اساسيات علم **التربة**
principle of soil science

الدكتور
عباس علي العامري
خصوبة التربة وتغذية النبات

نشوء التربة وتكوينها
ما هي ألتربة What is soil

نحن مدينون بوجودنا الى طبقة ذات سمك قليل ولكنها ثمينة تسمى التربة التي تغطي مكونات جيولوجية في سطح الارض تعرضت الى عمليات التجوية بدرجات مختلفة وتكون بشكل طبقة ذات قشرة هشة وذات مواصفات معينة.

والتربة ليست صخوراً او ترسبات جيولوجية ولكنها تحولت خلال عمليات تكوين التربة الى هذا الشكل المسمى تربة.

وعموماً التربة عبارة عن اجزاء معدنية وعضوية تترابط بشكل متداخل ومعقد تتخلله فراغات او مسام بينية يشغلها الماء والهواء عند ترطيب التربة بالماء(الماء هو الجزء الاساسي للحياة والمذيب والناقل للمغذيات) يصبح هذا المعقد وسطاً خصباً تنهل منه كل الاحياء على كوكب.

نشوء التربة وتكوينها
ما هي التربة What is soil

وهذه الطبقة الساندة للحياة تسمى البيدوسفير Pedosphere نشطة حيوياً ومسامية وذات بناء وتقوم بكفاءة بتوزيع الماء والتدفقات الكتلية والطاقة.

فضلاَ عن كون التربة سانداً للحياة فهي تعمل على ترشيح الكثير من المخلفات الصناعية والملوثات وبهذا تعمل على تقليل تلوث البيئة.

وبشكل اكثر شمولية تعرف التربة بأنها جسم طبيعي متطور يتكون من مواد معدنية وعضوية غالباً عند سطح الارض وفي توازن ديناميكي مع الاجزاء الجيولوجية او غلاف الصخور للقشرة الارضية الليثوسفير(Lithosphere) التي تحتها والمحيط الجوي الاتموسفير(Atmosphere) الذي فوقها وتتداخل مع المحيط المائي الهايدروسفير(Hydrosphere) وهي جزء من المحيط الحيوي البايوسفير(Biosphere) ولها دور مهم في حياة العالم.

اما الارض Land فهي مفهوم بيئي اداري للتعبير عن تربة واحدة او اكثر فضلاَ عن المكونات الداخلية للأرض من صخور ومياه وجميع المكونات الخارجية من ماء ونبات وظروف مناخية محيطة بها.

Soil Science علم التربة

علم متكامل يربط المعرفة للمحيط الجوي بالمحيط الحيوي واليابسة والماء وهو جزء من علوم الارض الذي يتعامل مع التربة على انها مصدر طبيعي قابل للتجدد ولكن بشكل بطيء جدا وعلم التربة يتضمن دراسة نشوء التربة وتصنيفها وخواصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والمعدنية واستخدام التربة وإدارتها وهو اساس لعلوم الزراعة والغابات والبيئة والجغرافية الفيزيائية والهندسة المدنية والآثار.

او يعرف علم التربة على انه مجموع المعلومات والأسس المنظمة والمتعلقة بالمادة المسماة تربة وهو علم له علاقة بجميع العلوم الطبيعية لاسيما علوم الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة.

Soil Science علم التربة

ويطلق على علم التربة علم البيدولوجي Pedology وهو العلم الذي يعد الترب المختلفة وحدات طبيعية ويركز على التطور وعلى العلاقات الفيزيائية والكيميائية والحيوية وعلى طبيعتها الديناميكية والحركية او بالأحرى هو علم دراسة التربة في ألحقل ويهتم علم البيدولوجي بدراسة التربة كظاهرة طبيعة الوجود والتكوين ويتفرع من هذا العلم العديد من العلوم كل يأخذ جانباَ من جوانب التربة ومنها على وجه الخصوص مسح وتصنيف التربة وفيزياء التربة وكيمياء التربة وخصوبة التربة وكيمياء حيوية التربة والإحياء المجهرية فيها، وهذا ما سيتم بعون الله مناقشته في هذا الكراس حيث سيهتم كل فصل من فصول هذا الكراس بواحد من علوم التربة المختلفة واستخداماتها وتطبيقاتها وعلاقاتها المتداخلة مع نمو النبات والإنتاجية.

Soil Formation Processes عمليات تكوين التربة

عمليات تكوين التربة عبارة عن عدد من العمليات تشمل عمليات الاضافة(Addition) للمواد العضوية والمعدنية والماء وعمليات التحول(Transformation) والتي تشمل مجموعة عمليات التجوية(Weathering) الفيزيائية التي تتأثر بالمناخ ولاسيما الحرارة والرطوبة وتشمل على عمليات التمدد والتقلص والاتجماد والذوبان وعمليات تكسر وتفتت الصخور والعمليات الكيميائية او التجوية الكيميائية كعمليات الاذابة والتحلل المائي وتكون حامض الكاربونيك ونتيجة لهذه العمليات وتغير المعادن تتكون المعادن الطينية التي تتكون منها ألتربة وكذلك هناك عمليات هيدرولوجية تتضمن عمليات حركة الماء خلال مقد التربة وما ينتج عنها من عمليات غسل ونقل للمواد(Transport) وفقدان(Losses). اذ انه وحسب الظروف المناخية وشدة هطول الامطار تحدث عمليات غسل كبيرة للسليكا لاسيما في المناطق الاستوائية وتحدث عمليات الاختزال(Reduction) في المناطق المنخفضة والرطبة التي تتعرض للغمر وتتجمع المواد العضوية فيها. اما في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تقل فيها نسب هطول الامطار وبالتالي تقل عمليات الغسل ونتيجة لارتفاع درجات الحرارة تتجمع الاملاح وتحدث عملية التملح(Salinization) وأحيانا والى مدى اقل عملية تجمع الصوديوم

Soil Forming Factors عوامل تكوين التربة

بعد عمليات التجوية تتكون التربة بمجرد ان النباتات تؤسس نفسها على وسط معدني وتزداد المادة العضوية وتتداخل عوامل المناخ والإحياء والطبوغرافية وبتأثيراتها على المادة الام وخلال مدة زمنية معينة تتكون وتتطور التربة، وهذا ما يطلق عليه عوامل تكوين التربة.

ان عوامل تكوين التربة يمكن تمثيلها بالمعادلة التي عمل عليها وطورها العالم يني Jenny منذ عام 1941هي:

$$S = f (Cl, O, r, P, t)$$

عبارة عن ان التربة هي دالة لكل من Climate: المناخ والإحياء(O) Organisms والطبوغرافية(r)(relief) والمادة الام(P) Parent material والزمن (t) time وأضاف لها الانسان كعامل منفرد ومستقل يؤثر في التربة من خلال العمليات الادارية من اضافة اسمدة ومواد عضوية وقلب للتربة اثناء الحراثة.

المادة الام(Parent Material)

المادة الام هي الجزء الذي تتكون منه التربة وهي اما ان تكون صخوراً تحللت في مكانها او مواد انتقلت بالرياح او الماء وتربت في مكان اخر.والشكل(1) التالي يوضح اكداساً من الكثبان الرملية تمثل نوعاً من النقل بالهواء للرمال وتجمعت في مكان آخر.

وعموماً فان التربة تتأثر بالمادة الام التي تكونت منها ومثال ذلك التربة التي تتكون من مادة ام خشنة ومن معادن مقاومة للتجوية عموماً تظهر نسجه خشنة.والترب الناعمة تطورت من مادة ام ذات معادن غير ثابتة وتتجوى بسهوله وهكذا، والترب ذات المادة الام الغنية بالقواعد الذائبة والأملاح تنعكس هذه الصفات على التربة.

المناخ(Climate)

الطاقة والسقيط(المطر والندى و..الخ)تؤثر في التفاعلات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث للمادة الام.هذا فضلاً عن ان المناخ يؤثر في الغطاء النباتي وهذا بالتالي يؤثر في تطور التربة.والمطر يؤثر في تطور الافاق نتيجةَ لتأثيره في عمليات غسل ونقل الايونات بين الافاق.

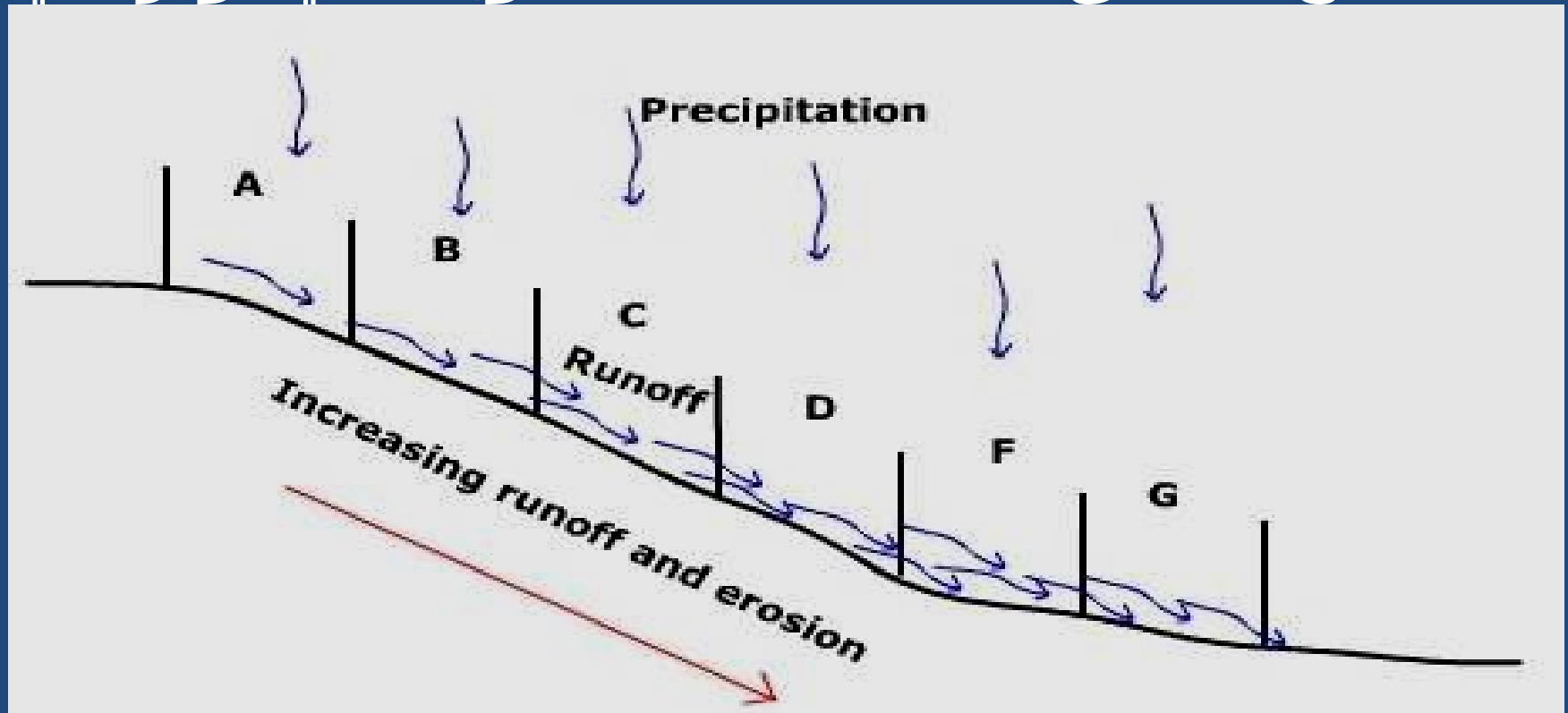
المناخ والنمو الخضري والتجوية:

يكون النمو الخضري متباعداً وضعيفاً وتجمع المواد العضوية قليل في المناطق الصحراوية الحارة نتيجةَ لارتفاع الحرارة وقلة سقوط الامطار.

في المناطق الباردة يتحدد نشاط البكتريا وهذا سيحدد من تحلل المواد العضوية وعلى عكس ذلك يزداد النشاط في المناطق الدافئة والرطبة الاستوائية مما

Topography(relief)الطبوغرافية

تؤثر الطبوغرافية في السيح(الجرف السطحي runoff)وكذلك موقع التربة على الانحدار تؤثر في المناخ الدقيق(microclimate)وبالتالي يؤثر في



Human الانسان, Organisms الاحياء والزمن Time

الاحياء: يشمل هذا العامل كافة الغطاء الخضري والأحياء الكبيرة والصغيرة(الدقيقة) في التربة.

الإنسان يوضع ضمن العامل الحيوي او يوضع عامل منفصل.

الزمن فهو عامل يؤثر في جميع العوامل الاخرى لان اي عملية لكي تتم لابد ان تحتاج الى زمن لإتمامها.

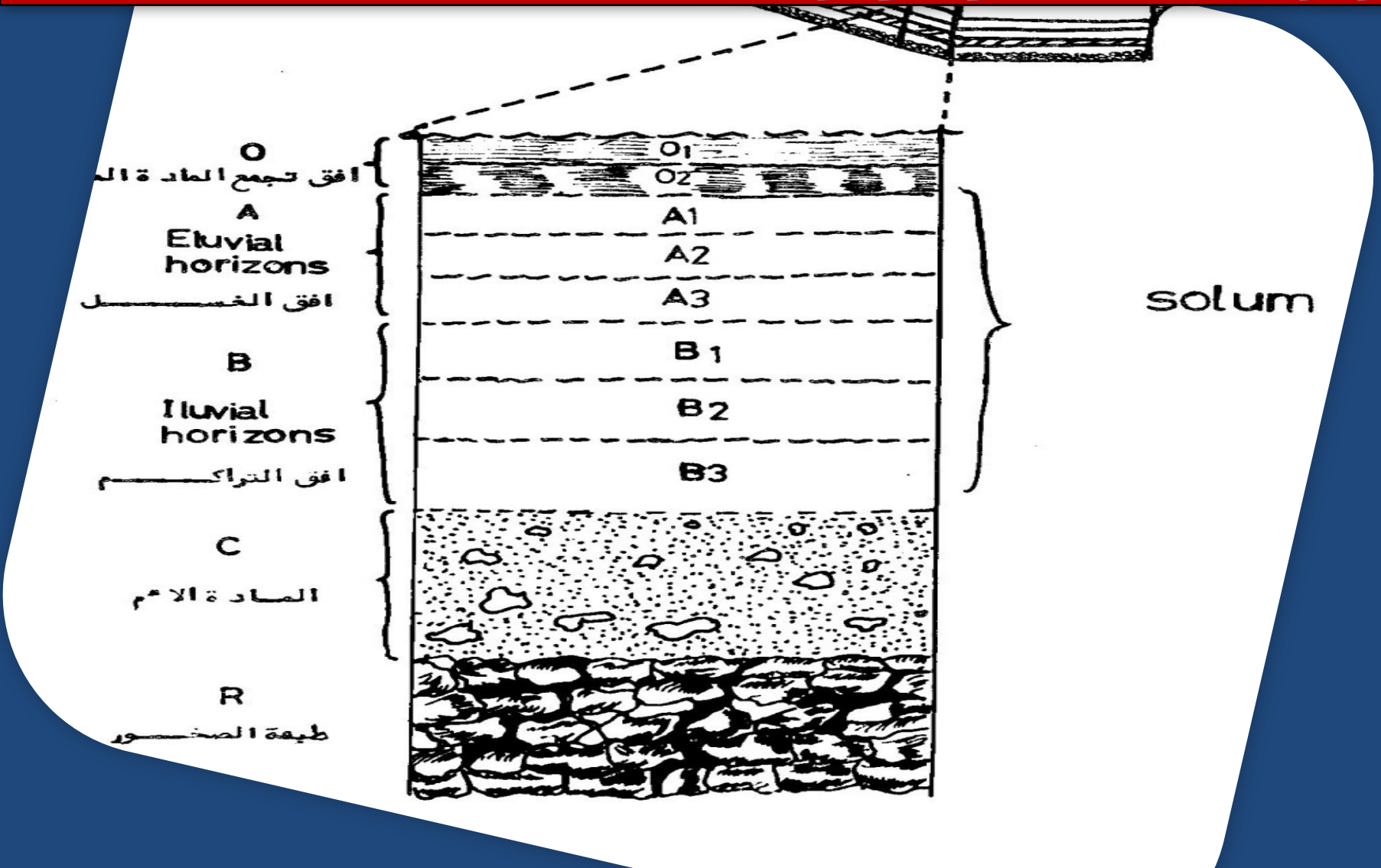
Soil Profile مقد التربة

مقد التربة عبارة عن المقطع العمودي للتربة الذي يكشف من خلال صغره او مقطع لعمل شارع وهذا المقد يتضمن عدداً من الطبقات يطلق عليها افاق horizons وهذه الافاق بسمك عدد من السنتمترات الى عشرات السنتمترات تعكس العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي حدثت للتربة. هذه الافاق تتكون من تجمعات من جزيئات معدنية وعضوية بشكل طبيعي تسمى Peds ولعملية ترتيب هذه التجمعات في التربة او ما يسمى معمارية التربة اهمية خاصة في سلوك التربة لان التوزيع للمسام والماء والهواء الذي يشغل هذه المسام علاقة بهذه المعمارية.

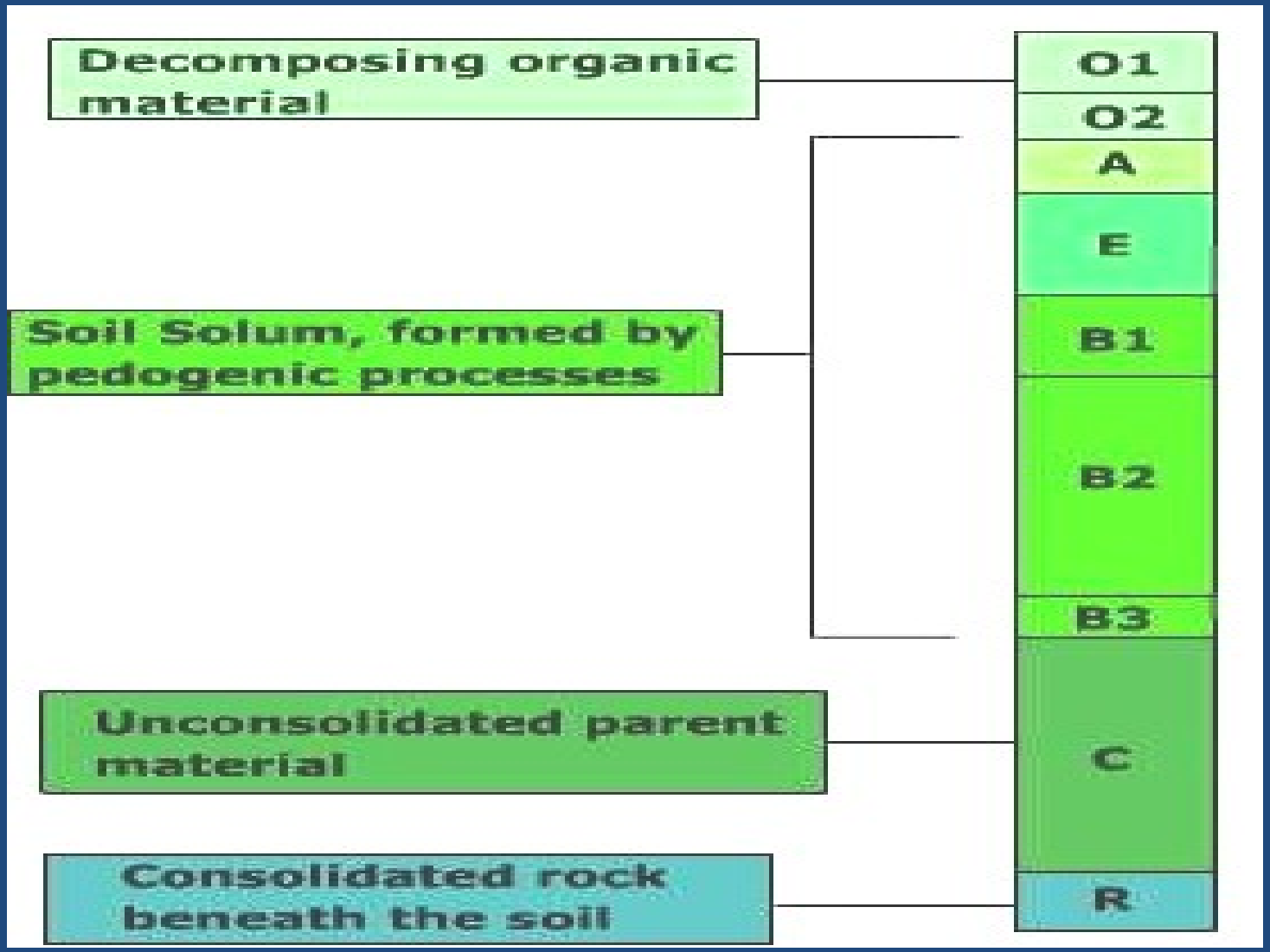
وضمن مقد التربة فأن الجزء الذي يحوي الجذور ويتأثر بالنشاط الحيوي يسمى Solum وهو الجزء الفعال في التربة ويشمل الافقين A + B في الترب المتطورة او الافق A في حالة الترب غير ألمتطورة واصغر وحدة حجمية او مقطع حجمي بإبعاد ثلاثة يطلق عليها بالبيدون(Soil pedon) وهذا المقطع له عمق وطول وعرض كافٍ. تتضمن اوجه التربة لوصف الافاق وذات مساحة سطحية تتراوح بين 1 – 10 م^2.

ولذا يمثل مقد التربة تغاير الترب حسب العمق مبتدئاً بالسطح ومنهياً بالمادة الاساسية غير المتحورة التي تكونت منها التربة ويساعد تكوين الافاق في المقد على فهم مراحل وظروف تكوين تلك التربة والظروف المحيطة بها والتي جعلتها تمتلك خواص مختلفة عن غيرها.

ويوضع الشكل الثاني للغطاء النباتي في المنطقة مغطاة بالإعشاب والأشجار تحت ظروف حرارة معتدلة وجو رطب.



Soil Profile مقد التربة



ويمكن وصف الافاق وبالترتيب من الاعلى الى الاسفل وكما يلي:

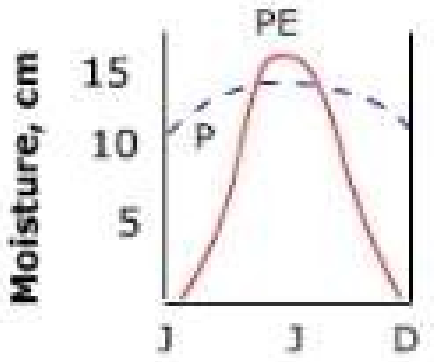
- **O: وهي طبقات المادة العضوية التي توجد فوق التربة المعدنية وهي تتكون نتيجة لتراكم الاجزاء النباتية والحيوانية الميتة والمتفسخة و توجد مثل هذه الطبقة في مناطق الغابات وتقسم الى O_1 و O_2 يمكن فيها تمييز الاجزاء النباتية والحيوانية المتراكمة بالعين المجردة O_1 اما O_2 فيصعب فيها تمييز هذه الاجزاء.**
- **A: وهو اول افق في التربة المعدنية ويكون قرب السطح ويسمى بافق الغسل او الفقد eluvial وينقسم الى:**
- **A_1: وهو افق يحوي على مزيج من المادة العضوية المتحللة مع التربة المعدنية ويكون لونه داكناً اكثر من الطبقات التي تليه.**
- **A_2: وهو افق توجد فيه اكبر حالة غسل للطين واكاسيد الحديد والألمنيوم عدا المواد المقاومة للغسل مثل الكوارتز ويكون هذا الافق افتح لوناً من الافق Aويطلق علية احياناً الافقE.**
- **A_3: وهو افق انتقالي بين الافق A والأفق B.**

التجميع الكبرى للمواد المغسولة من الأفق A كأكاسيد الحديد والطين ويكون موقع تجمع لكاربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم ويطلق عليه بالافق الكاسب (Illuvial) ويقسم إلى:

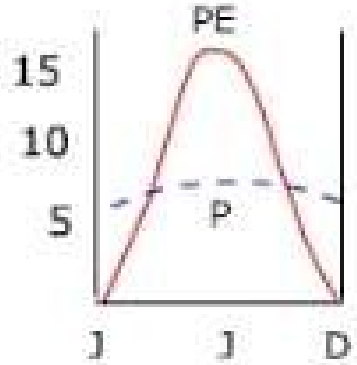
- B1: وهو افق انتقالي بين A و B.
- B_2: منطقة التجمع الكبرى للطين واكاسيد الحديد والألمنيوم التي تحركت الى الاسفل من الطبقات العليا بفعل الماء.
- B_3: افق انتقالي بين الافق B والأفق C.

المتفتتة والتي توجد تحت طبقة الـ Solum (A + B) وقد تكون هي المادة الام المكونة للتربة التي فوقها وقد لا تكون كذلك ولاتوجد فيها فعاليات حيوية

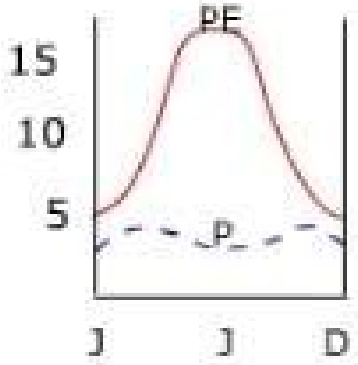
- ان المقد النموذجي التي تمت الاشارة اليه يمثل تربة ناضجة mature soils وهي في توازن مع بيئتها اي يكون هناك توازن بين المواد المضافة والمفقودة من التربة وفي حالة استمرار الظروف الملائمة لتكوين الاحماض وتحطيم المعادن واستمرار الغسل والترسيب الى الافق B تزداد الاختلافات بين الافق A و B بدرجة كبيرة وتسمى بالترب العتيقة(Old Soils).
- اما عند عدم تكون الافق B واحتواء مقد التربة على الافقين A و C تكون التربة غير متطورة او غير ناضجة ويطلق عليها Immature soils او الترب الفتية Young soils.



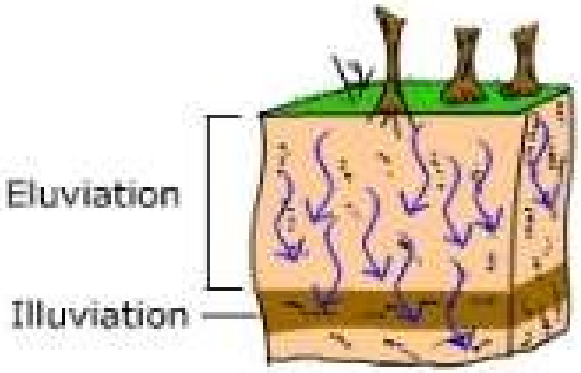
Humid

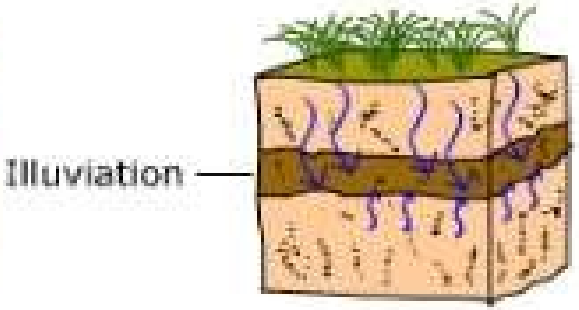


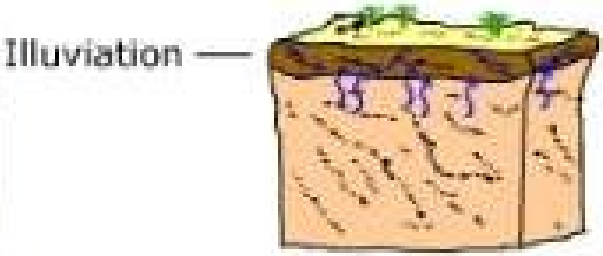
Semiarid



Arid







تستخدم احياناً بعض الحروف الصغيرة للدلالة على بعض صفات الافاق وكما يأتي:

- b : افق مدفون buried horizon
- c/k : افق فيه تراكم للكربونات ولاسيما كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ او كربونات المغنيسيوم $MgCO_3$.
- Csy: افق فيه تراكم لكبريتات الكالسيوم والجبسيوم($CaSO_4.2H_2O$) .
- f : افق متجمد freezed
- h : دبال(humus) وجود تجمعات للمواد العضوية المتحللة
- p : يستعمل مع الافق A (Ap) ويعني الافق المحروث p تعني plow
-

المكونات الرئيسة للتربة

التربة عبارة عن مواد مفككة معدنية وعضوية تغطي جزءاً كبيراً من سطح الارض بشكل طبقات تسمى افاق وهي بشكلٍ عام مزيج من الماء والهواء فضلاً عن المواد ألصلبة واعتماداً على نسب مكوناتها الصلبة تقسم التربة الى مجموعتين رئيستين هي الترب المعدنية والترب العضوية.

ففي معظم الترب المعدنية Mineral soils(Inorganic soil) تتراوح نسب المواد العضوية Organic materials بين 1- 6%.

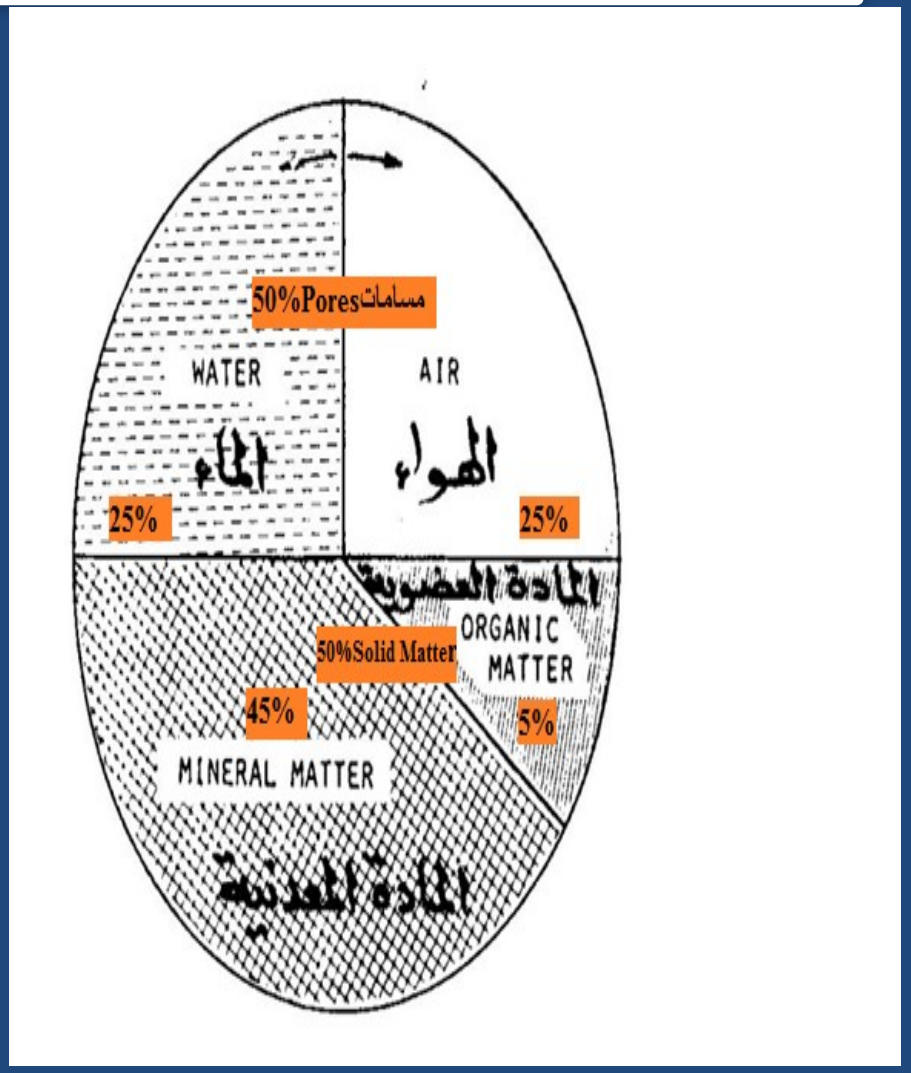
اما الترب العضوية Organic soils فهي الترب التي تحتوي على نسب من المواد العضوية بين 15-95% وهذه تحدث في مناطق الاهوار والمستنقعات التي تتراكم فيها النباتات الطبيعية وبسبب الظروف اللاهوائية التي تقلل من تحلل المواد العضوية.

عموماً فالتربة المعدنية التالية السطحية تحتوي على النسب الحجمية التالية المبينة في الشكل الاتي:

المكونات الرئيسة للتربة

المكونات الرئيسة للتربة





المكونات الرئيسة للتربة

*ان هذه النسب ليست ثابتة وإنما تتغير وتختلف من تربة لأخرى وان نسب الهواء والماء تتغير حتى في التربة نفسها من وقت لأخر تبعاً لإدارة التربة والمياه.

*كذلك فان المواد العضوية والتي مصدرها الحيوانات والنباتات تتغير حسب الترب وتختلف من تربة لأخرى وتتركز معظم المواد العضوية عند السطح وتقل كلما ابتعدنا عنه وذلك لتركز نشاط الاحياء قرب السطح.

*كما ان نسبة رطوبة التربة تختلف من فصل الى اخر خلال مقد التربة بل اكثر من ذلك فان نسبة

الخواص الفيزيائية للتربة Soil Physical Properties

للخواص الفيزيائية للتربة اهمية كبيرة في استعمالاتها الزراعية والهندسية فهي مهمة في عمليات الفلاحة والعزق والري والبزل وإدارة وصيانة التربة والمياه والتسميد ونمو الجذور وقابلية التربة على تجهيز النبات بالماء والمغذيات وتهوية التربة وقابلية التربة على اسناد الاسس والطرق ومدرج المطارات والعديد من الاستعمالات الاخرى للتربة.

ان معرفة خواص التربة الفيزيائية ومدى ملائمتها لنمو النباتات ومدى امكانية تحسينها لجعلها اكثر ملائمة لاستعمالات التربة المختلفة تكون من الامور المهمة الواجبة على المشتغلين والمستثمرين في الزراعة معرفتها.

Soil Texture نسجة التربة

- يقصد بنسجة التربة التوزيع النسبي للإحجام المختلفة لمفصولات التربة والتي هي الرمل والطين والغرين، وتحدد نسجة التربة مدى نعومته وخشونة التربة.
- لنسجة التربة اهمية كبيرة حيث انها تحدد المساحة السطحية النوعية للتربة التي تعتمد عليها الكثير من الخواص والعمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية في التربة.
- يتم تحديد نسجة التربة اما عن طريق اللمس في الحقل او عن طريق قياس النسب المئوية المختلفة للرمل والغرين والطين في المختبر بعملية توزيع حجوم الدقائق Particle size distribution والتي تتم بعد معاملة التربة بمواد كيميائية معينة لتوزيعها واستخدام المناخل بفصل الرمل ومن ثم استخدام المكثاف لتحديد النسب لكل من الغرين والطين.
- بتعبير اخر النسب المئوية لكل من الرمل Sand والغرين Silt والطين Clay وباستخدام مثلث النسجة نستطيع التوصل الى صنف نسجة التربة.

Soil Texture نسجة التربة

- تبين النسجة سهولة الفلاحة او الحراثة واستخدام التربة وكان يطلق على التربة عالية المحتوى من الطين بالتربة الثقيلة والتي تحوي على نسب عالية من الرمل ولا تحتاج الى قوة عالية في الحراثة بالتربة ألخفيفة اما التعبير الحديث فتعتمد الحجوم ولذا يطلق بالترب الناعمة على الترب الطينية والترب الخشنة على الترب الرملية.
- ولنسجه التربة اهمية كبيرة وتأثير في حركة المياه في التربة وحركة الجذور وبزوغ البادرات وقابلية التربة على مسك الماء والمغذيات والصرف، ومع هذا فأن هناك تداخلاً في هذا الموضوع بين نسجة التربة وبناء التربة لان المسام في التربة يتحدد من خلال نسجة وبناء التربة.
- وهناك عدد من الانظمة لوصف او تحديد حجوم دقائق التربة ومنها النظام العالمي International System ونظام قسم الزراعة الامريكي USDA وبشكل عام فأن مديات حجوم الدقائق مبينة في الجدول الاتي:

قطر الدقائق((mm
diameter

USDA	International	الصفوف المستخدمة
> 2.00	> 2.00	Gravel حصى وهو ليس ضمن التربة
2.00-1.00	-	الرمل الخشن جداً Sand – very course
1.00-0.50	2.00-.0.02	الرمل الخشن Coarse sand
0.50-0.10	-	الرمل المتوسط Medium sand
0.10-0.05	0.20-0.02.	الرمل الناعم Fine sand
05-0.002.	0.02-0.002	الغرين (السلت) Silt
> 0.002	< 0.002	الطين Clay

Soil Texture نسجة التربة

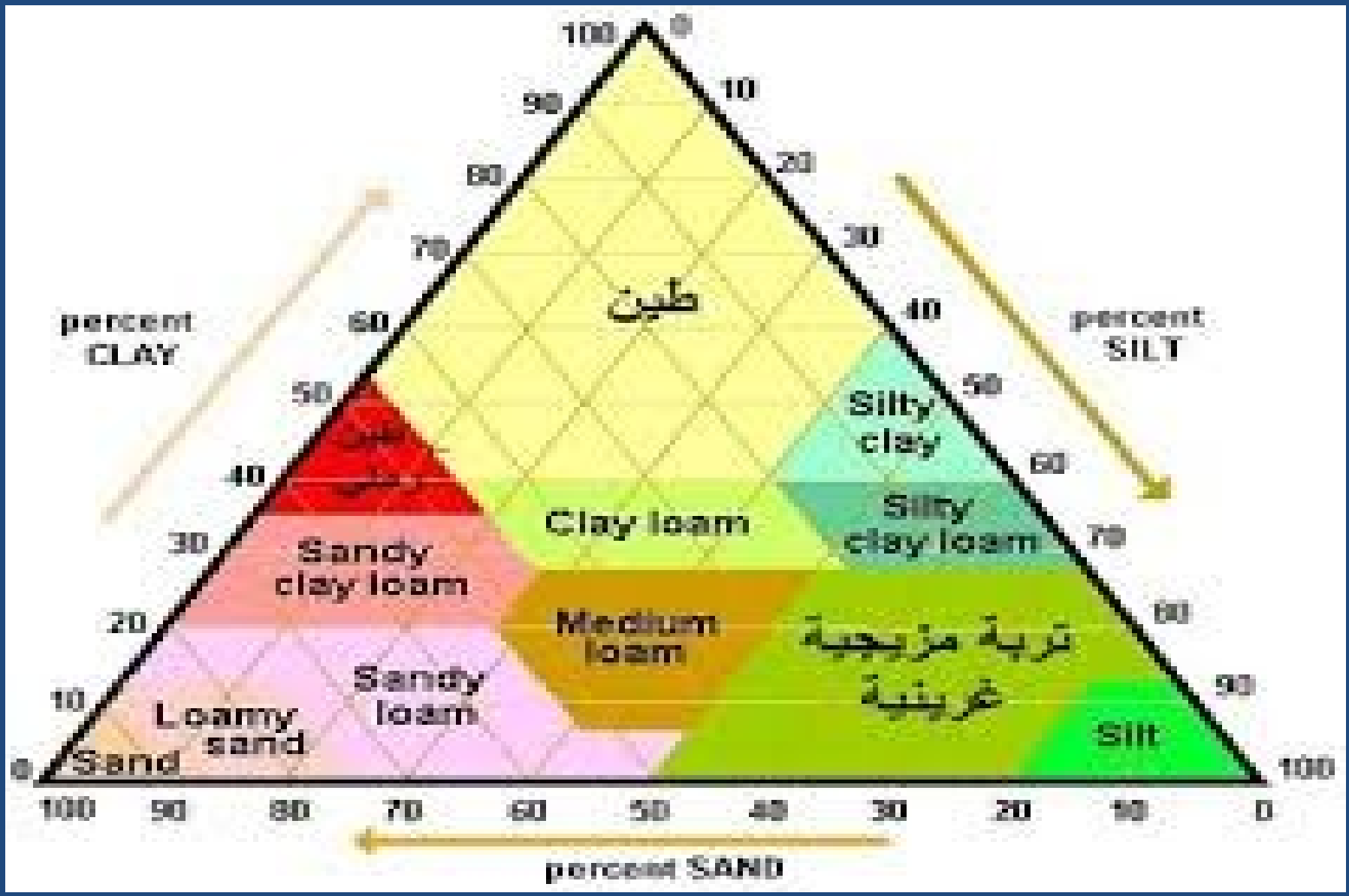
- يلاحظ من الجدول اعلاه ان هناك اختلافاً في حدود الرمل والغرين بين ألنظامين ولكن الحد الاعلى للرمل او للتربة بشكل عام يبلغ 2 ملم والطين اقل من 0.002 ملم.
- وهناك عدد من التقسيمات لنسجة التربة منها:

- التقسيم الثلاثي: وفيه تقسم النسجة الى ثلاثة اقسام وهي التربة الخشنة النسجة Coarse والمتوسطة النسجة Medium والناعمة النسجة Fine texture .

التقسيم الاثنى عشري وهو تقسيم الاقسام الثلاثة الى اقسام اقل منها وكما مبين في مثلث النسجة:

ان الترب المتوسطة النسجة او المزيجة يمكن ان تقسم الى معتدلة الخشونة ومتوسطة النسجة ومعتدلة النعومة فيصبح تقسيماً خماسيا.
والأصناف الاثنى عشر ممثلة في مثلث نسجة التربة التي اعتمد على النظام المقترح من قبل قسم الزراعة الامريكية USDA .

مثلث النسجة


percent CLAY
percent SILT
percent SAND
طين
Silty clay
Clay loam
Silty clay loam
Sandy clay loam
Medium loam
تربة مزيجية غرينية
Sandy loam
Loamy sand
Sand
Silt
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

بناء التربة (تركيب التربة) Soil Structure

المجاميع المورفولوجية التي تترتب فيها دقائق التربة والأنواع الشائعة تشمل المجاميع الكتلية والصفائحية والحبيبية والمنشورية.

التربة التي تكون فيها الدقائق غير مرتبطة ببعضها تسمى Structure less او Single – grained structure كما في التلال الرملية.

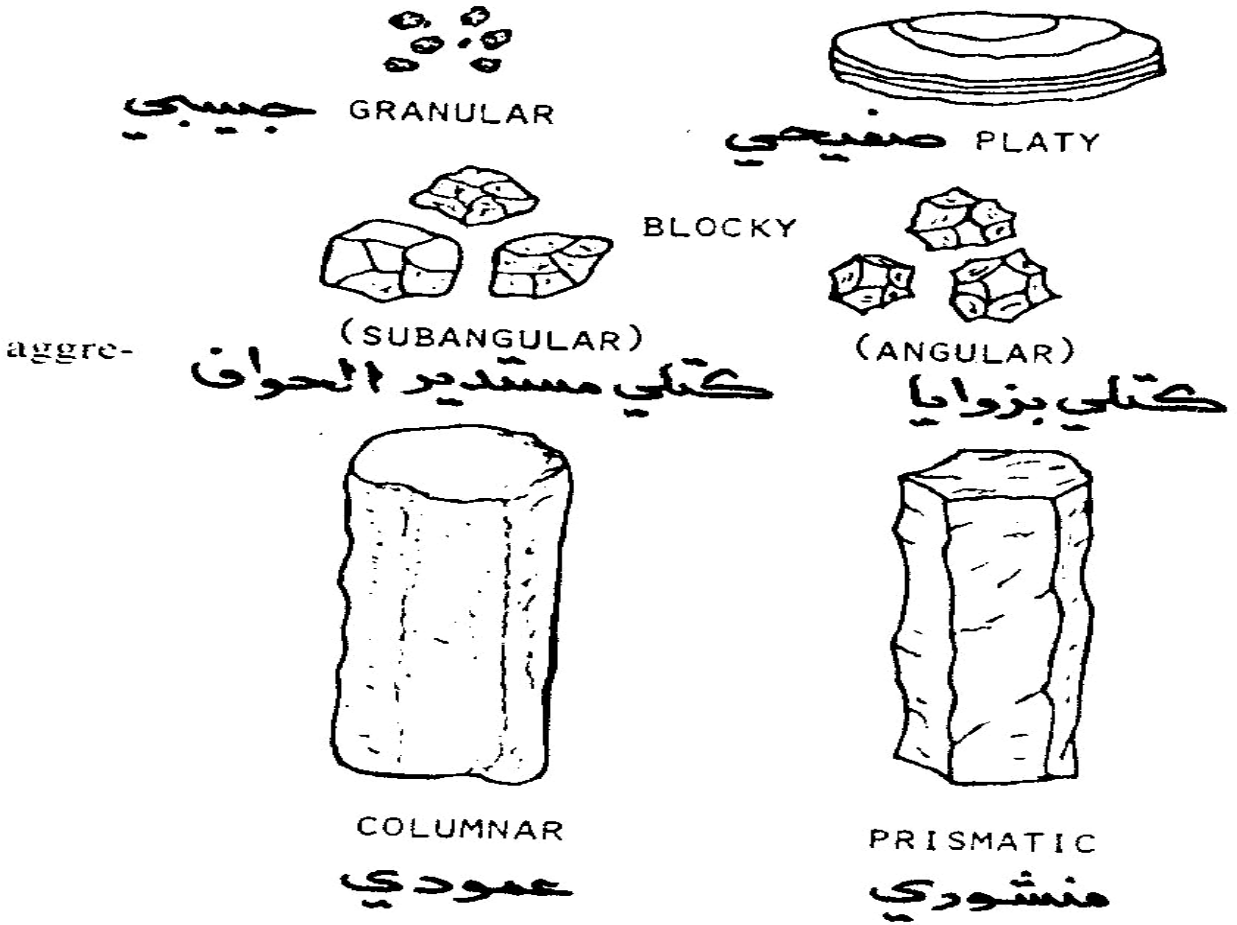
عموماً تتجمع الدقائق مع بعضها مكونة تراكيب معينة لها شكل Shape وحجم Size ودرجة ثبوتية grade معينة.و الترب الزراعية المثالية يوجد فيها تركيب يكون بشكل حبيبي يسمى Crumb مثالي يسمح للبادرات للبزوغ والجذور للتغلغل ويجهز الماء والمغذيات بسهولة الى جذور ألنباتات التجمع او المجموعة aggregate يجب ان تكون ذات مقاومة معينة وثبوتية معينة لمقاومة ضربات او قوة سقوط قطرات المطر وإلا تتكون قشرة Crust تمنع من بزوغ البادرات وتساعد على التعرية والانجراف السطحي(السيح) لدقائق التربة.

الدقائق ترتبط مع بعضها بالمواد العضوية التي تحوي على سكريات متعددة تربط بين الدقائق وهناك اكاسيد الحديد ايضاً تدل كمواد رابطة.

تصنيف بناء التربة

- هناك عدد من التصنيفات التي تعتمد على شكل التجمعات وحجمها ووضوحها او ثباتيتها الخ.
- التصنيف الآتي هو التصنيف المعتمد من قسم الصيانة الامريكي وهو كالأتي
- أ- شكل وانتظام التجمعات او الكتل التركيبية ويسمى type : وهذا التقسيم كما يلي

شكل التجمعات Type



ب- درجة النعومة والخشونة او الحجم ويطلق عليه Class : وهنا يتم التقسيم ضمن المجاميع الاتية :
خشن جداً ، خشن ، متوسط ، ناعم ، ناعم جداً

ج- الدرجة Grade : وتمثل مدى تماسك او ثبوتية المجاميع وتقسم الى:

عديم التركيب	Structure less
ضعيف	Week
متوسط	Moderate
قوي	Strong

تكوين مجاميع التربة

هناك عمليتان هي التخثر flocculation والتجمع aggregation والتخثير ناتج عن قوى كهرو- ستاتيكية او كهرو – كاينتيكية. اما التجمع فيحتاج الى مادة لمسك المواد او الدقائق الاولية المتخثرة بشدة مع بعضها وعدم انفصالها وبالماء وهنا التجمع هو تخثر مع زيادة.

العوامل المؤثرة في تكوين البناء (التركيب)

- المواد العضوية الغروية ومخلفات الاحياء الدقيقة والإحياء الاخرى
- الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل
- الترطيب والجفاف والتمدد والتقلص
- جذور النباتات وفعاليات حيوانات التربة
- الانجماد والذوبان
- العمليات الزراعية

عموماً فأن زيادة المادة العضوية المتدبلة يزيد من ثباتية المجاميع ويتداخل الطين مع المادة العضوية ويكون التأثير مهما والإحياء المجهرية هي الاخرى تتداخل مع المادة العضوية وتؤثر فيها من خلال التحلل للمواد العضوية وتحلل الاحياء نفسها ناتج عن سكريات متعددة وأحماض دبالية واصماغ ودهون تزيد من ثباتية ألتجمعات الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل مهمة جداً وستلاحظ ذلك في دراسة الصفات الكيميائية للتربة.

العلاقة بين نسجة التربة والكثافة الظاهرية

- ان الدقائق الصغيرة لها القابلية على بناء جسور اكثر من الدقائق الكبيرة مما يؤدي الى تكوين بناء هش وتقليل في الكثافة الظاهرية او بتعبير اخر زيادة حجم المسام الكلي.
- وجود الدقائق الصغيرة والكبيرة يؤدي الى زيادة الكثافة الظاهرية من خلال دخول الدقائق الصغيرة داخل الفراغات للدقائق الكبيرة وبذا يقل الحجم وتزداد الكثافة الظاهرية.
- وبصورة عامة فأن حجوم دقائق الرمل كبيرة وحجم المسام كبير إلا ان المجموع الكلي للمسام واطئ ولذا فالكثافة الظاهرية عاليه اما الترب الناعمة(الطينية) ذات المسام الاصغر حجماً ولكن المجموع الكلي للمسام او الفراغات يكون اكبر ولذا



هناك طرائق مختلفة لقياس الكثافة الظاهرية قسم منها حقلي كاستخدام طريقة الاسطوانة المعروفة الحجم(Core sampler) والتي يتم ادخالها في التربة وحساب وزن التربة التي ستشغل هذا الحجم ومن الوزن والحجم نحسب الكثافة ألظاهرية وهناك طريقة مختبريه تستخدم شمع البرافين لتغليف كتلة معينة من التربة ومن ثم معرفة وزن الكتلة وحجمها بعد التغليف ومن خلال حساب حجم السائل المزاح، ولكل طريقة محاسنها وعيوبها.

مسام التربة Soil pores

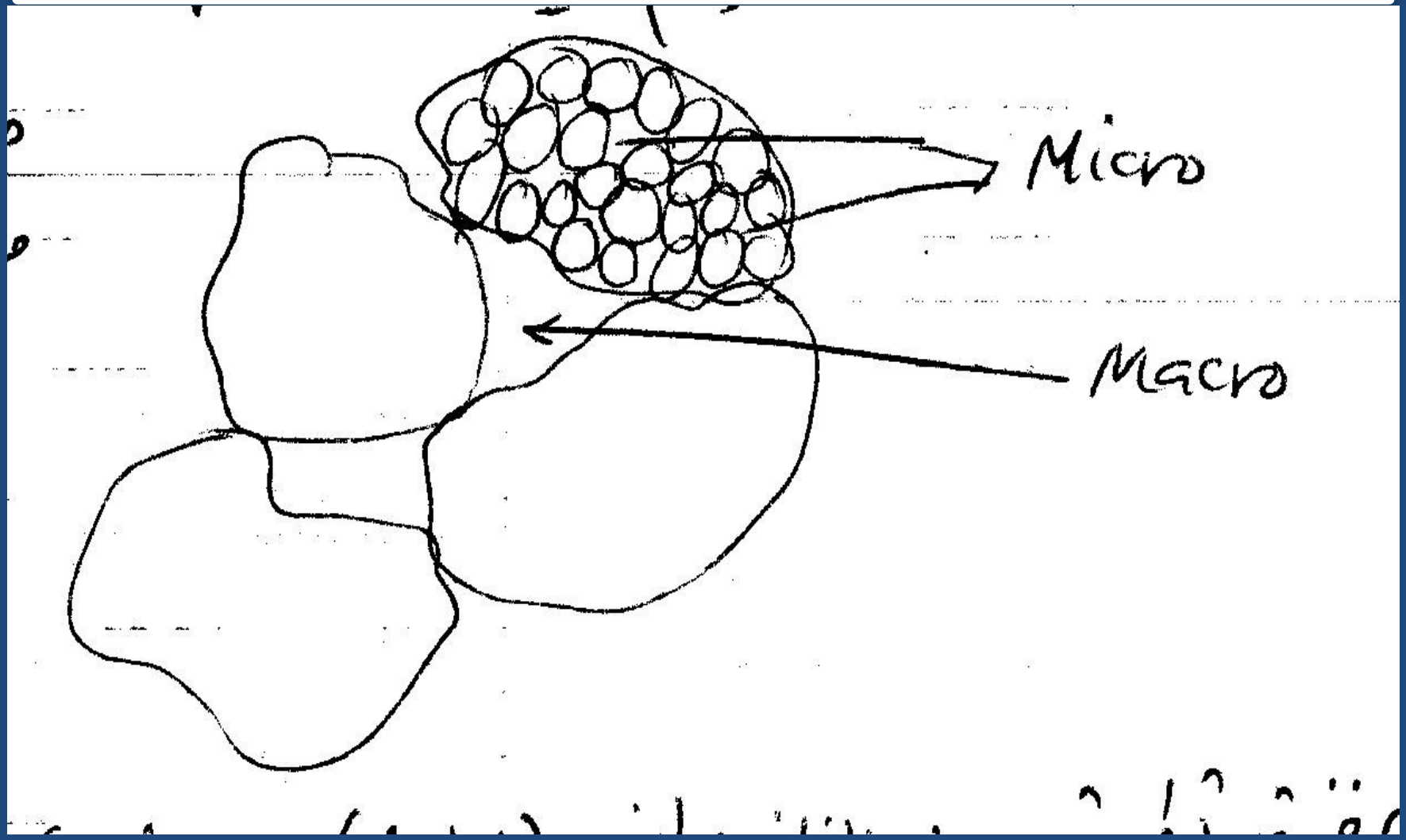
- في حالة كون التجمعات aggregates (والتي عبارة عن دقيقتي تربة او اكثر ترتبط مع بعضها بقوة تزيد عن قوة تجاذبها مع المجاميع الاخرى المجاورة لها) وقد يكون سبب التكوين طبيعياً او اصطناعياً واضحاً فيمكن تقسيم حجوم المسامات الى مديين:
- 1- المسامات الكبيرة Macro pores

وهي المسامات الموجودة بين التجمعات او الواقعة بين التجمعات Inter-aggregates وهذه المسامات تعد مسارات رئيسة لنفوذ الماء في التربة وبزلها منها وتهويتها.

- 2- المسامات الصغيرة Micro pore

وهي مسام موجودة داخل التجمعات Intra – aggregate وهذه مسؤولة عن مسك الماء والأملاح المذابة في التربة، ومع هذا لا توجد حدود فاصلة بشكل واضح بين هذين المديين والشكل الاتي يوضح هذين النوعين من المسام

شكل يوضح هذين النوعين من المسام



- التربة الرملية عموماً لا يوجد فيها تركيب واضح وتكون الدقائق بشكل منفرد Single ولذا فأن هناك نوعاً واحداً من المسام كبير الحجم Macro pores . اما المسام الصغيرة فلا توجد وهذا سوف يؤثر في حركة الماء في داخل التربة والتبادل الغازي.
- ولحساب المسامية تستخدم العلاقة الاتية:
- $$E = (1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}) \times 100$$
- حيث أن:
- E=المسامية(%)
- ρ_b= الكثافة الظاهرية(غم/سم3)
- ρ_P= الكثافة الحقيقة(غم/سم3)

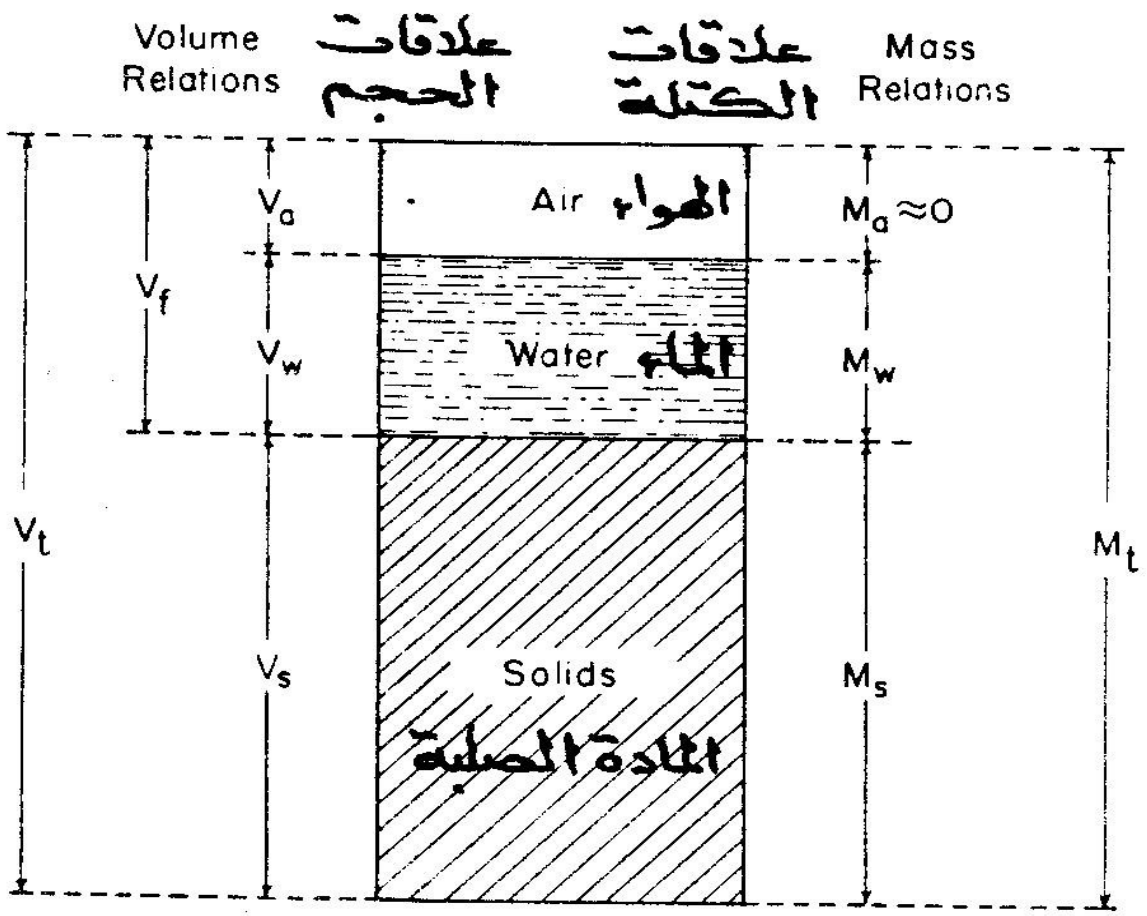
ان المسامية بالحقيقة عبارة عن حجم المسام(المشغولة بالماء والهواء) نسبةً الى الحجم الكلي(الجزء الصلب+ المسام) كنسبة مئوية ولصعوبة القياسات يفضل استخدام المعادلة السابقة من خلال حساب الكثافة الظاهرية واعتماد قيمة الكثافة الحقيقية على انها 2.65 ميكا غرام. م$^{-3}$.

- والشكل الاتي يمثل الاطوار الثلاثة لمادة التربة وهي الطور الصلب(الجزء الهيكلي) والطور السائل ويمثل الماء مذاباً فيه بعض الاملاح او ما يسمى بمحلول التربة او الطور الغازي وهنا هواء التربة.

$$\rho_b = \frac{W_s}{V}$$

$$\rho_p = \frac{W_s}{V_s}$$

$$E = \frac{V_v}{V} \times 100$$



شكل ٢ – ٢ مخطط توضيحي للتربة كنظام ثلاثي الاطوار.

Soil Air هواء التربة

المهم هنا حركة الهواء او التبادل الغازي بين التربة والمحيط الجوي وتهوية التربة هي عملية تبادل لغازي CO_2 و O_2 بين محيط التربة والمحيط ألجوي اذ انه نتيجة لفعاليات النبات ونشاط الاحياء يستهلك O_2 ويزدادCO_2 مقارنة بالهواء ألجوي والتهوية للتربة تعني احلال O_2 محل CO_2 وذلك لكي تجهز جذور النباتات والإحياء المجهرية بنسب جيدة من O_2. ان تهوية التربة تؤثر بشكل

جدول يبين مكونات الهواء في التربة والهواء الجوي

	الهواء الجوي %	هواء التربة %
N	79	79
O_2	21	15.1 – 20.4
CO_2	0.03	0.2 –0.45

- ان سرعة التبادل الغازي مؤثرة ومهمة جداً وهذه لها علاقة بالمحتوى الرطوبي والصفات الفيزيائية الاخرى كالنسجة والبناء والكثافة والتبادل الغازي يتم من خلال الجريان الكتلي والانتشار.
- وعموماً تتأثر الكثير من المحاصيل عندما تقل النسب الحجمية للأوكسجين في التربة عن 10% وتختلف حساسية المحاصيل للأوكسجين فهناك محاصيل حساسة كالقطن والذرة الصفراء وهناك محاصيل تتحمل مثل الذرة البيضاء اما الصفصاف والبردي فيستطيع العيش

Soil حرارة التربة Temperature

- تؤثر في نشاط الاحياء المجهرية ونمو النبات، ونشاط الاحياء المجهرية يؤثر في تحلل المواد العضوية ولذا نلاحظ ان المواد العضوية تتجمع في ترب المناطق الباردة وتقل في ترب المناطق الحارة عند توفر الظروف الاخرى.
- نمو الجذور والنباتات عموماً تتأثر بالحرارة ولذلك هناك نباتات تنمو في المناطق الباردة ونباتات تنمو في المناطق الحارة.
- تؤثر الحرارة ايضاً في الاستهلاك المائي(التبخر- نتح) وحالياً لاسيما في الزراعة المغطاة(البيوت البلاستيكية والزجاجية) يمكن السيطرة على درجات الحرارة داخل البيت من خلال التكيف.
- وان نسب الرطوبة الجيدة في التربة تقلل من التغايرات في حرارة التربة بين الليل والنهار وكذلك الغطاء النباتي يقلل من التغايرات اليومية والفصلية في درجات الحرارة.

لون التربة Soil color

- لون التربة يؤثر في نمو النبات بصورة غير مباشرة من خلال تأثيره في تغيرات درجات الحرارة وله علاقة بنسبة الرطوبة ومحتوى التربة من المادة العضوية.وعموماً فان التربة الغامقة تكون عالية الانتاجية بسبب زيادة المادة العضوية والقدرة على مسك الماء والمغذيات. يتأثر لون التربة بالأملاح والاكاسيد التي تحويها ألتربة ففي الترب المتأثرة بالأملاح يصبح لون التربة غامقاً لاسيما في الترب السبخة ويصبح اللون ابيض في ترب الشورى وكما سنوضح ذلك لاحقاً في دراسة ملوحة التربة ان وجود الصوديوم لاسيما بيكاربونات الصوديوم يعطي لوناً غامقاً للتربة

ويمكن تعيين لون التربة باستخدام دليل لون منسل (Munsell color chart) او كتاب منسل (Munsell) وهناك ارقام تدل على الوان الترب المختلفة ودلالة كل رقم.

- الماء هو اساس استمرار الحياة ونمو جميع الكائنات ألحية قالى تعالى((وجعلنا من الماء كل شيء حي)). ((وترى الارض هامدة فإذا انزلنا عليها الماء اهتزت وربت وأنبتت من كل زوج بهيج)).
- وكما ذكرنا سابقاً فأن التربة تتكون من مواد صلبة ومسامات وتكون المسامات مملوءة بالماء والهواء وهناك علاقة عكسية بين نسبة الماء والهواء وتؤدي التربة التي تقع بين الجو وبقية جسم الارض دوراً مهماً في توزيع الماء خلال دورته في الطبيعة حيث تدخل الى التربة كميات كبيرة من ماء التساقط(المطر والندى و..الخ) الذي يتم نزول جزء منه الى الاعماق ويتبخر جزء اخر من السطح، اما الباقي فأما يمتص من قبل النبات او يبقى حول دقائق التربة كماء غير جاهز وتؤثر كل من كمية الرطوبة والطاقة التي يمسك بها الماء في التربة تأثيراً كبيراً في خواص التربة المختلفة وعلى نمو النبات ولذا يتوجب على المشتغلين في الزراعة أن يفهموا وبشكل جيد العلاقات المتداخلة بين التربة والماء والنبات لأجل الحصول على اعلى انتاج للمحاصيل

- وبشكل عام فأن الصفات المائية للتربة تعتمد بدرجة كبيرة على صفات التربة الفيزيائية لاسيما النسجة والبناء فضلاً عن المكونات الكيميائية للمعادن والمادة المتدبلة(العضوية). ولذا سيتم التطرق الى المحتوى الرطوبي في التربة والمدلولات والمفاهيم المختلفة للمحتوى الرطوبي والقوى التي تمسك بها الماء وكيفية تقسيم الماء من الناحية الفيزيائية والبيولوجية ومن ثم كيفية حساب المحتوى الرطوبي للتربة.

مفاهيم ومدلولات رطوبية مهمة

- هناك مدلولات ومفاهيم مهمة ولها مدلولاتها التطبيقية في الزراعة وهي:
- نسبة التشبع(Saturation point) او نقطة التشبع: وهي الرطوبة اللازمة لإيصال المحتوى الرطوبي الى حالة تتشبع بها كل المسامات الكبيرة والصغيرة، بتعبير اخر هنا تكون حالة تغدق وأحيانا تصل اليها التربة بعد الري مباشرة اذا لم تكن كمية المياه المضافة محسوبة بشكل صحيح ويعبر عن نسبة الرطوبة في هذه التربة بالقابلية

مفاهيم ومدلولات رطوبية مهمة

- السعة الحقلية(Field capacity): مفهوم حقلي مهم يمكن الحصول عليه من خلال اضافة كمية ماء كافية لتشبع مساحة معينة من التربة وتغطيتها بغطاء مناسب لتقليل التبخر وتركها لمدة 2-3 أيام الى ان يتوقف ماء ألبزل وعموماً تقاس السعة الحقلية عند 1/3 بار(33 كيلو باسكال) او عند 0.1 بار(10 كيلو باسكال) حسب نوع ألتربة وبشكل تقريبي تقترب السعة الحقلية من منتصف قيمة ألتشبع ويعبر عنها مختبرياً بقابلية التربة على مسك الماء(WHC) (Water holding capacity) وهي قابلية التربة على مسك الماء ضد الجذب الأرضي وهنا تكون المسام الكبيرة عند هذا الحد خالية من الماء والمسام الصغيرة مملوءة بالماء، وعند الري يجب ان لا تتجاوز كمية الماء المضاف لهذا الحد.

مفاهيم ومدلولات رطوبية مهمة

- نقطة الذبول الدائم P.W.P (Permanent wilting point): هناك طرق عملية وتقريبية لحساب هذه النقطة وعادة تقاس بتسليط ضغط مقداره 15 بار(1500 كيلو باسكال). وهنا تصل النباتات الى نقطة ذبول دائم لا تستعيد النبات انتفاخه او يموت ما لم يضاف اليه الماء ولكن النبات لا يستطيع اعادة حيويته اذا ما وضع في جو مشبع وبالرطوبة وهنا الماء ممسوك بقوة لا يستطيع النبات الاستفادة منه.
- المعامل الهايكروسكوبي Hygroscopic coefficient : يكون الماء في حالة ممسوك بقوة شديدة وحركته على شكل بخار ماء وهنا الماء ممسوك بقوة لا يستطيع النبات الاستفادة منها.

تصنيف ماء التربة

- التصنيف الفيزيائي المقترح من Briggs:
- ماء الاجتذاب: الماء الحر الممسوك بطاقة اقل من الطاقة الكامنة للسعة الحقلية، يتحرك بطلاقة تحت تأثير الجذب الارضي.
- الماء الشعري Capillary water: الماء الممسوك حول دقائق التربة وبين المسامات وهو ما يسمى بمحلولِ التربة Soil solution ولا يكون جميعه جاهزاً للنبات.
- الماء الهايكروسكوبي: ماء ممسوك بشد عالٍ الى سطوح الدقائق ويتحرك بشكل بخار ماء.

تصنيف ماء التربة

- **التصنيف البيولوجي للماء**
- **ماء الاجتذاب: وهـــو الماء الذي يتحرك بفعـــل الجاذبيـــة الارضيــة، ويكون حــر الحركــة وفــي المســام الكــبيرة ولا يســتطيع النبات الاســتفادة منــه بشكــل جيــد برغــم عدم امتساكه بالتربة لسرعة فقدانه ونزوله الى الاسفل.**
- **الماء الجاهز Available water : وهو الماء الممسوك بين حدي السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم وهذا الماء فيه درجات مختلفة من التيسر للنبات ويفضل اضافة الماء قبل او عند استنزاف 75% من الماء الجاهز او حتى 50% كي لا يتأثر النبات بأي اجهاد رطوبي ونحصل على انتاج عالي.**
- **الماء غيـــر الجاهـــز Unavailable water : وهـــو الماء الممســـوك بشـــد عالٍـــ لا يســـتطيع النبات امتصـــاصه والاستفادة منه والجدول الأتي يبين العلاقة بين الماء**

ماء التربة

- ومن اهم العوامل المؤثرة في جاهزية الماء للنبات هي:
- ا- قابلية التربة على مسك الماء
- ب- عمق المنطقة الجذرية.
- ج- ملوحة التربة
- وتؤثر ملوحة التربة بشكل كبير من خلال تأثيرها في جهد الماء اذ ان جهد الماء w عموماً يتكون من الجهد الهيكلي(مسك الماء من الاجزاء الصلبة في التربة) Ψm والجهد الملحي او الازموزي s الذي يؤثر سلباً في جهد الماء بتعبير اخر ان زيادة الملوحة تزيد من مسك الماء وتقلل من جاهزية الامتصاص من قبل النبات .

الغرويات وخواص التربة الكيميائية
Colloids & Chemical Soil Properties

- كما تبين في الفصول السابقة ان لإحجام الدقائق اهمية كبيرة بالنسبة لخواص التربة المختلفة وانه كلما صغر معدل قطر الدقائق الصلبة ازدادت المساحة السطحية النوعية التي تؤثر بدورها في الكثير من خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية ومثال على ذلك فأن المساحة السطحية النوعية لدقائق الطين تزيد اكثر من 1000 مرة على المساحة السطحية النوعية للرمل الخشن.
- ان نسبة لا بأس بها من الدقائق الصلبة في التربة يقل حجمها عن 1 مايكروميتر(1 مايكروميتر = 10^{-4} سم = 10^{-6} متر) ويسمى معلق الدقائق التي اقطارها المكافئة اقل من 1

الغرويات وخواص التربة الكيميائية
Colloids & Chemical Soil Properties

- والدقائق الغروية عبارة عن دقائق معدنية(لا عضوية) ودقائق عضوية وعموماً الغرويات تشمل جزءاَ كبيراَ من الطين والدبال من المادة العضوية .

وسنتطرق في هذا الفصل الى صفات كل من الغرويات المعدنية والعضوية التي لها اهمية كبيرة في التأثير في النشاط الكيميائي الذي يؤثر بدوره

الغرويات المعدنية Mineral Colloids

- يتكون الجزء الاعظم من دقائق التربة الغروية من المعادن الطينية وهناك مجموعتان مختلفتان من المعادن الطينية وهي:
- مجموعة اطيان السليكات(Silicates clays) التي تتواجد في ترب المناطق المعتدلة والمهمة زراعياً في انحاء العالم.
- مجموعة الاكاسيد المتميئة للحديد والألمنيوم التي تكثر في ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وتسمى مجموعة الاطيان غير السليكاتية Non silicates clays
- ولأهمية الاطيان السليكاتية وانتشارها في مناخات وترب مختلفة ومنها ترب العراق سيتم التركيز عليها.

المعادن السليكاتية واطيان السليكات

- ان دقائق اطيان السليكات هي دقائق بلورية التركيب برغم صغر حجمها، وتتألف وحدات بناء المعادن الطينية من طبقات من رباعيات السطوح(tetrahedral sheets) متكونة من الاوكسجين والسليكون والتي تسمى ايضاً بطبقات السليكا(Silica layers) ومن طبقات ثماني السطوح(Octahydra sheets)لاكاسيد وهيدروكسيدات الألمنيوم والمغنيسيوم أو الحديد . وتنتظم طبقات رباعي السطوح وثماني السطوح في معظم المعادن الطينية بطرائق متعددة لتكوين المعادن الطينية المختلفة.

tetra hydra شكل طبقة



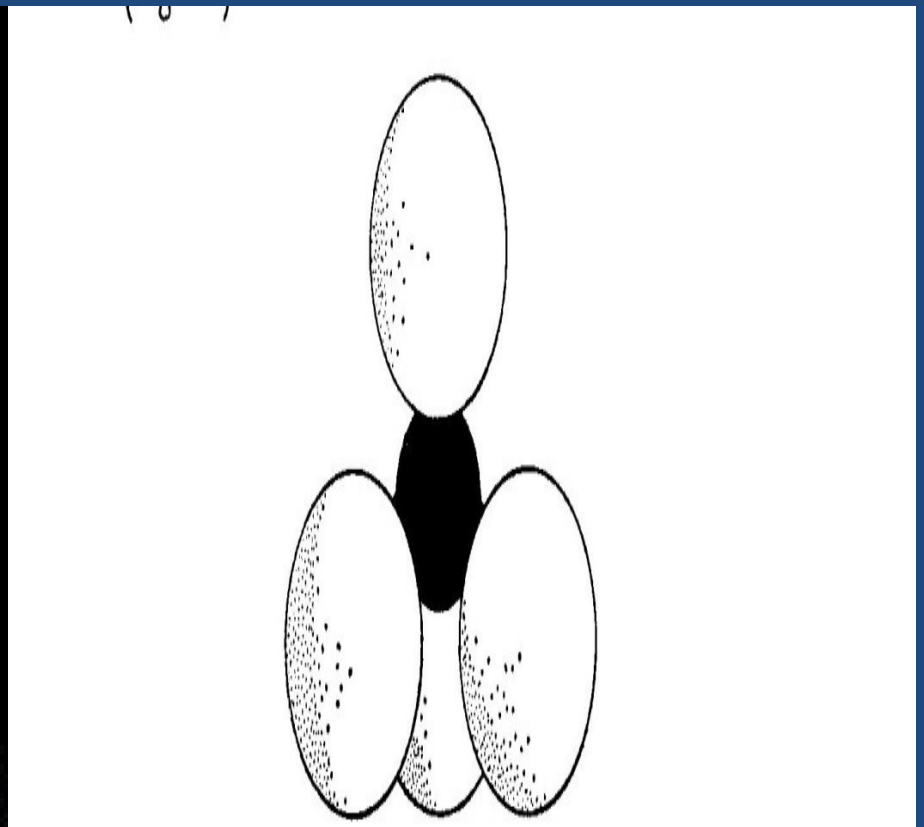


FIG. 4.1 Silicon oxygen tetrahedron.

In the clay minerals generally these tetrahedra form sheet-like

المغنيسيوم تتناسق مع ست من ذرات الاوكسجين او مجموعات الهيدروكسيل التي تحيط بذرة الالمنيوم او المغنيسيوم كما في الشكل الاتي :



إن اشتراك ثمانيات السطوح المتجاورة بذرة من الاوكسجين يؤدي الى طبقة من ثماني السطوح ويتم الربط بين طبقات رباعي وثماني السطوح بالأوكسجين مكونةَ طبقة مشتركة يطلق عليها common layer وهناك تقسيمات مختلفة منها:

مجموعة الكاندايت Kandite group : وتسمى مجموعة الكاؤولينايت Kaolinite group ، وهي عبارة عن معادن ثنائية الطبقات 1 : 1 طبقة من السليكا وطبقة من الالومينا ويكون الارتباط بين الطبقات عن طريق الاشتراك بذرات الاوكسجين ، وترتبط البلورات ببعضها بشدة مما يؤدي الى تكون دقائق كبيرة الحجم نسبياً وان الماء لا يستطيع النفاذ بين الوحدات التركيبية او بين

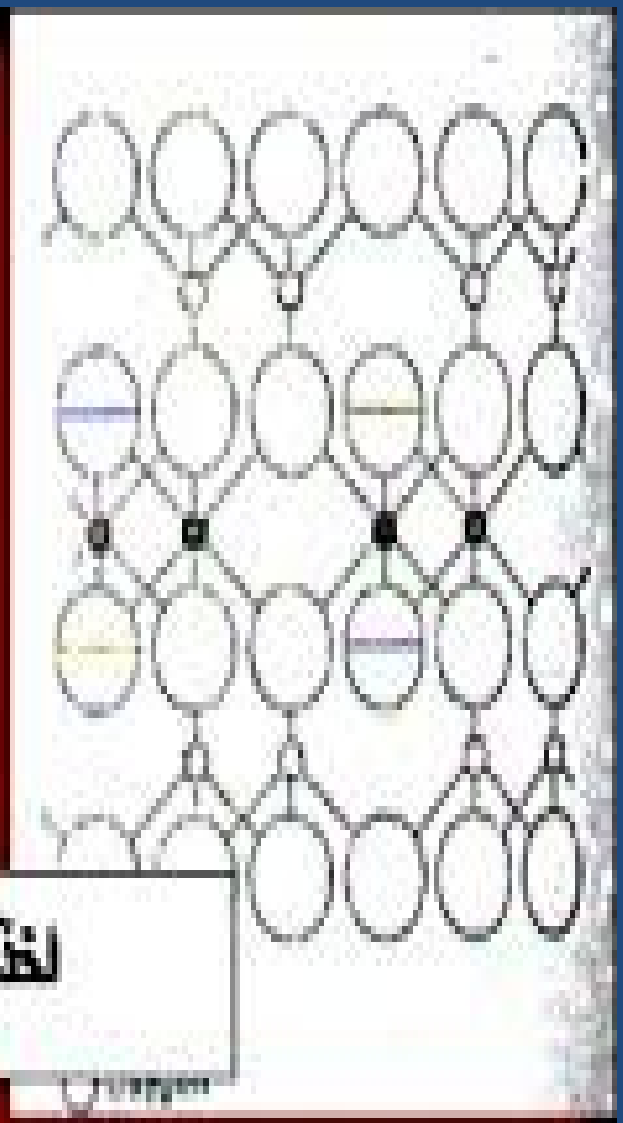
لذلك فأن هذا الطين لا يملك قابلية على التمدد والتقلص عند الترطيب والجفاف وبما ان القابلية لهذا المعدن على مسك الماء والمغذيات تعتمد على الاسطح الخارجية فقط، تكون القابلية على المسك منخفضة. ومصدر الشحنات في هكذا نوع من المعادن هو تكسر الحواف الذي يؤدي الى ظهور شحنة سالبة على دقائق الطين.

ان طين الكاؤولينايت قد ينتج في الترب الحاوية على طين المونتموريلونايت عندما يزداد غسل الايونات الموجبة بواسطة الماء وتطور بيئة عالية الحموضة مما يؤدي الى تحور او تحطم المونتمويلونايت وتكون طين الكاؤولينايت وقد يتطور الكائؤولينايت مباشرة من المعادن الاولية في ترب المناطق الاستوائية الرطبة.

المخطط الاتي يبين كيفية انتظام الذرات في وحدة الاطيان ثنائية الطبقات(المخطط لمعدن الكاؤولينايت)

تركيب جزئ الامونيا(شكل 4)

تركيب جزئ السيلكا الرباعية مع جزئ الامونيا الثمانية داخل جزئ الطفل (شكل 5)



لخصا عن السيد عبد الفتاح 1984

مجموعة السمكتايت Smectite group: وتسمى غالباً مجموعة المونتموريلونايت وتشمل على معادن طينية مختلفة كالمونتموريلونايت والبايدلايت والنترونايت والسابونايت. واهم هذه المجموعة بالنسبة للترب الزراعية هو المونتموريلونايت . ان معدن المونتموريلونايت ثلاثي الطبقات اي من طبقتين من السليكا وطبقة من الالومينا ترتبط ببعضها عن طريق الاشتراك بذرات من الاوكسجين ويطلق عليه معدن 2 : 1 .

هذه الطبقات تتمدد وتتقلص بسهولة عند الترطيب والجفاف مما يؤدي الى ان الترب الحاوية على نسب عالية من هذا المعدن (النوع من الطين) الى ان تتشقق عند الجفاف وتكون واطئة النفاذية عند التشبع بالماء . وتكون السطوح الداخلية والخارجية لهذا النوع من الطين قادرة على امتصاص الماء والعناصر الغذائية . وتتراوح اقطار دقائق المونتموريلونايت عادة بين 0.01 – 1.0 مايكروميتر. والمخطط التالي يبين كيفية انتظام الذرات في وحدة خلية الاطيان ثلاثية الطبقات (معدن البايروفيلايت) .

المخطط الاتي يبين كيفية انتظام الذرات في وحدة الاطيان ثلاثية الطبقات

Common Layer

Common Layer

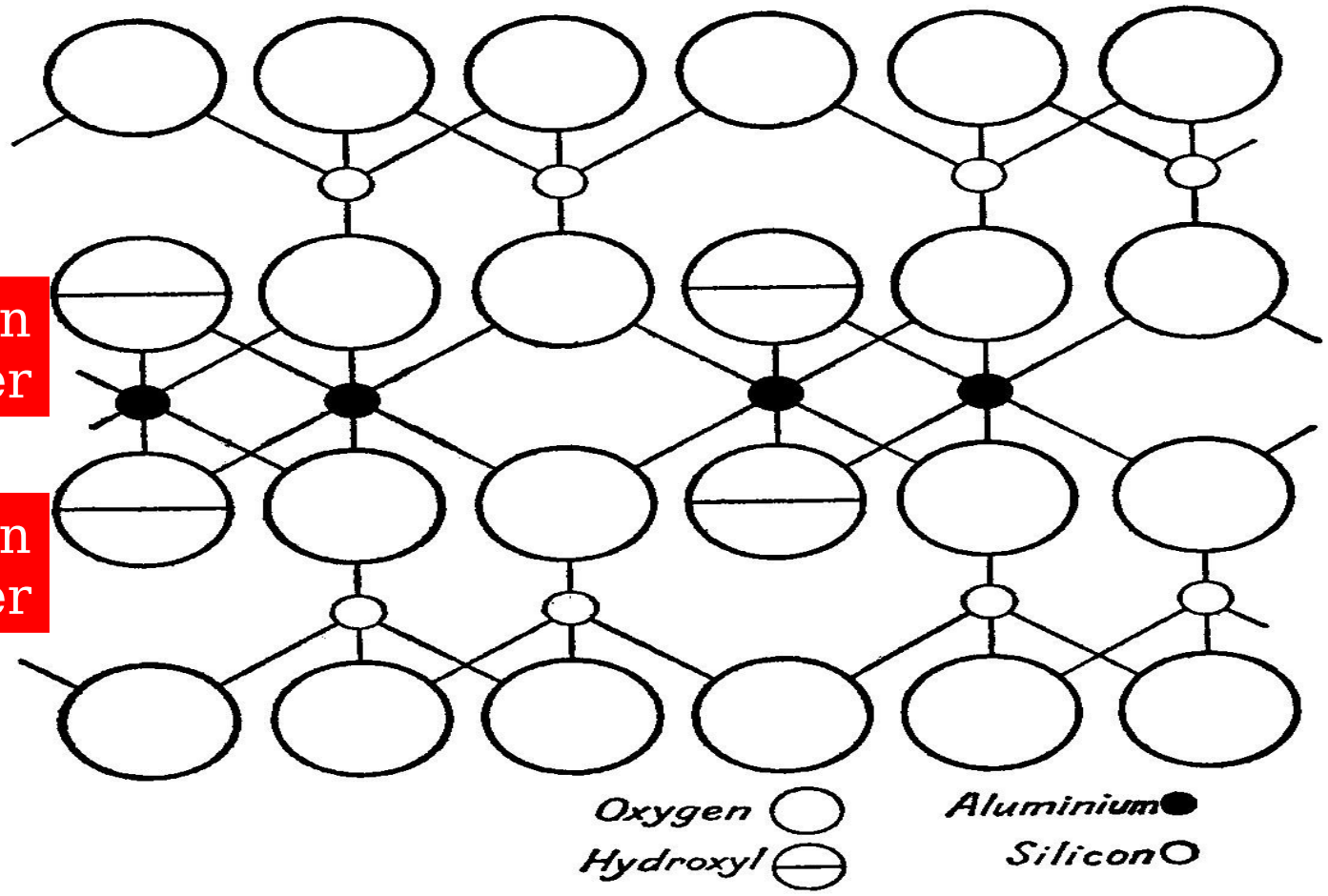


FIG. 4.6 Pyrophyllite structure (diagrammatic).

- وعند ابدال جزء من ذرات الالمنيوم بذرات المغنيسيوم بما يسمى بالإحلال المتماثل(Isomorphism substitution) ينتج عنه ظهور شحنات سالبة فائضة والإحلال المتماثل هو احد المصادر الرئيسة من مصادر الشحنات السالبة لاسيما في معادن 2 : 1 والمعدن الناتج هنا هو معدن المونتموريلونايت. يتصف معدن المونتموريلونايت بلدانة Plasticity وتماسك Cohesion عاليين وقابلية عالية على التمدد والتقلص وبسهولة التشتت الى دقائق قشرية صغيرة الحجم. وعموماً الترب الحاوية على هذا المعدن لا تكون ثابتة التركيب(البناء) إلا

وخلاصة القول يمكن المقارنة بين معدني الكاؤولينايت والمونتموريلونايت كما موضح ادناه :

الكاؤولينايت $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$	المونتموريلونايت $Al_4(OH)_4Si_8O_{20}.nH_2O$
1- من نوع 1 : 1 ثنائي الطبقات 2- لا يتمدد بالماء لوجود الاواصر الهيدروجينية بين الوحدات وسمك الطبقة المميزة بالاشعة السينية 7 انكستروم . 3- لايوجد احلال متماثل في هذه المعادن ولذلك تكون السعة التبادلية للايونات الموجبة (CEC) منخفضة وتتراوح بين 3-15 ملي مكافىء لكل 100 غرام تربة (3-15 * Cmol. Kg^{-1} soil) ومصدر الشحنات هو تكسر الحواف .	1- من نوع 2 : 1 2- يتمدد بالماء وسمك الطبقة بين 9.6 – 21.0 انكستروم . 3- السعة التبادلية عالية نتيجة وجود الاحلال المتماثل وتتراوح قيم السعة التبادلية بين 80 – 150 ملي مكافىء / 100 غم تربة

مجموعة المايكا المتميئة او مجموعة الايلايت (Hydrous mica group) او (Illite group)

- من نوع الاطيان 1:2 واهم هذه المجموعة هو طين الايلايت وفي هذه المجموعة يحدث احلال متماثل لما يقارب ربع ايونات السليكون الرباعية الشحنة في طبقة رباعي السطوح بأيونات الالمنيوم الثلاثية الشحنة، فضلاً عن حصول الابدال المماثل في طبقة ثماني السطوح كما في المونتموريلونايت.
- وعند وجود ايون البوتاسيوم خلال عملية التجوية يدخل هذا الايون في الفتحة السداسية في طبقة الاوكسجين السطحية المكونة لرباعي ألسطوح ويقوم ايون البوتاسيوم هذا بربط سطوح الوحدات التركيبية مع بعضها مكوناً ما يسمى بجسر O-K-O مما يمنع من التمدد البوتاسيوم وهذا لا يكون قابلاً للتبادل ولا جاهزاً بشكل مباشر للنبات.

palygorscite group مجموعة الباليلياكورسكايت

- تكون بلورات ابرية وكما في المخطط التالي

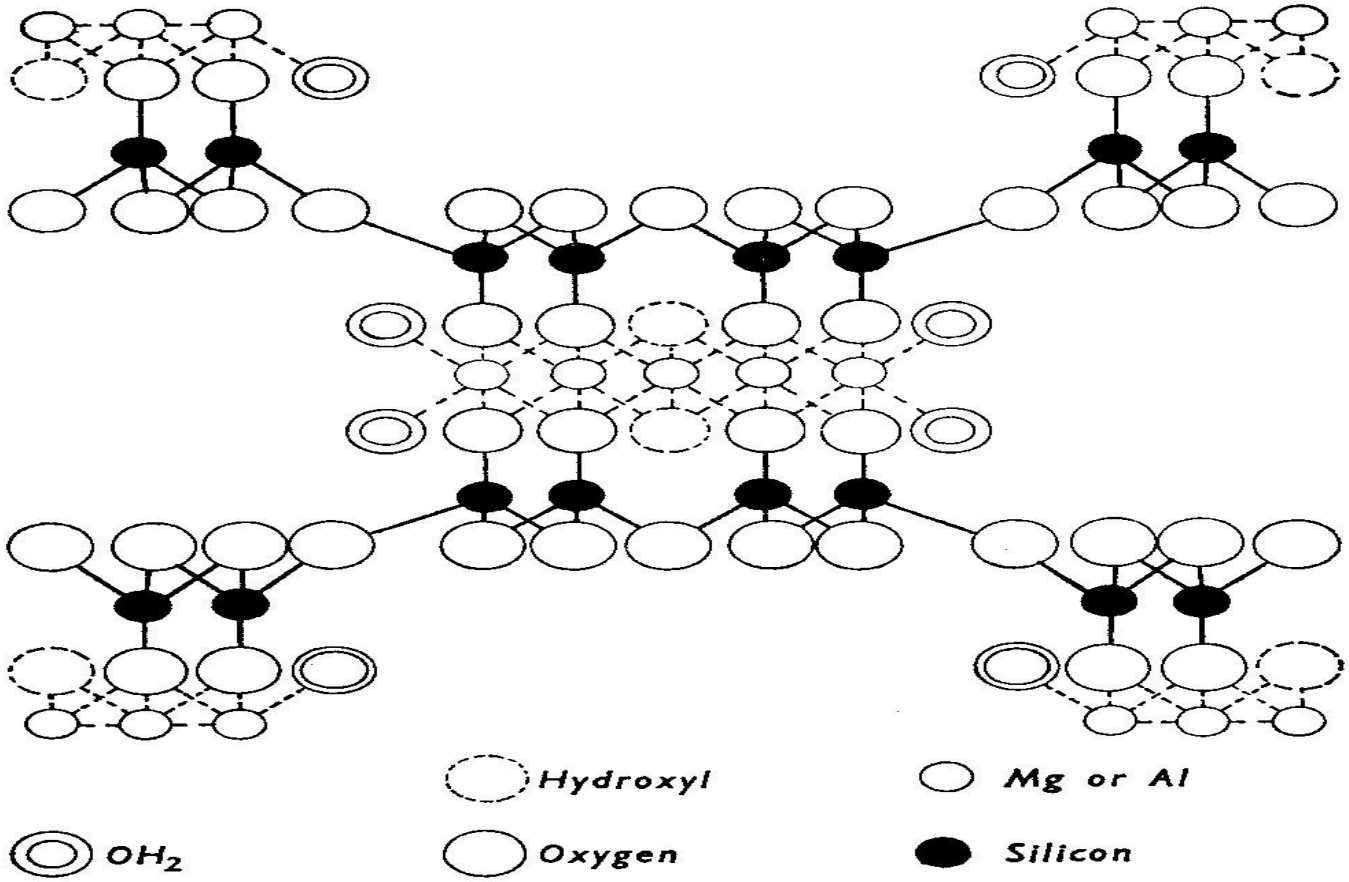


FIG. 4.7 Palygorskite structure (diagrammatic).

Chlorite group مجموعة الكلورايت

- من نوع الاطيان 1:2:2 واهم هذه المجموعة هو طين الايلايت وفي هذه المجموعة يحدث احلال متماثل لما يقارب ربع ايونات السليكون الرباعية الشحنة في طبقة رباعي السطوح بأيونات الالمنيوم الثلاثية الشحنة، فضلاً عن حصول الابدال المماثل في طبقة ثماني السطوح كما في المونتموريلونايت.

Organic الغرويات العضوية Collides

- الدبال هو الجزء المهم في الغرويات العضوية والدبال هو عبارة عن مادة عضوية في التربة تكون غامقة اللون ومتحللة بدرجة كبيرة بحيث تكون ثابتة البناء(التركيب) نسبياً.
- المساحة السطحية للدبال عالية جداً وقابليته على مسك الايونات اعلى بكثير من المعادن الطينية وتكون سعة التبادل للايونات الموجبة بحدود 150- 400 ملي مكافئ/ 100 غم تربه يتكون الدبال من الكربون C والهيدروجين H والأوكسجين O_2 مع قليل من النتروجين N والفسفور P والكبريت S وعناصر أخرى، ان مصادر الشحنات السالبة على الدبال هي

الصفات الامدصاصية(الامتزازية) لغرويات التربة
Adsorption or Sorption Properties

- ان التعبير امدصاص او ادمصاص Adsorption يختلف عن امتصاص Absorption لان الادمصاص هو عملية تحدث على السطح، اما الامتصاص فهو عملية دخول الى ألداخل ونظراً لصعوبة التمييز بين ادمصاص وامتصاص العناصر على الاسطح الغروية فأن الشائع حالياً هو استخدام امتزاز Sorption والذي غالباً يشمل الكيفية التي يمسك بها الايون على الاسطح الغروية من دون الدخول في التفاصيل.
- وتعد التربة من المواد التي لها القابلية على امتزاز المواد من خلال امتلاكها على المواد الغروية التي تتميز بوجود مساحات سطحية

- ويؤكـــــــــد Bolt وآخرون(1976) ان المســـاحة الســـطحية النوعيـــة مؤشـــر اساسي للتمييز بين مكونات التربة ذات القابليـــة علـــى الامتزاز مـــن عدمها. ان وجود ظاهرة التبادل الايونـــي والامتزاز تجعل من العناصر الغذائية مخزونة على السـطوح الغرويـة بشكـل قابـل للإبدال والامتصاص من قبل ألنبات بتعبير اخر صـفة الامتزاز والتبادل الايونـي تعطـي التربـــة القابليـــة علـــى خزن العناصـــر الغذائيـة الضروريـة للنبات بشكـل قابـل للتبادل والامتصـــاص مـــن قبـــل جذور

مصادر الشحنات في غرويات التربة

- عموماً تكون الشحنة السالبة هي السائدة على اسطح الغرويات وتعد هذه الشحنة محصلة الشحنة او الشحنة الصافية على سطح معظم غرويات ألتربة والمصادر المكونة للشحنات هي:
- 1- الاستبدال التناظري او التماثل
- 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.

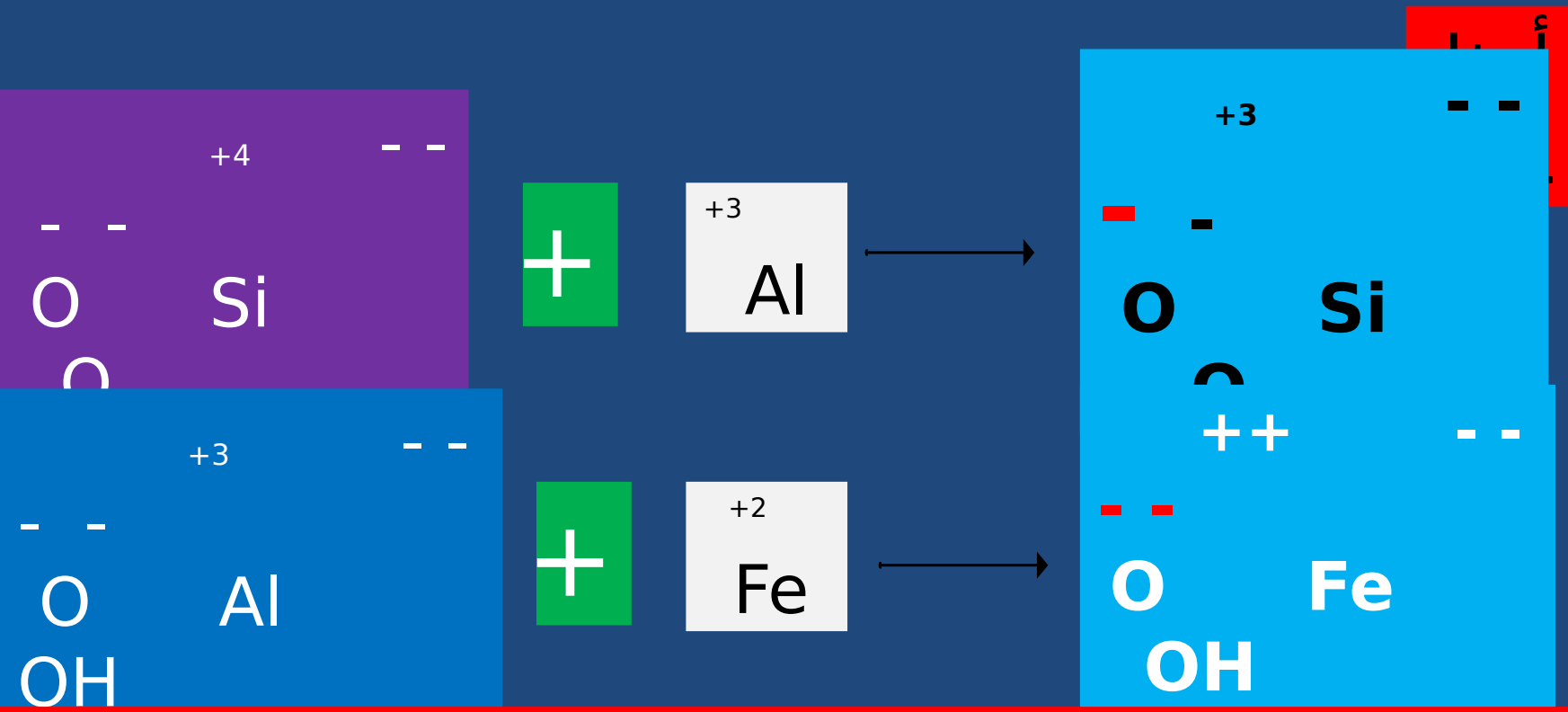
الاستبدال التناظري او التماثل Isomorphous Substitutions

- **امثلة:**
- **احلال Al^{+3} محل Si^{+4} في طبقة الاوكتاهيدرا وينتج عن هذا زيادة في كمية الشحنة السالبة الفائضة بسبب الاختلاف في تكافؤ الايونات المتبادلة .**

- - +4 - -

- O Si O

الاستبدال التناظري او التماثل
Isomorphous Substitutions



وهنا الشحنة لا تعتمد على درجة تفاعل ألوسط هذا النوع من الاستبدال هو المصدر الرئيسي للشحنات في معادن 2 : 1. اما بالنسبة للمعادن 1 : 1 فهذا النوع من الاستبدال يكون نادر.

مصادر الشحنات في غرويات التربة

- 2-تكسر الحواف: والتي هي عبارة عن الشحنة غير المشبعة الموجودة على حافات الدقائق الغروية ألمعدنية وهذه الاواصر المكسورة تكون بين الاوكسجين او الاوكسجين والألمنيوم.

3- العيوب البلورية:وهي أيضا عبارة عن شحنة غير مشبعة تظهر على سطح المعدن الذي فيه عيوب بلورية أثناء عملية التبلور للمعدن.

Soil colloids غرويات التربة

- النظام الغروي هو نظام مكون من مواد متشتتة متناهية في الصغر منتشرة في وسط التشتت.
- يشير العالم Van Olphen (1963) الى ان الانظمة الحاوية على الدقائق التي نصف قطرها اقل من 1 مايكروميتر تعد محاليل غروية. ومع هذا هناك من يعتقد من علماء التربة ان النظام الغروي يكون لحد 2 مايكروميتر.
- اذ ان هناك طبقتين من الايونات وهما:

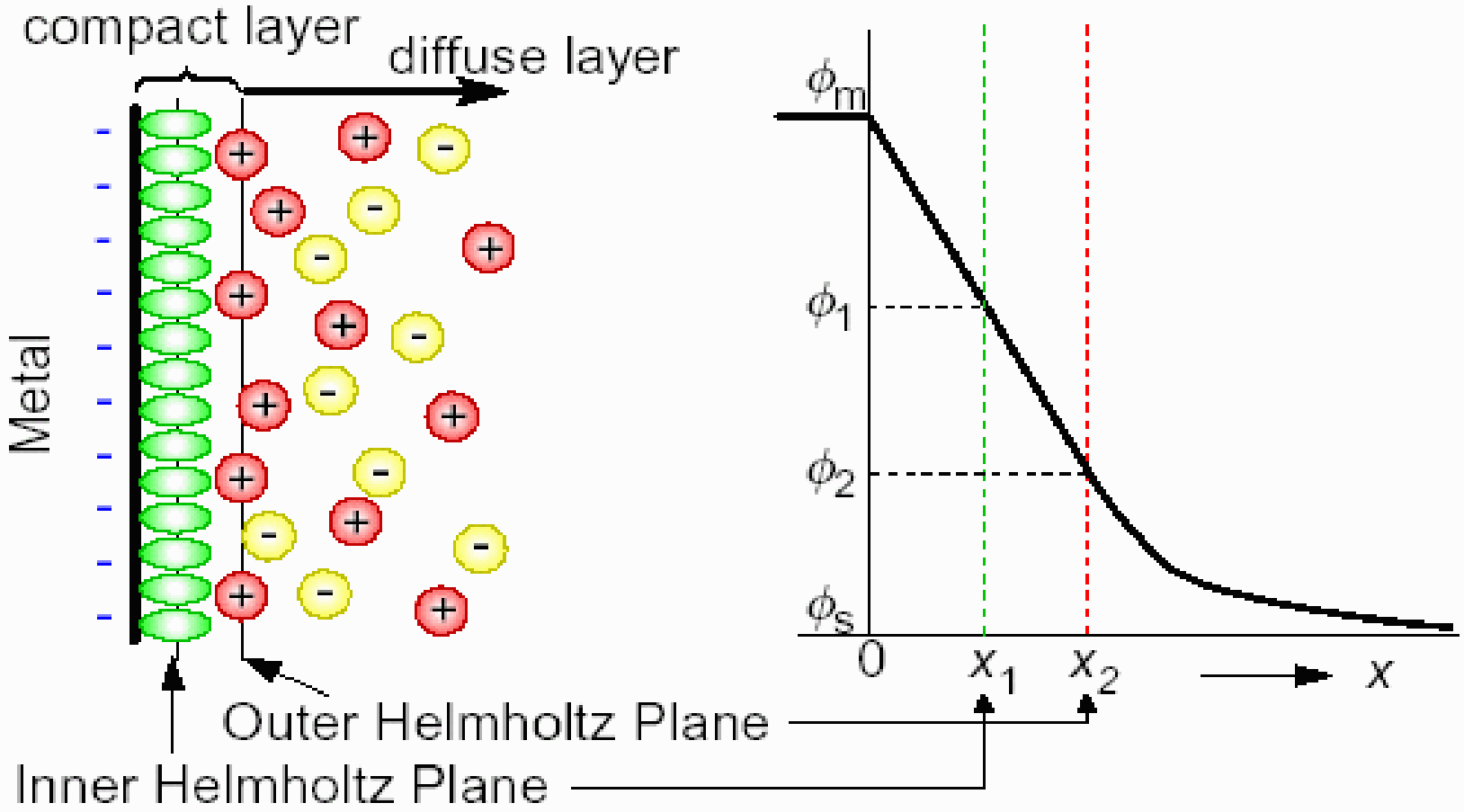
غرويات التربة Soil colloids

- الطبقة الداخلية الملاصقة لسطح النواة ويطلق عليها الايونات المحددة للجهد او الشحنة.
- طبقة من الايونات المعاكسة في الشحنة ويطلق عليها طبقة الايونات المشبعة او الممدصة.

مجموع الطبقتين هو ما يطلق عليه بالطبقة الكهربائية المزدوجة Electrical Double Layer(EDL) وغالباً ما تتكون الطبقة الداخلية من شحنات سالبة والطبقة المشبعة من شحنات موجبة.

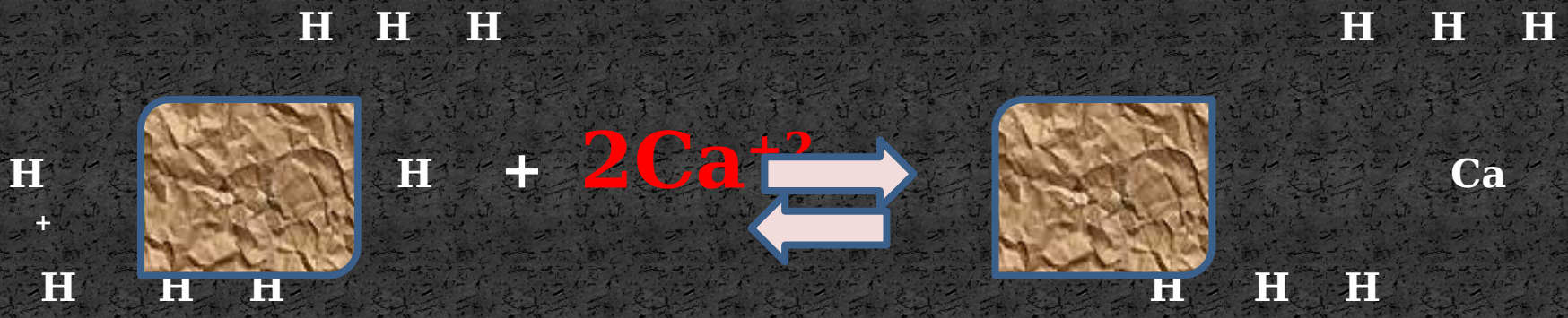
ويطلق على مجموع الايونات المشبعة او الممدصة(والتي يجب ان تساوي مجموع الايونات المحددة) في وزن معين من التربة بالسعة التبادلية وهي صفة وصفية عند درجة تفاعل معين لكل تربة من ألترب الطبقة البعيدة او الايونات المنتشرة في الطبقة البعيدة المنتشرة تكون حرة الحركة نوعا ما وتسمى هذه الطبقة بالطبقة المنتشرة(diffused layer) وهنا فأن سمك هذه الطبقة مهم وله دور مهم في تحديد سلوك التربة من الناحية الفيزيائية والكيميائية.

الطبقة الكهربائية المزدوجة
Electrical Double Layer (EDL)



طبيعة التبادل الايوني

- 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^{+} .

الصفات البيولوجية Bio properties

ان الموضوع حالياً اشمل واعم ويشمل الخواص الحيوية للتربة والفعاليات الكيموحيوية لهذه الاحياء.

- تعتمد الخواص البيولوجية للتربة على الجزء العضوي فيها والنشاط البيولوجي في التربة والتي غالباً ما يكون على الجزء العضوي او مرتبطاً به.
- الترب المعدنية وكما بينا سابقاً تحوي على مواد عضوية بنسب تتراوح بين 0.5- 6.0% بشكل عام، اما الترب العضوية فالنسب بها مرتفعة تصل الى اكثر من 80% احياناً.
- يتكون الجزء العضوي في التربة من جزئين أساسيين:

الصفات البيولوجية Bio properties

- المواد العضوية الميتة: وهي عبارة عن بقايا عضوية من اصل نباتي او حيواني وافرازاتها ونواتجها.
- الكائنات الحية: وهي تشمل الاحياء المجهرية في التربة كالبكتريا والفطريات والاكتينومايسيس والإحياء غير المجهرية او الكبيرة كدودة الارض.

تعرف التربة بيولوجيا بأنها الطبقة العلوية الهشة من القشرة الارضية التي تحتوي على الالاف من الكائنات الحية المختلفة هذه الاحياء لها دور مهم في معظم تحولات ودورات العناصر الغذائية في التربة وتحلل المادة

المجاميع الرئيسة للإحياء في التربة

- الاحياء النباتية Flora
- الاحياء الحيوانية Fauna
- الفيروسات Viruses
- تقسيم الاحياء المجهرية
- 1- الاحياء النباتية:
- 1-1 البكتريا Bacteria
- ومنها بكتريا النترجة Nitrobacter
- بكتريا اكسدة الكبريت Thiobacillus
- بكتريا العقد الجذرية Rhizobium

المجاميع الرئيسة للإحياء في التربة

- 2 الفطريات Fungi
- فطر عفن الخبز Rhizopus
- فطر عش الغراب Mashrooms
- الفطريات المسببة للذبول Fusarium و Phythium

- 3 الفطريات الشعاعية Actinomycetes
مثل Stroptomyces
- 4 الطحالب Algea
- الطحالب الخضراء المزرقة Blue green Algea
- الازولا Azola

المجاميع الرئيسة للإحياء في التربة

2- الاحياء الحيوانية:

الاحياء الكبيرة: دودة الارض والنمل و....الخ.

الاحياء الصغيرة: البروتوزوا

3- الفيروسات:

الباكتريوفاج: الفيروسات التي تصيب البكتريا

الاكتينوفاج: الفيروسات التي تصيب الاكيتينومايسيس

وبشكل عام الاحياء في التربة قسم منها مفيد وهو الجزء الاكبر وقسم منها مرضي ويؤثر في الاحياء المجهرية الاخرى وحتى في النبات.

تصنيف الاحياء المجهرية

- **1- التصنيف البيئي Ecological classification:**

1-1 الاحياء المجهرية الاصلية او المستقرة Indigenous : وهي الاحياء التي تكون نوعا ما ثابتة وقليلة التغير ولا تتأثر بمعاملات التربة.

1-2 الاحياء المجهرية المتذبذبة الاعداد Zymogenous: وهي الاحياء التي تتأثر بمعاملات التربة.

1-3 الاحياء الانتقالية او غير المستقرة

تصنيف الاحياء المجهرية

- 2- التصنيف المعتمد على الاوكسجين:

2-1 الاحياء المجهرية الهوائية الاجبارية

Aerobic : الاحياء التي تعيش بوجود الاوكسجين ولا تعيش من دون وتحتاج الى نسبة اوكسجين تقارب نسبته في المحيط الجوي.

2-2 الاحياء المجهرية اللاهوائية الاجبارية

Anaerobic : الاحياء المجهرية التي تعيش في ظروف لا هوائية ويكون ضغط الاوكسجين الجزيئي واطئاً او معدوماً.

2-3 الاحياء ذات المعيشة الاختيارية: وهي التي تعيش بوجود او عدم وجود الاوكسجين.

تصنيف الاحياء المجهرية

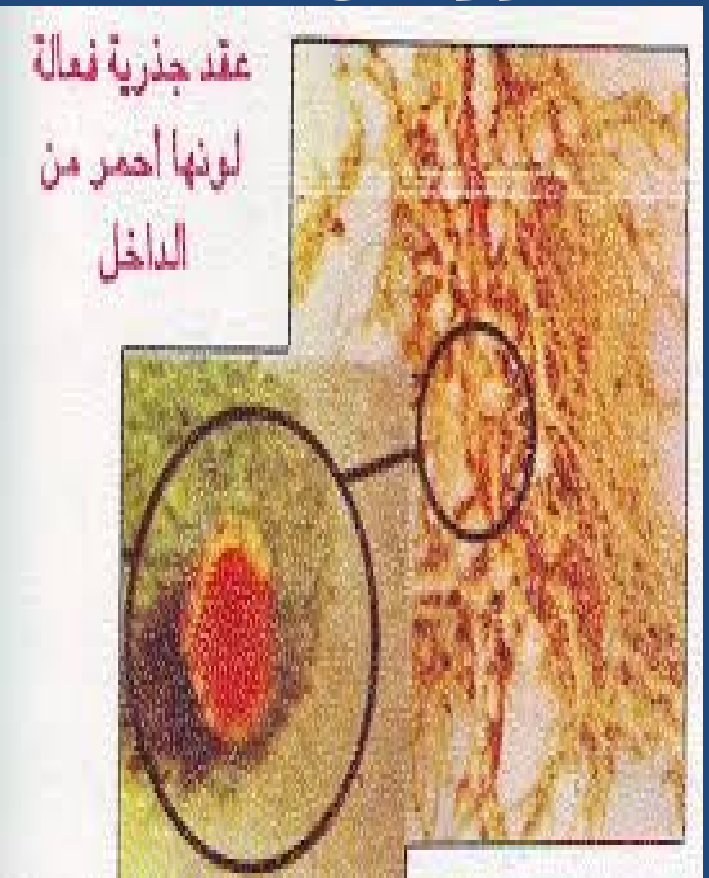
- III- التصنيف المعتمد على التغذية:
  - الاحياء ذاتية التغذية Autotrophs : تصنع غذاءها بالاعتماد على الكربون من ثنائي اوكسيد الكربون والطاقة من ضوء الشمس وتسمى في هذه الحالة autotrophs او تعتمد في غذائها على اكسدة النتروجين والكبريت والحديد وتسمى Chemo autotrophs والمجموعة الاخيرة مهمة جداً في خصوبة التربة لأنها تحول العناصر الغذائية من شكل الى شكل اخر اكثر تيسراً للامتصاص من قبل النبات
  - الاحياء متعددة التغذية Heterotrophs : تستطيع الحصول على الكربون من المادة العضوية في التربة والعناصر الغذائية من الايونات الذائبة في ألتربة وهذه المجموعة مهمة جداً في تحلل المواد العضوية ودورات العناصر الغذائية في التربة.

تصنيف الاحياء المجهرية

- **IV – التصنيف المعتمد على الحرارة:**
  - **الاحياء المحبـــــة للحرارة Thermopiles : الحرارة المثلـى بيـن 55-60˚م والمدى بيـن (40-80˚م).**
  - **الاحياء المحبـــــة للحرارة المعتدلـــــة Measophiles: الحرارة المثلى بين 25-35˚ م والمدى بين (15-45˚م) .**
  - **الاحياء المحبـــة للـــبرودة Psychrophiles:**

الفعاليات والادوار التي تقوم بها احياء التربة المختلفة

- **بكتريـــا التربـــة**: تقوم بدور مهـــم فـــي تحولات العناصر الغذائية وتحلل المواد العضوية مثل بكتريا النترجة واكسدة الكبريت وتثبيت النايتروجين(الشكل التالي)



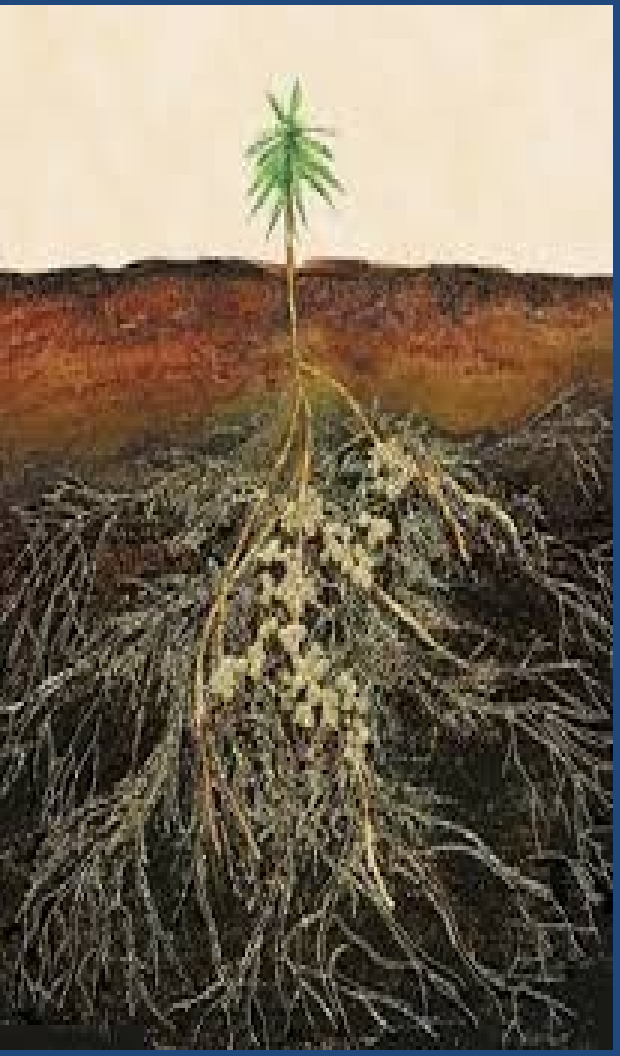


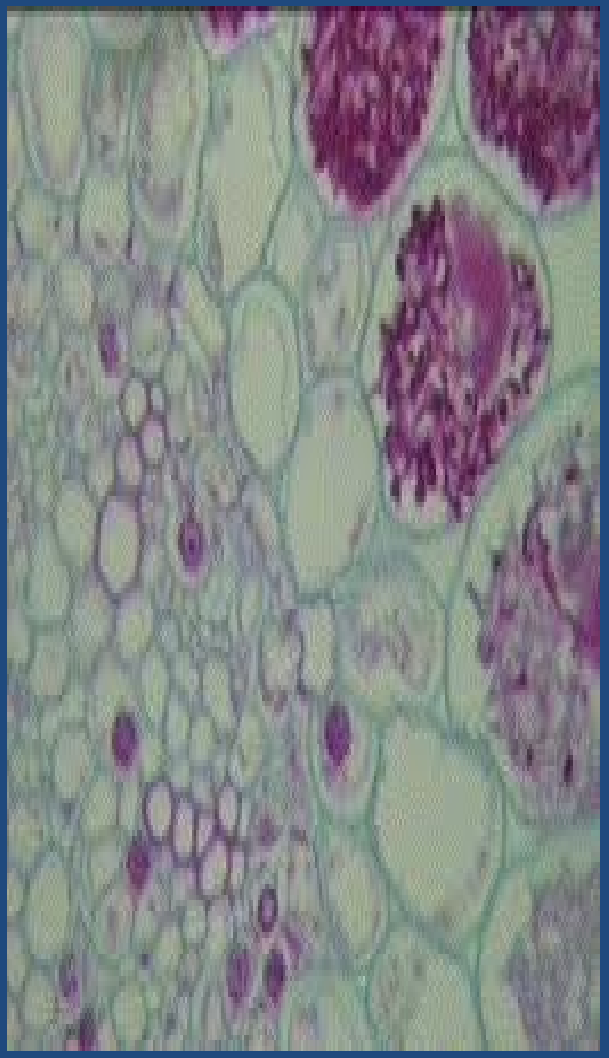


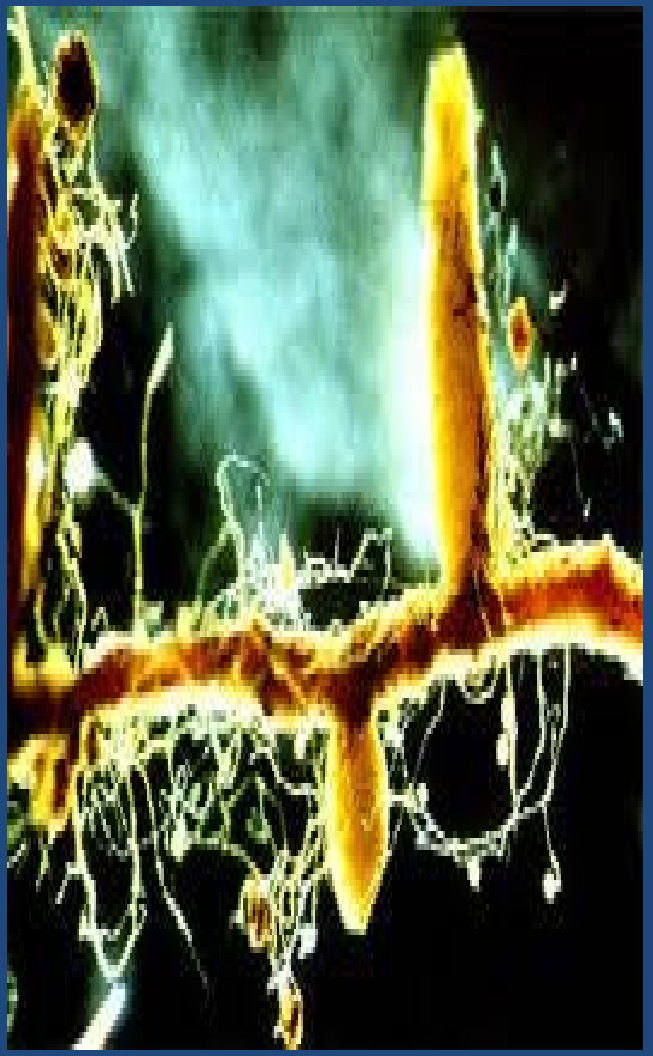
الفعاليات والادوار التي تقوم بها احياء التربة المختلفة

- - لها دور مهم في تثبيت مجاميع التربة وجعل بناء التربة جيداً و مثالياً.
- - بعض البكتريا تكون مرضية وتصيب جذور النباتات.
- **فطريات التربة:**
- - لها دور مهم في تحلل المواد العضوية.
- لها دور مهم في امتصاص العناصر الغذائية ومثال ذلك المايكورايزا Mycorrhizae(الشكل التالي)التي تقوم بعلاقة تعاونية مع جذور النباتات وتمتص الفسفور وتزيد من جاهزيته للنبات.

Mycorrhizae







الفعاليات والادوار التي تقوم بها احياء التربة المختلفة

- - بعض الفطريات لها دور سلبي ومرضي ومنها الفيزايريوم التي تصيب جذور النباتات وتسبب ذبول النباتات.
- **الفطريات الشعاعية:**
  - لها دور مهم في تحلل المواد العضوية لاسيما اكوام السماد الحيواني لتحملها للحرارة.
  - لها دور مهم في استخلاص المضادات الحيوية(Antibiotic) مثل الستربتومايسين .
  - قسم منها مضرة للحاصل مثل الفطريات الخاصة بجرب البطاطا التي تنشط في pH اعلى من 5.5.
- **الطحالب :**
  - مهمة جداً في تثبيت النيتروجين الجوي لا تكافلياً مثل الطحالب الخضراء المزرقة والازولا.

الصفات البيولوجية Bio properties

وبشكل عام لكافة الاحياء دور مهم في المادة الحيوية والمادة العضوية للتربة بعد تحللها. ومن الامثلة المهمة على دور الاحياء المجهرية في التربة وعلاقتها بخصوبة التربة وتغذية النبات هي دورة النتروجين ودورة الفسفور ودورة الكبريت ..