



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی خاک

خاکشناسی عمومی

تهیه و تنظیم

صفحه	عنوان مطالب
۳	مقدمه
۴	اهمیت خاک
۶	چگونگی تشکیل خاک
۷	هوازدگی
۸	عوامل تشکیل خاک
۱۱	پیدایش خاک زراعی
۱۳	فیزیک خاک
۲۰	ساختمان خاک
۲۵	آب در خاک
۳۷	هوای خاک
۳۹	دمای خاک
۴۱	شیمی خاک
۵۲	واکنش خاک
۵۵	مواد آلی در خاک
۶۱	رنگ در خاک
۶۳	حاصلخیزی خاک
۸۸	آلودگی در خاک
۹۲	شوری در خاک
۱۰۲	موجودات زنده خاک
۱۰۹	فرسایش خاک
۱۱۱	پیدایش و شناسایی خاک
۱۱۶	منابع

در سوره روم آیه ۲۰ آمده «از آیات و نشانه قدرت خدا این است که شما آدمیان را از خاک خلق کرد». منظور این است که خلقت شما افراد بشر منتهی به زمین می‌شود و پیدایش بشر منوط به حیات خاک توسط بارانی است که خداوند بر این زمین مرده می‌بارد و به آن حیات می‌دهد و انواع نباتات و حیوانات رنگارنگ از عناصر زمین استفاده کرده و بر روی آن بوجود می‌آید. خدا شما بشر را از خاک بیافرید (سوره فاطر آیه ۱۱).

ز خاک آفریدت خداوند پاک
 حریص و جهانسوز و سرکش مباش
 پس ای بنده افتادگی کن چو خاک
 ز خاک آفریدنت آتش مباش
 به بیچارگی تن بینداخت خاک
 چو آن سر افزاری نمود این کمی
 از آن دیو کردند از این آدمی^۱

انسان ریشه در خاک دارد. در زبان لاتین انسان از واژه هومو (homo) گرفته شده است. هومو مشتق از کلمه هوموس (humus) یا ماده آلی که از فعالیت بخش زنده خاک (میکروبهها) به آن اضافه شده می‌باشد. بنابر این نام انسان (human) خاک را تداعی می‌کند. همین خاک اجساد میلیونها انسان را برای جلوگیری از آلودگی محیط در خود جای داده است. از دیدگاه اقتصادی خاک در یک کشور در زمره منابع طبیعی قلمداد شده و در قدرت ملی بعنوان محور عمده‌ای ارزیابی می‌شود.

تاریخ دانان و دانشمندان علوم اجتماعی نیز از دیدگاه دیگری مهد تمدن و مدنیت بشری را دل خاک‌های حاصلخیز جستجو می‌کنند و معتقدند تمدنهای بابل و آشور در بین النهرین، فراعنه در مصر و هخامنشیان در فارس و آرتک‌ها در قاره آمریکا و تمدن چین باستان مدیون خاک‌های حاصلخیز این نواحی‌اند و مدنیت را بطور کلی ره‌آورد آن می‌دانند.

تعریف خاک:

قبل از آشنایی به کارها و دیدگاه‌های دوکاچوف^۲ زمین شناس روسی (۱۸۹۸) که به او پدر خاکشناسی نیز لقب داده‌اند، خاک فقط به چند سانتیمتر از سطح زمین اطلاق می‌گردید که آلات و ادوات کشاورزی در آن نفوذ می‌کردند و آن را برای مقاصد کشاورزی آماده می‌ساختند.

از نظر دوکاچوف، خاک مجموعه‌ای متغیر به شمار می‌رود که تحت تاثیر شرایط محیطی است که در آن قرار دارد. قبل از شناسایی ریزجانداران در خاک و اهمیت فعالیت آنها در تجزیه و تخریب مواد، به همان تعریف فوق برای خاک بسنده می‌نمودند. در آن زمان خاک فقط یک محیط بی‌جان و محلی برای رشد و نمو گیاهان به شمار می‌رفت که در آن خواص فیزیکی و شیمیایی نسبتاً ثابت بوده و صرفاً از خواص سنگ مادر نتیجه‌گیری می‌گردید. امروز خاک مفهوم گسترده‌تری دارد که به نوبه خود به علت فعالیت میلیون‌ها موجود زنده در قشر کوچکی از آن محیطی جاندار محسوب می‌شود. بدین ترتیب از یک سو، به علت خاصیت نگهداری آب و هوا در خاک و نقش ذرات ریز معدنی و آلی تحت نام کلئیدها، محیط خاک اهمیت فیزیکی ویژه‌ای به خود گرفته و از سوی دیگر کنش و واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی که همواره در خاک جریان دارند، اهمیت حیاتی این محیط را بیش از پیش توجیه می‌نمایند. تاثیر عوامل و پدیده‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی مذکور در خاک، مطالعه محیط آن را بس دشوار ساخته به طوری که در موفقیت کامل در این مطالعه مستلزم تسلط کافی در سایر علوم مربوط است.

امروزه از خاک تعریف‌های بسیاری در کتاب‌ها به چشم می‌خورد که در واقع همه آنها به مفهوم واحدی منتهی می‌گردند. در زیر به چند تعریف از چند خاکشناس اشاره می‌شود:

- خاک قشر طبیعی سطحی زمین با ساختمان نرم و به ضخامتی متغیر است که از تغییر و تحول سنگ مادر تحت تاثیر پدیده‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی به وجود آمده است (آ. دمولون^۳).
- خاک پوشش فوقانی پوسته زمین است که تحت تاثیر پدیده‌های تجزیه و تخریب سنگ‌ها تشکیل می‌شود و در نتیجه نرمی و نفوذپذیری حاصله امکان کشت گیاهان در آن فراهم می‌گردد (ژ. گشه^۴).

^۱ بوستان شیخ سعدی

^۲ V Dokochev

^۳ A. Demolon

- خاک محصول تجزیه و تخریب، تغییر و تحول و تجمع مواد لایه‌های سطحی پوسته زمین تحت تاثیر حیات، جو و تبادل انرژی‌هایی است که در آن به وقوع می‌پیوندد (ژ. ابر^۴ و ژ. بولن^۵)
 - خاک مجموعه‌ای است از عناصر مختلف که از تغییر و تحول سنگ یا هر ماده دیگر تحت تاثیر عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی به وجود آمده است. این مجموعه پیوسته تحت تاثیر عوامل یاد شده قرار دارد و بسته به شرایط محیط، در جهت معینی از تکامل و تغییر، هدایت می‌شود (ج. غازان شاهی).
- در تعریف کلی، خاک یک جسم سه بعدی، متحول و طبیعی است که در سطح زمین قرار دارد، محیط نمو گیاهان است، خواصش در اثر نیروهای اقلیم و موجودات زنده بر روی سنگ مادری شکل گرفته و بر اثر پستی و بلندی و طی زمان طولانی تغییر کرده است.
- برای آنکه خاک محیط سالمی برای رشد گیاهان باشد باید نیازهای آنها را برآورد و ممانعتی برای زندگی آنها نداشته باشد. نیازهایی که گیاه باید از خاک تامین کند عبارتند از: آب، عناصر غذایی، اکسیژن برای تنفس ریشه و محلی برای لنگرگاه ریشه‌ها. خاک همچنین نمی‌باید حاوی عوامل محدود کننده رشد، مانند غلظت زیاد املاح محلول و فلزات سمی باشد.

اهمیت خاک:

از دیدگاه علمی خاک دارای ابعاد گوناگونی است که مهمترین آنها عبارتند از:

- ✓ خاک بعنوان تنها بستر رویش گیاه (خوراک و پوشاک ما از تولیدات گیاهی است).
- خاک عرضه کننده آب
- خاک عرضه کننده هوا به ریشه
- خاک عرضه کننده مواد غذایی
- خاک و موانع رشد گیاه (اسیدیته زیاد، قلیانیت زیاد، املاح محلول زیاد)
- ✓ خاک بعنوان یک پالاینده بسیار قوی در طبیعت: در عالم حیات ما از خاک و جمعیت میکروبی آن انتظار داریم تمام ضایعات مختلف و آلوده که به دل آن می‌سپاریم برای ما تجزیه، معدنی و قابل استفاده و آلودگی زدایی نماید.

مفاهیم خاک شناسی:

به کلیه پدیده‌هایی که منجر به تجزیه و تخریب سنگ می‌شوند و نیز موجبات تغییر و تکامل خاک تشکیل شده را فراهم می‌آورند، **پدوژنز**^۶ گفته می‌شود. در یک حالت کلی، اگر به جزئیات پدیده پدوژنز نپردازیم، می‌توان گفت که این پدیده‌ها در سه مرحله تجزیه و تخریب مواد، حرکت و مهاجرت عناصر حاصل از تجزیه و سرانجام ترکیب و تجمع این عناصر خلاصه می‌شوند. پدیده‌های مختلف پدوژنز اغلب بسیار کند و در زمان طولانی صورت می‌پذیرند.

بررسی وضع موجود که مرحله‌ای از تغییر و تحول به شمار می‌آید را می‌توان عملاً با نمونه گیری مشاهده نمود که به آن خاکشناسی می‌گویند. **خاک شناسی**^۸ علم بررسی کلیه شرایط موجود در خاک، مثل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک در مناطق مختلف می‌باشد.

وضع زمین شناسی و چگونگی استقرار و توزیع طبقات زمین از نظر جغرافیایی و تلفیق آن با شرایط آب و هوایی مناطق و اقلیم های مختلف، اطلاعات بسیار اساسی برای بررسی در پدیده‌های پدوژنز به ما می‌دهد. در محدوده‌هایی همانند از لحاظ جغرافیایی و زمین شناسی، اغلب در موقعیت‌های منطقه‌ای یکسان خاک های مشابه نیز دیده می‌شوند. بدین ترتیب، وضع ظاهری زمین و شرایط اقلیمی مناطق می‌تواند کم و بیش معرف چگونگی توزیع خاک‌های مختلف از دیدگاه خاکشناسی باشد.

پوسته جامد زمین:

زمین یکی از سیارات منظومه شمسی است که در حدود ۴/۶ میلیارد سال پیش به وجود آمده است. شعاع کره زمین ۶۳۶۰ کیلومتر و مساحت آن ۵۱۰/۱ میلیون کیلومتر مربع است. سطح خشکیها ۱۴۸/۹۴ میلیون کیلومتر مربع و سطح اقیانوسها ۳۶۱/۱۶ میلیون کیلومتر مربع و یا ۷۰/۸ درصد سطح زمین است.

^۴ G. Gaucher

^۵ G. Aubert

^۶ J. Boulain

^۷ Pedogenesis

^۸ Pedology

مطالعات انجام شده توسط انسان تا حدود ۲۵ کیلومتر عمق زمین است که از $\frac{1}{256}$ شعاع آن تجاوز نمی‌کند. تعداد عناصر تشکیل دهنده زمین در جدول تناوبی ۱۰۳ عنصر ذکر شده است. ولی عمدتاً ۹۲ عنصر است که پوسته جامد را تشکیل داده است. قشری سطحی از پوسته جامد زمین که مورد مطالعه قرار دارد، غیر از اکسیژن عمدتاً از سیلیسیم و آلومینیوم تشکیل شده است. از نظر فراوانی، عناصر پوسته جامد زمین شامل دو دسته عنصر است:

الف - عناصر اصلی:

هشت عنصر اصلی که فراوانترین عناصر هستند و درصد وزنی هر کدام از آنها بیش از یک درصد است و جمعا ۹۸ درصد وزن پوسته زمین را تشکیل داده‌اند در جدول زیر آورده شده است.

جدول: هشت عنصر عمده تشکیل دهنده پوسته جامد زمین:

ترتیب فراوانی	نام عنصر	علامت شیمیائی	درصد وزنی	درصد حجمی	درصد اتمی	فرم اکسید عنصر
۱	اکسیژن	O	۴۶/۶۰	۹۱/۷	۶۲/۵۵	درصد فرمول
۲	سیلیسیم	Si	۲۷/۷۲	۲/۰	۲۱/۲۲	SiO _۲
۳	آلومینیوم	Al	۸/۱۳	۵/۰	۶/۴۷	Al _۲ O _۳
۴	آهن	Fe	۵/۰۰	۵/۰	۱/۹۲	Fe _۲ O _۳ , FeO
۵	کلسیم	Ca	۳/۶۳	۱/۵	۱/۹۴	CaO
۶	سدیم	Na	۲/۸۳	۲/۲	۲/۶۴	Na _۲ O
۷	پتاسیم	K	۲/۵۹	۳/۱	۱/۴۲	K _۲ O
۸	منیزیم	Mg	۲/۰۹	۰/۴	۱/۸۴	MgO

اکسیژن به سبب ابعاد بزرگ یونی و فراوانی زیاد، بیش از ۹۰ درصد از حجم پوسته زمین را تشکیل داده است. از این رو، برخی از دانشمندان پوسته جامد را کره اکسیژن (اکوسفر) می‌نامند، به علاوه حدود ۷۵ درصد وزن زمین را دو عنصر اکسیژن و سیلیسیم به صورت کانیهای سیلیکاتی تشکیل می‌دهند.

اگر مقدار آلومینیوم نیز به این دو عنصر اضافه شود، چیزی حدود ۸۲/۵ درصد می‌شود، از این رو می‌توان پوسته جامد زمین را ساختمانی از آلومینوسیلیکاتها تصور نمود. باید توجه داشت که نسبت و پراکنش عناصر شیمیایی در قشرهای زمین، تغییر می‌کند.

ب - عناصر فرعی:

شامل ۸۴ عنصر با فراوانی کمتر، کمیاب و بسیار کمیاب که جمع کل آنها کمتر از دو درصد پوسته جامد زمین است. بقیه عناصر تا پرکردن جدول تناوبی جزء عناصر نادر و نایاب هستند. و عبارتند از: مس، روی، سرب، قلع، نیکل، ید، نقره و غیره. تجمع عناصر ساده با هم تولید کانی می‌کند. کانیها نیز به ندرت به صورت مجزا از هم دیده می‌شوند (بلورهای کوارتز) و عمدتاً در تشکیل مجموعه‌هایی به نام سنگ شرکت دارند. اصولاً غیر از آب و یخ، تمام مواد غیر زنده تشکیل دهنده پوسته جامد زمین را با اصطلاح سنگ می‌شناسند.

سنگها را از نظر منشأ پیدایش به سنگهای آذرین، رسوبی و دگرگونی به شرح ذیل تقسیم می‌کنند.

- سنگهای آذرین:

سنگهای آذرین سنگهایی هستند که منشأ عمقی دارند. این مواد در آغاز، مذاب بوده‌اند و پس از بیرون آمدن از زمین در سطح آن و یا در عمق شکافهای زمین، سرد شده‌اند و بنا به فرصتی که داشته‌اند، انواع سنگهای آذرین را تشکیل داده‌اند. به مواد مذاب آتشفشانی که از عمق بیرون می‌آید، ماگما می‌گویند. در جریان کاهش تداطم حرارتی در ماگما بوده است که یونها، مجال یافته اند تا به تناسب میل ترکیبی که با یکدیگر داشته‌اند، ترکیب شوند و اشکال مختلف سیلیکاتها را به وجود آورند. کانیهایی که ترکیب آنها در طول زمان پس از تشکیل شدن مواد آتشفشانی، دچار تغییر و تحول چشمگیری نشده‌اند (مانند کوارتز، میکاها و فلدسپارها)، کانیهای اولیه نام دارند. این نوع کانیها معمولاً در بخش شن و سیلت خاک یافت می‌شوند. نوع دیگری از کانیها مانند رسهای سیلیکاتی و اکسیدهای آهن که از شکل‌گیری مجدد محصولات بدست آمده، از انحلال و هوازگی کانی‌های اولیه

پدید آمده‌اند و **کانیهای ثانویه** نامیده می‌شوند که معمولاً بخش رس و در بخشی از موارد نیز بخش سیلت‌ریز را شامل می‌شوند.

کانیهای سنگهای آذرین:

کانیهای که سنگهای آذرین را تشکیل داده‌اند، از نوع سیلیس و به ویژه سیلیکاتها می‌باشند. سیلیکاتها به تنهایی ۹۰ درصد کانیه‌ها را تشکیل می‌دهند. اساس ساختمان سیلیکاتها را تتراآندرال، چهار وجهی (SiO_4) تشکیل می‌دهد. در هر تتراآندرال عنصر سیلیسیم در مرکز چهار وجهی قرار گرفته است.

- سنگهای رسوبی:

سنگهای رسوبی نتیجه متلاشی شدن و رسوب سنگهای آذرین و دگرگونی در خشکی‌ها و به ویژه در زیر آبها است. لازمه تشکیل این گونه سنگها، وجود سنگهای اولیه و اصلی پوسته جامد زمین و آب است، زیرا سنگهای رسوبی در پوسته جامد وجود نداشته و با گذشت زمان و تاثیر عوامل مختلف از سنگهای آذرین و دگرگونی به وجود آمده‌اند.

سنگهای رسوبی ممکن است حاصل متلاشی شدن، جابجایی و رسوب سنگهای آذرین باشد. این عمل عمدتاً به کمک نیروهای ثقل، باد و یا عمل مکانیکی آبهای روان صورت گرفته است، به علاوه رسوب املاح محلول موجود در آبها نیز ایجاد سنگ رسوبی می‌کند.

نهشته‌هایی نیز وجود دارند که منشأ آلی دارند و از بقایای گیاهی و جانوری به وجود آمده‌اند. رسوبات ایجاد شده در عمق آبها با گذشت زمان تراکم حاصل کرده و ذرات آنها به یکدیگر چسبیده و سنگهای رسوبی را به وجود آورده‌اند. سنگهای رسوبی بنا به مبداء پیدایش و ترکیب شیمیایی کانیهای اصلی آنها، به سنگهای ناهمگن، سیلیسی، آهکی و رسی تقسیم می‌شوند. سنگهای رسوبی حدود ۸۰ درصد پوسته جامد زمین را پوشانده‌اند و بخش مهمی از ذخایر معدنی با ارزش اقتصادی نظیر نفت و گاز و زغال و نمک و گچ و آهک و فسفات و غیره به دست می‌آید.

- سنگهای دگرگونی:

سنگهای دگرگونی از تغییر شکل سنگهای رسوبی یا آذرین تحت تاثیر درجه حرارت و فشار زیاد در داخل پوسته زمین به وجود آمده‌اند.

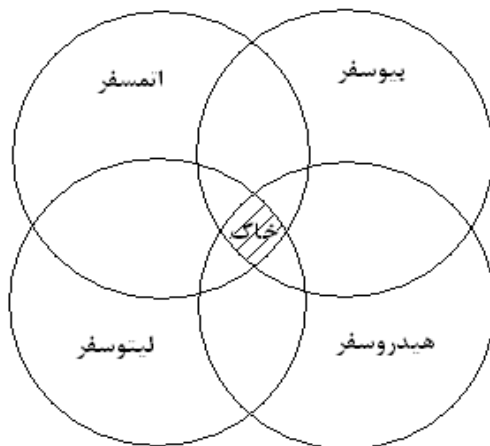
چگونگی تشکیل خاک

خاک محصول هوازدگی سنگهای پوسته جامد زمین است هوازدگی به مجموعه تغییرات فیزیکی و شیمیایی کانیها و سنگهای این پوسته می‌گویند این پدیده را از آن جهت هوازدگی می‌گویند که مستقیم و غیرمستقیم با هوا و عوامل جوی ارتباط دارد چون انواع سنگهای پوسته جامد زمین بنا به مبداء پیدایش که می‌تواند آذرین رسوبی یا دگرگونی باشد و نیز نوع کانیهایی که این سنگها را تشکیل داده‌اند بسیار متفاوت است بنابر این تاثیر عوامل جوی در تولید خاک با نوع سنگهایی که تبدیل به خاک می‌شوند **سنگ مادر** می‌نامند.

عامل دیگر پیدایش خاک، نوع و شدت تاثیر عوامل جوی است عمده‌ترین عوامل جوی عبارتند از: درجه حرارت و تغییرات آن، رطوبت و پراکندگی آن باد و به ویژه نزولات حاوی CO_2 آبهای موجود در سطح زمین نیز به هر شکل و ترکیبی که باشند عامل

موثر دیگری در پیدایش خاک هستند و نیز غیر از سنگ مادر عوامل جوی و اشکال مختلف آب موجودات آب موجودات زنده نیز عامل دیگری در پیدایش خاک به حساب می‌آیند پس **خاک محل تلاقی چهار عامل سنگ مادر عوامل جوی آبهای زمین و موجودات زنده است.**

از آنجا که این چهار عامل با هم دست اندر کار تولید خاک می‌باشند، پیدایش و تکامل خاک سریع‌تر است و اگر یک یا چند عامل به هر دلیل، نقش کمتری در تولید خاک ایفاء کنند، تولید خاک بطئی‌تر و تکامل آن نیز کمتر خواهد شد، لهذا از همین رو است که در مناطق گرم و مرطوب که هر چهار عامل باشند، سبب تولید خاک‌های تکامل یافته‌تری می‌شوند، ولی در مناطق



خشک که رطوبت و در مناطق سرد که حرارت تاثیر کمی بر پیدایش خاک دارد، خاکها عموماً جوان و تکامل نیافته‌اند (شکل):
نقش کره‌های مختلف حیات در تشکیل خاک‌های مختلف در شکل نشان داده شده است).

هوازگی (Weathering):

هوازگی بر دو نوع است: هوازگی مکانیکی (فیزیکی) و هوازگی شیمیایی که اگر چه این دو نوع هوازگی با هم عمل می‌کنند، ولی ممکن است در مرحله‌ای از پیدایش خاک، تاثیر یکی از دیگری باشد.

۱- هوازگی مکانیکی:

در هوازگی مکانیکی، سنگهای پوسته جامد زمین تحت تاثیر عواملی چند خرد و متلاشی و به ذرات ریز و ریزتر تبدیل می‌شوند. حاصل و نتیجه هوازگی مکانیکی، پیدایش خرده سنگ است. در این مرحله، سنگها فقط خرد می‌شوند و تغییری در کیفیت شیمیایی آنها پیدا نمی‌شود. این مواد را **مواد مادری**^۱ می‌نامند که به صورت پوسته‌ای از ذرات ناپیوسته در سطح زمین به وجود می‌آیند. عوامل موثر در هوازگی مکانیکی عبارتند از:

الف- تغییرات درجه حرارت که موجب تناوب انقباض و انبساط سنگها و خرد شدن تدریجی آنها می‌شود. چون سنگها از کانیهای متفاوت تشکیل شده و ظریب انبساط حرارتی کانیها بسته به رنگ آنها متفاوت می‌باشد، کانیهای تیره مثل بیوتیت انرژی بیشتری را جذب می‌کنند و کانیهای روشن مثل کوارتز انرژی کمتری، پس کمتر منبسط می‌شوند. این عمل انبساط و انقباض کانیهای تشکیل دهنده سنگ ناهماهنگ صورت گرفته و چون تغییرات دمایی محیط و هدایت حرارتی سنگها کم است این تغییرات در سطح سنگها صورت گرفته و موجب پوسته پوسته شدن سنگ می‌گردد.

ب- یخ بستن آبهای موجود در درز و ترک‌های سنگها و فشار حاصل از تغییر حجم آب به متلاشی شدن سنگها کمک می‌کند. این عامل در مناطق سرد و مرطوب بیشتر موثر است.

ج- آب و باد نیز با جابجا کردن قطعات کوچک سنگهای خرد شده به ریزتر شدن آنها کمک می‌کنند.

د- گیاهانی نظیر خزه‌ها و گلسنگ‌ها که بر سطح سنگها می‌رویند. سطح خارجی آنها را تا حدودی خرد می‌کنند. ریشه درختان و گیاهان عالی نیز سنگها را متلاشی می‌کند.

ه- بلورهای نمکهای محلول نیز وقتی که درون درز و ترک سنگها تشکیل می‌شوند، به اطراف خود فشار وارد می‌آورند. این فشار ناشی از تبلور نمک را **Crystalization** گویند و معادل فشار یخزدگی آب می‌باشد.

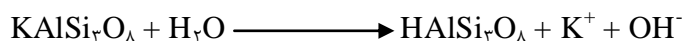
و- انسان و جانوران نیز در پی تلاشهای زیستی خود روی سنگهای پوسته جامد زمین، تاثیر تخریبی بر جای می‌گذارند. این موضوع به ویژه در مورد جانوران خاکزی بیشتر صدق می‌کند.

۲- هوازگی شیمیایی:

کانیها و سنگها، به ویژه پس از خرد شدن و طی هوازگی مکانیکی که سطح تماس بیشتری با عوامل خارجی پیدا می‌کنند در مجاورت اکسیژن، انیدرید کربنیک، آب و اسیدها کم و بیش تجزیه می‌شوند و تغییراتی در ترکیب آنها پیدا می‌شود. این عمل موجب پیدایش کانیهای جدیدی از آنها می‌گردد که قبلاً در سنگ مادر وجود نداشته‌اند. تغییر کانیها و پیدایش کانیها و پیدایش کانیهای جدید منجر به تغییر با دگرگونی شدن سنگها می‌شود. در هر حال عامل عمده تخریب شیمیایی در پیدایش خاک، آب است. فعل و انفعالاتی که موجب هوازگی شیمیایی می‌شوند، عبارتند از:

الف- هیدرولیز (Hydrolysis):

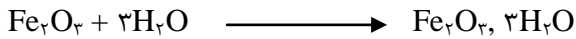
هیدرولیز عبارت است از ایجاد واکنش شیمیایی بین آب و کانی در این واکنش یکی از دو یون H^+ یا OH^- ایجاد شده از آب، در ترکیب شیمیایی کانی دخالت می‌کند و تعادل آن را بر هم می‌زند؛ بنابر این هیدرولیز عبارت از جریان تجزیه کانی به کمک یون H^+ و OH^- حاصل از تجزیه آب طبیعی است که این عمل در مناطق گرم و مرطوب بیشتر انجام می‌شود؛ البته اگر آب، اسیدی شود و غلظت یون H^+ زیاد باشد، همانند آنچه در مناطق گرم و مرطوب می‌گذرد، سرعت فعل و انفعال افزایش می‌یابد. واکنش زیر هیدرولیز کانی **میکروکلین** را نشان می‌دهد.



ب- آبگیری (Hydration):

^۱ - parent material

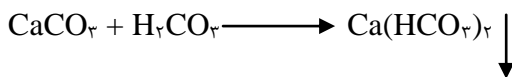
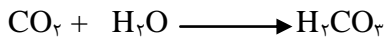
عبارت است از افزایش یک یا چند مولکول آب به کانی و تشکیل کانی جدید این واکنش با افزایش حجم و تورق کانی همراه است. پیدایش سیلیکاتهای آبدار و اکسیدهای آبدار به همین نحو صورت می‌پذیرد. برای مثال:



لیمونیت زرد رنگ \longrightarrow آب + هماتیت سرخ رنگ

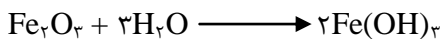
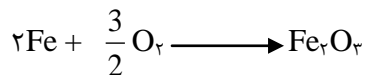
ج - انحلال (Dissolution):

سولفات‌ها و کلرورها به راحتی در آب حل می‌شوند. ژئوپس و نمک طعام بهترین نمونه از این املاح است. دخالت CO_2 به ویژه اگر در آبهای موجود و یا آب باران زیاد باشد، کمک شایانی به این انحلال می‌کند و قدرت حل‌کنندگی آب را افزایش می‌دهد. ترکیب CO_2 به کمک آب با کانیهای مختلف و همچنین ایجاد کانیهای جدید (کربنات‌ها و بی کربنات‌ها) مهمترین واکنشی است که بدین ترتیب صورت می‌پذیرد و موجب تخریب شیمیایی کانیها می‌شود. وجود یون های Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} در آبهایی که از داخل سنگها و خاکها گذشته‌اند، مبین این تخریب است.



د- اکسیداسیون و احیاء (Oxidation & Reduction):

و فور اکسیژن، به ویژه در حالت محلول در آب، موجب اکسیده کردن عناصر و کانی‌ها می‌شود. این عمل با پیدایش رنگ قهوه‌ای در خاک، همراه است. اکسیداسیون به ویژه در سنگهای حاوی سولفورها، سیلیکاتهای آهن دار و کربنات‌ها اهمیت شایانی دارد؛ بر عکس اگر به دلیل ماندابی شدن و غیره، اکسیژن کافی در خاک نباشد، حالت احیاء پیش می‌آید که موجب پیدایش رنگ کبود در آن می‌گردد.



ه - تبادل یونی (Ion Exchange):

تبادل یونی یکی از مهمترین پدیده‌ها در تخریب شیمیایی کانیها و سنگها و تولید کانیهای جدید است. این تبادل می‌تواند بین یونهای موجود در محلول آبها و کاتیونهای قابل تبادل موجود در سطح کانیها باشد و یا اینکه در اثر تماس کانیها با هم یا با مواد آلی صورت پذیرد. جابجایی و تبادل کانیون ها - به ویژه - در مجاورت آبهای اسیدی، موجب تخریب شیمیایی کانیها و پیدایش کانیهای جدید می‌شود. حرارت و رطوبت، عامل عمده این گونه تخریب است.

۳- هوازدگی زیستی:

خرد شدن سنگها توسط جانوران حفار در خاک مثل موش و خرگوش. نفوذ ریشه گیاهان در بین لایه‌های مختلف سنگها باعث خورد شدن آنها می‌گردد. باکتریها و گل‌سنگها و گیاهان و دیگر موجودات با ترشح اسیدهای آلی باعث حل شدن سنگها و تجزیه شیمیایی آنها می‌گردند.

عوامل تشکیل خاک:

فرآیند خاکسازي حاصل مجموعه‌ای از واکنش‌های فیزیکی شیمیایی و حیاتی است که بر سنگها یا لیتوسفر اعمال می‌شود. عواملی که فرآیندهای فیزیکی شیمیایی را در خاک کنترل و تعیین می‌کند عبارتند از:

اقلیم و فعالیت موجودات زنده، سنگ بستر، پستی و بلندی، این عوامل همگی در بستر زمان برحسب چگونگی، شرایط، نوع و گستردگی فعل و انفعالات فیزیکی شیمیایی منجر به تشکیل خاک می‌گردد. در حقیقت در پی این تحولات تخریب و از هم پاشیدگی در سنگها بوقوع پیوسته خاک تشکیل می‌گردد. در این میان هر چه درجه تخریب سنگ بیشتر باشد مرحله تکاملی خاک مرتبه والاتری را طی می‌کند.

سؤالی که مطرح است این است که چرا با توجه به فعل و انفعالات شیمیایی یکسان در سطح کره زمین تیپ‌های متنوعی متفاوتی تشکیل می‌شود؟ در این باب باید توجه داشت که نوع خاک حاصله بستگی به شدت و چگونگی شرکت و حاکمیت عوامل اقلیمی و سنگ بستر و فعالیت موجودات زنده و عوارض پستی و بلندی در فرآیند خاکسازي خواهد داشت. برحسب اینکه کدام یک از عوامل فوق نقش مهمتری را در این فرایند بعهدده داشته باشد خصوصیات خاک حاصله متفاوت خواهد بود .