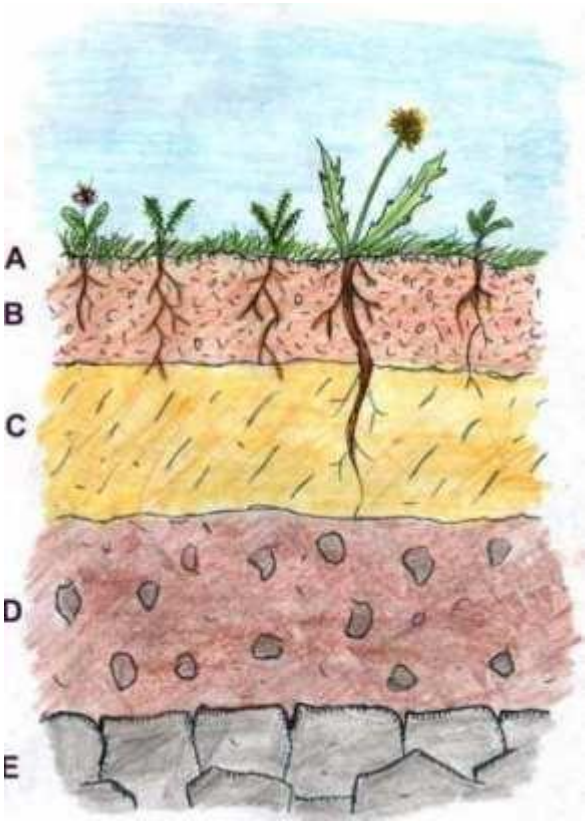
المقدمة:

التربة: هي الطبقة السطحية الهشة أو المفتتة التي تغطي سطح الأرض .تتكون التربة من مواد صخرية مفتتة خضعت من قبل للتغيير بسبب تعرضها للعوامل البيئية والبيولوجية والكيمائية، ومن بينها عوامل التعرية .ومن الجدير بالذكر إن التربة تختلف عن مكوناتها الصخرية الأساسية والتي يرجع السبب في تغييرها لعمليات التفاعل التي تحدث بين الأغلفة الأربعة لسطح الأرض، وهي الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الجوي والغلاف الحيوي. ونستنتج من ذلك إن التربة تعد مزيجاً من المكونات العضوية والمعدنية التي تتألف منها التربة.

إن مفهوم كيمياء التربة –وكأي فرع من فروع العلوم المختلفة – قد تغير كثيرا عبر السنوات الماضية حيث تشير التقارير إلى إن العالم ديفي يعتبر أول مختص بكيمياء التربة، حيث كان هذا العلامة مهتم بالتربة باعتبارها مصدرا للعناصر القلوية والقلوية الأرضية المهمة للصناعة وتضمنت محاضراته أيضا العديد من الملاحظات حول العناصر المهمة في تغذية النبات. إن تطور مفهوم كيمياء التربة عبر السنوات كان بالدرجة الأساسية من خلال ظهوره مشاكل جديدة وباستمرار عند استغلال الأراضي للإغراض الزراعية حيث حفزت هذه المشاكل المختصين في كيمياء للتفتيش عن حلول لمعالجة مثل هذه المشاكل، وبالفعل فقد عالج علم الكيمياء التربة كثير من المشاكل المتعلقة بانخفاض إنتاجية عدد كبير من الترب مثل الترب الحامضية والقلوية والملحية والكلسية والرملية. فقد لوحظ مثلا إن الكثير من الترب في المناطق الممطرة والباردة، لا يمكن لها إن تنبت محاصيل الذرة أو محاصيل الجت والبرسيم بالرغم من توفر العناصر الغذائية وهذا أدى إلى التفكير بوجود عوامل أخرى– بالإضافة إلى تواجد العناصر الغذائية – تلعب دورا في تحديد نمو المحاصيل الزراعية ،وذلك باعتبار إن التربة نظام لتفاعل عدد كبير من المركبات الصلبة والذائبة منها وغير الذائبة في وسط سائل هو الماء. كما يوجد أيضا في هذا المحيط غازات ذائبة. وجميع هذه المواد الذائبة هي في حالة توازن ديناميكي مع ما يحيط بها في هذا الوسط.

وبهذا الشكل تمت السيطرة على مشكلة الترب الممطرة والباردة، والتي لوحظ إن مشكلتها الكبرى هو كونها تمتلك محيطا حامضياً بشكل طبيعي يعرقل نمو النبات. و أدى استعمال الكلس في هذه الترب إلى إزالة أثار الحموضة وجعل هذه الترب معتدلة التفاعل ذات قدرة عالية لإنتاج

المحاصيل .ونفس الشيء حدث بالنسبة لمشكلة القلوية حيث دفع وجود هذه المشكلة المختصين بكيمياء التربة إلى دراسة طبيعة الايونات وخاصة الصوديوم والكالسيوم وتأثيرها على الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة كما شجع تواجد هذه المشكلة على دراسة تطوير مفاهيم التبادل ألايوني واستعمالها في معالجة هذه المشكلة.



اهمية دراسة كيمياء التربة ودورها في الانتاج الزراعي:-

١- ان لدراسة التركيب المعدني للطور الصلب من مكونات نظام التربة اهمية قصوى في معرفة طبيعة مكونات مقد الترب وكذلك لتحديد مدى الاختلاف بالترسيب في افاق مقد التربة وكذلك في مال تصنيف الترب.

٢- يدخل الطين في تفاعلات كيميائية هامة نتيجة لخواصه الكهروكيميائية المختلفة مثل تبادل الايونات وتثبيت الايونات والتي تعتبر ذات اهمية في تحديد صفات التربة الكيميائية ومدى ملائمتها لتغذية النبات ويؤثر الطين على خواص التربة الفيزيائية مثل النفاذية والبناء وذلك نظرا لما لحبيبات الطين من صفات خاصة مثل الانتفاخ والتجمع والتفرق. هذا بالاضافة لكون معادن

الطين بحد ذاتها مصدرا لبعض العناصر اللازمة لنمو النبات خاصة العناصر الدقيقة التي تدخل في تركيب معادن الطين.

٣- يلعب الجزء العضوي من مكونات نظام التربة دورا رئيسا في زيادة خصوبة التربة وتحسين الانتاج الزراعي. فالمادة العضوية تساهم في زيادة تحسين خواص التربة الفيزياوية كما وانها تعمل كمخزن لكثير من العناصر الغذائية اللازمة للنبات. وتتاثر صلاحية كثير من هذه العناصر في صورتها غير العضوية ايضا بمحتوى التربة من المادة العضوية بسبب التفاعلات المتداخلة التي تتم بينهما.

٤- تهتم كيمياء التربة في تحديد كمية العناصر الغذائية والصور الكيميائية التي تتخذها والعوامل التي تؤثر على هذه الكمية وطبيعة الصور الكيميائية. وهذا يعيني دراسة حركة العناصر الغذائية من خلال التربة الى النبات وروع هذه العناصر مرة اخرى الى التربة وما يرافق ذلك من عمليات تحلل للمخلفات النباتية والحيوانية التي تصل الى التربة من مصادر متعددة . ان الفهم الدقيق لعمليات التحلل (decomposition processes) وما يرافق ذلك من تغيرات في العمليات الكيميائية والفيزيوكيميائية بالتربة ومحلول التربة يساهم في معرفة المسار الصحيح في حل بعض المشاكل المتعلقة بعلاقة التربة والنبات . ولا بد من الاشارة الى الكميات المتزايدة في استخدام الاسمدة المعدنية والعضوية رغبة في الوصول الى اقصى انتاجية ولدراسة كيمياء التربة تأثير ايجابي فعال ومساعد في زيادة كفاءة هذه الاسمدة من خلال فهم طبيعة التداخل بين مكونات السماد ومكونات التربة والتأثيرات المختلفة.

المكونات الصلبة المعدنية للتربة

تتكون التربة نتيجة عمليات تغير طويلة في مواد الاصل. وتحتوي التربة على نوتج تجوية (Weathering) هذه المواد، وكذلك نواتج تحلل الاحياء النباتية والحيوانية. ونتيجة التفاعل والتأثير المتبادل بين المواد المعدنية والعضوية وبمشاركة الاحياء يكون المركب المعقد للتربة (soil complex) ترتبط صفات هذا المركب في ظروف معينة ارتباط كبير بطبيعة المناخ والطوبغرافية وعمليات تكوين التربة.

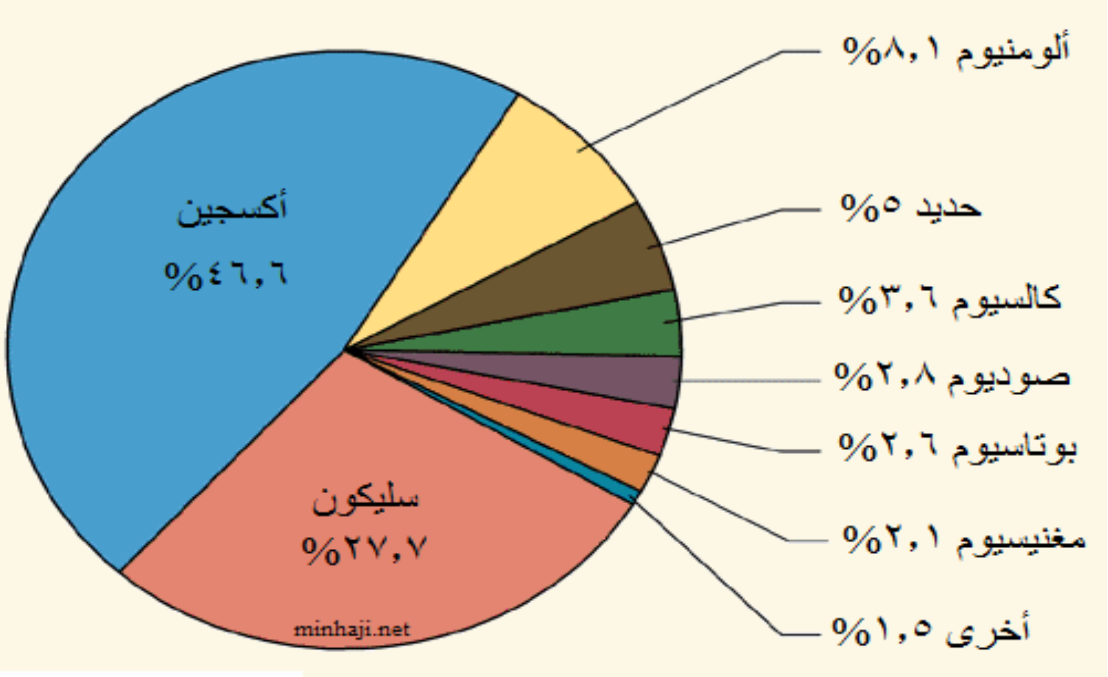
تعريف معقد التربة (soil complex) : هو مادة التربة بما تحتويه من صور المادة المختلفة (صلبة وسائلة وغازية) وبما فيها من نشاط حيوي نباتي وحيواني.

وتتطلب دراسة العلاقات المختلفة بين النباتات والترب الاهتمام بمعرفة خواص وصفات المعادن المكونة للأرض، ذلك لأنه لا يمكن أيجاد علاقة مباشرة أو ارتباط وثيق بين نسبة العناصر في التركيب الكيميائي الكلي للأرض وبين نمو النبات. وقد أدى هذا النوع من المعرفة الى مفهوم صلاحية (Availability) أو جاهزية العناصر الغذائية للنبات، والتركيز بصفة خاصة على الصور المختلفة للعنصر في الارض وليس على نسبته الكلية فقط. فقد يكون العنصر موجودا في الارض بكمية كلية كافية الا انه في صور معدنية أو كيميائية غير جاهزة أو صالحة لاستعمال النباتات.

التركيب الكيميائي للقشرة الارضية والتربة الناتجة عنها

تتكون القشرة الارضية بصفة اساسية من ٩٢ عنصراً من عناصر المجموعة الارضية (Lithophile Elements) اما الشائعة في تركيب السليكات في الترب وتدخل هذه العناصر في تركيب اكثر من الفين من المركبات الكيميائية أو المعادن (Minerals) الا انه ورغم وجود هذا العدد الهائل من العناصر والمعادن، فأن عدداً قليلاً منها فقط هو الذي يكون الجزء الاكبر من القشرة الارضية. وعليه فأن ثمانية عناصر فقط تكون تقريباً ٩٨% من وزن وحجم هذه القشرة الارضية.

عناصر المجموعة الارضية : عبارة عن العناصر التي مصدرها صخور ومعادن القشرة الارضية وهي حوالي ٩٢ عنصراً.



التركيب المعدني للقشرة الارضية

تتواجد معظم العناصر في صورة اتحادات بين عنصرين او اكثر مكونة مركبات يطلق عليها المعادن، ومخلوط هذه المعادن والذي يوجد في الطبيعة يسمى صخراً.

- المعدن Mineral : جسم طبيعي غير عضوي له تركيب كيميائي ثابت ومتجانس وله شكل بلوري محدد يعكس صفات فيزيائية ثابتة.
- الصخر Rock : جسم طبيعي غير عضوي مكون من معدن واحد متعدد الشوائب وغير متجانس، أو من مخلوط من المعادن المتقاربة في ظروف نشأتها.

وبناء على تعريف المعدن السابق ذكره، فأن اية مادة تصنع في المختبر (اي غير طبيعية) ليست معدناً . حيث يجب انطباق الشروط الثلاثة (الترتيب الداخلي للذرات، والتركيب الكيمياوي والصفات الفيزيائية) على اية مادة معدنية.

ان التركيب البلوري لأي معدن يعتبر مميزاً له، ويفرقه عن المعادن الاخرى حتى ولو كانت لها نفس التركيب الكيميائي مثل كل من الماس Diamond الذي هو اصلب مادة طبيعية والجرافيت

Graphite الذي يعتبر من المواد الهشة جداً حيث يتكون من نفس العنصر وهو الكربون، الا ان تركيبهما الذري يختلف وان التكرر الذي يحدث في الذرات والمستويات التي تكونها يؤديان الى شكل خارجي معين اذا كانت ظروف تكون المعدن مؤاتية لذلك.

الخاصية	الماس	الجرافيت
التركيب البلوري	ترتبط فيه كل ذرة كربون مع أربع ذرات كربون مكونة بلورات ثمانية الأوجه.	ترتبط فيه كل ذرة كربون مع ثلاث ذرات أخرى مكونة أشكال سداسية وفي صفائح متوازية.

١ـ **الصخور النارية : (Igneous rock)** وهي الصخور التي تجمدت من المواد المنصهرة في باطن الارض والتي يطلق عليها مكما (Magma) او لافا (Lava) نتيجة تعرضها لأي من عوامل التبريد، ومثال ذلك صخور الجرانيت والبازلت.

وقد تقسم الصخور النارية حسب اماكن تجمدها في القشرة الارضية الى:-

أـ صخور نارية بركانية (Volcanic) أو سطحية (Extrusive) وهي الناتجة من التبريد المفاجيء للمصهور البركاني عند تعرضه للهواء الجوي وتكون ذات نسيج زجاجي غير متبلور او ذات بلورات دقيقة جداً وهي تتواجد على سطح القشرة الارضية.

ب ــ صخور نارية جوفية (Plutonic) او داخلية (Intrusive) وهي الناتجة من التبريد البطيء للمكما على اعماق مختلفة من القشرة الارضية، وكون بلورات المعادن المكونة لها كبيرة الحجم، وقد يتعاقب فيها التبريد السريع والبطيء، فيكون نوع من الصخور لها نسيج بورفيري (Porphyric Structure)، والتي تحتوي على خليط من البلورات الكبيرة والصغيرة.

وتختلف الصخور النارية فيما بينها في التركيب المعدني والكيميائي حسب تركيب المصهورات الصخرية وظروف تبريدها وتصلبها، ولذا فأنها تقسم من الناحية الكيميائية وحسب محتواها من ثاني اوكسيد السليكون (Sio_2) الى المجموعات التالية:-

أ- صخور حامضية : وهي الصخور التي نسبة (Sio_2) اكثر من ٦٥% ويتواجد فيها معدن الكوارتز بصورة حرة ومن امثلتها صخور الجرانيت Granite

ب-صخور متعادلة (متوسطة) : وهي الصخور التي نسبة (Sio_2) في النطاق من ٥٢ – ٦٥ % ولا يوجد بها كوارتز حر ومن امثلتها صخور الديوريت Diorite

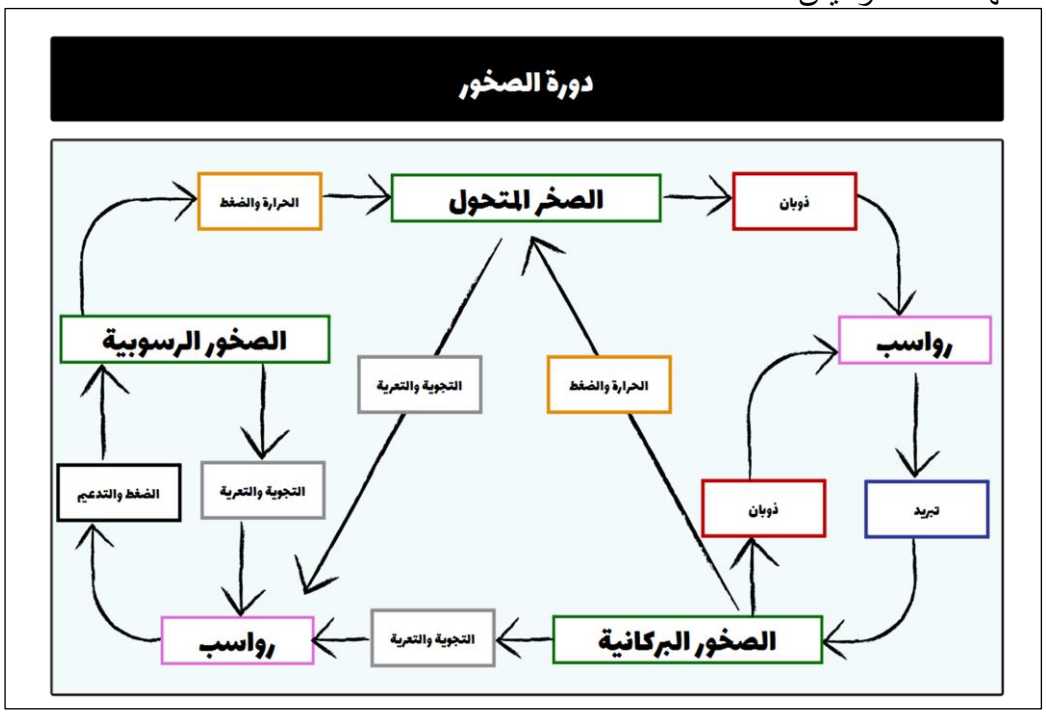
ت-صخور قاعدية : وهي الصخور التي بها نسبة (Sio_2) اقل من ٥٢ % وتوجد بها اكاسيد سداسية في صورة حرة (اكاسيد الحديد والالمنيوم)، ومن امثلتها صخر البازلت Basalt.

وتكون الصخور النارية حوالي ٩٥ % من القشرة الارضية (Earth Crust)

٢- **الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks)** وتشمل جميع المواد الارضية التي ترسبت بواسطة عوامل الطبيعة مثل المياه والرياح والثلج والنبات والحيوان ومن امثلتها الحجر الرملي والحجر الجيري والطين، ويمكن النظر الى التربة على انها صخراً رسوبياً بل ان التربة تعتبر مصدراً هاماً لتكوين الصخور الرسوبية في الدورة الجيوكيميائية في الطبيعة. ولقد كانت في وقت من الاوقات صخراً أو حبيبات معدنية او مواد ذائبة ما لبثت ان تماسكت او التحمت وتحولت الى كتل صلبة. وتساهم المادة اللاحمة في جزء من تسمية الصخور الرسوبية مثل الكاربونات

الجيرية Calcareous كما في حالة تواجد الكربونات في الاحجار الرملية الجيرية وكذلك الصخور السليكاتية Siliceous في حالة ما تكون السليكا Sio_2 هي المادة اللاحمة. وتبلغ نسبة الصخور في القشرة الارضية حوالي ٤.٥% الا انها اهم مواد اصل التربة وذلك لانها تغطي نسبة كبيرة حوالي ٧٥% من مساحة اليابسة على سطح الكرة الارضية.

٣- **الصخور المتحولة : (Metamorphic Rocks)** وهي الصخور التي كانت في اول تكوينها اما نارية او رسوبية ثم تأثرت بعوامل ادت الى تعرضها اما الى حرارة مرتفعة او لضغط شديد او الاثنين معاً مما ادى الى تحولها الى صخر ذي معالم جديدة ليست للصخر الاصلي ومن امثلتها الشست والنيس.



وتتميز الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks) بصلادتها اكثر من الصخور النارية او الرسوبية او حتى التي نشأ منه الصخر المتحول والذي بتجويته يعطي ترب متماثلة، وتبلغ نسبتها في القشرة الارضية حوالي ٠.٥ %.

وعلى مدى ملايين السنين التي مرت على تكوين القشرة الارضية العديد من التغيرات والتحولات على الصخور الارضية نتيجة التداخل والتفاعل الحادث بين نطاقات الارض الصخرية (Lithosphere) والجوية (atmosphere) والمائية (Hydrosphere) والحيوية (Biosphere) ويطلق على هذه التغيرات عمليات التجوية (Weathering).

المعادن الاولية والثانوية في التربة

يمكن تصنيف معادن التربة الى

-أ- المعادن الاولية : تكونت هذه المعادن في درجات حرارة عالية جدا وموادها الاولية جاءت من الصخور النارية بنسبة كبيرة ومن الصخور المتحولة او قد تكونت اثناء دورة ترسيب معينة، ولم يجري عليها اي تحول كيميائي. وتدعى بالمعادن الاولية (Primary Minerales)

ب- المعادن الثانوية (Secondary Mineraes)

معادن تكونت في درجات حرارة واطئة وموادها جاءت او توارثت على الاكثر من الصخور الرسوبية وتجمعت في التربة من جراء عملية التجوية.

فالمعادن الاولية التي توارثت من الصخور المولدة الام والمسماة بـ (parent rocks) تكون اساس معظم الجزء الرملي وجزء الغرين من التربة وحبيبات الرمل التي بقطر (0.05 - 1 ملم) وحبيبات الغرين والتي بقطر (0.05 - 0.002) ملم وتحوي مجموعة المعادن التي تمثل المكونات الاساسية من المعادن الاولية المكونة للتربة وتمثل مركبات السليكا Sio_2 (Quarts) والفلدسبار والبروكسين والامفيول والاولفين حيث تكون الجزء الاساس من المعادن الاولية في بناء التربة.

أهم المعادن الموجودة في التربة

١- الفلدسبار : مركب من الالمينو سليكات غير المائية للصوديوم او الكالسيوم او احياناً الباريوم يكون هذا المعدن حوالي 60 % من الصخور النارية وزناً.

ان تجوية معادن الفلدسبار على اختلاف تراكيبها يجري في الطبيعة بصورة مستمرة حيث تتحول نسب كبيرة من هذا المعدن لتمد القشرة الارضية بالبوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم وتقسم معادن الفلدسبار الى مجموعتين هما :

أ- الاورثوكليز Orthoclase

ب- البلاكليوكيز Plagiociase

٢- معدن البيروكسين والامفيول Pyroxenes and Amphioles

تدعى هذه المعادن بمعادن الحديد والمغنيسيوم وهي عموماً معادن داكنة اللون تكون 17% من الصخور النارية.

٣- معدن الاولفين : هذا المعدن مكون من سليكا تتراهيدرا والفرق الرئيسي بين هذا المعدن وبين البيروكسين من جهة والفدسبار من جهة ثانية كون الاولفين يتكون من مجاميع مستقلة من السليكا تتراهيدرا وتكون معادلة كهربائياً وليس هناك مجال للتبادل الحاصل للسليكا بالالومينا.

٤- المايكا : (Mica)

تعتبر المايكا من المعادن الاولية السهلة التجوية. وهي مركبات من سليكات الالمنيوم مسطحة التركيب وتعتبر ذات انتشار واسع في التربة ومن اهم انواع المايكا البيوتايت والموسكوفايت .

٥- السليكا : يكون هذا المركب نسبة عالية من مكونات التربة سيما الجزء الخشن وتكون في الغالب ذات شكل متبلور كما هي الحال في معدن الكوارتز ومعدن الكرستوبليت.

٦- المعادن الكاربونية :اكثر هذه المعادن انتشاراً في الطبيعة هو كاربونات الكالسيوم $CaCo_3$ ويعم انتشاره في ترب المناطق الجافة والشبه الجافة وينحسر عن الافاق العليا في المناطق المعتدلة والممطرة.

المعادن الثانوية Secondary Minerals

ومن اهم هذه المعادن – معادن الطين. وتاتي الاكاسيد الحرة للحديد وللالومينا والهيدروكسيدات والسليكا والتي تقع حجوم جزيئاتها ضمن الجزء الغروي وهو الاقل من 0.002 ملم في المرتبة الثانية بعد معادن الطين حيث انها نتجت من تحلل المعادن الاولية.

ان اهمية دراسة المعادن الطينية والتي تمثل الجزء الغروي هامة واساسية لان هذا الجزء يعد الجزء الفعال في التربة نظراً للصفات التي يتصف بها الغروي ومنها مسك الايونات وتثبيت البعض منها ومدى اهمية هذه الصفات في تغذية النبات وقابلية الغروي ايضاً على مسك الماء والاحتفاظ به وعلى ثبات بناء حبيبات التربة بالإضافة لما يحتويه هذا الجزء من معادن وعناصر اساسية وثانوية هامة يحتاجها النبات في نموه الطبيعي.

تقسيم معادن الطين

اولاً : المعادن غير المتبلورة : نسبة وجودها في الطبيعة قليلة جداً

ثانياً : المعادن المتبلورة : ويقسم بدوره الى

أ- النوع المكون من طبقتين: وهي مركبات بشكل صفائح تتكون من وحدات تكون صفيحة من السليكا يحيط بها الاوكسجين بشكل وحدات تتراهيدرا تليها صفيحة ثانية قوامها الالمنيوم

المحاط بذرات الاوكسجين او الهيدروكسيل والذي يشكل وحدات الاوكتاهيدرا. ويقع ضمن هذا النوع:

١- المعادن الطينية متساوية الابعاد ومنها معادن الكاؤولينات

٢- المعادن الطينية ذات الاستطالة : وهي معادن طينية ثنائية الطبقات تتكون من طبقة سليكا – واوكسجين تكون التتراهيدرا ومن طبقة الومينا – اوكسجين تكون اوكتاهيدرا ومن اهم هذه المعادن معدن الهلوسايت. ان سبب الاستطالة يعود الى وجود طبقة من الماء (٤جزيئات) ممسوكة برابطة هايدروجينية بين الطبقات وهذا يؤدي الى استطالة البعد البلوري العمودي ليكون اكثر طولا من بقية المعادن.

ب-النوع المكون من ثلاث طبقات. طبقتين مكون كل منها من السليكا – اوكسجين ذات تركيب تتراهيدرا تقع بينهما طبقة من الالمونيا – اوكسجين ذات تركيب اوكتاهيدرا ومن انوعها:

١- المتمدد الطبقات ويقع ضمنها نوع متساوي الابعاد مثل المونتمورلونايت والمستطيلة مثل الفيرموكيولايت.

٢- غير متمدد الطبقات ومن ضمنها معادن اللايت illite

جـ- النوع المكون من مزيج من طبقات : وهو عبارة عن تراكم او تتابع طبقات من مختلف المجاميع تتراصف على بعضها ومنها مجموعة المعادن الطينية المسماة بالكلورايت.

د- نوع من المركبات تشبه السلسلة : وقد تتكون من وحدات السليكا – اوكسجين ذات التركيب التتراهيدرا من الاوكسجين او الهيدروكسيل وهذه بدورها ترتبط بذرة مغنيسيوم ومن انواع هذه المعادن الاتابولكايت ومعدن السبيولايت.

مصدر الشحنة في معادن الطين

١- الاواصر المكسورة Broken bondes

عندما يتكسر المعدن الى حبيبات صغيرة فأن الاواصر الموجودة على الحواف (حواف المعدن) تصبح اواصر غير مشبعة حيث يتم توازنها عن طريق امدصاص ايونات موجبة من المحلول الخارجي.

وهذه الاواصر المكسورة غير المشبعة تميل الى التواجد حول وحدات السليكا والالمنيوم. ويزداد عدد الاواصر المكسورة وبالتالي السعة التبادلية (الشحنة السالبة) الناشئة عنها بعد عملية الطحن وتحطيم حبيبات الطين. وكذلك التشوهات تؤدي الى زيادة الاواصر

المكسورة تحدث هذه التشوهات في الهيكل البنائي لمعادن الطين وبالتالي تزداد السعة التبادلية كلما قلت درجة التبلور وازداد التشوه البلوري.

وتعتبر الاواصر المكسورة مصدر الاساسي للسعة التبادلية لمعدن الكاؤولينايت والهالوسايت.

٢- الاحلال المتماثل Ismorphous substitution

احلال ايون محل ايون آخر في البلورة بدون ان يحدث تغير جوهري في البلورة ويجب ان يكون حجم الايون الذي يقوم بالاحلال مقارباً او مساوياً لحجم الايون الاصلي (المستبدل أو المزاح) ويتوقف ذلك عادة على درجة الحرارة والضغط والظروف التي يحدث تحتها التبلور.

٣- العيوب البلورية

يحدث في كثير من الاحيان ان لا تكون الظروف مناسبة ولا الزمن كافياً لحدوث التبلور المثالي للبلورات. وينشأ عن ذلك وجود فراغات في البلورة ترجع الى نقص عدد الايونات السالبة أو الموجبة. فأذا كان النقص في عدد الايونات الموجبة اكبر من النقص في عدد الايونات السالبة المكونة للبلورة ادى ذلك الى اكتساب جسم البلورة شحنات سالبة. وتتعادل هذه الشحنات عن طريق جذب ايونات خارجية الى البلورة. وهذه الطريقة يمكن ان تؤدي الى أكتساب البلورات شحنات موجبة.

طرق تشخيص معادن الطين

من اهم الطرق المستخدمة في التحليل المعدني للطين هي:

١- الاشعه السينية المنكسرة

٢- التحليل الكيمائي الكلي

٣- التحليل الحراري

٤- الاشعة تحت الحمراء

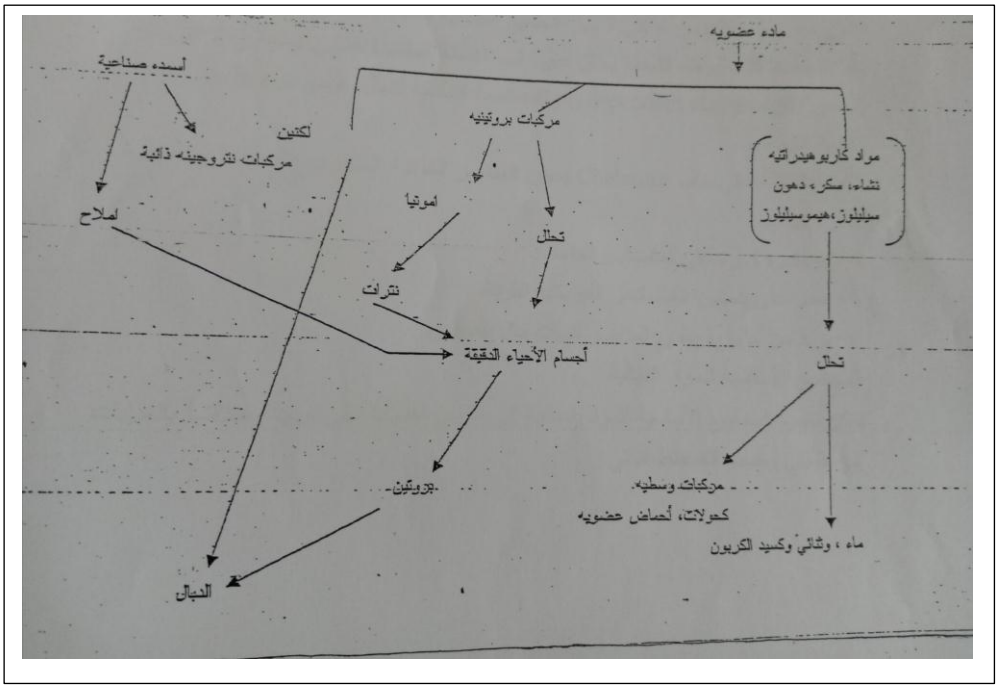
٥- الميكروسكوب الاليكتروني

٦- تقدير السعة التبادلية الكاتيونية

تكوين الدبال

عند اضافة المواد العضوية الى التربة تبدا عملية التحلل بواسطة الاحياء الدقيقة وتقوم هذه الاحياء بأكسدة المركبات بسيطة التركيب الكيميائي اولا كالسكريات والاحماض العضوية. بعد ذلك تبدا في تحليل المركبات الاكثر تعقيدا كالنشا والسيليلوز و هناك مركبات مثل اللكنين البروتينات المعقدة التركيب لا تتحلل بسهولة ولذلك تميل الى التجمع في التربة واثناء انحلال المواد العضوية تنوع الاحياء ويزداد عددها ويصحب ذلك ان يتحول جزء كبير من العناصر الموجودة في المادة العضوية الى بروتوبلازم خلايا الاحياء الدقيقة.

و عندما يختفي التركيب الاصلي او الاساس للمواد العضوية الاصلية او عندما يصعب التعرف عليه وتصبح المادة المتبقية بنية الى سوداء اللون كما انها تكون مقاومة للتحلل نسبيا فان هذه البقايا تسمى بصفه عامه بالدبال humus . والدبال مخلوط معقد من المركبات صعبة الانحلال كالكنين والبروتين متحدا مع القواعد الموجودة في التربة و يحتوي على ٤٠ الى ٤٥ % مواد بروتينيه و كذلك تحتوي المواد الدبالية على كمية من السكريات المتعددة ومواد اخرى (مثل الاصماغ والاحماض النووية) والدبال مادة غنية بالتركيبات الحلقية والمخطط التالي يبين تكوين



ويختلف نوع الدبال وكميته باختلاف التركيب الكيميائي والطبيعي للمواد المتحللة كما يتوقف على نوع التربة و انواع الاحياء الدقيقة التي توجد فيها و على بعض العوامل الاخرى مثل الحرارة والرطوبة

الخواص الفيزيائية والكيميائية للدبال:-

ان المادة العضوية عبارة عن ماده معقدة جدا موجودة في الطبيعة وتنقسم الى مجموعتين

١- مركبات غير دبالية : وهي مواد عضوية تشتمل على جميع انواع المركبات في النباتات والحيوانات و احياء التربة التي توجد في التربة التي تحتفظ بها خواصها الطبيعية الاصلية وهي المواد التي تعتبر الفريسة السهلة نسبيا لاحياء التربة.

٢- مركبات دبالية : تمتاز هذه المواد بخواص فيزيائية وكيميائية عديدة اهمها :

١- يعتبر الدبال مخزن عند العناصر الغذائية.

٢- للدبال سعه التبادلية الكاتيونية تبلغ حوالي ٣٠٠ ملي مكافئ لكل 100 غرام اي اكثر بكثير من السعة التبادلية الكاتيونية للطين وترجع اسباب ذلك الى الانحلال والتاين للمجاميع الحامضية التي تدخل في تركيبات المجاميع الفعالة مثل المجاميع الكربوكسيلية والفينولية حيث يتم هذا التامين عند حدود PH من ٤ الى ٧ اما المجاميع الفينولية فتتأين عند حدود PH اكبر من ٧ وهذه الشحنة يطلق عليها اسم الشحنة المعتمدة على قيمه PH التربة -dependent charge PH وتتوقف السعه التبادلية للدبال على درجة حموضة وقلوية التربة

٣- له القابلية على خلب Chelating بعض العناصر الغذائية الصغرى وتجعلها بصوره جاهزة للنبات.

٤- له مقدره كبيرة على امتصاص الماء

٥- يعمل على تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة.

٦- يزيد من جاهزية بعض العناصر للنبات مثل الفسفور.

المجاميع الاساسية للمواد الدبالية

يمكن تقسيم المجاميع الاساسية للمواد الدبالية الى ما يلي اعتمادا على لونها وعلاقتها بالمذيبات

أ)- حوامض الهيومك Humic acids تتصف هذه الحوامض بالخصائص التالية

١- لا تمثل من الناحية الكيميائية حوامض محدده كما انها ليست ذات تركيب ثابت ومحدد

٢- تحتوي في تركيبها الكيميائي على مجاميع حلقية ومجاميع اليفاتية.

٣- الوزن الجزيئي معقد ويصل الى ٣٠٠,٠٠٠

٤- تحتوي على مجاميع وظيفيه او فعاله وهي عباره عن السلاسل الجانبية لذرات الكربون المتجمعة ومن هذه المجاميع كاربوكسيل والهيدروكسيل الفينولي والميثوكسيل والتي لها القابلية على التبادل مع الايونات الموجبة.

٥- لها دور كبير في تحسين بناء التربة.

٦- وجود الحوامض الامينية في نواتج التحليل الحامضي الحامض الهيومك يشير الى مشاركه البروتينات في تركيبها.

ب)- حامض الفولفيك Fulvic acids

يطلق على المواد الدباليه ذات اللون الاصفر الخفيف و التي تبقى في المحلول بعد التحميض للمستخلص القاعدي وترسيب حوامض الهيوميك منه اسم حوامض حامض الفولفيك وتتصف هذه الحوامض في الخصائص التالية:

١- يختلف التركيب العنصري للحوامض الفولفيك عن التركيب العنصري لحوامض الهيومك لكون المجموعة الاولى تحتوي على نسبه اقل من الكربون والنيتروجين ونسبه اكبر من الهيدروجين والاكسجين.

٢- تحتوي حوامض الفولفيك على المجاميع الحلقية والاليفاتية والجزء الحلقي له اقل من حامض الهيومك وكثرة المجاميع الاليفاتية حيث تحمل المجاميع الاليفاتية الصفات المحبة للماء اما المجاميع الحلقية فتحمل الصفات الكارهة للماء

٣- تحتوي حوامض الفولفيك على مجاميع وظيفيه او فعاله مثل الكربوكسي والهيدروكسيل والميثوكسيل.

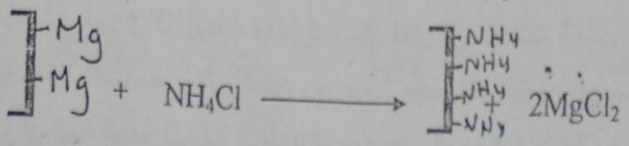
٤- نسبه النيتروجين في حامض الفوليك اقل منها في حامض الهيوميك.

٥- املاح حوامض الفولفيك مع عناصر المعادن القلوية ذائبه في الماء عند ظروف التربة الاعتيادية اما مع الالمنيوم والحديد فانها تكون مركبات معقدة ذات حركة كبيرة تترسب في حدود ضيقه فقط من درجات التفاعل و في هذه الحالة فان حركة المركبات المعقدة لحوامض الفولفيك مع اكاسيد الحديد اكثر من حركة مركبات المعقدة مع اكاسيد الالمنيوم وعلى ذلك فان سبب الغسل الشديد في عمليه تكوين ترب البودزول يعود الى حركة مركباته مع حوامض االفولفيك.

التبادل الكاتيوني Cation Exchange

يتم التبادل الايوني على سطوح المواد الحاملة لشحنة كهربائية بحيث ان الاجسام ذات الشحنة تجتذب الى سطحها ايونات ذات شحنة مخالفه لشحنتها ومكافئه لها تماما وتسمى هذه الايونات بالايونات المتبادلة exchange ions .

بمعنى ان الجسم السالب الشحنه يجذب الى سطحه كاتيون (ايونات موجبة) بالقدر الذي يعادل شحنته السالبة ، وان الجسم الذي يحمل شحنة موجبة يجذب الى سطحه انيونات (ايونات سالبة) تعادل شحنته الموجبة. وكما يلي



ويمكن تمثيل تفاعل التبادل الايوني ايضا بالمخطط التالي

$$Soil\text{-}A + B^{+} \leftrightarrows Soil\text{-}B + A^{+}$$

حيث ان السهم يشير الى ان التفاعل هو من نوع التفاعلات العكسية ويخضع الى حالة الاتزان Equilibrium وحسب الظروف المحيطة بالتفاعل. تتميز الاجزاء الغروية في الطين او المادة العضوية بانها تمتلك اسطحا عالية المساحه السطحية بالنسبة الى وحدة الكتلة وان اسطحها نشطة من الناحية الكيميائية. وكذلك فان معظمها يحمل شحنة كهربائية هذه الشحنة قد تكون شحنة دائمية permanent charge او شحنة كهربائية تتوقف على رقم الـ pH وتدعى pH dependent charge. الاولى تنشأ نتيجة لعملية الاحلال المتماثل في المعادن وتكون عادة موزعه توزيعا منتظما. اما الشحنة المتوقفة على رقم الـ pH فهي غير ثابتة متغيره الصفة وتنشأ نتيجة لتاين مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بالسيليكون ويمكن ملاحظتها ايضا في الحواف او الاركان التي يحدث عندها الانفصام او الكسر. اما المادة العضوية والتي تنشأ الشحنة عليها تكون نتيجة لتاين مجموعة الكاربوكسيل والهيدروكسيل او الهيدروكسيل الفينولية وهذه ايضا شحنة من النوع المتغير مع درجة الحموضة. تحمل تفاعلات التبادل اللايوني اهمية كبيرة جدا في تحديد الصفات الكيميائية والفيزيائيه للتربة من جهه وفي تغذية النبات من جهة اخرى.

~~السعة التبادلية الكاتيونية~~ سعة التبادلية الكاتيونية CEC

سميت بالكاتيونات المتبادله وذلك لانه بالامكان استبدالها بكتيونات اخرى وحسب اسس التبادل الكاتيوني. ويطلق على مجموعة الكاتيونات المتبادلة في وحدة وزنية معينة من التربة او المعدن بسعة التبادل الكاتيوني او السعة التبادلية الكاتيونية Cation Exchange Capacity (CEC) والوحدة المستخدمة للتعبير عنها هي ملليمكافئ / 100 غم

تربه. وتعتبر السعة التبادلية الكاتيونية قيمة وصفية مهمة للتربة حيث تعتبر دالة لعدد من الخواص والظروف المختلفة لها. وتعكس هذه الصفة مدى قابلية التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية ومدى تجهيزها للنبات اي بعبارة اخرى تعكس لنا الاحتياطي الغذائي للنبات في التربة وتختلف الترب من ناحية قيمة السعة التبادلية الكاتيونية وبشكل عام تتراوح من 10- 50 ملیمكافئ\100غرام تربة. تعتمد قيمة السعة التبادلية الكاتيونية على عدد من العوامل من اهمها ما يلي:

1- نسجة التربة Soil texture

لقد سبق ان اشرنا ان غرويات التربة التي تتصف باقطار اقل من 2 مايكرون تعتبر هي المسؤلة عن امتزاز الكاتيونات وتشارك بشكل فعال في تفاعلات التبادل الكاتيوني الجارية في التربة. ولما كانت مفصولات الطين وجزء من مفصولات الغرين تقع ضمن هذا الحد لذلك نتوقع ان قيمة السعة التبادلية الكاتيونية تعتمد على النسبة المئوية لهذة المفصولات بعبارة اخرى ان هذه القيمة تعتمد على التحليل الحجمي لدقائق التربة. وبشكل عام يمكن القول انه كلما زادت نسبة الطين في التربة كلما زادت قيمة السعة التبادلية الكاتيونية لها.

2- نوع الغرويات المعدنية Type of mineral colloids

ان دور الطين في تحديد قيمة السعة التبادلية الكاتيونية يرتبط بنوع المعدن الطيني حيث تختلف هذه المعادن في قيمة السعة التبادلية الكاتيونية وحسب الجدول التالي:

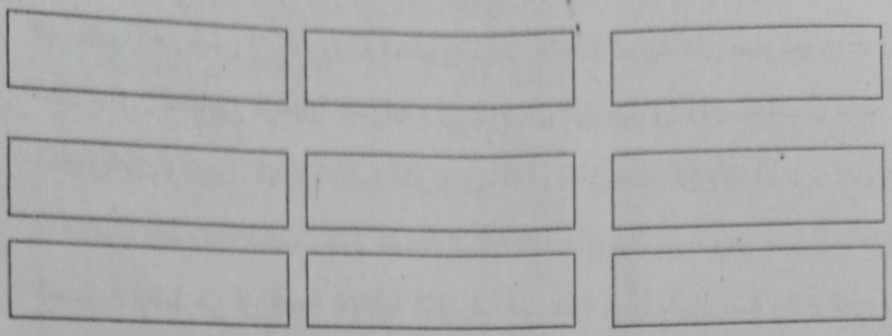
المعدن Mineral	السعة التبادلية الكاتيونية ملیمكافئ\100غم تربة
الكاؤلينايت	10
الالايت	40-30
المونتمورلينايت	100

ويعزى سبب الاختلاف في قيمة CEC لهذة المعادن الى اختلاف المساحة السطحية لها وطبيعة توزيع الشحنة الكهربائية على سطوح هذة المعادن. والجدول التالي يبين المساحة السطحية لهذة المعادن.

المعدن Mineral	المساحه السطحيه م^2 \غرام
الكاؤلينايت	15
الالايت	80
المونتمورلينايت	800

والمخطط التالي يوضح طبيعة توزيع الشحنة الكهربائية على سطوح هذة المعادن (الشكل 1)

الشكل (1) مخطط يوضح توزيع الكاتيونات المتبادلة على سطح بعض معادن الطين



المونتموروليناية　　الالايت　　الكاؤليناية

أن هذة المعلومات تشير الى ان CEC لمعدن المونتموروليناية اعلى من CEC لمعدن الكاؤليناية. وبالطبع فأن تواجد معدن المونتموروليناية بنسبة عالية في التربة يكسبها سعة تبادلية كايتونية عالية مقارنة بالتربة التي يتواجد فيها معدن الكاؤليناية بنسبة عالية لذلك فأن قيمة CEC لاتعتمد على النسبة المئوية للطين في التربة وانما تعتمد ايضا على نوع المعادن الداخلة في تركيب الطين ولقد وجد ان سحق وطحن معادن الطين يزيد من المساحة السطحية لها وبالتالي يزيد من قيمة السعة التبادلية الكايتونية لها.

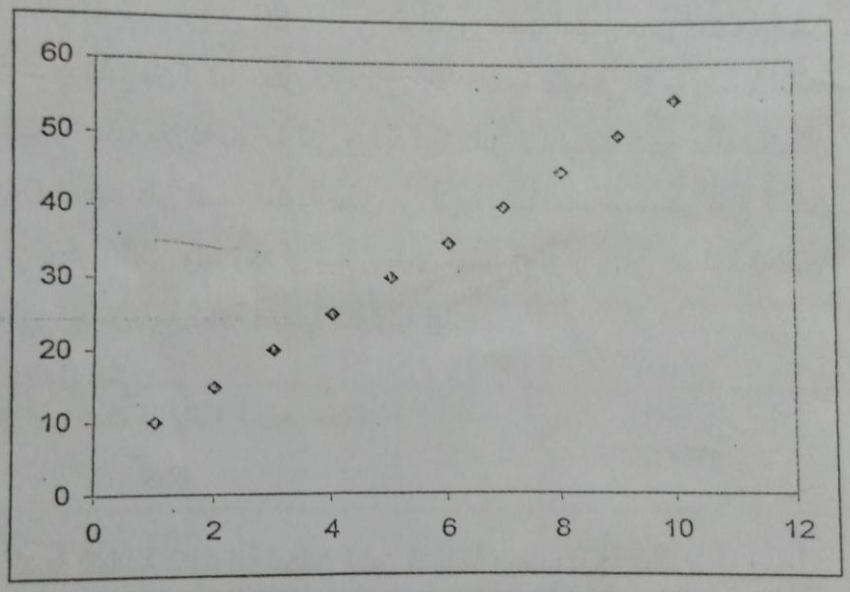
وحسب الجدول التالي

جدول / السعة التبادلية الكايتونية لمعادن الطين المختلفة وحسب درجة الطحن.

المعدن	السعة التبادلية الكاتيونية ملميكافئ \100 غم تربة		
	حجم الدقائق 0.15	بعد الطحن لمدة 72 ساعة	الزيادة في CEC بعد الطحن %
الكاؤليناية	8	70.4	880
المونتموروليناية	126	238	189
الالايت	10.5	76	742

3- المادة العضوية Organic matter

لقد سبق الاشارة الى ان الغرويات العضوية تحمل الشحنة السالبة على سطوحها وذلك بسبب تحلل جذور المجاميع الوظيفية المتواجدة في حوامض الهيوميك والفولفيك مثل مجموعة الكاربوكسيل والفينول هيدروكسيل والكاربونيل. كما وتتميز هذة الغرويات الاخرى بأنها تمتلز الكاتيونات فقط وذلك بسبب وجود الشحنة السالبة فقط على سطوحها. ومن مميزات الغرويات العضوية ايضا هي ان السعة التبادلية الكايتونية لها عالية نسبيا بالمقارنة مع الغرويات اللاعضوية حيث تتراوح السعة التبادلية لها من 100-300 ملي مكافئ \100 غم . وتوجد علاقة طردية بين قيمة السعة التبادلية الكايتونية والنسبة المئوية للمادة العضوية وكما في الشكل.



النسبة المئوية للمادة العضوية

4- درجة التفاعل PH

ان الجزء الاكبر من الشحنات السالبة الموجودة على سطوح معظم الغرويات المعدنية والعضوية يعتمد على درجة تفاعل الوسط. وتبعا لذلك فان كمية الكاتيونات المتبادلة او بعبارة اخرى CEC هي الاخرى تعتمد على درجة التفاعل. لذلك تعتبر درجة التفاعل احد العوامل الرئيسة المحددة لقيمة CEC ويختلف تاثير درجة التفاعل على قيمة الـ CEC باختلاف [illegible] معدني الكاؤلينايت والمونتموروليناية.

المعدن	السعة التبادلية الكاتيونية ملیمكافئ\ 100غم	
	درجة التفاعل pH 7	درجة التفاعل pH 8.5
الكاولينايت	8.2	13.1
المونتمورلينايت	28.4	33.5

حيث يظهر من الجدول ان CEC للمعادن تزداد مع زيادة درجة تفاعل الوسط. اما بالنسبة لـ CEC الغرويات العضوية فهي الاخرى تتاثر بدرجة التفاعل وتزداد بزيادتها.

حساب الـ CEC

مثال: لو فرضنا ان تربة تحتوي على 15% طين مونتمورلينايت و 10%كلورايت و 3% ماده عضوية فما هو مدى قابلية التربة على مسك الايونات الموجبة اذا علمت ان الـ CEC للمونتمورلينايت والكلورايت والمادة العضوية هي 80، 30، 200 ملیمكافئ \100 غم.

الحل

CEC للتربة = CEC للطين X نسبة الطين + CEC للمادة العضويةX نسبة المادة العضوية

= CEC للمونتمورلينايت X نسبته + CEC للكلورايتX نسبتة +CEC للمادة العضوية X نسبتها

= 0.01 X (3 X200+ 10 X30+ 15 X80)

= 21 ملي مكافئ\ 100 غم تربة

اكمل هنا المحاضرة

معادلات التبادل الايوني

تقسم هذه المعادلات الى معادلات طبيعية ومعادلات كيميائية. ان المعادلات التي تصف توزيع الايونات بين الطور الصلب والسائل من نظام التربة والطور الممتز تسمى معادلات تبادل ايوني. وهذه تقسم بدورها الى قسمين، القسم الاول تصف عملية التبادل الايوني كعملية طبيعية، والقسم الثاني يصفها بالعملية الكيميائية.

1- المعادلات الطبيعية

هذا النوع من المعادلات تصف التبادل الايوني بعملية مشابهة لاتزان الذائبات على سطوح الصلبه ومن هذه المعادلات:

1- معادلة فرندلخ Frenndlich

وهذه المعادله توضح العلاقه بين تركيز التوازن وبين الكميه الممتزه

$x/m = k_D{}^{1/n}$