردن شرایط زیست برای زندگی گیاه مانند امکان تنفس و تغذیه

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



شکل ۲-۴ زهکشی

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

۱- تسطیح خاک به نحوی که حداقل شیب از نیم درصد تجاوز نکند.

۲- کشت نواری

۳- تراس‌بندی 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 لاپرواژی چند سال یک‌بار را ایجاب می‌کند.

۴-۸۲ اقسام زهکشی‌ها: اگر منطقه‌ای احتیاج به زهکشی داشته باشد، باید نوع و سیستم زهکشی را تعیین کنیم.

zechkshi-hai-masnouy-be-rosh-beste-ya-robaaz-hwahed-bod.

zechkshi-hai-robaaz-zehkshi-sطحی(robaaz): 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، مانع برای رشد گیاهان و عملیات کشاورزی می‌شود،

برای تعییه زهکشی سطحی باید علت تجمع آب معلوم شود. اگر

zechkshi-hai-tebiiyi 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 مسئله بدین ترتیب امکان‌پذیر نباشد، بدیهی است که سرعت نفوذ آب در خاک بطئی است و می‌توان زهکشی سطحی تعییه کرد.

## شرح:

- ۱- دو جعبه شیشه‌ای به ابعاد موردنظر را انتخاب کنید.
- (ته ظرف خروجی داشته باشد)
- ۲- از خاک منطقه موردنظر دو نمونه خاک با بافت متفاوت انتخاب کنید که حدود ۵۰cm 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 بی بیرید.

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

اگر مقادیر معنابهی 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 دسترسي 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 مانع برای عملیات کشاورزی نیست.

ثانیاً از هدررفتن 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 زهکشی‌های روزی 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 (۱۰۰×۵۰×۶۰) مانند آکواریوم

آبپاش

متر

کرنومتر

ظرف مدرج

### 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 زهکش

الف - ایجاد بستره 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 زهکش‌های بسته (تبوشه)

الف - می‌توان به سهولت به مزرعه دسترسی داشت.

ب - کار ماشین آلات کشاورزی با اشکال مواجه نمی‌شود.

ج - از هدر رفتن مقداری از مساحت زمین جلوگیری نمی‌کند.

د - الف و ب صحیح است.

۵- اصلاح خاک‌های اسیدی چگونه انجام می‌شود؟

۶- مواد اصلاح کننده چه نوع موادی هستند؟

۷- گوگرد در چه خاک‌هایی و به چه دلیل به کار می‌رود؟

۸- مواد آلی را تعریف کنید.

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

۱۰- به چه موادی کود می‌گویند؟

## منابع مورد استفاده

- ۱- بای بوردی، محمد، فیزیک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۶
- ۲- سالاردینی، علی‌اکبر، حاصلخیزی خاک، دانشگاه تهران، ۱۳۶۶
- ۳- شیرازی، محمدحسین، حفاظت آب و خاک (ترجمه)، وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۶
- ۴- زراعت عمومی، سال دوم دیبرستان، 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- امین‌پور، جزوه درسی نمونه‌برداری، انتیتو تکنولوژی اهواز
- ۹- زرین‌کفش، منوچهر، خاکشناسی کاربردی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۷
- ۱۰- خانم محمودی، مبانی خاکشناسی (ترجمه)، دانشگاه تهران، ۱۳۷۴
- ۱۱- احمدی، نعمت‌الله، فیزیولوژی گیاهی، نشر دانشگاهی، ۱۳۶۸
- ۱۲- ملکوتی، محمدجعفر، حاصلخیزی خاک و کودها، نشر دانشگاهی، ۱۳۷۳
- ۱۳- رادنیا، حسین، کمبود مواد غذایی در نباتات زراعی و درختان میوه و سبزیجات، سازمان ترویج کشاورزی، ۱۳۶۹

