المحاضرة السادسة

الغرويات وخواص التربة الكيميائية :

كلما صغر معدل قطر الدقائق الصلبة كلما زادت المساحة السطحية النوعية التي بدورها تؤثر في خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبايلوجية , وتمثل الدقائق الغروية الدقائق الصلبة التي قطرها اقل من 1 – 2 مايكرون ويسمى معلق الدقائق التي تتراوح اقطارها ضمن هذا المدى معلقا او محلولا . تتكون معظم الدقائق الغروية المعدنية في التربة من الاطيان اما الدقائق العضوية الغروية فتكون من الدبال .

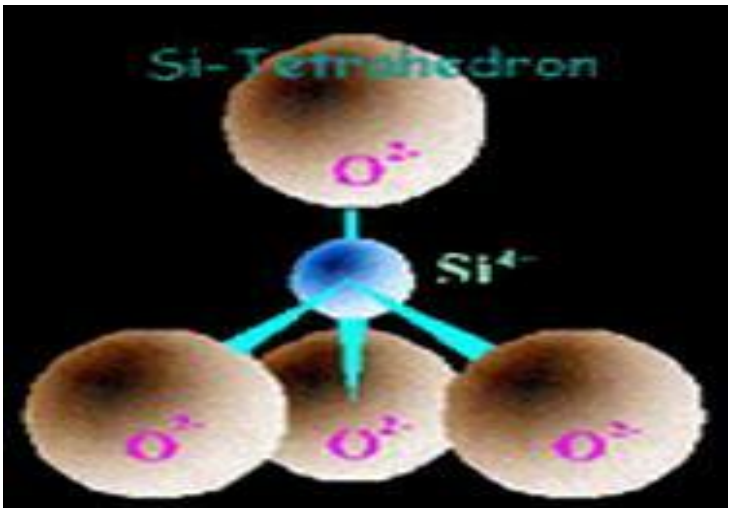
الغرويات المعدنية :

يتكون الجزء الاعظم من دقائق التربة المعدنية الغروية من المعادن الطينية وهناك مجموعتان من المعادن الطينية هي: -

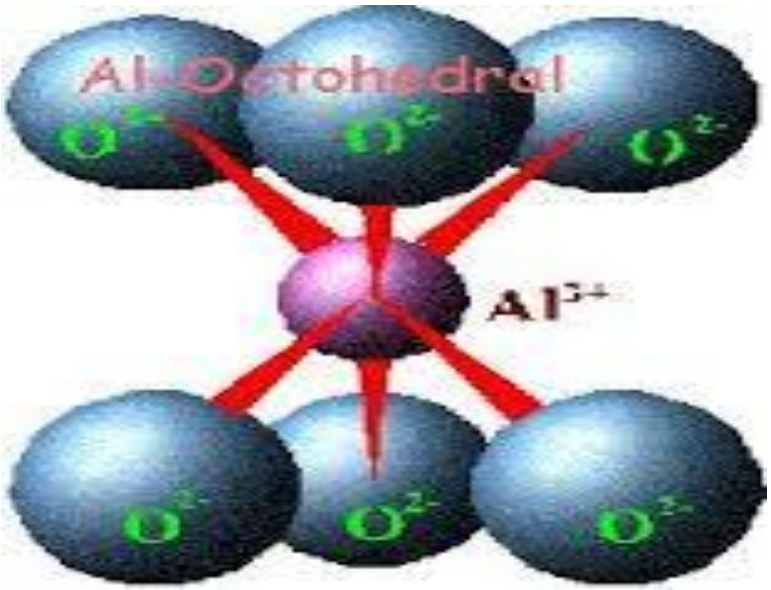
1. مجموعه الاطيان السليكاتية توجد عادة في ترب المناطق المعتدلة والمهمة زراعيا في انحاء العالم
2. مجموعه اكاسيد الحديد والالمنيوم المتميئة التي تكثر في ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وتسمى مجموعة الاطيان غير السليكاتية.

المعادن السليكاتية واطيان السليكات :

ان دقائق اطيان السليكات هي دقائق بلورية التركيب برغم صغر حجمها وتتألف وحدات بناء المعادن الطينية اما من **طبقات رباعية السطوح (Tetrasheets)** تتكون من الاوكسجين والسليكون والتي تسمى ايضا بطبقات السليكا (sillca layers) بحيث يتم تناسق كل ذرة من ذرات السليكون مع اربع ذرات من الاوكسجين



او **طبقات ثمانية السطوح** تتناسق فيها ذرات الالمنيوم او المغنسيوم مع ست ذرات من الاوكسجين او مجموعات الهيدروكسيل التي تحيط بذرة الالمنيوم او المغنسيوم ، ان ذرات الاوكسجين ومجموعات الهيدروكسيل تكون حلقات مقفلة سداسية الشكل وتسمى طبقة ثماني السطوح بطبقة الجبسايت اذا كان الالمنيوم هو الايون المركزي او طبقة البروسايت اذا كان المغنسيوم هو الايون المركزي .



وتنتظم طبقات رباعي السطوح وثماني السطوح في معظم المعادن الطينية بطرائق متعددة لتكوين المعادن الطينية المختلفة. فيمكن ان تشترك طبقة من رباعيه السطوح بواسطة ذرة اوكسجين القمة مع طبقة ثمانية السطوح مكونة طبقة مشتركة يطلق عليها common layer او قد يحصل ان تشترك طبقتين من السليكا (رباعية السطوح) مع طبقة من الالمونيا او المغنيسيا (ثمانية السطوح) لتكون معادن ثلاثية الطبقات .

في بعض المعادن نلاحظ ان موقعان من المواقع الثلاثه في ثمانية السطوح مشغولة بذرتين من الالمنيوم (ثلاثي التكافيء) اما الموقع الثالث فلا يوجد فيه ايون موجب وفي هذه الحالة يسمى التركيب ثنائي الاوكتاهيدرا (dioctahedra) وفي معادن اخرى تشغل المواقع الثلاثة بذرات مغنسيوم (ثنائي التكافؤ) ويسمى هذا التركيب بثلاثي الاوكتاهيدرا (Trioctahedra) . تتكون المعادن من طبقات عديدة من وحدات التتراهيدرا والاوكتاهايدرا وترتبط هذه الطبقات مع بعضها بواسطة قوى ضعيفة نسبيا مقارنة بالقوى الرابطة للذرات والمجموعات داخل كل طبقة ومصدر هذه القوة الضعيفة هي قوى فاندرويلس .

تقسم معادن الطين على اساس اعداد الطبقات وتركيبها الى عدد من المجاميع :

1- مجموعه السمكتايت smectite geoup

وتسمى غالبا مجموعه المونتموروليونايت وتضم العديد من معادن الطين مثل Mont والبايرايت و النترونايت والبايوتايت واهم معادن هذه المجموعه هي Mont من الناحية الزراعية ويكون هذا المعدن من النوع ثلاثي الطبقات (طبقتين من السليكا وطبقة من الالومينا) ترتبط مع بعضها عن طريق الاشتراك بذرات من الاوكسجين ويكون التركيب البلوري لهذه المجموعه من نوع 1:2 يؤدي تكديس الوحدات التركيبية لهذا المعدن فوق بعضها الى ان تكون ذرات الاوكسجين جنب بعضها لذلك فان التجاذب بين الوحدات التركيبية المختلفة يكاد يكون معدوما ولذلك فان من السهولة ان يتكسر هذا الطين وكذلك فان هذه الطبقات تتمدد وتتقلص بسهولة عند الترطيب والتجفيف , ويحصل في هذه المعادن ابدال عدد من ذرات الالمنيوم بذرات المغنسيوم ويسمى بالإحلال المتماثل ونتيجة الفرق في الشحنات ستكون السطوح مشحونة بشحنه سالبة قوية مما يجذب عدد من الايونات الموجبة بقوة بحيث لا تغسل بالماء المار خلال المسامات ولكن يمكن ابدالها بايونات موجبة اخرى .

2- مجموعه الكانديت kandit group

وتسمى غالبا مجموعه الكاؤلينايت نسبة الى احد اهم افرادها وهو الكاؤلونايت وتشمل هذه المجموعة الهالوسايت والتكرايت و الانوكسايت والدكايت وغيرها وتتكون الوحدات التركيبية هذة لمجموعه من طبقة من السليكا (رباعية السطوح) وطبقة من الالومينا (ثمانية السطوح) لذلك فان التركيب البلوري لهذه المجموعه من نوع 1: 1 ترتبط طبقات السليكا مع طبقات الالومينا عن طريق الاشتراك بذرات من الاوكسجين وتتكون دقائق الكاوؤلينات من عدد من الطبقات فوق بعضها حيث تكون ذرات الهيدروكسيل من طبقة ثماني السطوح ملتصقة الى ذرات الاوكسجين في البلورة المجاورة لها من خلال اواصر هيدروجينية وهذا الارتباط قوي ولذلك فان هذا الترابط يؤدي الى تكوين دقائق كبيرة الحجم مما يزيد من نفاذية التربة وهذه المعادن بسبب الارتباط القوي فأنها لا تتمدد ولا تتقلص كما في Mont

كذلك يعتمد هذا المعدن على مسك الماء من قبل السطوح الخارجية فقط ولهذا تكون قابليته قليلة على مسك الماء , كما ان الاحلال المتماثل غير موجود في هذا المعدن , اما مصدر الشحنة المنخفضة في هذا المعدن فهو من خلال تكسر الحواف وانطلاق الهيدروجين من ذرة الهيدروكسيل بالإضافة الى عدم تعادل بعض ذرات الاوكسجين الموجودة في التركيب البلوري .

س/ قارن بين معدني المونتموريلونايت والكاؤلنايت (من حيث نوع الطبقات – التمدد والتقلص – الاحلال المتماثل) .

3- مجموعه المايكا المتادردة (المتميئة) Hydrous mica group

وهذه المجموعه من نوع اطيان (2:1) وتشمل هذه المجموعه معدن الاليت وفيه يحصل احلال متماثل كما يقارب ربع ايونات السليكون بواسطة ايونات الالمنيوم اضافة الى حصول احلال متماثل في طبقة الاوكتاهيدرا كما في حالة المونتمورولونايت ونظرا لحصول الاحلال المتماثل في طبقة التترتهيدرا وقرب هذة الطبقة من سطح الوحدة التركيبية لذا فان تركيز الشحنة السالبة يكون اكثر شدة مما في حالة Mont وعند وجود البوتاسيوم يدخل هذا الايون في الفتحة السداسية في طبقة التترتهيدرا ويقوم بربط السطوح مع بعضها وبالتالي منعها من التمدد وتساوي قابليته هذا المعدن على التبادل 1/3 القابلية الموجودة في معدن Mont

الكلورايت chlorites

وهي مجموعه من المعادن الطينية تشبه من ناحية التركيب مع الاطيان ثلاثية الطبقات بالاضافة الى احتوائها على طبقة من البروسايت او الجبسايت محل الايونات الموجبة بين طبقات . Mont ويميز هذه المجموعه بانخفاض قابليته على تبادل الايونات الموجبة .

الاوتابولكايت attapulgite

وهي عبارة عن الياف من معادن سليكات المغنسيوم المتادردة وتكون على شكل دقائق ابرية تختلف عن سابقاتها من ناحية مواقع الطبقات التتراهيدرا والاوكتا هيدرا .

الغرويات العضوية :

ان الانسجة النباتية والحيوانية المضافة الى التربة من البقايا النباتية والمخلفات الحيوانية والاحياء الميتة او التي يضيفها الانسان الى التربة تعاني تحللا بواسطة احياء التربة الدقيقة التي تهاجمها لغرض الحصول على الكاربون كمصدر للطاقة وينتج من عملية التحلل مجموعه من العناصر الغذائية التي قد تمسك من قبل سطح دقائق التربة او تغسل بواسطة مياه الري او الامطار او قد تفقد الى الجو على شكل غاز ات مثل N , N_2O , co_2 وهناك القسم المتبقي من المادة العضوية الذي يقاوم التحلل مثل اللكنين والشموع والاصماغ والزيوت والدهون وقسم يعاد تركيبة بواسطة احياء التربة كالسكريات وغيرها والتي ترجع الى التربة عند موت هذه الاحياء . وتعرف المواد المقاومة للتحلل بالدبال

والذي هو مزيج من المواد غروية غير بلورية معقدة التركيب غامقة اللون مقاومة للتحلل تتكون من اللكنين ومواد اخرى غير قابلة للتحلل ومن مواد اعيد تركيبها بواسطة الاحياء الدقيقة وتكون ثابتة التركيب او البناء نسبيا.

يمتلك الدبال مساحة سطحية نوعية عالية تفوق المساحة السطحية للطين حيث تصل 150- 400 ملي مكافيء / 100 غم ويمتلك الدبال سعة تبادلية عالية بسبب احتواءه على شحنات سالبة ناتجة من تأين المجاميع الفعالة التي يحتويها مثل **الكاربوكسيل (-OH) والفينول (-COOH) التي ينتج عنها انفصال ايون الهيدروجين عن بعض تلك المجاميع وبتأثير pH الوسط كما سيوضح ذلك في فصل اخر**. يتكون الدبال من ثلاثة اجزاء هي **حامض الفولفيك** Fulvic الذي يذوب في الحوامض والقواعد وله لون فاتح ووزنه جزيئي قليل **وحامض الهيوميك** humic acid الذي يذوب في القواعد ولا يذوب في الحوامض ولة وزن جزيئي متوسط ولون متوسط ثم **الهيومين** humin الذي لا يذوب في الحوامض والقواعد وذا وزن جزيئي عالي جدا ولون غامق .

س / عرف الدبال وبين اجزائه ومصادر الشحنة السالبة فيه ؟

ادمصاص وتبادل الايونات في التربة :

نظرا لامتلاك الدقائق الغروية (الطين والمادة العضوية) على الشحنة السالبة ، بسبب الاحلال المتماثل (يقصد به استبدال ايون موجب في الشبكة البلورية بأيون موجب ما من الوسط المحيط بالبلورة وعادة يكون هذا الايون الموجب مساوياً بالحجم للايون المستبدل ومختلف عنه بالتكافؤ. هذا النوع يحدث عند عملية التبلور ولا يقود الى اي تشويهات في بناء الشبكة البلورية). وتكسر حواف الطين (عبارة عن الشحنة غير المشبعة الموجودة على حافات الدقائق الغروية ألمعدنية وهذه الاواصر المكسورة تكون بين الاوكسجين او الاوكسجين والألمنيوم). وانفصال ايونات الهيدروجين من بعض المجاميع الفعالة في الدبال شحنات معظمها سالبة فيتم ادمصاص الماء والايونات وفي المعادن السليكاتية تكون معظم الايونات الممدصة موجبة الشحنة وتاتي هذة الايونات الموجبة الى محلول التربة من فعل التجوية او التسميد او من عملية الاستصلاح وتمدص وتخزن على السطوح الغروية بشكل قابل للتبادل والامتصاص من قبل النبات . ان سرعه وسهولة حصول عملية التبادل تتغير حسب شحنه السطوح والايونات الممدصة والذائبة ودرجة حموضة التربة والحرارة ونسبة الرطوبة وعوامل اخرى . يعتمد التنافس بين الايونات الموجبة على معقد التبادل على عاملين :

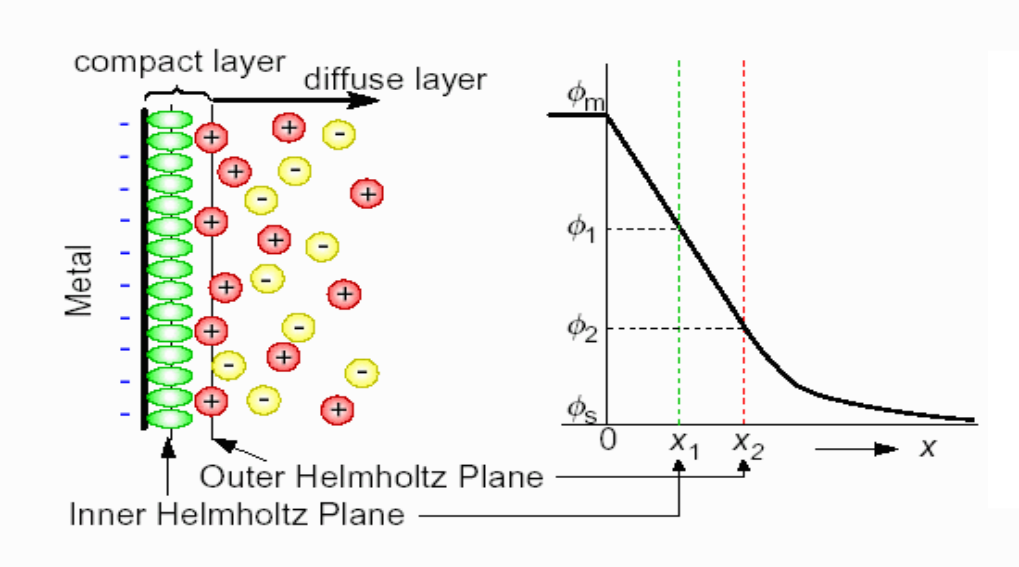
1. القوة التي يجذب بها الايون على السطح والتي تعتمد على شحنة الايون وحجمة ودرجة تميئه
2. التركيز الايوني في محلول التربة .

تعتبر شحنة الايون من العوامل الرئيسية في قوة مسك الايون من قبل السطح وحسب التسلسل التالي $AL > Ca = Mg > k > Na$.

س/ بين اهم مصادر الشحنة السالبة في غرويات التربة ؟ مبيناً اهميتها من الناحية الزراعية ؟

توزيع الايونات قرب سطوح الدقائق والطبقة المزدوجة

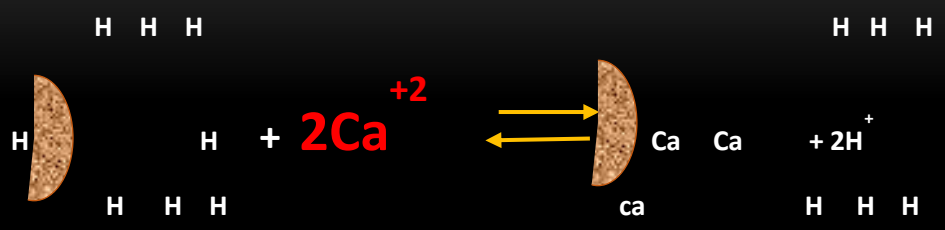
نظرا لوجود الشحنة السالبة على سطوح دقائق الغرويات (الطبقة الداخلية) فانها تجذب الايونات الموجبة نحو سطوحها (طبقة الايونات الممدصة) لذلك فان عدد الايونات الموجبة سيكثر بالقرب من السطح ويقل كلما ابتعدنا عن السطح اما الايونات السالبة فيحدث لها العكس ، يطلق على مجموع الطبقتين **بالطبقة الكهربائية المزدوجة Electrical Double Layer** اما مجموع الايونات الموجبة والسالبة في الطبقتين الموجودة في وزن معين من التربة فيسمى بالسعة التبادلية وهي صفة وصفية عند درجة تفاعل معين لكل تربة من ألترب الطبقة البعيدة او الايونات المنتشرة في الطبقة البعيدة المنتشرة تكون حرة الحركة نوعا ما وتسمى هذه الطبقة بالطبقة المنتشرة(diffused layer) وهنا فأن سمك هذه الطبقة مهم وله دور مهم في تحديد سلوك التربة من الناحية الفيزيائية والكيميائية.



التبادل الايوني : وهي ابدال سريع لهذه الايونات عند ملامستها مع سطوح الدقائق حيث تحل هذه الايونات محل بعض الايونات الممدصة على السطح كما في المثال التالي

والمقصود هنا التبادل الذي يحصل بسرعة عند تغيير نوع الايونات في ألمحلول ومثال على ذلك:

لو اضيف كالسيوم Ca^{+2} الى تربة مشبعة بالهيدروجين H^{+}



جزء من Ca^{+2} قد امدص على السطح وهنا التبادل يعتمد على التكافؤ ذرة Ca^{++} بدلاً من ذرتين من H^{+} .

من الضروري ان تلاحظ ما يلي :-

1- جزء من ايونات Ca فقط امدص على السطوح الغروية

2- التبادل يحصل على اساس المكافئات (ابدال شحنه بشحنه)

3- ان كلا من الايونين يوجدان على السطح وفي المحلول . ولكن التوزيع النهائي يعتمد على عدد ايونات الكالسيوم التي اضيفت للتربة .

الايونات الموجبة القابلة للتبادل السائدة في التربة :

يعتمد نوع الايونات السائدة على معقد التبادل على المادة الاصل وعلى الظروف الجوية مثل الامطار ومستوى التجوية والغسل الذي مرت به المعادن المكونة للتربة.

تسود ايونات Ca , mg في ترب المناطق الجافة مثل الترب العراقية , اما في الترب للمناطق الرطبة فان التجوية والغسل المستمرين تؤدي الى سيادة الهيدروجين والالمنيوم وتصبح الترب حامضية التفاعل . تتأثر نسبة الايونات الممدصة على السطح بتركيز الايونات الذائبة في المحلول . فكمية الايونات الممدصة لا تعتمد فقط على القوة التي يجذب بها الى السطح فحسب بل تتأثر ايضا بكمية الايونات الذائبة في المحلول . كما في الجدول التالي

تركيز الايونات في محلول التربة مليمكافيء / لتر

المجموع	الصوديوم	الكالسيوم + المغنسيوم	النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل
15	7.5	7.5	4.2
15	10.0	5.0	7.4
15	12.0	3.0	11.7
15	14.0	1.0	22.0

حيث بين الجدول على الرغم من ان قوة مسك الصوديوم على السطح ضعيفة الا ان نسبته على المعقد قد ازداد بدرجة كبيرة مع زيادة تركيزه في المحلول

كذلك تعتمد قابلية الايونات الموجبة على التنافس وكميتها على السطح على نوع الايونات السالبة في محلول التربة مثلا اضافة كربونات الصوديوم الى مادة دبالية فان التفاعل سيكون :-

$$2R\text{-}OH + Na_2CO_3 \rightleftharpoons 2R\text{-}ONa + H_2CO_3$$

ان وجود مجموعة الكاربونات تساعد على ازالة الهيدروجين بواسطة الصوديوم حيث ان الكاربونات تتحد مع الهيدروجين لتكوين حامض الهيدروكاربونيك القليل التأين ، اما عند اضافة ملح كلوريد الصوديوم او كبريتات الصوديوم فان تكون حامض الهيدروكلوريك او حامض الكبريتيك الشديدين التأين سوف لا تساعد على ازالة الهيدروجين من المادة العضوية لان الهيدروجين سيبقى عالي التركيز في المحلول .