



پیدایش و رده‌بندی خاک‌ها

(رشته مهندسی آب و خاک)

مهندس اشرف ملکیان

دکتر فرزین شهبازی

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 کمک‌درسی 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 کمک‌درسی (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

نه	پیشگفتار
۱	فصل اول - مقدمه، تعریف و تاریخچه
۱	۱-۱ هدف‌های کلی
۲	۲-۱ تعریف خاک
۶	۳-۱ پدון و پلی پدون
۷	۴-۱ پروفیل خاک و افق‌ها
۱۰	۵-۱ تاریخچه علم خاک‌شناسی، پیدایش و رده‌بندی خاک
۱۴	۶-۱ پرسش‌های تشریحی
۱۵	۷-۱ پرسش‌های تستی
۱۷	فصل دوم - پیدایش خاک
۱۷	۱-۲ هدف‌های کلی
۱۷	۲-۲ پیدایش خاک
۱۸	۳-۲ عوامل خاک‌ساختی
۲۰	۱-۳-۲ ردیف اقلیمی
۲۳	۲-۳-۲ تغییر اقلیم
۲۶	۳-۳-۲ ردیف مواد مادری
۳۴	۴-۳-۲ ردیف موجودات زنده
۳۷	۵-۳-۲ ردیف توپوگرافی
۴۹	۶-۳-۲ ردیف زمان
۵۱	۴-۲ فرآیندهای خاک‌ساختی
۵۳	۱-۴-۲ هواپدگی فیزیکی
۵۶	۲-۴-۲ هواپدگی شیمیایی
۶۳	۳-۴-۲ هواپدگی بیولوژیکی

۶۴	۴-۴-۲ افزودن مواد آلی و معدنی به خاک (گروه A)
۶۵	۴-۴-۲ کاهش از خاک (گروه B)
۶۵	۴-۴-۲ جابجایی یا انتقال مواد آلی و معدنی (گروه C)
۸۱	۴-۴-۲ تغییر شکل در داخل پروفیل خاک (گروه D)
۸۲	۵-۲ پرسش‌های تشریحی
۸۳	۶-۲ پرسش‌های تستی
۸۷	فصل سوم - رده‌بندی قدیمی و اصول رده‌بندی جدید
۸۷	۱-۳ هدف‌های کلی
۸۸	۲-۳ رده‌بندی قدیمی خاک‌ها
۸۸	۱-۲-۳ خاک‌های منطقه‌ای
۹۹	۲-۲-۳ خاک‌های درون منطقه‌ای
۱۰۴	۳-۲-۳ خاک‌های برون منطقه‌ای
۱۰۶	۳-۳ رده‌بندی جدید خاک‌ها
۱۱۸	۴-۳ پرسش‌های تشریحی
۱۱۸	۵-۳ پرسش‌های تستی
۱۲۱	فصل چهارم - تشخیص خاک‌های آلی و معدنی
۱۲۱	۱-۴ هدف‌های کلی
۱۲۲	۲-۴ تشکیل هوموس
۱۲۳	۳-۴ ماده آلی خاک
۱۲۴	۴-۴ مشخصات و خواص هوموس
۱۲۵	۵-۴ میزان و نحوه توزیع مواد آلی در خاک‌ها
۱۲۶	۴-۵-۱ اثرات اقلیم و پوشش نباتی در مقدار مواد آلی خاک‌ها
۱۲۷	۴-۵-۲ مقدار مواد آلی در رابطه با بافت خاک
۱۲۸	۴-۶ خاک‌های آلی
۱۲۹	۴-۷ حفظ و حراست مواد آلی در خاک
۱۳۰	۴-۸ سال‌های نرمال
۱۳۲	۴-۹ پرسش‌های تشریحی
۱۳۲	۴-۱۰ پرسش‌های تستی
۱۳۳	فصل پنجم - افق‌های مشخصه در رده‌بندی خاک براساس سیستم‌های FAO و USDA
۱۳۳	۱-۵ هدف‌های کلی
۱۳۴	۲-۵ افق‌های مشخصه سطحی
۱۳۶	۲-۵-۱ شرح کامل افق‌های مشخصه سطحی در سیستم USDA
۱۴۲	۲-۵-۲ افق‌های مشخصه سطحی در سیستم FAO

۱۵۵	۳-۵ افق‌های مشخصه زیرسطحی
۱۵۶	۱-۳-۵ افق‌هایی که به‌طور مشترک در هر دو سیستم مطرح هستند
۱۶۷	۲-۳-۵ افق‌هایی که فقط در سیستم USDA مطرح هستند
۱۷۰	۳-۳-۵ افق‌هایی که فقط در سیستم FAO مطرح هستند
۱۷۶	۴-۵ پرسش‌های تشریحی
۱۷۷	۵-۵ پرسش‌های تستی

۱۸۱	فصل ششم - خواص و مواد مشخصه در دو سیستم رده‌بندی USDA و FAO
۱۸۱	۱-۶ هدف‌های کلی
۱۸۱	۲-۶ مواد و خواص مشخصه در سیستم USDA
۱۸۲	۱-۲-۶ مواد و خواص مشخصه در خاک‌های معدنی
۱۸۲	۲-۲-۶ مواد و خواص مشخصه در خاک‌های آلی
۱۸۳	۳-۲-۶ مواد و خواص مشخصه مشترک در خاک‌های معدنی و آلی
۱۸۳	۳-۶ مواد و خواص مشخصه در سیستم FAO
۱۸۴	۴-۶ تشریح کامل مواد و خواص مشخصه در خاک‌های معدنی
۱۹۵	۵-۶ تشریح کامل مواد و خواص مشخصه در خاک‌های آلی
۱۹۸	۶-۶ تشریح کامل مواد و خواص مشخصه در هر دو خاک معدنی و آلی
۲۱۰	۷-۶ پرسش‌های تشریحی
۲۱۰	۸-۶ پرسش‌های تستی

۲۱۳	فصل هفتم - تشریح کلی رده‌ها و زیررده‌های خاک در Soil Taxonomy
۲۱۳	۱-۷ هدف‌های کلی
۲۱۵	۲-۷ معرفی رده‌ها و زیررده‌های خاک
۲۱۵	۱-۲-۷ آلفی سل
۲۱۶	۲-۲-۷ اندی سل
۲۱۷	۳-۲-۷ اریدی سل
۲۱۸	۴-۲-۷ انتی سل
۲۲۰	۵-۲-۷ جلی سل
۲۲۱	۶-۲-۷ هیستوسل
۲۲۲	۷-۲-۷ اینسپتی سل
۲۲۳	۸-۲-۷ مالی سل
۲۲۶	۹-۲-۷ اکسی سل
۲۲۸	۱۰-۲-۷ اسپودوسل
۲۳۰	۱۱-۲-۷ التی سل
۲۳۱	۱۲-۲-۷ ورتی سل
۲۳۴	۳-۷ پرسش‌های تشریحی

۲۳۴	۴-۷ پرسش های تستی
۲۳۷	فصل هشتم - افق های ژنتیکی
۲۳۷	۱-۸ هدف های کلی
۲۳۷	۲-۸ افق های اصلی خاک
۲۴۱	۳-۸ انواع افق های فرعی
۲۴۲	۴-۸ پرسش های تشریحی
۲۴۲	۵-۸ پرسش های تستی
۲۴۵	فصل نهم - گروه های اصلی خاک در سیستم FAO
۲۴۵	۱-۹ هدف های کلی
۲۴۵	۲-۹ تاریخچه
۲۴۶	۳-۹ گروه های اصلی خاک در سیستم FAO
۲۴۹	۴-۹ پرسش های تشریحی
۲۴۹	۵-۹ پرسش های تستی
۲۵۱	منابع

پیشگفتار

جویندگان علم و دانش همگی شایسته بهترین‌ها بوده و در پی تقویت بنیان‌های علمی در جهت رشد و بالندگی دانش و تفکر خویش هستند. کتاب حاضر برگرفته از آموزه‌های علمی و تجربی اینجانبان طی چندین سال تحصیل و تحقیق در داخل و خارج کشور بوده و به این امید به رشته تحریر در آمده است که با تقدیم به دانشجویان رشته مهندسی آب و خاک در بالا بردن سطح علمی آنها سودمند واقع شود. در این کتاب سعی شده است براساس آخرین منابع موجود در علم پیدایش و رده‌بندی خاک‌ها، مطالب نوین و قابل فهم ارائه شود. این کتاب به خانواده‌های عزیزمان، تمامی اساتید گروه خاک‌شناسی دانشگاه تبریز و دانشگاه پیام نور تقدیم می‌گردد. لازم می‌داند از زحمات و تلاش‌های بی‌دریغ جناب آقای مهندس رضا موحدی کلپور که در تهیه این کتاب صمیمانه همکاری نمودند کمال تشکر و قدردانی داشته باشیم.

در پناه حق

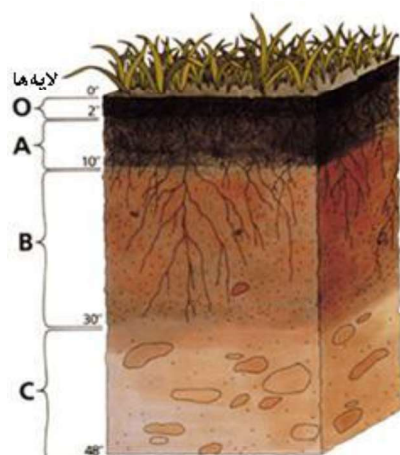
دکتر فرزین شهبازی

دانشیار دانشگاه تبریز

مهندس اشرف ملکیان

فصل اول

مقدمه، تعریف و تاریخچه



۱-۱ هدف‌های کلی

تأکید کتاب حاضر بر روی پیدایش و رده‌بندی خاک‌ها براساس سیستم‌های قدیمی و جدید آمریکایی و سازمان خوار و بار جهانی^۱ است که شرط لازم برای درک سایر قسمت‌های علوم خاک مانند ارزیابی تناسب و آسیب‌پذیری اراضی و همچنین شناسایی و تهیه نقشه خاک می‌باشد. با توجه به ازدیاد حجم مطالب از بیان مواردی مفصل درخصوص تشریح پروفیل خاک که بیشتر به بخش عملی این درس مربوط می‌شود صرف‌نظر شده است. در این فصل که پیش درآمدی برای یادگیری فصول بعدی می‌باشد، با مواردی نظیر تعریف خاک و توصیف جایگاه آن، منشاء خاک، معرفی

1. Food and Agricultural Organization (FAO)

عوامل خاک‌ساختی، اجزاء خاک، افق‌ها و پروفیل خاک، تاریخچه علم خاک‌شناسی و پیدایش و رده‌بندی خاک آشنا خواهید شد. با مطالعه این فصل دانشجو قادر به تحلیل موارد ذیل خواهد بود:

- خاک را از دیدگاه علوم مختلف و مرتبط با آن تعریف کند.
- مقدمه‌ای بر علم پیدایش و رده‌بندی خاک داشته باشد.
- پروفیل خاک را به عنوان مقطعی برای مطالعه خاک تعریف کند.

۲-۱ تعریف خاک

خاک یکی از مهم‌ترین سرمایه‌های طبیعی یک کشور بوده و عامل مهم تأمین غذا و مایحتاج دیگر، نظیر چوب، پوشاک و غیره می‌باشد. خاک علاوه بر کشاورزی و جنگل‌داری، از نظر مسائل مهندسی، توسعه فضای سبز و محیط زیست نیز مهم تلقی می‌گردد. بنابراین کسب اطلاعات کافی در مورد این ماده طبیعی پر ارزش، علاوه بر خاک‌شناسان، برای متخصصین در رشته‌های دیگر مانند زمین‌شناسان، اکولوژیست‌ها، جغرافی‌دانان، مهندسین عمران و معدن که بیش از سایرین با آن سر و کار دارند ضروری است. از دیدگاه اداپولوژی^۱، خاک به مواد خرد شده در قشر خارجی پوسته زمین گفته می‌شود که قادر به حمایت و رشد گیاه باشد. در این تعریف، منظور از حمایت و رشد گیاه به این معنی نیست که حتماً پوشش گیاهی بر روی خاک مستقر باشد. علاوه بر این، محیط‌های هیدروپونیک یا آبکشت نیز خاک محسوب نمی‌گردند. از دیدگاه رده‌بندی و پدولوژی^۲، خاک به قشر خارجی پوسته زمین گفته می‌شود که در اثر فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی دستخوش تغییر قرار گرفته و این تغییرات با حضور لایه‌ها یا افق‌های مختلف معرفی می‌شوند. با توجه به اینکه خاک جزئی از اراضی^۳ محسوب می‌شود لذا علاوه بر خصوصیات داخلی خاک مانند بافت، رنگ، درصد ذرات درشت‌تر از شن، برخی خصوصیات خارجی متأثر از شرایط اراضی مانند شیب و اقلیم نیز در پیدایش خاک‌های مختلف دخالت دارند. در بسیاری از مناطق، سنگ‌ها به وسیله قشری از ذرات ناپیوسته پوشیده شده‌اند که رگولیت^۴ نامیده

1. Edaphology

2. Pedology

3. Land

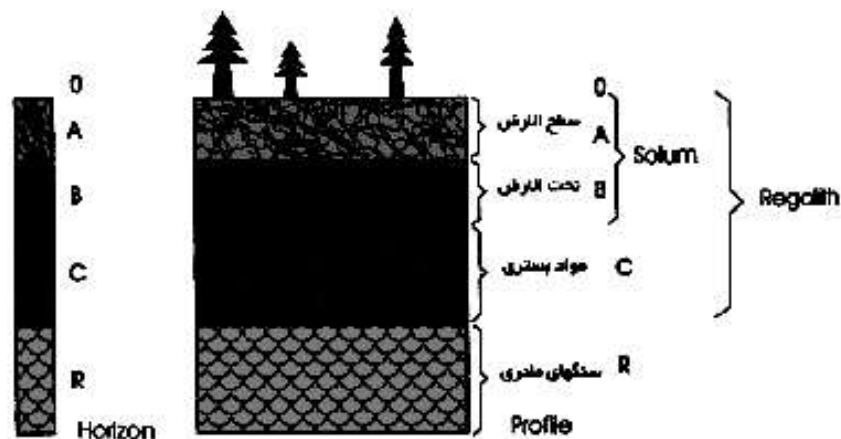
4. Regolith

می‌شوند. رگولیت در واقع حد فاصل سنگ و خاک تلقی می‌گردد که یا از هواپدیدی سنگ زیرین خود به‌وجود می‌آید و یا به‌وسیله عواملی نظیر آب، باد و یخچال روی سنگ‌های سخت نهشته می‌شود. فوقانی‌ترین قسمت رگولیت که اغلب ضخامت آن کمتر از ۲ متر است با داشتن مشخصات زیر از قسمت‌های زیرین آن متمایز می‌باشد:

- حاوی مواد آلی بیشتری است.

- ریشه‌های زیاد و موجودات متنوع و فراوانی در آن وجود دارند.
- شدت هواپدیدی شیمیایی مواد معدنی در آن بیش از قسمت‌های زیرین است.
- دارای قشرها یا لایه‌های مشخصی است که به هر کدام از آنها افق گفته می‌شود.

بنابراین، قسمت سطحی رگولیت را که کمابیش مشخصات چهارگانه فوق را دارا باشد به اصطلاح خاک می‌نامیم.



شکل ۱-۱ موقعیت نسبی خاک، رگولیت و سنگ بستر (بریدی، ۱۹۸۴)

تاکنون تعاریف مختلفی از خاک ارائه شده است. اداره حفاظت خاک ایالات متحده آمریکا آن را به‌صورت زیر تعریف نموده که مورد قبول بسیاری از خاک‌شناسان واقع شده است:

«خاک مجموعه‌ای از مواد طبیعی سطح خشکی‌ها است که دارای موجودات زنده

بوده و گیاهان در آن رشد کرده و یا قادر به رشد هستند».

بنابراین خاک مجموعه‌ای طبیعی تلقی می‌شود که ریشه گیاه در آن مجموعه بتواند رشد کند یا اینکه بتوان بذری را در آن مجموعه کاشت و محدودیتی وجود نداشته باشد. براساس این تعریف، حضور افق‌های پدوژنیکی و یا ژنتیکی لازم نمی‌باشد. بنابراین عمق خاک عمقی در نظر گرفته می‌شود که ریشه قادر به نفوذ در آن بوده و محدودیتی نداشته باشد که ممکن است دارای لایه‌بندی و یا فاقد آن باشد.

هیلگارد^۱ (۱۹۱۴) خاک را به‌عنوان مواد کم و بیش شکننده‌ای تعریف کرده است که گیاهان با نفوذ ریشه‌ای به داخل خاک شرایط مساعدتری برای تغذیه پیدا می‌کنند.

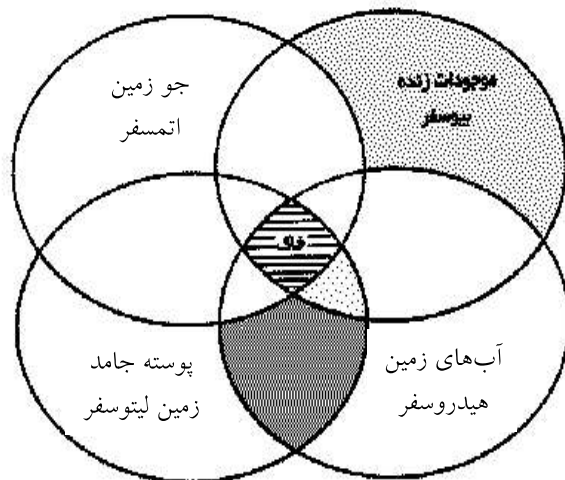
جوف^۲ (۱۹۳۶) در ادامه نظرات رامن^۳ (۱۹۲۸) که خاک را لایه هوادیده یافته‌ای از سطح زمین در نظر گرفته بوده و بین خاک و مواد صخره‌ای شل تفاوتی قائل نشده بود، خاک را به‌عنوان یک بدنه طبیعی تعریف کرده است که در آن افق‌ها و یا لایه‌های معدنی و آلی ایجاد شده باشند و با مواد مادری زیرین از نظر مورفولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی متفاوت باشد. به عبارت دیگر، خاک مجموعه‌ای است که در آن تکامل رخ داده باشد. بنابراین عمق خاک عمقی می‌باشد که پایین‌ترین لایه افق در آن عمق وجود داشته باشد. به‌طور کلی و خلاصه اینکه، خاک از فرسایش سنگ ایجاد می‌شود. خصوصیات فیزیکی خاک در مرحله نخست تحت تأثیر کانی‌های تشکیل‌دهنده ذرات خاک و بنابراین تحت تأثیر سنگی قرار دارد که از آن به‌وجود آمده است. از دیدگاه ژئوتکنیک، خاک‌ها به دو دسته درشت‌دانه و ریزدانه تقسیم می‌شوند اما از دیدگاه علم خاک‌شناسی، خاک‌ها به سه دسته درشت‌بافت شامل خاک‌های شنی، متوسط بافت شامل سیلت و ماسه و ریزبافت شامل خاک‌های رسی طبقه‌بندی می‌شوند. خاک‌های درشت‌بافت دارای منافذ کمتری نسبت به خاک‌های ریزبافت هستند. حجم خلل و فرج در خاک‌های رسی بیشتر از خاک‌های ماسه‌ای و شنی می‌باشد. خاک‌های شنی نفوذپذیری بیشتری نسبت به خاک‌های رسی داشته و آب خود را به راحتی از دست می‌دهند و توانایی ذخیره‌سازی رطوبت در آنها کمتر از خاک‌های ریزبافت است که این امر به دلیل بزرگی قطر خلل و فرج آنها می‌باشد.

1. Hilgard

2. Joffe

3. Ramann

خاک از تأثیر آب، هوا و موجودات زنده بر سنگ‌ها و رسوبات سطح زمین به وجود می‌آید. بنابراین قشر خاکی زمین که پدوسفر^۱ هم نامیده می‌شود از تلاقی هیدروسفر، اتمسفر، بیوسفر و لیتوسفر تشکیل می‌شود (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ نمایش جایگاه پدوسفر نسبت به اتمسفر، بیوسفر، هیدروسفر و لیتوسفر (جرارد^۲، ۲۰۰۰)

اگرچه ضخامت خاک نسبت به ابعاد آن ناچیز است، ولی حیات بسیاری از گیاهان و جانوران را تضمین می‌کند که علاوه بر تأمین مواد غذایی لازم، پناهگاهی برای زیست آنها نیز تلقی می‌گردد. گیاهان آب و مواد غذایی مورد نیاز خود را از خاک می‌گیرند و جانوران به گیاهان وابسته هستند. از طرف دیگر، بقایا و اجساد گیاهان و جانوران به خاک برگشته و توسط موجودات خاکری مانند باکتری‌ها تجزیه می‌شوند. از تجزیه آنها عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان آزاد شده سپس به وسیله ریشه‌ها جذب می‌گردند.

خاک را می‌توان به عنوان محصول هوادیدگی سنگ‌ها و کانی‌ها و یا به عنوان محیط رشد گیاه مورد مطالعه قرار داد. به عنوان مثال، زمین‌شناسان خاک را اغلب به عنوان محصول هوادیدگی سنگ‌ها و کانی‌ها در نظر گرفته و مطالعه می‌کنند، در حالی

1. Pedosphere
2. Gerrard

که متخصصین کشاورزی آن را به‌عنوان محیط رشد گیاه مورد مطالعه قرار می‌دهند. موضوع علم پیدایش و رده‌بندی خاک، بررسی نحوه تشکیل، طبقه‌بندی و توصیف خاک است. خاک موجود در هر محل ممکن است به شکل‌های زیر تشکیل شود:

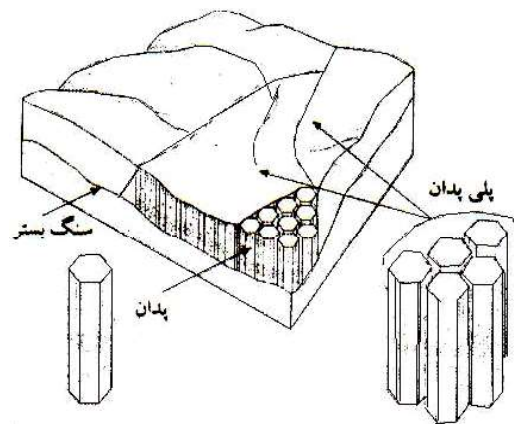
- هوادیدگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی سنگ‌های سخت، بدون اینکه محصولات هوادیدگی جابجا شده باشند.
- تغییر در رسوباتی که توسط عوامل جابجایی مانند آب، باد، یخچال و نیروی جاذبه زمین نهشته شده‌اند.
- تجمع مواد آلی در محدوده‌ای از سطح زمین.
- ترکیبی از موارد بالا.

۱-۳ پدون و پلی پدون

کوچک‌ترین حجم یک خاک که در مطالعات خاک‌شناسی بیانگر خصوصیات آن خاک باشد، پدون^۱ نام دارد که بعد افقی آن ۱ تا ۱۰ متر مربع و بعد عمودی آن نامشخص است و تا جایی ادامه دارد که افق‌های ژنتیکی مشاهده شود و یا اینکه ریشه گیاهان بومی امتداد یابد. افق‌های ژنتیکی براساس جدیدترین کلید رده‌بندی خاک (USDA, ۲۰۱۰) در فصل هشتم به‌طور کامل شرح داده خواهند شد. اگر افق‌های ژنتیکی تا عمق خیلی زیاد امتداد یابند، بعد عمودی ۱/۵ تا ۲ متر در نظر گرفته می‌شود. بعد افقی پدون بستگی به میزان تغییرات در افق‌های موجود دارد به‌طوری که در صورت کم بودن تغییرات افق‌ها، بعد افقی پدون را ۱×۱ متر در نظر می‌گیرند. ولی در ورته‌سل‌ها^۲ (در فصل هفتم بیشتر توضیح داده خواهد شد) که افق‌ها دارای تغییرات متناوب می‌باشند، در صورت داشتن نصف سیکل تمامی ویژگی‌های افق مشاهده می‌شود. با توضیح این موارد می‌توان پدون را واحد نمونه‌برداری یا پروفیل خاک (نیمرخ خاک) نیز نامید. بنابراین نمونه‌های گرفته شده از خاک‌های منطقه مورد مطالعه بایستی معرف رده‌بندی خاک‌های آن منطقه باشد. برای مطالعات خاک‌شناسی،

1. Pedon
2. Vertisols

خاک‌شناسان هر خاک را به صورت مجموعه‌ای از پدون‌های مشابه در نظر می‌گیرند و به آن پلی‌پدون^۱ هم می‌گویند. به عبارت دیگر پلی‌پدون مجموعه مشابهی است که از نظر جغرافیایی مجاور هم بوده و نمودی از واحد نقشه‌برداری و یا در واقع سری خاک است که تغییر مشخصات آن به کندی صورت می‌گیرد. بنابراین مفاهیم پدون و پلی‌پدون تا حدی مشابه با سلول و بافت در زیست‌شناسی می‌باشد. ذکر این نکته ضروری است که معمولاً مشخصات خاک هر محل به تدریج از یک نقطه به نقطه دیگر تغییر می‌کند، بنابراین، در تعیین تعداد پروفیل‌های لازم برای مطالعات خاک‌شناسی بایستی تمامی این تغییرات مدنظر قرار گیرند (شکل ۱-۳).



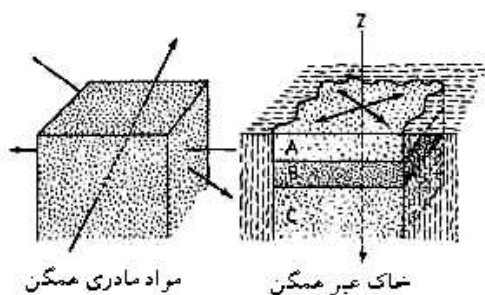
شکل ۱-۳ مفاهیم پدون و پلی‌پدون (جرارد، ۲۰۰۰)

۴-۱ پروفیل خاک و افق‌ها

عبارت پروفیل خاک از نظر ینی^۲ شامل نوعی غیرهمگنی در خاک است که در مقایسه با حالت همگن، دارای بعد ارتفاعی Z می‌باشد (شکل ۴-۱) که معمولاً در آن خاک از قشرها یا لایه‌های موازی با سطح زمین تشکیل شده است و به هر یک از آنها افق^۳ یا لایه گفته می‌شود. افق‌ها به دو دسته ژنتیکی و پدوژنتیکی تقسیم می‌شوند. برای تشکیل

1. Polypedeon
2. Jenny
3. Horizon

افق‌های پدورژنیکی نیاز به انجام برخی فرآیندهای خاک‌ساختی وجود دارد که در فصل دوم توضیح داده خواهند شد. اغلب افق‌ها به علت اختلاف در رنگ به خوبی قابل تفکیک می‌باشند و مجموعه افق‌های تشکیل‌دهنده یک خاک پروفیل^۱ آن خاک را به وجود می‌آورند.

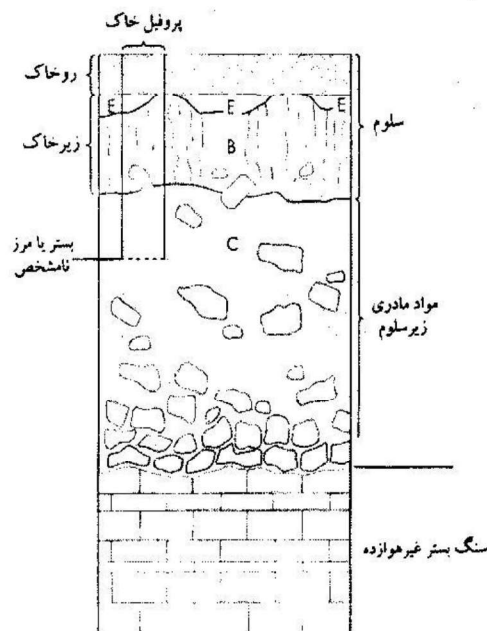


شکل ۱-۴ تفاوت مواد مادری همگن و خاک غیرهمگن (اقتباس از ینی، ۱۹۴۱)

بالاترین افق خاک اگر به‌طور عمده از مواد آلی تشکیل شده باشد، افق آلی یا O نامیده می‌شود که برحسب میزان تجزیه بقایای گیاهی و لاشبرگ موجود در خاک تقسیم می‌گردد (انواع مختلف مواد آلی در فصل چهارم به‌طور کامل توضیح داده خواهد شد). در زیر آن اغلب یک افق معدنی حاوی مقدار زیادی رس و مواد آلی وجود دارد که افق A نامیده می‌شود. البته بسیاری از خاک‌ها فاقد افق آلی هستند لذا سطحی‌ترین افق آنها افق A خواهد بود. رس و مواد آلی انتقال یافته از افق A در زیر آن تجمع یافته و افق تجمع B را پدید می‌آورند. مجموع افق‌های A و B را اصطلاحاً سالوم^۲ می‌نامند. در زیر افق تجمع B و بالای سنگ بستر (افق R)، افق C قرار می‌گیرد که برخلاف افق تجمع B فاقد ساختمان می‌باشد. سنگ یا رسوبی که از هواپدگی و تحولات آن خاک به وجود آمده باشد تحت عنوان سنگ بستر یا مواد مادری خاک نامیده می‌شود. اگر خاک روی سنگ سخت تشکیل شده باشد، آن سنگ سخت را با علامت R نشان می‌دهند و به‌عنوان افق R می‌نامند. علاوه بر موارد مذکور سه افق

1. Profile
2. Solum

اصلی دیگر با حروف L، M و W نشان داده می‌شوند که به ترتیب بیانگر افق‌های لیمنیکی^۱، تجمع بقایای لاستیک یا پارچه و همچنین لایه آبی می‌باشند. قسمت سطحی خاک (با ضخامت حدود ۳۰ سانتی‌متر) بسیار بااهمیت است، زیرا معمولاً مواد آلی زیادی داشته و به خوبی تهویه می‌شود. همچنین ریشه گیاهان زراعی به‌طور عمده در آن متمرکز شده و موقع شخم فقط این قشر زیر و رو می‌شود. بدین ترتیب این بخش به دو قسمت سطحی^۲ و زیرسطحی تقسیم می‌شود (شکل ۱-۵). اگر چه در زراعت اهمیت خاک زیرسطحی کمتر از سطحی است، ولی خاک تحت‌الارض نیز در حاصلخیزی، کشاورزی و برداشت محصول مؤثر می‌باشد. خاک‌های تحتانی متراکم و نفوذناپذیر اجازه عبور آب آبیاری را به خاک نمی‌دهند لذا با تجمع آب در خاک، میزان تهویه آن کاهش یافته و یا به علت تبخیر شور شده و همچنین باعث ایجاد روان‌آب^۳ و افزایش فرسایش نیز می‌گردد.



شکل ۱-۵ مفاهیم خاک سطحی و زیرسطحی (جرارد، ۲۰۰۰)

1. Limnic
2. Surface soils
3. Runoff

۱-۵ تاریخچه علم خاک‌شناسی، پیدایش و رده‌بندی خاک

علم خاک‌شناسی به شکل امروزی خود طی ۶۰ تا ۸۰ سال گذشته شکل گرفته است ولی شروع مطالعه خاک‌ها و پی بردن به اهمیت آنها احتمالاً مصادف با شروع کشت و زرع در هفت هزار سال پیش از میلاد بوده است. ارزش آب موجود در خاک برای رشد گیاه و برای انسان‌های ماقبل تاریخ نیز مشخص شده بود. به عنوان مثال، آثار زیادی از کانال‌های آبرسانی دنیای باستان بر جای مانده‌اند که از جمله آن می‌توان به آثار آبیاری در عهد سومریان (۳۵۰۰ سال قبل از میلاد) اشاره کرد. مینوها در حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد در جزیره کرت^۱ از سیستم‌های زهکشی استفاده می‌کرده‌اند. کانال‌های آبرسانی بین‌النهرین در ۱۸ قرن قبل از میلاد منطقه‌ای به وسعت ۲۵۹۰۰ کیلومتر مربع را در بر گرفته و ۱۵ تا ۲۰ میلیون نفر را تغذیه می‌کرده‌اند.

معمولاً تمدن‌های بزرگ باستانی از نعمت داشتن خاک‌های خوب برخوردار بوده‌اند که از جمله می‌توان تمدن‌های مصر باستان و یا بین‌النهرین را نام برد. مدیریت غلط و در نتیجه انهدام خاک‌ها باعث از بین رفتن بعضی از این تمدن‌ها شده است. به عنوان مثال، در سرزمین بین‌النهرین به علت تبخیر آب آبیاری، تجمع املاح باعث تخریب خاک‌های وسیعی شده است. ابداع قنات در ۳۰۰۰ سال قبل توسط ایرانیان و حفر بیش از ۲۲۰۰۰ رشته قنات که طول مجموعه آنها حدود ۲۷۰۰۰۰ کیلومتر است خود نشانه دیگری از اهمیت آب جهت زراعت و در نتیجه بیانگر رنجی است که انسان‌ها در این زمینه متحمل شده‌اند. کاتو^۲ در سه قرن قبل از میلاد کتابی نوشت و در آن مسائلی نظیر تناوب زراعی و اثرات مفید کاشت گیاهان تیره نخود و استفاده از کود حیوانی را مورد بررسی قرار داد. وی اولین کسی بود که زمین‌ها را براساس ارزش نسبی آنها برای محصولات خاص دسته‌بندی کرده است. کولوملا^۳ در چندین سال پیش مفید بودن شلغم‌ها را در اصلاح خاک مورد تأکید قرار داد. در مدت زمان سپری شده بین قرن اول تا هفدهم میلادی، تحول و پیشرفت عمده‌ای در زمینه مطالعه و تشریح خاک صورت نگرفته بود ولی در اوایل قرن هفدهم شخصی به نام ون هلمونت^۴ در

1. Kert

2. Cato

3. Columella

4. Van Helmont

هلند آزمایشی انجام داد که در واقع به منزله شروع دوره جدیدی در تحقیقات خاکشناسی تلقی گردید. او یک درخت ۲/۳ کیلوگرمی بید را در ظرفی حاوی ۹۰/۱ کیلوگرم (وزن خشک) قرار داد و به مدت ۵ سال فقط آب باران به این خاک اضافه می‌شد. در پایان، وزن خاک تنها ۵۷ گرم کم شده بود ولی وزن درخت ۷۶/۸ کیلوگرم بود. او به این نتیجه رسید که آب اساس رشد و نمو گیاهان است. لیپیگ^۱، دانشمند آلمانی با انتشار کتابی در سال ۱۸۴۰ تحت عنوان «کاربرد شیمی در کشاورزی و فیزیولوژی» مسائلی نظیر جذب کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم را مورد بررسی قرار داد. اولین طبقه‌بندی علمی خاک‌ها در سال ۱۸۸۶ به‌وسیله دوکوچائف^۲ شروع و تا سال ۱۹۰۰ ادامه یافت. نامبرده خاک‌ها را به سه رده منطقه‌ای^۳، درون منطقه‌ای^۴ و برون منطقه‌ای^۵ تقسیم نمود (در فصل سوم بیشتر توضیح داده خواهند شد). خاک‌های منطقه‌ای براساس شرایط اقلیمی به ۷ نوع و براساس رنگ به تیپ‌های متعددی تفکیک شد. آثار دوکوچائف در سال ۱۹۱۴ به‌وسیله گلینکا^۶ به آلمانی و در سال ۱۹۲۷ به‌وسیله ماربوت^۷ از آلمانی به انگلیسی ترجمه شدند. بنابراین به جای تأکید بر منشأ ژئولوژیکی مواد اولیه، تأکید خود را بیشتر بر روی خصوصیات پروفیل خاک نهاد. ماربوت ۸ مشخصه را برای تفکیک تیپ‌های خاک پیشنهاد نمود که در واقع شامل همه خصوصیات به غیر از رژیم‌های رطوبتی و حرارتی است که اکنون نیز در رده‌بندی جدید مدنظر قرار گرفته‌اند (در فصل ششم بیشتر توضیح داده خواهند شد). این خواص هشت‌گانه به شرح ذیل خلاصه می‌شوند:

- تعداد افق‌ها در پروفیل
- رنگ افق‌ها مخصوصاً افق‌های سطحی
- بافت افق‌ها
- ساختمان افق‌ها
- آرایش نسبی افق‌ها

1. Liebig
2. Dokuchaev
3. Zonal
4. Interzonal
5. Azonal
6. Glinka
7. Marbut

- ترکیب شیمیایی افق‌ها

- ضخامت افق‌ها

- ژئولوژی مواد اولیه

از آنجا که تیپ خاک در رده‌بندی قدیم آمریکایی مفهوم دیگری داشت بنابراین تیپ خاکی که طبق رده‌بندی روسی تعریف شده بود در رده‌بندی ماربوت، گروه‌بزرگ^۱ خوانده شد و در واقع اولین رده‌بندی چند طبقه‌ای تهیه شد که در بالاترین سطح آن، دو رده پدوکال^۲ (خاک‌هایی که در پروفیل خود دارای تجمع کربنات‌ها به‌ویژه کربنات کلسیم باشند) و پدالفر^۳ (خاک‌هایی که در پروفیل خود دارای تجمع آلومینیوم و آهن می‌باشند) قرار داشت. در طبیعت خاک‌هایی وجود داشته‌اند که یا دارای هر دو حالت فوق بودند و یا اینکه هیچ کدام از حالات فوق را نداشتند. بنابراین در حالت اول با ارجحیت یکی بر دیگری این مشکل حل می‌شد و در حالت دوم تحت عنوان خاک‌های ناقص نامیده شدند که به مرحله جنینی در موجودات زنده شبیه بودند. البته ایرادات دیگری مانند محدود بودن طول عمر حشرات بر این ایده وارد است. در هر حال چاپ رده‌بندی ماربوت در اطلس کشاورزی به سال ۱۹۳۶، علیرغم وجود برخی مشکلات مانند نبودن جایی برای برخی سری‌های خاک و قرارگیری برخی دیگر در چند گروه بزرگ خدمت بزرگی در این علم به‌شمار می‌رود. از سال ۱۹۴۱ مطالعات خاک به دلیل شروع جنگ جهانی متوقف و پس از اتمام آن کمیته‌هایی توسط کلوگ^۴ انتخاب شد تا در مورد گروه‌های بزرگ گردهمایی داشته و تعاریف دقیقی برای هر کدام ارائه شود. در هر حال نتایج فعالیت این کمیته بنا به دلایلی مانند عدم مهارت برخی افراد منتخب با خاک، چندان رضایت‌بخش نبوده و گاهی تلاقی و پوشش زیاد در تعاریف باعث ایجاد انحراف‌هایی نیز گردید. در سال ۱۹۵۰، ماربوت، کلوگ و بالدوین^۵ معتقد بودند باید رده‌بندی جدیدی به‌وجود آید که متکی بر خصوصیات خود خاک باشد. تصمیم بر ایجاد رده‌بندی جدید در سال ۱۹۵۱ اتخاذ گردید و بعد از

1. Soil Great Group

2. Pedocal

3. Pedalfers

4 Kellogg

5. Baldwin

چندین بار تجدیدنظر و نهایتاً در هفتمین تجدیدنظر^۱ با جمع‌آوری نظرات و تصمیم‌گیری‌های مجدد، تحت عنوان کلید رده‌بندی خاک‌ها^۲ در سال ۱۹۶۰ مجدداً چاپ شد. پس از چاپ آن از کلیه نقاط دنیا اظهارنظرات و انتقادات زیادی دریافت شد و بدین‌صورت، این سیستم در تمامی دنیا با تفسیر به رأی شدیدی توسعه پیدا کرد. اسمیت^۳ به‌عنوان بنیان‌گذار اصلی این سیستم رده‌بندی با تکیه بر روی خاک‌های آمریکا و اروپای غربی و علیرغم تلاش و سفرهای متعدد به برخی مناطق گرمسیری مانند برزیل، گینه و برخی مناطق حاره استرالیا نتوانست مطلب دیگری به این مجموعه اضافه کند. بنابراین رده‌بندی جدید آمریکایی که در سال ۱۹۷۵ توسط انجمن علوم خاک ایالات متحده آمریکا تدوین گردید متأثر از رده‌بندی‌های قدیمی متداول در آمریکا بوده است. براساس نسخه چاپ شده به سال ۲۰۰۶، خاک‌ها شامل ۱۲ رده^۴، ۶۹ زیررده^۵ و ۳۳۱ گروه‌بزرگ می‌باشند. با توجه به طرح رده دوازدهم در سال ۱۹۹۸ به نام جلی‌سل‌ها^۶، چهار زیررده و ۱۹ گروه‌بزرگ به این مجموعه اضافه شده است. با علم بر این نکته می‌توان به اضافه شدن تعداد زیر گروه‌ها و متعاقباً خانواده خاک در نسخه موجود در سال ۲۰۰۶ نیز اشاره نمود. شایان ذکر است که زیررده‌ای تحت عنوان واسنت^۷ در رده انتی‌سل‌ها^۸ و واسیست^۹ در هیستوسل‌ها^{۱۰} در آخرین نسخه چاپ شده کلید رده‌بندی خاک به سال ۲۰۱۰ ثبت شده است.

متأسفانه در مورد زمان شروع مطالعات خاک‌شناسی در ایران به هیچ منبع مکتوبی دسترسی پیدا نشد. احتمالاً همچون سایر مطالعات علمی نظیر زمین‌شناسی، اولین مطالعات و گزارش‌ها متعلق به افراد و یا شرکت‌های خارجی است که از ایران بازدید کرده‌اند. به نظر می‌رسد که مطالعه و بررسی خاک‌های ایران به‌صورت متمرکز در سال ۱۳۱۷ با تأسیس بنگاه مستقل آبیاری شروع شده باشد. در سال ۱۳۳۱ اداره آب و خاک

1. 7th Approximation
 2. Keys to Soil Taxonomy
 3. Smith
 4. Order
 5. Suborder
 6. Gelisols
 7. Wassents
 8. Entisols
 9. Wassists
 10. Histosols