



خاک شناسی عمومی

(رشته اقتصاد کشاورزی)

دکتر مریم واروی پور

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

یازده
سیزده

مقدمه
پیشگفتار

۱	فصل اول- تعریف و مفاهیم خاک
۲	۱-۱ عوامل تشکیل دهنده‌ی خاک
۹	۲-۱ عوامل مؤثر خاکساز
۱۰	۳-۱ عوامل اقلیمی (آب و هوا) در تشکیل خاک
۱۲	۴-۱ عامل سنگ مادر در تشکیل خاک
۱۳	۵-۱ عامل پستی و بلندی در تشکیل خاک
۱۴	۶-۱ عامل بیولوژیکی (موجودات زنده) در تشکیل خاک
۱۵	۷-۱ عامل زمان در تشکیل خاک
۱۵	۸-۱ نقش انسان در تشکیل خاک
۱۶	۹-۱ تشکیل خاک و چگونگی شناسایی آن
۲۳	فصل دوم - مرفولوژی خاک
۲۴	۱-۲ نیمرخ خاک
۲۵	۲-۲ بررسی افق‌های گوناگون (Horizon) در یک پروفیل خاک
۲۶	۳-۲ عوامل تشکیل دهنده‌ی افق‌های گوناگون در خاک
۳۱	فصل سوم - اصول فیزیکی خاک
۳۱	۱-۳ بافت خاک
۴۲	۲-۳ ساختمان خاک

۴۵	۳-۳ اثر عملیات کشاورزی بر روی ساختمان خاک
۴۶	۳-۴ ثبات خاک (Soil consistence)
۴۸	۳-۵ رنگ خاک
۵۱	۳-۶ وضعیت آب در خاک
۵۲	۳-۷ رطوبت خاک
۶۱	۳-۸ اندازه‌گیری رطوبت خاک
۷۴	۳-۹ تقسیمات رطوبتی خاک
۷۵	۳-۱۰ حدود مشخصه‌ی آب در خاک
۷۹	۳-۱۱ پتانسیل آبی یا پتانسیل رطوبتی
۸۱	۳-۱۲ ضرائب و حالت‌های مختلف آب در خاک
۸۵	۳-۱۳ رابطه‌ی بین انرژی و فشار آب
۸۸	۳-۱۴ خلاصه‌ای درباره‌ی شکل‌های مختلف آب در خاک
۹۱	۳-۱۵ خلل و فرج خاک (منافذ خاک)
۹۲	۳-۱۶ وزن مخصوص ظاهری خاک
۹۴	۳-۱۷ وزن مخصوص حقیقی خاک
۹۶	۳-۱۸ اندازه‌ی منافذ خاک و اهمیت آن
۹۸	۳-۱۹ قابلیت نفوذپذیری آب و هدایت آبی خاک
۹۹	۳-۲۰ تخلخل خاک

۱۰۵	فصل چهارم - کلوئیدهای مهم خاک (Colloide)
۱۰۷	۴-۱ خواص کلوئیدهای خاک
۱۱۰	۴-۲ کلوئید رس
۱۱۵	۴-۳ کلوئید هوموس
۱۱۷	۴-۴ کلوئید مختلط رس - هوموس (کمپلکس رس - هوموس)
۱۱۸	۴-۵ کلوئید هیدروکسید آهن

۱۲۱	فصل پنجم - اصول شیمیایی خاک
۱۲۱	۵-۱ تبادل کاتیونی
۱۲۱	۵-۲ ماهیت تبادل کاتیونی
۱۲۳	۵-۳ پدیده‌ی تبادل کاتیون در کلوئیدها
۱۲۵	۵-۴ ظرفیت تبادل کاتیون خاک (cations exchange capacity)
۱۲۶	۵-۵ انواع و مقادیر کاتیون‌های تبدالی
۱۲۹	۵-۶ تبادل آنیونی
۱۳۲	۵-۷ پدیده‌ی تبادل آنیون در کلوئیدها
۱۳۴	۵-۸ واکنش خاک
۱۳۴	۵-۹ تعریف PH و طرز اندازه‌گیری آن

- ۱۳۶ ۱۰-۵ منابع یون هیدروژن و هیدروکسیل در خاک
- ۱۳۷ ۱۱-۵ بررسی خاک‌های ایران از نقطه نظر PH
- ۱۳۷ ۱۲-۵ اصلاح خاک‌های آهکی از نقطه نظر کاهش PH
- ۱۳۹ ۱۳-۵ اسیدپته حقیقی - اسیدپته کل
- ۱۴۰ ۱۴-۵ قدرت تامپون خاک (tampon)
- ۱۴۲ ۱۵-۵ نقش آلومینیم قابل تبادل در اسیدپته‌ی خاک
- ۱۴۳ ۱۶-۵ نقش گاز کربنیک در اسیدپته‌ی خاک
- ۱۴۳ ۱۷-۵ تغییرات PH خاک
- ۱۴۵ ۱۸-۵ PH و حاصلخیزی خاک
- ۱۴۶ ۱۹-۵ عوامل موثر در PH خاک
- ۱۴۸ ۲۰-۵ راه‌های کنترل PH

فصل ششم - عناصر شیمیایی موجود در خاک

- ۱۵۳ ۱-۶ ترکیب شیمیایی عمده‌ی خاک
- ۱۵۴ ۲-۶ نیتروژن در خاک
- ۱۵۷ ۳-۶ فسفر در خاک
- ۱۶۰ ۴-۶ پتاسیم در خاک
- ۱۶۱ ۵-۶ کلسیم در خاک
- ۱۶۳ ۶-۶ منیزیم در خاک
- ۱۶۴ ۷-۶ گوگرد در خاک
- ۱۶۵ ۸-۶ آهن در خاک

فصل هفتم - خواص بیولوژیکی

- ۱۶۷ ۱-۷ عوامل موثر در فعالیت میکروارگانیسم‌ها
- ۱۷۳ ۲-۷ انواع میکروارگانیسم‌های خاک
- ۱۷۴ ۳-۷ فعالیت‌های بیولوژیکی خاک
- ۱۸۰ ۴-۷ ماکروارگانیسم‌های خاک
- ۱۸۱ ۵-۷ رابطه‌ی عملیات زراعی انسان و فعالیت بیولوژیکی خاک‌ها

فصل هشتم - خاک‌های شور و قلیایی و درجه‌بندی آن‌ها

- ۱۸۷ ۱-۸ درجه‌بندی خاک‌های شور و قلیایی
- ۱۸۹ ۲-۸ خاک‌های شور White Soil = Solonchak
- ۱۸۹ ۳-۸ خاک‌های قلیائی Blackalkali- Solonetz= Sodic Soil
- ۱۸۹ ۴-۸ خاک‌های شور و قلیایی Saline- Sodic Soils
- ۱۹۰ ۵-۸ طبقه‌بندی خاک‌های شور سدیمی و روش اصلاح آن‌ها
- ۱۹۳ ۶-۸ معیار سنجش شوری و قلیائیت خاک و آب

- ۱۹۹ ۷-۸ اصلاح خاک‌های شور
 ۲۰۳ ۸-۸ استفاده از آب‌های شور و قلیایی برای آبیاری
 ۲۰۴ ۹-۸ طبقه‌بندی آب‌های آبیاری
 ۲۰۶ ۸-۱۰ منشا املاح محلول
 ۲۰۶ ۸-۱۱ اثرات سوء خاک‌های شور و سدیک بر روی رشد نباتات
 ۲۰۷ ۸-۱۲ علل شور شدن خاک‌ها

فصل نهم - آلودگی خاک

- ۲۰۹ ۹-۱ تعریف آلودگی و انواع آن
 ۲۱۳ ۹-۲ آلودگی خاک ناشی از آفت‌کش‌ها
 ۲۲۰ ۹-۳ آلودگی خاک ناشی از عناصر سمی
 ۲۲۱ ۹-۴ آلودگی خاک ناشی از فضولات آلی
 ۲۲۲ ۹-۵ آلودگی ناشی از ترکیبات رادیواکتیو
 ۲۲۳ ۹-۶ آلودگی خاک ناشی از باران‌های اسیدی
 ۲۲۳ ۹-۷ آلودگی ناشی از مواد زائد صنعتی و فاضلاب‌ها
 ۲۲۵ ۹-۸ آلودگی خاک ناشی از دود کارخانه‌ها و سوخت موتورها
 ۲۲۶ ۹-۹ آلودگی ناشی از گازهای طبیعی و نفت
 ۲۲۷ ۹-۱۰ آلودگی ناشی از عوامل بیماری‌زا در خاک
 ۲۲۸ ۹-۱۱ آلودگی خاک ناشی از استعمال کودهای شیمیایی
 ۲۳۲ ۹-۱۲ آلودگی خاک ناشی از شوینده‌ها

فصل دهم - فرسایش خاک و کنترل آن

- ۲۳۳ ۱۰-۱ فرسایش آبی
 ۲۳۴ ۱۰-۲ مبارزه با فرسایش آبی (حفظ خاک در مقابل اثر فرسایشی آب)
 ۲۳۵ ۱۰-۳ مبارزه با فرسایش خاک در آبخیزها (آبخیزداری)
 ۲۴۶ ۱۰-۴ مبارزه با فرسایش آبی خاک در زمین‌های زراعتی
 ۲۵۱ ۱۰-۵ فرسایش بادی
 ۲۵۲ ۱۰-۶ عوامل موثر در فرسایش بادی
 ۲۵۲ ۱۰-۷ کنترل فرسایش بادی
 ۲۵۴ ۱۰-۸ مبارزه با فرسایش بادی (جلوگیری از پیشروی بیابان)
 ۲۵۶ ۱۰-۹ تعریف بادشکن و انواع آن

فصل یازدهم - حاصلخیزی خاک

- ۲۶۱ ۱۱-۱ رشد گیاه و عوامل مؤثر در آن
 ۲۶۵ ۱۱-۲ عناصر غذایی ضروری گیاه
 ۲۶۶ ۱۱-۳ نقش عناصر غذایی در گیاه و علائم کمبود آن

۲۷۱	فصل دوازدهم - مشخصات کودهای عمده‌ی رایج در ایران
۲۷۱	۱-۱۲ کودهای شیمیایی
۲۷۵	۲-۱۲ کودهای آلی
۲۷۶	۳-۱۲ گسترش و پخش کود حیوانی در خاک
۲۷۸	۴-۱۲ استفاده از بازمانده‌ی گیاهان (کلش، در تولید کودهای آلی)
۲۸۲	۵-۱۲ کمپوست یا کود آلی تهیه شده از زباله و مواد متعدد
۲۸۵	۶-۱۲ استفاده از زباله و مواد زائد منازل در تولید مواد آلی خاک
۲۸۷	۷-۱۲ مواد و فرآورده‌های ثانویه کارخانجات وابسته به صنعت کشاورزی
۲۸۷	۸-۱۲ کود سبز
۲۸۹	۹-۱۲ کودهای آلی سنتزی و مصنوعی
۲۹۰	۱۰-۱۲ نقش کودهای آلی در حفاظت خاک
۲۹۱	۱۱-۱۲ کودهای معدنی
۲۹۱	۱۲-۱۲ کودهای سه گانه
۲۹۲	۱۳-۱۲ روش‌های مصرف کودهای شیمیایی
۲۹۴	۱۴-۱۲ نقش کود دامی در حاصلخیزی خاک
۲۹۵	۱۵-۱۲ نقش کود کلش در حاصلخیزی خاک
۲۹۸	۱۶-۱۲ نقش کود سبز در حاصلخیزی خاک
۳۰۱	۱۷-۱۲ نقش کود کمپوست

۳۰۵	فصل سیزدهم - مواد آلی و رابطه‌ی آن با خصوصیات خاک
۳۰۵	۱-۱۳ اهمیت مواد آلی برای خاک و گیاه
۳۱۰	۲-۱۳ خصوصیات هوموس و رابطه‌ی آن با خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک
۳۱۱	۳-۱۳ عوامل مؤثر بر مقدار مواد آلی خاک
۳۱۱	۴-۱۳ چگونگی تأمین مواد آلی
۳۱۲	۵-۱۳ اهمیت مواد آلی و هوموس در خاک

مقدمه

هم اکنون دیدگاه‌های تازه‌ای درباره‌ی بهره‌برداری از منابع طبیعی به‌منظور فعالیت‌های کشاورزی مطرح است. فرایند رشد اقتصادی و توسعه‌ی صنعتی مهار گسیخته، چالش‌هایی را برای منابع زیست محیطی به‌وجود آورده است و نیاز به تولید مواد غذایی و به تبع آن اشتیاق به افزایش سطح زیر کشت، محصولات کشاورزی، جنگل‌ها و مراتع را مورد هجوم قرار داده‌است. پس برای آنکه بهتر بتوانیم خاک را حفظ کنیم، باید آن را خوب بشناسیم.

از آنجایی که خاک‌ها و زمین نماها (Landscape) تنوع زیادی دارند، مدیریت و بهره‌وری باید به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که با ویژگی‌های خاص خاک همسویی داشته‌باشد. تغییرات موضعی خاک درون مزرعه به‌وسیله‌ی نتایج آزمون خاک و تفاوت در عملکرد محصول به‌خوبی مشخص شده است. دلایل متعددی برای تغییرات خصوصیات خاک و استعدادهای آن وجود دارد که از آن جمله می‌توان عوامل خاک‌ساز (مواد مادری، پستی و بلندی، پوشش گیاهی، آب و هوا و زمان)، عملیات زراعی (خاک‌ورزی، تناوب زراعی و کود) و فرسایش را برشمرد.

در این فرایند از خاک تثبیت شده برای مدتی استفاده می‌شود، ولی به دلیل به‌هم خوردن وضعیت خاک، مخصوصاً در شیب‌ها، فرسایش شروع شده و پس از چند سال این زمین‌ها قابل کشاورزی نخواهند بود. در حالی که خاک همچون یکی از منابع بنیادی زیست محیطی همیشه مطرح بوده و امروزه نگرانی‌هایی را برای دانشمندان و مسئولان جوامع به‌وجود آورده‌است.

نگرانی از آنجاست که افزایش جمعیت و استفاده‌ی بی‌رویه از منابع طبیعی، جوامع را به‌سویی سوق داده‌است که انسان به‌دست خود محیط زیست خود را ناسالم ساخته و در جهت تخریب تدریجی و جبران‌ناپذیر منابع خود حرکت می‌کند.

تخمین زده می‌شود که سالانه حدود ۲/۵ میلیارد تن از خاک‌های حاصلخیز کشور دستخوش فرسایش شده و علاوه بر از بین بردن خاک‌های قابل استفاده برای تولید، موجب پرشدن دریاچه‌های پشت سدها می‌شود. مقدار خاک منتقل شده به دریاچه سدهای کشور در سال، حدود یک‌صد میلیون مترمکعب برآورد شده که همین

مقدار از ظرفیت مفید سدها می‌کاهد و امروزه، فرسایش و تخریب خاک در کشور رو به فزونی است و این موضوع یکی از اصلی‌ترین منابع زیست محیطی را تهدید کرده و باعث ناپایداری کشاورزی و منابع طبیعی شده‌است.

برنامه‌ریزی ضعیف و بعضی اوقات کاملاً غلط توسعه‌ی مناطق صنعتی و شهری باعث تغییر کاربری و تخریب و از بین رفتن بهترین و حاصلخیزترین خاک‌های کشاورزی شده‌است. از طرف دیگر توسعه‌ی صنعت و جامعه‌ی شهری بدون توجه به ملاحظات زیست محیطی سبب افزایش آلودگی‌های خاک و تخریب پوشش گیاهی (جنگل‌ها و مراتع) شده که خود عامل مهمی در فرسایش و تخریب خاک‌های زراعی است. استفاده‌ی بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث تخریب بافت خاک، سخت شدن آن و مشکل شدن کار کشاورزی در آن‌ها شده‌است. مصرف کودهای آلی اعم از حیوانی و گیاهی تقریباً منسوخ شده و در نتیجه خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها نامناسب شده‌است؛ لذا ضرورت دارد برنامه‌ریزی صحیح برای این منبع با ارزش صورت گیرد و مدیریتی درست بر چگونگی استفاده از خاک‌های کشور اعمال شود. در این راستا، برای اینکه به مفهوم اصلی سلامت یا کیفیت خاک پی ببریم و برایمان بیشتر سودمند واقع شود، در نظر گرفتن موارد ذیل حائز اهمیت است:

- استفاده‌ی بهتر از منابع خاک کشور
 - فراهم کردن امکان ارزیابی
 - کاربری اراضی در سطح کشور
 - تعیین اولویت‌های بهره‌وری منابع خاک
 - تأکید بر اجرای قوانین جلوگیری از تبدیل زمین‌های کشاورزی و منابع طبیعی
 - استفاده از زمین‌های غیر حاصلخیز برای امور شهری و صنعتی
 - برنامه‌ریزی برای جلوگیری از فرسایش خاک
- چنانچه این پارامترها مجموع عملکردهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را در برگیرد، آن زمان است که چشم‌انداز آینده‌ای قابل اعتماد را نوید خواهد داد.

پیشگفتار چاپ دوم

کتاب خاک‌شناسی عمومی به‌عنوان یک کتاب دانشگاهی و بر اساس سرفصل درسی که با همین عنوان در برنامه‌ی تحصیلی دانشجویان رشته‌های زراعت، آبیاری و باغبانی دانشکده‌های کشاورزی گنجانده شده، تدوین گردیده‌است. هر چند مطالب کتاب به‌نحوی تنظیم شده است تا کلیه‌ی مطالبی را، که برای ۳ واحد درسی در نظر گرفته شده‌است بپوشاند، ولی باز هم نگارنده را مصمم کرد تا تجدیدنظر اساسی در کتاب به‌عمل آورد. در طی چهار سالی که از انتشار چاپ اول این کتاب می‌گذرد و تا آنجایی که نگارنده آگاهی دارد استقبال زیادی از آن صورت گرفته، ولی همان‌طوری که خوانندگان مطلع‌اند، ارائه‌ی کتاب بدون اشتباه املایی و انشایی کاری دشوار است؛ امید می‌رود که خوانندگان محترم با ارائه‌ی پیشنهادها و تذکرات، ما را مورد لطف خود قرار دهند تا در کارهای آتی جبران شود.

در تدوین کتاب سعی شده‌است آن دسته از موضوعات مهم در بخش‌هایی که بیشتر جنبه‌ی مفهومی دارند، با مثال توصیف شوند که تصور می‌شود این روش در یادگیری دانشجویان کمک مؤثری باشد.

موضوع مهمی که در چاپ دوم این کتاب به‌صورت مفصل‌تری بحث شده است، موضوع آلودگی (فصل نهم) است که به‌لحاظ اهمیت آن و به‌دلیل رشد سریع جمعیت، صنعت و محدودیت‌های منابع طبیعی بیش از پیش مورد توجه کارشناسان واقع شده و همچنین به شکل مسئله‌ای قابل لمس مورد توجه عامه‌ی مردم قرار گرفته‌است. از سوی دیگر کمبود منابع فارسی مورد استفاده‌ی دانشجویان کارشناسی در این زمینه از دلایل اصلی افزودن این فصل در کتاب حاضر است.

در خاتمه لازم می‌دانم از مسئولان محترم دانشگاه پیام‌نور جهت تجدید چاپ کتاب صمیمانه تشکر کنم.

مریم وراوی‌پور

استادیار دانشگاه تهران

تابستان ۱۳۸۹

فصل اول

تعریف و مفاهیم خاک

خاک چیست؟

خاک یکی از منابع و شاید مهم‌ترین زیربنای تمدن در هر کشور است و در واقع مسیر و پیشرفت یا سیر قهقراپی هر جامعه را اصول و چگونگی بهره‌برداری از خاک تعیین می‌کند و بنابر قولی، ارزش خاک هنگامی معلوم می‌شود که مانند آزادی به مخاطره افتد. به‌طور کلی، هر علمی برای آنکه به نحو احسن مورد مطالعه قرار گیرد باید بتواند یک تصویر ذهنی ایجاد کند. این تصویر ذهنی را مدل می‌نامیم. به‌نظر می‌رسد که انسان اولیه، که مواد غذایی خود را از طریق شکار به‌دست می‌آورد چندان توجهی به خاک نداشته است، ولی به‌تدریج که کشت و دامپروری جایگزین شکار شده اهمیت خاک نیز افزایش یافته است. خاک محیط کشت نبات بوده است.

تعریف خاک

خاک سطحی‌ترین قسمت پوسته‌ی جامد زمین را تشکیل می‌دهد که به‌صورت پوششی سست و کم‌ضخامت سنگ‌هایی را که هنوز تخریب نشده‌اند می‌پوشاند. ضخامت این پوشش (خاک) در شرایط عادی ۵/۰ تا ۲ متر است. این قشر نازک در واقع بین جو (اتمسفر) و قسمت سخت زمین، که هنوز تحت تأثیر عوامل جوی واقع نشده و تخریب نگردیده (لیتوسفر)، قرار گرفته‌است. با توجه به اینکه ضخامت پوشش مزبور (خاک) نسبت به اتمسفر و لیتوسفر بسیار کم است، ولی چون حاصلخیز و منبع درآمد

و تولید است، محل زندگی کلیه‌ی موجودات زنده در سطح کره‌ی خاکی و بنابراین اساس جمیع تمدن مادی است.

طبق تعریف ژنتیکی، خاک‌ها در اثر تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها و فعالیت موجودات زنده، که سبب تشکیل هوموس می‌شود، به وجود می‌آیند. بنابراین، خاک در درجه‌ی اول ترکیبی است از مواد معدنی و مواد آلی.

مواد معدنی آن شامل ریگ، شن، ماسه و غیره است که در اثر تخریب و تجزیه‌ی سنگ به وجود می‌آید و مواد آلی را بقایای گیاهی و جانوری تشکیل می‌دهد.

۱-۱ عوامل تشکیل‌دهنده‌ی خاک

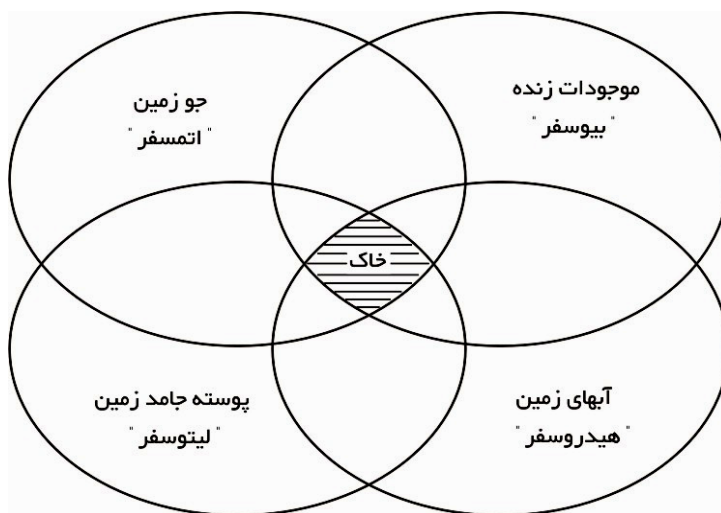
خاک محصول هوازدگی (Weathering) سنگ‌های پوسته‌ی جامد زمین است. به مجموعه‌ی تغییرات فیزیکی و شیمیایی کانی‌ها و سنگ‌های این پوسته هوازدگی می‌گویند. این پدیده را از آن جهت هوازدگی می‌گویند که مستقیم و غیرمستقیم با هوا و عوامل جوی ارتباط دارد. چون انواع سنگ‌های پوسته‌ی جامد زمین بنا به مبدأ پیدایش، که می‌تواند آذرین، رسوبی یا دگرگونی باشد و نیز نوع کانی‌هایی که این سنگ‌ها را تشکیل داده‌اند بسیار متفاوت است، بنابراین تأثیر عوامل جوی در تولید خاک یا به نوع سنگ‌هایی که تبدیل به خاک می‌شوند بستگی دارد. اصولاً سنگ‌هایی را که تبدیل خاک می‌شوند سنگ مادر می‌نامند.

عامل دیگر پیدایش خاک، نوع و شدت تأثیر عوامل جوی است. عمده‌ترین عوامل جوی عبارت‌اند از درجه‌ی حرارت و تغییرات آن، رطوبت و پراکندگی آن، باد و به‌ویژه نزولات حاوی CO_2 . آب‌های موجود در روی زمین نیز به هر شکل و ترتیبی که باشند عامل مؤثر دیگر در پیدایش خاک‌اند.

غیر از سنگ مادر، عوامل جوی اشکال مختلف آب، موجودات زنده از عامل دیگر در پیدایش خاک به حساب می‌آیند. پس خاک محل تلاقی چهار عامل سنگ مادر، عوامل جوی، آب‌های زیرزمینی و موجودات زنده است (شکل ۱-۱).

از آنجا که این چهار عامل با هم دست‌اندرکار تولید خاک هستند، پیدایش و تکامل خاک سریع‌تر است و آنجا که یک یا چند عامل به هر دلیلی نقش کمتری در تولید خاک ایفا می‌کنند، تولید خاک بطنی‌تر و تکامل آن کمتر است. از همین روست که

در مناطق گرم و مرطوب، که هر چهار عامل با شدت دست‌اندرکار تولید خاک‌اند، خاک‌های تکامل یافته‌تری وجود دارد، ولی در مناطق خشک، که رطوبت و در مناطق سرد که حرارت تأثیر کمی بر پیدایش خاک دارد، خاک‌ها عموماً جوان و تکامل نیافته‌اند.



شکل ۱-۱ عوامل تشکیل‌دهنده‌ی خاک

در خاک علاوه بر مواد آلی و معدنی موجودات زنده، هوا و آب نیز وجود دارد. این مواد معدنی و آلی، که در آن موجودات زنده، هوا و آب وجود دارد، خاک را تشکیل می‌دهند.

چون کیفیت خاک عامل تولیدی مهمی است؛ در کل منابع طبیعی، خاک جزء بسیار چشمگیری به‌شمار می‌رود. از این رو، ضرورت ایجاب می‌کند که میان تولید و اقتصاددانان منابع از یک سو و خاک‌شناسانی که به پیدایش و طبقه‌بندی علاقه دارند از سوی دیگر اثر متقابل موجود باشد. اقتصاددانان برای داده‌های مورد نیاز و برآورد باروری خاک‌های متعدد در وضعیت‌های مدیریتی معین به خاک‌شناسان مراجعه می‌کنند.

اقتصاددانان منابع طبیعی درباره‌ی خاک‌های بارور و سودمند و سرعت دگرگونی باروری خاک از راه فرسایش کار می‌کنند و به‌همین ترتیب، خاک‌شناسان برای تهیه‌ی

سیستم‌های تکنیکی و علمی طبقه‌بندی باید عامل‌های اقتصادی و نگهداری منابع مانند باروری و فرسایش‌پذیری خاک را در نظر بگیرند.

تاکنون برای خاک تعریف‌های گوناگونی ارائه شده که در اینجا به ذکر چند تعریف روشن اکتفا می‌شود:

(الف) خارجی‌ترین قشر پوسته‌ی زمین که محتوی باقی‌مانده‌ی گیاهی و حیوانی و سنگ‌های تخریب و دگرگون شده است (Ramman).

(ب) Kabienag w.k خاک را محصول تغییر شکل یافته‌ی پوسته‌ی جامد زمین در اثر سکونت و فعالیت موجودات زنده و تأثیر عوامل محیطی یک منطقه‌ی بیولوژیکی می‌داند.

(ج) Marbut خاک را چنین تعریف می‌کند:

قشر خارجی پوسته‌ی زمین را، که عمقش از چند سانتی‌متر تا چند متر می‌رسد، خاک می‌گویند. این قشر از لحاظ ساختمان، بافت، رنگ، خواص فیزیکی، ترکیبات شیمیایی و خواص بیولوژیکی با قشر زیرین خود کاملاً متفاوت است.

(د) خاک از نظر اقتصادی وسیله و عامل اصلی تولید محصول به شمار می‌آید که با به‌کار بردن صحیح سایر عوامل تولید، مانند سرمایه، کار و مدیریت به‌طور نسبی به حاصلخیزی و قابلیت بهره‌دهی آن افزوده می‌شود. بنابراین، اصل کلی زیر، در هر اندازه قابلیت تولید محصول و درجه‌ی حاصلخیزی خاکی بیشتر باشد، مقدار محصول در واحد سطح کشت بیشتر بوده، مصرف سرمایه و کاربرد کار ماشینی و بدنی بر روی آن خاک اقتصادی‌تر خواهد بود و تقریباً در کلیه‌ی سیستم‌های کشت و زرع صادق و قابل اجراست. (ه) شیمی‌دان آلمانی، که فرضیه‌های مربوط به تغذیه‌ی نباتات را بنیان‌گذارد، عقیده داشت که خاک مانند بانکی برای نباتات است و گیاهان می‌توانند عناصر غذایی خود را از آن دریافت دارند (وان لیبیگ، ۱۸۶۲).

(ن) پیشقراول مکتب خاک‌شناسی (پدر علم خاک‌شناسی) در شوروی، دوکوجائوف (Dokuchaiev) بود که برای اولین بار خاک را یک جسم طبیعی انگاشت و برای آن افق‌های مختلفی در نظر گرفت و هر افقی تحت تأثیر عوامل خاکساز، یعنی آب و هوا، موجودات زنده، زمان و پستی و بلندی قرار داشت و این عوامل بر روی سنگ مادر، خاک معینی را به‌وجود آورد.

بنابراین، ارزشمندی خاک در ذهن بشر بیشتر تابع میزان بهبودی او به‌ویژه در امر کشت و زرع بوده‌است؛ به‌گونه‌ای که حدود ۴ تا ۵ هزار سال پیش در چین کهن نیز برحسب استعداد خاک‌ها آن‌ها را به ۹ طبقه تقسیم کرده و با توجه به ارزش کشاورزی هر یک مالیات و عوارضی وضع می‌کرده‌اند و به‌عنوان حساس‌ترین و مهم‌ترین بخش حیاتی زمین از آن یاد می‌شده است.

قشر خاکی زمین بستر رویش گیاهان طبیعی است و خاک منبع ذخیره‌ی آبی است که گیاه از آن بهره‌مند می‌شود و عناصر معدنی آن در حقیقت منبع تغذیه‌ای و غذایی بسیاری از گیاهان است. بنا به قول وان لیپینگ، خاک به مثابه‌ی بانکی است که گیاهان می‌توانند عناصر غذایی خود را از آن دریافت دارند.

در حقیقت، اگرچه امروزه با روش‌های جدیدی گیاهان را در آب به جای خاک پرورش می‌دهند، ولیکن مقایسه‌ی این روش‌ها جهت رویش گیاهان بسیار نامحدود و ناچیز است و هرگز نمی‌توان روزی را تصور کرد که روش هیدروپونیک جایگزین خاک شود.

نکته‌ی جالب دیگر آنکه خاک محیطی است که آب را جذب کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهد و این ذخیره‌سازی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد به‌گونه‌ای که تمامی آب موجود در جو را می‌توان تنها در ۲۰ سانتیمتر خاک ذخیره کرد. با این وصف، گیاهان به نوبه‌ی خود همراه با بسیاری از موجودات جاندار کوچک نقش عمده‌ای را در تعیین کیفیت و جنس خاکساز می‌کنند. این کیفیت‌ها در طی چند قرن به‌واسطه‌ی عمل متقابل ارگانیسم‌ها و واکنش‌های فیزیک و شیمیایی در خاک ایجاد می‌شود.

گیاهان از مواد معدنی در جهت تغذیه‌ی خود بهره‌مند می‌شوند و مولکول‌های حیاتی پیچیده‌ای را می‌سازند. به‌دنبال مرگ بافت‌های گیاهی این مواد غذایی آزاد شده و به خاک باز می‌گردد. به عقیده‌ی سیمونسون آمریکایی واکنش‌های مختلف شیمیایی و غیره در تمام خاک‌ها صورت می‌گیرد، ولی بسته به شرایط محیط، سرعت این فعل و انفعالات از خاکی به خاک دیگر متفاوت و متغیر است و در نتیجه مشخصات متفاوتی ایجاد می‌شود که می‌توان به صراحت گفت خاک همیشه در تغییر و تحول است. بنابراین، این تغییر و تحولات می‌تواند به‌عنوان یک رکن، از سطح خاک، که در معرض هوا قرار گرفته‌است، تا مرز سنگی، که خاک خاتمه پیدا می‌کند، را تشکیل دهد.

بنابر آنچه گفته شد، مطالعه‌ی خاک می‌تواند از دیدگاه‌های مختلف و به‌منظورهای متفاوتی صورت گیرد. این دیدگاه‌ها را به‌طور کلی می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

الف) «پدولوژی»^۱: در این دیدگاه به خاک به‌عنوان یک جسم طبیعی نگریسته می‌شود. مطالعاتی از قبیل منشا خاک، طبقه‌بندی انواع آن و غیره که در آن‌ها استفاده‌ی آنی برای گیاه مورد نظر نیست، همگی در محدوده‌ی دیدگاه پدولوژی می‌باشد.

ب) «ادافولوژی»^۲: در این دیدگاه به خاک به‌عنوان محیط رشد گیاه نگریسته می‌شود. لذا خصوصیتی از خاک مورد مطالعه قرار می‌گیرد که در رشد گیاهان عالی مؤثر است. جداکردن دقیق این دو دیدگاه از یکدیگر میسر نیست. بعضی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی در هر دو دیدگاه مشترک است. در درس حاضر، ما بیشتر به جنبه‌ی ادافولوژی توجه خواهیم کرد.

با توجه به دیدگاه‌های مختلف، دادن تعریفی جامع از خاک مشکل و شاید هم محال است. برای درس خاک‌شناسی عمومی و شاید هم سایر دروس خاک‌شناسی، که تدریس می‌شود، تعریف زیر مناسب به نظر می‌رسد:

خاک محیطی است طبیعی، برای نگهداری ریشه و تأمین رشد گیاه و شامل بخشی است از پوسته‌ی خارجی جامد زمین که در آن ترکیبات معدنی و مواد آلی تجزیه شده در لایه‌های افقی متشکل گردیده و دارای خصوصیتی است که از اثر آب و هوا (اقلیم) و موجودات زنده بر روی مواد مادری به‌وجود آمده و این خصوصیات تحت تأثیر پستی و بلندی در طول مدت زمان تعدیل و تعیین شده‌اند.

چنان‌که از تعریف فوق برمی‌آید، خاک محصول عوامل طبیعی بوده و دارای ابعاد سه‌گانه‌ی طول و عرض و عمق است و نتیجه‌ی مراحل تخریب مانند «هوادیدگی» و تجزیه‌ی مواد آلی و مراحل سازندگی مانند تشکیل کانی‌های جدید و تشکیل و توسعه‌ی افق‌های مختلف است.

هوادیدگی

به دگرگونی فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها در سطح زمین یا نزدیک آن

هوایدگی گفته می‌شود، زیرا سنگ‌ها و کانی‌ها با شرایط محیط خودشان از نظر دما، فشار و رطوبت در تعادل نیستند (برکلند، ۱۹۷۴).

هوایدگی موجب خردشدن سنگ‌ها و تجزیه و تغییراتی در کانی‌های اولیه و ثانویه می‌شود و آن‌ها را به حالت پایدارتری در محیط خودشان می‌رساند. هوایدگی بر دو نوع است؛ هوایدگی فیزیکی و هوایدگی شیمیایی. این دو نوع هوایدگی اگر چه با هم عمل می‌کنند، ولی ممکن است در مرحله‌ای از پیدایش خاک تأثیر یکی بیش از دیگری باشد.

هوایدگی فیزیکی

خرد شدن سنگ‌ها بدون تغییر شیمیایی و مینرالوژی (کانی‌شناسی) را هوایدگی گویند. که در این هوایدگی سنگ‌ها فقط به قطعات کوچک‌تر شکسته می‌شوند. عوامل اصلی شکسته شدن سنگ‌ها شامل تنش‌های درون سنگ به علت نوسان دمای شب و روز، فشار ناشی از یخ‌زدن درون سنگ‌ها، فشار ناشی از رشد کریستال و ته‌نشست‌هایی است که بر اثر ورود محلول‌های شور به درون شکاف‌های سنگ ایجاد می‌شود و همچنین فشاری که در اثر رشد ریشه‌ی گیاه به وجود می‌آید (برکلند، ۱۹۷۴). گرچه فرایندهای فیزیکی گفته شده تأثیر مستقیم زیادی در تشکیل خاک ندارد، اما اثر آن‌ها از راه شکستن و خردکردن پیکره‌های سنگ و حساس‌تر کردن آن‌ها در برابر هوایدگی شیمیایی چشمگیر است (اسواران و بین، ۱۹۷۸a، ۱۹۷۸b، ۱۹۷۸c؛ تلتون و همکاران، ۱۹۷۰، برکلند، ۱۹۷۴).

هوایدگی شیمیایی

به دگرگونی در ساختار شیمیایی و کانی‌شناختی سنگ‌ها، کانی‌ها، ساپرولیت (سنگ‌های هوایدده و پوسیده که در آن ساختمان اصلی سنگ حفظ شده‌است) و خاک‌هایی گفته می‌شود که در واقع تعدیل و بازتابی است در برابر دما، فشار آب، غلظت‌های شیمیایی و وضعیت محیط کنونی آن‌ها (برکلند، ۱۹۷۴؛ کیتربک، ۱۹۸۶؛ مارشال، ۱۹۷۷).

خاک محصولی از تأثیر محیط است، زیرا کلیه‌ی عوامل محیطی در خاک نفوذ و آن را به طرف تکامل هدایت می‌کنند. این عوامل متعدد و متنوع‌اند و در مناطق و

مراحل مختلف نیز به‌طور متفاوت تأثیر می‌کنند. عوامل محیطی که در تشکیل خاک مؤثرند عبارت‌اند: از آب و هوا، سنگ بستر، موجودات زنده (گیاهان و جانوران و موجودات ذره‌بینی خاکزی)، ناهمواری، آب، انسان و زمان.

این عوامل همان‌طور که می‌بینیم متنوع‌اند و به‌نحو کاملاً متفاوت در خاک تأثیر می‌کنند. این عوامل همگی در بستر زمان برحسب چگونگی شرایط، نوع و گستردگی فعل و انفعالات فیزیکوشیمیایی را، که منجر به تشکیل خاک می‌گردد، تعیین می‌کنند. در حقیقت در پی این تحولات تخریب و افساد در سنگ‌ها به وقوع پیوسته، خاک تشکیل می‌شود و در این میان هرچه درجه‌ی افسادپذیری سنگ بیشتر باشد، مرحله‌ی تکاملی خاک مرتبه‌ی بالاتری را طی نموده‌است. اما سؤالی که می‌توان در این مقوله مطرح کرد، موضوع تنوع خاک‌هاست. چرا با توجه به اینکه فعل و انفعالات شیمیایی که در سطح کره صورت می‌گیرد (هیدرولیز، اکسیداسیون، هیدراتاسیون و...) تقریباً در همه جا یکسان است، اما تیپ خاک‌ها متنوع و با یکدیگر تفاوت دارد؟ در این باب باید توجه داشت که نوع خاک حاصله به‌شدت و چگونگی شرکت و حاکمیت عوامل اقلیمی - سنگ بستر و عوارض پستی و بلندی در فرایند خاکسازی بستگی خواهد داشت و برحسب این که کدامیک از عوامل فوق نقش مهم‌تری را در این فرایند به عهده داشته باشند، خصوصیات خاک حاصله متفاوت خواهد بود.

تعریف برخی اصطلاحات خاک

پروفیل خاک^۱: در یک برش عمودی دیده می‌شود که خاک لایه‌های افقی مختلف دارد. این برش با مقطع عمودی را اصطلاحاً پروفیل یا نیمرخ خاک می‌نامند. در هر پروفیل خاک معمولاً لایه‌های افقی دیده می‌شود که از نظر عمق، رنگ، مقدار مواد آلی نسبت ذرات ریز و درشت و سایر خصوصیات با یکدیگر فرق می‌کنند. هر یک از این لایه‌های افقی را یک «افق» می‌نامند.

خاک‌های معدنی^۲: خاک‌هایی‌اند که مقدار ماده‌ی آلی آن‌ها کمتر از ۲۰ درصد وزن آن‌هاست. کلیه‌ی خاک‌هایی که از این به بعد در این درس تنها با لفظ خاک یاد

می‌شود خاک‌های معدنی فرض می‌شود، مگر آنکه تذکر داده شود که منظور خاک آلی است.

خاک‌های آلی^۱: خاک‌هایی‌اند که چنانچه درصد رس آن‌ها کم است، حداقل ۲۰ درصد وزن ماده‌ی آلی و چنانچه درصد آنها زیاد است، حداقل دارای ۳۰ درصد وزن ماده‌ی آلی باشد.

۱-۲ عوامل مؤثر خاکساز

یکی از نتایج خاکشناسی شناخت این حقیقت است که خاک نیز مانند موجودات زنده به‌وجود می‌آید و بالغ و پیر می‌شود. به‌وجود آمدن با تخریب سنگ‌های موجود در سطح زمین شروع شده و مهم‌ترین مواد اولیه‌ی آن را از نظر زمین‌شناسی سنگ‌های آتشفشانی، رسوبی و دگرگونی (Metamorph) تشکیل می‌دهند.

از سنگ‌های اولیه توسط فرایندی، که تخریب نام دارد، طی زمانی طولانی خاک‌های معینی ساخته می‌شوند و نسبت به شدت فاکتورهای مختلف در تجزیه‌ی سنگ‌ها می‌توان از تخریب مکانیکی - فیزیکی و یا بیولوژیکی - شیمیایی نام برد.

مهم‌ترین دلیل تخریب فیزیکی، تغییرات شدید حرارتی است که از طریق انقباض و انبساط سنگ‌ها، موجب متلاشی شدن آنها می‌شود. یکی دیگر از راه‌های خردشدن مکانیکی تصادم و به هم ساییده شدن ذرات در هنگام انتقال، به‌ویژه توسط یخ در دوره‌ی یخبندان است. فعالیت انتقالی ذرات توسط آب و باد، امروزه یکی از فاکتورهای مؤثر در تشکیل خاکدانه‌هاست.

با ادامه‌ی تخریب در اثر تجزیه‌ی فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها، از طریق تغییرات ایجاد شده، ذرات خاکساز جدیدی ایجاد می‌شود. ایجاد خاک‌های مختلف به سرعت و چگونگی جریان تخریب بستگی دارد که این خود نیز از طرفی به ترکیب سنگ‌های مادر و مقاومت آن در مقابل تأثیرات اتمسفری و از طرف دیگر به نیروهای اقلیمی و همچنین به میکرو و ماکروفلور خاک مربوط است.

حرارت و رطوبت اهمیت ویژه‌ای در تشکیل خاک دارند، زیرا آنها نه تنها تعیین‌کننده‌ی شدت تخریب‌اند، بلکه در رشد و تکامل گیاهان عالی و پست نیز مؤثرند.