



شرح جامع

خاک شناسی

« مهندسی کشاورزی »

(زراعت – کشاورزی اکولوژیک)

مؤلف: محمد یوسفی



پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که در حوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس (منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نیافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می‌شدند، که خدش‌های بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزه آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رنژی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی‌نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشر

www.arshadbook.ir

پیشگفتار مولف

خدا را شاکرم که به من این فرصت را عطا نمود تا در راه علم خدمتی هر چند ناچیز به پویندگان دانش داشته باشم. کتاب حاضر با توجه به سرفصل‌های درس خاکشناسی برای دانشجویان گرایشهای مختلف مهندسی کشاورزی (زراعت، اگرواکولوژی، باغبانی، هواشناسی و تولیدات گیاهی) تهیه شده است. در ضمن این کتاب شامل شرح مباحث، نکات مهم و تست‌های مهم در هر فصل می‌باشد تا شاید بتواند منبع موثری برای شما واقع شود و در موفقیتتان کارآمد باشد. در اینجا برخود لازم می‌دانم که از خانواده عزیزم بخصوص پدر و مادر مهربانم نهایت تشکر را داشته باشم و همچنین از استاد ارجمندم آقای قباد سلیمی که با راهنمایی‌های خود همواره مشوق من بوده‌اند کمال قدردانی را دارم و از موسسه پرتلاش انتشارات ارشد که مرا در تمام مراحل تهیه این کتاب یاری نمودند تشکر می‌نمایم. بی‌شک این کتاب عاری از اشکال نیست پس از کلیه دانشجویان و صاحب‌نظران محترم که در اصلاح و تکمیل این کتاب ما را یاری نمایند سپاسگزاریم.

با سپاس

محمد یوسفی

کارشناس ارشد کشاورزی اکولوژیک

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: دیدگاه در مطالعه‌ی خاک

خاک	۱۳
دیدگاه در مطالعه‌ی خاک	۱۳
فرایند تشکیل خاک و تکامل آن	۱۴
تشکیل ورقه‌ نازکی از خاک	۱۴
هوا دیدگی فیزیکی	۱۴
عوامل مؤثر در خاکساز	۱۲
انتقال	۱۵
فرایندهای زنده	۱۵
هوا دیدگی شیمیایی	۱۵
عوامل خاکساز	۱۶
اجزاء تشکیل دهنده خاک	۱۹
الف): مواد آلی	۱۹
ب: مواد معدنی خاک	۱۹
ج): هوای خاک	۱۹
د): آب خاک	۲۰
آشنایی با نیم‌رخ یا پروفیل خاک	۲۰
ژنتیک خاک	۲۲
طرز تشکیل افق‌ها	۲۲
۱): افق O	۲۲
۲): افق A	۲۲
۳): افق B	۲۲
۴): افق C	۲۳
۵): افق R	۲۳
تقسیمات درونی افق‌ها	۲۳
افق A:	۲۳
افق B:	۲۳

عنوان

صفحه

۲۴	رده بندی خاک
۲۴	مقدمه
۲۵	دلایل رده بندی کردن خاکها
۲۵	۱: ردهی خاکهای زونال Zonal (منطقه‌ای)
۲۵	۲: خاکهای اینتر زونال Inter Zonal (بین منطقه‌ای)
۲۶	۳: رده AZonal (برون منطقه‌ای)
۲۶	افق‌ها
۲۷	(پیدایش و رده بندی خاک)
۲۹	طبقه‌بندی خاک و مناسب بودن آن برای کشاورزی
۳۳	خلاصه فصل
۳۵	تست‌های آخر فصل
۳۶	پاسخ تست‌های آخر فصل

فصل دوم: خصوصیات فیزیکی

۳۹	ذرات خاک
۴۰	۱: سیستم انجمن بین‌المللی خاکشناسی (ISSS)
۴۰	۲: سیستم وزارت کشاورزی آمریکا (USDA) ← بیشتر از این سیستم استفاده می‌کنند
۴۰	خاکهای سبک: Light Soil
۴۰	خاکهای سنگین: Heavy Soil
۴۰	خصوصیات شن / سیلیت / رس
۴۱	ذرات فعال خاک
۴۱	روشهای تعیین بافت خاک
۴۱	(دیسپرسه شدن)
۴۲	اهمیت بافت خاک
۴۴	ساختمان خاک: Soil Structure
۴۴	ساختمان خاک
۴۵	طبقه‌بندی ساختمان خاک
۴۵	ساختمان تک دانه:
۴۵	ساختمان یک پارچه
۴۷	وزن مخصوص ظاهری
۴۷	عوامل مؤثر بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک
۴۸	محاسبه وزن خاک مزرعه
۴۸	جرم مخصوص حقیقی
۴۹	تخلخل خاک: Soil Porosity
۴۹	اندازهی خلل و فرج
۴۹	تعریف دقیق‌تر و علمی‌تر

عنوان

صفحه

۵۰	رطوبت خاک
۵۰	کالیبراسیون
۵۱	تقسیمات رطوبتی
۵۱	۳): نقطه پژمردگی دائم: (PWP) Permanet Wilting Point
۵۱	تقسیم‌بندی دیگر آب خاک
۵۲	نکات مهم
۵۲	روشهای اندازه‌گیری رطوبت خاک
۵۳	رژیم‌های رطوبتی
۵۴	ضریب هیگروسکوپی
۵۴	خشک شدن در آون
۵۴	رنگ خاک
۵۶	خاک بالغ
۵۶	خاک پیر
۵۷	خلاصه فصل
۵۹	تست‌های آخر فصل
۶۱	پاسخ تست‌های آخر فصل

فصل سوم: خصوصیات شیمیایی خاک

۶۵	سطح ویژه:
۶۶	ساختمان رُس‌ها و خواص آنها
۶۷	ماهیت کانی‌های رُسی: (رُسهای سیلیکاتی)
۶۷	واحدهای ۸ وجهی:
۶۹	رُسهای اکسیدی
۷۰	رُس‌های بی‌شکل
۷۰	تبادل کاتیونی
۷۰	تعریف تبادل کاتیونی
۷۱	کاربرد تبادل کاتیونی در کودهای شیمیایی
۷۱	ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)
۷۲	درصد اشباع بازی: (PBS) %
۷۳	اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی
۷۴	کاتیونهای اسیدی
۷۵	خاکهای قلیایی:
۷۶	فرسایش خاک Soil Erosion
۷۶	فرسایش آبی
۷۷	مضرات فرسایش آبی عبارتند از:
۷۷	عوامل مؤثر بر فرسایش آبی

عنوان

صفحه

کنترل فرسایش آبی	۷۸
فرسایش بادی	۷۸
عوامل مؤثر در فرسایش بادی	۷۹
کنترل فرسایش بادی	۷۹
آلودگی خاک (Soil Pollution)	۸۰
نتیجه‌گیری	۸۱
شوری و قلیائیت	۸۴
خاکهای شور	۸۸
خلاصه فصل	۹۰
تست‌های آخر فصل	۹۲
پاسخ تست‌های آخر فصل	۹۳

فصل چهارم: حاصلخیزی خاک

تعریف	۹۷
عوامل طبیعی	۹۸
عناصر موجود در خاک	۹۸
عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان	۹۹
محاسبه درصد K و P	۱۰۳
روشهای مصرف کود	۱۰۵
موقع و میزان مصرف کود	۱۰۶
خلاصه فصل	۱۰۷
تست‌های آخر فصل	۱۰۸
پاسخ تست‌های آخر فصل	۱۰۹

فصل پنجم: خواص بیولوژیکی خاک

موجودات زنده خاک	۱۱۳
تقسیم‌بندی جانوران خاک Soil Fauna	۱۱۳
کپک‌ها	۱۱۴
اکتومیسورها	۱۱۵
باکتریها	۱۱۵
فعالیت‌های مهم که توسط موجودات زنده خاک انجام می‌شود	۱۱۶
(۱) تجزیه و فساد مواد آلی موجود در خاک	۱۱۶
(۲) نیترات سازی Nitritication	۱۱۶
(۳) سولفات سازی	۱۱۶
(۴) تثبیت غیر زیستی ازت (Non Symbiotic Nitrogen Fixation)	۱۱۷
(۵) تثبیت زیستی ازت	۱۱۷

عنوان

صفحه

عوامل مؤثر بر مقدار مواد آلی خاک.....	۱۱۸
هوموس و رابطه آن با خصوصیات خاک.....	۱۱۹
خصوصیات هوموس و رابطه آن با خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک.....	۱۲۱
نسبت کربن به ازت $\frac{C}{N}$	۱۲۲
خلاصه فصل.....	۱۲۳
تست‌های آخر فصل.....	۱۲۴
پاسخ تست‌های آخر فصل.....	۱۲۵
منابع.....	۱۲۶

فصل اول

خاک

عناوین اصلی

- ◀ خاک
- ◀ فرآیند تشکیل خاک
- ◀ هوادیدگی فیزیکی
- ◀ هوادیدگی شیمیایی
- ◀ آشنایی با پروفیل خاک (افق‌ها)
- ◀ رده‌بندی خاک

فصل اول

خاک

دیدگاه در مطالعه‌ی خاک

خاک یکی از اجزاء پیچیده، زنده، در حال تغییر و پویای اکوسیستمهای زراعی است. خاک دائماً در معرض تغییرات است و می‌تواند سیر قهقرایی داشته باشد یا به طور صحیح اداره شود.

امروزه در کشاورزی به دلیل دسترسی آسان به فن‌آوریهای مکانیکی و شیمیایی برای ایجاد تغییرات سریع در خاک، اساساً خاک به عنوان بستری که فقط از آن بتوان برداشت نمود مطرح می‌باشد. زارعین اغلب نقش خاک را قبول دارند ولی توجه بسیار کمی به روابط اکولوژیکی حاکم بر بخش زیرین سطح خاک دارند.

کلمه خاک در معنای جامع آن به بخشی از پوسته زمین اطلاق می‌شود که گیاهان را در خود جای داده و این بخش شامل خاکهای عمیق ته رودخانه‌ها تا گرد و غبار موجود در شکاف سنگها و اندک ذرات خاک همراه بقایای گیاهی را شامل می‌شود. به طور خاص خاک عبارت است از لایه هوا دیده سطح زمین همراه با موجودات زنده و بقایای حاصل از فعالیتهای متابولیکی آنها می‌باشد (اودم ۱۹۷۱). خاک شامل مواد حاصل از سنگها، مواد معدنی و آلی حاصل از موجودات زنده، آب و هوای موجود در فضای بین ذرات می‌باشد.

از دیدگاه کشاورزی خاک ایده‌آل خاکی است که دارای ۴۵ درصد مواد معدنی، ۵ درصد مواد آلی و ۵۰ درصد خلل و فرج باشد که نیمی از این خلل و فرج با آب و نیمی با هوا پر شده باشد.

دیدگاه‌هایی که خاک بر اساس آنها مورد مطالعه قرار می‌گیرد:

الف) پدولوژی: (Pedology)

در این دیدگاه به خاک به عنوان یک جسم طبیعی نگریسته می‌شود. مطالعاتی از قبیل منشأ خاک، طبقه‌بندی انواع آن و غیره که در آنها استفاده‌ای برای گیاه مورد نظر نیست همگی در محدوده پدولوژی می‌باشد. در پدولوژی درمورد چگونگی مورد استفاده قرار گرفتن خاک بحث نمی‌شود.

ب) اداپولوژی: (Edaphology)

در این دیدگاه به خاک به عنوان محیط رشد گیاه نگریسته می‌شود. لذا خصوصیات از خاک مورد مطالعه قرار می‌گیرد که در رشد گیاهان عالی مؤثر است. جدا کردن دقیق این دو دیدگاه از یکدیگر میسر نیست. بعضی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی در هر دو دیدگاه مشترک می‌باشد.

نکته: مواد بستری خاک که دارای ساختمان گسسته و پراکنده هستند به همراه خاک تحت الارضی و سطح الارضی ذراتی را بوجود می‌آورند که Regolith نامیده می‌شود. قسمت فوقانی Regolith به علت نزدیک بودن به جو در معرض تخریب بیشتر آب و هوا و حرارت و موجودات خاک قرار گرفته و در این قسمت نفوذ ریشه گیاهان و وجود بقایای گیاهی و موجودات زنده به خوبی مشاهده می‌شود. بالا بودن سرعت تخریب و تجزیه مواد در قسمت فوقانی Regolith باعث شده که این قسمت خواص ویژه‌ای را به خود بگیرد که آن را soil یا solum گویند.

این خواص یا مشخصات ویژه که خاک را از لایه‌های تحتانی متمایز می‌کند عبارتند از:

- الف) وجود مواد آلی زیادتر
- ب) وجود ریشه گیاهان و موجودات زنده خاک
- ج) وجود عملیات تخریبی با سرعت بیشتر
- د) وجود افق‌های مشخص

فرایند تشکیل خاک و تکامل آن

برای ساخته شدن خاک در هر منطقه عوامل بیولوژیکی همراه با عوامل فیزیکی و شیمیایی در شرایط خاص اقلیمی دخالت دارند. وقتی که خاک ساخته شد عوامل فوق همراه با دیگر عوامل بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر داده و باعث تکامل آن می‌شوند. در مناطق مجاور هم، حتی با مواد مادری تقریباً یکسان با تغییرات در شیب، اقلیم و نوع پوشش گیاهی ممکن است خاکهای مختلفی وجود داشته باشند.

فرآیند طبیعی تولید خاک و تکامل آن به زمان نسبتاً زیادی نیاز دارد. به عنوان مثال در مناطق مرکزی غرب آمریکا برآورده شده است در هر ایکر از مزارع ذرت و گندم فقط ۰/۵ تن خاک سطح زمین در هر سال تولید می‌شود. در مقابل در هر سال بیش از ۵ تا ۶ تن خاک در هر ایکر زمینهای کشاورزی سنتی در این مناطق در نتیجه فرسایش از دسترس خارج می‌شود که در بعضی از سالها این مقدار افزون بر ۱۵ تا ۲۰ تن در هر ایکر نیز می‌باشد (جاکسون ۱۹۸۱)

تشکیل ورقه نازکی از خاک

به طور کلی لایه یا پوششی از مواد نرم بین سطح خاک و بستر جامد سنگ زیرزمین در اصطلاح رگولیت نامیده می‌شود. بخش اصلی تشکیل دهنده رگولیت اجزای معدنی آن است که از ذرات خاکی که در نتیجه تخریب سنگ بستر یا مواد مادری به وجود آمده است، می‌باشد. در هر منطقه‌ای این ذرات خاک ممکن است از سنگهای موجود در زیر حاصل شده و یا ممکن است از جای دیگر منتقل شده باشد. جایی که ذرات معدنی خاک از سنگهای زیرین ساخته شده باشد خاک رسوبی است. چنانچه ذرات معدنی به وسیله باد، آب، نیروی ثقل یا یخ از نقاط دیگر حمل شده باشد خاک از نوع انتقالی است.

هوادیدگی فیزیکی

منبع اصلی ذرات معدنی خاک هوایدگی سنگ یا مواد معدنی آنها می‌باشد. مجموعه نیروهای آب، باد، درجه حرارت و نیروی ثقل به طور آهسته لایه‌ها و ورقه‌های نازکی از سنگها را جدا می‌کنند که همراه با آن تجزیه تدریجی مواد معدنی نیز اتفاق می‌افتد. آب در شکاف و ترکهای سنگها نفوذ کرده و با گرم و سرد شدن باعث انبساط و انقباض متوالی شده که خود باعث خرد شدن سنگها می‌شود. همچنین گاز کربنیک موجود در آب که به داخل شکافها نفوذ می‌کند تولید اسید کربنیک می‌کند و اسید تولید شده عناصر معدنی از جمله کلسیم و منیزیم را در خود حل کرده و کربناتها را تشکیل می‌دهد. این فرآیند ضمن ضعیف کردن ساختار کریستالی سنگها، آنها را در برابر هوایدگی فیزیکی بعدی حساس می‌سازد. ذرات ریزتر با ذرات بزرگتر مخلوط می‌شود و با حرکت فیزیکی که به وسیله مجموعه نیروهای ثقل، تغییرات درجه حرارت و ترشدن و خشک شدن متوالی ایجاد می‌شود، این اختلاط گسترش می‌یابد. حتی ضمن حرکت و انتقال، نیروهای ساینده هر یک بر ضد دیگری باعث شکل گرفتن ذرات ریزتر شده و در نهایت رگولیت نرم شکل می‌گیرد.

براساس شرایط محلی و سابقه زمین‌شناسی رگولیتها ممکن است به تازگی تشکیل شده باشند، هوادیدگی آنها خفیف بوده، عمدتاً از کانیهای اولیه ساخته شده باشند، و یا این که ممکن است در معرض هوا دیدگی شدید بوده و از مواد بسیار مقاوم مثل کوارتز ساخته شده باشند.

انتقال

وقتی که سنگها به مواد کوچکتر و بی‌ثبات‌تر شکسته می‌شوند در نهایت می‌توانند در محل باقی مانده و بقایای اولیه خاکها را تشکیل دهند اما با احتمال زیاد سرانجام این مواد تا مسافتهایی حمل شده و سپس ته‌نشین می‌شوند. ذرات هوا دیده خاک می‌تواند به وسیله نیروهای باد، حرکت آب، نیروی ثقل و حرکت یخچالها منتقل شوند. خاکها براساس نحوه انتقال ذرات دارای طبقه‌بندیهای مختلفی می‌باشند:

- خاکهایی که به وسیله نیروی ثقل منتقل می‌شوند خاک نامیده می‌شوند.
- خاکهایی که به وسیله حرکت آب منتقل می‌شوند خاک آبرفتی نامیده می‌شوند.
- خاکهایی که به وسیله یخچالها منتقل می‌شوند خاک یخچالی نامیده می‌شوند.
- خاکهایی که به وسیله باد منتقل می‌شوند خاک بادرفتی نامیده می‌شوند.

فرایندهای زنده

با توجه به ثبات و سازگاری رگولیت، دیر یا زود گیاهان در مواد هوا دیده استقرار پیدا می‌کنند. گیاهان از طریق فرستادن ریشه‌های خود در خاک نیازهای غذایی خود را از مواد معدنی دریافت نموده و در نهایت مواد معدنی جذب شده به سطح خاک باز می‌گردند. ریشه‌های عمیق‌بخش تحتانی رگولین را شکسته و مواد غذایی شسته شده و تجمع یافته از سطح بالاتر را جذب می‌کنند و در نهایت به صورت مواد آلی به سطح خاک اضافه می‌کنند. بقایای گیاهی به عنوان منبع مهمی از انرژی برای باکتریها، قارچها، کرمهای خاکی و دیگر موجودات خاکزی که در این منطقه زندگی می‌کنند، مطرح می‌باشد. مواد آلی از طریق تجزیه و معدنی شدن به مواد ساده‌تری تبدیل می‌شوند. مصرف کنندگان در خاک از جمله صدپایان، هزارپایان، کرمهای خاکی، کنه‌ها و دیگر موجودات، بقایای تازه گیاهی را مصرف کرده و در نهایت به مواد تجزیه شده تبدیل می‌شود که ممکن است بخشی به صورت ترشح بعضی از مواد به محیط اطراف یا در بدن مرده آنها دیده شود. سپس این مواد به وسیله میکروارگانیسمها که عمدتاً شامل باکتریها، و قارچها می‌باشند به گروه دیگری از ترکیبات از جمله کربوهیدراتها، لیگنین، چربیها، رزینها، مولها و پروتئینها تبدیل می‌شوند. در نهایت در فرآیند معدنی شدن ترکیبات پیچیده فوق به اجزای تشکیل دهنده آنها از جمله گازکربنیک، آب، املاح و عناصر تبدیل می‌شوند.

بخشی از مواد آلی که پس از تجزیه و معدنی شدن در خاک باقی می‌ماند هوموس نامیده می‌شود. هوموس در خاک طول عمر مشخصی دارد و در نهایت خود به خود تخریب می‌شود. هوموس تازه همواره جایگزین هوموس کهنه می‌شود. نقطه تعادل بین این دو یکی از عوامل مهم مدیریت خاک محسوب می‌شود.

هوا دیدگی شیمیایی

هنگامی که قشر نازک خاک در حال تشکیل است و موجودات زنده تأثیر خود را بر آن آغاز می‌کنند، هوادیدگی شیمیایی نیز در حال انجام است. هوا دیدگی شیمیایی فرایندهای شیمیایی طبیعی است که شامل شکستن مواد مادری، تبدیل مواد از فرمی به فرم دیگر و حرکت مواد در داخل خاک می‌باشد. چهار فرآیند شیمیایی مختلف وجود دارند که نقش مهم و اساسی در تشکیل و تکامل خاک دارند این فرایندها عبارتند از: آب‌گیری، تجزیه، حل شدن و اکسید شدن.

آب‌گیری عبارت است از وارد شدن مولکول‌های آب در ساختار شیمیایی عناصر. این فرآیند یکی از دلایل اصلی متورم شدن کریستالها و در نهایت خرد شدن آنها است. تجزیه یا هیدرولیز زمانی اتفاق می‌افتد که کاتیونهای مختلف در ساختار کریستالی مواد سیلیس‌دار به وسیله یونهای هیدروژن جایگزین شده و در نهایت باعث تجزیه می‌شود. در رگولیت اسیدیته کم و غلظت بیشتر یون هیدروژن، هیدرولیز را سرعت می‌بخشد. آزاد شدن اسیدهای آلی که حاصل فعالیت‌های متابولیکی موجودات زنده و یا تجزیه مواد آلی مرده می‌باشند را نیز می‌توان به این فرآیند افزود. حل شدن زمانی اتفاق می‌افتد که مواد مادری با غلظت بالایی از عناصر معدنی محلول (از جمله نیتراها و کلروها) وارد محلول آب شوند. سنگ آهک قابلیت خاصی در حل شدن در آبی با غلظت اسید کربنیک بالا دارد. در مناطقی که آبهای زیرزمینی جریان دارد و در شرایطی که مقدار سنگهای آهکی زیاد است محلول سنگهای آهکی منجر به تشکیل غارهای آهکی می‌شود. در نهایت اکسیداسیون که عبارت است از تبدیل عناصری از جمله آهن از حالت احیا شده به حالت اکسید شده در حضور آب یا هوا می‌باشد. نرم شدن ساختار کریستالی عمدتاً با این مجموعه از فرآیندها رخ می‌دهد.

وقتی عناصر معدنی از مواد مادری آزاد می‌شوند فرآیند شیمیایی دیگری که اهمیت بسیار زیادی در ساخته شدن مواد ثانوی داشته و نقش مهمی در شکل‌گیری رُس دارد آغاز می‌شود. کانی‌شناسی رسها یکی از زمینه‌های بسیار پیچیده مطالعاتی است ولی شناخت برخی از جنبه‌های شکل‌گیری رس با توجه به تاثیر قابل توجهی که در رشد و تکامل گیاهان دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

کانیهای رسی ذرات بسیار ریز خاک هستند که کلیه خصوصیات نگه‌داری آب تا قابلیت دسترسی عناصر غذایی را در خاک تحت تأثیر قرار می‌دهند، این موارد در جای دیگری بحث خواهد شد. رس به وسیله فرآیندهای پیچیده‌ای که در اثر تغییرات شیمیایی در مواد سیلیکاتی حاصل می‌شود شکل می‌گیرد. کانیهای ثانویه براساس مجموعه‌ای از شرایط اقلیمی و مواد مادری به دو نوع اساسی به شرح زیر شکل می‌گیرند: رسهای سیلیکاتی که از لایه‌های بسیار نازک سلیکهای آلومینیوم با آرایشهای متفاوت و با حضور یا عدم حضور دیگر عناصر از جمله آهن و منیزیم ساخته می‌شوند و رسهای هیدروکسید که فاقد ساختمان کریستالی هستند و از آهن آب گرفته و اکسیدهای آلومینیوم که جایگزین بسیاری از یونهای سیلیس شده‌اند، تشکیل می‌شوند. در نهایت رسهایی که در خاکهای مختلف ملاحظه می‌شود مخلوطی از ترکیبهای مختلف این دو نوع کانیهای ثانویه رسی می‌باشند که البته ممکن است یک یا تعدادی از این ترکیبهای غالب باشند. وقتی که رسهای سیلیکاتی در خاک غالب باشند به طور نسبی ظرفیت تولید بالایی را برای این خاکها به همراه خواهد داشت. اگر رسهای هیدروکسیدی غالب باشند باعث خواهند شد که مثل بسیاری از مناطق حاره مرطوب، خاک از ظرفیت تبادل کاتیونی بسیار کمی برخوردار باشد بنابراین به دلیل قابلیت ضعیف آن در تبادل یونی عناصر غذایی، انجام عملیات زراعی کار بسیار مشکلی خواهد بود.

مواد آلی حاصل از بقایای گیاهان یا فعالیت‌های موجودات زنده نقش مهمی را در تمامی فرآیندهای هوادهی مواد مادری دارند و ساخته شدن رگولیت را به طور قابل ملاحظه‌ای تسریع می‌بخشند. به هر حال تبدیل سنگها و مواد معدنی به ذرات ریز خاک در نتیجه مجموعه‌ای از اثرات متقابل بیولوژیکی و شیمیایی است که از نظر کشاورزی بیشترین اهمیت را دارا می‌باشند.

عوامل خاکساز

عوامل مؤثر خاکساز

یکی از نتایج خاک‌شناسی شناخت این حقیقت است که خاک نیز مانند موجودات زنده به وجود می‌آید، بالغ و پیر می‌شود. مهم‌ترین دلیل تخریب فیزیکی، تغییرات شدید حرارتی است که از طریق انقباض و انبساط سنگ‌ها، موجب متلاشی شدن آنها می‌شود. یکی دیگر از راه‌های خرد شدن مکانیکی تصادم و به هم سائیده شدن ذرات در هنگام انتقال به

ویژه توسط یخ در دوره یخبندان است. فعالیت انتقالی ذرات توسط آب و باد، امروزه یکی از فاکتورهای مؤثر در تشکیل خاکدانه است. با ادامه تخریب در اثر تجزیه فیزیکی و شیمیایی سنگ ها، از طریق تغییرات ایجاد شده، ذرات خاکساز جدیدی ایجاد می شود ایجاد خاک های مختلف به سرعت و چگونگی جریان تخریب بستگی دارد که این خود نیز از طرفی به ترکیب سنگ های مادر و مقاومت آن در مقابل تأثیرات اتمسفری و از طرف دیگر به نیروهای اقلیمی و همچنین به میکرو و ماکروفلور خاک مربوط می باشد. حرارت و رطوبت اهمیت ویژه ای در تشکیل خاک دارند، زیرا آنها نه تنها تعیین کننده شدت تخریب هستند بلکه در رشد و تکامل گیاهان عالی و پست نیز مؤثرند. مهم در این رابطه نسبت مقدار بارش و تبخیر هر یک از محدوده های آب و هوایی است. نهایتاً انسانها نیز با انتخاب گیاهان زراعی متفاوت و انجام عملیات زراعی مختلف اعم از مکانیکی یا شیمیایی در تشکیل خاک تأثیر گذارند.

تأثیر عوامل اقلیمی (آب و هوایی) در تشکیل خاک:
(۱) رطوبت:

تجزیه فیزیکی سنگ که در مراحل اولیه تکامل خاک اتفاق می افتد، همیشه تابع مقدار معینی آب است که اغلب فقط به صورت آب نزولات جوی در اختیار گیاه قرار می گیرد. هر چه درجه حرارت و مقدار نزولات جوی افزایش یابد به همان نسبت تغییر شکل مواد اولیه آلی و معدنی شدیدتر و سریع تر انجام می شود. باران کم و ناچیز و درجه حرارت سالانه خیلی پایین، سرانجام باعث مغلوب شدن پدیده تشکیل خاک می گردد. البته مقدار نزولات جوی به تنهایی می تواند در تشکیل خاک بسیار مؤثر و مهم باشد، بلکه نوع پراکندگی و همچنین فصل ریزش آنها (فصول گرم یا سرد) به مراتب اهمیت بیشتری دارد.
(۲) درجه حرارت:

عامل حرارتی نقش ارزنده ای در مورد روند سرعت فعل و انفعالات شیمیایی و یا حتی محیط های مطلوب رشد نباتی و حیوانی به عهده دارد. به طوری که با افزایش ۱۰ درجه حرارت، سرعت واکنش های شیمیایی دو تا ۳ برابر افزایش می یابد و همچنین سنگ ها در برابر تغییرات ناگهانی و شدید حرارتی توان مقاومت نداشته و خرد می گردند. دما باعث بالا رفتن توان پتانسیل طبیعی تبخیر در محیط می گردد. در نتیجه افزایش مقدار تبخیر، میزان آب و یا رطوبت موجود در محیط خاک کاهش یافته و آبشویی املاح در خاک بنا به شرایط محیطی متوقف و کند می شود.
(۳) باد:

باعث خشکی سریع خاک می شود و خشکی هم مانعی برای تشکیل خاک است. در ضمن چون در مناطق خشک پوشش گیاهی تنک است، امکان کنده شدن خاک به وسیله باد یا آب (فرسایش) زیاد است. بنابراین باد با از جا کردن قسمت سطحی زمین و تشکیل ماسه بادی مانع از تشکیل خاک می گردد و برای قوه محرکه خاک (دینامیک خاک) ایجاد مزاحمت می کند.
(۴) تأثیر رستنی ها:

ریشه های عمیق گیاهان، به ویژه ریشه درختان جنگلی باعث هدایت و نفوذ بیشتر آب به داخل خاک می گردد. در بعضی موارد، آنها اسید نیز ترشح می کنند که به حل شدن آهن و دیگر اجزاء و مواد تشکیل دهنده خاک کمک می کند. گیاهان از طریق دیگر در تشکیل خاک و به وجود آمدن تیپ معینی از خاک مؤثر هستند و آن ایجاد هوموس است که ماده اولیه آن را بقایای گیاهی و جانوری تشکیل می دهد. از ماده آلی (بقایای گیاهی و بقایا و فضولات حیوانی) بر اثر فعالیت موجودات خاکزی (به ویژه باکتری ها و کرم های بارانی) هوموس بوجود می آید که در تشکیل، حفظ و حاصلخیزی خاک ها بسیار مؤثر است.
(۵) عامل سنگ مادر در تشکیل خاک:

چون سنگ ها از لحاظ بافت، ترکیب و مقاومت با هم فرق دارند. تأثیر آنها در تشکیل خاک نیز متفاوت است. به عنوان مثال سنگ های درشت دانه سریعتر از سنگ های ریز دانه متراکم، خرد و تجزیه می شوند. تأثیر سنگ ها در خصوصیات خاک

در مراحل اولیه تکامل خاک بیش از سایر عوامل است. سنگ در مناطقی که تخریب شدید است (مناطق حاره) در خصوصیات خاک کمتر مؤثر واقع می‌شود تا در مناطقی که تخریب ضعیف می‌باشد (مناطق معتدل مرطوب) این که سنگ مادر به عنوان ماده اولیه و خام خاک محسوب می‌شود امری بدیهی و مسلم است و بدون شک هر خاکی در هر کجا که تشکیل می‌شود اگر چه در جریان تکوینی خود دچار تغییرات و دگرگونی فراوانی می‌شود به هر حال چارچوب و اسکلت اولیه آن از سنگ مادر نشأت گرفته و لاجرم مواد آن هم از سنگ بستر تبعیت خواهد کرد. صرف نظر از جنس سنگ مادر که نقش عمده‌ای در ایجاد نوع و مراحل تکوینی خاک دارد، عوامل دیگری نیز در این امر مؤثرند. این عوامل مربوط به بافت‌ها و نفوذ پذیری و شبکه تبلور کانی‌های موجود در سنگ است. در حقیقت سنگ مادر از ۴ نظر در تکوین خاک می‌توان مورد بررسی قرار گیرد:

الف) جنس

ب) بافت

ج) نفوذ پذیری

د) شبکه تبلور کانی‌های موجود در آن

منظور از بافت سنگ همان درصد ذرات مختلف تشکیل دهنده است، زیرا بعد از واپاشی سنگ میزان رس و سیلیس موجود در خاک به آن بستگی پیدا می‌کند. نفوذ پذیری نیز عامل مؤثری در تسریع فعالیت‌های فیزیکی شیمیایی خاک محسوب می‌شود. زیرا بالا بودن ضریب نفوذ پذیری بیشتر در نیمرخ پروفیل خاک محسوس می‌شود. نوع شبکه تبلوری کانی‌های موجود، در سنگ در تغییر و تحول خاک مؤثر است، زیرا هر چه مقدار آنیون‌هایی که کاتیون بخصوصی را احاطه می‌نمایند بیشتر و بار کاتیونی کمتر باشد انرژی لازم برای ازهم پاشیدگی سنگ کمتر خواهد بود.

عامل پستی و بلندی در تشکیل خاک

پستی و بلندی نه تنها به خودی خود نقش مهمی را در تکامل و تکوین خاک ایفا می‌کند بلکه پارامترهای حساس جوی چون دما و رطوبت را تغییر می‌دهد و لذا این عامل به عنوان یک تغییر دهنده کلیما در سطح ناحیه‌ای مطرح می‌شود. بنابراین نقش عوارض پستی و بلندی در تکوین خاک مشتمل بر دو بخش است :

الف) به عنوان یک تعدیل کننده کلیما

ب) یک عامل مؤثر در تکوین و تشکیل خاک

عامل بیولوژیکی (موجودات زنده) در تشکیل خاک

نقش این عامل در فرآیند خاکسازي آن چنان مهم است که بخش وسیعی از فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را به خود اختصاص می‌دهد. منظور از موجودات زنده خاک بخش‌های وسیعی از باکتری‌ها، میکروبها، انگلها و قارچهاست. اما از این مجموعه نقش باکتری‌ها در تجزیه مواد و تبدیل مواد آلی به معدنی از اهمیت خاصی برخوردار است. موجودات زنده گیاهی و حیوانی در حقیقت ایستگاهی هستند که انرژی خورشیدی را گرفته از طریق انواع تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی به اکوسیستم خاک و تأمین قوت دیگر موجودات زی حیات می‌گردد. نقش دیگری که می‌توان به گیاهان و نباتات و موجودات ذره بینی قائل شد تجدید فعل و انفعالات پاره‌ای فرایندهای هواز دگی است. ریشه گیاهان صرف نظر از اعمال فشار و ایجاد هواز دگی مکانیکی در سنگ‌ها همواره سعی بر تثبیت پاره‌ای از عناصری چون ازت و غیره در خاک دارند. از طرفی ریشه‌های گیاهی همواره سبب نفوذ مقادیری آب به درون خاک می‌شوند. در ضمن به واسطه تنفس مقادیری گاز کربنیک نیز در خاک آزاد می‌سازند که هر دو عامل فوق از عناصر اصلی در هیدرولیز و کربناتاسیون به شمار می‌آیند. پاره‌ای از گیاهان نیز وسط ریشه‌های خود ترشحات اسیدی دارند که بی‌تردید در مجموعه خاک بی‌تأثیر نمی‌تواند باشد.