اساسيات علم التربة
principle of soil science

نشوء التربة وتكوينها

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. وهذه الطبقة الساندة للحياة تسمى البيدوسفير Pedosphere نشطة حيوياً ومسامية وذات بناء وتقوم بكفاءة بتوزيع الماء والتدفقات الكتلية والطاقة. فضلاً 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 فضلاً عن المكونات الداخلية للأرض من صخور ومياه وجميع المكونات الخارجية من ماء ونبات وظروف مناخية محيطة بها.

علم التربة Soil Science

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.

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 جانباً 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.

عمليات تكوين التربة Soil Formation Processes

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 او ما تسمى بالقلوية(Alkalization). وتعد عملية تجمع الاملاح من العمليات المهمة في المناطق الجافة وشبه الجافة ومنها العراق.

عوامل تكوين التربة Soil Forming Factors

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 time (t) 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)

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)

السقيط (المطر والندى و..الخ) يؤثر 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 نتيجةً لتأثيره في عمليات غسل ونقل الايونات بين الافاق.

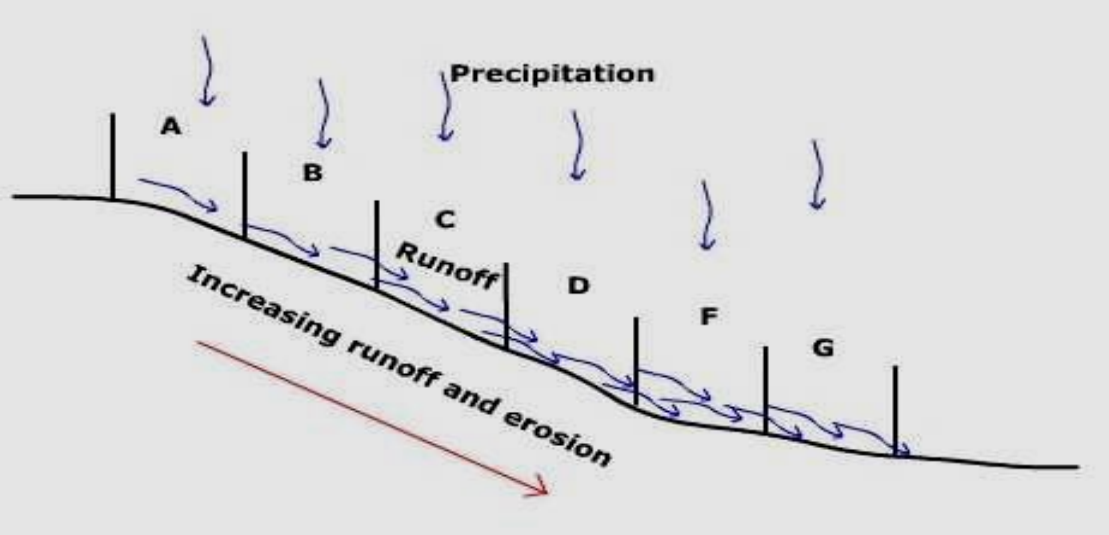
المناخ والنمو الخضري والتجوية:

يكون النمو الخضري متباعداً وضعيفاً وتجمع المواد العضوية قليل في المناطق الصحراوية الحارة نتيجةً لارتفاع الحرارة وقلة سقوط الامطار. وفي المناطق الباردة يتحدد نشاط البكتريا وهذا سيحدد من تحلل المواد العضوية وعلى عكس ذلك يزداد النشاط في المناطق الدافئة والرطبة الاستوائية مما يزيد من تحلل المواد العضوية.

الطبوغرافية(relief)Topography

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

والشكل(2) التالي يوضح العلاقة بين الانحدار والتعرية.



الاحياء Organisms ،الانسان Human والزمنTime

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.

مقد التربة Soil Profile

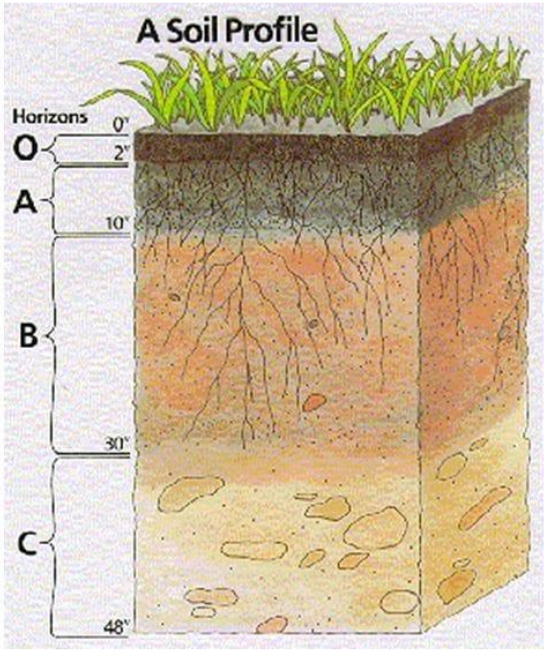
مقد التربة عبارة عن المقطع العمودي للتربة الذي يكشف من خلال صغره او مقطع لعمل شارع وهذا المقد يتضمن عدداً من الطبقات يطلق عليها افاق horizons وهذه الافاق بسمك عدد من السنتمترات الى عشرات السنتمترات تعكس العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي حدثت للتربة. هذه الافاق تتكون من تجمعات من جزيئات معدنية 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.

What is a soil profile?

A soil profile consists of several **soil horizons**.

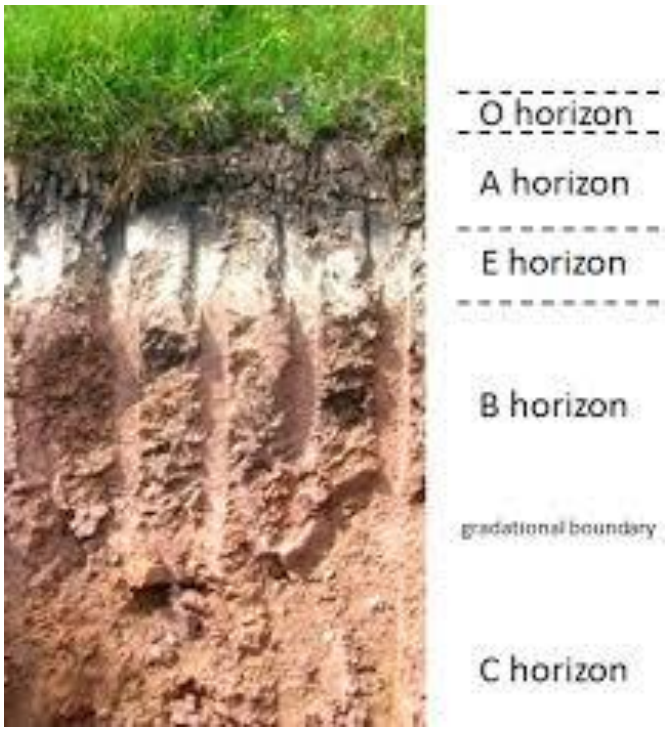


O horizon
- humus on the ground surface.

A horizon
- Top soil.
- Rich in organic matter. Typically dark color.
- Also called zone of **leaching**.

B horizon
- Subsoil.
- Also called zone of accumulation.
- May contain soluble minerals such as calcite in arid climates (caliche).

C horizon
- Weathered bedrock (rotten rock).
- Bedrock lies below the soil profile.



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.

B: وهو ثاني افق في التربة وهو منطقة التجميع الكبرى للمواد المغسولة من الافق 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.

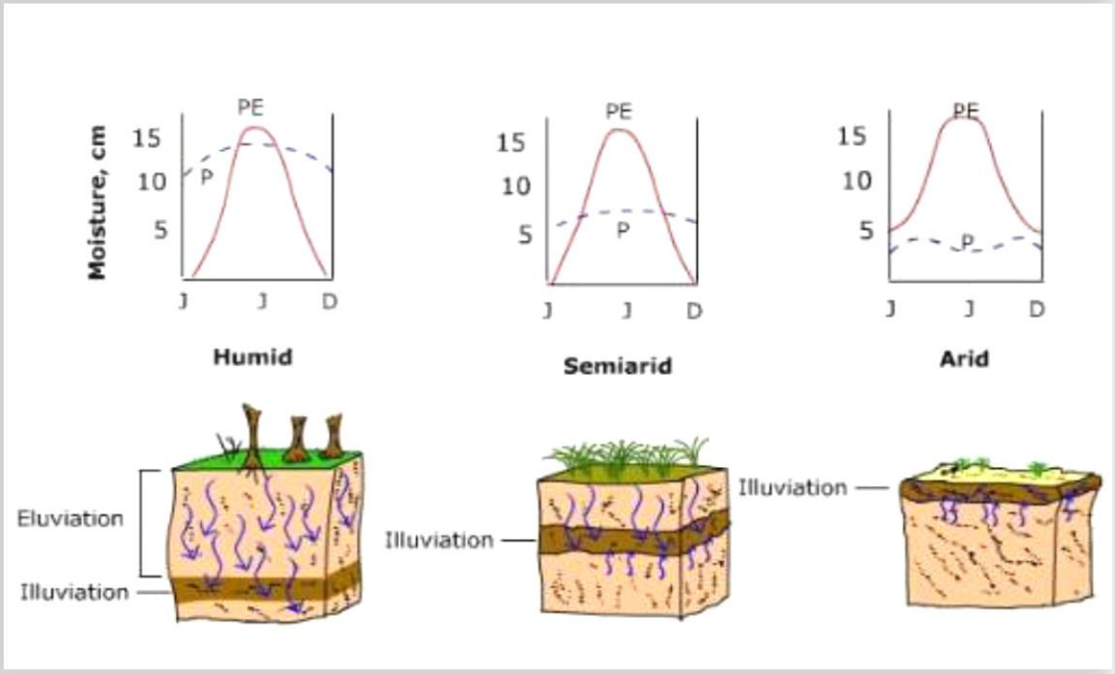
C: وهو افق تكون من المواد الصلبة المتفتتة والتي توجد تحت طبقة الـ Solum (A + B) وقد تكون هي المادة الام المكونة للتربة التي فوقها وقد لا تكون كذلك ولاتوجد فيها فعاليات حيوية

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 ألتربة وفي حالة استمرار الظروف الملائمة لتكوين الاحماض وتحطيم

المعادن واستمرار الغسل والترسيب الى الافق Bتزداد 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.

والشكل الاتي يوضح عمليتي الفقد (eluvia) و الكسب (illuvial) تحت ظروف رطبة و شبة جافة وجافة على التوالي :



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

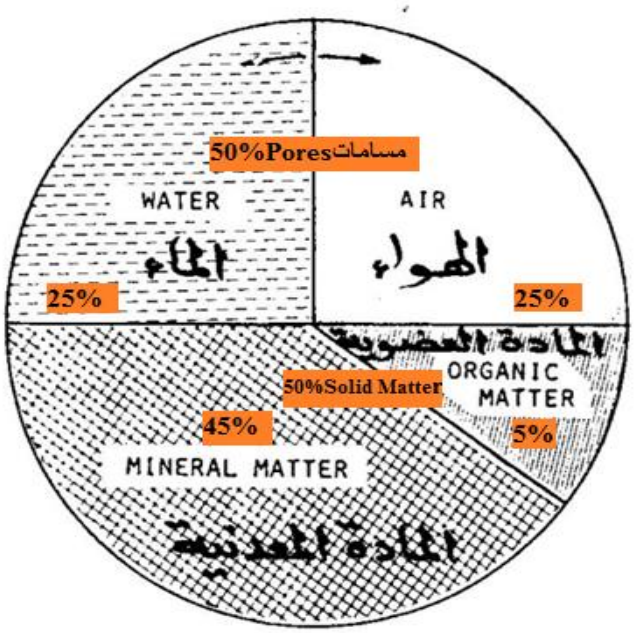
المكونات الرئيسة للتربة

التربة عبارة عن مواد مفككة معدنية وعضوية تغطي جزءاً كبيراً من سطح الارض بشكل طبقات تسمى افاق وهي بشكل 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

ويلاحظ مايلي:

- 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 الرطوبة تختلف من منطقة الى اخرى ضمن التربة الواحدة وذلك تبعا لظروف التربة الداخلية والخارجية.

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.

نسجة التربة Soil Texture

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 Sandوالغرين Silt والطين Clay وباستخدام مثلث النسجة نستطيع التوصل الى صنف 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)

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

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:

1- التقسيم الثلاثي: وفيه تقسم النسجة الى ثلاثة اقسام وهي التربة الخشنة النسجة Coarse والمتوسطة النسجة Medium والناعمة النسجة Fine texture .
2- 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

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.

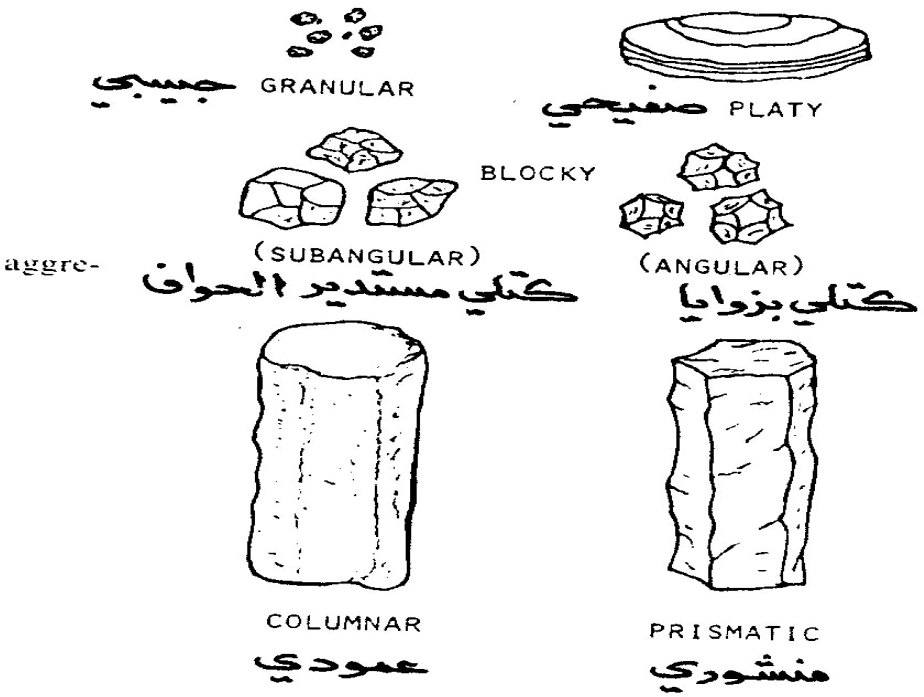
تصنيف بناء التربة

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)

1- المواد العضوية الغروية ومخلفات الاحياء الدقيقة والإحياء الاخرى.
2- الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل
3- الترطيب والجفاف والتمدد والتقلص
4- جذور النباتات وفعاليات حيوانات التربة
5- الانجماد والذوبان
6- 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 الاصفر حجماً ولكن المجموع الكلي للمسام او الفراغات يكون اكبر ولذا فان الكثافة الظاهرية تكون اقل.

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 ألتغليف ومن خلال حساب حجم السائل المزاح، ولكل طريقة محاسنها وعيوبها.

مسام التربة Soil pores

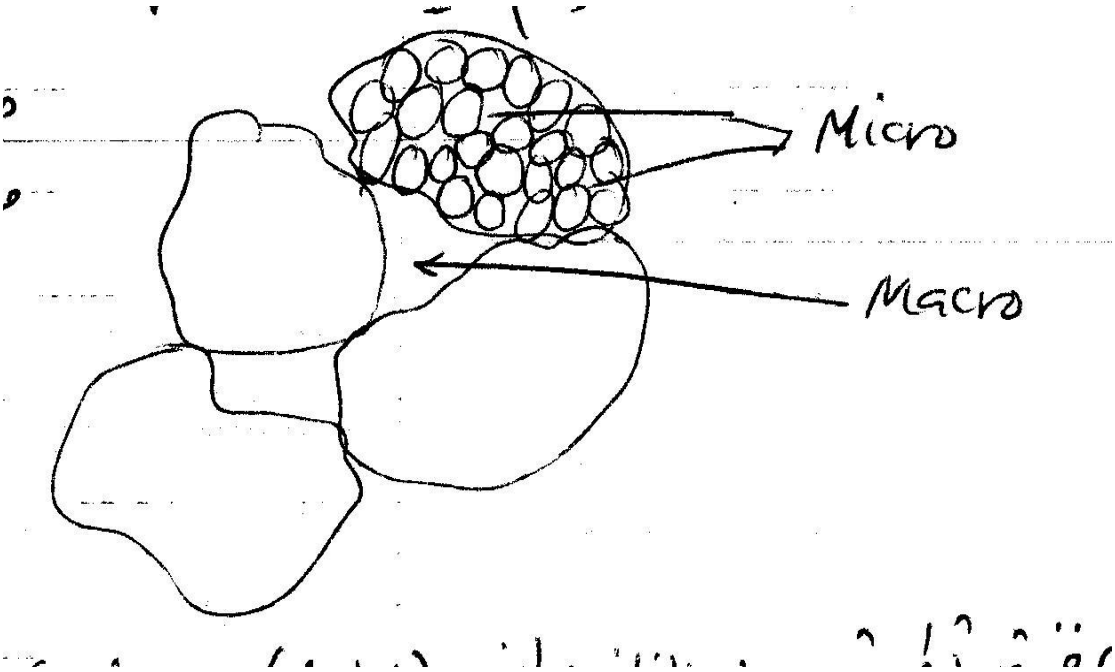
في حالة كون التجمعات aggregates (والتي عبارة عن دقيقتي تربة او اكثر ترتبط مع بعضها بقوة تزيد عن قوة تجاذبها مع المجاميع الاخرى المجاورة لها) وقد يكون سبب التكوين طبيعياً او اصطناعياً واضحاً فيمكن تقسيم حجوم المسامات الى مديين:

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:

$$E = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}\right) \times 100$$

حيث أن:

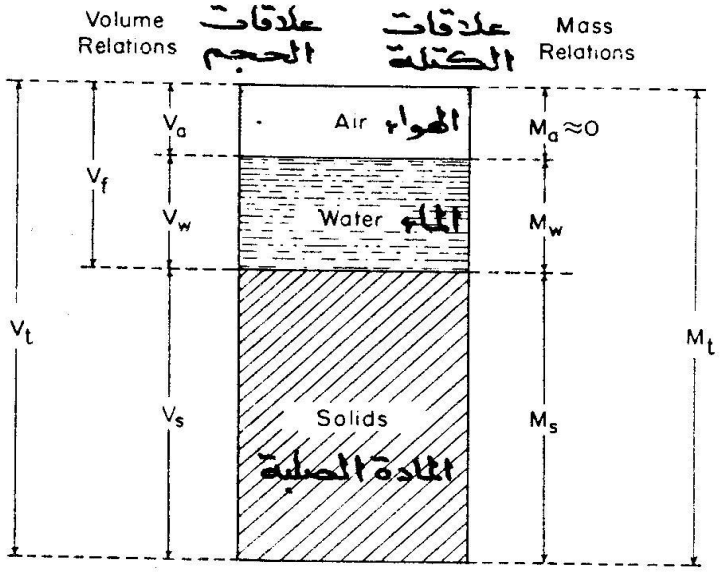
E= المسامية(%)

— 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.



شكل ٢ – ٢ مخطط توضيحي للتربة كنظام ثلاثي الاطوار.

هواء التربة Soil Air

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 مباشر في نمو الجذور وامتصاص ألمغذيات ونقص التهوية الشديد يؤثر في جهد الاختزال والأكسدة مما يؤدي الى زيادة ذوبانية الحديد والمنغنيز الى نسب تصل الى السمية للنبات.

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

جدول يبين مكونات الهواء في التربة والهواء الجوي

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 في ترب غدقة لأنها تأخذ الهواء عن طريق الاوراق.

حرارة التربة Soil 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 ألتربة ان وجود الصوديوم لاسيما بيكاربونات الصوديوم يعطي لوناً غامقاً للتربة نتيجة تكون هيومات الصوديوم في الترب ألعضوية ووجود اكاسيد الحديد يعطي لوناً خاصاً يتأثر برطوبة التربة فهو احمر عند الظروف الهوائية وازرق تحت ظروف الاختزال.

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.

يتألف النظام من ثلاثة أبعاد مستقلة يمكن تمثيلها اسطوانيا بمجسم ألوان ثلاثي الأبعاد غير منتظم :الصِبغة، وتقاس بالدرجات في الدوائر الأفقية. صفاء اللون، وتقاس قطريا من المركز إلى الخارج بدءا من المحور الشاقولي ذي اللون الرمادي الحيادي .قيمة اللون، تقاس شاقوليا من (0) الأسود (إلى 10) الأبيض.

حدد مونسل توزع الألوان على طول الأبعاد السابقة بأخذ أبعاد قياسات الاستجابة البصرية البشرية. في كل من هذه الأبعاد، كانت ألوان مونسل التي صنعها قريبة من perceptually uniform بحيث جعلت الشكل الناتج غير منتظم إلى حد بعيد. وقد شرح مونسل ما يلي:

صِبغة اللون

تقسم كل دائرة في نظام مونسل إلى خمسة صبغات أساسية: الأحمرRed ، والأصفرYellow ، الأخضرGreen ، الأزرقBlue ، الأرجوانيPurple ، مع خمسة صبغات متوسطة بين الصبغات الأساسية المجاورة .تقسم هذه الدرجات العشرة إلى 10 درجات فرعية، إذن يصبح لدينا 100 صبغة كعدد صحيح .اللونان المتوضعان على طرفي دائرة الصبغة يكون لهما نفس قيمة وصفاء اللون وتسمى بالألوان المتتامة، وتمزج وفق نظام اللون الجمعي مع الرمادي الحيادي ذو القيمة اللونية نفسها. يظهر الشكل في الأسفل أربعين من صبغات مونسل موزعة بانتظام، مع متمماتها الموزعة شاقوليا.

قيمة اللون

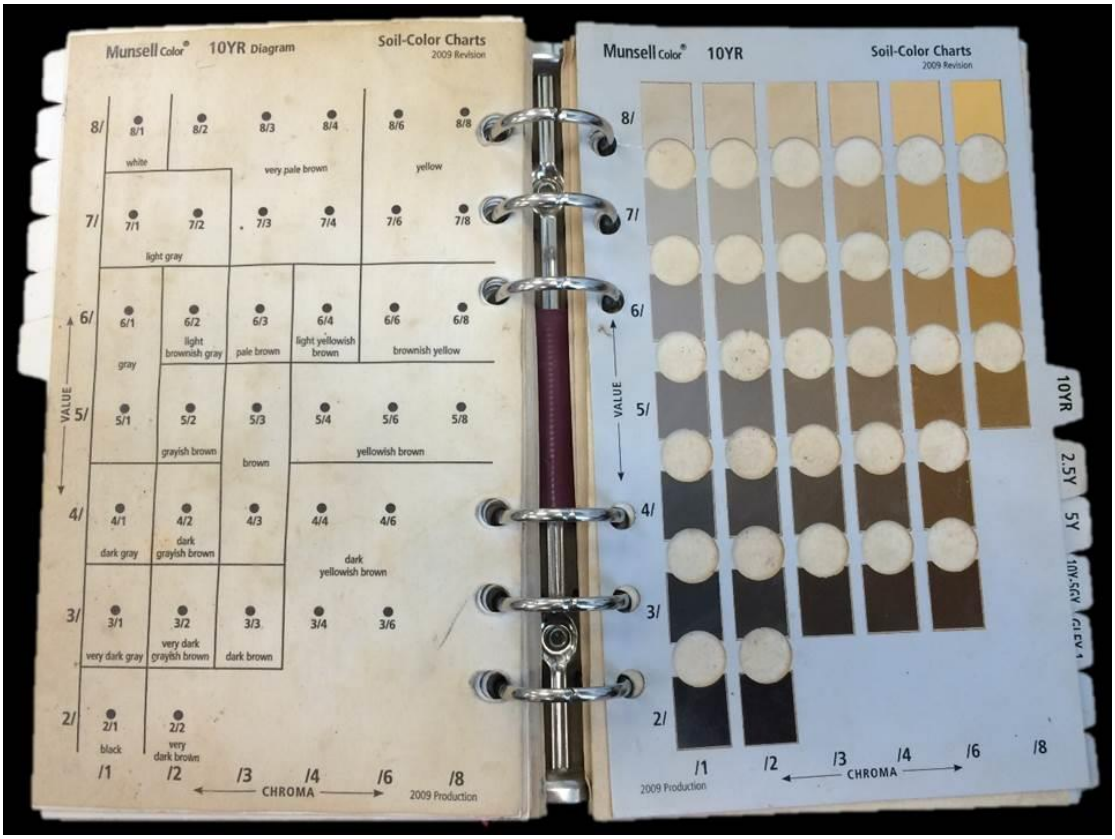
تتفاوت قيمة اللون أو إشراق اللون (lightness) على طول مجسم الألوان، من الأسود (قيمة 0) في الأسفل إلى الأبيض (قيمة 10) في الأعلى. تتوضع الألوان الرمادية الحيادية على طول المحور الشاقولي بين الأسود والأبيض.

وقبل مونسل، رسمت مجسمات الألوان العديدة الإضاءة من الأسود في الأسفل إلى الأبيض في الأعلى، مع تدرجات رمادية بينهما، ولكن أهملت هذه النظم ثبات الإشراق الإدراكي بين الشرائح الأفقية. وبدلا من ذلك رسموا لونا أصفرا مشبع بشدة، وأزرق مشبع بشدة، وأرجواني (عاتم) على طول القطر.

صفاء اللون

صفاء اللون) بالإنكليزية (Chroma :ويمثل **نقاء اللون**، ويقاس صفاء اللون قطريا من مركز كل شريحة، وكلما كانت قيمة صفاء اللون أقل، كان اللون أقل نقاء (باهتا أكثر، كما في الألوان الفاتحة

لاحظ عدم وجود حدود عليا حقيقية لصفاء اللون. مناطق مختلفة من الفضاء اللوني لها إحداثيات أعظمية مختلفة لصفاء اللون. مثلا، الألوان الصفراء الفاتحة لها صفاء أكثر من الألوان الأرجوانية الفاتحة، بسبب طبيعة العين وفيزياء المحفزات اللونية. يؤدي هذا إلى نطاق واسع من مستويات الصفاء اللوني الممكنة – حتى المستوى 30 لبعض الصِبغات – مع القيمة اللونية (لذلك من الصعب أو من المستحيل صنع أجسام مادية ملونة ذات صفاء لوني عالي، ولا يمكن إعادة تصنيعها في بعض شاشات الحاسوب الحالية


Munsell Color® 10YR Diagram
Soil-Color Charts
2009 Revision
8/
8/1
white
8/2
8/3
8/4
very pale brown
8/6
8/8
yellow
7/
7/1
7/2
light gray
7/3
7/4
7/6
7/8
6/
6/1
gray
6/2
light brownish gray
6/3
pale brown
6/4
light yellowish brown
6/6
6/8
brownish yellow
VALUE
5/
5/1
5/2
grayish brown
5/3
brown
5/4
5/6
5/8
yellowish brown
4/
4/1
dark gray
4/2
dark grayish brown
4/3
4/4
4/6
dark yellowish brown
3/
3/1
very dark gray
3/2
very dark grayish brown
3/3
dark brown
3/4
3/6
2/
2/1
black
2/2
very dark brown
/1
/2
/3
/4
/6
/8
CHROMA
2009 Production
Munsell Color® 10YR
Soil-Color Charts
2009 Revision
8/
7/
6/
VALUE
5/
4/
3/
2/
/1
/2
/3
/4
/6
/8
CHROMA
2009 Production
10YR
2.5Y
5Y

THE MUNSELL COLOR SYSTE
Munsell COLOR
10R Diagram
Soil-Color Charts
2009 Revision
white
pinkish white
pink
light gray
pale red
light red
reddish gray
weak red
red
dark reddish gray
dusky red
dark red
very dusky red
reddish black
VALUE
CHROMA
2012 Production
Munsell COLOR
10R
Soil-Color Charts
2009 Revision
10R
2.5YR
5YR
7.5YR
10YR
2.5Y
5Y
10Y-5GY
GLEY 1
GLEY 2
WHITE BACK
VALUE
CHROMA
2012 Production

2015
السنة الدولية للتربة

التربة
تخزن وتنقي
المياه

التربة تحسن الأمن الغذائي وقدرتنا على الصمود في وجه الفيضانات والجفاف

ما هي رطوبة التربة؟

رطوبة التربة هي كمية المياه في التربة (حسب الوزن).

أكبر قدر من المياه يمكن أن تحتفظ التربة به يعتمد على:

- نسيج التربة وتركيبها
- محتوى المادة العضوية
- عمق التجذير

المادة العضوية في التربة **يمكنها الاحتفاظ بكمية من المياه تزيد 20 مرة تقريبا على وزنها.**

التربة الصحية التي تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية يمكن أن **تخزن كميات كبيرة من المياه.**

هذا أمر بالغ الأهمية للحفاظ على إنتاج المواد الغذائية وأيضا تحسين القدرة على الصمود في وجه الفيضانات والجفاف.

رطوبة التربة والأمن الغذائي

الماء "قوام الحياة" في الزراعة - تحسين إدارة رطوبة **التربة أمر حاسم لإنتاج الغذاء المستدام.**

تثبيط قدرة التربة على تجميع المياه والاحتفاظ بها، وتصريفها ونقلها **يحد** من الإنتاجية.

يكمن **التحدي الكبير** في المستقبل في زيادة إنتاج الغذاء بكميات أقل من المياه.

تحقيق أهداف الأمن الغذائي يتطلب سياسات زراعية مستدامة من شأنها ضمان تحسين جودة التربة والاحتفاظ بالمياه.

تحسين رطوبة التربة

العديد من الممارسات الزراعية وإدارة الأراضي المستدامة تمكن من تحسين القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة في التربة:

- تغطية التربة بمخلفات المحاصيل، واستخدام محاصيل التغطية، وفرش القش
- الزراعة المحافظة على الموارد
- الري الدقيق القائم على المعرفة
- الحرث الذي يحافظ على التربة
- وقف الجريان السطحي من الأراضي المجاورة
- الاستخدام الكفء للمياه والحد من استخدام المبيدات وتحسين صحة التربة **يمكن أن يؤدي إلى زيادة** متوسط المحصول إلى
- عدم تقليب التربة
- تجميع مياه الأمطار

fao.org/soils-2015/ar

© الفاو 2015

bc394a/1/01.16

#IYS2015

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

ماء التربة Soil Water

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 مهماَ 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:

1- المحتوى المائي للتربة Soil Water Content

محتوى التربة المائي هو كمية الماء المحتفظ بها في التربة في أي وقت ويمكن التعبير عنها كمحتوى مائي حجمي.

2- محتوى الماء الحجمي Volumetric water content

هو حجم الماء لكل وحدة حجم تربة جافة، وهو الطريقة الأكثر فائدة للتعبير عن المحتوى المائي لتقييم الموازنة المائية للتربة.

3- محتوى الماء الكتلي (الوزني) Gravimetric water content

هو كتلة الماء لكل وحدة كتلة من التربة الجافة.

4- الماء الجاهز The water available

الماء الجاهز يدعم نمو النبات، وهو الفرق بين سعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم.

5- 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 العظمى للتربة لمسك الماء.

6- 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 ثلث 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

7- قابلية التربة على مسك الماء (Water holding capacity) (WHC)
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.

8- 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.

9- 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.

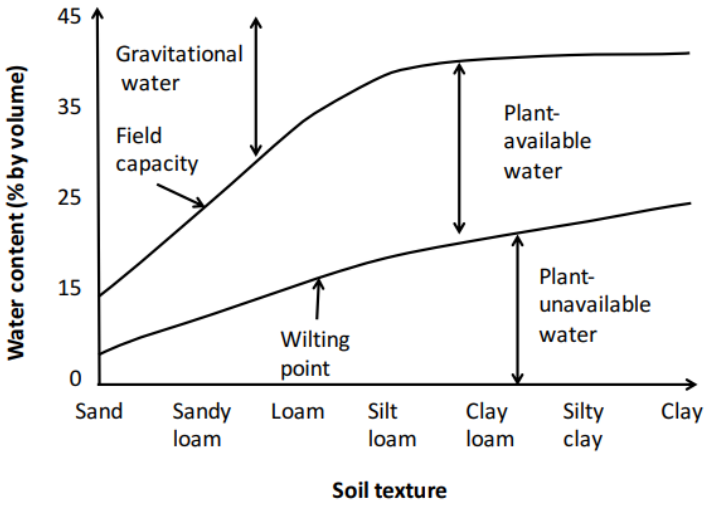


Figure 4. Gravitational, plant-available and plant-unavailable water content for various soil textures.

Table 1. Average available water content for various soil textural classes.

Textural class	Wilting point	Field capacity	Available water
	(% moisture)		
Sand	5	12	7
Sandy loam	9	21	12
Loam	16	36	20
Silt loam	18	39	21
Clay loam	24	39	15
Silty clay	24	39	13
Clay	27	39	12

تصنيف ماء التربة

التصنيف الفيزيائي المقترح من Briggs:

1- ماء الاجتذاب: الماء الحر الممسوك بطاقة اقل من الطاقة الكامنة للسعة الحقلية، يتحرك بطلاقة تحت تأثير الجذب الارضي.

2- الماء الشعري Capillary water: الماء الممسوك حول دقائق التربة وبين المسامات وهو ما يسمى بمحلول التربة Soil solution ولا يكون جميعه جاهزاً للنبات.

3- الماء الهايكروسكوبي: ماء ممسوك بشد عالٍ الى سطوح الدقائق ويتحرك بشكل بخار ماء.

التصنيف البيولوجي للماء

1- ماء الاجتذاب: وهو الماء الذي يتحرك بفعل الجاذبية الارضية، ويكون حر الحركة وفي المسام الكبيرة ولا يستطيع النبات الاستفادة منه بشكل جيد برغم عدم امتساكه بالتربة لسرعة فقدانه ونزوله الى الاسفل.

2- 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.

3- الماء غير الجاهز Unavailable water : وهو الماء الممسوك بشد عالٍ لا يستطيع النبات امتصاصه والاستفادة منه والجدول الأتي يبين العلاقة بين الماء الجاهز ونسجه التربة ويلاحظ انه على الرغم من ان الترب الطينية تمسك كمية اكبر من الماء من بقية الترب إلا ان نقطة الذبول الدائم فيها عاليين لذا فالماء الجاهز في الترب المزيجة يكون اعلى.

من اهم العوامل المؤثرة في جاهزية الماء للنبات هي:

1- قابلية التربة على مسك الماء
2- عمق المنطقة الجذرية.
3- ملوحة التربة

وتؤثر ملوحة التربة بشكل كبير من خلال تأثيرها في جهد الماء اذ ان جهد الماء Ψw عموماً يتكون من الجهد الهيكلي(مسك الماء من الاجزاء الصلبة في التربة) Ψm والجهد الملحي او الازموزي Ψs الذي يؤثر سلباً في جهد ألماء 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 مايكروميتر معلقاً او محلولاً غروياً. وقد يستعمل التعبير غروي للدلالة على الدقائق التي اقطارها اقل من 1 مايكروميتر

الدقائق 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 في الصفات الفيزيائية والخواص البايولوجية (الحيوية) للتربة وفي نمو النبات .

الغرويات المعدنيةMineral Colloids

يتكون الجزء الاعظم من دقائق التربة الغروية من المعادن الطينية وهناك مجموعتان مختلفتان من المعادن الطينية وهي:

1- مجموعة اطيان السليكات(Silicates clays) التي تتواجد في ترب المناطق المعتدلة والمهمة زراعياً في انحاء العالم.

2- مجموعة الاكاسيد المتميئة للحديد والألمنيوم التي تكثر في ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وتسمى مجموعة الاطيان غير السليكاتية Non silicates clays

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.

ففي طبقات رباعي السطوح يتم تناسق كل ذرة من ذرات السليكون مع اربع ذرات من الاوكسجين كما في الشكل الاتي :

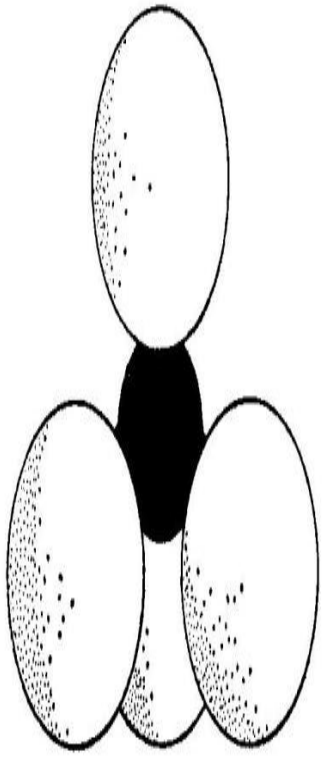
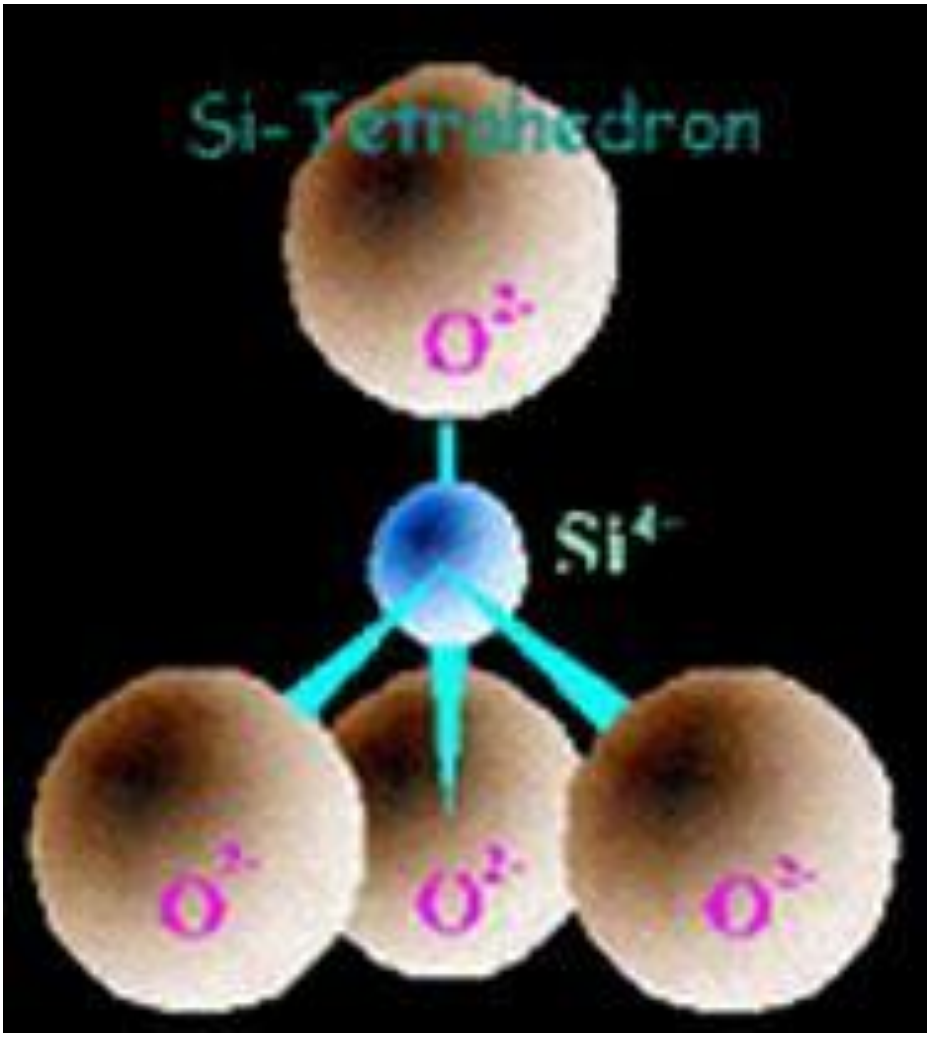


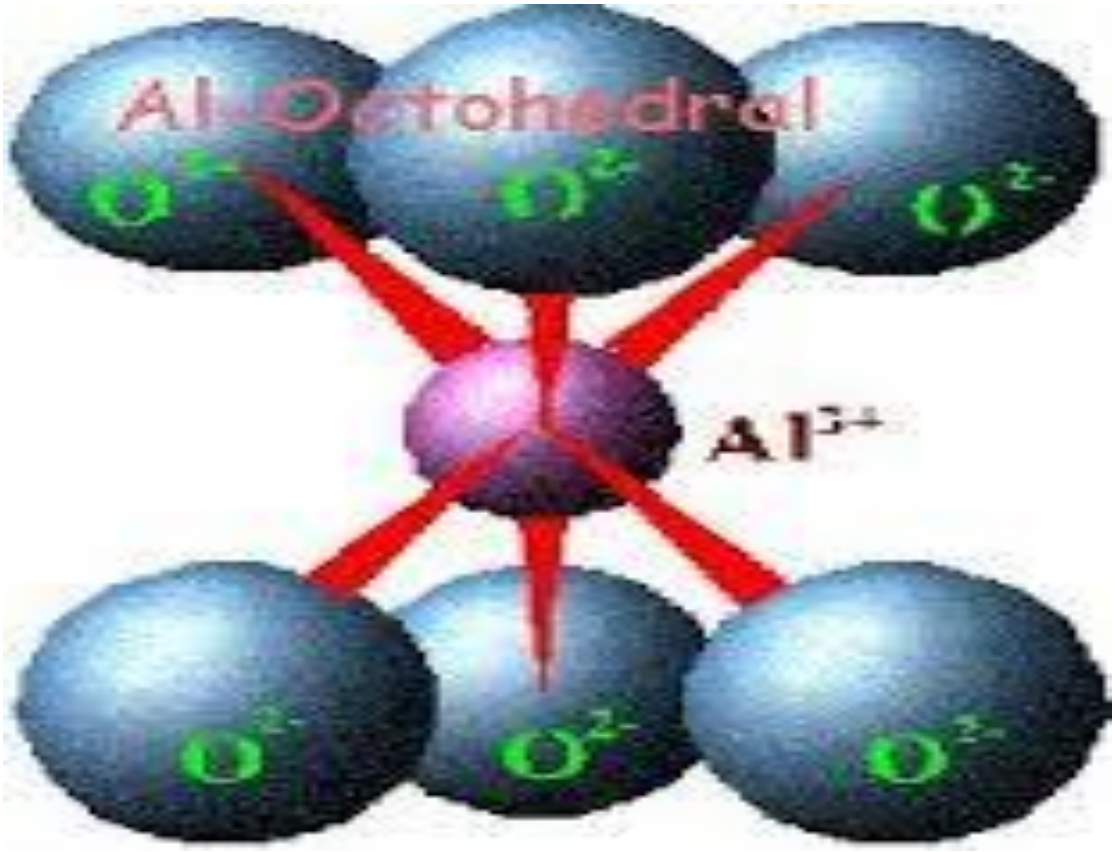
FIG. 4.1 Silicon oxygen tetrahedron.

In the clay minerals generally these tetrahedra form sheet-like

tetra hydra شكل طبقة



اما في طبقات ثماني السطوح فأن ذرات الالمنيوم او 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 ألسطوح ويتم الربط بين طبقات رباعي وثماني السطوح بالأوكسجين مكونةً طبقة مشتركة يطلق عليها common layer وهناك تقسيمات مختلفة منها:

1- 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 الطبقات المكونة للدقائق لهذا الطين بسبب ثبات المسافة البلورية وصغرها بحيث انها اصغر من قطر جزيئة الماء نتيجةً لتكون الرابطة

الهيدروجينية بين طبقات السليكا والالومينا من الوحدتين البلورتين ألمتجاورتين.

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.

2- 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

-

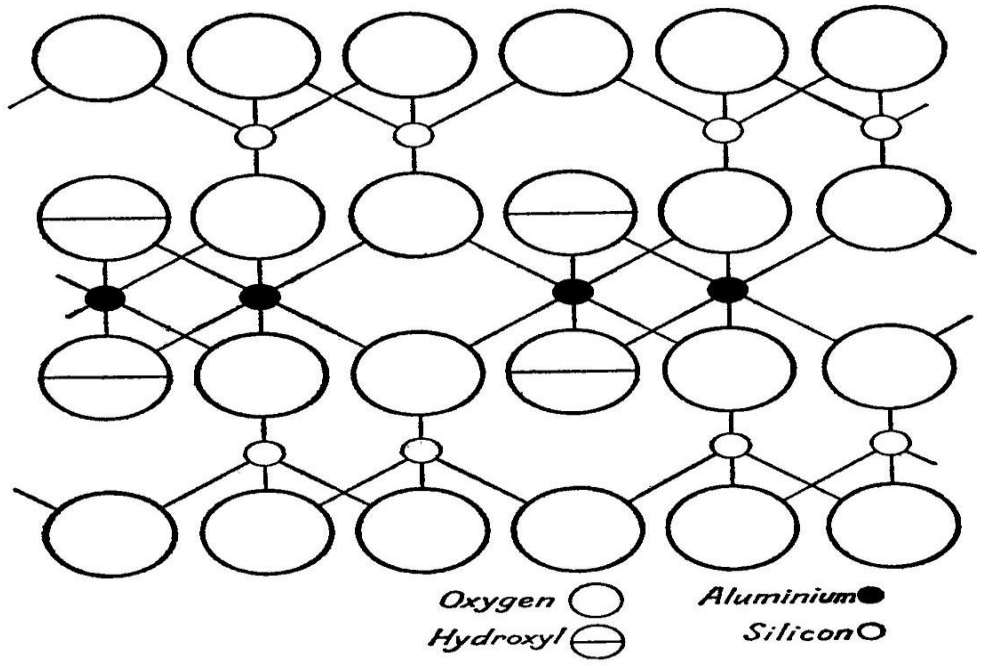


FIG. 4.6 Pyrophyllite structure (diagrammatic).

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 بوجود مواد لاصقة اخرى وتحتاج هذه الترب الى عناية فائقة لادارتها ادارة جيدة.

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

الكاؤولينايت $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$

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 .

المونتموريلونايت $Al_4(OH)_4\ Si_8O_{20}.nH_2O$

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

3- 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.

مجموعة الباليا كورسكايت palygorscite group

تكون بلورات ابرية وكما في المخطط التالي

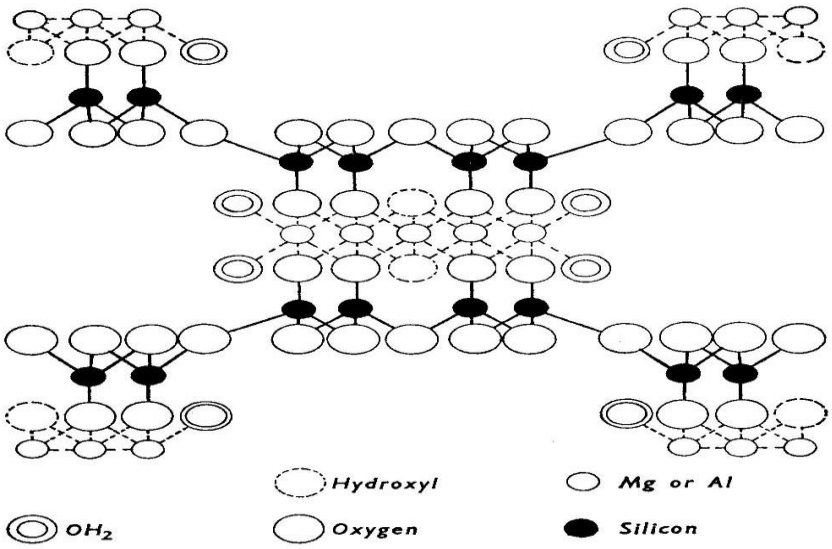


FIG. 4.7 Palygorskite structure (diagrammatic).

4- مجموعة الكلورايت Chlorite group

من نوع الاطيان 2:1:2 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.

الغرويات العضوية Organic 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 مجموعات الفينول(OH-) والكاربوكسيل(COOH-) اذ تتكون الشحنة السالبة نتيجة انفصال ايون الهيدروجين عن بعض تلك المجاميع وبتأثير pH الوسط كما سيوضح ذلك في فصل اخر.

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 كبيرة وبوجود الشحنة الكهربائية على سطوحها الخارجية والداخلية والتي تشكل ما يسمى بمعقد الامتزاز او معقد التبادل للتربة.

ويؤكد Bolt وآخرون(1976) ان المساحة السطحية النوعية مؤشر اساسي للتمييز بين مكونات التربة ذات القابلية على الامتزاز من عدمها. ان وجود ظاهرة التبادل الايوني والامتزاز تجعل من العناصر الغذائية مخزونة على السطوح الغروية بشكل قابل للإبدال والامتصاص من قبل ألنبات بتعبير اخر صفة الامتزاز والتبادل الايوني تعطي التربة القابلية على خزن العناصر الغذائية الضرورية للنبات بشكل قابل للتبادل والامتصاص من قبل جذور النباتات.

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 Isomorphous Substitutions

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.

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

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.

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.

غرويات التربة Soil colloids

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:

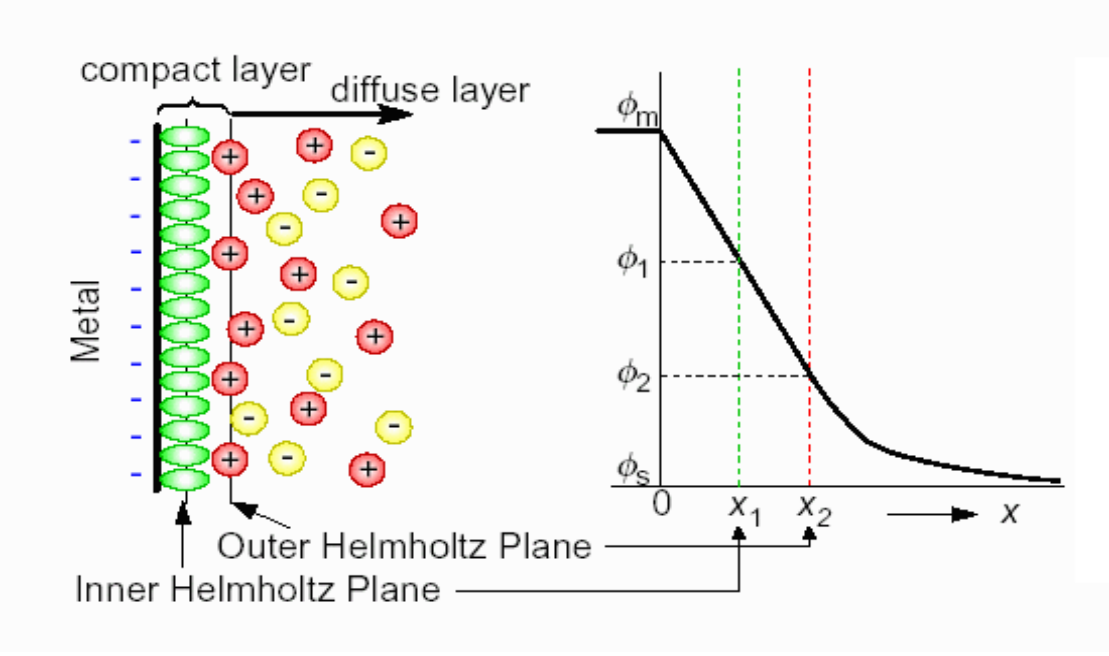
1- الطبقة الداخلية الملاصقة لسطح النواة ويطلق عليها الايونات المحددة للجهد او الشحنة.

2- 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:

1- المواد العضوية الميتة: وهي عبارة عن بقايا عضوية من اصل نباتي او حيواني وافرازاتها ونواتجها.
2- 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 ألمختلفة هذه الاحياء لها دور مهم في معظم تحولات ودورات العناصر الغذائية في التربة وتحلل المادة العضوية وبالتالي لها اهمية خاصة في خصوبة التربة وتغذية النبات.

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

المجاميع الرئيسة للإحياء في التربة

أ- الاحياء النباتية Flora
ب- الاحياء الحيوانية Fauna
ت-الفيروسات Viruses

وتقسيم الاحياء المجهرية الى:

1- الاحياء النباتية: وتشمل: البكتريا Bacteria ومنها بكتريا النترجة Nitrobacter وبكتريا اكسدة الكبريت Thiobacillus وبكتريا العقد الجذرية Rhizobium

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

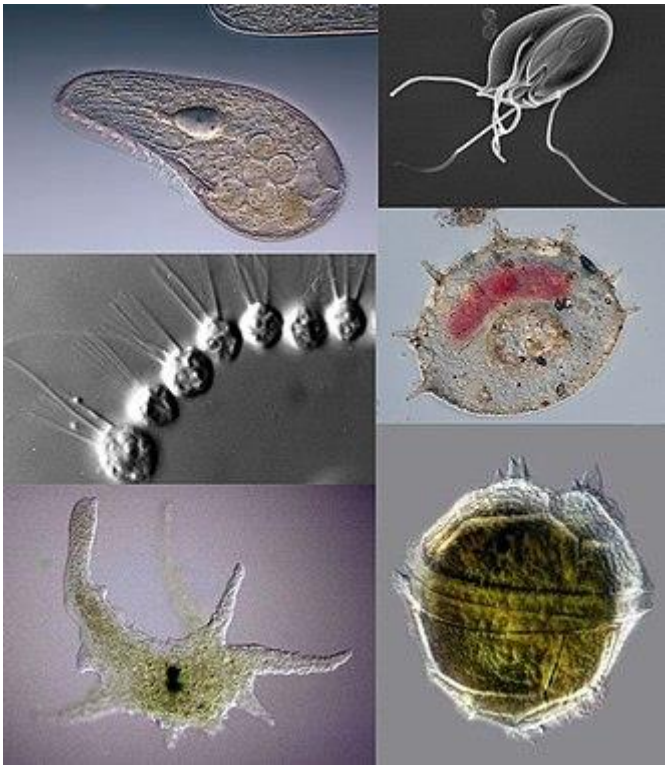
3- الفطريات الشعاعية Actinomycetes مثل Stroptomyces

4- الطحالب Algea مثل الطحالب الخضراء المزرقة Blue green Algea والازولا Azola

الاحياء الحيوانية:

وتشمل الاحياء الحيوانية الاحياء الكبيرة: دودة الارض والنمل و....الخ. والاحياء الصغيرة: البروتوزوا

دودة الارض

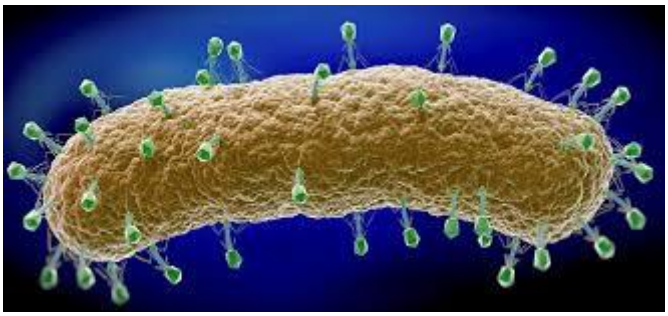


البروتوزوا

الفيروسات:

مثل الباكتريوفاج: الفيروسات التي تصيب البكتريا ، والاكتينوفاج: 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.



فيروس بكتيروفاج 4Bacteriophage

تصنيف الاحياء المجهرية في التربة

1- التصنيف البيئي Ecological classification:وتشمل:

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

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

ت- الاحياء الانتقالية او غير المستقرة Transient : وهي الاحياء التي تضاف الى التربة لغاية معينة كبكتريا العقد الجذرية(الرايزوبيا).

2- التصنيف المعتمد على الاوكسجين:

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

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

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

3- التصنيف المعتمد على التغذية:

أ- 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

ب-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.

4- التصنيف المعتمد على الحرارة:

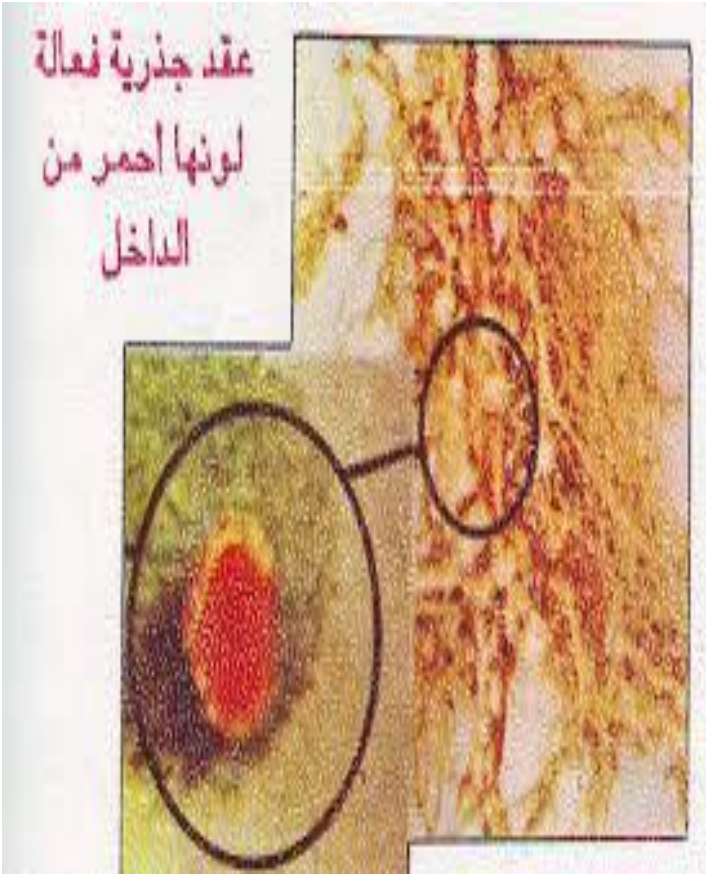
أ- الاحياء المحبة للحرارة Thermophiles : الحرارة المثلى بين 55-60م والمدى بين (80-40م).

ب-الاحياء المحبة للحرارة المعتدلة Measophiles: الحرارة المثلى بين 25-35 م والمدى بين (45-15م) .

ت-الاحياء المحبة للبرودة Psychrophiles: الحرارة المثلى بين 10-15م والمدى بين (30-5م) .

الفعاليات والادوار التي تقوم بها احياء التربة المختلفة

بكتريا التربة: تقوم بدور مهم في تحولات العناصر الغذائية وتحلل المواد العضوية مثل بكتريا النترجة واكسدة الكبريت وتثبيت النايتروجين(الشكل التالي).



بكتيريا العقد الجذرية

ولها دور مهم في تثبيت مجاميع التربة وجعل بناء التربة جيداً و مثالياَ. وبعض البكتريا تكون مرضية وتصيب جذور النباتات.

فطريات التربة:

لها دور مهم في تحلل المواد العضوية ، ولها دور مهم في امتصاص العناصر الغذائية ومثال ذلك المايكورايزا Mycorrhizae التي تقوم بعلاقة تعاونية مع جذور النباتات وتمتص الفسفور وتزيد من جاهزيته للنبات.

بعض الفطريات لها دور سلبي ومرضي ومنها الفيزايريوم التي تصيب جذور النباتات وتسبب ذبول النباتات.

الفطريات الشعاعية: Actinomycetes

لها دور مهم في تحلل المواد العضوية لاسيما اكوام السماد الحيواني لتحملها للحرارة. ولها دور مهم في استخلاص المضادات الحيوية(Antibiotic) مثل الستربتومايسين. وقسم 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.

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.

ملوحة التربة

تعتبر مشكلة الملوحة من المشاكل الرئيسة في الزراعة ، وان انخفاض الانتاج الزراعي في وحدة المساحة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة هو بسبب عدة عوامل ولكن تعتبر مشكلة الملوحة العامل الاساسي في هذا المجال ، ان معظم اراضي وسط وجنوب العراق متاثرة بالملوحة وبمستوى قليلة الملوحة الى شديدة الملوحة عندئذ يمكن الاستنتاج بان هناك فقدان في انتاج معظم المحاصيل يتراوح بين 20-60% بالمقارنة مع انتاج هذه المحاصيل في الترب غير الملحية

مصادر الاملاح في الترب

اولا: تجوية الصخور والمعادن: تعتبر الصخور والمعادن المكونة للقشرة الارضية مصدر معظم الايونات المكونة للاملاح وذلك بعد تجويتها وانطلاقها باتجاه تكوين الترب الملحية والتراكمات الملحية، وان سرعة انطلاق واستخلاص هذه الايونات من الصخور ليست واحدة

ثانيا: البحار والمحيطات: ان البحار والمحيطات يمكن ان تساهم مساهمة كبيرة كمصدر للاملاح الذائبة في الترب الملحية في اليابسة

ثالثا: البراكين: ان المواد المقذوفة من فوهات البراكين تعتبر العامل الرئيسي في توازن الكلور والكبريت على سطح الكرة الارضية.

وسائل (آليات) نقل الاملاح الى التربة:

يتفق معظم الباحثين على ان اهم وسائل نقل الاملاح هي:

1- الامطار : ان الآلية الرئيسة لنقل الاملاح من البحار والمحيطات هي انتقالها مع قطرات الماء المالحة التي يمكن ان تكون نواة لقطرات المطر او الدقائق الثلجية المتساقطة على

اليابسة ويمكن ان تشكل الاملاح المتساقطة بهذه الطريقة كميات كبيرة في كثير من المناطق وخاصة المناطق الساحلية ويمكن تقدير حجم هذه الطريقة ودورها في عملية التملح من خلال تقدير ايون الكلور في التربة وذلك لان هذا الايون يعتبر الايون الرئيسي لاملاح البحار والمحيطات. ان قطرات الماء المالحة يمكن ان تنقل من البحار بواسطة العواصف والرياح بشكل رذاذ عادي على السواحل او بشكل رذاذ مطري بالنسبة للمناطق الابعد. الا انه يجب عدم المبالغة بدور هذه الطريقة في عملية التملح وتكون الاراضي الملحية وذلك لان كمية الاملاح المتساقطة من الفضاء الخارجي سواء بواسطة الامطار او غير ذلك من الظروف لا تشكل بشكل عام غير 10-25% من كمية الاملاح الناتجة من تجوية الصخور والمعادن.

2- الرياح : تعتبر الرياح احد الطرائق الرئيسية لنقل الاملاح في الطبيعة ، اذ تنقل البلورات الملحية مع الدقائق الترابية اثناء حدوث العواصف من موقع الى موقع آخر وتتجمع هناك مكونة تراكمات ملحية او ترب ملحية . ان نقل الاملاح بواسطة الرياح (Aeolian) تحمل اهمية خاصة في بعض المناطق من العالم ويمكن ان تكون السبب الرئيسي في تراكم الاملاح في مثل هذه المناطق. ان الفضاء الغازي الذي يحيط بالقشرة الارضية يحتوي على نسبة معينة من الغبار ويدخل في تركيب دقائق الغبار الكثير من الاملاح ، وان العواصف تعمل على نقل هذه الدقائق على بعد مئات وبعض الاحيان الاف الكيلومترات.

3- مياه الري (Irrigation water) :ان مياه الري تلعب دورا مهما في تكوين الترب الملحية خاصة الترب المروية التي استخدمت فيها الري لمئات والاف السنين. ويزداد دور مياه الري في تملح الاراضي كلما كانت كمية الاملاح فيها اعلى. ان مياه الري في العراق يمكن ان تضيف سنويا ما يعادل 3 ملايين طن من الاملاح في وسط وجنوب العراق. ان مياه الري الحاوية على 1غم.لتر$^{-1}$ تقوم بنقل 1 كغم.م$^{-3}$ من الاملاح الى المناطق المروية.

4- المياه الجوفية (Ground Water): ان المياه الجوفية تذيب كميات كبيرة من الاملاح اثناء مرورها بالتراكمات الملحية في باطن الارض وكذلك عند تماسها مع الصخور والمعادن وتعتبر المياه الجوفية مصدرا اساسيا للاملاح في وسط وجنوب العراق وذلك بسبب ملوحتها العالية (20-7غم.لتر$^{-1}$) وكذلك قربها من سطح التربة (2-1م).

كيفية تاثير الملوحة على النباتات:

وتقسم الى:

أ- التاثيرات المباشرة: التي تؤثر بشكل مباشر عليها وتؤدي الى عرقلة نموها وتقليل انتاجها ، وهذه التاثيرات هي:

1- تاثيرات الضغط الازموزي: يؤدي ارتفاعه في محلول التربة الى عجز النبات من امتصاصه للماء اللازم لفعاليته الحيوية والنتح. وان الضغط الازموزي احد الاسس المستخدمة في الوقت الحاضر لتصنيف النباتات من ناحية تاثرها بالملوحة.

2- التاثير السمي او النوعي للايونات: من المفيد ان نفصل بين الايونات التي تسبب سمية للنبات وتلك التي تسبب اختلال في التوازن الغذائي قدر الامكان ، اذ ان قسم منها مثل الصوديوم له تاثير سمي على النبات وتاثير على التوازن الغذائي في ان واحد

3- التاثير على التوازن الغذائي في التربة: ان زيادة الملوحة بشكل عام تسبب حدوث نقص في عنصر الكالسيوم في كثير من المحاصيل الزراعية مثل الطماطة والفلفل والكرفس وفي مثل هذه الظروف ينصح باستعمال الرش بمحاليل حاوية على الكالسيوم (مثلا محلول نترات الكالسيوم) على النباتات.

4- التاثير الفسيولوجي للملوحة: ان زيادة الملوحة في التربة تؤثر سلبيا على التوازن الهورموني في النبات ، اذ تسبب انخفاض عمليات النقل من الجذور الى الاوراق

وتجميع بعض الحوامض في الاوراق. ان هذه التغيرات تسبب صغر فتحة الثغور وبذلك تقلل من فقدان الماء.

5- تاثير الملوحة على فعالية الانزيمات: ان زيادة الملوحة تسبب ضعف نشاط الانزيمات المسؤولة عن تمثيل البروتين وان ذلك مرتبط بالتاثير النوعي للصوديوم الذي يزداد تركيزه في الوسط الملحي.

ب-التاثير غير المباشر: تؤثر الملوحة بشكل غير مباشر على النبات من خلال تاثيرها على صفات التربة النامية فيها النباتات ، ومثال على ذلك هو تاثيره في النسبة المئوية للصوديوم المتبادل Exchangeable Sodium percentage (ESP) التي تؤثرعلى الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة من خلال:

1- رفع درجة التفاعل باتجاه القلوية.

2- خفض نفاذية التربة.

3- ضعف بناء التربة.

4- انخفاض حركة الماء بالتربة.

5- وغير ذلك من التاثيرات السلبية.

التصنيف الامريكي للترب المتاثرة بالملوحة:

اعتمد ثلاث مؤشرات اساسية في تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة وهي:

1- التوصيل الكهربائي.

2- الاس الهيدروجيني

3- النسبة المئوية للصوديوم المتبادل.

ان اختيار هذه المؤشرات تكمن في مدى تاثير الملوحة والاس الهيدروجيني والصوديوم المتبادل على صفات التربة ونمو النبات ، وبناء على ذلك قسمت الترب المتاثرة بالملوحة الى المجاميع التالية كما في الجدول التالي:

جدول يوضح تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة حسب التصنيف الامريكي

صنف التربة	التوصيل الكهربائي ($ds.m^{-1}$)	الاس الهيدروجيني (pH)	النسبة المئوية للصوديوم المتبادل
غير ملحية	اقل من 4	اقل من 8.5	اقل من 15
ملحية	اكثر من 4	اقل من 8.5	اقل من 15
ملحية قلوية	اكثرمن 4	اقل من 8.5	اكثر من 15
قلوية	اقل من 4	اكثر من 8.5	اكثر من 15

اساليب التعايش مع الملوحة:

1- اختيار المحاصيل الزراعية المتحملة للملوحة:

ان مجموعة كبيرة من المحاصيل تتميز بتحمل عالي نسبيا للملوحة. ان معظم بيانات تحمل المحاصيل للملوحة تشير الى ان محاصيل العلف تتميز بتحمل عال نسبي للملوحة لذلك يمكن تحول الاراضي الملحية الى مشاريع انتاج حيواني بدرجة اساسية الهدف منها انتاج العلف الضروري للمشاريع المنشاة عليها. والجدول الاتي يوضح الحاصل النسبي للمحاصيل المتوسطة التحمل للملوحة عند مستويات مختلفة

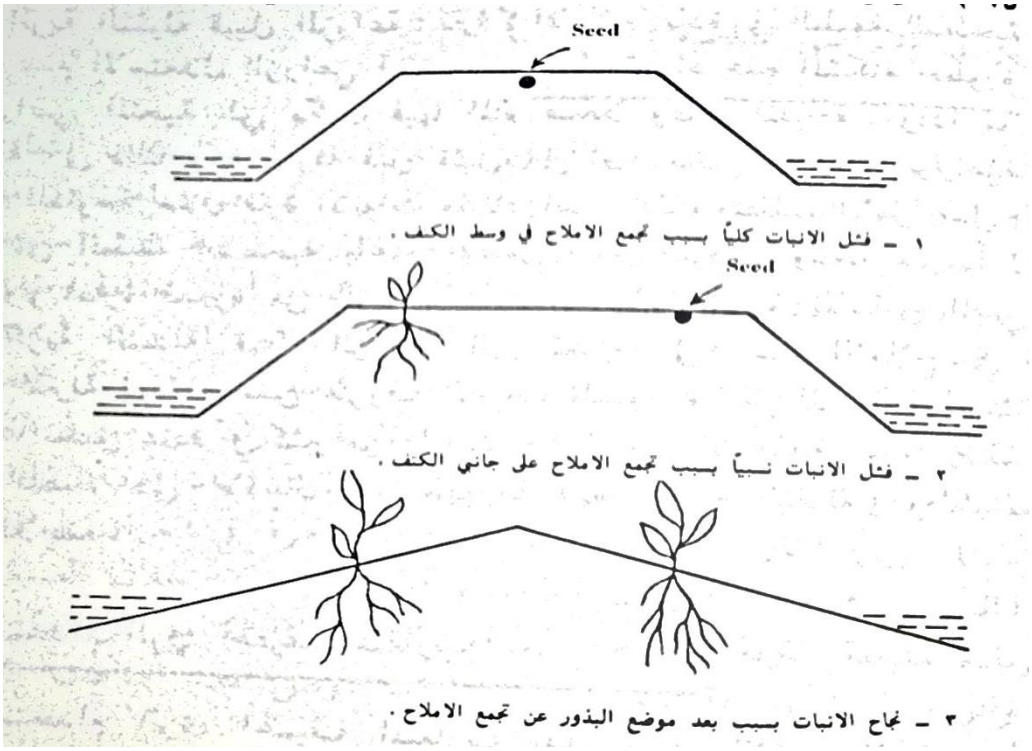
Ece ds/m										المحصول
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
72	79	86	93	100	100	100	100	100	100	الشعير
46	55	64	75	82	91	100	100	100	100	الشوندر
24	43	52	61	71	80	89	98	100	100	البروكلي
51	57	63	69	74	80	86	91	97	100	البرسيم
			85	90	90	100	100	100	100	التين
			90	100	100	100	100	100	100	اللفت
				85	90	100	100	100	100	الزيتون
				85	90	100	100	100	100	الرمان
80	85	90	97	100	100	100	100	100	100	العصفر
63	70	78	84	90	98	100	100	100	100	الذرة البيضاء
0	20	40	60	80	100	100	100	100	100	فول الصويا
69	73	78	82	86	91	95	99	100	100	الحشيش السوداني
71	79	86	93	100	100	100	100	100	100	الحنطة

2- الزراعة على المروز:

تستعمل هذه الطريقة في الزراعة على توزيع الاملاح في التربة لصالح النبات ، اذ انه بسبب حركة الماء وتوزيعه داخل السواقي فان الاملاح تتعرض للغسل بعيدا عن منطقة الجذور ، وفي حالة وجود الاملاح بنسبة عالية في التربة فان وضع البذور في مركز المرز المحصور بين

ساقيتين فان ذلك يؤدي الى فشل الانبات بسبب تجمع الاملاح فيها لذا يفضل زراعة البذور في المواقع البعيدة عن تجمع الاملاح.

ان الاستمرار على زراعة الارض الملحية بطريقة المروز بفترة طويلة يعمل على تجميع الاملاح لذلك ينصح بين فترة واخرى استبدال نظام المروز بالاحواض وذلك لتيسير غسل الاملاح من التربة.



3- البذار في الاراضي الملحية:

ينصح بزيادة كمية البذار في الاراضي الملحية بحوالي 1.5-2 مرة بقدر كمية البذار في الاراضي غير الملحية وذلك لتغطية الفشل الذي يحدث في نسبة الانبات في مرحلة الانبات والمراحل اللاحقة لنمو المحصول.

4- الري في الاراضي الملحية:

(1) الرية الثقيلة قبيل الزراعة:

تعمل على غسل الاملاح في الطبقة السطحية للتربة وبذلك نحسن ظروف الانبات للبذور ونمو الشتلات وتطبق في كثير من المناطق على الرغم من اختلاف الهدف نوعا ما وهو القضاء على الادغال بعد ضهورها وذلك بواسطة الحراثة اللاحقة

(2) استعمال الري الخفيف المتقارب:

ان استعمال الري الخفيف المتقارب بدل الري الثقيل المتباعد في المراحل اللاحقة من نمو المحصول يعمل على تقليل تاثير الملوحة ، اذ ان تاثيرها على النبات يزداد بزبادة الجفاف بينما ترتيب التربة بالري المتكرر يعمل على العكس فمع كل رية من الري المتكرر فان الاملاح في الجزء العلوي في طبقة الجذور تغسل بدرجة اشد بالمقارنة مع الاملاح الموجودة في الجزء السفلي.

(3) طريقة الري:

ان اختيار طريقة الري المناسبة للتربة الملحية (الري السطحي او الرش او بالتنقيط) يساعد على السيطرة على الملوحة في الترب الملحية ويجب تبديل طريقة الري عندما توجد ضرورة وذلك بهدف التعايش مع الملوحة اخذين بنضر الاعتبار نوع التربة والمحصول والظروف المناخية

وهناك طرائق اخرى

خصوبة التربة والاسمدة

تعرف خصوبة التربة بأنها قابلية التربة على امداد النبات بالعناصر المغذية الضرورية او الاساسية بكميات متوازنة تلبي احتياجات النبات. يقصد بإنتاجية التربة بأنها قابلية التربة على انتاج محصول معين او تتابع محاصيل مختلفة في الظروف البيئية المعينة وتحت ادارة معينة.ولاشك فان هناك تداخلاً في استعمال المفهومين.

للحصول على طاقة الانتاج القصوى للمحصول المعين فأنه يتطلب توافر ظروف الانتاج المختلفة الوراثية والبيئية وعوامل التربة ، او بتعبير اخر عند توافر ظروف الانتاج كلها بشكل مثالي . ان وجود اي عامل بحالة او كمية اقل من الحالة المثالية يؤدي الى نقص في طاقة الانتاج وهذا العامل هنا يسمى بالعامل المحدد(The limiting factor)

بشكل عام هناك عوامل يمكن السيطرة عليها ومنها خصوبة التربة من خلال اضافة المخصبات العضوية والمعدنية وتحسين الظروف الفيزيائية والكيميائية في التربة التي تزيد من جاهزية هذه المغذيات وامتصاصها بوساطة جذور النباتات.

العناصر الغذائية المهمة في التربة وعلاقتها بنمو النبات :

العناصر الاساسية الضرورية او الاساسية (Essential nutrients):

هناك في التربة اعداد كبيرة من العناصر الا ان الذي ثبت منها بأنه ضروري للنباتات الراقية ولا تستطيع هذه النباتات اكمال دورة حياتها او النمو بشكل جيد الا بوجودها والتي لا يمكن ان تعوض بعناصر اخرى. وهذه العناصر المغذية هي 16 عنصراً واضيف لها عنصرمغذي اخر في الثمانينات من القرن العشرين وهو النيكل ولذا اصبح عددها 17 عنصراً. تقسم هذه العناصرالمغذية بناءً على حاجة النباتات منها و تراكيزها في المادة الجافة للنبات او الكمية التي تضاف فيها الى التربة او رشها على النباتات الى :

العناصر المغذية الكبرى Macronutrients

وتشمل كلاً من C و H و O و N و P و K و Ca و Mg و S.

العناصر المغذية الصغرى Micronutrients

وتشمل Fe و Mn و Zn و B و Cu و Cl و Mo و Ni . وهناك عناصر مفيدة لبعض النباتات مثل Na و Si و Co . إن معظم العناصر اعلاه مصدرها التربة ، فضلاً عن الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين الذي تتوفر في المياه والهواء الجوي وفي هواء التربة وذائبة بالماء.

وجود العناصر المغذية في التربة:

توجد العناصر المغذية في التربة على عدة اشكال قسم منها جاهز للامتصاص بوساطة جذور النبات وقسم منها غير جاهز او يحتاج الى عمليات معينة لكي يتحول من شكل غير جاهز الى شكل جاهز.

حركة العناصر المغذية في التربة وباتجاه الجذور والامتصاص بوساطة الجذور:

هناك عدد من الآليات التي بوساطتها يتحرك الايون من مكان الى اخر في التربة ومن التربة الى سطوح الجذور وهي :

- الجريان الكتلي : وهي حركة الايونات مع جريان الماء وهذا يشمل حركة الايونات المتحركة في التربة مثل النتروجين ولاسيما النترات وجزء من البوتاسيوم .
- الانتشار : ويشمل حركة الايونات من منطقة التركيز العالي الى منطقة التركيز الاقل وهذا بالنسبة للبوتاسيوم والفسفور (العناصر ذات الحركة الاقل او غير المتحركة مثل الفسفور).
- اعتراض الجذور : ويتم هذا من خلال نمو الجذور واعتراضها لاجزاء التربة واخذ الايونات مباشرة من سطوح التبادل ومن محلول التربة.

ومما تجدر الاشارة اليه فانه لكافة الاليات آنفة الذكر فان الماء ضروري لها ولذلك فمن الاهمية تواجد الماء بشكل مثالي وكاف للنباتات ومن هنا تكمن اهمية ادارة المياه. ان إمتصاص ايونات العناصر المغذية بوساطة الجذور وانتقالها الى الاجزاء العليا فيتم من خلال :

- التبادل بالتماس(contact exchange) : التبادل بين ايونات معينة على الجذور ومع الايونات التبادلية او الذائبة في التربة.
- الامتصاص الحر او السلبي (passive absorption) : ويتم مع انحدار التركيز ولا يحتاج الى طاقة ويحدث بشكل رئيس في الفراغ الحر للجذر(free space) وغير اختياري وتعاكسي.
- الامتصاص الحيوي او النشط (Active absorption): وهذا يحدث ضد انحدار التركيز(Against concentration gradient) ويحتاج الى طاقة ويحدث بوجود نواقل معينة ويستخدم الـ ATP مصدراً للطاقة وهو امتصاص اختياري وغير متعاكس.

<u>دور العناصر المغذية وأهميتها للنبات:</u>

سيتم هنا فقط الاشارة الى بعض الامور الاساسية والبسيطة ويمكن الرجوع الى كتب خصوبة التربة والاسمدة وتغذية النبات لغرض التوسع في الموضوع. و بشكل عام يكون دور العناصر المغذية اما من خلال :

- كونها جزءاً من تركيب النبات : اي تدخل في بناء النبات وتركيبه مثل عنصر النتروجين والكبريت والتي تدخل في الاحماض الامينية والتي تعد الوحدات الاساسية للبروتين مثل المغنيسيوم الذي يدخل في تكوين الكلوروفيل ... الخ.
- تدخل في اجزاء الطاقة وكماهو الحال بالنسبة للفسفور ودخوله في الـ ATP .
- في موازنة الضغط الازموزي وعمليات الاكسدة والاختزال وتنظيم درجة الحموضة.
- دور مهم في تنشيط الانزيمات كماهو الحال بالنسبة للبوتاسيوم.

العناصر المغذية الصغرى لها ادوار من خلال تأثيرها في نشاط الانزيمات وعمل منظمات النموالنباتية أوتثبيت النتروجين الجوي والكلوروفيل او عملية التمثيل الضوئي والتنفس.

<u>التوازن بين العناصر المغذية:</u>

التوازن بين العناصر المغذية ضروري ايضاً اذ ان هناك ثلاث حالات هي :

التضاد antagonism: وهي زيادة عنصر ما يقلل من عنصر اخر بالنبات عن طريق المنافسة على مواقع التبادل والامتصاص ، مثل البوتاسيوم والامونيوم .

التشجيعsynergetic: وجود عنصر ما او امتصاصه يشجع عنصر اخر مثل امتصاص النترات يشجع من امتصاص البوتاسيوم .

التداخل Interaction : حالات تشجيع مثل Mo او Mg يشجعان امتصاص P وحالات تضاد مثل P-Zn (اذ ان P يثبط امتصاص Zn لاسيما عند الاضافات العالية للفسفور)

والجدول 1-1 يبين الاشكال التي تمتص بها العناصر المغذية من قبل النبات والتركيز في المادة الجافة

العناصر المغذيةوالصور الايونية التي تمتص عليها	التركيز في الورقة على اساس الوزن الجاف
النتروجين NO_3^- ، NH_4^+	٪5-2
الفسفور $H_2PO_4^-$ ، $HPO_4^=$	٪0.5-0.2
البوتاسيوم K^+	٪6-2
المغنيسيوم Mg^{++}	٪0.6-0.3
الكالسيوم Ca^{++}	٪ 1.6-0.3
الكبريت $SO_4^=$	٪0.2-0.1
الحديد Fe^{+2}	250-150 جزء بالمليون
المنغنيز Mn^{+2}	200-100 جزء بالمليون
البورون $BO_3^=$	100-50 جزء بالمليون
الزنك Zn^{+2}	100-50 جزء بالمليون
كلور Cl^-	150-100 جزء بالمليون
مولبيدنم MoO_4^{-2}	1-0.1 جزء بالمليون
النحاس Cu^{+2}	10-5 جزء بالمليون
اوكسجين O	٪45
كاربون C	٪45
هيدروجين H	٪6

ملاحظــة:التراكيز انفــة الـذكر هــي بشـكل عـام .بيد ان هناك نباتات قد تحتوي تراكيز اعلى من ذلك بكثير فمثلاً فالحديد قد يصل تركيزه في نبات السبانغ الى اكثر من 1000 جزء بالمليون والفسفور قد يصل تركيزه في البذور الى 1-2% والكالسيوم قد يصل تركيزه في نبات الخيار الى 9 % وتعد تراكيز طبيعية ولاينتج عنها اي سمية لتلك النباتات.

مفهوم جاهزية العناصر الغذائية:

يكون العنصر جاهزاً للنبات من الناحية الكيميائية اذ توفر بشكل يكون قابلاً للامتصاص من قبل النبات . بتعبير اخر اذا وجد بشكل ذائب او متبادل. اما من حيث الموقع فيكون جاهزاً اذا كان بمسافة تستطيع جذور النباتات الحصول عليها . اما الجاهز الحيوي فهو توفر العناصر بشكل جاهز كيمياوياً ومتوفر بكميات وبسرعة تتلاءم مع نمو النبات ويستطيع النبات اخذه باستمرار.

الأسمدة (Fertilizers(Fertilisers:

الاسمدة : مواد طبيعية (عضوية أو غيرعضوية) او مصنعة تضاف الى التربة او مباشرةَ الى النبات من اجل تجهيز النبات بعنصر واحد أو أكثر من العناصر المغذية الضرورية لنموه.

ان فلسفة الإضافة تختلف، فالإضافة إما لزيادة خصوبة التربة او لتعويض نقص العناصر المغذية الجاهزة للإمتصاص بوساطة جذور النباتات او للمحافظة على المستوى الموجود أصلا أو لكي يكون هناك توازن جيد بين العناصر المغذية المختلفة لاسيما الكبرى منها.اما **الدمن** Manure فهو مصطلح كان يطلق على السماد بشكل عام الا انة في الوقت الحاضر تقتصر التسمية على الأسمدة العضوية .بشكل عام كان السماد العضوي هو السماد المستعمل ،الا انه وبمرور الوقت تم التحول الى استعمال الاسمدة المعدنية(غيرالعضوية) الطبيعية والمصنعة مع الاستمرار في اضافة الاسمدة العضوية لاهميتها في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية ، فضلاً عن احتوائها على عدد من العناصر المغذية ولكن بنسب اقل بكثير من الاسمدة المعدنية. يمثل الجدول (1-1) محتوى بعض الأسمدة او المخلفات او البقايا العضوية من العناصر المغذية وهنا يجب التأكيد على ان المحتوى يختلف حسب طريقة تحضير السماد ونوع التربية ونوع الحيوان . . . الخ.

جدول (1-1) محتوى بعض الأسمدة أو المخلفات العضوية من العناصر المغذية

السماد العضوي Organic fertilizer	التحليل على أساس الوزن الجاف Analysis (dry matter) %		
	N	P	K
Blood and bone ا لدم و العظام	6.1	6.9	_
Dried blood الدم المجفف	12.0 - 14.0	_	_
Bone dust مسحوق العظام	3.0 – 4.0	7.0 – 8.0	_
Hoof and horn القرون و الحوافر (الأظلاف)	9.0	5.0	_
Wood ashes رماد الخشب	_	1.0	5.0
Cow manure دمن الأبقار	0.6	0.3	0.5
Sheep manure دمن الأغنام	0.9	0.3	0.9
Horse manure سماد الإسطبل (دمنة الخيول)	0.7	0.2	0.6
Poultry manure سماد دواجن الفرشة السميكة	1.0 – 4.0	0.8 – 1.6	0.5 – 1.5
Feathers الريش	8.8	_	_
Sewage sludge مخلفات المجاري أو الحمأة (نهتم بموضوع محتواه من الملوثات)	5.0	2.2	0.5

Sea weed	**دغل البحر**	**0.6**	**_**	**1.0**
Saw dust	**نشارة الخشب**	**0.1**	**_**	**0.2**
Peat	**البيتموس (الدمان)**	**1.2 – 1.5**	**0.1**	**0.2**
Garden compost	**دمان الحديقة (الكمبوست)**	**2.7**	**2.9**	**0.9**

الأسمدة غير العضوية(المعدنية)	الأسمدة العضوية
عبارة عن مواد معدنية نقية	مزيج من بقايا نباتية وحيوانية بدرجات مختلفة من التحلل

Municipal compost	**دمان مخلفات المدن**	**1.0 – 2.0**	**0.1 – 0.2**	**0.3 – 1.0**

و يجب الملاحظة كون التعبير عن المحتوى بشكل N , P , K وهنا يمكن التحويل الى P_2O_5 و K_2O

الفروق بين الاسمدة العضوية وغير العضوية مبينة في الجدول 1-2.

نسبياً ذات محتوى عال من العناصر المغذية	ذات محتوى واطئ من العناصر المغذية مع أنها تجهز عدداً من هذه العناصر المغذية
العناصر المغذية تكون جاهزة بشكل مباشرو تتحلل وتحرر العناصر الغذائية بشكل سريع ،عدا بالنسبة للاسمدة بطيئة التحرر.	مواد عضوية يجب ان تتمعدن(تمر بعملية المعدنة)اولاً قبل ان تصبح العناصر الغذائية جاهزة.ولذ فهي تحتاج الى وقت للتحلل .
تجهز العناصر المغذية المحددة (عنصر او أكثر) حسب نوع السماد بسط او مركب	تجهز عدد من العناصر المغذية الكبرى والصغرى.
هناك احتمالية ان يكون لها تأثير ملحي عند الإضافة بمستويات عالية لاسيما للأسمدة ذات الدليل الملحي العالي مثل كلوريد البوتاسيوم عند الإضافة بتماس مع البذور او قرب البادرات. وعموماً لايحبذ الرش بالكلوريد سيما في المناطق الجافة وشبة الجافة لأنه قذ تسبب حروق واضرار للنباتات.	التأثير الملحي اقل أهمية بشرط أنها نظيفة وخالية من الأملاح.
اكثر عرضة للفقد بالغسل او عمليات الفقد المختلفة.	اقل عرضة للفقد بالغسل او عمليات الفقد المختلفة.
عموماً لاتؤثر في خصائص التربة المختلفة عدا اضافنها للعناصر المغذية المحددة وبعض التأثيرات في درجة تفاعل التربة والملوحة ولقسم منها فقط.	تؤثر في خصائص التربة المختلفة لاسيما عند اضافتها بكميات عالية.ولذا تعد هذه الاسمدة من المصلحات للتربة.