بسمه تعالی

خاکشناسی عمومی

رحمت عظیمی

تعریف و مفاهیم خاک

تعریف خاک :

خاک مطمئن ترین قسمت پوسته جامد زمین را تشکیل مي دهد که به صورت پوششي سست و کم ضخامت سنگ هايي را که هنوز تخريب نشده اند مي پوشاند. ضخامت اين پوشش (خاک) در شرايط عادي ۰/۵ تا ۲ متر است. اين قشر نازک در واقع بين جو (اتمسفر) و قسمت سخت زمين که هنوز تحت تأثير عوامل جوي واقع نشده و تخريب نگرديده (ليتوسفر) قرار گرفته است.بطور کلی از دیدگاه خاکشناسی به ذرات کوچکتر از ۲میلیمتر خاک اطلاق می شود.

طبق تعريف ژنتيکي ، خاک ها بر اثر تخريب فيزيکي و شيميايي سنگ ها و فعاليت موجودات زنده که سبب تشکيل هوموس مي شود به وجود مي آيند. بنابراين خاک در درجه اول ترکیبی است از مواد معدني و آلي – مواد معدني آن شامل ريگ، شن، ماسه و غيره است که بر اثر تخريب و تجزيه سنگ بوجود مي آيد و مواد آلي را بقاياي گياهي و جانوري تشکيل مي دهد.

در سالهای دور خاک بعنوان بخش بی ارزش پوسته زمین به شمار می رفت. تا اینکه در سال ۱۸۸۰ میلادی توسط دانشمندی روسی به نام "داکوچائف" بعنوان بخشی زنده و دارای ارزش مورد مطالعه قرار گرفت.در زمین سنگ های سطحی در تماس با آب و هوا و موجودات زنده به یک جسم جدید یا انواع خاک های زنده تبدیل شده است . هر زمین نما از مجموعه ای از خاک های متفاوت تشکیل شده است که هریک در فرآیندهای بوم شناخت به روش خود موثر است خاک جزء منابع طبیعی است

منابع طبیعی عبارتند از :

۱-آب ۲- خاک ۳-جنگلها ومراتع ۴-منابع زیر زمینی

منابع طبیعی به دودسته تقسیم می شوند.۱- تجدید شونده ۲- غیر تجدید شونده

خاکها جزء منابع طبیعی تجدید شونده هستند البته در یک دوره بیش از صد سال چون برای تشکیل یک سانتیمتر آن بیش از دویست سال زمان لازم است.

اهمیت خاک:

ازنظر خاکشناسی اهمیت خاک ازجنبه های مختلف مطر ح است.

۱- جنبه کشاورزی : بستر گياهان مربوط به علم کشاورزی در خاک است.
۲- جنبه عمران وصنعت :ساختار ساختمانها در خاک پایه گذاری می شود.
۳- جنبه محیط زیست: خاک جذب کننده اصلی زباله هاوفضولات مختلف می باشد.

جنبه های کشاورزی علم خاکشناسی

در کشاورزی علم خاکشناسی راازدودیدگاه پدولوژي و ادافولوژي مورد بررسی قرار می دهند

الف) پدولوژي:

در این دیدگاه به خاک به عنوان یک جسم طبیعي نگریسته مي شود. مطالعاتي از قبیل منشأ خاک، طبقه بندي انواع آن و غیره که در آنها استفاده آني براي گیاه مورد نظر نیست همگي در محدوده پدولوژي مي باشد.

علم پدولوژی علومی نظیر : ژنز وپیدایش خاک ورده بندی خاک کانی شناسی خاک وارزیابی وحفاظت خاک را مورد بررسی قرار می دهد.

رده بندی خاک :خاکهای مختلف موجود در دنیا را در کلاس ها یا طبقات مشخصی جای می دهیم .دوطبقه بندی معروف عبارتند از

1-SOIL TAXONOMY

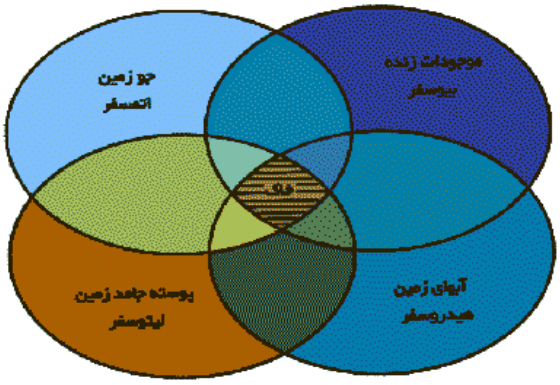
2- FAO

رده های اصلی در طبقه بندی آمریکایی ۱۲ رده است که به شرح زیر می باشند

، HISTOSOLS، ANDISOLS، MOLLISOLS، ENTISOLS، INCEPTISOLS ، ، ALFISOLS ، VERTISOLS ، ARIDISOLS، ULTISOLS OXISOLS،GELISOLS SPODOSOLS

ب) ادافولوژي : در این دیدگاه به خاک به عنوان محیط رشد گیاه نگریسته مي شود. لذا خصوصیاتي از خاک مورد مطالعه قرار مي گیرد که در رشد گیاهان عالي مؤثر است. جدا کردن دقیق این دو دیدگاه از یکدیگر میسر نیست. بعضي خصوصیات فیزیکي و شیمیایي و بیولوژیکي در هر دو دیدگاه مشترک مي باشد. علم پدولوژی علومی نظیر : حاصلخیزی خاک بیولوژی خاک شیمی خاک فیزیک خاک رابطه آب خاک وگیاه را مورد بررسی قرار می دهد.

عوامل تشکیل دهنده خاک :



هوا دیدگی سنگ ها و کانی ها

ثا ثیر هوا دیدگی به خصوص تخریب فیزیکی و شیمیایی ذرات در هر کجا آشکار است و هیچ شئی نمی تواند از دست ان خلاصی یابد ..خاک محصول هوازدگي (weathering) سنگ هاي پوسته جامد زمين است . **هوازدگي به مجموعه تغييرات فيزيكي و شيميايي كاني ها و سنگ هاي اين پوسته مي گويند.** اين پديده را از آن جهت هوازدگي مي گويند كه مستقيم و غير مستقيم با هوا و عوامل جوي ارتباط دارد. چون انواع سنگ هاي پوسته جامد زمين بنا به مبدأ پيدايش كه مي تواند آذرين، رسوبي و يا دگرگوني باشد و نيز نوع كاني هايي كه اين سنگ ها را تشكيل داده ند بسيار متفاوت است، بنابراين تأثير جوي در توليد خاک به نوع سنگ هايي كه تبديل به خاک مي شوند بستگي دارد. اصولاً سنگ هايي را كه تبديل به خاک مي شوند سنگ مادر مي نامند. عامل ديگر پيدايش خاک، نوع و شدت تأثير عوامل جوي است. عمده ترين عوامل جوي عبارتند از درجه حرارت و تغييرات آن ، رطوبت و پراكندگي آن، باد به ويژه نزولات حاوي co_2 آب هاي موجود در روي زمين نيز به هر شكل و ترتيبي كه باشند عامل مؤثر ديگر در پيدايش خاک اند. غير از سنگ مادر، عوامل جوي اشكال مختلف آب، موجودات زنده از عوامل ديگر در پيدايش خاک به حساب مي آيند. پس خاک محل تلاقي چهار عامل سنگ مادر، عوامل جوي ، آب هاي زمين و موجودات زنده است.

در مناطق گرم و مرطوب كه هر چهار عامل به شدت دست اندر كار توليد خاک هستند، خاک هاي تكامل يافته تري وجود دارد ولي در مناطق خشک كه رطوبت و در مناطق سرد كه حرارت تأثير كمي بر پيدايش خاک دارند خاک ها عموماً جوان و تكامل نيافته اند.

هوا ديدگي:

به دگرگوني فيزيكي و شيميايي سنگها و كانيها در سطح زمين يا نزديک آن هواديدگي گفته مي شود. زيرا سنگها و كاني ها با شرايط محيط خودشان از نظر دما، فشار و رطوبت در تعادل نيستند. هواديدگي موجب خرد شدن سنگ ها و تجزيه و تغييراتي در كاني هاي اوليه و ثانويه مي شود و آنها را به حالت پايدارتري در محيط خودشان مي رساند.

هوادیدگي بر دو نوع است ؛ هوادیدگي فیزیکي و هوادیدگي شیمیایي . این دو نوع هوادیدگي اگر چه با هم عمل مي کنند ولي ممکن است در مرحله اي از پیدایش خاک تأثیر یکي بیش از دیگري باشد.

هوادیدگي فیزیکي :

خرد شدن سنگ ها بدون تغییر شیمیایي و مینرالوژي (کاني شناسي) را هوادیدگي فیزیکي مي گویند. در این هوادیدگي سنگ ها فقط به قطعات کوچکتر شکسته مي شوند. عوامل اصلي شکسته شدن سنگ ها شامل تنش هاي درون سنگ به علت نوسان دماي شب و روز ، فشار ناشي از یخ زدن درون سنگ ها ، فشار ناشي از رشد کریستال و ته نشستهایي است که بر اثر ورود محلول هاي شور به درون شکاف هاي سنگ ایجاد مي شود و همچنین فشاري که بر اثر رشد ریشه گیاه به وجود مي آید.

هوا دیدگي شیمیایي :

به دگرگوني در ساختار شیمیایي و کاني شناختي سنگ ها ، کاني ها ، ساپرولیت (سنگ هاي هوا دیده و پوسیده که در آن ساختمان اصلي سنگ حفظ شده (است) و خاک هایي گفته مي شود که در واقع تعد یل و بازتابي است در برابر دما، فشار آب، غلظت هاي شیمیایي و وضعیت محیط کنوني آنها عوامل محیطي که در تشکیل خاک مؤثر هستند عبارتند از
آب و هوا، سنگ بستر، موجودات زنده (گیاهان و جانوران و موجودات ذره بیني خاکزي) ناهمواري ، آب ، انسان و زمان . این عوامل همگي در بستر زمان بر حسب چگونگي شرایط ، نوع و گستردگي فعل و انفعالات فیزیکي – شیمیایي که منجربه تشکیل خاک مي گردد را تعیین مي کنند. در حقیقت در پي این تحولات تخریب و فساد در سنگ هاي به وقوع پیوسته ، خاک تشکیل مي شود و دراین میان هر چه درجه فساد در سنگ ها بیشتر باشد مرحله تکاملي خاک مرتبه والاتري را طي نموده است.

عوامل مؤثردر خاکسازی: (فاکتورهای خاکسازی)

یکي از نتایج خاک شناسي شناخت این حقیقت است که خاک نیز مانند موجودات زنده به وجود مي آید، بالغ و پیر مي شود. مهم ترین دلیل تخریب فیزیکي، تغییرات شدید حرارتي است که از طریق انقباض و انبساط سنگ ها، موجب متلاشي شدن آنها مي شود. یکي دیگر از راه هاي خرد شدن مکانیکي تصادم و به هم سائیده شدن ذرات در هنگام انتقال به ویژه توسط یخ در دوره یخبندان است. فعالیت انتقالي ذرات توسط آب و باد، امروزه یکي از فاکتورهاي مؤثر در تشکیل خاکدانه است. با ادامه تخریب در اثر تجزیه فیزیکي و شیمیایي سنگ ها، از طریق تغییرات ایجاد شده ، ذرات خاکساز جدیدي ایجاد مي شود.
ایجاد خاک هاي مختلف به سرعت و چگونگي جریان تخریب بستگي دارد که این خود نیز از طرفي به ترکیب سنگ هاي مادر ی و مقاومت آن در

مقابل تأثيرات اتمسفري و از طرف ديگر به نيروهاي اقليمي و همچنين به ميكرو و ماكروفلور خاک مربوط مي باشد. حرارت و رطوبت اهميت ويژه اي در تشكيل خاک دارند، زيرا آنها نه تنها تعيين كننده شدت تخريب هستند بلكه در رشد و تكامل گياهان عالي و پست نيز مؤثرند. مهم در اين رابطه نسبت مقدار بارش و تبخير هر يک از محدوده هاي آب و هوايي است. نهايتاً انسانها نيزبا انتخاب گياهان زراعي متفاوت و انجام عمليات زراعي مختلف اعم از مكانيكي يا شيميايي در تشكيل خاک تأثير گذارند.

۱-عوامل اقليمي (آب و هوايي) در تشكيل خاک :

۱-۱) رطوبت :

تجزيه فيزيكي سنگ كه در مراحل اوليه تكامل خاک اتفاق مي افتد، هميشه تابع مقدار معيني آب است كه اغلب فقط به صورت آب نزولات جوي در اختيار گياه قرار مي گيرد. هر چه درجه حرارت و مقدار نزولات جوي افزايش يابد به همان نسبت تغيير شكل مواد اوليه آلي و معدني شديدتر و سريع تر انجام مي شود. باران كم و ناچيز و درجه حرارت سالانه خيلي پايين، سرانجام باعث مغلوب شدن پديده تشكيل خاک مي گردد. البته مقدار نزولات جوي به تنهايي مي تواند در تشكيل خاک بسيار مؤثر و مهم باشد، بلكه نوع پراكندگي و همچنين فصل ريزش آنها (فصول گرم يا سرد) به مراتب اهميت بيشتري دارد.

۱-۲) درجه حرارت :

عامل حرارتي نقش ارزنده اي در مورد روند سرعت فعل و انفعالات شيميايي و يا حتي محيط هاي مطلوب رشد نباتي و حيواني به عهده دارد. به طوري كه با افزايش ۱۰ درجه حرارت، سرعت واكنش هاي شيميايي دو تا ۳ برابر افزايش مي يابد و همچنين سنگ ها در برابر تغييرات ناگهاني و شديد حرارتي توان مقاومت نداشته و خرد مي گردند. دما باعث بالا رفتن توان پتانسيل طبيعي تبخير در محيط مي گردد. در نتيجه افزايش مقدار تبخير، ميزان آب و يا رطوبت موجود در محيط خاک كاهش يافته و آبشويي املاح در خاک بنا به شرايط محيطي متوقف و كند مي شود.

۱-۳) باد :

باعث خشكي سريع خاک مي شود و خشكي هم مانعي براي تشكيل خاک است. در ضمن چون در مناطق خشک پوشش گياهي تنک است، امكان كنده شدن خاک به وسيله باد يا آب (فرسايش) زياد است . بنابراين باد با از جا كندن قسمت سطحي زمين و تشكيل ماسه بادي مانع از تشكيل خاک مي گردد و براي قوه محركه خاک (ديناميک خاک) ايجاد مزاحمت مي كند..

۲) عامل سنگ مادر در تشكيل خاک :

چون سنگ ها از لحاظ بافت، تركيب و مقاومت با هم فرق دارند. تأثير آنها در تشكيل خاک نيز متفاوت است. به عنوان مثال سنگ هاي درشت دانه سريعتر از سنگ هاي ريز دانه متراكم، خرد و تجزيه مي شوند.

تأثير سنگ ها در خصوصيات خاک در مراحل اوليه تکامل خاک بيش از ساير عوامل است. سنگ در مناطقي که تخريب شديد است (مناطق حاره) در خصوصيات خاک کمتر مؤثر واقع مي شود تا در مناطقي که تخريب ضعيف مي باشد (مناطق معتدل مرطوب) اين که سنگ مادر به عنوان ماده اوليه و خام خاک محسوب مي شود امري بديهي و مسلم است و بدون شک هر خاکي در هر کجا که تشکيل مي شود اگر چه در جريان تکويني خود دچار تغييرات و دگرگوني فراواني مي شود به هر حال چارچوب و اسکلت اوليه آن از سنگ مادر نشأت گرفته و لاجرم مواد آن هم از سنگ بستر تبعيت خواهد کرد. صرف نظر از جنس سنگ مادر که نقش عمده اي در ايجاد نوع و مراحل تکويني خاک دارد، عوامل ديگري نيز در اين امر مؤثرند. اين عوامل مربوط به بافت ها و نفوذ پذيري و شبکه تبلور کاني هاي موجود در سنگ است. در حقيقت سنگ مادر از ٤ نظر در تکوين خاک مي توان مورد بررسي قرار گيرد :

الف) جنس
ب) بافت
ج) نفوذ پذيري
د) شبکه تبلور کاني هاي موجود در آن

منظور از بافت سنگ همان درصد ذرات مختلف تشکيل دهنده است، زيرا بعد از واپاشي سنگ ميزان رس و سيليس موجود در خاک به آن بستگي پيدا مي کند. نفوذ پذيري نيز عامل مؤثري در تسريع فعاليت هاي فيزيکي شيميايي خاک محسوب مي شود. زيرا بالا بودن ضريب نفوذ پذيري بيشتر در نيمرخ پروفيل خاک محسوس مي شود. نوع شبکه تبلوري کاني هاي موجود، در سنگ در تغيير و تحول خاک مؤثر است، زيرا هر چه مقدار آنيون هايي که کاتيون بخصوصي را احاطه مي نمايند بيشتر و بار کاتيوني کمتر باشد انرژي لازم براي ازهم پاشيدگي سنگ کمتر خواهد بود.

٣) عامل پستي و بلندي در تشکيل خاک

پستي و بلندي نه تنها به خودي خود رل مهمي را در تکامل و تکوين خاک ايفا مي کند بلکه پارامترهاي حساس جوي چون دما و رطوبت را تغيير مي دهد و لذا اين عامل به عنوان يک تغيير دهنده کليما در سطح ناحيه اي مطرح مي شود. بنابراين نقش عوارض پستي و بلندي در تکوين خاک را مي توان مشتمل بر دو بخش است :

الف) به عنوان يک تعديل کننده کليما
ب) يک عامل مؤثر در تکوين و تشکيل خاک

٤)عامل بيولوژيکي (موجودات زنده) در تشکيل خاک

نقش اين عامل در فرآيند خاکسازي آن چنان مهم است که بخش وسيعي از فعاليت هاي فيزيکوشيميايي خاک را به خود اختصاص مي دهد. منظور از موجودات زنده خاک بخش هاي وسيعي از باکتري ها، ميکروبها ، انگلها

و قارچهاست . اما از اين مجموعه نقش باکتري ها در تجزيه مواد و تبديل مواد آلي به معدني از اهميت خاصي برخوردار است. موجودات زنده گياهي و حيواني در حقيقت ايستگاهي هستند که انرژي خورشيدي را گرفته از طريق انواع تجزيه هاي فيزيکي و شيميايي به اکوسيستم خاک و تأمين قوت ديگر موجودات زي حيات مي گردد. نقش ديگري که مي توان به گياهان و نباتات و موجودات ذره بيني قائل شد تجديد فعل و انفعالات پاره اي فرايندهاي هوازدگي است. ريشه گياهان صرف نظر از اعمال فشار و ايجاد هوازدگي مکانيکي در سنگ ها همواره سعي بر تثبيت پاره اي از عناصري چون ازت و غيره در خاک دارند. از طرفي ريشه هاي گياهي همواره سبب نفوذ مقاديري آب به درون خاک مي شوند. در ضمن به واسطه تنفس مقاديري گاز کربنيک نيز در خاک آزاد مي سازند که هر دو عامل فوق از عناصر اصلي در هيدروليز و کربناتاسيون به شمار مي آيند. پاره اي از گياهان نيز وسط ريشه هاي خود ترشحات اسيدي دارند که بي ترديد در مجموعه خاک بي تأثير نمي تواند باشد.
(

ريشه هاي عميق گياهان ، به ويژه ريشه درختان جنگلي باعث هدايت و نفوذ بيشتر آب به داخل خاک مي گردد. در بعضي موارد ، آنها اسيد نيز ترشح مي کنند که به حل شدن آهن و ديگر اجزاء و مواد تشکيل دهنده خاک کمک مي کند. گياهان از طريق ديگر در تشکيل خاک و به وجود آمدن تيپ معيني از خاک مؤثر هستند و آن ايجاد هوموس است که ماده اوليه آن را بقاياي گياهي و جانوري تشکيل مي دهد.
از ماده آلي (بقاياي گياهي و بقايا و فضولات حيواني) بر اثر فعاليت موجودات خاکزي (به ويژه باکتري ها و کرم هاي خاکی) هوموس بوجود مي آيد که در تشکيل ، حفظ و حاصلخيزي خاک هاي بسيار مؤثر است

ه-عامل زمان

زمان خود به طور مستقيم درتشکيل وتکامل خاک دخالتی نداردولی درطول زمان عوامل مذکور دربالا اثر می کنندوموجب تشکيل خاک می شوند ونمونه ای که مدت زمان طولانی تری درمعرض هوا زدگی قرار دارد دارای تکامل بيشتر وخاکهای عميق تری بوجود آمده است.

تشکيل خاک و چگونگی شناسايی آن :

چگونه سنگ بستر به خاک تبديل می شود

ابتدا سنگ بستر يک پارچه تحت تاثير عوامل مختلفی نظير بارندگی نورخورشيد درجه حرارت قرار می گيرد وبا نفوذ آب در بين خلل وفرج وتغييرات دما منبسط ومنقبظ می شود درنتيجه سنگ خرد می شود ودراين حالت هنوز گياه روی آن نمی تواند رشد کند به اين حالت ماده مادری می گويند

سپس تحت تاثير زمان قرار می گيرد گاهی گياهی رشد می کند وبقايای گياهی می ميرند وبه خاک برمی گردند وروی لايه Cرا می پوشاند

وسپس با ترکیب مواد تخریب یافته افق A را در روی لایه C بوجود می آورد که دارای رنگ تیره ناشی از تجمع مواد آلی می باشد.
در حالت پیشرفته یک سری ازاین مواد آبشویی شده ورسوب گذاری می کنند. مثل آهک گچ واملاح نمکی و رس ..... که افق B را بوجود می آورند

خاک محيطي بي نهايت مرکب و غير متجانس است که در اصل از ۳ بخش جامد ،مايع و گاز تشکيل يافته و بسته به کميت و کيفيت اجزاء مختلف هر فاز و رابطه متقابل آنها با يکديگر مي تواند به طور متفاوت در برآورد توقعات بي حد و اندازه گياهان سهيم باشد.
الف) بخش جامد خاک را ذرات و اجزاء معدني مانند قلوه سنگ، سنگريزه ، شن ، سيلت، رس و نمک هاي معدني و اجزاء مواد آلي مانند بقاياي اعضاي گياهان و جانوران تجزيه يافته و موجودات ذره بيني و غيره ذره بيني ساکن خاک تشکيل مي دهد.
ب) بخش مايع خاک يعني آب موجود در خاک با صورت هاي مختلف و املاح معدني و آلي و ساير ترکيبات محلول در آب
ج) بخش گازي خاک شامل هواي درون خاک است که ترکيباتي مشابه هواي جو زمين دارد، با اين تفاوت که مواد گازي حاصله از فعل و انفعالات شيميايي و بيولوژيکي، به ويژه گازهاي توليد شده از تجزيه مواد آلي در آن غلظت بيشتري دارند.
مواد جامد و غيرمحلول خاک تقريباً نيمي از حجم خاک را تشکيل مي دهند و نيمه ديگر به منافذ موجود در خاک اختصاص دارد که بخش اعظم آن از آب و بقيه مملو از هواي اتمسفر است. مقدار آب و هواي موجود در خاک در ارتباط مستقيم با يکديگر مي باشند. مقدار و ميزان منافذ خاک وابستگي کامل به نداره ذرات جامد خاک و سهم هر کدام دارد.
در مناطق باتلاقي به علت انباشته شدن مواد آلي ممکن است نسبت اين مواد به ۸۰% هم برسد و گاهي هم بيشتر که به اين خاک ها، خاک هاي آلي مي گويند از اين خاک ها به عنوان منبع افزايش مواد آلي خاک هاي معدني استفاده مي کنند و تحت عنوان تورب (peat) ناميده مي شوددر اغلب خاک هاي مناطق جهان به ويژه خاک هاي جنوب و غرب و مرکزي ايران ميزان مواد آلي در حدود ۱%و در بعضي جاها کمتر از اين ميزان نيز است.
به طور کلي ميزان هوموس در خاک خوب کشاورزي ۵ تا ٦ درصد ميزان هوموس موجود است که بيشتر در لايه هاي O,A متمرکز شده و رنگ تيره تري را ايجاد مي کند که به راحتي قابل تشخيص است.

مواد بستري خاک که داراي ساختمان شل و پراکنده هستند به همراه خاک تحت الارضي و سطح الارضي ذراتي را بوجود مي آورند که Regolith ناميده مي شود. قسمت فوقاني Regolith به علت نزديک بودن به جو در معرض تخريب بيشتر آب و هوا و حرارت و موجودات خاک قرار گرفته و در اين قسمت نفوذ ريشه گياهان و وجود بقاياي گياهي و موجودات زنده به

خوبي مشاهده مي شود. بالا بودن سرعت تخريب و تجزيه مواد در قسمت فوقاني Regolith باعث شده كه اين قسمت خواص ويژه اي را به خود بگيرد كه آن را soil يا solum گويند.
اين خواص يا مشخصات ويژه كه خاک را از لايه هاي تحتاني متمايز مي كند عبارتند از :
الف) وجود مواد آلي زيادتر
ب) وجود ريشه گياهان و موجودات زنده خاک
ج) وجود عمليات تخريبي با سرعت بيشتر
د) وجود افق هاي مشخصه

انواع مواد مادری خاک parents material (منشائ رگولیت)

۱-درجا ۲- انتقال یافته

مواد مادری درجا :یعنی ازجای دیگری نیامده است. دارای سه منشائ متفاوت بوده ودرمحل هوادیده می شوند. شامل سنگهای آذرین سنگهای رسوبی وسنگهای دگرگونی هستند

مواد مادری انتقال یافته

براساس عامل انتقال طبقه بندی می شوند.

۱- آبرفتی Alluvlal ۲- بادرفتی Loess ۳ - ثقلی colluvial ٤- یخچالی Glacial

خاک هاي معدني :
خاک هايي هستند كه مقدار ماده آلي آنها كمتر از ۲۰ درصد وزن آنها است. كليه خاک هايي كه از اين به بعد مطرح مي شوند خاک هاي معدني هستند به جز مواردي كه اشاره به خاک هاي آلي شده باشد.
خاک هاي آلي :
خاک هايي هستند كه چنانچه درصد رس آنها كم است، حداقل ۲۰ درصد وزن ماده آلي و چنانچه درصد رس آنها زياد است، حداقل ۳۰ درصد وزن ماده آلي باشد.

مورفولوژی خاک

مورفولوژي خاک ساختمان خاک را مورد بررسي قرارمي دهد و در وضعيت صحرا مشاهده مي شود. اين پارامتر شامل ويژگيهايي مانند رنگ ، ساختمان فيزيكي ، ويژگيهاي شيميايي و كاني شناختي مواد خاک را در بر ميگيرد كه افق هاي خاک را تشكيل مي دهد. مرفولوژي خاک عبارتند از
۱) افق هاي خاک و تشخيص آنها در صحرا :
افق هاي خاک در صحرا بر اساس خواص زير تشريح مي گردند : رنگ – بافت – پايداري – ساختمان – پوشش هاي رسي – سخت دانه ها يا گره ها و حفره ها به روش صحرايي

۲) نامگذاري افق هاي خاک :

پروفيل خاک :

عبارت است از برش عمودي خاک (خاک رخ) اگر برش عمودي از خاک تهيه کنيم ملاحظه مي کنيم که داراي لايه هاي تقريباً موازي و گاهاً منقطع است که به طور افقي روی هم قرار گرفته اند. هر يک از اين افق ها ممکن است داراي يک لايه يا افق فرعي باشد. اين افق ها از لحاظ رنگ، بافت ، ساختمان ، ميزان مواد آلي و غيره با هم تفاوت هايي دارند.

نيمرخ خاک :

مجموعه افق هاي خاک را نيمرخ خاک مي نامند و طبقه بندي خاک هاي مختلف بر اساس مشخصات نيمرخ يا پروفيل خاک صورت مي گيرد. افق هاي اصلي خاک عبارتند از :

افق O

محل تجمع بقاياي گياهي تجزيه شده که در حدود ۲۰ تا ۳۰ % کل مواد آلي خاک را تشکيل مي دهد. افق O به افق هاي O2 , O۱ تقسيم مي شود. در افق O1 مواد آلي تجزيه نشده وجود دارد. در افق O2 مواد آلي تحت تأثير تجزيه قرار گرفته و تبديل به هوموس شده است.

افق A

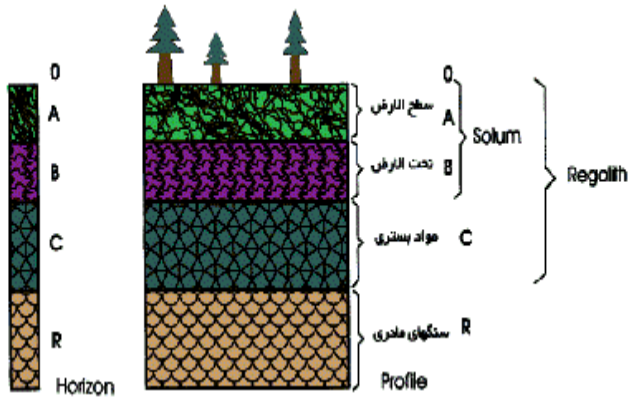
لايه تقريبا سطح الارض خاک زير افق O که داراي هوموس فراوان يعني مواد آلي با تجزيه فراوان دارد که در خاک هاي خوب در حدود ٥ تا ٦ درصد خاک را تشکيل مي دهد و محل تجمع ريشه گياهان است. افق A به دو افق A1 وA2تقسيم مي شود. افق A1 به علت دارا بودن مواد هوموسي رنگ تيره تري دارد. افق A2 هوموس کمتري دارد و شستشوي مواد از اين افق به ميزان زيادی ديده مي شود.

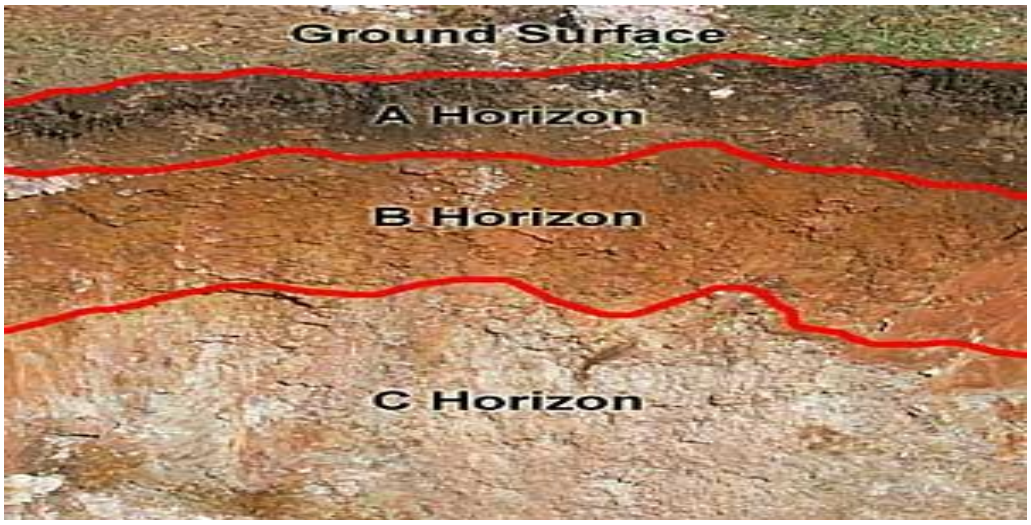
افقB

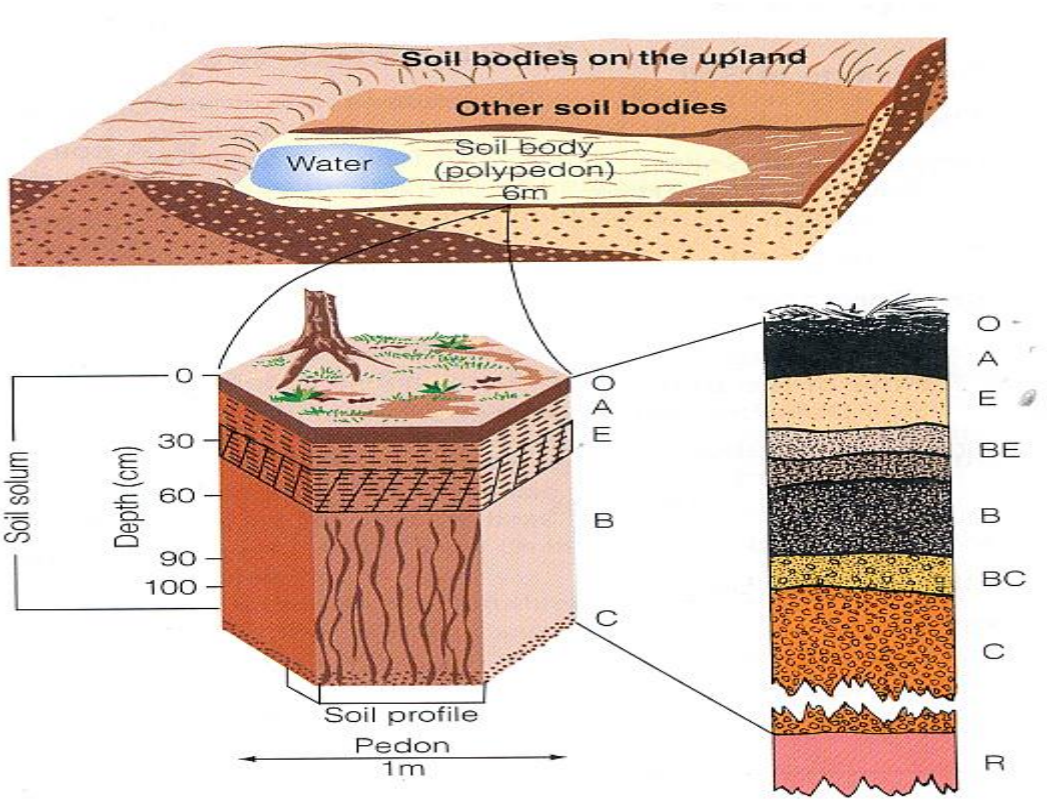
افق تجمع املاح و دارای ساختمان بوده وفاقد مواد مادری تشکيل دهنده خاک که تجريه نشده است می باشد و افق B به دو افق B2,B1 وحتی Bتقسيم مي شود

افق C : لايه ناحيه عميق خاک که سنگ بستر نيست لکن شبيه به مواردي است که تصور مي رود خاک از آن حاصل شده و اغلب همراه مواد اوليه تشکيل دهنده خاک (سنگ و قلوه سنگها) است. حداقل اعمال سازندگي خاک در اين افق صورت مي گيرد و کلاً فاقد مشخصات افق A,B است.

افق R: Bed rockشامل سنگ بستر محکم و يک پارچه از قبيل ماسه سنگ و سنگ آهک و گرانيک و غيره است. که در حقيقت ماده اوليه تشکيل دهنده خاک است. مرز بين افق هاي يک پروفيل هميشه به طور وضوح ديده نمي شود و ممکن است کليه افق هاي ذکر شده درهر خاکي موجود نباشد .


O
A
B
C
R
Horizon
سطح الارض
تحت الارض
مواد بستری
سنگهای مادری
O
A
B
C
R
Solum
Regolith
Profile


Ground Surface
A Horizon
B Horizon
C Horizon



خاک سطح الارض وتحت الارض

خاک سطح الارض : top soil خاک سطحی :خاکی شخم خورده ومورد عملیات زراعی است (عمق شخم می تواند بین ۱۲سانتیمتر تا- ۳۰سانتیمتر متغیر باشد.) این خاک حالت طبیعی خود را ازدست داده است وتغییر یافته است

خاک تحت الارض : Sub soil خاک تحتانی : درست درزیرلایه سطحی قرارگرفته وبا شخم خوردن هیچ گونه تغییری در این خاک ایجاد نمی شود. ولی ریشه گیاه می تواند در داخل آن نفوذ کند وآب وعناصر غذایی مورد نیاز خودش را جذب کند.

بافت خاک texture

بخش جامد خاک را ذرات و اجزاء معدني مانند قلوه سنگ، سنگريزه ، شن ، سيلت، رس و نمک هاي معدني و اجزاء مواد آلي مانند بقاياي اعضاي گياهان و جانوران تجزيه يافته و موجودات ذره بيني و غيره ذره بيني ساکن خاک تشکيل مي دهد. از بين موارد فوق ذرات معدنی شن سیلت ورس در تعیین بافت مورد استفاده قرار می گیرند.

انواع ذرات تشکیل دهنده خاک (سیستم بین المللي)

نام	اندازه برحسب میلي متر
ریگ و سنگ (Gravel)	بزرگتر از ۲ میلي متر
شن درشت (Coarse sand)	۲ تا ۰/۲ میلي متر
شن ریز (Fine sand)	۰/۲ تا ۰/۰۲ میلي متر
سیلت (Silt)	۰/۰۲ تا ۰/۰۰۲ میلي متر
رس (Clay)	کمتر از ۰/۰۰۲ میلي متر

انواع ذرات تشکیل دهنده خاک (سیستم آمریکایي)		
نام	اندازه برحسب میلي متر	تعداد ذرات در یک گرم
شن خیلي درشت (Very Coarse sand)	۲ - ۱ میلي متر	۹۰
شن درشت (Coarse sand)	۱ - ۰/۵ میلي متر	۷۲۲
شن متوسط (Medium sand)	۰/۵ - ۰/۲۵ میلي متر	۵۷۸۰
شن ریز (Fine sand)	۰/۲۵ - ۰/۱	۴۶۲۰۰

	ميلي متر	
شن خيلي ريز (Very Fine sand)	۰/۱ - ۰/۰۵ ميلي متر	۷۲۲۰۰۰
سيلت (Silt)	۰/۰۵ - ۰/۰۰۲ ميلي متر	۵۷۸۰۰۰۰
رس (Clay)	كمتر از ۰/۰۰۲ ميلي متر	۹۰۳۰۰۰۰۰

تعريف بافت خاک :

اندازه نسبي ذرات خاک را اصطلاحاً بافت خاک می گويند که حاکي از ريزي و درشتي خاک مي باشد. به عبارت ديگر مقدار نسبي شن و سيلت و رس که ذرات کوچکتر از سنگريزه مي باشد (قطرشان از ۲ ميلي متر کوچکتر است) بافت خاک را تشکيل مي دهد درشت و سبک به خاک شني و ريز و سنگين به خاک رسي اطلاق مي شود. خاک لوم (loam) ما بين اين دو نوع و داراي مخلوط مناسبي از شن و سيلت و رس است. خاک هاي شني سريع تر از خاک هاي ديگر خشک و گرم مي شوند و راحت تر قابل شخم زدن هستند. خاک هاي رسي آب بيشتري را در خود نگه مي دارند و از بقيه خاک ها ديرتر خشک و گرم مي شوند و از همه سخت تر قابل شخم زدن مي باشند. خاک هاي لوم وضعيتي متوسط دارند يعني قابليت نگهداري آب در آنها خوب است و نسبتاً خوب شخم زده مي شوند.

مثلث بافت خاک :

مثلثي است متساوي الاضلاع که هر ضلع آن مربوط به ۳ عنصر اصلي هر خاک يعني شن، سيلت و ر
براي اينکه بدانيم نمونه خاک در چه محدوده بافتي قرار مي گيرد، اگر مقادير ۳ گروه اص
تشکيل دهنده خاک را شامل شن (درشت و ريز) –

سيلت و رس مي باشد با تجزيه مکانيکي اندازه گيري نماييم مي توانيم به نوع بافت خاک پ
بافت در خاک تا حدودي نمايشگر محيط هاي تشکيل آن، رژيم آبي خاک ، ظرفيت نگهداري آب د
نفوذ پذيري و تخلخل (مقدار خلل و فرج

خاک که به وسيله اب يا هوا اشغال مي شود) و نقطه پژمردگي گياه است.

تقسيم بندي بافت خاک

در روش مدرن، مثلث بافت خاک از دوازده کلاس تشکيل يافته است که اجزاء متشکله آن به قر
باشد :

گروه بافت سبک

۱- شني (sand) : حداقل مقدار شن ۸۵ درصد و مجموع و ۱/۵ برابر ذرات رس کمتر از ۱۵ درصد
۲- شني – لومي (loamy – sand) : شن بين ۷۰ تا ۹۰ درصد و مجموع سيلت و ۱/۵ برابر ذرات رس
۱۵ درصد و مقدار رس از ۳۰ درصد
کمتر مي باشد.
۳ – لومي – شني (sandy – loam) : رس کمتر از ۲۰ درصد يا مجموع درصد سيلت و دو برابر مق
۳۰ درصد بيشتر مي باشد. خاک هايي
که مقدار شن آنها بين ۲٤ تا ٥۲ درصد باشد و مقدار رس شان کمتر از ۷ درصد و سيلت شان
از ٥۰ درصد است خاک لومي شني ناميده مي شوند.

گروه بافت متوسط

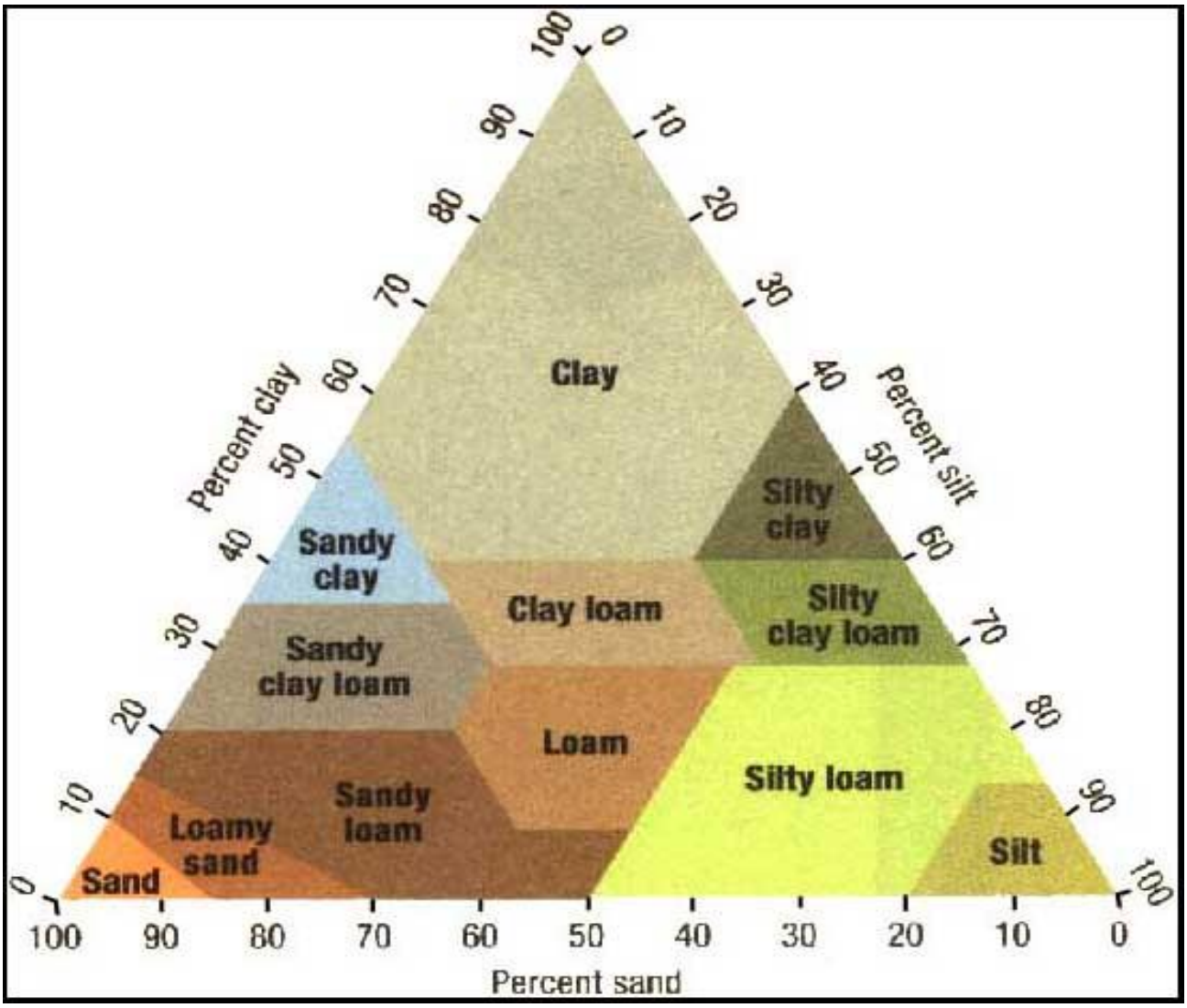
٤ – (loam) لوم : مقدار رس بين ۷ تا ۲۷ درصد و سيلت ۲۸ تا ٥۰ درصد و شن کمتر از ٥۲ در
٥ – لومي – سيلتي (silt – loam) : مقدار سيلت بيش از ٥۰ درصد و رس بين ۱۲ تا ۲۷ درصد بود
مقدار سيلت بين ٥۰ تا ۸۰ درصد
نوسان داشته و مقدار رس نيز کمتر از ۱۲ درصد است.
٦ – سيلت (silt) مقدار سيلت کمتر از ۸۰ درصد و مقدار رس کمتر از ۱۲ درصد است

گروه بافت نيمه سنگين

۷ – لومی رسي شني (sandy,clay,loam) : اينکه ۲۰ تا ۳٥ درصد رس داشته و مقدار سيلت آن ۸
کمتر و شن آن نيز بيش از ٤٥
درصد مي باشد.
۸- لومي رسي (clay –loam) مقدار رس تا ۲۷ تا ٤۰ درصد و مقدار لوم کمتر از ۲۰ درصد تا ٥
نوسان است.
۹- لوم رسي – سيلتي (silty – clay – loam) مقدار رس ۲۷ تا ٤۰ درصد و مقدار شن نيز از ۲۰ در
است.

گروه بافت سنگين تاخيلی سنگين

۱۰- رسي و شني (sandy – clay) مقدار رس و شن آن از ۳٥ تا ٤٥ درصد بيشتر است.
۱۱ - رسي و سيلتي (silty – clay) مقدار هر يک از رس و سيلت آن به ترتيب بيش از ٤۰ درصد اس
۱۲- رسي (clay) مقدار رس بيش از ٤۰ درصد و مقدار شن و سيلت آن به ترتيب از ٤٥ تا ٤۰ د
است.



براي تعيين بافت خاک (تجزيه گرانولومتري) متدهاي متعددي پيشنهاد گرديده است . اصول م
بر مبناي قانون استوکس پايه گذاري شده است

. طبق نظريه استوکس سرعت سقوط ذرات متناسب با قطر آنها مي باشد، يعني در تجزيه گرانو
سرعت سقوط ذرات را طبق معادله زير تعيين
مي نمايند:

$$v = \frac{2}{9} * \frac{d1 - d2}{n} * gr2$$

v: سرعت سقوط ذرات بر حسب سانتي متر در ثانيه

r :شعاع ذرات بر حسب سانتي متر

d1 وزن مخصوص ذرات بر حسب گرم بر سانتي متر مکعب (۲,٦٥)

d2 وزن مخصوص محلول بر حسب گرم بر سانتي متر مکعب

g شتاب ثقل زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه یا m/s^2 ۹,۸

η ضریب چسبندگی محلول بر حسب دین بر سانتی متر

روش کار:

ابتدا سوسپانسیون خاک را تهیه می کنیم gr50 خاک برداشته وداخل ارلن یا بشری می ریزیم ب
بردن مواد آلی و آهک در بعضی از نمونه

خاکها لازم است از اسید کلریدریک و آب اکسیژنه استفاده کنیم سپس حدود cc250 آب به آ
کنیم و مخلوط می کنیم علاوه بر

مخلوط کردن وهمزدن به وسیله دست به صورت دورانی نیز هم می زنیم سپس حدود cc100 نم
فسفات سدیم (ده در صد) می ریزیم

ودو باره هم می زنیم حداقل باید۱۲ساعت نمونه را به همان حال قرار داده تا آماده بر
باشد بعد از مدت تعیین شده نمونه را در یک استوانه

یک لیتری می ریزیم وبا آب مقطر به حجم یک لیترمی رسانیم. برای حذف اثر نمک یک اس
نیز تهیه می کنیم بدین صورت که این

استوانه شاهد حاوی cc 100 نمک هگزا متا فسفات سدیم است که به حجم یک لیتر رساندیم ک
را به ما نشان می دهدسپس با استفاده

از همزن میله ای شیشه ای کاملاً سوسپانسیون را به هم زده وبه محض بیرون آمدن همزن کرن
زنیم سر چهل دو ثانیه باید غلظت داخل

سوسپانسیون خوانده شود همزمان با قرائت هیدرومتر با دماسنج دما را نیز اندازه می
دما بیشتر یا کمتر از 20 c باشد باید تصحیح دمایی

صورت گیرد. بعد از دوساعت نیز دمای سوسپانسیون را اندازه گیری کردهو با هیدرو
اندازه می گیریم. در مدت s42 (اندازه گیری اول)فقط

ذرات شن رسوب می کنند پس ازدو ساعت (اندازه گیری دوم)شن وسیلت رسوب می کندو با استف
بافت خاک ودراختیارداشتن

در صد رس وشن وسیلت می توان نوع خاک را تعیین کرد.اعداد خوانده شده توسط هیدرومتر
حرارت برلزوجت مایع و در نتیجه

سرعت ته نشین شدن اثر می گذارد با درجه حرارت تصحیح می شود به ازای هر درجه بالاتر
سانتی گراد ۰/۳۶ به عدد هیدرومتر اضافه

می شود و به ازای هر درجه پایین تر از ۲۰درجه سانتی گراد ۰/۳۶ از عدد هیدرومتر کسر

زمان	ذرات رسوب کننده	ذرات معلق

۴۲ ثانیه	Sand	Silt+Clay
۲ ساعت	Silt+Sand	Clay

وزن نمونه خاک خشک /۱۰۰×عدد تصحیح شده هیدرومتر بعد از ۴۲ ثانیه)= Silt+Clay

% Sand = 100 - % (Silt + Clay)

% silt = % (silt + Clay) - % Clay

وزن نمونه خاک خشک /۱۰۰×عدد تصحیح شده هیدرومتر بعد از ۲ساعت)= %Clay

تعیین بافت خاک در صحرا

بافت خاک را در صحرا بدین ترتیب معین مي کنند که مقداري از خاک را مرطوب کرده بین ان
و سبابه فشار مي دهند. از احساسي که
به حس لامسه دست مي دهد و از طرز تشکیل نوار خاک مرطوب بین انگشتان مي توان به بافت
برد. ذرات شن زبر و خشن بوده ودر
زیر انگشتان حس مي شوند. ذرات سیلت در حالت خشکي آردي و شبیه پودر مي باشند. رس در ح
سفت و سخت و درحالت مرطوب چسبنده
و شکل پذیر است. در جدول زیر معیار تعیین بافت خاک (به روش لمسی) برای شش کلاس بافتی
است.

معیار تشخیص	شن	لوم شنی	لوم	لوم سیلتی	لوم رسی
زبری و نرمی گل در بین انگشت ها و ظاهر قابل رویت آن	گل در بین انگشت ها کاملا زبر به نظر می رسد و ذرات شن کاملا	زبری کمتری دارد و دانه های درشت کمتری در آن	زبری متوسط	ذرات درشت کم و گل نسبتا نرم و صابونی	نرم و دارای درشت ناچیز

	ملموس است	دیده می شود			
پایداری کلوخه خشک	شکل نمی پذیرد	شکل نمی پذیرد	براحتی از هم می پاشد	نسبتا براحتی از هم می پاشد	سفت و پاید
پایداری کلوخه مرطوب	ناپایدار	پایداری کم	پایداری متوسط	پایدار	خیلی پایدا
پایداری و ثبات نوار تشکیل شده در بین انگشت های شست و سبابه	نوار تشکیل نمی شود	نوار تشکیل نمی شود	نوار تشکیل نمی شود	نوار بصورت بریده تشکیل می شود	نوار نازک و شکننده تشکی شود
لوله کردن در کف دو دست	لوله نمی شود	لوله نمی شود	به سختی لوله می شود	لوله می شود ولی در سطح خمیر ترک می خورد	لوله می شود بصورت حلقه نمی آید
چسبندگی	کاملا غیر چسبنده	تقریبا غیر چسبنده	چسبندگی کم	چسبندگی متوسط	چسبندگی نس زیاد
اثر باقیمانده روی دست	هیچگونه اثری روی دست باقی نمی ماند	اثر ناچیزی بصورت رنگ روی دست می ماند	مقداری رنگ بر روی دست می ماند	مقداری رنگ و مقداری گل بر روی دست باقی می ماند	مقداری گل و انگشت باقی ماند

رفتار خاک هاي سبک :

خاک هاي سبک خاک هايي هستند که بيش از ۸۰٪ وزن خاک را شن تشکيل داده و مقدار رس کمتر درصد و يا مجموع رس و سيلت آن ها کمتر
از ۲۰ درصد است. رطوبت قابل استفاده در هر متر از عمق خاک کمتر از ۱۲۵ ميلي متر است. آنها آزادانه و به طور طبيعي صورت گرفته و با پيدايش
يک دوره خشکي رطوبت خود را به سرعت از دست مي دهد. در معرض فرسايش بادي قرار دارد و آنها ناچيز است. ساختمان خاک دراين اراضي

بسیار سست و شکننده بوده و با فشاري متلاشي شده و به ذرات اولیه تبدیل مي شود. اگر د
خاک مرطوب است عملیات شخم وغیره انجام شود
، سطح خاک متراکم شده ولي درز و ترکي در آن پدیدار نمي شود. وجود سنگ ریزه و فراواني
بارخیزي خاک کاسته استهلاک ادوات کشاورزي
نیز در مدت کوتاهي به وقوع مي پیوندد. رطوبت قابل استفاده گیاه در این خاک ها ناچیز
آبیاري بایستي به تناوب بیشتري صورت گیرد.
آبشویي (leaching) املاح و کودهاي شیمیایي نیز قابل توجه است و تلفات و ضایعات کودي بی
سایر خاکها است.

رفتار خاک هاي سنگین :

خاک هاي سنگین یا رسي محتوي بیش از ۲۸ درصد رس بوده و چسبندگي آنها زیاد است.
ساختمان خاک در صورتي که مواد آلي خاک ناچیز باشد از پایداري مطلوبي برخوردار بوده و
در اثر تناوب خشکي و رطوبت، ایجاد درز و ترک
مي کند که به انتقال آب و هوا به درون خاک کمک مي کند. رطوبت قابل استفاده گیاه در
از کلیه خاک هاي دیگر بیشتر بوده و زهکشي
آن نیز دشوارتر است چون در رطوبت هاي کمتري از اشباع نفوذ پذیري خاک بسیار ناچیز است
خاک ها به مدت طولاني مرطوب باقیمانده و
بروز خشکي هوا در عملکرد گیاه چندان مؤثر نمي باشد. نکته دیگر اینکه رطوبت خاک هاي
خمیرایي کاهش یابد. بنابراین انتخاب زمان شخم
اهمیت به سزایي در بهبود یا تخریب ساختمان خاک دارد. بارخیزي در این خاک ها نیز به
تبادل کاتیوني قابل توجه آن، در حد مطلوبي بوده
و تناوب آبیاري در این خاک ها کمتر از سایر گروه هاي بافتي است.

سطح ویژه :surface area یا surface specific

درمثلث بافت خاک مقدار زیادی ازآن به رس اختصاص دارد.که به علت سطح ویژه بالا است . س
عبارتست ازسطح درواحدوزن آن .هرچه قدر سطح
بیشتر باشد تبادلات شیمیایی بیشتر صورت میگیرد. هرچه قدرقطر ذرات کوچکتر باشدسطح ویژ
است.

$$s = \frac{\text{سطح} cm^2}{\text{وزن} gr}$$

ساختمان خاک : structure

شکل و نوع قرارگیري ذرات و اجزاء متشکله خاک که منجر به تشکیل توده هاي خاکي به هم پ
و درشت (خاکدانه ها) مي گردد، به نام ساختمان
خاک بیان مي گردد. دریک پروفیل ممکن است یک ساختمان بیش تر از سایر سا ختمان دیگر د
شود.ولی ممکن است در هر افق ساختمان متفاوتی

داشته باشیم. خواصی از قبیل نفوذ آب، کاهش وزن مخصوص ظاهري و نفوذ هر چه بهتر ریشه ه
اندازه منافذ موجود در بین و درون ذرات خاک

وزن مخصوص ظاهري تهویه به ساختمان خاک بستگی دارد.
درساختمان خاک به اتصال ذرات اصلي خاک و تشکیل ذرات ثانوي اشاره دارد. اگر ذرات ریز
به هم متصل شوند، خاکدانه یا ساختمان ثانوي

را تشکیل دهند، چنین خاکي داراي ساختمان مناسبي خواهد بود.

بافت و ساختمان خاک تعیین کننده تعداد و اندازه منافذ موجود در بین و درون ذرات خاک
اولیه و چند ثانویه است .

تاثیر عناصر ومواد آلی بر ساختمان خاک

اتصال ذرات ریز خاک و تشکیل ذراتي بزرگتر توسط کلسیم، منیزیوم و هوموس صورت مي یابد.
کلسیم)

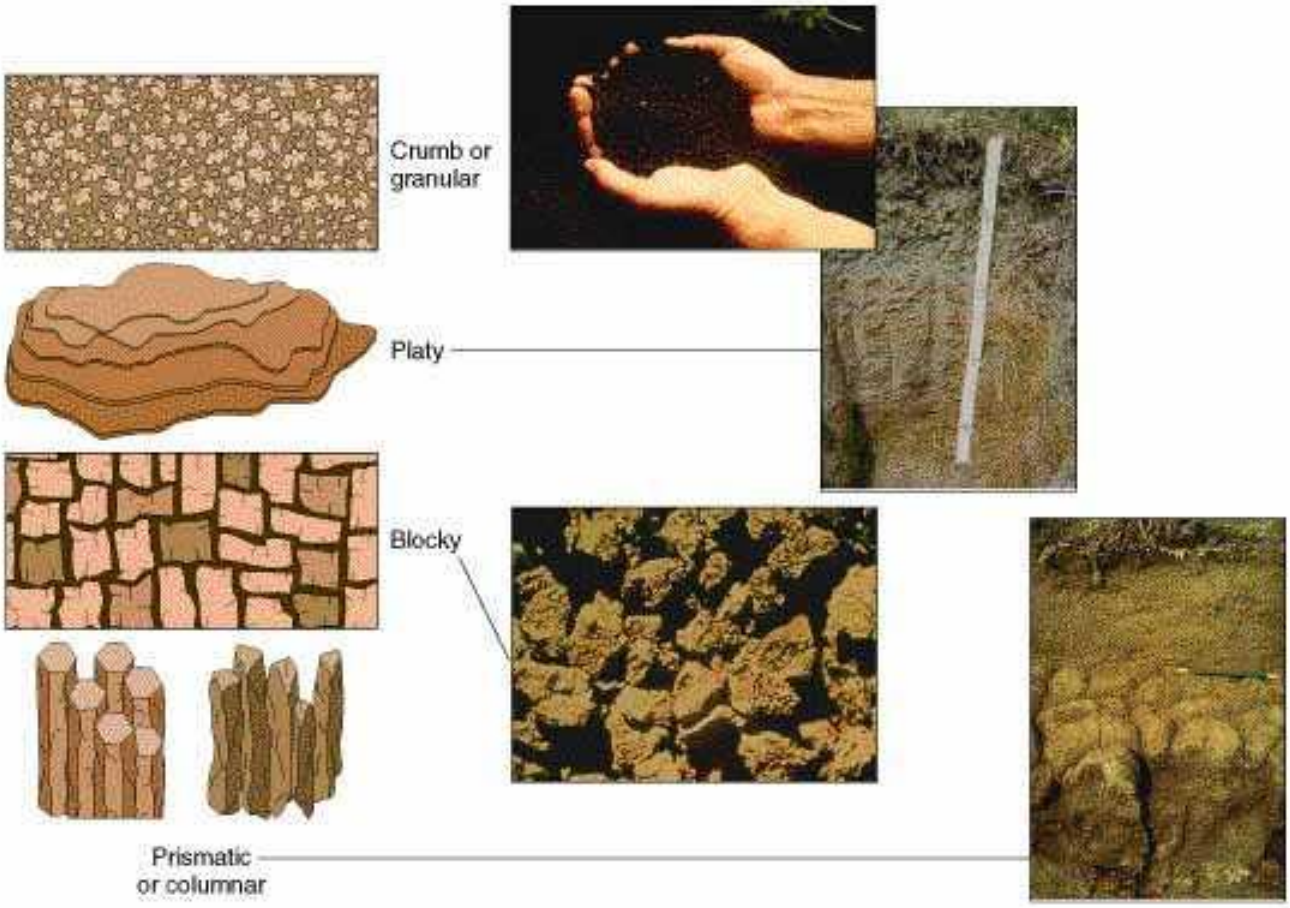
سدیم ازهم پاشیدگي و تخریب ساختمان خاک را تشدید مي کند.

مراحل تشکیل واحد ساختمانی

به طور کلي هر خاکي بر اساس ترکیب فیزیکي، شیمیایي و بیولوژیکي خود قادر است، ذرات ج
خود را در جوار هوا و آب به شکل واحدهاي خاکي مخصوص در کنار هم مجتمع نموده و درون و
خاکي مجتمع نیز، اتصال و ارتباط مجددي برقرار نماید. نتیجه این فرآیند مرحله اي ، تش

واحدهاي ریز ساختماني یعني خاکدانه ها و واحدهاي درشت ساختماني یعني کلوخچه ها و کل
خاکدانه ها بر اساس شکل ظاهري به ٤ گروه کروي ، ورقه اي، مکعبي و منشوري تقسیم مي ش
تقسیمات فرعي این چهار شکل، اشکال

هفت گانه خاک را تشکیل مي دهند.



ساختمان کروی :

کروي ساده ترين شكل يک خاکدانه است. خاک هايي که بيشتر خاکدانه هاي آن کروي است داراي ساختمان دانه اي granularواسفنجی crumb مي باشند. عمدتا در افق A ديده می شود

ساختمان ورقه ای

در برخي از خاک ها به ويژه در افق هاي فشرده شده، خاکدانه ها، نازک، مسطح و بشقاب مانند و بنابراين در اين حالت خاک بشقابي يا صفحه اي platy نام دارد در افق A2 خاکهای جنگلی وخاکهای دارای افق متراکم رسی ديده می شود.

ساختمان مکعبي:

Blockyاز خاکدانه هايي تشکيل شده که شبيه مکعب و يا منشورهاي کوتاه مستطيل شکل است. اگر خاکدانه ها گرد و صاف باشد به آن مکعبي

بدون گوشه sub angular Block و اگر گوشه تيز باشد به آن مکعبي گوشه دارangular Block مي گ عمدتا در افق Bديده می شود

ساختمان منشوری

خاکدانه هايي که د رازاي آنها بيشتر از پهناي آنها باشد منشور بوده و در اين حالت س
را منشوري مي نامند. منشورها داراي لبه ها و
سطح هايي زاويه دار هستند.prismatic عمدتا در درخاکهای قلیایی دیده می شوند.

هنگامي که سطح هاي کناري و بالايي بدون زاويه باشند. خاکدانه ها تشکيل ستون مي دهند ک
ساختمانها ستوني گفته مي شود.columnar

.بدون ساختمان

برخي از خاک ها ساختمان مشخصي نداشته که آنها را بي ساختمان مي نامند. خاک هاي بي س
دو گروه توده اي و تک دانه اي (منفرد)
تقسيم مي شود. وضعيت بي ساختمان توده اي نشان مي دهد که همگي ذره ها به يکديگر چسبي
هيچگونه خاکدانه اي در آنها ديده نمي شود.

اثر عمليات کشاورزي بر روي ساختمان خاک

عمليات زراعي مانند شخم اثرات مفيد و گاهي هم اثرات منفي برروي ساختمان خاک باقي مي گذارد. از بين بردن علف هاي هرز و کنترل آنها و برگرداندن بقاياي گياهي به توده خاک و مخلوط شدن خاک با مواد آلي و تشکيل خاکدانه از اثرات مثبت شخم است. از طرفي ديگر ممکن است خاکدانه هاي موجود در خاک توسط فشار چرخ هاي تراکتور و ماشين آلات سنگين مثل غلطک از بين برود و اثرات منفي بر روي ساختمان خاک بر جاي بگذارد هر اندازه رطوبت خاک بيشتر باشد متراکم شدن و از بين رفتن خاکدانه ها به وسيله ماشين آلات کشاورزي زيادتر است و حتي ممکن است تا عمق ۶۰سانتیمتری نیز برسد.
هر چه تعداد شخم زدن کمتر باشد ميزان محصول افزايش بيشتري پيدا مي کند تا آنجا که يک بار شخم زدن بهترين اثر را دارد.

ثبات خاک : soil consistence

مقاومت خاک در مقابل گسيختگي و تغيير شکل ثبات ناميده مي شود. نيروهاي پيوستگي و همبستگي موجود در کل توده خاک مبين ثبات خاک است. بنابراين بر خلاف ساختمان که در مورد شکل و اندازه و درجه وضوح خاکدانه صحبت مي کند ثبات خاک حکايت از نوع و ميزان نيروهاي موجود بين ذرات خاک مي نمايد.
ثبات خاک دررابطه با اعمال کشت و زرع و عبور و مرور وسايل نقليه حائز اهميت فراواني است. ثبات خاک در ۳ حالت مختلف رطوبتی تعريف گرديده است :
حالت خيس (wet) مرطوب (moist) و خشک (Dry) پايداري خاک در حالت مرطوب در ۳ حالت تشريح مي شود.

A) پايداري درحالت تر : مقدار رطوبت بيشتر يا کمي بيشتر از حد ظرفيت زراعي است
B) پايداري در حالت مرطوب : رطوبت بين خشکي و حد ظرفيت زراعي است
C) پايداري در حالت خشک

<u>روابط وزنی وحجمی خاک</u>

در بین اجزائ معدنی خاک روابطی وجوددارد.که بشرح زیر می باشد.

Mt	Ma	هوا	Va	Vt
	Mw	مایع	Vw	
	Ms	جامد	Vs	

$$Vt = va + vw + vs \quad , Mt = ma + mw + ms$$

وزن مخصوص حقیقی : particle density

عبارت است ازوزن جامد به حجم آن یعنی وزن یک سانتیمتر مکعب ازذرات جامدآن.که بطور ثابت معمولا بین ۲،۶۵تا ۲،۷ است که بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب بیان می شود.در خاکهای که بامینرال های سنگین مانند مگنتایت تورمالین وهورنبلند همراه باشد بیش از ۲،۷ gr/cm³.است

$$\mathcal{P}\mathrm{d}\ gr/cm^3 = \frac{\mathrm{Ms}}{\mathrm{Vs}}$$

چون مواد آلی سبکتر ازمواد معدنی خاک هستند وجود این مواد به مقدار کافی دروزن مخصوص حقیقی موثربوده ودر نتیجه در لایه های سطحی خاک کمتر از لایه های عمیق تر خواهد بود. معمولا در محاسبات ۲،۶۵ در نظر می گیرند.

$\mathcal{P}\mathrm{d} = 2.65 - x$ درصد میزان کاهش وزن مخصوص حقیقی خاک $x = \frac{1.45 * \%\mathrm{o.m}}{100}$ وزن مخصوص حقیقی خاک

وزن مخصوص ظاهری : Bulk density

عبارت است ازوزن خاک خشک به حجم کل آن که معمولا بین ۰،۵تا ۱،۸ در خاکهای آلی تا شنی متغیراست که بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب بیان می شود.در خاکهای آلی کمترین وخاکهای شنی بیشترین میزان را به خود اختصاص می دهد .

$$\mathcal{P}\mathrm{b} = \frac{\mathrm{Ms}}{\mathrm{Vt}}$$

تخلخل: عبارت است از کلیه فضاهای خالی که توسط خاک پر نشده باشد وتوسط آب یا هوا پر شود را تخلخل می نامند.وبرحسب درصد بیان می شودتخلخل به دوفرم بزرگ وکوچک تقسیم می شود. در خاکهای شنی تخلل ازنوع بزرگ ودرخاکهای رسی از نوع کوچک است که نقش زیادی در نگه داری آب دارد

خلل فرج حجم **Vt-Vs =** یا **Vf = va+vw**

وبا داشتن وزن مخصوص ظاهری وحقیقی می توان تخلخل رااز رابطه زیر محاسبه نمود.

$$\%p = 1 - \frac{\mathcal{P}\mathrm{b}}{Pd} * 100$$

ضریب تخلخل: $n = \frac{Vf}{Vt}$ معمولا بین ۰/۳تا۰/۶ برای خاکهای شنی تا رسی متغیر است.

نسبت پوکی: $\frac{Vf}{1-\mathrm{Vf}}$ یا $e = \frac{Vf}{Vs}$ معمولا بین ۰/۴۵تا۱/۲ برای خاکهای مختلف متغیر است.

تخلخل تهویه ای : $Ea = \frac{Va}{Vt}$

رطوبت خاک:

بطور کلی آب درخاک به سه حالت جامد مایع وبخار وجود دارد اما آنچه که ازنظر زراعی اهمیت دارد فاز مایع است ودر انتقال مواد واملاح معدنی نقش زیادی دارد

رطوبت حجمی وجرمی خاک:

برحسب تعریف مقدار جرمی رطوبت خاک(θm)عبارتست ازنسبت جرم آب موجوددر خاک (Mw)به جرم جزءجامدخاک (Ms) یا

$\theta m = \frac{Mw}{\mathrm{Ms}}$=رطوبت جرمی که برحسب درصد بیان می شود. $\theta m = \times \theta m \%$۱۰۰

برحسب تعریف مقدار حجمی رطوبت خاک(θv)عبارتست ازنسبت حجم آب موجوددر خاک (Vw)به حجم کل خاک (Vt) یا $\theta v = \frac{Vw}{\mathrm{Vt}} = \frac{Vw}{\mathrm{Vs+Vf}}$=رطوبت حجمی برحسب درصد بیان می شود. $\theta v = \times \theta v \%$۱۰۰ بین رطوبت حجمی و رطوبت جرمی رابطه زیر وجود دارد

$$\theta v = {}^{*}\mathcal{P}\mathrm{b} \times \theta m .$$

درجه اشباع

درجه اشباع خاک ,حجم آب موجود را نسبت به خلل وفرج نشان می دهد.

$$Cs = \frac{Vw}{Vf} = \frac{Vw}{\mathrm{Va} + \mathrm{Vw}}$$

مقدار درجه اشباع خاک ازصفردرصددرخاک خشک تا صددرصد درخاک کاملا اشباع نوسان می کند.اشباع صددرصد درخاک بعلت حبس مقداری هوا در خاک به آسانی امکان پذیر نیست. درجه اشباع برای خاکهای آماس کننده شاخص مطلوبی محسوب نمی شود زیرا تخلخل خاک با رطوبت تغییر می کند.

وضعیت آب درخاک :

گیاه آب مورد نیاز خود را از طریق ریشه ها از خاک جذب مي کند. بنابراین موجودیت آب در خاک از عوامل اصلي رشد ریشه گیاه است.
علاوه بر این از خصوصیات خاک مانند پایداري ، خمیري، مقاومت ، قابلیت فشرده شدن، نفوذ پذیري و قابلیت عبور و مرور در خاک بستگي به مقدار آن

دارد. رطوبت خاک بر مقدار هواي موجود در خاک و تبادل گازها در آن نيز مؤثر است. فعاليت موجودات ريز خاک واکنش هاي شيميايي خاک نيز تابعي از مقدار رطوبت آن است.
مقدار آب موجود در هر جرم يا حجم خاک را رطوبت و حالت با وضعيت فيزيکو-شيميايي آب در خاک را پتانسيل آن گويند. در واقع مقدار رطوبت تنها بيان کننده اين است که چه مقدار آب در خاک وجود دارد. اما پتانسيل آب درخاک براي ما توصيف مي کند که توان انجام کار توسط رطوبت چگونه است. مثلاً يکي از مهمترين اجزاء پتانسيل آب در خاک پتانسيل ماتريک آن است که توسط آن مشخص مي شود آب با چه نيرويي در خاک نگهداري شده و چگونه از نقطه اي به نقطه ديگر قابل جابه جا شدن است. البته بايد توجه داشت که رطوبت و پتانسيل خاک وابسته به يکديگربوده و شناسايي رابطه آنها از ابزارهاي مهم در مديريت آبياري و بهره برداري از خاک است.

رطوبت خاک و نيروي مربوطه

آبي که وارد خاک مي شود تحت اثر دو دسته نيروي مخالف قرار مي گيرد : نيروهايي که آب را به اعماق خاک مي کشند و در صورت کفايت تا مرز سفره آبهاي زيرزميني پايين مي برند. نيروهايي که آب را در خاک نگه مي دارند و کلاً نيروي مکش يا نگهدارنده آب در خاک ناميده مي شوند. نيروهاي نگهدارنده آب در داخل خاک عبارتند از :

الف) نيروي جذب سطحي يا جاذبه اي :
اين نيرو در سطح تماس آب و ذرات جامد خاک وجود دارد

ب) نيروي کاپيلاريته :
اين نيرو در سطح تماس آب و هوا وجود دارد

پ) نيروي ثقل :
که حاکم بر کليه ملکولهاست

ج) نيروي هيدروستاتيک:
که از تأثير وزني مولکول هاي آب بر يکديگر ناشي مي شوند درخاک به ظاهر خشک ذرات جامد همواره با نيروي جاذبه زياد (حدود ۱۰ تن بر سانتي متر مربع) قشر بسيار نازکي از آب را در سطح خود نگهداري مي کند. با افزايش رطوبت خاک از تأثير اين نيرو کاسته مي شود.
نيروي کاپيلاريته در مقام خودنمايي در مقابل نيروي ثقل قرار مي گيرد و موجب نگهداري آب در خلل و فرج ريز خاک مي گردد وقتي رطوبت در خاک از حد معيني تجاوز مي نمايد اين حد به بافت و ساخت خاک بستگي دارد) ديگر نيروهاي فوق در مورد مازاد آب قادر به مقاومت در مقابل نيروي ثقل نخواهد بود و آب تحت تأثير نيروي ثقل و هيدروستاتيک در خاک جريان مي يابد.
اگر چه آب درون خاک همواره تحت تأثير چنين نيروهايي واقع مي شود و ليکن نيروي ثقل نمي تواند همه آب موجود در بافت خاک را تحت تأثير قرار داده به حرکت و مهاجرت وادارد و در حقيقت همواره مقداري آب در خاک باقي مي ماند که نيروي ثقل قادر به جدا کردن آن از ذرات خاک نيست. اين بخش از آب درون خاک تحت عنوان نگهداري خاک بيان مي شود.

بنابراين هنگامي كه آب نفوذ خود را در خاک شروع مي كند تحت تأثير نيروي ثقل به مرطوب ساختن خاک پرداخته و به حركت خود به سمت پايين ادامه مي دهد و خاک به ناچار حداكثر آب ممكنه را در خود نگه داشته آب اضافي را اجازه ادامه مسير مي دهد. اين فعاليت آب تحت عنوان ذخيره سازي آب در خاک شهرت دارد. آبي كه در خاک باقي مانده و تحت نيروي ثقل قرار نمي گيرد دقيقاً به مثابه قطره اي است كه در امداد يک جسم باريک و عمودي حركت كرده بعد از رسيدن به رأس آن به صورت يک دايره كشيده به آن آويزان مي شود ولي عمل جدا سازي از آن صورت نمي گيرد. آب باقيمانده در خاک نيز در اطراف ذرات جمع شده از آن جدا نمي شود اين آب به آب غشايي شهرت دارد.
آب غشايي كه به سطوح ذرات چسبيده در برابر جذب ريشه گياهان نيز مقاومت شديدي از خود نشان مي دهد. هنگامي كه مقدار نيروي كشش به ۱۵ بار يا بيشتر بالغ گردد ديگر ريشه هاي گياهي نيز قادر به استفاده و جذب اين آب نموده و آب باقيمانده در خاک ديگر نمي تواند در متابوليسم گياهي شركت كند. مقدار آب باقيمانده در خاک كه ديگر تحت تأثير نيروي جذب ريشه اي نيز واقع نمي شود و گياه قادر به استفاده از آن نيست تحت عنوان آب هيگروسكوپيک بيان مي شود.

تقسيمات رطوبتي خاک :

الف) آب هيگروسكوپيک (Hygroscopic water) :

خاكي كه در معرض هواي آزاد، آب خود را از دست داده و به ظاهر كاملاً خشک به نظر مي رسد همواره مقداري رطوبت به صورت قشري نازک در سطح ذرات خود تثبيت مي نمايد اين رطوبت كه تحت نيروي جاذبه يي در خاک نگهداري مي شود اصطلاحاً آب هيگروسكوپيک (آب جاذبه اي) ناميده مي شود. ضخامت و يا مقدار آن به عواملي از قبيل رطوبت نسبي هوا، درجه حرارت و مهمتر از همه ذرات جامد خاک بستگي دارد.

ب) آب كاپيلاريته (capillary water)

وقتي رطوبت خاک از قشر نازكي كه به شدت جذب سطحي ذرات آن شده است تجاوزنموده مازاد رطوبت كه در تماس با هواي خاک مي باشد تحت تأثير نيروي كاپيلاريته قرار مي گيرد. اين نيرو به صورت قدرت مكشي در خلل و فرج ريز خاک عمل مي كند. به طوري كه اختلاف پتانسيل آن به موجب جابه جا شدن آب از نقاط با رطوبت زيادتر (پتانسيل زيادتر) به طرف نقاط با رطوبت كمتر (پتانسيل كمتر) مي گردد.
آبي كه تحت تأثير چنين نيرويي قرار دارد آب كاپيلاريته ناميده مي شود كه به كمک نيروي مزبور در مقابل ثقل مقاومت مي كند و در خلل و فرج ريز به توده خاک مي پيوندد. مقدار كل كاپيلاريته به موجوديت فيزيكي خاک بستگي دارد كه مي توان آن را از نظر آبياري به دو قسمت غيرقابل استفاده و قابل استفاده براي گياه تقسيم نمود. كه قسمت اول در خلل و فرج بسيار ريز خاک قرار دارد (خلل و فرج كمتر از ۰/۲ ميكرون) و شدت وابستگي آن به خاک بيش از قدرت مكشي ريشه گياهان است در حالي كه قسمت دوم آب، آب كاپيلاريته اي است كه در بقيه خلل و فرج ريز جاي دارد و با شدتي كمتر از نيروي جاذبه

ریشه گیاهان به توده خاک پیوسته است.

ج) آب اشباع water saturation

پس از آنکه خلل و فرج ریز خاک از آب پر شد اگر نفوذ آب در خاک ادامه داشته باشد به تدریج هواي موجود در خلل و فرج درشت نیز خارج و آب جانشین آن مي گردد. آب مازاد بر رطوبت کاپیلاریته تحت تأثیر نیروي ثقل قرار مي گیرد و در صورت مناسب بودن شرایط زهکشي در جهت نیروي مزبور جریان مي یابد (به همین جهت آب اشباع را آب ثقلي نیز مي نامند)

حالت اشباع در خاک پس از آبیاري بیش از حد و یا بعد از بارندگي هاي طولاني حاصل مي شود که زمان لازم براي خروج آب تحت قوه ثقل بسته به چگونگي موجودیت فیزیکي خاک متفاوت است. از این رو در شرایطي زهکشي مناسب مي توان آب اشباع را نیز همانند آب کاپیلاریته به دو قسمت تقسیم نمود . قسمت اول آب اشباع با جریان سریع که خلل و فرج بسیار درشت را اشغال نموده است و با سرعتي بیشتر از محیط خاک خارج مي شود (که این قسمت از آب اشباع، معمولاً مربوط به خلل و فرج به قطر بیش از ۳۰ تا ٤۰ میکرون است و به دلیل سهولت خروج از خاک آنرا آزاد نیز گفته اند)

در حالي که قسمت دوم آب اشباع با جریان کند است که در باقي مانده خلل و فرج درشت قرار دارد و در زماني طولاني تر جاي خود را به هواي خاک مي دهد. در خاک هاي سبک و شني آب اشباع بیشتر شامل قسمت اول است . در صورتي که خاک هاي سنگین و فشرده بخش اعظم این آب به قسمت دوم تعلق دارد.

پتانسیل آب درخاک

انرژی آب در خاک یا پتانسیل آب در خاک عبارتست از مقدار کار لازم جهت انتقال یک واحد آب از مخزنی درارتفاع مشخص تحت فشار یک اتمسفر به درون خاک

پتانسیل کل آب در خاک شامل پتانسیلهای فرعی دیگر ی است که شامل پتانسیل ماتریک .ثقلی .فشاری .اسمزی است.

ظرفیت اشباع (saturation capacity)

ظرفیت اشباع نماینده حداکثر مقدار آبي است که در یک توده خاک جا مي گیرد. چون آب اشباع در واقع جایگزین هواي خاک در کلیه خلل و فرج آن شده بنابراین ظرفیت ارتباط با مجموع خلل و فرج خاک دارد و با در دست داشتن وزن مخصوص حقیقي و ظاهري خاک قابل محاسبه مي باشد.

ظرفیت نگهداري آب در خاک (field capacity)

حداکثر مقدار آبي که خاک مي تواند در شرایط زهکشي در خود نگهداري کند ظرفیت نگهداري آب در خاک نامیده مي شود. به عبارت دیگر این ظرفیت معرف توانایي یک توده خاک براي نگهداري آب در مقابل نیروي ثقل مي باشد و مقدار آن به حد بالاي

آب کاپیلاریته مربوط است. ظرفیت نگهداري آب در خاک ارتباط مستقیم با میزان خلل و فرج دارد و در واقع قسمت اعظم مقدار آبي که نمایانگر این ظرفیت است خلل و فرج ریز خاک را پر مي نماید. بافت که تعیین کننده کمیت و درشتي و ریزي خلل و فرج مي باشد و در معرفي ظرفیت مزبور مؤثرند. در یک خاک که ساختمان فیزیکي مطلوب تر دارد هر قدر ذرات جامد تشکیل دهنده خاک و خاکدانه کوچکتر باشد مجموع سطوح ذرات مزبور زیادتر و نیروي نگهدارنده آب در خاک بیشتر خواهد بود. یکی از نقاط پتانسیلی مهم خاک می باشد. که پتانسیل ماتریک برای خاکهای شنی در این نقطه ۲۰۰- سانتیمتر ودرخاکهای رسی ٤۰۰- سانتیمتر است. یا ۰,۱ تا ۰,۳۳ اتمسفر یا ۳۳- کیلوپاسکال می باشد.

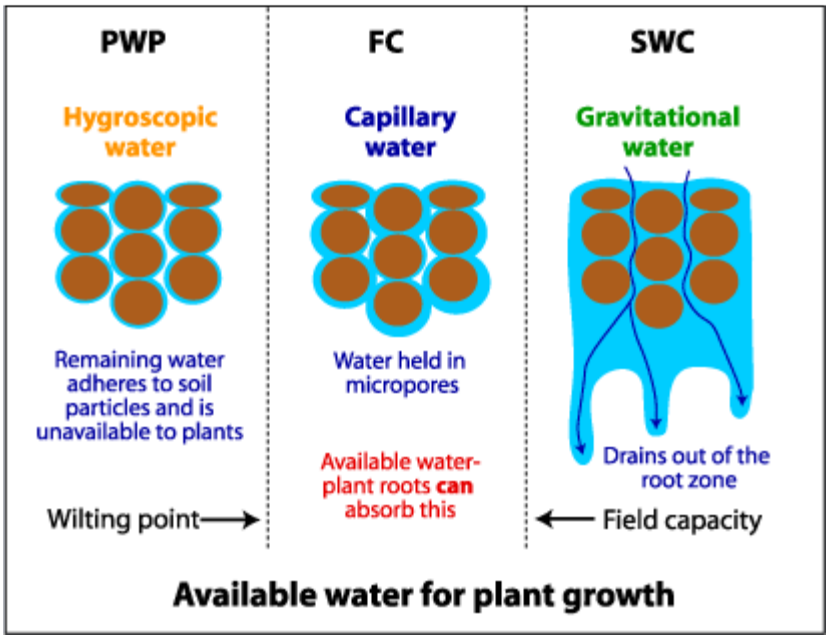
نقطه پژمردگي دائم (permanent wilting point)

یک قسمت از آب نگهداري شده در خاک به تدریج توسط ریشه گیاهان مصرف مي شود که بخش اعظم آن صرف تعرق از طریق اندامهاي هوایي آنها مي گردد و قسمتي دیگر از سطح زمین تبخیر و از دسترس خاک خارج مي شود. جذب آب توسط گیاهان تا مقداري از آب کاپیلاریته که با نیرویي کمتر از نیروي کمتر از نیروي مکشي ریشه گیاهان در خاک نگهداري شده است ادامه مي یابد و هنگامي که درصد رطوبت خاک به حدي تنزل نماید که شدت وابستگي آب باقي مانده به خاک بیش از نیروي مکشي مزبور باشد جذب آب توسط ریشه ها متوقف مي شود. گیاه مقداري از آب مزبور در اندامهاي هوایي خود را تعریق مي نماید. یاخته حالت تورم خود را از دست مي دهند و بالاخره حالت پژمردگي در گیاه ظاهر مي شود.

نقطه پژمردگي را به صورت درصدي از رطوبت نسبت به وزن خشک یا حجم ظاهري خاک نشان مي دهند که مقدار آن به موجودیت فیزیکي و به ویژه بافت خاک بستگي دارد. براي یادآوري حدود تغییرات رطوبت خاک در این نقطه مي توان گفت که رطوبت نقطه پژمردگي در خاک هاي شني در حدود ۱ تا ۳/٥ درصد و در خاک هاي لیموني ٥ تا ۱٥ درصد و در خاک هاي رسي ۱٥ تا ۲۰٪ وزن خشک خاک است.

تعیین دقیق رطوبت در نقطه پژمردگي مشکل است چرا که علاوه بر موجودیت فیزیکي خاک – گیاه نیزبنا به چگونگي حساسیت خود در بروز حالت پژمردگي دخالت مي نماید. تأثیر وجود سفره آب و در فاصله یي نسبتاً کم از سطح خاک بر حرکتي که از نیروي کاپیلاریته ناشي مي شود و حائز اهمیت زیاد است. چرا که حرکت آب تحت نیروي مزبور از نقطه اي با رطوبت زیاد به طرف نقطه با رطوبت کمتر انجام مي گیرد و وجود چنین سفره آب در خاک همواره در سطح خود یک ورقه از خاک با رطوبت زیادتر از خاک لایه هاي فوقاني ایجاد مي نماید. بدین ترتیب حرکت آب در خاک تحت تأثیر نیروي کاپیلاریته تا فاصله اي از سفره آب زیر زميني در کنترل و نفوذ این سفره قرار مي گیرد. مقدار پتانسیل ماتریک در این نقطه در حدود ۱۰ تا ۲۰ اتمسفر است یا ۱۰۰۰۰- تا ۲۰۰۰۰- سانتیمتر یا ۱۰۰۰- تا ۲۰۰۰- کیلوپاسکال می باشد.

هر گاه خاک اشباعي بتواند زهکشي پيدا کند، آب به سرعت از خلل و فرج درشت خارج شده و هوا جايگزين آن مي گردد. اين رطوبت که تحت تأثيراختلاف پتانسيل ثقلي خارج مي گردد به نام آب ثقلي معروف است و در بيشتر خاکها حدوداً يک روز پس از اشباع خاک از آن خارج مي گردد. پس از خروج اين رطوبت ، آب باقيمانده را رطوبت زراعي مي گويند. بدين ترتيب رطوبت ظرفيت زراعي حداکثر رطوبتي است که پس از خروج آب ثقلي در خاک باقيمانده و خروج آن از خاک مطلقاً و يا خيلي کم تابع اختلاف پتانسيل ثقلي است.



نفوذ پذيري (Per meability)

قابليت کم و بيش متفاوتي که خاک هاي مختلف براي هدايت آب از خود نشان مي دهند تحت نام نفوذ پذيري يکي از مشخصات مهم فيزيکي خاک به حساب مي آيد. در مبحث حرکت آب اشباع در خاک منظور از نفوذ پذيري همان سهولت نسبي عبور آب از خاک است و همان طوري که براي سهولت عبور الکتريسته لغت هدايت الکتريکي به کار مي رود در خصوص حرکت آب اشباع در خاک نيز اصطلاح هدايت آبي (Hydroulic conductivity) جايز گرديد.

تأثير خلل و فرج را در نفوذ پذيري خاک بايد در نسبت ريزي و درشتي آنها جستجو نمود، اگر مجموع خلل و فرج خاکي زياد ولي قسمت اعظم آن از نوع ريز باشد توده خاک به وجود دارا بودن ظرفيت نگهداري آب قابل ملاحظه نفوذپذيري ناچيزي خواهد داشت. در واقع مقدار خلل و فرج درشت در واحد حجم خاک، تعيين کننده نقطه پژمردگي از گياهي به گياه ديگر کمي متفاوت مي کند.

آب قابل دسترس

با آنچه در خصوص حدود مشخصه آب در خاک گفته شد به آساني مي توان دريافت که رطوبت قابل استفاده گياهان در هر نوبت آبياري عبارت است از تفاضل دو رطوبت نگهداري آب در خاک و نقطه پژمردگي و مقدار آن معمولاً نصف ظرفيت نگهداري آب در خاک است. $AW = F.C - PWP$

در حالت آزمایشگاهی ولی در مزرعه عملا گیاه قبل از نقطه پژمردگی قادر به جذب آب از خاک نمی باشد که به آن حد آب قابل جذب می گویند بنابراین فرمول آب قابل دسترس گیاه بصورت زیر می باشد
$AW = F.C - CEW$.

CEW = حد آب قابل جذب $F.C$ ظرفیت نگهداری PWP نقطه پژمردگي دائم

شدت رطوبت *PF*

معادل PH است که شدت رطوبت را بیان می کند. وعبارتست از لگاریتم پتانسیل ماتریک آن خاک برحسب سانتیمتر بدون در نظر گرفتن علامت منفی آن
PF (F.C) =-300 \ LOG 300 = 2.4

رنگ خاک :

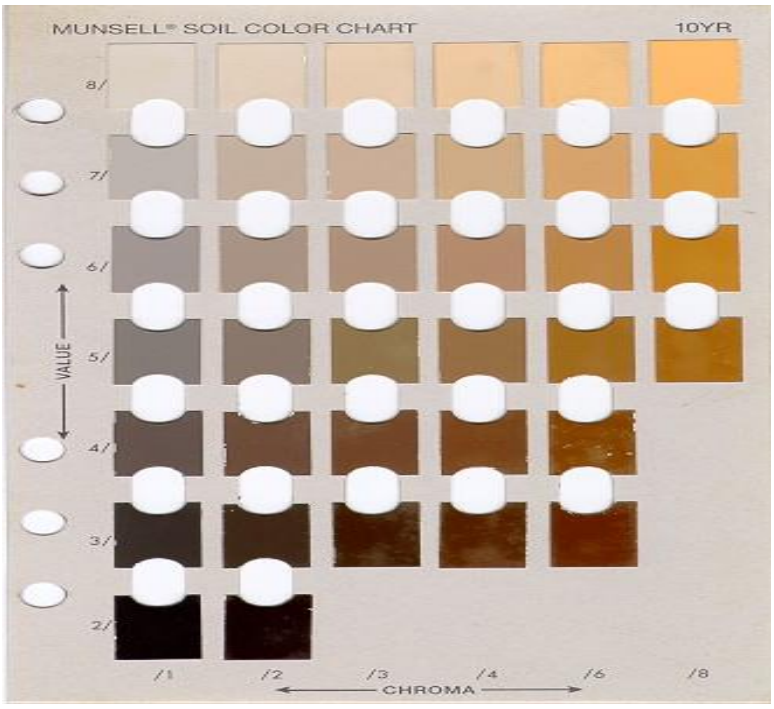
رنگ خاک واضح ترين مشخصه خاک است که به آساني قابل اندازه گيري است. تعيين رنگ خاک بيشتر به اين دليل حائز اهميت است که از طريق آن مي توان به خواص مهم شيميايي، بيولوژيکي و فيزيکي پي برد که اندازه گيري آنها اغلب يا مشکل است و يا به طور دقيق علمي نيست در نتيجه رنگ خاک هنگامي که با ساير خصوصيات خاک در نظر گرفته شود بسيار از تفسيرهاي ژنتيکي و بهره برداري اراضي را ممکن مي سازد.

اهمیت رنگ خاک :

رنگ خاک يکي از خصوصيات فيزيکي خاک است که مي تواند در برخي خواص خاک مؤثر واقع شود. مهمترين خاصيتي که مي توان اثر رنگ را بر آن ملاحظه نمود خاصيت جذب حرارت توسط خاک است. از روي رنگ خاک مي توان به ميزان نسبي مواد آلي، وضع زهکشي داخلي و تهويه خاک پي برد و نحوه تشکيل افقهاي مختلف را بهتر درک کرد. کاني هاي عمده خاک در اصل داراي رنگ روشني مي باشند. تغييرات شيميايي برخي عناصر مخصوصاً آهن و تشکيل مواد آلي در مراحل مختلف سبب رنگ هاي تيره و خاکستري و قرمز و ... در خاک مي گردند. خاک هاي با زهکشي ضعيف حاوي مقدار بيشتري مواد آلي بوده و رنگ سطح آنها کاملاً تيره است . قسمت هاي زيرين خاک داراي رنگ خاکستري روشن مي باشد. در خاک هاي با زهکشي متوسط رنگ خاکستري خاک يکنواخت نبوده بلکه لکه هاي زرد رنگ در آن مشاهده مي گردد. در خاک هاي با زهکشي مناسب واکنش هاي اکسيد کننده مناسب در آن به وقوع پيوسته سبب ايجاد رنگ هاي زرد و قرمز در ترکيبات آهن مي گردد. هر چه درجه آبدار شدن ترکيبات آهن حاصل بيشتر باشد رنگ خاک زردتر هر چه اين ترکيبات کم آب تر باشد رنگ خاک قرمز شفاف تر است.

تعیین رنگ خاک

رنگ خاک را در حالت مرطوب وخشک تعیین می کنند جهت تعیین رنگ خاک از دفترچه رنگ خاک مانسل استفاده میکنند. وسه پارامتر هیو HUE وولیو VALUE وکروما CHROMA تعیین کننده رنگ یک خاک می باشند که بشرح زیر است.



هیو HUE :

دربالای صفحه دفتر چه نوشته شده است. وعبارتست از رنگ اصلی یا غالب که طیف آن از قرمز تا زرد را شامل می شودودر بعضی از شرایط مثلا درخاکهای هیدرومورف رنگ شامل سبز یا آبی می گردد مشخصات رنگ غالب از قرمز شروع وبه زرد ختم می گردد. هیو از یک عددویک یا دو حرف لاتین تشکیل شده است مثلا 10R, 7.5YR, 10YR , 5YR حدواسط 7.5YR زرد غالب ومابقی قرمز (نارنجی)

VALUEولیو : عبارتست از شدت طول موج غالب که تیرگی وروشنی رنگ را بیان می کند میزان ولیو از ۰تا ۱۰ در نوسان است که صفر سیاه کامل و۱۰ سفید کامل است در دفترچه رنگ خاک ولیو از ۲تا ۸ متغیر است ولیو در سمت چپ دفترچه نوشته شده است.

CHROMA کروما : کروما دلالت بر درجه خلوص رنگ می کند که در پایین دفترچه نوشته شده است صفر کروما ناخالص ترین و۱۰ خالص ترین رنگ است ولی در دفتر چه رنگ خاک مانسل از ۱تا ۸ می باشد. ناخالص ترین رنگ در طبیعت خاکستری است که کرومای آن صفر است

اصول شیمیایی خاک

مواد کلوئیدی خاک

فعالترین ذرات خاک آنهایی هستند که در حالت کلوئیدی می باشند.دوگروه مشخص کلوئیدهای معدنی وآلی بصورت مخلوط درخاک وجودداشته وبطور نزدیکی با همدیگر ارتباط دارند کلوئیدهای معدنی بطور کامل به صورت انواع مختلف رس و کلوئیدهای آلی به شکل هوموس می باشند

کلوئیدهای معدنی

حدود واندازه ذرات کلوئیدی را بین ۰,۲تا ۱ میکرون می دانند باتوجه به اینکه ذرات معدنی که تا ۲ میکرون قطر دارند رس محسوب می شوند ولی تمام موادرسی را نمی توان کلوئید فرض کرد.

موادرسی به دوگروه تقسیم می شوند.۱-رسهای سیلیکاتی که بیشتر درمناطق معتدله یافت می شوند ۲-رسهای اکسیدهای هیدراته آهن وآلومینیوم

رسهای سیلیکاتی قسمت عمده مواد رسی مناطق کشاورزی توسعه یافته جهان را تشکیل داده است.

ساختمان عمومی رسهای سیلیکاتی

تعریف رس

رس‌ها شامل مواد و کانی‌های ریز اندازه، طبیعی و با منشأ زمین و در واقع شامل فراورده‌های حاصل از هوادهی، تغییرات حرارتی و رسوبی می‌باشند. از نظر کانی‌شناسی رس‌ها در میان ترکیبات معدنی، دارای کوچکترین اندازه هستند. دانشمندان علوم مهندسی و خاک، اندازه ذرات رس را کمتر از ٤ میکرومتر تعریف کرده‌اند در حالی که دانشمندان رس‌شناس اندازه ۲ میکرومتر را به عنوان حد بالایی اندازه رس‌ها قائل هستند. به طورکلی رس‌ها را میتوان به عنوان «سیلیکات‌های آلومینیم آبدار» شناخت که در برخی از آنها آهن و منیزیم جایگزین آلومینیم شده و در برخی عناصر قلیایی و قلیایی خاکی جایگزین شده است. ترکیب معدنی رس‌ها تابع فراوانی نسبی و نوع کانی‌های رسی موجود در آن می‌باشد. گاه مقادیر بسیار کمی از یک نوع کانی رسی خاص، اثر بسیار مهمی بر روی ویژگی‌های آن دارد..

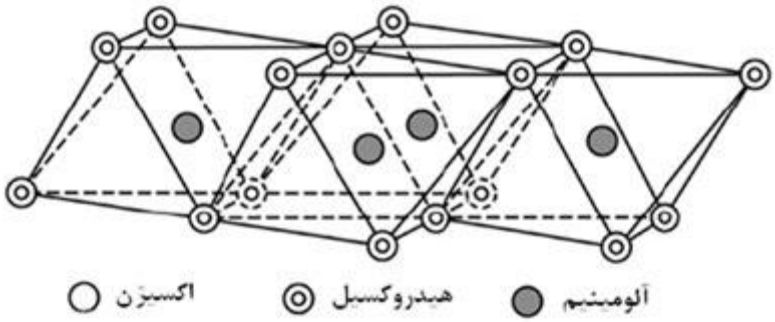
ساختمان رس ها و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها

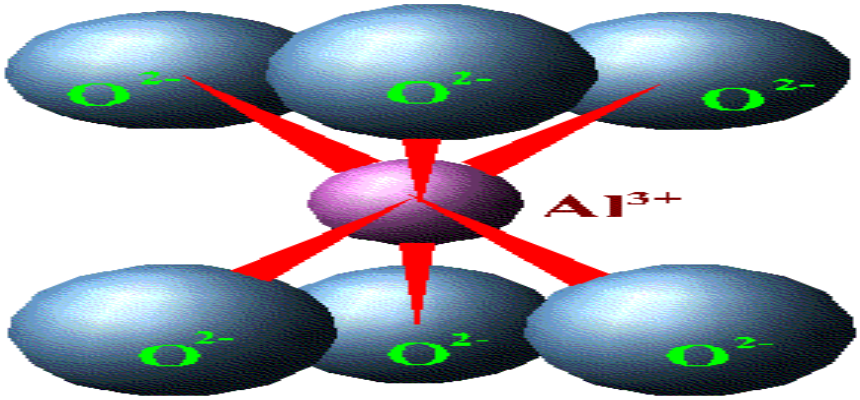
ساختار اتمی کانی‌های رسی شامل دو نوع واحدهای ساختمانی است که ورقه‌های هشت وجهی و چهار وجهی نامیده میشوند. ورقه‌های هشت‌وجهی (تصویر ۱) متشکل از گروه‌های اکسیژن و هیدروکسیل است که در میان آنها اتم‌های آلومینیم، آهن و منیزیم وجود داشته و نوعی آرایش هشت وجهی به آن می‌دهد. وقتی آلومینیم با سه ظرفیت مثبت در میان این هشت وجهی‌ها قرار گرفته، تنها دو سوم جایگاه‌ها از نظر می نامند مانند کانی جیبسایت .DiOctahedrolمتعادل کردن بارهای الکتریکی پر می‌گردند. در این صورت ماده معدنی را دی‌اکتاهدرال

وقتی عنصر منیزیم که دارای دو بار مثبت است در مرکز هشت وجهی قرار

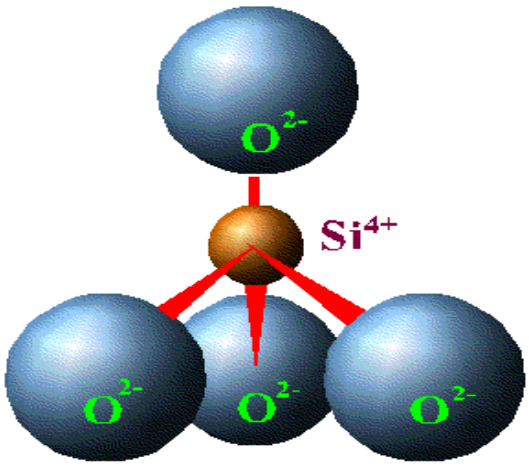
می‌گیرد، هر سه جایگاه پر شده و ساختمان آن به تعادل می‌رسد. ماده معدنی را در این حالت تری‌اکتاهدرال می‌نامند مانند کانی بروسایت .teriOctahedrol

تصویر ۱: ورقه‌های اکتاهدرال (هشت وجهی)

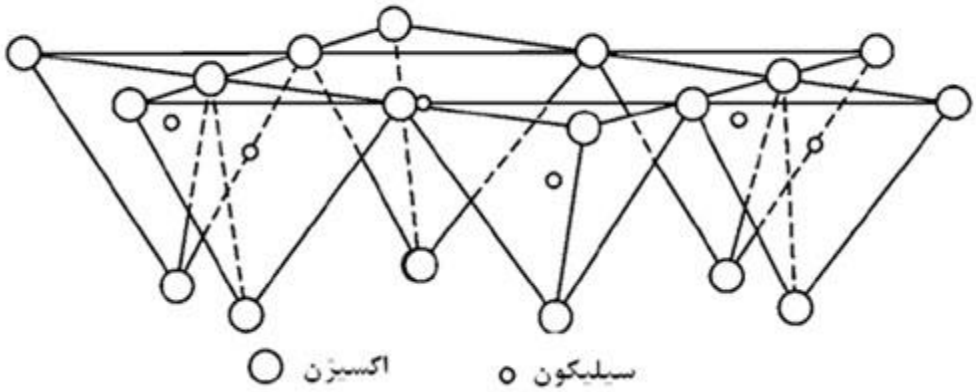




دومین واحد ساختمانی رس‌ها متشکل از ورقه‌ها یا لایه‌های حاوی واحدهای تتراهدرون یا چهار وجهی سیلیکون (سیلیسیوم) است. سیلیکون در مرکز و در فاصله یکسانی از اکسیژن‌های چهار گوشه آن قرار گرفته است. واحدهای متعدد تتراهدرون در کنار هم قرار می‌گیرند و در دو جهت افقی توسعه می‌یابند و ایجاد شبکه‌های شش وجهی تکرار شونده مینمایند. نتیجه ساختاری است که اصطلاحاً «ورقه‌های تتراهدرال» نامیده میشود



تصویر ۲: ورقه‌های تتراهدرال (چهار وجهی)



انواع رسها : انواع رسهایی که در طبیعت یافت می شوند از ترکیب یک یا دولایه چهاروجهی سیلیکون ویک لایه جیبسایت ویا بروسایت (هشت وجهی) بوجود می آیند.

رس‌های ۱:۱

به ازای هر یک ورقه اکتاهدرال دارای یک ورقه تتراهدرال هستند. رس‌های ۱:۱ دارای ساختمان ساده‌تری بوده و مجموع بار الکتریکی واحدهای سازنده کائولینیت که یکی از گونه‌های معروف و فراوان این گروه از کانی‌های رسی محسوب می‌شود، برابر صفر است. به همین دلیل فاقد بسیاری از خواص رس‌ها می‌باشند که مستلزم استفاده از ویژگی باردار بودن مولکول، جاذبه برای یونها و در نتیجه تبادل یونی است

رسهای ۲:۱ به ازای هر یک ورقه اکتاهدرال ، دو ورقه تتراهدرال در دو طرف آنها قرار میگیرد. وجود بار الکتریکی (و در نتیجه ظرفیت تبادل کاتیونی) و وجود خلل و فرج موجود در ساختمان رسهای پیچیده ۲:۱ منشأ بسیاری از خواص آنها است

رسهای۲:۱:۱ به ازای هر یک ورقه اکتاهدرال ، دو ورقه تتراهدرال در دو طرف آنها قرار میگیردو یک ورقه اکتاهدرال درکنار لایه تترا هدرال قرار می گیرد وجود بار الکتریکی (و در نتیجه ظرفیت تبادل کاتیونی) و وجود خلل و فرج موجود در ساختمان رسهای پیچیده ۱:۲:۱ منشأ بسیاری از خواص آنها است –

کائولینیت

۱- کاني هاي رسي گروه کائولينيت (گروه کانديت) داراي ساختمان ورقه اي هستند که در هر ورقه از يك رديف (يك سطح) از چهار وجهي هاي سيليسيم دار و يك رديف از هشت وجهي هاي آلومينيوم دار تشکيل شده و به گروه يك به يك (۱ : ۱ ويا تتراهدر-اکتاهدر، (Te-Oc معروفند

۲- کاني کائولينيت که بخش عمده کائولن (خاك نسوز) را تشکيل مي دهد و هالوزيت از کانيهاي رسي اين گروه هستند.

۳- در کاني رسي کائولينيت ضخامت هر ورقه که شامل ضخامت يك رديف چهار وجهي سيليسيم دار و ضخامت يك رديف هشت وجهي آلومينيوم دار و فضاي بين ورقه اي (فاصله تا لايه بعدي) است، ۲۱ / ۷ آنگسترم است.

به علت ثابت بودن اين ضخامت ورقه رسي و عدم قدرت جذب يوني، ساختمان اين رسها غير قابل انبساط است. ظرفيت تبادل کاتيونی آن بسيار کم ۵-۱۰ميلی اکی والان در هر۱۰۰گرم خاک است.

٤- در کاني رسي هالوزيت، که نوعي کائولينيت- فواصل بين ورقه اي آن ملکولهاي آب وجود دارد. ضخامت هر ورقه (فواصل لايه ها) در رسهاي هالوزيت، در حدود۱۰ آنگسترم است.

کاني رسي اسمکتيت

کاني هاي رسي گروه اسمکتيت، در هر ورقه ساختماني دو رديف چهار وجهي (از سيليسيم) و يك رديف هشت وجهي (از آلومينيوم) دارند و از اين نظر آنها را رسهاي دو به يك (۱:۲ ويا Te-Oc-(Te و يا سه لايه اي مي نامند

از کانيهاي گروه اسمکتيت به رسهاي نوع مونت موريلونيت (و نوعي از آن به نام بنتونيت) و ساپونيت مي توان اشاره کرد.

. ساختمان اين نوع رسها به علت جذب ملکولهاي آب و يا کاتيونها در بين فواصل ورقه اي، قابل اتساع هستند و به اين علت داراي خاصيت تبادل کاتيوني زياد ۸۰-۱۲۰ ميلی اکی والان در هر۱۰۰گرم خاک است و تغيير حجم قابل توجه اي در اندازه هر ورقه هستند. اندازه هر ورقه در اين نوع رسها

از ۱۰ تا ۲۱ آنگسترم متغییر است.

ایلیت (میکاهای آبدار)

کانیهای رسی گروه ایلیت به نام شبه میکاها و یا میکاهای آبدار و یا دانه ریز نیز شناخته می شوند.

دارای ساختمان بلوری شبیه به کانی های رسی اسمکتیت (مونت موریلونیت) هستند که از دو ردیف چهار وجهی سیلیسیم دار و در بین آنها یک ردیف هشت وجهی آلومینیوم دار هستند (گروه ۲:۱ و یا Te–Oc–Te) .غیر قابل انبساط بوده که بدلیل اتصال واحهای رس توسط پتاسیم مانع نفوذ آب در درون شبکه می گردد. خاصیت تبادل کاتیونی کم می باشد.

ایلیت، مانند کانی رسی مونت موریلونیت، در نواحی خشک که آبشویی بسیار ضعیف و هوازدگی ناقص است و همچنین در خاکهای قلیایی فراوانند.

ورمیکولیت، کانی رسی دیگری به جز ایلیت است که جزو گروه میکاهای آبدار می باشد.

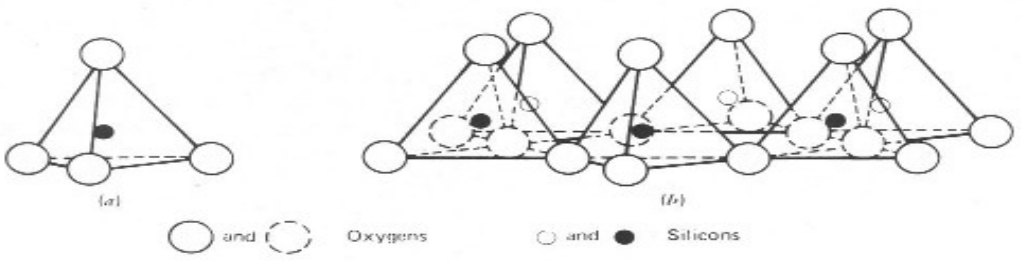
رسهای ورمیکولیت از ساختمان شبکه ای با ورقه های متشکل از دو ردیف چهار وجهی و یک ردیف هشت وجهی ساخته شده (ساختمان شبکه ای ۲:۱) که در فواصل بین ورقه ای این نوع رسها دو ردیف ملکولی آب جذب و نگهداری می شود.

-کلریت

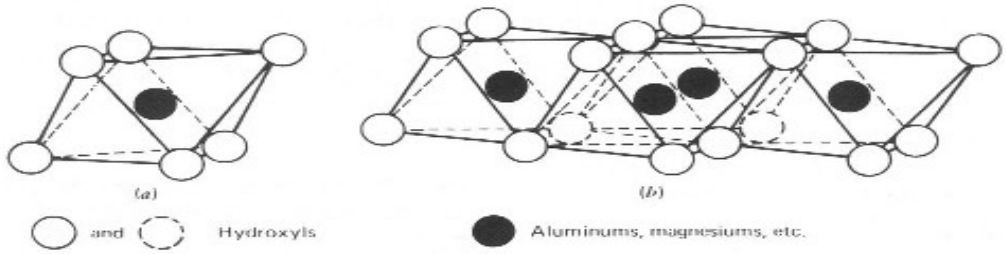
رسهای کلریت از تجزیه و تغییر شکل کانیهای اولیه بخصوص کلینو پیروکسن نوع اوژیت ایجاد می شوند.از رسهای فراوان موجود در خاک هستند.

ساختمان آنها مرکب از دو ردیف چهار وجهی است که بین آنها را یک ردیف هشت وجهی اشغال کرده است.

رسهای گروه کلریت از نظر ساختمانی شبیه رسهای ورمیکولیت هستند ولی هیدرات منیزیوم در کلریت کاملاً و محکم به شبکه کانی متصل است و بنا بر این تفاوت کلریت با ورمیکولیت در قابلیت اتساع کانی ورمیکولیت است که این ویژگی در کلریت وجود ندارد.



Silicon tetrahedron and silica tetrahedra arranged in a hexagonal network.



Octahedral unit and sheet structure of octahedral units.

Mineral	Layer structure	Stack structure	Bonding between layers
kaolinite	1:1	Al or G Si Al or G Si	hydrogen bonds (strong)
illite	2:1	Si Al or G Si K K K Si Al or G Si	potassium ion (strong)
montmorillonite	2:1	Si Al or G Si Si Al or G Si	van der Waal's forces (weak) exchangeable ions water molecules

مواد رسی اکسید ها و هیدروکسیدهاي فلزي (سسکوي اکسید)

اکسیدهاي فلزي ترکیبي از اکسید آهن Fe2O3و هیدروکسید آنFe(OH)3 و هیدروکسید آلومینیوم AI(OH)3 است.

رسهایي که از این ترکیبات تشکیل مي شوند داراي فرمول کلي — AL2O3 XH2O

XH2O Fe2O3 هستند.در مناطق گرمسیری مرطوب بیشتر مواد رسی از این نوع می باشند. بدلیل کم بودن بار الکتریکی در این رسها قدرت جذب کاتیونی آنها ازرسهای سیلیکاتی کمتراست.خاصیت شکل پذیری چسبندگی وتبادل کاتیونی آنها کم است وبه خاک خاصیت فیزیکی خوب می دهد

کلوئیدهای آلی خاک (هوموس)

درهرخاکی ذرات رسی دارای مقدارقابل ملاحظه ای موادآلی هستند وسیستم کلوئیدی هوموس شبیه رسهای سیلیکاتی است در این کلوئیدها نیز یک هسته مرکزی بابار الکتریکی منفی به وسیله کاتیونهای جذب شده محاصره گردیده است.

تفاوت با رسها ی سیلیکاته

۱-درهوموس هسته مرکزی اساسا از اتمهای کربن واکسیژن وهیدروژن است ولی در رسها ی سیلیکاته عناصر تشکیل ذهنده بیشتر آلومینیوم وسیلیس واکسیژن هستند.

۲-قدرت جذب کاتیونی هوموس به مراتب بیشتر از رسهای سیلیکاتی است

۳-مواد هوموسی بلوری نبوده وشکل مشخصی ندارند

٤-مواد هوموسی دائما درحال ساخته شدن وازبین رفتن است.برعکس رسهای سیلیکاتی نسبتا پایدار بوده وبا گذشت زمان تغییر چندانی درآنها حاصل نمی شود.

منشا بار الکتریکی منفی دررسهای سیلیکاتی

۱- بازوهای ظرفیتی تکمیل نشده

۲- جانشینی یونی در درون ذره رسی

بازوهای ظرفیتی تکمیل نشده

این بازوها بیشتر درلبه های خارجی مینرالهای رسی یافت می شوند. نمونه بارز آن وجود رادیکال هیدروکسیل درلبه های خارجی این مینرال هااست.دراین رادیکالها دوظرفیت اتم اکسیژن از یک سو بوسیله الومینیوم وازسوی دیگر بوسیله هیدروژن تکمیل شده است. اگر هیدروژن جداشود یک بازوی آزاد اکسیژن بوجود می اید ومینرال دارای بار منفی می گردد. قسمت اعظم بارمنفی رسهای ۱,۱ ازاین نوع حاصل میشوند.

AL- o

جانشینی یونی در درون ذره رسی

طریق دیگری که بوسیله آن ذره رسی دارای بار الکتریکی منفی میگردد جانشین شدن یونی باظرفیت کمتر بجای یونی با ظرفیت بیشتر است. مثل جانشین شدن منیزیم دوظرفیتی به جای الومینیوم سه ظرفیتی که تعادل الکتریکی بهم خورده وذره دارای بامنفی می گردد. (مانند مونت موریلونایت) یا جایگزینی الومینیوم به جای سیلیس چهار ظرفیتی در رسهای بیدلایت وایلایت قسمت اعظم بارمنفی رسهای ۲,۱ ازاین نوع حاصل میشوند.

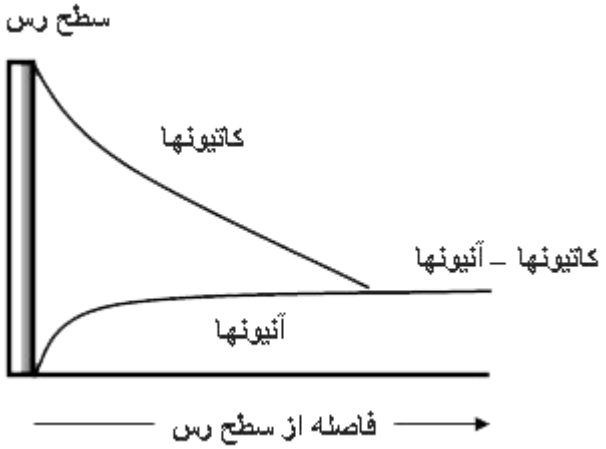
O2-=Mg2+--OH1- بار الکتریکی منفی	O2-=AL3+--OH1- بار الکتریک خنثی

تبادل کاتیوني

تبادل في مابين يک کاتيون از محلول خاک با کاتيوني در سطح مواد مبادله کننده فعال را تبادل کاتيوني مي گويند. اگر چه مواد خاک به درجات مختلف در ايجاد نقاط تبادل کاتيوني نقش دارند اما اين خصوصيت در غالب خاکها در بخش رس و مواد آلي آنها متمرکز است.

ماهيت تبادل کاتيوني :

فعل و انفعالات کاتيوني در خاکها عمدتاً در مجاورت سطوح کلوئيدهاي رسي و ذرات هوموس يا ميسل ها صورت مي گيرد . هر ميسل ممکن است از هزاران نقطه يا بار الکتريکي منفي تشکيل شده باشد که با جذب کاتيون ها خنثي مي گردد. بارهاي منفي در سطح ميسل ها در خطوط مرزي متمرکز گشته و داراي حداکثر قدرت جذب کاتيوني مي باشند. جذب کاتيون ها موجب خنثي شدن اين بارهاي منفي مي گردد. کاتيون هاي تبادلي به علت هيدراته بودن و کشيده شدن از طريق مولکول هاي آب دائماً در اطراف نقاط تبادلي در حال دوران يا حرکت رفت و برگشت مي باشند.
غلظت کاتيون ها در مجاورت سطوح کلوئيدها که بار منفي حداکثر است ماکزيمم بوده و فاصله از سطح کلوئيد به سرعت کاهش پيدا مي کند. آنيون ها از سطوح منفي کلوئيدها دفع مي شوند ليکن همان طوري که در شکل ديده مي شود در فاصله اي از سطح کلوئيدها غلظت کاتيون ها و آنيون ها با هم برابر مي گردد. در هر حال در مجموع تعداد کاتيون هاي موجود دراين فاصله به مراتب بيش از تعداد آنيون هاست. ريشه گياهان داراي ظرفيت تبادل کاتيوني (CEC) است که توسط يون هاي هيدروژن ناشي از ريشه گياه خنثي مي گردد. هنگام جذب کاتيون ها به وسيله گياه يون هاي هيدروژن مذکور آزاد و نهايتاً با کاتيون هاي تبادلي سطح ميسل تبادل انجام مي دهند. مثلاً هنگامي که پتاسيم از محلول خاک جذب مي شود اگر کمبود کاتيون هاي غذايي از طريق هوا ديدگي يا دادن کود جبران نشود نقاط تبادلي ميسل تدريجاً طي پروسه هايي از هيدروژن اشباع مي گردد.



پدیده تبادل کاتیون در کلوئیدها

با توجه به خاصیت اسیدي ضعیف رس و هوموس و در نتیجه جذب کاتیونهاي فلزي به وسیله این مواد، مطالعه در پدیده قابلیت تبادل یون درخاک آغاز گردید که در آن به رس ها در برقراري چنین پدیده اي بیشتر تکیه مي شود. اسیدهاي ضعیف مزبور محل مناسبي براي استقرار کاتیون ها محسوب مي گردند و معمولاً از آنها به صورت رس با یون+H یا هوموس با یون+H یاد مي شود. بدین ترتیب کاتیون هایي مانند +ca2 رس، +ca2 و +K هوموس و+K هوموس در آیند.

امروزه بسیاري از مؤلفین نظریه فوق را تنها دلیل پدیده تبادل یون نمي دانند. بلکه ضمن تشریح بیشتر خاصیت اسیدي هوموس ، ساختمان فیزیکي رس و قابلیت نفوذ یون هاي خارجي را در آن برقراري پدیده مزبور دخالت مي دهند. اگر اطلاق اسید ضعیف در مورد رس قابل بحث است، هوموس (به ویژه اسیدهاي هومیک) مي تواند به عنوان یک اسید واقعي به شمار آید که از آن املاح مختلف در خاک تشکیل مي شود. ترکیب هیدروکربنه مواد آلي در PH هاي مختلف مي تواند از خود یون H آزاد کند و آن را در معرض تبادل یونهاي مثبت دیگر قرار دهد.

بدین ترتیب هر قدر مرحله هوموسي شدن کاملتر و درجه اکسیداسیون بیشتر باشد قابلیت جذب یون هاي خارجي در مواد آلي زیادتر خواهد بود. در ورقه هاي تشکیل دهنده ساختمان فیزیکي رس، امکان استقرار یک یون خارجي به جاي یون موجود در ترکیب رس وجود دارد. وقتي یون هاي دو ظرفیتي مانند fe+2 , mn2+,Ni+2,mg+2 جاي یون Al+3 را مي گیرند و یا وقتي یون هاي ۳ ظرفیتي مانند Al+3 وfe+3 جاي یون si+4 را مي گیرند، موجبات کمبود بار مثبت در ورقه هاي ۸ وجهي و چهار وجهي رس فراهم مي شود، در نتیجه رس به عنوان کلوئید با بارالکتریکي منفي جلوه مي کند و یونهاي با بارمثبت را به طرف خود جذب مي نمایند. نیرو یا شدت الکتریکي بار منفي ایجاد شده با ساختمان فیزیکي رس ارتباط دارد، به طوري که وقتي این شدت به حد کافي بوده، ورقه

ها با فاصله کم از هم قرار داشته که اگر قابلیت انحراف و ازدیاد حجم مولکول کم باشد، امکان تثبیت یون هایي مانند+k,NH4 در آنها وجود دارد.

ظرفیت تبادل کاتیون خاک (cation exchange capcity)

ظرفیت تبادل کاتیون خاک (C.E.C) عبارت از حداکثر مقدار کاتیوني است که وزن معیني از خاک قادر است در خود جذب یا نگهداري نماید. این ظرفیت را بر حسب میلي اکي والان در یک صد گرم خاک خشک نشان مي دهند. با توجه به آنچه که در جانشیني کاتیون ها به جاي یون H+ در کلوئیدهاي رس و هوموس گفته شد، اگر این ظرفیت براي خاک معیني T میلي اکي والان باشد و در موقعیت معیني S میلي اکي والان کاتیون در جذب ۱۰۰ گرم خاک خشک قرار داشته باشد، تفاضل S,T یعني (T - S) مصرف مقدار هیدروژن موجود در جذب کلوئیدهاي همان وزن خاک خواهد بود.
بدین ترتیب ظرفیت تبادل کاتیون یک خاک نماینده مجموعه کاتیون ها و هیدروژن قابل تبادل در جذب یکصد گرم از خاک است T=S+H+ . ظرفیت تبادل کاتیون یک خاک اهمیت فوق العاده اي در خواص فیزیکي شیمیایي آن دارد و از آن به عنوان یک مشخصه تعیین نوع خاک استفاده مي شود. به طور کلي مي توان گفت که هر قدر خاکي از کلوئیدهاي معدني و آلي غني باشد، این ظرفیت در آن بیشتر است و هر چه خاک در معرض شستشوي کمتري قرار داشته و نیز PH آن خنثي یا به طرف قلیایي میل کند، مقدار S به ظرفیت مزبور نزدیک است، به طوري که در خاک هاي آهکي (اشباع از کلسیم) و خاک هاي قلیایي (اشباع از سدیم)، S تقریباً معادل T مي باشد. در تعیین مقدار کاتیون قابل تبادل موجود در یک خاک (S)، از خاصیت جانشیني یونها استفاده مي شود، بدین ترتیب که کلیه کاتیونهاي جذب شده در وزن معیني از خاک را با جانشین کردن کاتیوني دیگر مانند+4 NH استخراج مي نماید (معمولاً براي این کار از محلول استات آمونیوم استفاده مي شود) در محلول استخراج شده هر یک از کاتیون هاي Na+2 , k2+,mg+2,ca+2 و غیره را اندازه گیري و از جمع آنها s را تعیین مي نمایند. ظرفیت تبادلی رسها زیاد وبنا به نوع رسها متفاوت است ظرفیت تبادلی کلوئیدهای آلی ازهمه انواع رسها بیشتر است. کلا هرچه بافت خاک ریزتر ومواد آلی فراوانتر گردد. به تبع آن سطح ویژه بیشتر شده ظرفیت تبادل کاتیون خاک افزایش می یابد.

انواع و مقادیر کاتیون هاي تبادلي :

هواديدگي كانيها منبع طبيعي كاتيونهاي تبادلي خاک است. هر قدر ميزان كاتيون حاصل از هوا ديدگي بيشتر باشد بالطبع قانون اثر جرمها امكان جذب آن كاتيون ها بيشتر است. به طور كلي نوع و مقدار كاتيون هاي تبادلي عملاً تابعي است از(ظرفيت و شعاع كاتيون هيدراته)كاتيونهايي كه داراي ظرفيت بالاتر مي باشند با نيروي زيادتري نسبت به كاتيون هاي داراي ظرفبيت پايين تر جذب مي گردند و در ظرفيت مساوي كاتيوني كه شعاع آب هيدراته كمتر است

به علت نزديكي بيشتر به سطح ميسل با نيروي بيشتر جذب مي گردد.
بر اساس شعاع يون هاي غيرهيدراته چنين به نظر مي رسد كه LI حداكثر نيروي جذب را دارد و Rb حداقل نيروي جذب و حال آن كه چون LI حداكثر شعاع هيدراته و Rb حداقل شعاع هيدراته را دارد قضيه كاملاً برعكس مي باشد. در نتيجه نيروي جذب چهار كاتيون مذكور و يا به عبارت ديگر ترتيب جايگزيني كاتيونها معكوس بوده و به ترتيب Rb داراي حداكثر نيروي جذب و LI حداقل و وضعيت عناصر ديگر به صورت زير است:

K>Na>Li

ترتيب جايگزني عناصر تبادلي متداول در غالب خاكها نيز به شرح زير مي باشد:

AL3+ >Fe3+>H+>Ca2+>Mg2> k>Na>NH4>Li

تبادل آنيوني :

كلاً گياهان همانقدر كه كاتيون جذب مي كنند آنيون هم جذب مي كنند. قابليت استفاده آنيون عمده نيترات، سولفات و فسفات توسط گياه تا حد زيادي بستگي به معدني شدن مواد آلي خاك دارد. بر روي هم دو آنيون فسفات و سولفات از آنيون هاي معدني هستند كه غالباً در تبادل خاكها شركت دارند.

منشأ ظرفيت تبادل آنيوني :

نقاطي كه تبادل آنيوني انجام مي دهند در اثر جذب هيدروژن يا پروتون به وسيله هيدروكسيل هاي سطح رس به وجود مي آيند. گيبسايت يک رس اكسيدي مي باشد كه از يک آلومينيوم كه به وسيله شش يون هيدروكسيل احاطه شده تشكيل گرديده است.
در شرايط معمولي و اسيدي خاك هاي تروپيک كه كاملاً هوادیدگي پيدا كرده اند يون هاي هيدروكسيل اتم هاي هيدروژن (پروتون) را جذب مي نمايند.

اهميت تبادل آنيوني :

هر چه واكنش خاك قليايي تر شود يا به عبارتي PH خاك بالاتر رود ظرفيت تبادل كاتيوني خاك افزايش مي يابد و برعكس هر چه واكنش خاك پايين تر رود ظرفيت تبادل آنيوني افزوده مي گردد. اگر چه تعداد كمي از افق هاي خاكها داراي بار مثبت مي باشند ولي از آن جهت كه بسياري از عكس العمل هاي مربوط به خاك و گياه در جهت عكس مي باشد. به طور خلاصه مي توان موارد زير را در مورد خاكهايي كه داراي بارالكتريكي مثبت مي باشند ذكر نمود.
۱) اين گونه خاكها آنيون هايي نظير نيترات و كلرو را جذب مي نمايند.
۲) كاتيون هايي از قبيل كلسيم ، منيزيوم ، پتاسيم از سطح كلوئيدهاي مثبت خاك دفع و احتمالاً از محيط خاك شسته و خارج مي گردند:
خاك هايي كه داراي ظرفيت تبادل كاتيوني بالا يا داراي رس هاي سيلكاته با نقاط منفي زياد هستند آنيون ها را از خود دور نموده و در نتيجه جذب

آنيوني در آنها اهميت بسيار كمي برخوردار است.

درصد اشباع بازي و هيدروژني :

بازهای تبادلی (T.E.B=S)

بازهاي تبادلي معمولاً شامل كلسيم، منيزيوم ، پتاسيم و سديم مي باشد. (T.E.B=S) در خاک هاي معمولي كاتيون هايي كه اغلب همراه با يون H+ در جذب سطحي كلوئيدها شركت دارند به ترتيب عبارتند از Na+2 , k2+,mg+2,ca+2 و NH4 و بالاخره عناصر كمياب خاک مانند zn2+,mn+2 , cu+2 و غيره

در حالي كه خاک هاي با خاصيت شيميايي ويژه همواره از اين قاعده مستثني هستند، به طوري كه در خاک هاي قليايي كاتيون+Na و گاهي كاتيون Mg+2 بيش از ساير يون ها در جذب كلوئيدها شركت دارند و در بعضي از خاک هاي اسيدي آلومينيوم به صورت يک كاتيون قابل تبادل (Al+3) به مقدار قابل ملاحظه وجود دارد. در عمل از خاصيت قابليت تبادل نسبي كاتيون ها براي اصلاح خاكهاي قليايي استفاده مي شود. با افزايش مقدار لازم يون كلسيم به وسيله تركيبات واحد آن (مانند گچ CaSO٤OH٢ ,

Ca+2 جاي +Na را در جذب سطحي كلوئيدها مي گيرد و در نتيجه سديم همراه با تركيبات محلول حاصله ضمن شستشو و زهكشي از محيط خاک خارج مي شود.

هیدروژن تبادلی (Exch.H)

مقدارب از ظرفیت تبادلی خاک نیز دراختیار یونهای Hاست که از تفاضل ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ومجموع بازهای تبادلی به دست می آید.

(Exch.H =CEC-T.E.B یاH= T-S

درصد اشباع بازی B.S.P=V

هرگاه نسبت بازهای تبادلی را در عدد۱۰۰ ضرب کنیم حاصل را درصد اشباع بازی می گوئیم درصد اشباع بازی خاکهای قلیایی وآهکی بسیار بالا است.ولی درخاکهای اسیدی هیدروژن تبادلی خاک زیاداست. درصد اشباع بازی خاکهای مناطق خشک کلا بالا است

B.S.P=TEB/CEC×100 یا **V=S/T×100**

واکنش خاک PH

منظور از واكنش خاک اسيدي خنثي يا قليا بودن آن است. اين حالات در نتيجه واكنش هاي شيميايي و بيو شيميايي انجام شده در خاک تعيين مي گردد. واكنش خاک يكي از عواملي است كه در رشد گياه و فعاليت موجودات زنده ريز خاک تأثير زياد دارد. لذا با تعيين واكنش خاک مي توان تا حدودي وضعيت رشد گياه را پيش بيني نمود. چنانچه واكنش خاک به شدت اسيدي باشد مي توان نتظار كمبود برخي عناصر غذايي گياه نظير فسفر، كلسيم ، منيزيوم و موليبدن را داشت . در اين شرايط احتمال كمبود عناصري مانند روي، منگنز و آهن نمي رود. برعكس ممكنست زيادي برخي از آنها نظير روي و منگنز و همچنين آلومينيوم سبب بروز مسموميت در گياه شود. در حالتي كه واكنش خاک

قلیایي باشد احتمالاً کمبود فسفر، آهن و روي در گیاه رخ داده ولي مشکلي از نظر تأمین کلسیم، منیزیوم و مولیبدن آن نخواهد بود. حالات خنثي تا کمي اسیدي بهترین حالت واکنش خاک از نظر تأمین عناصر غذایي گیاه مي باشد. واکنش خاک با معیار PH سنجیده مي شود.

تعریف PH و طرز اندازه گیري آن :

در یک لیتر آب خالص در حرارت ۲۵ درجه سانتي گراد واکنش زیر صورت گرفته و مقدار بسیار کمي یعني در حدود ۱۰-۷ یون هیدروژن و همچنین مقداري نیز یون هیدروکسیل تولید مي شود : H_2O <--- H^+ + OH^- چنانچه مي دانیم یون هیدروژن عامل اسیدي و یون هیدروکسیل عامل قلیایي است. تجربه نشان داده است که در آب خالص ، غلظت یون هیدروکسیل عامل قلیایي است. تجربه نشان داده است که در آب خالص، غلظت یون هیدروژن و یون هیدروکسیل مساوي بوده و لذا اصطلاحاً گفته مي شود که آب مایعي خنثي است. چنانچه برخي شرایط منجر به ازدیا غلظت یون هیدروژن در محلولها شود، گفته مي شود واکنش محلول اسیدي است. چون غلظت یون هیدروژن در محلول هاي بیولوژیکي بسیار کم است به جاي غلظت از لگاریتم عکس آن استفاده شده و آن را اصطلاحاً PH مي نامند. بنابراین

$$PH = Log\ (1/H^+)$$

بنابراین براي آب خالص مطابق رابطه مي توان نوشت :

$$PH = Log\ (1/H^+) = Log\ (1/10^{-7}) = Log\ 10^7 = 7$$

به عبارت دیگر PH آب خالص ۷ مي باشد. از آنجا که حاصلضرب غلظت یون هیدروژن در غلظت هیدروکسیل براي محلول هاي آبي رقیق، ثابت و برابر 10^{-14} مي باشد. بنابراین :

$$(H^+)\ (OH^-) = 10^{14}$$
$$PH + POH = 14$$

باید توجه داشت که معیار PH براي محلول هاي دقیق آبي طراحي گردیده است. محلول هاي داراي PH کمتر از ۷ را اسیدي و محلول هاي داراي PH بیش از ۱/۷ قلیایي مي نامند.
براي اندازه گیري PH دو راه کلي موجود است یکي استفاده از محلول ها یا کاغذهاي معرف است.
این محلول ها یا کاغذها بسته به غلظت یون هیدروژن به رنگي در مي آیند که از مقایس آن رنگ با جداول مربوطه مي توان PH را تعیین نمود. راه دیگر تعیین PH استفاده از الکترودهاي خاصي موسوم به الکترودهاي شیشه اي است. این الکترودها بسته به غلظت یون هیدروژن محیط داراي پتانسیل الکتریکي مي شوند که این پتانسیل در مقایسه فیزیکي با یک الکترود راهنما اندازه گیري

و از روي آن PH محلول مورد نظر تعيين مي شود

بررسي خاک هاي ايران از نقطه نظر PH

pH خاک هاي فلات مرکزي ايران در اکثر موارد بيش از ۷ است و علت آن وجود کربنات کلسيم، سولفات کلسيم و املاح شور و سديمي مي باشد. در بعضي از خاک هاي غني از سديم و کربناتهاي محلول، PH خاک از ۹ نيز تجاوز نموده و به ۹/۷ و حتي بيشتر مي رسد مثلاً خاک غني از سديم ، PH خاک تا ۱۰ افزايش مي يابد. PH حداکثر خاک هاي فلات مرکزي ايران بين ۷ تا ۸/۵ در نوسان است. در خاک هاي جنگلي شمال PH خاک اسيدي بوده و حتي به ٤/۲ کاهش مي يابد. عامل اسيدي شدن در اين مناطق نزولات آسماني، وجود ماسه سنگها و شنها است.

اصلاح خاک هاي آهکي از نقطه نظر کاهش PH:

همانطور که مي دانيم جذب تعداد زيادي از عناصر معدني در خاک هاي آهکي به کندي انجام مي گيرد در بين اين عناصر مي توان آهن، فسفر ، روي، کبالت ، پتاس و غيره را نام برد. در خاک هاي آهکي ايران مسئله کمبود و عناصر کمياب در حقيقت مطرح نيست زيرا اين عناصر در خاک هستند و حتي به مقدار زياد ولي به علت وجود آهک و يون کلسيم فراوان، جذب عناصر کم مصرف با مشکلات فراوان انجام مي گيرد. براي اصلاح و بهبود خاک هاي آهکي روش و متدهاي زيادي وجود ندارد.
خاک هاي آهکي بي اندازه از مواد آلي فقير هستند و يکي از نقايص اين خاکها کمبود مواد آلي و هوموس هستند. از طرف ديگر با اضافه نمودن مواد آلي مي توان از نقش مضر آهک جلوگيري نمود. روش ديگر عبارت خواهد بود از اضافه کردن کودهاي شيميايي اسيدي کننده خاک، تعداد اين کودها کم و تأثير آنها کند مي باشد. در بين آنها مي توان سولفات آمونيوم را نام برد.

اسيديته حقيقي – اسيديته کل :

در خاک دو نوع اسيديته تشخيص داده مي شود: اسيديته حقيقي که آنرا اسيديته لحظه اي (actual acidity) و در واقع همان مفهومي است که تاکنون در مورد PH خاک گفته شد و وقتي از PH به طور کلي نام برده مي شود، منظور اين اسيديته است. بنابراين اسيديته حقيقي خاک نمايانگر غلظت يونهاي هيدروژن آزاد در محلول خاک مي باشد. خاک اسيدي داراي PH کمتر از ۷، خاک خنثي داراي PH مساوي ۷ و بالاخره خاک قليا داراي PH بيشتر از ۷ اسيديته کل در واقع بيان کننده توانايي ضمني خاک در دارا بودن خاصيت اسيدي بيشتر از اسيدتيه

حقيقي است به همين جهت آنرا اسيديته پتانسيل (potential acidity) نيز مي نامند. در مفهوم اسيديته كل، يون هاي +H قابل تبادل موجود در خاک كه قابل جابه جا شدن به وسيله كاتيونها مي باشند، در نظر گرفته مي شود و اندازه گيري آنهم با تعيين مقدار كاتيون هاي فلزي كه جاي هيدروژن قابل تبادل را مي گيرند، امكان پذير است. به طور كلي در ميان واحدها و تركيبات عمده تشكيل دهنده خاک، عده اي به عنوان عوامل اسيدي و عده اي ديگر در نقش عوامل قلياي عمل مي كنند. از دسته اول رس و هوموس را مي توان نام برد. كه همانند يک اسيد ضعيف (اسيدوئيد) اهميت فراوان در خواص فيزيكوشيميايي خاک دارند، در صورتي كه آهک و تركيبات حاصل از آن كه در اغلب خاكها كم و بيش يافت مي شود،به عنوان يک عامل قلياي و خنثي كننده تركيبات اسيدي به حساب مي آيد و بالا فرد در ميان كلوئيدها، هيدروكسيد آهن كه از آن به عنوان كلوئيد با خاصيت باز ضعيف (بازوئيد) ياد شده، در دسته اخير قرار مي گيرند.

تغييرات PH خاک :

دامنه تغييرات PH در خاک هاي طبيعي موجود، معمولاً بين حداقل ۳ تا ۳/۵ و حداكثر ۱۱ تا ۱۲ قرار دارد. PH حداقل در خاک هاي باتلاقي و خاک هاي حاوي مقادير قابل ملاحظه سولفات آلومينيوم و PH حداكثر در خاک هاي قلياي مناطق خشک و حاوي مقادير زياد كربنات سديم اتفاق مي افتد. در شرايط يكنواخت مواد اوليه تشكيل دهنده خاک و ساير مشخصات فيزيكوشيميايي يكسان معمولاً هر قدر شستشو در خاكي بيشتر صورت گيرد، به دليل مهاجرت كاتيونها و عوامل قلياي، PH خاک تنزل مي يابد.
در تعقيب بارندگي شرايط فيزيكي خاک از قبيل ساختمان فيزيكي و پايداري آن، وجود عوامل كلوئيدي نگهدارنده كاتيونها (كلوئيدهاي رس و هوموس و بالاخره نفوذ پذيري خاک در به ثمر رساندن تأثير فوق مورد توجه قرار مي گيرند. چگونگي تلفيق اين عوامل با هم در كندي و تسريع خاک و در نتيجه در تغييرات PH آن تأثير مي نمايد. در يک خاک معين،PH داراي تغييرات فصلي است شدت بارندگي در بعضي از فصول سال (حركت املاح به طرف عمق) خشكي و تبخير زياد خاک سطحي در فصول ديگر (صعود املاح به طرف سطح خاک) انتقال بيشتر شاخ و برگ مرده گياهان به خاک در فصل خزان و بالاخره چگونگي توسعه فعاليت موجودات زنده خاک در مدت سال و تأثير آن در تخريب و تحول مواد آلي، همه و همه از عواملي هستند كه كم و بيش در تركيب و غلظت محلول خاک و در نتيجه در تغييرات فصلي PH تأثير مي گذارند.
عمليات مختلف زراعي دليل ديگري در تغييرات PH خاک است. شخم زياد، زيرو رو كردن خاک و آبياري مداوم همواره موجبات شستشوي خاک را

فراهم مي كند، در نتيجه مهاجرت املاح از لايه هاي سطحي خاک به طرف اعماق در شرايط زهكشي مناسب در تغييرات PH خاک تأثير دارد در يک منطقه با خاک مشابه، اختلاف PH بين قطعات تحت كشت و آبياري و قطعات بكر و باير مشاهده مي شود)

اثرات مصرف كودهاي مختلف و ميكروارگانيسم ها روي PH

مصرف كودهاي مختلف در خاک هاي زير كشت، تغييراتي در PH ايجاد مي كند، معمولاً كودهايي از نوع آمونياكي، سولفات، كلرور پتاسيم، سوپر فسفات ، گوگرد ، اوره و خون خشک موجب تنزل PH خاک مي شود، در حالي كه كودهاي ديگر مانند سيا ناميد، اسكوري، نيتراتهاي سديم و كلسيم و كود دامي، PH خاک را بالا مي برند. تأثير فعاليت ميكروارگانيسم ها در عمل هوموسي شدن بقاياي آلي تأثير دارند، خواه ناخواه در PH خاک تأثير مي گذارند، چرا كه محصول نهايي اين فعاليت در هر شرايط ، نوع مشخص از هوموس است كه PH آن با نوع ديگر تفاوت دارد.

PH و حاصلخيزي خاک :

PH را نبايد به تنهايي عامل مستقل براي تعيين حاصلخيزي خاک دانست بلكه، PH معمولي از عوامل مختلف شيميايي است كه به عنوان يک معيار قابل اندازه گيري نمايانگر چگونگي تلفيق عوامل مزبور است. در ذكر بهترين رقم PH همواره بايد شرايط ويژه هر منطقه از جمله منابع آب و خاک، آب و هوا و گياهان كشت شده، مورد توجه قرار گيرند. در يک حالت كلي مي توان گفت كه اغلب گياهان براي رشد و بازدهي مطلوب، PH حدود خنثي زا مي طلبند. بعضي از گياهان مانند يونجه و چغندر PH كمي قلمايي را ترجيح مي دهند (بين ۷ تا ۷/۵) و بعضي ديگر مانند سيب زميني و يولاف در PH كمي اسيدي بهتر رشد مي كنند (بين ۵/۵ تا ۶/۵)
PH با خواص فيزيكي و شيميايي خاک و كلاً با رشد و بازدهي گياهان ارتباط دارد. تجمع ذرات كلوئيدي براي تشكيل خاكدانه ها و برقراري ساختمان فيزيكي مطلوب در خاک مستلزم PH متناسب با طبيعت كلوئيد است. PH بالا در خاک هاي قليايي به نقش سديم در پخشيدگي رس و ايجاد لايه هاي فشرده و غير قابل نفوذ كمک مي كند، در حالي كه تنزل PH همواره معياري در پيشرفت مراحل اصلاح خاک هاي مزبور به شمار مي رود.
براي قابليت جذب بسياري از عناصر مورد نياز گياهان، حدودي از PH همواره مناسبتر و گاهي ضروري تر است. در اين ميان رابطه فشرده

قابلیت جذب فسفر یا PH خاک بیش از همه جلب توجه مي کند. آنیون فسفات در PH هاي مختلف ظرفیت هاي متفاوت به خود مي گیرد.

PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} , $H_2PO_4^-$

صورت هاي مختلف این آنیون مي باشند که به ترتیب از PH کمتر از ٤ تا بالاتر از ٩ در خاک ظاهر مي شوند. بهترین شرایط جذب فسفر در خاک براي گیاهان ٦ تا ٧ و براي پتاسیم و گوگرد بالاتر از ٦ است و براي ازت ٦ تا ٧/٥ است. اگر PH به عنوان تنها وسیله ارزیابي در اختیار باشد در یک حالت کلي جدول استفاده از اراضي را مي توان به شرح زیر ارائه نمود.

١ - PH 3 تا ٤/٥ نوع نوع خاک فوق العاده اسید – اراضي باتلاقي – جنگل گونه هاي اسید دوست

٢ – ٤/٥ تا ٥/٥ نوع خاک خیلي اسیدي – اراضي چمني – زراعت گونه هاي اسید دوست (چاودار ، گندم سیاه)

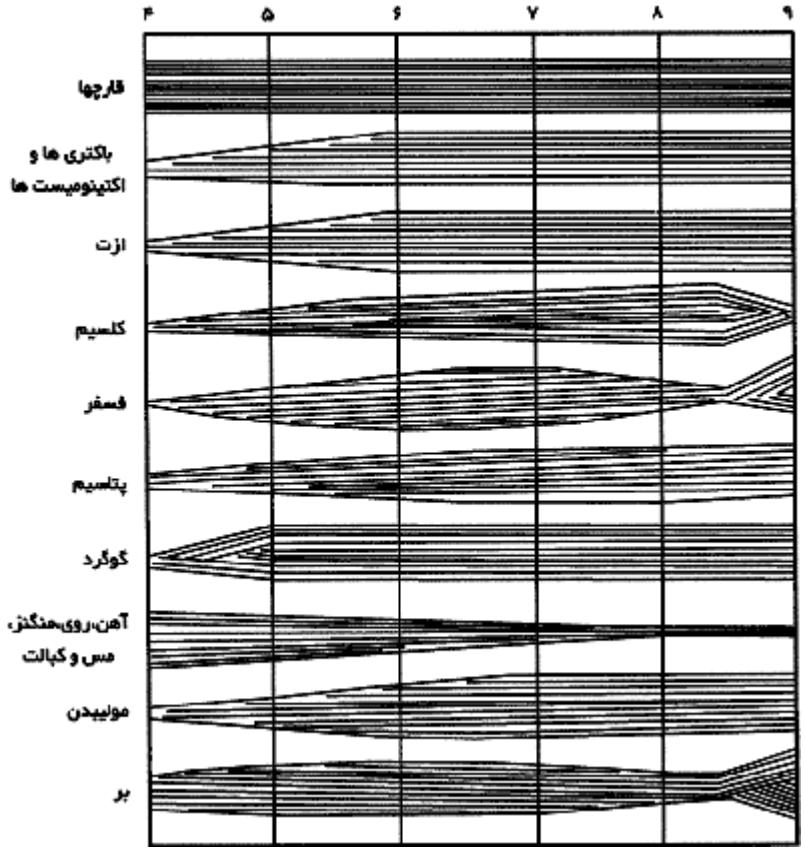
٣ – ٥/٥ تا ٦ HP – نوع خاک اسیدي – اراضي چمني – زراعت گونه هاي اسید دوست (٤ - تا ٦/٧٥ نوع خاک کمي اسیدي انواع زراعت به غیر از بقولات آهک دوست

٥ – PH٦/٧٥ تا ٧/٢٥ نوع خاک خنثي تمام زراعت ها

٦ – ٧/٢٥ تا ٨/٥ نوع خاک آهکي یا شور، تمام زراعت ها به غیر از گیاهان غیرآهک دوست و در صورت شور بودن باید شرایط آبیاري و زهکشي متناسب رعایت شود

٧ – از ٨/٥ به بالا نوع خاک شور یا قلیایي ، کشت گیاهان مقاوم به شوري (با رعایت نکات لازم در جهت اصلاح اراضي)

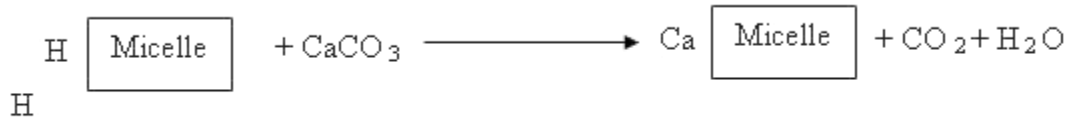
عوامل مؤثر در PH خاک :



در شکل رابطه تقريبي بين PH خاک و قابليت استفاده عناصر غذايي گياه را نشان مي دهد. فعاليت قارچها، باکتريها و اکتينوميست ها نيز در اين شکل نشان داده شده است. براي اصلاح خاک هاي اسيدي که PH آنها کمتر از حد مطلوب باشد مي توان سنگ آهک (کربنات کلسيم) به آنها اضافه نمود. اين ماده طبق واکنش زير خاک عکس العمل نموده سبب اشباع نسبي کلوئيدها با کليسيم مي شود.

PH مناسب براي برخي گياهان		
نباتات زراعي	سبزيجات	درختان ميوه
برنج ← ۶/۵ - ۵	اسفناج ← ۷/۵ - ۶	آلبالو ← ۷ - ۶
توتون ← ۷/۵ - ۵/۵	پياز ← ۷ - ۵/۵	زردآلو ← ۷ - ۶
جو ← ۷/۸ - ۶/۵	خيار ← ۷ - ۵/۵	سيب ← ۶/۵ - ۵
چغندر قند ← ۸	سيب زميني ← ۶/۵	هلو ← ۷/۵ - ۶

۶/۵ -	۴/۸ -	
ذرت ← ۷/۵ - ۵/۵	کاهو ← ۷ - ۶	گردو ۸ - ۶
سورگوم ← ۷/۵ - ۵/۵	کلم ← ۷/۵ - ۶	درختان غیر مثمر :
سوژا ← ۷ - ۶	گل کلم ← ۷/۵ - ۵/۵	زبان گنجشک ← ۷/۵ - ۶
گندم; ← ۷/۵ - ۵/۵	گوجه فرنگي ← ۷/۵ - ۵/۵	سرو خمره اي ← ۷/۵ - ۶
نخود ← ۷/۵ - ۶	گلهاي زينتي :	
یونجه ← ۷/۸ - ۶/۲	آزالیا ← ۵ - ۴/۵	
	بگونیا ← ۷ - ۵/۵	
	داودي ← ۷/۵ - ۶	
	شمعداني ← ۸ - ۶	
	میخک ← ۷/۵ - ۶۶	



چون گاز کربنیک فرار بوده از خاک خارج مي شود، واکنش به طرف راست رفته و سبب بالارفتن درصد اشباع بازي خاک و نهایتاً بالارفتن PH مي گردد. چنانچه سنگ آهک به مقدار کافي و به طرز صحیحي مصرف شده و افزودن آن به خاک به فواصل مناسب تکرار شود مي توان PH خاک مزرعه را در حد مطلوبي نگه داشت.

خاک هاي قلیایي را نیز با دادن اسیدزا مي توان اصلاح نمود و PH آن را به حد کافي تنزل داده و به سطح مطلوب رساند. بدین منظور مي توان از اسید سولفوریک یا گوگرد استفاده نمود. اسید سولفوریک خود اسیدي قوي بوده و افزودن آن به خاک سبب کاهش PH مي گردد. در مصرف آن باید احتیاطات لازمه را به عمل آورد زیرا این ماده اسیدي قوي و خطرناک بوده و قدرت خورندگي و سوزانندگي شدیدي دارد. پاشیدن آن در

خاک نيز محتاج به وسايل خاصي مي باشد.

به جاي اسيد سولفوريک مي توان از گوگرد عنصري استفاده نمد. اين مبدأ در شرايط مناسب خاک توسط موجودات زنده زير خاک اکسيد شده به اسيد سولفوريک تبديل مي شود.
مشهورترين باکتري اکسيد کننده گوگرد Thiooxidans Thiobacillus است که در خاک زندگي مي کند و چنانچه جمعيت آن در خاک کم باشد مي توان با افزودن مقداري از خاک حاوي آن به خاک مزرعه مورد نظر با اصطلاح خاک را با اين باکتري تلقيح نمود. مواد اسيدي زاي ديگري نظير سولفات آلومينيوم، سولفات آهن را نيز مي توان براي اسيدي کردن خاک به کار برد. اين مواد به علت گراني فوق العاده در موارد خاصي مانند گلکاري مصرف مي شوند.

خواص بيولوژيکي خاکها

در جوار ترکيبات معدني اوليه و ثانوي، خاک ها به مقدار کم و بيش حاوي مواد آلي خام و پوسيده با منشأ گياهي و جانوري اند. بقايا آلي با ترکيبات شيميايي مختلفي که دارند مواد غذايي حياتي موجودات زنده ذره بيني و غيره ذره بيني خاک را تشکيل مي دهند. معمولاً براي مجموعه ارگانيسم هاي زنده گياهي و جانوري خاک اصطلاح ادافون (Edaphon) به کار مي رود. از آنها گروههايي که منشأ گياهي دارند تحت عنوان فلورا (flora) و گروه هاي ديگر با منشأ جانوري تحت نام فاونا (fauna) خوانده مي شود. ارگانيسم هاي مختلف زمين با فعاليت هاي حياتي خود معروف به فعاليت هاي بيولوژيکي دائم در محيط خود تغييراتي ايجاد مي کنند که نه تنها به تشکيل و تکامل خاک کمک مي نمايند،بلکه روي حاصلخيزي خاک نيز اثرات با ارزشي بر جاي مي گذارند.

عوامل مؤثر در فعاليت ميکروارگانيسم ها:

الف) عمق خاک و تهويه : فعاليت بيولوژيکي خاک توسط تک سلول هاي هوازي صورت مي گيرد. فقط مقدار کمي از اين اعمال را، ميکرو ارگانيسم هاي غيرهوازي که اغلب در اعماق و لايه هاي زيرين سکونت دارند، انجام مي دهند. ميکروبهاي هوازي در لايه هاي فوقاني خاک ، جايي که هوموس و مواد آلي متجمع اند و نيز مقدار اکسيژن بيشتر از اعمال زيرين است، حداکثر نشانه هاي فعاليت را از خود بروز مي دهند

ب) اپيتيم رطوبت خاک براي فعاليت بيولوژيکي حدود ۵ الي ۷۰ درصد ظرفيت نگهداري آب مي باشد. اين مقدار تا حدودي نيز با توقعات گياهان عالي مطابقت داشته و در وهله اول براي رقيق نمودن و تعديل

غلظت املاح خاک مورد استفاده قرار مي گيرد. در نواحي خشک و نيمه خشک به علت کمبود آب، غلظت فاز مايع خاکها بيش از محدود طبيعي بوده و در مناطق مرطوب کمتر کمتر که از ان حدود است. در محيط مرطوب ميکروارگانيسم ها براي حفظ تعادل جذب آب از خاک، فشار اسمزي طبيعي سلولي را کاهش مي دهند در صورتي بعضي از باکتريهاي ساکن خاک هاي شور و قليا که به نام باکتريهاي نمک دوست معروفند قادر به افزايش فشار اسمري درون سلولي بوده و بدين وسيله که از آب موجود به راحتي استفاده مي نمايند.

ج) بافت خاک
معمولاً شرايط زندگي براي ميکروارگانيسم ها، با افزايش مقدار ذرات رس در خاک هاي لومي شني و شني لومي، بهتر مي شود. خاک هاي شني به علت فقر مواد غذايي آلي و معدني و تخريب سريع مواد آلي و آبشويي دائم و خاکهاي رسي و لومي سنگين به سبب تهويه ناکافي، فعاليت هاي بيولوژيکي کمتري نشان مي دهند. از اجزاي سه گانه بافت خاک درس، سيلت و شن مخصوصاً ذرات رس تعيين کننده سرنوشت فيزيکي ، شيميايي و بيولوژيکي خاک ها بوده و از اين نظر بر روي کميت و کيفيت زندي در خاک نيز اثر مستقيم و غير مستقيم دارند. ميکروارگانيسم ها براي رسيدن به حداکثر فعاليت خود نه تنها به بافت مناسب و مقدار رس متعادل محتاجند، بلکه به وضع قرارگيري مساعد ذرات نسبت به هم (ساختمان خاکدانه ها) نيز نياز دارند.

PH و مقدار کربنات :

گروه هاي مختلف ميکروارگانيسمي با وجود تأثير مستقيمي که خود روي واکنش خاک دارند، محتاج به محيط هاي واکنشي متفاوت نيز مي باشند. مثلاً در حالي که باکتري ها به اسيدتيه خاک تا حدي حساسيت نشان مي دهند قارچ ها اکثراً آن را به خوبي تحمل مي کنند. به طور کلي محدوده نقطه خنثي ۷/۲ – ٦/٨ مساعدترين شرايط واکنشي براي زندگي ميکروارگانيسم ها را دارد ولي عملاً براي زندگي تک تک آنها امروزه اپتيم درجه PH مشخص گشته است. چنانچه براي باکتريها بين PH 6 الي ٨ ، براي آکتينوميست ها ٦/٥ تا ۷/٥ براي قارچها کمتر از هر دو يعني ٤ تا ٦ مي باشد. از اين نظر جمعيت ميکروبي خاک هاي اسيدي را اکثراً قارچ ها و خاک هاي خنثي تا قليايي ضعيف را باکتري ها و آکتينوميست ها تشکيل مي دهند. باکتريها مواد نيترات، دوستدارنده محيط خنثي هستند و در خاک هاي اسيدي فعاليتي نداشته يا فعاليت جزئي دارند.

هـ) مواد آلي و هوموس :
مواد آلي خاک منبع غذايي ميکروب بوده و کم و کيف آنها از عواملي است که بيش از همه در تشديد فعاليت هاي زندگي موجودات ذره بيني مؤثر است معمولاً هر نوع زندگي ميکرو ماکرو ارگانيسمي ، به وجود

کربن آلي قابل تجزيه بستگي دارد. در خاک هاي آزمايش شده ايران مصرف انواع کودهاي آلي در کشاورزي علاوه بر حفظ تعادل هوموس و مواد غذايي، فعاليت ميکروارگانيزمي را افزوده و اثر اصلاحي روي خواص فيزيکي و شيميايي خاک مي گذارد. پس از هر دفعه دادن کود آلي به زمين تعداد باکتري ها چندين برابر افزايش يافته و ماکروارگانيزم نيز به مقدار قابل ملاحظه اي زياد مي شوند.

انواع ميکروارگانيسم هاي موجود در خاک :

جدول زير تعداد ميکروارگانيزمها در لايه هاي سطحي خاک يعني قسمتي از محيط زندگي که به مقادير کافي مواد غذايي، هوا، آب و حرارت در اختيار آنها قرار مي دهد، به مراتب بيشتر از قسمت هاي زيرين يک پروفيل است. در PH پايين از ۵/۷ فعاليت عادي خود را ميکروارگانيزمها از دست مي دهند.
آهک با انواع مختلف ويژه انواع طبيعي کربناته آن به علت داشتن يون هاي فعال کلسيم ، براي خاک، گياهان عالي و ميکروارگانيزمها ضروري است بدون وجود کلسيم و منيزيم و ساير املاح ضروري، زندگي ميکروب هاي خاک منتقل شده و تشکيل هوموس با ارزش غيرممکن مي گردد.
براي ايجاد ساختمان مناسب در خاک هاي زراعي نيز، آهک در جوار مواد آلي و هوموس رل مهمي بازي مي کند. خاک هاي اسيدي فعاليت بيولوژيکي نسبتاً ضعيفي دارند و براي گسترش فعاليت هاي حياتي خاک ها، افزودن آهک، غيرقابل اجتناب بوده و در آن شرايط به عنوان يکي از عمليات هاي اساسي اصلاح اراضي متداول است.

تعداد ميکرو و ماکرو ارگانيسم ها تا عمق ۱۵ سانتيمتر يک خاک زراعي داراي کيفيت متوسط		
نوع	تعداد در هر گرم خاک	وزن برحسب کيلوگرم در هکتار
باکتريها	۶۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
قارچها	۴۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
آلگ ها	۱۰۰۰۰۰	۱۴۰
جانوران ذره بيني	تعداد در هر هزار سانتي متر مکعب	۳۷۰
پروتوزوئرها	۱۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۵۰
ماکرو ارگانيسم ها	تعداد در هر هزار سانتي متر مکعب	۶

نماتدها	۵۰۰۰۰	۴
آبدزدک ها	۲۰۰	۵۰
کنه ها	۱۵۰	۱۷
هزارپا ها	۱۴	۴۰
حشرات مانند سوسک ها ، عنکبوت ها وغیره	۶	۴۰۰۰
حلزون ها	۵	
کرم هاي خاکي	۲	

سنجش وضع موجودات خاک مي تواند بررسي کلي فعاليت هاي حياتي آنها باشد. امروزه با ۳ روش مختلف مي توان فعاليت بيولوژيکي خاک را به راحتي ارزيابي نمود.

الف) روش شمارش ارگانيسم ها در وزن مشخصي از خاک در زير ميکروسکوپ هاي قوي
ب) روش اندازه گيري فعاليت هاي تنفسي موجودات زنده درون خاک از روي مقدار تصاعد co2 از سطح معيني از خاک مورد نظر
ج) اندازه گيري فعاليت بيولوژيکي بر اساس تعيين مقدار و قدرت کاتاليزوري آنزيم هاي متشرحه موجودات زنده که در آزمايشگاه روي مواد آلي و معدني تجزيه پذير با دخالت و وساطت و يا زستازهايي با منشأ ارگانيسمي به ويژه ميکروارگانيزم ها انجام مي گيرد.

الف) باکتريها :

باکتريهاي خاک، موجودات تک سلولي با منشأ گياهي اند که داراي ابعاد خيلي ريز ميکروسکوپي بوده (۱-۱۰ ميکرون) و از اين نظر با ذرات رسي قابل مقايسه اند.
در مجاورت ريشه گياهان عالي و نيز روي مواد آلي تازه، تعداد آنها بيشترو فعاليت حياتيشان شديدتر است. بسته به نوع خاک تعداد آنها در هر گرم تا ۲ ميليارد نيز مي رسد. معمولاً محدوده تعداد و فعاليت آنها به PH محيط بستگي دارد. چنانچه بهترين محيط واکنشي براي باکتريها، حدود خنثي است. به همين جهت در خاک هاي آهکي و خاک هايي که کاتيون بازي به مقدار کافي موجود است. باکتريها زندگي مناسبي پيدا کرده و سريعاً تکثير مي يابند. باکتريها از روي وضع تغذيه و کسب انرژي به گروه هاي هتروتروف (Heterorophe) و اتوتروف (Autotorophe) و از روي نياز به اکسيژن به گروه هاي هوازي و

غيرهوازي تقسيم مي شوند.

هوازي ها :

مهمترين باكتري هاي خاک اكثراً هوازي اند كه براي تنفس خود شديداً به اكسيژن آزاد محتاج بوده و بدون اكسيژن زندگي آنها غيرممكن است. لايه هاي فوقاني خاک هاي زراعي كه در حالت طبيعي داراي تهويه بهتر از لايه هاي زيرين اند، براي زندگي اين گروه مناسب تر است.
غير هوازي : زندگي باكتريهاي غيرهوازي معمولاً به افق هاي زيرين خاک، گاهي نيز افق هاي سطحي خاک هاي خيس دائم و با آب مسدود، محدود بوده و در خود اكسيژن آزاد را تحمل نمي نمايند.

ب) آكتينوميست ها :

اين گروه از جانوران را مي توان از نظر ساختمان و وضع زندگي، حد واسط باكتريها و قارچها دانست. توقعات آنها نسبت به شرايط محيط زندگي با ساير موجودات ذره بيني تا حدودي تفاوت دارد، به طوري كه PH مناسب براي آنها حدود ۷/۵ بوده و به همين دليل فعاليت آنها در خاک هاي آهكي رطوبتي شديدتر است. آكتينوميست ها اكثراً هوازي اند و در تشكيل هوموس خاک نيز وظايفي به عهده مي گيرند. پس از بارندگي كوتاه مدت و هواي مرطوب گرم و در برخي از خاک ها متصاعد مي گردد، به وجود آكتينو ميست ها پي برد. از ويژگيهاي موجودات مزبور داشتن استعداد آنتي بيوتيک سازي است.

ت) قارچها :

قارچ هاي ذره بيني خاک، از نوع هتروتروفند كه فعاليت زندگي خود را به وسيله ميسل ها نمايان مي سازد. تكثير آنها به وسيله توليد اسپور (spore) است و با افزايش مواد آلي مخصوصاً ازت در محيط سريعاً بر تعداد آنها افزوده مي شود تعداد قارچها در خاک هاي زراعي حاصلخيز معمولاً از باكتريها و آكتينوميست ها كمتر و بسته به فصول مختلف سال واكنش محيط متفاوت است. معمولاً ماكزيمم تعداد آنها در بهار و پاييزمشاهده مي گردد. اكثر قارچها به خشكي مقاوم بوده و همچنين مي توانند فعاليت هاي خود را در شرايط اسيدي نيز به طور كامل انجام دهند. تعداد آنها در مجموع در خاک هاي مناطق مرطوب به مراتب بيش از خاک هاي نواحي خشک و نيمه خشک است. از قارچها مخصوصاً بازيدوميست ها به ليگنين اعضاي گياهي بقايا حمله كرده و پس از متلاشي كردن ديواره هاي سلولي مقاوم، امكان تجزيه سلولز و امثال آنرا، براي ساير ميكروارگانيسم ها فراهم مي سازد.
از قارچ هاي ذره بيني خاک، برخي به صورت پارازيت و مولد امراض وانواع زيادي به صورت ساپروفيت بر روي بقاياي مواد آلي زندگي مي كنند. بعضي از قارچ هاي عالي و جنگلي به صورت همزيستي با درختان

جنگلي زندگي كرده و به خصوص روي تغذيه ريشه اي جنگل هاي مرطوب تأثير مساعد دارند.

ج) آلگها يا جلبک ها :

آلگها با داشتن سبزينه (كلروفيل) قادر به فتوسنتز بوده و از گروه اتوتروف مي باشند . تعداد آنها در زمين با باكتريها و قارچها ناچيز بوده و از نظر وظايف نيز كم اهميت ترند. در زراعت برنج و در خاک هاي نواحي گرم و مرطوب، بعضي از انواع آلگها قادر به تثبيت ازت هوا مي باشند (زندگي آلگها در محيط مرطوب ، فراهم تر است) داشتن استعداد جذب ازت درخاک هاي كويري به آنها نسبت داده شده است.

ماكروارگانيسم هاي خاک

مهمترين جانوران خاک را كه تا حدودي در تشكيل، تكامل و تحول خاک مؤثرند. كرمهاي خاكي ، حلزون ها، نماتدها، سوسک ها و آبدوزک ها، مورچه ها و حشرات مختلف و امثال آنها تشكيل مي دهند. گروهي از آنها، آفت گياهان و حيوانات بوده و برخي نيز مانند كرمهاي خاكي و حلزون ها اهميت زراعي دارند. تعداد آنها مانند ميكروفلورا، در لايه هاي يک پروفيل و خاک هاي داراي تيپ و نوع مختلف متغير است. خاک هاي محتوي مواد آلي و بقاياي گياهي فراوان براي زندگي ماكروارگانيسم ها محيط مناسبي به شمار مي آيند فعاليت ميكروارگانيسم هاي زمين، با اعمال تحركي ، نقل و انتقال مواد و ايجاد فضاها و كانال هاي طويل و خالي به قطرهاي مختلف، به ظهوري مي رسد. ديواره هاي دروني اين فضاها، با ترشحات و مواد دفع شده ماكروارگانيسمي آغشته شده و با وجود ساير شرايط مناسب (تهويه و نفوذ آب و هوا)محيط زندگي ايده آلي براي ميكروبها محسوب مي شوند. كرم هاي خاكي اجزاء خاک را تغذيه و پس از گذراندن از لوله گوارشي آنها را مجدداً به خاک تحويل مي دهند. مواد مزبور يک نوع كمپلكس آلي – معدني هستند كه روي حاصلخيزي خاک تأثير مثبت مي گذارند و براي تمايز پروتئينها و تشخيص تيپ خاک هاي هوموس دار نيز كليد مؤثري به شمار مي روند.

همين طور در خاک هاي كه آثار فعاليتي كرم خاكي مشاهده مي شود، وجود هوموس هاي بار ارزش حتمي است. مخصوصاً خاک هاي سياه، قسمتي از وضع مناسب بيوشيميايي و فيزيكي خود را مديون وجود كرمهاي خاكي است. فعاليت حلزونها بيشتر به سطوح خاكها محدود بوده و جويدن و خرد كردن بقاياي ظريف گياهي مانند شاخه هاي جوان و برگها از وظايف آنهاست. تجزيه مكانيكي مواد آلي ضمن افزايش سطوح تأثير(تأثير ميكروبي – فيزيكي - شيميايي)، با اختلالات اجزاء معدني و آلي توأم است.

رابطه عمليات زراعي انسان ها و فعاليت بيولوژيكي خاكها

اجراي عمليات متنوع زراعي بر روي خاک ، با ايجاد تغييرات شديد در شرايط محيطي ارگانيسم هاي خاک همراه بوده و هر تغييري در مسير بهره برداري زراعي از خاک، موجب به هم خوردن تعادل کمي و کيفي موجودات زنده خاک مي شود. مثلاً تبديل جنگل به موقع زمين هاي زراعي، هميشه با کم شدن ارگانيسم هاي تجزيه کننده لينگين چوب و نيز کاهش تعداد موجودات پرتوقع براي تهويه خاک و حرارت مواجه است.

عمليات هاي زير، موجب تشديد فعاليت هاي بيولوژيکي مي شوند:

۱) شخم و تسطيح در عمق، زمان و تکرار مناسب
۲) فراهم نمودن شرايط مطلوب نفوذ هوا و آب
۳) ايجاد کوشش در نگهداري حرارت متعادل (۲۰ درجه سانتي گراد)

٤) بر اساس PH طبيعي موجود در انواع تيپ خاک، کوشش در رسيدن به واکنش مطلوب (در خاک هاي قليايي رسيدن به واکنش ۷ تا ۷/٥ توسط عمليات و روشهاي ويژه در خاک هاي اسيدي با اضافه کردن آهک به خاک براي نيل به واکنش ٦/٥ تا ۷)
٥) کوددهي هماهنگ و حساب شده با کودهاي آلي و کودهاي شيميايي مناسب براي هر نوع و تيپ خاک به منظور اثبات عيني به جدول توجه شود.

٦) اجتناب از آيش گذاشتن زمين و فراهم نمودن محيط سبز دائمي با گياهان مناسب

عمليات زير فعاليت هاي بيولوژيکي را کم مي کند:

۱) عمليات به موقع، حساب نشده و بيش از نياز شخم و تسطيح
۲) مديريت غلط در آبياري و تهويه خاک مانند مصرف زيادي آب و امکان دادن به توقف طولاني آب در مزرعه و همچنين خشک نگهداشتن خاک براي مدت طولاني
۳) اجراي تناوب گياهي نامناسب و يا ايجاد سيستم تک کاشتي همزمان متروک گذاشتن مزرعه پس از برداشت محصول

٤) نگهداشتن خاک در کمبود مواد غذايي معدني و آلي در خاک هاي اسيدي، سهل انگاري در آهک دهي ، و در خاک هاي آهکي مناطق خشک و نيمه خشک مانند اکثر خاک هاي بياباني

خاک هاي شور و قليايي و درجه بندي آنها

وجود املاح در خاک از حد معيني که تجاوز نمايد موجبات محدوديات رشد

گیاهان درخاک فراهم مي گردد. علیهذا این گونه خاک هاي بایستي به عنوان خاک هاي شور از سایر خاک هاي بدون عارضه شوري در تهیه نقشه هاي خاکي مجزا گردد. با در نظر گرفتن درجه شوري
خاک ها را از نقطه نظر استعداد زراعي به درجات زیر تقسیم کرده اند:
۱) درجه صفر: این گونه خاک هاي عاري از نمک بوده و هیچ گونه محدودیتي از نظر رشد گیاه ندارند.
۲) درجه ۱ : نمک موجود در خاک در حدي است که در وضع رشد گیاهان حساس اثر گذاشته ولي در رشد گیاهان نمک دوست بي تأثیر است.
۳) درجه ۲ : مقدار نمک خاک در حدي است که از رشد معمولي هر گونه گیاهان مي کاهد
٤) درجه ۳ : نمک خاک زیاد است و فقط عده محدودي از گیاهان در این گونه خاک ها مقاومت مي کنند (گیاهان مقاوم به شوري)
معیار تشخیص درجات ذکر شده قابلیت هدایت الکتریکي (E.C) که تبعیت از مقدار درصد نمک موجود در خاک مي کند مي باشد. درصد سدیم قابل تعویض را مي توان در آزمایشگاه به طریقه شیمیایي برابر رابطه زیر محاسبه نمود:

$$\text{سدیم قابل تعویض} = \frac{\text{سدیم محلول در آب} - \text{سدیم کل خاک} \times ۱۰۰}{\text{گنجایش تعویض یوني (C.E.C)}}$$

رابطه بین درجات استعداد اراضي و E.C و مقدار درصد نمک		
درجات	E.C Mmoh/cm	درصد نمک
۰	۴-۰	۰ - ۱۵%
۱	۸-۴	۱۵% - ۳۵%
۲	۱۵-۸	۳۵% - ۶۵%
۳	>۱۵	>۶۵%

• در بررسي خاک هاي شور و قلیایي لازم است PH خاک نیز اندازه گیري شو. در اغلب خاک هایي که PH آنها بیشتر از ۹ است حکایت از وجود سدیم قابل تعویض زیاد مي نماید. چنانچه این گونه خاک ها از طریق آبیاري شستشوي حاصل نماید معدني هاي رس آنها تورم حاصل کرده و

ذرات رس به صورت پراکنده در مي آيند ولي چنانچه Ph خاک حدود ۹-۸/۵ باشد به معني اين است که اين گونه خاک هاي محتوي ژيپس نيز مي باشد لذا شستشوي حاصل نمايد معدني هاي رس آنها تورم حاصل کرده و ذرات رس به صورت پراکنده در مي آيند ولي چنانچه PH خاک حدود ۹-۸/۵ باشد به معني اين است که اين گونه خاک هاي محتوي ژيپس نيز مي باشد لذا شستشوي اين خاک ها به علت تعويض يون هاي دو ظرفيتي کلسيم به سديم بدون خطر است.

عوامل تشخيص خاک هاي شور وقليايي			
وضعيت خاک	درصد سديم قابل تعويض	E.C	PH
نه شور و نه قليايي	< ۱۵	< ٤	< ۸/۵
شور	< ۱۵	>٤	< ۸/۵
قليايي	> ۱۵	< ٤	> ۸/۵
شور وقليايي	> ۱۵	> ٤	≤ ۸/۵

خاک هاي شور :

در اين گونه خاک ها نمک موجود در حدي است که رشد اغلب گياهان به مخاطره مي افتد. مقدار هدايت الکتريکي Ec خاک هاي شور از ٤ ميلي موس بيشتر و درصد سديم قابل تعويض آن (E.s.p) کمتر از ۱۵ درصد و PH آن نيز معمولاً از ۸/۵ کمتر مي باشد. نمک موجود در اين گونه خاک هاي از نوع نمک هاي خنثي از قبيل کلريد و سولفاتهاي سديم – کلسيم و منيزيم است. به لحاظ اينکه نمک هاي موجود در خاک هاي شور به صورت آزاد وجود دارند، حالتي فلوکولاسيون به خاک داده و لذا قابليت نفوذ پذيري در مقابل آب و هوا نامطلوب نيست.

خاک هاي قليايي:

در اين گونه خاکها سديم قابل تعويض خيلي زياد و برعکس نمک محلول آن کم مي باشد. هدايت الکتريکي (E.c) خاک هاي قليايي کمتر از ٤ ميلي موس و سديم قابل تعويض (E.S.p) آن بيشتر از ۱۵ درصد است. مقدار PH اين خاکها بيشتر از ۸/۵ مي تواند تا ۱۰ هم برسد.

خاک هاي شور و قليايي :

در اراضي شور و قليايي مقدار سديم آزاد (سديم محلول) و سديم قابل تعويض زياد مي باشد. به همين مناسبت EC آنها بيشتر از ٤ ميلي موس و ESP آنها نيز بالاتر از ۱۵ درصد است. مقدار PH در اين خاک ها

بالاي ۸/۵ و چنانچه محتوي ژيپس باشد PH آن پايين تر از ۸/۲ خواهد بود. اگر ژيپس در خاک ها وجود داشته باشد ضمن آبياري به لحاظ تعويض يون هاي کلسيم با سديم وضع فيزيکي آن مناسبتر مي شود، در غير اين صورت يعني فقدان ژيپس بر اثر شستشوي خاک PH بالا رفته کلوئيد موجود در خاک ديپرس شده و ضريب آبگذري و نفوذ پذيري خاک کاهش مي يابد.

اصلاح خاک هاي شور :

آنچه در اصلاح خاک هاي شوري مدنظر است و در اولويت قرار دارد خارج کردن املاح محلول زائد موجود در افق هاي سطحي خاک است. اصول اصلاحي اين خاک ها مختصراً شامل برطرف کردن شوري خاک و برقراري تعادل ميان رطوبت و املاح موجود در خاک است. براي احياء خاک هاي شور و سديمي از روش هاي مختلفي استفاده مي شود که براي ثمربخشي بيشتر درصورت امکان بايد توأماً به کار برده شوند. اين روش ها عبارتند از :

۱) روش بيولوژيکي :

اساس اين روش بر پايين رفتن سطح آب هاي زيرزميني در اثر تعريق شديد آب و جذب املاح به وسيله گياهان است که طي آن خواص فيزيکي و ساير خواص خاک نيز بهبود مي يابد.

۲) طريقه مکانيکي :

شامل جمع آوري و انتقال املاح از سطح خاک است. اعمال اين روش به تنهايي تأثير چنداني در شوري زدايي خاک ندارد و لازم است که توأم به ساير روش ها به کار برده شود. اين عمل بايد در پايان دوره هاي خشکي که املاح در سطح خاک جمع شده اند انجام گيرد. در خاک هاي در دست اصلاح نيز بايد قبل از تسطيح و آبشويي اقدام به اين کار گردد.

طريقه فيزيکو شيميايي و آبشويي خاک :

اصلاح خاک بدين طريق شامل تغيير و اصلاح خواص فيزيکي و شيميايي خاک، انحلال املاح اضفي آن و آبشويي محلول املاح از خاک است. ولي از آنجا که اختلاط املاح اضافي آن و آبشويي محلول از خاک است. ولي از آنجا که اختلاط املاح با خاک ترکيبي صرفاً مکانيکي ندارد، بيرون راندن همه املاح اضافي از خاک با مشکل مواجه مي شود.

طبقه بندي آب هاي آبياري :

آب هاي آبياري را بر اساس دو عامل شوري (EC) و قليائيت (S.A.R) به چهار طبقه به شرح زير تقسيم مي کنند:

A) طبقه بندي آب هاي آبياري بر اساس شوري آنها (EC)

۱) C1 - شوري کم – استفاده آبياري از اين آب ها براي هيچ محصولي و در هيچ خاکي ايجاد محدوديت نمي کند. مگر در خاک هاي بسيار سنگين و با نفوذ پذيري کم که شستشوي مختصري را ايجاد مي نمايد.

۲) C2 – شوري متوسط اگر مقدار آب آبياري را بر اساس محاسبه قدري بيشتر نمايند مي توان از اين نوع آب استفاده كرد. گياهان با حساسيت متوسط در مقابل شوري را مي توان با اين آب آبياري نمود.
۳) C3 شوري زياد – استفاده آبياري از اين آب تنها براي گياهان مقاوم به شوري و در زمين هاي با زهكشي مناسب آبشويي خاك مجازي باشد
٤) C4 – شوري خيلي زياد – حتي المقدور نبايد از اين نوع آب براي آبياري استفاده نمود. در صورت اجبار فقط در اراضي با نفوذپذيري زياد و زهكشي مناسب و براي گياهان خيلي مقاوم به شوري قابل استفاده مي باشند. آب مصرفي بايد آنقدر زياد باشد كه همزمان با آبياري شستشوي خاك را نيز انجام دهد.

طبقه بندي آب هاي آبياري بر اساس قليائيت (S.A.R) :

S1 – سديم كم – قابل استفاده براي آبياري غالب خاك ها، بدون ترس از بروز خطر قلياييِ شدن . البته برخي نباتات حساس به سديم نظير درختان ميوه هسته دار مانند زردآلو، آلو، گيلاس، بادام ممكنست نسبت به جذب سديم اضافي حساسيت نشان دهد.
S2 – سديم متوسط : در خاك هاي با نفوذ پذيري زياد و تركيبات كلسيم كافي قابل توصيه مي باشد. البته در انتخاب نوع گياه بايد دقت كافي به عمل آورد.
S3 – سديم زياد – استفاده از اين نوع آب ها در زمين هاي با نفوذ پذيري بسيار زياد و زهكشي خوب كه تركيبات كلسيم به اندازه كافي داشته باشند. اگر همراه با شستشوي مداوم خاك و مراقبت زياد باشد ميسر است . كاربرد مواد اصلاح كننده به منظور خنثي كردن سديم تبادلي زايد خاك ضروري است. در انتخاب نوع محصول نيز بايد دقت كرد.
S4 – سديم و قليائيت بسيار زياد – حتي المقدور بايد از اين نوع آبياري براي آبياري استفاده نشود. مگر با مراقبت كافي و رعايت تمام شرايطي كه براي جلوگيري از خطر قليائيت زياد بايد فراهم شود. در كاربرد همه آب هاي فوق مي توان با افزايش مقاديري گچ و آهک به خاک خطر شوري و قليائيت را كاهش داد.

اثرات سوء خاک ها ی شور و سديک بر روي رشد نباتات :

غلظت زياد املاح خنثي از قبيل كلرورسديم و سولفات سديم باعث مي گردد كه فشار اسمزي محلول در خاك از فشار اسمزي سلول هاي ريشه نباتات بيشتر شود و در نتيجه نبات نتواند آب مورد احتياج خود را از خاك جذب نمايد. علاوه بر آن نقطه پژمردگي خاك نيز در اثر وجود املاح افزايش مي يابد، بنابراين خاك ميزان كمتري آب در اختيار گياه قرار مي دهد. اثر سوء املاح حتي در موقعي كه غلظت آنها در خاك زياد نباشد نيز وجود دارد. ورود يون هاي غذايي به داخل سلول هاي ريشه

هاي موئين تحت تأثير نوع و غلظت يون هاي ديگر موجود در محيط مي باشد. بنابراين املاح موجود در خاک ممکن است سبب اختلالاتي در تغذيه نباتات گردند و در نتيجه گياهان نتوانند يون هاي غذايي مورد نياز خود را جذب نمايند.
واکنش قلياييِ خاک که در اثر وجود کربنات سديم و جذب سديم در سطح کلوئيدها ايجاد مي شود باعث مي گردد که ساير عناصر از قبيل آهن، منگنز، روي و فسفر به صورت غيرقابل استفاده گياه درآيند.
علاوه بر آن عکس العمل شديد قلياييِ باعث پوسيدگي و فساد ريشه ها و ساقه ها در خاک مي گردند.
سديم قابل تبادل باعث پراکندگي انتشار ذرات کلوئيدي مي گردد و در نتيجه ساختمان خاک ر از بين مي برد و ورود و جريان آب آبياري و باران را در خاک مشکل مي نمايد و قدرت زهکشي خاک نيز تقليل مي يابد. در خاک هاي ريز بافت پيشروي و گسترش ريشه ها در لايه هاي متراکم که در نتيجه انتشار کلوئيد بوجود آمده اند متوقف مي گردند تهويه خاک نيز در شرايط فوق الذکر کاهش مي يابد و در نتيجه ايجاد شرايط احياء کننده، فعاليت ارگانيزم هاي غيرهوازي افزايش مي يابد و عناصر احياء شده سمي بوجود مي آيند.
وجود املاح قلياييِ به ويژه املاح کلسيم تا حدي اثرات سوء سديم جذب شده و کربنات سديم را خنثي مي نمايد و به طور کلي باعث تجمع ذرات به دور يکديگر مي شود، در نتيجه خاک مجدداً ساختمان و خاکدانه هاي طبيعي خود را بدست مي آورد.

علل شور شدن خاک ها

صرف نظر از مبدأ شوري خاک که اوليه باشد يا ثانويه، عواملي که موجب شور شدن خاک ها مي شود به طور کلي عبارتند از :
۱) شور بودن مواد مادري تشکيل دهنده خاک
۲) انتقال املاح محلول اراضي مرتفع به مناطق پايين دست به کمک آب
۳) استفاده از آب هاي شور در آبياري
٤) تبخير شديد رطوبت خاک و انتقال و تجمع املاح محلول در قسمت هاي سطحي خاک و عدم کفايت بارندگي يا آب وارده به خاک براي شستشوي املاح از خاک
٥) بالا آمدن سطح آب هاي زير زميني و انتقال املاح آن ها به طور مستقيم همراه با آب و يا صعود شفريه آب در خاک
٦) انتقال نمک هاي موجود در آب دريا به کمک بادهايي که از دريا به سمت ساحل مي وزند. اين بادها ذرات آب حاوي نمک را به سواحل مي رسانند. همچنين نفوذ انتقال جانبي آب شور درياها در سواحل به ويژه سواحل پست
۷) انتقال نمک خاک هاي شور مناطق مجاور به کمک باد
۸) انتقال املاح افق هاي زيرين خاک در اثر تغذيه گياه و بازگشت بقاياي گياهي به سطح خاک

۹) ريزش باران هاي شور در مجاور مناطق صنعتي

آلودگي خاک :

در نتيجه زندگي و فعاليت انسان بر روي کره زمين فضولات و مواد دفعي حاصل مي گردد که نهايتاً وارد آب، خاک و هوا مي گردد. تا هنگامي که جمعيت کره زمين به خصوص تراکم جمعيت کمبود اين فضولات و مواد دفعي مشکل چنداني را تشکيل نداده و لذا توجه زيادي نيز به عوارض آن نمي شد. ازدياد روز افزون جمعيت و بخصوص تراکم آن در شهرهاي بزرگ و مراکز صنعتي و همچنين ساخت و استفاده از مواد شيميايي متعددي که قبلاً در طبيعت وجود نداشته ، سبب بروز مشکلات عديده اي از نظر آلودگي محيط زيست گرديده است.
آلودگي خاک را مي توان ناشي از آفت کش ها، عناصر سمي، فضولات دامي و صنعتي و شهري، املاح محلول، ترکيبات راديو اکتيو و بارانهاي اسيدي دانست.

عناصر سمي

سميت عناصري از قبيل آرسنيک، کادميوم، جيوه و سرب کاملاً شناخته شده در صورتي که از طريق خاک وارد بافت گياهان شوند سبب مسموميت حيوانات و يا انسان شده و يا عوارض و بيماري هاي نامطلوب را باعث مي گردند. رنگ هاي مختلف، پودرهاي لباسشويي، مواد پلاستيکي و برخي سموم کشاورزي و بنزين حاوي اين عناصر بوده و ازدياد مصرف روز افزون آنها توسط بشر سبب تجمع اين عناصر در خاک مي گردد.
ازت با آنکه عنصر ضروري براي گياه و انسان است چنانچه مقادير زيادي از شکل نيتراتي آن در خاک تجمع يابد به ميزان زياد جذب گياهان شده و حيوانات علفخوار را دچار مسموميت مي کند. شسته شدن مقدار زيادي نيترات خاک به داخل آبهاي زيرزميني سبب آلودگي آب آشاميدني شده و آشاميدن چنين آب آلوده اي سبب مسموميت انسان و به خصوص نوزادان مي شود.

فرسايش خاک و کنترل آن

فرسايش خاک عبارتست از انتقال خاک توسط عواملي نظير آب و باد. شايد هيچ پديده ديگري مخرب تر از فرسايش را نتوان در خاک هاي دنيا نام برد. اين عمل منجر به از دست رفتن آب و عناصر غذايي خاک گرديده و از همه بدتر اينکه خود خاک را از بين مي برد. خاک فرسايش يافته از يک محل به محل ديگر منتقل شده و درآنجا نيز سبب تخريب مزارع و پرشدن قلاتها گرديده و مواد محلول آن نظير کودهاي شيميايي و علف کشها و غيره نيز نهايتاً سبب آلوده کردن آبها مي شود.
دو عامل مهم فرسايش يکي آب و ديگري باد مي باشد. از دست رفتن خاک ممکن است به صورت فرسايش سطحي، فرسايش شياري يا فرسايش آبکندي اتلاف خاک به صورتي است که شيارهاي عميق در سطح مزرعه به جاي

گذاشته مي شود.

فرسايش آبي :

آب باران پس از رسيدن به سطح زمين قسمتي وارد خاک مي شود و قسمت ديگر در سطح خاک به صورت هرز آب جاري مي گردد. البته قسمتي نيز تبخير مي شود. همين هرز آب سبب فرسايش خاک و در صورت زياد بودن مقدار آن باعث جاري شدن سيل مي گردد.
مضرات فرسايش آبي عبارتند از :
الف) از دست رفتن خاک رو (سطح الارضي) که غني ترين قسمت خاک از نظر مواد غذايي گياهان بوده و مناسب ترين لايه خاک از نظر شرايط فيزيکي رشد گياه است. اين عمل باعث کم شدن حاصلخيزي خاک و کمي رشد گياه شده که خود عللي در تشديد فرسايش آبي و بادي است.
ب) پوشيده شدن مزارع و قات هاي پايين دست توسط گل و لاي
ج) زياد شدن رسوبات در درياچه پشت سدها که باعث کوتاهي عمر سد مي گردد
د) رشد گياهان آبزي درياچه پشت سدها، خاک هاي شسته شده به داخل درياچه پشت سد باعث افزوده شدن مواد غذايي مختلف به آب درياچه گرديده و سبب ازديا رشد گياهان آبزي مثل جلبک ها شده و آلودگي آب و ايجاد اشکال در کانالهاي آبياري را باعث مي گردد.
عمل فرسايش آبي را مي توان شامل دو مرحله دانست. يکي شکسته شدن خاکدانه و جدا شدن ذرات خاک از يکديگر و ديگري که به دنبال مرحله اول مي آيد حمل ذرات جدا شده توسط هرز آب مي باشد. در طي مرحله اول، ذرات ريز رس در نتيجه برخورد قطرات باران متراکم شده و با کم شدن خلل و فرج خاک و يا ريزتر شدن آنها قابليت نفوذ خاک نسبت به آن کمتر شده و اين خود سبب مي شود که بخش بزرگتري از باران وارده به خاک به صورت هرز آب جاري شود. در مرحله دوم ذرات جدا شده با آب حمل شد و فرسايش سطحي يا شياري صورت مي گيرد. حالات شديد و نهايي مرحله دوم ممکنست منجر به ايجاد آبکندها گردد.

فرسايش بادي :

باد نيز قدرت فرسايندگي و حمل کنندگي فوق العاده دارد و لذا مي تواند عامل مهم فرسايش به خصوص در مناطق خشک باشد. مضرات فرسايش بادي :
١) از بين رفتن خاک سطحي يا همان مضراتي که در مورد فرسايش آبي گفته شد
٢) کم کردن ميزان نقش فتوسنتز (کربن گيري) در نتيجه پوشيده شدن برگ ها يا خاک
٣) پوشانيدن جاده ها، آبادي ها، چاه ها و قنات ها توسط شن روان
٤) زياد کردن ميزان گرد و خاک هوا که سبب بروز بيماري هاي تنفسي و چشمي مي گردد.

۵) اثر روي وسايل صنعتي : گرد و خاک هواي باعث استهلاک سريعتر ماشين آلات، کارخانه ها، اتومبيل ها و غيره مي شود.
٦) ازدياد مصرف مواد پاک کننده که براي تميز کردن بدن و پوشاک به کار مي رود.
قسمتي از ذرات خاک که با باد حمل مي شوند در نزديکي سطح زمين داراي حرکتي جهشي بوده و بدين معني که تا ارتفاع کمي (مثلاً ۳۰ سانتي متر) از سطح زمين بلند شده و دوباره زمين مي خورد و مجدداً بلند شده و بدين ترتيب به حرکت خود ادامه مي دهند.
قسمتي ديگر از ذرات خاک به صورت خزيدن در نزديک سطح خاک بوده و همراه با باد و يا به علت حرکات جهشي ذرات ديگر به حرکت خود ادامه مي دهند.

عوامل مؤثر در فرسايش بادي :

الف) باد : سرعت باد و نحوه تلاطمي که در هوا ايجاد مي کند مسلماً در مقدار فرسايش بادي مؤثر است.
ب) عوامل خاکي : نظير رطوبت خاک و ساختمان آن در مقدار فرسايش باد مؤثر است ، هر چه رطوبت خاک بيشتر باشد فرسايش کمتر است. خاکدانه ها هر چه بزرگتر باشند سنگين تر شده و فرسايش پذيري آنها کمتر مي شود.
ج) نوع سطح : ناهموار بودن سطح باعث مقاومت در برابر فرسايش بادي مي شود. زيرا سرعت باد را کم مي کند. البته شرط اين موضوع اين است که کلوخه ها و خاکدانه ها خود در برابر باد از پايداري کافي برخوردار باشد. وجود گياهان نيز بر روي سطح خاک نيز سبب کمتر شدن فرسايش بادي مي گردد زيرا پوشش گياهي از طرفي باعث ناهمواري سطح خاک و از طرف ديگر رشته هاي آن ذرات خاک را در محل تثبيت مي کند.

حاصلخيزي خاک

رشد گياه و عوامل مؤثر در آن :
منظور از رشد گياه توسعه تدريجي اندامهاي گياه بوده که آنرا مي توان به صورت مختلف از قبيل وزن خشک ، طول، ارتفاع يا قطر اندازه گيري نمود. در اين اندازه گيري ممکن است کل گياه مورد نظر بوده يا تنها يک قسمت نظير برگ، گل ، ميوه يا بذر آن مورد توجه باشد. در کشاورزي علمي مطالعه رشد گياه و عوامل مؤثر بر آن از اهميت خاصي برخوردار است زيرا هدف اصلي از انجام کليه عمليات کشاورزي برداشت هر چه بيشتر محصول به ازاء حداقل منابع به کار رفته است. عوامل مؤثر بر رشد گياه عبارتند از :
درجه حرارت : درجه حرارت مناسب براي اغلب گياهان زراعي بين ۱۵ تا ٤۰ درجه سانتي گراد است. در درجه حرارتهاي بالاتر يا پايين تر از اين، مقدار رشد به شدت کاهش مي يابد. حرارت بر فعاليت هاي گياهي نظير فتوسنتز (کربن گيري) ، قابليت نفوذ ديواره يافته، جذب آب و

مواد غذايي، تعرق، فعاليت آنزيمي و انعقاد پروتئين تأثير مي گذارد.
رطوبت : آب در گياهان براي ساختن كربوهيدراتها، نگهداري شادابي پروتوپلاسم و همچنين براي نقل و انتقال عناصر غذايي لازمست. كمبود آب باعث كاهش تقسيم ياخته اي و كوچك ماندن ياخته ها مي شود. هم خشكي خاک و هم خيسي بيش از حد آن به رشد گياه صدمه مي زند.
انرژي تابشي :
كيفيت، شدت و طول مدت روشنايي بر رشد اثر مي گذارد. منظور از كيفيت نور طول موج غالب آن است. آزمايشات نشان داده كه گر چه طيف كامل نور سفيد براي اغلب گياهان مناسب است ولي رنگ هاي مختلف مي تواند اثرات مختلفي بر رشد داشته باشند. ازمايشات در مورد شدت نور روز قادر به رشد كامل خود مي باشند. البته احتياجات گياهان مختلف از اين متفاوت بوده و برخي به شدتهاي نور بيشتري احتياج دارند. طول مدت روشنايي از عواملي ات كه به نحو چشمگيري در رشد گياه مؤثر است.

تركيب اتمسفر :

گاز كربنيک براي انجام عمل فتوسنتز گياهان لازمست . غلظت اين گاز در اتمسفر حدود ۰/۰۳ درصد است. آزمايشات نشان داده اند كه به طور كلي غلظت هاي تا چند برابر اين مقدار مي تواند اثر مثبت بر رشد گياه داشته باشند. با كنترل غلظت گاز كربنيک در گلخانه مي توان محصول برخي گياهان را به طور قابل ملاحظه اي افزايش داد.
تركيب هواي خاک : غلظت گاز اكسيژن در هواي خاک مي تواند بر رشد ريشه در نتيجه رشد قسمت هاي هوايي گياه تأثير بگذارد. از آنجا كه تراكم خاک (ازدياد وزن مخصوص ظاهري) مي تواند در وضعيت تهويه خاک در نتيجه غلظت گاز اكسيژن مؤثر باشد به خوبي مي توان دريافت كه عامل ساختمان خاک مي تواند نقش مهمي در رشد گياه داشته باشد.
رطوبت خاک نيز با اشغال فضاهاي خالي مي تواند در كاهش غلظت اكسيژن در خاک مؤثر باشد. هر چه رطوبت خاک بيشتر باشد هواي خاک كمتر و سرعت تعويض آن با هواي اتمسفر كندتر است.
البته برخي گياهان نظير برنج در شرايطي كه خاک از رطوبت اشباع باشد نيز به رشد خود ادامه مي دهند.
واكنش خاک :
PH خاک به طور قابل ملاحظه اي بر قابليت استفاده عناصر غذايي خاک اثر مي گذارد و از اين طريق مي توان بر رشد گياه مؤثر واقع شود. راجع به اثر PH بررشد گياه در فصل خواص شيمياي خاک صحبت شد.

موجودات زنده :

منظور از موجودات زنده در اين بخش، وجود عوامل بيماري زايي است كه

در فصل خواص بيولوژيكي درباره آن صحبت شد. اين گونه عوامل بيماري زا مسلماً مي تواند محدوديت زيادي در رشد گياه ايجاد كنند. از طرف ديگر وجود موجودات زنده ريزي كه سبب تثبيت ازت و يا بيشتر قابل استفاده شدن فسفر مي شود طبعاً به رشد گياه كمک مي كنند. حشرات وآفات مختلف نيز مي توانند با حمله به گياه مانعي در راه رسيدن به حداكثر رشد گياه ايجاد كنند. وجود علف هاي هرز يا در مزرعه مي تواند با رقابت بر مواد غذايي و آب محدوديت هايي را در رشد گياه سبب شوند.

عناصر غذايي :

حيات گياهان و رشد آنها مستلزم جذب برخي عناصر نظير كربن، هيدروژن، اكسيژن، ازت فسفر و غيره مي باشد.
عدم وجود مواد مانع رشد : به طور كلي مي توان كليه عناصر در صورتي كه غلظت شان در محيط ريشه از حد معيني تجاوز نكند مانع رشد گياه مي شوند. البته بعضي عناصر نظير آلومينيوم حتي در غلظت هايكم قادر به جلوگيري از رشد مي باشند. از جمله عناصر سمي ديگر مي توان به نيكل و جيوه اشاره كرد. برخي مواد شيميايي مانند فنل نيز داراي خاصيت سمي مي باشند. بايد توجه داشت كه كليه عوامل ذكر شده در بالا در رشد گياه مؤثر بوده و براي رسيدن به حاكثر محصول هر يک از اين عوامل در حد مناسب خود باشند.
در مباحث مربوط به حاصلخيزي خاک فقط به عناصر غذايي و عوامل مؤثر در قابليت استفاده آنان براي گياه صحبت شده و فرض مي شود كه ساير عوامل مؤثر در رشد در حد كفايت مي باشد.

عناصر غذايي ضروري گياه :

يک عنصر بايد داراي خصوصيات زير باشد تا به عنوان يک عنصر ضروري گياه شناخته شود.
۱) كمبود عنصر تكميل مراحل سبزينه اي يا توليد مثل را غيرممكن سازد
۲) علائم كمبود عنصر مورد نياز فقط با دادن آن عنصر برطرف گردد
۳) عنصر به طور مستقيم در تغذيه گياه دخيل بوده و اثر آن مربوط به اصلاح شرايط ميكروبيولوژيكي يا شيميايي محيط رشد نباشد.

حداقل ۱٦ عنصر براي رشد گياه ضروري تشخيص داده شده اند.اين شاندزه عنصر عبارتند از :
كربن – هيدروژن – اكسيژن – ازت – فسفر – پتاسيم – كلسيم – منيزيوم – گوگرد – آهن – روي – مس – منگنز – بر – موليبدن و كلر
هم اكنون ضرورت ٤ عنصر ديگر يعني سديم، كبالت و ناديوم و سيليسيوم نيز براي برخي گياهان به اثبات رسيده است. عناصري كه در ليست عناصر ضروري قرار دارد همگي براي رشد گياهان لازم بوده و

اهمیت هیچ کدام از دیگري کمتر نبوده ولي مقدار لازم آنها براي رشد با یکدیگر تفاوت بسیار دارد. عناصري که در لیست عناصر ضروري قرار دارند همگي براي رشد گیاهان لازم بوده و اهمیت هیچ کدام از دیگري کمتر نبوده ولي مقدار لازم آنها براي رشد با یکدیگر تفاوت بسیار دارد. کربن – هیدروژن – اکسیژن – ازت – فسفر – پتاسیم – کلسیم – منیزیوم – گوگرد در مقادیر زیاد توسط گیاهان مصرف شده اند لذا آنها را عناصر غذایي پرمصرف مي نامند و بقیه را عناصر کم مصرف مي نامند. عنصر کربن به صورت گاز کربنیک از هوا جذب مي شود. اکسیژن و هیدروژن نیز از آب خاک تأمین مي گردند. بقیه عناصر ضروري توسط ریشه از خاک جذب مي شود. مقدار کمي از کربن و اکسیژن ممکنست به صورت کربنات از خاک جذب شود. مقداري گوگرد نیز ممکنست به صورت گاز انیدرید سولفور و از طریق برگها جذب شود.

نقش عناصر غذایي در گیاه و علائم کمبود آن :

۳ عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن در ساختمان کربوهیدراتها، پروتئین ها، چربیها و سایر ترکیبات آلي دخالت دارد. بنابراین ۳ عنصر مذکور تشکیل دهنده اصلي بافتهاي گیاهي مي باشند.

ازت : این عنصر یکي از اجزاء سازنده هر یافته بوده و پروتئین هایي که به منزله آنزیم عمل مي کنند و همچنین در ساختمان مولکول کلروفیل دخالت مستقیم دارد.

مقدار ازت در قسمت هاي جوان در حال رشد به مراتب بیشتر از مقدارآن در بافتهاي گیاهي مسن تر مي باشد. ازت مخصوصاً در برگها و دانه ها به مقدار فراوان یافت مي شود. مقدار ازت در بافت هاي گیاهي حدود ۱ تا ۵ درصد وزن خشک آن مي باشد.

شکل هاي قابل جذب آن براي گیاهان آنیون نیترات (NO_3^-) کاتیون آمونیوم (NH_4^+) و ترکیب اوره $CO(NH_2)_2$ مي باشد کمبود ازت سبب توقف رشد گیاه و زردي رنگ آن مي شود. این رنگ زرد ابتدا از برگهاي پائیني (برگهاي مسن گیاه) شروع مي شود و این در حالي است که برگهاي بالایي (برگهاي جوان) همچنان سبز مي مانند. زیادي ازت نسبت به عناصر دیگر نظیر فسفر، پتاسیم و گوگرد مي تواند سبب طولاني شدن دوره رشد وبه تأخیر افتادن بلوغ گیاه شود.

فسفر :

این عنصر جزء مهم ساختماني ترکیباتي نظر اسید نوکلئیک ها، کوآنزیم ها، نوکلئتیدها، فسفو پروتئین ها و فسفو لیپیدها مي باشد.

مهمترین وظیفه فسفر در گیاه نقش آن در ذخیره سازي و انتقال انرژي است. غلظت فسفر در بیشتر گیاهان در حدود ۰/۱ تا ۰/۵ درصد وزن خشک گیاه مي باشد.

وجود مقادیر کافي فسفر سبب ازدیاد رشد گیاه مي گردد. فسفر کافي،

همچنين باعث زودرسي محصول به خصوص در غلات مي گردد. فسفر نيز عنصري متحرک مي باشد و کمبود آن سبب کاهش شديد در رشد کلي مي گرد. ظهور رنگ ارغواني در برگهاي مسن يکي ديگر از علائم کمبود فسفر مي باشد.

پتاسيم :
پتاسيم به صورت يون متحرکي در گياه وجود داشته و عمدتاً ماهيت کاتاليزوري دارد. از وظايف آن مي توان به فعال نمودن آنزيمها و تنظيم روابط آبي و گياه، تنظيم روابط انرژي، انتقال مواد ساخته شده گياهي، جذب ازت و فسفر پروتئين و سنتز نشاسته را نام برد. پتاسيم عنصري متحرک بوده و علائم کمبود آن در برگهاي پائيني ظاهر مي شود. اين علائم در اغلب گياهان به صورت سوختگي برگ است که به تدريج از نوک و لبه هاي برگ و به طرف و داخل برگ پيشرفت مي کند.

کلسيم :
نقش مهمي در ساختمان و نفوذ پذيري غشاء ياخته داشته – در تقسيم ياخته و دراز شدن آن ضروري مي باشد ولي در فعال کردن آنزيمها نقش عمده اي ندارد. اين عنصر جذب ازت نيتراتي را زيادتر نموده و در متابوليسم ازت دخيل بوده و مقدار آن در برگ بيشتر است.
به صورت يون کلسيم دو ظرفيتي جذب گياه شده و به همين صورت نيز در شيره ياخته يافت مي شود. کلسيم را به طور کلي عنصري غيرمتحرک مي دانند . کمبود آن از توسعه جوانه انتهايي و نوک ريشه جلوگيري مي کند. به دليل توقف فعاليت مريستمي، رشد گياه در غياب کلسيم متوقف مي گردد. بارزترين علامت کمبود آن اختلال در بافت هاي ذخيره اي ميوه جات و سبزيجات است.

منيزيوم :
جزيي از مولکول کلروفيل مي باشد و قريب ۱۵ تا ۲۰ درصد منيزيوم گياه صرف تشکيل کلروفيل مي شود. در فعال نمودن برخي آنزيم ها دخالت دارد.
منيزيوم در سنتز روغن در گياه نقش دارد. منيزيوم عمدتاً عنصر متحرک بوده و لذا علائم کمبود آن اغلب از برگهاي پايييني گياه شروع مي شود. در بيشتر گونه هاي گياهي کمبود آن سبب از بين رفتن رنگ بين رگبرگها شده ولي خود رگبرگها سبز باقي مي مانند. در مراحل پيشرفته کمبود، تمامي برگ به طور يکنواختي زرد کمرنگ شده سپس قهوه اي شده و مي ميرد.

گوگرد :
شايد مهمترين نقش گوگرد سنتزآمينو اسيدهاي گوگرددار باشد. تقريباً ۹۰ درصد گوگرد در گياه به اين صورت درمي آيد. گوگرد چه جزء ساختمان هاي کلروفيل نيست ولي براي آن لازم است. اين عنصر در توليد

روغن گياهي نيز دخيل مي باشد. غلظت گوگرد در گياه بين ۰/۱ تا ۰/٤ درصد وزن خشک است. گوگرد ظاهراً عنصر غيرمتحرک مي باشد.
کمبود آن اثر شديدي بر توقف رشد گياه داشته و گياهاني که از کمبود اين عنصر رنج مي برند به طور يکنواختي رنگ پريده و داراي توقف رشد بوده و داراي ساقه هاي نازک دوکي شکل مي باشند. در بسياري از گياهان علائم کمبود آن شبيه علائم کمبود ازت است با اين تفاوت که در مورد گوگرد قسمت هاي جوان بيشتر مبتلا مي باشند.