وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــــــامعـــــــة ذي قار
كـــــلـــــية الـــــزراعـــــة
والأهوار
قسم علوم المحاصيل الحقلية

مبادئ علم التربة

اعداد
أ.م.د باسم كسار حسن

(2022-2021)

أ.م.د باسم كسار حسن

المحاضرة الأولى

الصخور

تعريف الصخر:

هو الوحدة الأساسية في تركيب القشرة الأرضية- وقد يكون الصخر مكون من اتحاد معدنين أو عدة معادن - وقد يتكون من معدن واحد - ويطلق عليه اسم صخر إذا كان مكوناً لجزء واضح من القشرة الأرضية

تعريف المعدن:

جسم غير عضوي ، متجانس التركيب الكيميائي ، يتكون من اتحاد عنصرين أو أكثر- وقد يتكون من عنصر واحد مثل الذهب والفضة - وللمعدن صفات طبيعية وكيميائية محددة..

تقسيم الصخور حسب النشأة والتكوين :-

أولا الصخور النارية (الأولية) Jgneous or Primany Rocks

وتمثل معظم مكونات القشرة الأرضية حيث تبلغ نسبتها حوالى ٩٥٪ من الصخور الداخلة في تركيبها ، وتعتبر أساس جمع الصخور الأخرى.

نتجت هذه الصخور من برودة وتجمد المواد المنصهرة الأولية (الماجما Magma)، الموجودة في باطن الأرض، حيث تخرج إلى سطح الأرض عن طريق البراكين وتسمى بالحمم أو اللافا Lava.

أقسام الصخور النارية :

أ- صخور سطحية - بركانية ، غير متبلورة -:

حيث تجمد تحت الضغط الجوي العادي فوق سطح الأرض مثل البازلت وحجر الخفاف.

ب - تحت سطحية - متبلورة -:

حيث تجمد تحت ضغط عالي تحت القشرة الأرضية ولاتصل إلى السطح إلا بفعل عوامل التعرية، مثل صخور الجرانيت ونظرا لطبيعة تكوين الصخور النارية إذ أنها نشأت منذ أن خلق الله سبحانه الأرض، فإنها عديمة الحفريات (بقايا الكائنات الحية).

ثانيا الصخور الرسوبية Sedimentry rocks

هي صخور ترسبت على شكل طبقات بفعل المياه أو الرياح أو حركة الجليد .

حيث نتجت هذه الصخور بواسطة تفكك وإنحلال الصخور النارية بفعل العوامل التجوية Weathering (الطبيعية والكيميائية) وترسبت نواتجها في صورة طبقية، لذلك كان وجودها في الطبيعة على شكل طبقات مختلفة التركيب والسمك واللون - ولذلك تعرف باسم الرواسب المائية - ولهذا السبب فإنها قد تحتوي على حفريات.

تقسم الصخور الرسوبية إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

أ- رواسب كيميائية:

وهي مكونات كانت ذائبة ثم رسبت نتيجة لزيادة تركيزها في محلولها بفعل التبخير أو التبريد أو تقليل الضغط الواقع عليها، أو رسبت نتيجة لتفاعل كيميائي مع مكونات ذائبة أخرى مثل الأحجار الكريمة

ب - رواسب متفتتة:

وهي صخورتفتت بفعل المياه الجارية ثم ثقلت ورسبت بعيدا عن مصادرها وتشمل معادن الطين والرمل والحجر الجيري.

جـ - رواسب عضوية:

وهي مواد ناتجة من نشاط حيوي أومواد عضوية (بقايا حيوانات ونبات)، متجمعة مثل الفحم و الصخور المتكلسة و المرجان و الطباشير.

وتعتبر الصخور المتفتتة هي أصل التربة أو المادة الأم (مادة الأصل) للتربة.

ثالثا: الصخور المتحولة Metamorphic Roocks

هي صخور تغير تركيبها ومظهرها بفعل الحرارة المرتفعة والضغط الشديد أو كليهما، فكل الصخور يمكن أن تتغير خصائصها من نارية ورسوبية إلى متحولة .

ومن أمثلتها : -

صخور الماربال وهي المتحولة من الصخور الجيرية (من أصل رسوبي) .

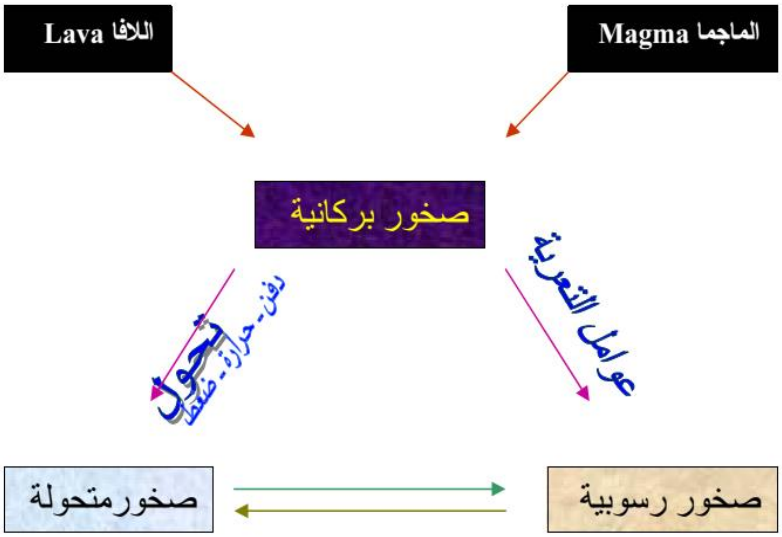
الإردواز وهو المتحول من الطين .

الكرانيك وهو المتحول من الفحم .

الرخام وهو المتحول من صخور بركانية .

الشست وهو المتحول من صخور بركانية .

ويمكن توضيح العلاقة بين انواع الصخور المختلفة وعوامل تحولها من خلال الشكل التالي



نشأة التربة

تتعرض الصخور والمعادن الى العديد من المؤثرات التي تؤدي الى نشأة التربة وان اهم هذه المؤثرات هو عمليات التجوية Weathering.

عمليات التجوية

تمر صخور القشرة الأرضية بما تحوي من معادن بالعديد من المراحل حتى تتحول الى تربة تكون مهد ملائم لنمو النباتات وهي كالآتي:

أ - أن تتكسر الصخور وتتفتت إلى حبيبات صغيرة بحيث تسمح لجذور النباتات بالتخلل والانتشار.

٢ - أن تصل درجة نعومة ودقة الحبيبات الناتجة بقدر يسمح بإنطلاق العناصر الغذائية المعدنية من المعادن الحاملة لها - على صورة صالحة لامتصاص جذور النبات.

٣ - أن يصل تحلل المعدن إلى إنتاج مواد بسيطة - ينتج عن تفاعلها - معادن ثانوية التركيب ذات حبيبات دقيقة الحجم جدا (غروية).

هذا ويطلق على محصلة العوامل المؤدية إلى هذه النتائج، اسم التجوية ، وبذلك يمكن تعريفها كالآتي:

هي التغير الذى يحدث في الصخور والمعادن التى توجد على سطح الأرض - وهذا التغير يحدث بفعل المناخ والنبات والحيوان - ويحول الصخر من صورة صلبة جامدة إلى صورة هشة أو مفككة أو متفرقة ناعمة. ونتيجة لذلك تنشأ التربة.

تعريف آخر: هي مجمل التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث للصخور عند تعرضها لعوامل الغلاف الجوي.

تقسيم عمليات التجوية:

يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام:

أ- التجوية طبيعية (ميكانيكية):

وتسمى أيضا بعوامل التعرية - بمعنى أنه لا يحدث تغيير كيميائي في مكونات الصخر - ولكن يقتصر الأمر على مجرد تفتيت الصخر إلى أجزاء صغيرة دقيقة - دون تكوين مركبات جديدة ،

أي ان التركيب الطبيعي والكيميائي والمعدني يكون مشابه لمادة الأصل.

وتتم على مرحلتين:

الأولى: يحدث تفتت للصخور والمعادن دون حدوث أي تغيير كيميائي لها.

الثانية: انتقال نواتج التفتت من مكانها الأصلي الى مكان أخر بفعل العوامل الطبيعية.

العوامل المؤثرة أو المسؤولة عن التجوية الطبيعية :

١ - اختلاف درجات الحرارة:

يتركب الصخر من عدة معادن لكل منها معامل تمدد حراري مختلف. ونتيجة للتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة والانكماش عند انخفاض درجة الحرارة ، على مدى مئات بل آلاف السنوات وبوجود الماء الذي يعمل على إضعاف التماسك بين المعادن، تنفصل أجزاء الصخر جزئيا أو كليا بعضها عن بعض.

٢ - تجمد الماء في الشقوق والمسافات البينية بين حبيبات الصخر:

عندما يتجمد الماء، فإن حجمه يزداد بمقدار حوالي ٩٪ من حجمه ، وهو ما يؤدي إلى ضغط شديد وهائل يؤدي إلى اتساع الشقوق أو الشروخ في مناطق الضعف في الصخر - ومن ثم إلى التفتت.

٣ - الرياح أو المياه المندفعة:

للمياه الجارية القدرة على حمل مواد صلبة معلقة، كما أن الرياح أيضا لها القدرة على حمل الحبيبات الدقيقة أثناء هبوبها وتعمل هذه وتلك على تآكل الصخور عند اصطدامها بها، خصوصا في الأجزاء قليلة الصلابة من الصخر.

٤ - فعل جذور النباتات:

عندما تنمو جذور النباتات فإن لها تأثيرا ميكانيكيا بضغطها على جوانب الصخر يساعد على التفتت والتكسر.

٥ - فعل الكائنات الحية أو فعل الحيوانات التى تحفر أنفاقها في الأرض، ويقتصر دورها هنا على الأثر الميكانيكي فقط.

٦ - معادن الطين:

بعض معادن الطين إذا وجدت داخل شقوق وتجاويف الصخر فإن لها قدرة على تشرب الماء "خاصية الانتفاخ" حيث تنتفخ ويزداد حجمها مما يؤدي إلى تكسير و إضعاف الصخر

ب- التجوية الكيميائية:

هي تحول الصخور تحت تأثير العوامل الجوية المختلفة الى مواد جديدة مختلفة التركيب. أي حدوث تغيير كيميائي في تركيب الصخر المفتت وبالتالي تغيير في الصفات الطبيعية والكيميائية لمادة الأصل والذي يؤدي الى انتاج صخر له تركيب مختلف عن مادة الأصل.

العوامل المؤثرة على التجوية الكيميائية:

١ - الذوبان:

وتزداد في المناطق الرطبة ذات كثافة الأمطار العالية، فيعمل الماء كمذيب للأيونات المكونة للصخر، بمقادير قد تزيد أو تقل حسب تكوينه.

فأبسط ذوبان يحدث كمثال هو ملح الطعام ، أما المعادن الأخرى فهي غير قابلة للإذابة بشكل فعلي في الماء النقي. ولكن إذا كان الماء حمضي ولو بدرجة بسيطة يعمل على إذابة المعادن ولكن طبعاً بدرجات متفاوتة فلو أخذنا معدن الكالسيت $CaCO_3$ فيمكن إذابته بشكل ملحوظ في الماء الحامضي. فلو أضفت قطرات من حمض الهيدروكلوريك HCl للماء وصببته فوق معدن الكالسيت فإنك ستلاحظ التفاعل بخروج فقاعات من غاز ثاني أكسيد الكربون والماء ، ويمكنك أن تجرب إضافة قطرات من عصير الليمون (حمض طبيعي) إلى الحجر الجيري (حجر البناء) المكون من معدن الكالسيت وتشاهد أحد مظاهر التفاعل الواضحة ، وهو انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون.

٢ - التأكسد:

هي تفاعل المعادن مع الأوكسجين وخير مثال على الأكسدة هو أكسدة المعادن المحتوية على الحديد فعنصر الحديد يتأكسد ليعطي معدن الهيماتيت Fe_2O_3

حسب المعادلة:

$$4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$$

حديد أكسجين أكسيد الحديد(الهيماتيت)

تتم هذه العملية في الصخور المحتوية على أيونات لمعادن سهلة التأكسد فتتحول الصورة المختزلة من العنصر إلى الصورة المؤكسدة .

٣ - التأدرت:

هو دخول جزئيات الماء في صورتها الجزئية بين جزئيات أو صفائح المعدن بارتباط قوي - وتصبح هذه الجزئيات جزءاً لا يتجزأ من بلورات المعدن (وبالتالى يتغير تركيبه البلوري) - ومثال ذلك تأدرت معدن الأنهيدريت (كبريتات الكالسوم) فيتحول إلى كبريتات كالسيوم متأدرته (معدن الجبس).

٤ - التحلل المائي (التميه):

هـو تفاعـل المـاء مـع المعـدن بشـكل عـام. وهـو أشـد عوامـل التجويـة الكيماويـة أثـراً علـى المعـادن خاصـة الصـخور السـليكاتية والـذي يقـوم بالتفاعـل ،تحديـداً، هنـا هـو أيـون الهيـدروجين (H^+)

الذي ينتج من تفكك الماء إلى البروتون (H^+) والهيدروكسيد (OH^-) .

أو من إذابة غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء – التى يطلق عليها عملية التكربن - ليكوّن حمض إلكربونيك H_2CO_3، وهذا بدوره يتفكك (يتأين) ليعطي أيونات الهيدروجين الموجبة (H^+) ومجموعة البايكربونات السالبة (HCO_3^-). ويحل أيدروجين الماء بدلا من كاتيونات المعدن المتفاعل مثل Mg^{++}، Na^+، Ca^{++}

٥ - تكون الأحماض :

مثل حمض النتريك الذى قد يتكون أثناء البرق باتحاد النيتروجين مع الأكسجين مكوناً أكاسيد نيتروجينية تذوب في ماء المطر مكونةً حمض النتريك مما قد يسبب بعض التفاعلات الكيميائية معدن الصخور.

جـ ـ تجوية حيوية(بيولوجية) :

تعمل الكائنات الحية الكبيرة الحجم نسبيا مثل الديدان الأرضية والحيوانات الأرضية وجذور النباتات،وكذلك الكائنات الحية الدقيقة والطحالب على تفتيت مواد القشرة الأرضية.

أما فعل النباتات الراقية - فهو ذو أثر أكبر إذ أن ما تفرزه جذورها من عصارات وما تخرجه من غاز ثاني أكسيد الكربون يؤثر ذلك كيماويا في عمليات إذابة وتحلل الصخور وانفراد العناصر الغذائية منها علاوة على أن هذه النباتات ستموت في النهاية شأنها شأن أي كائن حي - وتتحلل وينتج من تحللها مزيد من ثاني أكسيد الكربون - كما ينفرد عنها عدة أحماض عضوية

المحاضرة الثانية

مفهوم التربة

التربة هي الطبقة السطحية الهشة أو المفتتة التي تغطي سطح الأرض، وتتكون من مواد صخرية مفتتة خضعت من قبل للتغيير بسبب تعرضها للعوامل البيئية (منها التجوية والتعرية) والبيولوجية والكيمائية، كما تُعرف التربة أيضا بانها جسم طبيعي يتكون من مواد معدنية وعضوية له صفات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية وله القدرة على اسناد النبات.

أما علم التربة فيعرف بأنه مجموعة من المعلومات والأسس المنظمة والمتعلقة بالمادة المسماة تربة. وهو علم يتعلق بجميع العلوم الطبيعية الاخرى وخاصة الفيزياء والكيمياء الأحياء. التربة جسم طبيعي تكون تاريخياً نتيجة مجموعة من العوامل وعملية تكونه مستمرة دون توقف وبالتالي فان سلوكية التربة ومجمل صفاتها تخضع لقوانين طبيعية خاصة بها.

فروع علم التربة : يوجد هناك ما لا يقل عن خمسة فروع لعلم التربة هي:

فيزياء التربة، وكيمياء التربة، وأحياء التربة المجهرية، وأسمدة وخصوبة التربة، ونشوء وتكوين التربة اضافة الى العديد من التقسيمات المتعلقة بهذه الفروع.

الغرض من دراسة التربة

التربة تلعب دور مهم ومكمل لحياتنا اليومية، فهي تجهزنا بالغذاء والكساء ولباقي الكائنات الحية، تدعم بيوتنا وطرق تنقلنا وتعمل مواد بناء للدور التي نقيم عليها، تمتص مواد النفايات وتعطينا مشاهد طبيعية خلابة للراحة والاستجمام. إذن هي مسؤولية كل إنسان للمحافظة عليها وصيانتها.

ان مفهوم التربة يرتبط بالشخص المهتم بها، فمثلا المهندس المدني ينظر الى التربة على انها المادة التي تسند البنايات والطرق ويجب ان تكون مقاومتها عالية. أما

أ.م.د باسم كسار حسن

المهندس الزراعي فينظر الى التربة بصورة مختلفة اذ يجب ان تكون هشة ومفتتة وخالية من الأملاح حتى تكون صالحة للزراعة.

ان هدف لعلماء التربة هو معرفة العوامل التي تتحكم بتطور التربة من ناحية كونها وسطاً صالحاً لنمو النبات. وكذلك معرفة الطريقة التي يتم بها استغلال الأرض وتطبيقها بشكل صحيح لغرض رفع إنتاجية التربة والحصول على أعلى حاصل.

علم التربة تقسم إلى مجموعتين هما :

علوم أساسية: تبحث في التربة كجسم طبيعي له كيان خاص به مكون من مواد معدنية وعضوية نشأت أساسا من تفتت وتحلل الصخور والمعادن الداخلة في تكوينها إلى حبيبات صغيرة بأحجام السلت والرمل والطين. هذا المجال من الدراسات يسمى بعلوم البيدولوجي (Pedology) يهدف إلى التعرف على تكوين الترب والعوامل المؤثرة عليها وتصنيفها ويعتمد على كثير من العلوم الأساسية كالجيولوجيا والجغرافية والكيمياء وعلم المناخ والنبات والحيوان ومن فروعه نشوء وتكوين التربة ، مورفولوجي التربة ومسح وتصنيف التربة.

دراسات تطبيقية: تسمى بعلوم الايدافولوجي (Edaphology) وتبحث في التربة كبيئة لنمو النبات وتكوين ما يسمى بالتربة الزراعية بهدف تزويد النبات بما تحتاجه من ماء وهواء وعناصر غذائية وكل الشروط اللازمة لكي يعطي اكبر حاصل ممكن لذلك تعرّف التربة حسب المفهوم الايدافولوجي على إنها جسم طبيعي مكون من خليط من مواد معدنية ومفتتة ومواد عضوية متحللة تغطي الأرض بطبقة خفيفة وتجهز النبات بالماء والعناصر الغذائية وتوفر سند ميكانيكي للنبات. يعتمد هذا النوع من الدراسات على تطبيق الحقائق والنظريات الموجودة في كثير من العلوم الأساسية ومن أهم فروعه فيزياء التربة ، كيمياء التربة، أحياء التربة المجهرية، خصوبة وتسميد التربة، الري والبزل، استصلاح الأراضي، صيانة التربة. ليس هناك حدود فاصلة بين كل فروع علوم التربة ولا يمكن القول ان احدهما أكثر أهمية من الأخر وليس هناك أي قيمة لأحدهما ما لم يرتبط مع الفروع الأخرى.

أ.م.د باسم كسار حسن

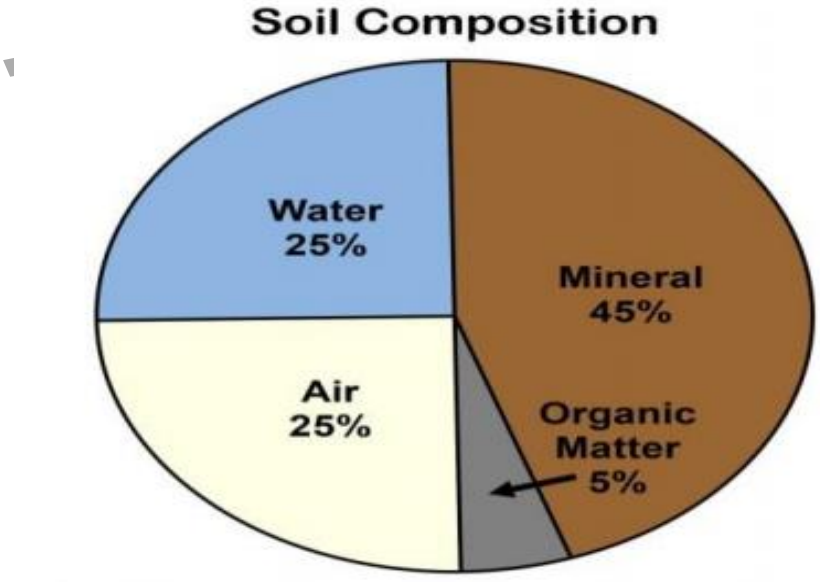
مكونات التربة الرئيسية

التربة نظام ثلاثي الأطوار أي يتكون من ثلاث حالات هي:

- **الحالة الصلبة**: ان هيكل التربة الذي يتكون من خليط من المواد المعدنية والعضوية وبإحجام مختلفة يمثل الحالة الصلبة.
- **الحالة الغازية**: يوجد في داخل هيكل التربة نظام من المسامات تمثل قنوات الاتصال بين جسم التربة والمحيط الخارجي فعندما تكون هذه المسامات مشغولة بهواء التربة تمثل الحالة الغازية.
- **الحالة السائلة:** عندما تكون المسامات البينية مشغولة بالماء مع كمية مختلفة من المواد الذائبة فهي تمثل الحالة السائلة.

الحالة الصلبة في التربة ثابتة نسبيا بالنسبة لتكوينها وكيفية ترتيب مكوناتها بينما تعاني الحالتين السائلة والغازية من تغيرات كبيرة ومستمرة.

مكونات التربة لا توجد بشكل منفصل عن بعضها في الطبيعة وإنما تتداخل فيما بينها، واشكل التالي يمثل مكونات التربة المثالية لنمو النبات والتي تحتوي على 45% مواد معدنية ، 5% مواد عضوية ، 25% هواء ، 25% ماء.



مكونات الجزء المعدني

يتكون الجزء المعدني في التربة من ثلاث اجزاء هي الرمل Sand ، والغرين Silt ، والطين Clay .

حبيبات الرمل تكون أكبر حجمًا، بينما حبيبات الطين تعتبر أصغر حبيبات التربة حجما، وكما يلي:

الرمل sand	الغرين silt	الطين clay
ما بين 2 – 0.06 mm	ما بين 0.06 – 0.002 mm	أقل من 0.002 mm

ولحبيبات الطين قدرة على إمتزاز (أدمصاص) الماء والعناصر الغذائية لذا فإن وجود الطين يعطي التربة أهمية أكبر.

وتطلق تسميات على أنواع التربة تبعًا لنسب مكوناتها من الرمل والغرين والطين.

أهم أنواع الترب

- التربة الرملية Sandy Soil (التربة الخفيفة): تحتوي على أقل من 20 % من وزنها غرين وطين، وهي جيدة الصرف والتهوية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء منخفضة جدًا.
- التربة الطينية Clay Soil (التربة الثقيلة): تحتوي على الأقل 30 % من وزنها طين، وهي رديئة التهوية ولكن سعتها الحقلية (قدرتها على الاحتفاظ بالماء) والغذائية عالية جدًا.
- التربة المزيجية Loamy Soil (الصفراء): وتعد أفضل الأنواع وتتركب من نسب جيدة من الرمل والغرين والطين، فإذا احتوت على كمية أكثر من

أ.د. باسم كسار حسن

الطين عرفت بأنها تربة مزيجية طينية (Clay Loam) أما إذا كانت كمية الغرين هي الغالبة عرفت بأنها تربة مزيجية غرينية (Silty Loam).

الترب السطحية وتحت السطحية

تمثل التربة السطحية الطبقة الرئيسية لنمو الجذور وتجهز النبات بجزء كبير من حاجته إلى الماء والعناصر الغذائية. فهي عرضة لمعاملات ونظام إداري معين حيث الحراثة المناسبة تحسن من خصائصها الفيزيائية، ويمكن التحكم في خصوبتها وإنتاجيتها أو الحفاظ عليها عند مستوى معين عن طريق اضافة الأسمدة اليها.

اما التربة تحت السطحية فهي اقل عرضة للمعاملات الحقلية ماعدا عمليات الصرف وتؤثر خصائصها من حيث النفاذية والطبيعة الكيميائية على التربة السطحية حتى وان لم تتغلغل جذور النباتات هذه الطبقة .التربة تحت السطحية يقع عليها وزن الطبقة السطحية وبالتالي تمتلك كثافة أعلى من السطح.

الطبيعة المتطورة للتربة

التربة تعتبر جسم طبيعي ديناميكي متطور له ثلاثة أبعاد طول وعرض وعمق. وتعتبر التربة جسم طبيعي لان لا دخل للإنسان في تكوينه وان صفاته تكونت نتيجة للتأثير المتداخل للطقس والمادة الحية (النباتات والحيوانات) على المادة الأم بتأثير الانحدار خلال فترة من الزمن. ينتج عن تجوية الصخور(تحلل وتفتت) مخلفات غير راسخة تعمل كمادة أُمْ لتطور ما يسمى بمقد التربة (Soil Profile) والذي يعكس التأثير المتداخل للمناخ والمادة الحيوية والانحدار والزمن على المادة الأُمْ.

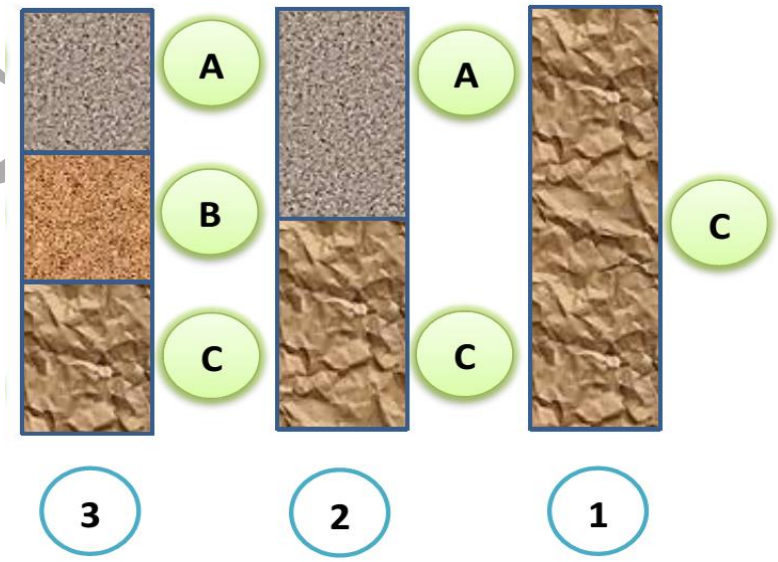
التغيير في أفاق التربة

تتعرض المادة الأم إما في مكانها او بعد نقلها إلى مناطق أخرى بواسطة بعض القوى الطبيعية (المياه، الرياح، الثلوج والجاذبية الأرضية) إلى ظروف جوية ملائمة تؤدي إلى انطلاق بعض العناصر الغذائية التي تساعد على نمو بعض أشكال

أ.م.د باسم كسار حسن

النباتات البسيطة القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي والتي يؤدي نموها إلى تجمع بعض المخلفات العضوية وعند موت هذه النباتات تتكون مواد غذائية أكثر تساعد على نمو النباتات الأكثر تطورا وهذه بدورها تؤدي إلى تراكم بعض المخلفات العضوية والتي تشجع بدورها على نمو وتكاثر الحيوانات والبكتريا والفطريات وبهذه الطريقة تصبح النباتات والحيوانات جزءا من المادة العضوية وتستمر هذه العملية إلى ان تتكون طبقة سطحية غامقة ذات لون داكن بسبب تجمع المادة العضوية تسمى بالأفق A. وتسمى هذه الترب بالترب غير الناضجة Immature soils.

يؤدي انحلال المواد العضوية في الافق A عند تواجد الظروف الملائمة إلى تكون حوامض عضوية تساعد على تحطيم بعض المعادن الحاوية على القواعد مما يؤدي إلى انطلاق بعض العناصر الغذائية وإذابة بعض المعادن الغروية كأطيان السيليكات واكاسيد الحديد والألمنيوم وعند وجود الماء الكافي تغسل هذه المواد إلى أسفل مقد التربة لتترسب تحت السطح. وهكذا تتكون طبقة تحت الأفق A تحتوي على نسب من المواد الغروية والعناصر الغذائية اكثر مما يحويه الأفق A وتسمى هذه الطبقة بالأفق B. وتسمى الترب الحاوية على الافاق الثلاثة A و B و C بالترب الناضجة mature soils.



مقد التربة Soil Profile

هو مقطع عمودي في جسم التربة يمتد من سطح التربة إلى مادة الأصل المكونة لها، ولكل مقد خصائص تميزه عن مقدات التربة الأخرى ويتكون من عدة أفاق أو طبقات تختلف في خصائصها وتعكس تأثير عملية او مجموعة من عمليات تكوين التربة.

ويمكن تميز ثلاث أفاق لأغلب الترب، وهي

A هذا الأفق يمتد من سطح التربة إلى عمق 25 سم ويمتاز بوجود المادة العضوية، وهو المفضل لزراعة الخضر والزينة والنباتات الطبية الحولية.

B هذا الأفق يقع في الوسط بين الأفقين A و C ويمتد من عمق 25-75 سم .

C هذا الأفق يمتد من عمق 75 إلى 120 سم وهو القريب من مادة أصل التربة.

وتسمى التربة الحاوية على هذه الأفاق الثلاثة بالترب الناضجة Mature Soils.

أ.م.د باسم كسار حسن

المحاضرة الثالثة

نشوء وتصنيف الترب Soil formation and classification

عمليات تكوين التربة Soil Forming Processes

1. عمليات التحول (Transformation Processes):

هي عمليات تغير وتحول تحدث في صخور التربة تسمى التجوية (Weathering) والتي تشمل التجوية الفيزيائية التي تتأثر بالمناخ ولاسيما الحرارة والرطوبة مثل عمليات التمدد والتقلص والانجماد والذوبان وعمليات تكسر وتفتت الصخور. وعمليات التجوية الكيميائية كعمليات الاذابة والتحلل المائي وتكون حامض الكاربونيك ونتيجة لهذه العمليات تتكون المعادن الطينية والتي تمثل الاجزاء الرئيسية للتربة.

2. عمليات الإضافة (Addition Processes):

وتشمل كل العمليات التي تؤدي إلى إضافة المكونات المعدنية والعضوية والسائلة والغازية وكذلك الطاقة الحرارية إلى جسم التربة. وعملية الاضافة تكون عالية في المناطق الممطرة والباردة لغزارة نمو النباتات وقلة الفقدان، كما توجد عمليات الاضافة في مناطق الاهوار بسبب انخفاض عمليات الفقد.

3. عمليات النقل (Translocation Processes):

يؤدي نشاط هذه العمليات سواء بالطرق الميكانيكية أو الكيميائية إلى حركة ونقل بعض مكونات التربة القابلة للحركة من جزء إلى أخر داخل جسم التربة. وتحدث عمليات نقل للأيونات وعمليات تبادل بين الأيونات الذائبة والايونات المتحركة مع الماء وأسطح التربة ولاسيما معادن الاطيان وهذه العملية تكون على اشدها في المناطق الممطرة. يرافق هذه العمليات تكوين وتطوير أفاق التربة الرئيسية المتمثلة بتكوين أفاق الكسب والفقد وتترك هذه العمليات أثارا ومظاهر واضحة ومميزة ضمن مقدات التربة وتؤدي بالنهاية الي تكوين ترب مميزة تعكس تأثير تلك العمليات.

4. عمليات الفقد (Losses Processes):

وتشمل العمليات التي تساعد على فقد بعض مكونات التربة المعدنية، العضوية، السائلة أو الغازية خارج جسم التربة. مثلا يفقد الكربون من سطح التربة عند تحوله إلى غاز CO_2 وكذلك تحدث عمليات فقد للنتروجين اما عن طريق الغسل أو الفقدان بشكل غازات والشيء

نفسه يمكن ان يحدث للكبريت الذي يكون معرضا للفقد بشكل غازات. هذا فضلا عن الفقد للعناصر عن طريق التعرية أو الجرف السطحي.

عوامل تكوين التربة Soil Forming Factors

يعتمد تكون التربة على التأثير المتداخل والمتكامل لعوامل عدة تدعى عوامل تكوين التربة والتي صاغها العالم يني Jenny عام 1941 في كتابه الشهير Soil Forming Factors وصاغها في معادلة توضح ببساطة ان التربة ما هي الا دالة لعوامل تكوينها وحسب المعادلة الآتية:

$$S = f (Cl, O, r, Pm, t,\ldots)$$

وهذا يعني ان التربة دالة لكل من المناخ CL = Climate ، والكائنات الحية Organisms = O ، والطبوغرافية (الانحدارRelief) r = ، والمادة الأُمْ P = Parent Material ، والزمن T = Time وأضيف اليها الانسان كعامل منفرد ومستقل يؤثر في التربة من خلال العمليات الادارية من اضافة أسمدة ومواد عضوية وقلب التربة اثناء الحراثة. وحسب هذه المعادلة يمكن تعريف التربة بأنها جسم طبيعي ديناميكي متطور على سطح الأرض له ثلاثة أبعاد طول وعرض ويكتسب صفاته من تأثير المناخ والأحياء على المادة الام تحت تأثير الانحدار لمدة من الزمن.

1- المناخ Climate

الطاقة والسقيط (المطر والندى والحرارة ..الخ) تؤثر في التفاعلات 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.

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

2- الأحياء Organisms

يشمل هذا العامل كافة الغطاء الخضري والأحياء الكبيرة والصغيرة(الدقيقة) في التربة. ويمكن ان يوضع الإنسان ضمن العامل الحيوي او يوضع كعامل منفصل.

3- الطوبوغرافية Topography(الانحدار Relief)

يؤثر شكل سطح الأرض على تطور مقد التربة عن طريق:

أ. تأثيره على كمية المياه الغائضة داخل التربة والجارية فوق السطح.

ب. تأثيره على مقدار التعرية وكمية المادة المنقولة من منطقة لاخرى.

4- المادة الام Parent Material

هي الجزء الذي تتكون منه التربة وهي اما ان تكون صخوراً تحللت في مكانها او مواد انتقلت بالرياح او الماء والترسبات الجليدية والرياح وتربت في مكان اخر.

ويمكن تصنيف المادة الأُمْ إلى:

- المواد الأُمْ الماكثة Parent Material Residual وهي تلك المتكونة من تجوية الصخور في موضعها.
- المواد الأُمْ المنقولة Transported Parent Material وهي اربعة انواع:

أ- المواد الأُمْ المنقولة بواسطة الجاذبية الأرضية Colluvial P.M

ب- المواد الأُمْ المنقولة بواسطة المياه الجارية Alluvial P.M

ت- المواد الأُمْ المنقولة بواسطة الرياح Aeolian P.M

ث- المواد الأُمْ المنقولة بواسطة الترسبات الجليدية Glacial P.M

ج- المواد الأُمْ المنقولة بواسطة الترسبات البحرية Marine P.M

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.

5- الزمن Time

هو عامل يؤثر في جميع العوامل الاخرى لان اي عملية لكي تتم لابد ان تحتاج الى زمن لإتمامها. ويمثل الفترة الزمنية التي استغرقتها التربة من بدأ تأثير عوامل التكوين عليها حتى الاستقرار والنضج، أي أنه الفترة الزمنية التي تمر بها مادة الأصل حتى تصبح تربة.

تصنيف الترب Soil classification

تختلف الترب كثيرا من منطقة إلى أخرى في مكوناتها ودرجة تطورها وبسبب هذه الاختلافات يمكن اعتبار التربة مجموعة من الترب تشغل كل منها مساحة صغيرة من سطح الأرض ولكل

منها صفات تنعكس على المقد والذي تساعد صفاته على التمييز بين الترب المختلفة وتعتبر أساسية لمعرفة الاستخدام الأمثل للتربة.

ويعرف علم تصنيف الترب بأنه العلم الذي يهتم بجرد كامل ودقيق لجميع خواص التربة، اذ يتم وضع الترب ذات الخواص المتشابهة ضمن مجموعات، ويساعد التصنيف على معرفة الخواص العامة للتربة دون الدخول في تفاصيل الوصف والتحليل.

وفي العادة نتائج التصنيف تستخدم للأغراض التالية:

1) تخطيط وتنفيذ المشاريع الزراعية والمحافظة عليها .

2) اختيار أنسب الآلات الزراعية للخدمة في التربة.

3) المحافظة على خصوبة التربة وزيادتها.

4) تعتبر الأساس في وضع شبكات الري والصرف

5) تستخدم في إنشاء الطرق والمطارات

أنظمة تصنيف التربة:

يوجد عدة أنظمة لتصنيف للتربة منها:

أولا: نظام التصنيف الروسي: Russian Classification System

يتألف الهيكل التنظيمي للتصنيف الروسي من عشرة مستويات تصنيفيه وكما يأتي :

1- الصنف Class 2- تحت الصنف Subclass 3- المدى Range 4- النوع Type 5- تحت النوع Subtype 6- الطائفة Genera 7- الجنس Species 8- النوعية Varieties 9- الخاصية Categories 10- الطور Phases

ثانيا : نظام التصنيف الامريكي الحديث USDA Classification System

وهو نظام تم تطويره من قبل وزارة الزراعة الأمريكية ويوفر تصنيف تفصيلي لأنواع التربة ويحتوي النظام الأمريكي للتصنيف الحديث على 6 مستويات هي :

1. الرتبة Order : مستوى تصنيفي واسع جدا

2. تحت الرتبة Sub order : يشمل على ترب جرى تفريقها من الرتبة
3. المجموعة group : ترب تشترك في الخصائص الداخلية
4. تحت المجموعة Subgroup:
5. العائلة Family : يقع بين المجموعة والسلسلة
6. السلسلة Series : ترب لها نفس الخصائص المورفولوجية

وان الهيكل العام للتصنيف الأمريكي الحديث هو تقسيم الترب إلى 12 رتبة Order تبعاً لوجود الآفاق التشخيصية أو غيابها أو وفقاً لعمليات تكوين التربة السائدة.

أ.م.د باسم كسار حسن

المحاضرة الرابعة

الخواص الفيزيائية للتربة Soil Physical Properties

الخواص الفيزيائية للتربة لها 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، وأهم تلك الخواص هي:

❖ لون التربة Soil Color

من أوضح صفات التربة وأكثرها استخداماً في الوصف، نسبة كبيرة من أسماء الترب تعتمد على اللون. يتأثر لون التربة بنوع المعادن المكونة للمادة الأُمْ وحالة التأكسد والاختزال لتلك المعادن وخاصة تلك الحاوية على الحديد والمنغنيز إضافة إلى محتوى التربة من المادة العضوية المتفسخة (الدبال) ونسبة الرطوبة. وكل لون له دلالة معينة وكما يأتي:

1. الترب البيضاء، وفيها كاربونات الكالسيوم هي الغالبة فيه.
2. الترب السوداء، وفيها المادة العضوية وخصوصا المتحللة منها.
3. الترب الحمراء، وفيها نسبة كبيرة من اكاسيد الحديد.
4. الترب الصفراء، وهي الترب الصحراوية التي يغلب عليها كمية الرمل.
5. الترب الخضراء، وفيها عنصر المنغنيز هو الغالب.
6. الترب المزرقة، دلالة على سوء الصرف وتغدق التربة.
7. الترب الرمادية، تدل على وجود الكوارتز وكربونات المغنيسيوم.

أ.د باسم كسار حسن

يعين لون التربة من خلال خواص الضوء الأساسية الثلاثة وهي:

1. هيو hue ويتعلق بطول الموجة الضوئية
2. فاليو value وهو السطوع أو اللمعان حيث يتعلق بكمية الضوء
3. كروما chroma ويدل على النقاوة النسبية للموجة الضوئية

هذه الخواص الثلاث أول من وضعها هو العالم منسل Munsell في كتاب للألوان، حيث يتم تحديد لون التربة اعتمادا هذه الخواص.

نسجه التربة (القوام) Soil Texture

يقصد بنسجة التربة التوزيع النسبي للإحجام المختلفة لمفصولات التربة والتي هي الرمل والطين والغرين، وتحدد نسجة التربة مدى نعومة 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 النسجة أما عن طريق اللمس أو قياس النسب المختلفة للرمل والغرين والطين في المختبر. ان نسجه التربة من صفات التربة الثابتة حيث من غير المتوقع ان تتغير خلال الفترات الزمنية الاعتيادية، فالتربة المزيجية ستبقى مزيجية والرملية ستبقى رملية إلا إذا حدثت بعض التغيرات غير الاعتيادية في ظروف المنطقة والتي قد تسبب انجراف سطح التربة.

أيضا ينتقل الطين وبعض المعادن والمواد الدبالية من الأفاق العليا إلى أفاق التربة السفلى نتيجة لعمليات تكوين التربة وعند ذلك يحصل تباين في نسجه الأفاق المختلفة، وان مقدار هذا الاختلاف يحدد درجة التغيرات التي حصلت في التربة.

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:

أ.م.د باسم كسار حسن

الصفوف المستخدمة	International	USDA
حصى Gravel وهو ليس ضمن التربة	> 2.00	> 2.00
الرمل الخشن جداً very Coarse sand	-	2.00-1.00
الرمل الخشن Coarse sand	2.00-0.20	1.00-0.50
الرمل المتوسط Medium Coarse sand	-	0.50-0.10
الرمل الناعم Fine sand	0.20-0.02	0.10-0.05
الغرين Silt	0.02-0.002	0.05 - 0.002
الطين clay	< 0.002	< 0.002

أ.م.د باسم كسار حسن

يلاحظ من الجدول اعلاه ان هناك اختلافاً في حدود الرمل والغرين بين النظامين 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. مجموعة الترب الخشنة النسجه: وتشمل الترب الحاوية على اكثر من 70 % من وزنها من الرمل ويقع ضمن المجموعة صنفان هما الترب الرملية (Sandy) والترب الرملية المزيجية (Loamy Sand).

2. مجموعة الترب المتوسطة النسجه : وتحتوي هذه المجموعة على تسعة أصناف وتقع ضمنها معظم الترب المهمة زراعياً في العالم، وأهمها التربة المزيجية والمزيجية الرملية.

3. مجموعة الترب الناعمة النسجة : وتشمل الترب الحاوية على 40% أو أكثر من وزنها من الطين. وتشمل ثلاثة أصناف هي الطينية (Clay) والطينية الغرينية (Slit Caly) والطينية الرملية (Sandy Clay).

❖ بناء التربة (تركيب التربة) Soil Structure

يقصد به الكيفية التي ترتبط بها دقائق التربة الأولية (الرمل والغرين والطين) مع بعضها البعض وما ينتج عنها من تجمعات مختلفة من حيث الشكل والحجم والصلابة. الاختلاف في انتظام الدقائق وتجمعاتها بين تربة واخرى يؤدي إلى اختلاف أشكال وأحجام وانتظام المسامات البينية والذي يؤثر بدوره على صفات التربة الأخرى بصورة مباشرة.

عموماً تتجمع الدقائق مع بعضها مكونة تراكيب معينة لها شكل Shape وحجم Size ودرجة ثباتية grade معينة. والترب الزراعية المثالية هي التي يوجد فيها تركيب يكون بشكل حبيبي يسمى Crumb يسمح للبادرات بالبزوغ والجذور بالتغلغل ويجهز الماء والمغذيات بسهولة الى جذور النباتات. الدقائق ترتبط مع بعضها بالمواد العضوية التي تحوي على سكريات متعددة تربط بين الدقائق وهناك اكاسيد الحديد ايضاً تعمل كمواد رابطة.

أهم العوامل التي تساعد على تكوين بناء التربة

1. المواد العضوية الناتجة من التحلل التي تحوي على السكريات المتعددة.
2. تأثير النباتات النامية وخاصة الجذور وفعالية احياء التربة والديدان الأرضية
3. الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل.
4. الترطيب والتجفيف والانجماد والذوبان.

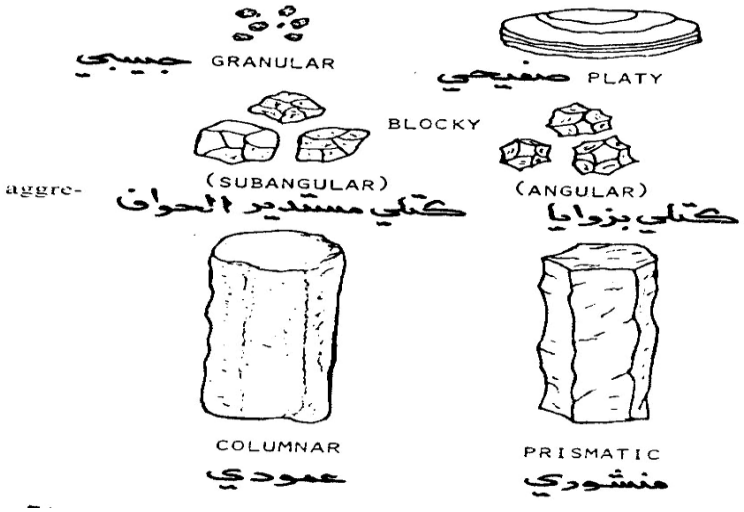
أ.م.د باسم كسار حسن

5. العمليات الزراعية وذلك عندما تكون رطوبة التربة بنسبة ملائمة وفي حالة زيادة أو نقصان الرطوبة فأنها تؤدي إلى تلف التجمعات وتفككها.

تصنيف بناء التربة

هناك عدد من التصنيفات التي تعتمد على شكل التجمعات وحجمها ووضوحها وهي:

1. عديم التركيب without structure : كما في التربة الرملية
2. فتاتي crumbly : يكون على شكل حبيبات صغيرة
3. حبيبي granular : أحجام اكبر من الفتاتي
4. كتلي blocky : يكون على شكل احجام كبيرة وتحتوي على زوايا
5. عمودي columnar
6. منشوري prismatic
7. صفائحي platy



❖ الكثافة الحقيقية للترب

الكثافة هي كتلة المادة الصلبة التي تشغل وحدة الحجوم، وان كتلة التربة الى حجم الدقائق الصلبة يمثل الكثافة الحقيقية للتربة والحجم هنا يشمل حجم الدقائق الصلبة فقط بدون المسامات وتقاس بوحدة غم.سم$^{-3}$. وتتراوح قيم الكثافة الحقيقية للترب الزراعية بين 2.6 - 2.8 غم.سم$^{-3}$.

وتحسب الكثافة الحقيقية من القانون الآتي:

$$\rho s = \frac{Ms}{Vs} \quad \text{.....}$$

حيث ان:

ρs = الكثافة الحقيقية

Ms = كتلة (وزن) التربة

Vs = حجم دقائق التربة

❖ الكثافة الظاهرية للتربة

هي وزن سم^3 واحد من التربة المحتفظة ببنائها الطبيعي. أي تمثل كتلة التربة الى الحجم الكلي والحجم هنا يشمل كل من المادة الصلبة والمسامات وتقاس بوحدة غم.سم$^{-3}$. وتكون قيم الكثافة الظاهرية دائماً اقل من الكثافة الحقيقية وتتراوح بين 1.0 - 1.8 غم.سم$^{-3}$.

وتحسب الكثافة الظاهرية من القانون الآتي:

$$\rho b = \frac{Ms}{Vt} \quad \text{.....}$$

حيث ان:

ρb = الكثافة الظاهرية

Ms = كتلة (وزن) التربة

Vt = الحجم الكلي (دقائق التربة + المسامات)

أ.م.د باسم كسار حسن

قيم الكثافة الظاهرية للتربة تعكس نسجتها وبنائها ونوعية معادنها، فالترب الثقيلة تكون كثافتها الظاهرية اقل من الترب الخفيفة كما ان الكثافة الظاهرية لترب الأفاق العليـــا اقل من الافاق السفلى لان العليا تكون معرضة للعمليات الزراعية كما ان نمو الجذور يجعلها مفككة ولاحتوائها على نسبة اكبر من المادة العضوية، أيضا الافاق السفلى تكون معرضة للرص بسبب سير المكائن الزراعية وضغط الافاق العليا عليها. تختلف الكثافة الظاهرية ضمن الموسم الزراعي الواحد فتصل إلى 1 غم.سم$^{-3}$ في الترب المحروثة وترتفع إلى 1.6 غم.سم$^{-3}$ في نهاية الموسم الزراعي بعد ان تكون التربة قد استقرت كما يؤثر نوعية المحصول والتسميد العضوي على كثافة التربة الظاهرية وخصوصاً للطبقات السطحية. افضل كثافة ظاهرية للترب هي 1.2-1.3 غم.سم$^{-3}$ واقصى حد لها هو 1.4 غم.سم$^{-3}$.

مثال1: اخذ نموذج تربة بواسطة اسطوانة حجمها 22.5 سم^3 فكان وزن التربة مع الاسطوانة يساوي 160 غم. احسب الكثافة الظاهرية للتربة اذا علمت ان وزن الاسطوانة فارغة يساوي 120 غم.

مثال2:اسطوانة قطرها 5.1 وارتفاعها 5 سم ووزنها 120 غم اخذ بها نموذج تربة لغرض تقدير الكثافة الظاهرية فكان وزن التربة مع الاسطوانة يساوي 290 غم. احسب الكثافة الظاهرية للتربة.

❖ مسامية التربة Soil porosity

التربة مهما كانت مرصوصة ومهما كانت دقائقها صغيرة لابد ان توجد بينها مسامات يشغلها أما الهواء أو الماء وغالباً الاثنان معاً. وان مجموع حجم المسامات بالنسبة للحجم الكلي للتربة يسمى مسامية التربة. وتمثل الفراغات الموجودة في التربة وهي أما مسامات شعرية توجد بين دقائق التربة، أو مسامات غير شعرية توجد بين التجمعات. تزداد مسامية التربة مع زيادة نسبة المواد العضوية ومع وجود البناء الجيد للتربة، بينما تقل مع زيادة عمق التربة وذلك لزيادة الضغط المسلط من الطبقات العليا الذي يسبب تراص الدقائق وتقاربها من بعضها فتقل الفراغات بينها.

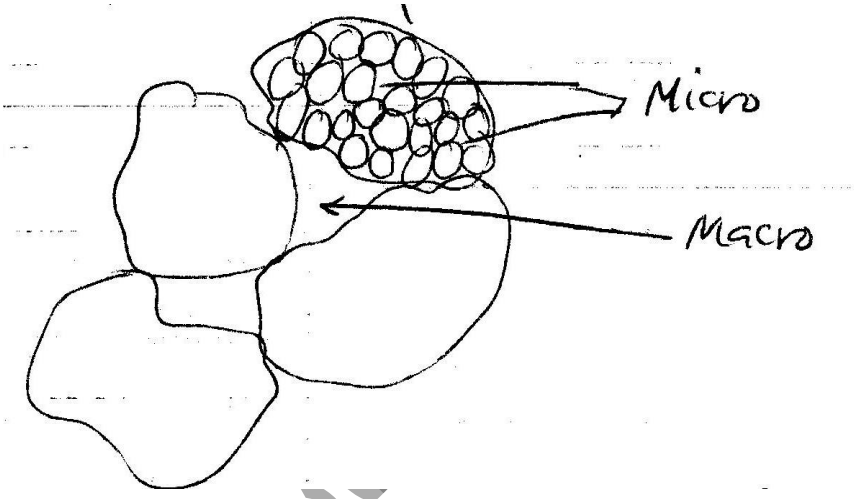
ويمكن تصنيف مسام التربة إلى ثلاث مجموعات رئيسية تبعا لقطر المسام الواحد:

أ.د. باسم كسار حسن

1- المسام الكبيرة الحجم Macropores: يكون قطرها اكبر أو يساوي 0.1 ملم وتسمح فيها للماء والهواء بالمرور بحرية وتكون موجودة بين التجمعات وهذه المسامات تعد مسارات رئيسة لنفوذ الماء في التربة، وتنتشر هذه المسام في التربة الخشنة النسجة.

2- المسام المتوسطة الحجم Mesopores: يكون قطرها بين 0.1 – 0.03 ملم وأحسن انتشار لهذه المسام يكون في التربة المزيجية.

3- المسامات الصغيرة Micropores: تتصف بصغر قطرها، إذ يكون اقل من 0.03ملم وهي مسام موجودة داخل التجمعات وتكون مسؤولة عن مسك الماء والأملاح المذابة في التربة وتنتشر هذه المسام في التربة الطينية. والشكل الاتي يوضح انواع المسام.



من العوامل التي تؤثر على المسامية، النسجه والبناء ومقدار الرص إضافة إلى التجوية من مواد عضوية وجذور وأحياء وحيوانات التربة. مقدار مسامية الترب الاعتيادية يتراوح بين (30-60 %) في الأفاق العليا وتقل كلما ازداد عمق التربة حتى تصل (20%). إضافة إلى أهمية مسامية التربة في استخداماتها المختلفة للأغراض الزراعية والهندسية والمدنية فان لتوزيع حجوم المسامات كذلك أهمية كبيرة لاستعمالات التربة، فعندما تكون معظم المسامات صغيرة الحجم كما في الترب الطينية فان ذلك يؤدي إلى انخفاض في قابلية التربة على توصيل الماء وتبادل الغازات، ولما كانت معظم مسام التربة كبيرة الحجم كما في الترب الرملية فان حركة الماء والهواء فيها تكون عادة عالية مقارنة بالترب الطينية بالرغم من ان مجموع المسامات في هذه الترب منخفضة مقارنة بالترب الأخرى.

وتحسب مسامية التربة من القانون الآتي:

$$E = 1 - \frac{\rho b}{\rho s} \times 100$$

مثال 1: احسب مسامية التربة اذا علمت ان كثافتها الظاهرية تساوي 1.85 غم.سم$^{-3}$.

المحاضرة الخامسة

❖ ماء التربة Soil Water

الماء هو اساس استمرار الحياة ونمو جميع الكائنات الحية قال تعالى((وجعلنا من الماء كل شيء حي)). 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 العضوية المتدبلة.

جرت العادة على استخدام محلول التربة بدلا من ماء التربة حيث لا يوجد ماء نقي في الطبيعة لما للماء من قدرة كبيرة على إذابة المواد. ويتواجد في محلول التربة أيونات عديدة منها أيونات الصوديوم، الكالسيوم، المغنيسيوم ، البوتاسيوم، الامونيوم، البيكاربونات، الكلور، الكبريتات

والنترات، إضافة إلى ذلك فان هناك بعض المواد العضوية الذائبة في ماء التربة وكذلك الغازات الذائبة مثل النتروجين والأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون وغيرها.

أهمية ماء التربة

يلعب الماء في التربة دوراً بالغ الأهمية للأسباب التالية:

1. لابد من توفر كميات كبيرة من الماء بصورة ميسرة لسد احتياجات التبخر والنتح.
2. يعمل كمذيب لمعظم المواد التي يحتاجها النبات.
3. يكون وسطاً للتفاعلات الكيميائية في التربة وكعامل مشترك فيها.
4. يقوم الماء بنقل العناصر الغذائية والمواد الأخرى من أماكن تواجدها إلى أماكن احتياجها من قبل النبات.
5. يعمل على التحكم في كثير من الظروف البيئية المحيطة بالتربة والنبات كالهواء وحرارة التربة.

الثوابت المائية

تتغير نسبة الرطوبة في التربة مع الزمن نتيجة لعمليات عديدة إضافة إلى اختلاف التربة في قابليتها بالاحتفاظ برطوبة معينة تحت قوى شد معينة تبعاً لنسجتها وبنائها. هذا التغير في الرطوبة له علاقة وثيقة بنمو النبات. وهناك ثوابت أو مفاهيم مهمة ولها مدلولاتها التطبيقية في الزراعة وهي:

1. 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.

أ.م.د باسم كسار حسن

2. 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 البزل. وعموماً تقاس السعة الحقلية عند 3/1 بار(33 كيلو باسكال) او عند 0.1 بار(10 كيلو باسكال) حسب نوع التربة وبشكل تقريبي تقترب السعة الحقلية من منتصف قيمة التشبع ويعبر عنها مختبرياً بقابلية 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.

3. نقطة الذبول الدائم (Permanent wilting point) P.W.P: هناك طرق عملية وتقريبية لحساب هذه النقطة وعادة تقاس بتسليط ضغط مقداره 15 بار(1500 كيلو باسكال). وهنا تصل النباتات الى نقطة ذبول دائم ويموت النبات ما لم يضاف اليه الماء، ولكن النبات لا يستطيع اعادة حيويته اذا ما وضع في جو مشبع بالرطوبة وهنا الماء ممسوك بقوة ولا يستطيع النبات الاستفادة منه.

قوى احتفاظ التربة بالماء

جزيئات الماء مستقطبة وهذا يعني ان جزيئة الماء غير متوازنة كهربائياً أي تمتلك قطبين احدهما سالب والأخر موجب ويمكن لجزيئات الماء ان تجتذب احدهما الأخرى. أما دقائق التربة تكون مشحونة بشحنات كهربائية سالبة، وعليه فانه اذا اضيف الماء إلى تربة جافة فان سطوح حبيبات التربة تجذب الماء اليها بقوة تسمى قوة الالتصاق مسببة توزيع الماء حولها على شكل غشاء مكون من عدة طبقات من الجزيئات الممدصة بقوة على دقائق التربة ويسمى هذا الماء بماء الالتصاق. وينتج عن امتصاص الماء على سطح حبيبات التربة:

1. نقص في حركة جزيئات الماء.
2. انخفاض في محتوى الماء من الطاقة.
3. انطلاق الحرارة المرتبطة بانتقال الماء إلى مستوى منخفض من الطاقة.

أ.م.د باسم كسار حسن

تصنيف ماء التربة

التصنيف الفيزيائي المقترح من Briggs:

1. الماء الهايكروسكوبيHygroscopic Water هو جزء من ماء التربة، على شكل أغشية رقيقة حول حبيباتها، ويكون مرتبطاً بأسطح هذه الحبيبات بقوة كهروستاتيكية كبيرة جدا تتراوح بين (10000–31 ض ج)، تحُول دون قدرة جاذبية التربة على تحريكه إلى الأسفل، دون أن تمتصه جذور النبات. ويتم التخلص من هذا الماء، من خلال تجفيف التربة عند درجة حرارة 105 درجات مئوية، مدة أربع وعشرين ساعة.

2. الماء الشعري Capillary Water في المسام الرفيعة، ويكون ممسوكاً في هذه المسام بقوة اقل من الماء الهايكروسكوبي ولا يمكن لقوة جاذبية التربة تسريبه الى الأسفل. الماء الشعري ممسوكاً في مسام التربة بقوة شد كبيرة ولا يكون جميعه جاهزاً للنبات، وانما جزءاً منه يكون ميسراً لتمتصه جذور النبات. أما الجزء الآخر، فيكون ممسوكاً بقوة شد أكبر، تعجز النبات عن امتصاصه يسمى بالماء غير الميسر وهما...

أ. الماء الميسر 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.

ب. الماء غير الميسر Unavailable Water: وهو الماء الممسوك بشد عالٍ لا يستطيع النبات امتصاصه والاستفادة منه.

3. الماء الحر (ماء الجاذبية) Gravitational Water الماء الذي يكون في المسام الكبيرة للتربة بعيداً عن أسطح المعادن، لا يكون ممسوكاً بقوة شد أكبر من قوة جاذبية التربة لذلك فهو حر الحركة وتكون حركته إلى الأسفل استجابة لجاذبية التربة ليترك المسام الكبيرة في التربة ممتلئة بالهواء اللازم لتنفس جذور النبات، ويفضل هذا الماء في الزراعة.

أ.م.د باسم كسار حسن

العوامل المؤثرة في حركة الماء

من اهم العوامل المؤثرة في حركة الماء في التربة وجاهزيته للنبات هي:

1. نسجة التربة (% للحبيبات المختلفة الأحجام)
2. تركيب أو بناء التربة متضمنا نسبة التجمعات الثابتة
3. ملوحة التربة
4. نسبة المادة العضوية
5. عمق الطبقات الصماء قليلة النفاذية للماء
6. عمق مستوى الماء الأرضي
7. درجة حرارة الأرض والماء
8. وجود التشققات
9. عمليات الخدمة الميكانيكية وتفكيك الأرض
10. طريقة إضافة الماء

❖ هواء التربة Soil Air

هواء التربة هو خليط من النتروجين والأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون وبخار الماء بكميات متفاوتة. ويعتمد تركيبه على فعاليات الكائنات الحية ونشاط جذور النباتات، درجة ذوبان CO_2 و O_2 في الماء ومعدل تبادل الغازات مع الهواء الجوي. ان تهوية التربة تؤثر بشكل مباشر في نمو الجذور وامتصاص المغذيات ونقص التهوية الشديد يؤثر في جهد الأكسدة والاختزال مما يؤدي الى زيادة ذوبانية الحديد والمنغنيز الى نسب تصل الى السمية للنبات.

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.

أ.م.د باسم كسار حسن

العوامل التي تؤثر على تركيب هواء التربة

1. نوع التربة: وهذا يعتمد على مقدار المسامات الهوائية الموجودة فيها، فتقل التهوية في الترب الناعمة النسجة مقارنة بالترب الخشنة النسجة.
2. العمق : عموماً الترب تكون ذات محتوى عالي من الأوكسجين في الطبقة السطحية مقارنة بالطبقة البعيدة عن السطح بسبب قلة المسامات في الأفاق السفلى.
3. نشاط الأحياء الدقيقة: زيادة نشاط الأحياء المجهرية يؤثر على التهوية بالتربة لانها تستهلك جزءا من هواء التربة.
4. التسميد: تقل نسبة الأوكسجين في الترب التي تضاف إليها الأسمدة العضوية والمعدنية، ويعزى ذلك إلى زيادة نشاط الجذور والكائنات الحية لدى إضافة الأسمدة.
5. تبادل الغازات بين الجو والتربة: هواء التربة الموجود في المسامات على اتصال دائم بالهواء الجوي وبالتالي فأن تركيبه يتأثر بدرجة او بأخرى بتركيب الهواء الجوي.
6. الاختلافات الموسمية في درجة الحرارة: وينخفض محتوى التربة من غاز الأوكسجين خلال فصل الصيف وتنعكس الحالة تماما خلال فصل الشتاء، ويعزى ذلك إلى زيادة نشاط المجموعة الجذرية والكائنات الحية الدقيقة خلال الفصل الحار من السنة جراء عمليات التنفس.

❖ حرارة التربة Soil Temperature

تنمو النباتات عندما تكون درجة حرارة الجو 4 م° وعندما تزداد درجة الحرارة يزداد النمو إلى أن تصل إلى 35 م° حيث يبدأ الانخفاض في إنتاج المحاصيل، وان درجة الحرارة (15-25 م°) من الدرجات الأكثر ملائمة لجميع النباتات، وتؤثر حرارة التربة بالآتي:

1- 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.
2- نمو الجذور والنباتات عموماً تتأثر بالحرارة ولذلك هناك نباتات تنمو في المناطق الباردة ونباتات تنمو في المناطق الحارة.

3- 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.
4- وان نسب الرطوبة الجيدة في التربة تقلل من التغايرات في حرارة التربة بين الليل والنهار.
5- الغطاء النباتي كذلك يقلل من التغايرات اليومية والفصلية في درجات الحرارة.

المحاضرة السادسة

الغرويات وخواص التربة الكيميائية

Colloids & Chemical Soil Properties

كما تبين في المحاضرات 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 ايضاً.

الدقائق الغروية عبارة عن دقائق معدنية ودقائق عضوية وتشمل جزءاً كبيراً من الطين والدبال من المادة العضوية. وسنتطرق في هذه المحاضرة 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 المعدنية Mineral Colloids

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

- مجموعة المعادن السليكاتية أو أطيان 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 المعادن غير السليكاتية الاطيان غير السليكاتية (Non silicates clays).

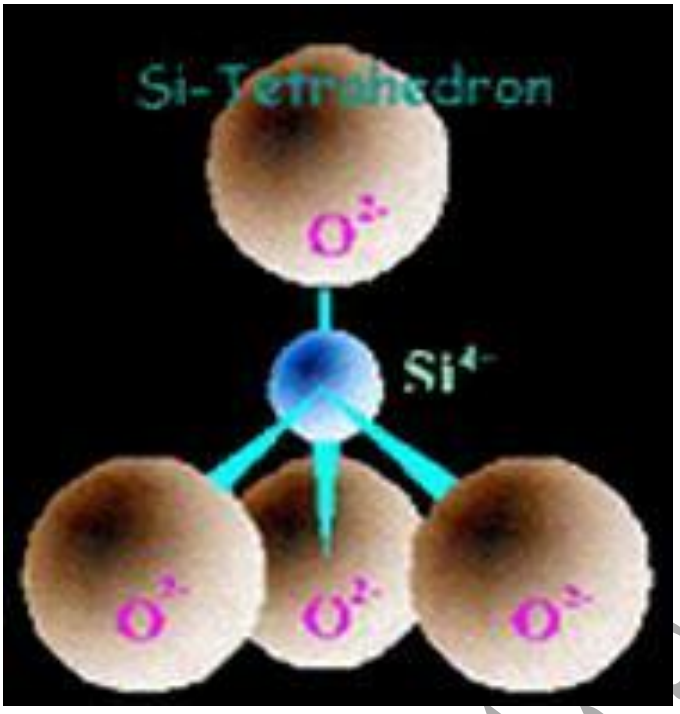
ولأهمية المعادن السليكاتية وانتشارها في مناخات وترب مختلفة ومنها ترب العراق سيتم التركيز عليها.

المعادن السليكاتية

ان دقائق المعادن السليكاتية هي دقائق بلورية التركيب برغم صغر حجمها، وتتألف وحدات بناء المعادن الطينية من طبقات رباعيات السطوح (tetrahedral sheets) متكونة من الاوكسجين والسليكون ومن طبقات ثمانية السطوح (Octahydral sheets) لأكاسيد وهيدروكسيدات الألمنيوم أو المغنيسيوم 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 :

أ.د. باسم كسار حسن



شكل يوضح طبقة tetrahydral

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 :

شكل طبقة octahydral

ويمكن ان ترتبط طبقات رباعي السطوح مع طبقات ثماني السطوح عن طريق ذرات الأوكسجين أو الهيدروكسيل الموجودة في هذه الطبقات 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 المونتموريلونايت 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.

ويمكن المقارنة بين معدني الكاؤولينايت والمونتتموريلونايت كما موضح ادناه:

الكاؤولينايت Al4Si4O10 (OH)8 :

1. من نوع 1 : 1 ثنائي الطبقات
2. لا يتمدد بالماء لوجود الاواصر الهيدروجينية بين الوحدات وسمك الطبقة 7انكستروم
3. لا يوجد احلال متماثل في هذه المعادن ولذلك تكون السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC) منخفضة وتتراوح بين 3-15 ملي مكافىء لكل 100 غرام تربة ومصدر الشحنات هو تكسر الحواف.

المونتموريلونايت Al4(OH)4 Si8O20.nH2O :

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 1503 ملي مكافىء لكل 100 غرام تربة

3- مجموعة المايكا المتميئة (Hydrous mica group): من نوع الاطيان 1:2 أي انها تتكون من طبقتين من رباعي السطوح للسليكا تقع في وسطها طبقة واحدة من ثماني السطوح للالمنيوم . 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.

4- **مجموعة الكلورايت Chlorite group**: **من نوع الاطيان 2:1:2** وهي مجموعه من المعادن الطينية تشبه من ناحية التركيب مع الاطيان ثلاثية الطبقات بالإضافة الى احتوائها على طبقة من البروسايت او الجبسايت محل الايونات الموجبة بين الطبقات، وتتميز هذه المجموعة بانخفاض قابليتها على تبادل الايونات الموجبة.

❖ 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 O2 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.

وتقسم المواد الدبالية اعتمادا على قابلية الذوبان في الحوامض والقواعد الى ثلاث اصناف هي:

1. حامض الفولفيك (fulvic acid) له القابلية على الذوبان في كل من الحوامض والقواعد وله لون فاتح ووزن جزيئي قليل.
2. حامض الهيومك (humic acid) يذوب في القواعد ولا يذوب في الحوامض وله وزن جزيئي متوسط.
3. الهيومين (humin) لايذوب في الحوامض او القواعد وله وزن جزيئي عالي جدا ولون غامق

الصفات الامدصاصية (الامتزازية) لغرويات التربة

ان التعبير امدصاص او ادمصاص Adsorption يختلف عن امتصاص Absorption لان الادمصاص هو عملية تحدث على السطح، اما الامتصاص فهو عملية دخول الى الداخل ونظراً لصعوبة التمييز بين مصطلحي 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.

توزيع الايونات والطبقة المزدوجة Electrical Double Layer

نظرا لوجود الشحنة السالبة على سطح غرويات التربة المعدنية والعضوية فان لهذه الدقائق القابلية على جذب الايونات المختلفة عنها بالشحنة (الموجبة) نحو سطوحها عند وجودها في المحلول. لذلك ان عدد الايونات الموجبة سيكثر بالقرب من السطح ويقل كلما ابتعدنا عن السطح .

اما الايونات السالبة فيقل عددها عند سطح الدقيقة ويزداد كلما ابتعدنا عن السطح، وان مجموع الايونات الموجبة تكافئ مجموع الايونات السالبة.

وبسبب عدم وجود تجاذب بين الايونات الموجبة والدقائق الغروية فان بامكان هذه الايونات ان تتحرك بحرية في المحلول. وتسمى الايونات السالبة والموجبة القابلة للحركة بالايونات الذائبة (soluble ions) لتفريقها عن الايونات القابلة للتبادل . وبالإمكان التخلص من الايونات الذائبة في التربة عند مرور الماء خلال مقد التربة.

وعند جفاف التربة فان الايونات الذائبة ستتحد مع الايونات السالبة الذائبة لتترسب على شكل املاح بحيث تؤثر سلبيا على خواص التربة ونمو النبات تسمى التربة عندئذ ملحية.

وان الطبقة الكهربائية المزدوجة (Electrical Double Layer) هي عبارة عن مجموع طبقتين هما الطبقة الداخلية والتي يطلق عليها الايونات المحددة للجهد او الشحنة وتتكون من شحنات سالبة وطبقة الايونات المشبعة أو الممدصة التي تتكون 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 معينة لكل تربة من الترب.

التبادل الايوني :

هي عملية يقصد بها تبادل الكاتيونات والانيونات بين الطور الصلب والطور السائل ويمكن ان يحدث التبادل بين طورين صلبين ويضم التبادل الايوني نوعان هما:

1. التبادل الكاتيوني
2. التبادل الانيوني

يعد التبادل الكاتيوني أكثر اهمية من التبادل الانيوني ويقصد به احلال او تبادل كاتيون او أكثر محل كاتيون آخر او اكثر على السطوح الغروية. وكما ذكر سابقا بان الطور الصلب يتكون من معادن الطين (الجزء المعدني) ومادة الدبال (الجزء العضوي).

ان معادن الطين والدبال هي الوسط النشط للتبادل الكاتيوني لكون سطوح هذه المواد تحمل شحنة سالبة تستطيع جذب الشحنات الموجبة الموجودة في محلول التربةز

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 التربة 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. ومن الامثلة عل هذا النوع احلال Al^{+3}محل Si^{+4} في طبقة الاوكتاهيدرا وينتج عن هذا زيادة في كمية الشحنة السالبة الفائضة بسبب الاختلاف في تكافؤ الايونات المتبادلة .

2. تكسر الحواف:

والتي هي عبارة عن الشحنة غير المشبعة الموجودة على حافات الدقائق الغروية المعدنية 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.

المحاضرة السابعة

خواص التربة البيولوجية

تعتمد الخواص الحيوية ((البيولوجية)) : للتربة بدرجة كبيرة على نشاط وعدد الكائنات الحية بها ووجود المادة العضوية ، والمادة العضوية في التربة تتكون من :

1- مواد عضوية ميتة: تتكون من بقايا عضوية قد تكون من أصل نباتي أو حيواني أو افرازات الخلايا للأحياء الدقيقة والحيوانات الصغيرة والكبيرة في التربة.

2- الكائنات الحية: وهي تشمل:

أ- الاحياء المجهرية في التربة كالبكتريا والفطريات والاكتينومايسيس.

ب- الإحياء غير المجهرية (الكبيرة) كدودة الارض والديدان الثعبانية والحشرات والجرذان.

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.

المجاميع الرئيسية للأحياء في التربة:

اولا: الاحياء النباتية Flora وتشمل:

أ.م.د باسم كسار حسن

1- **البكتريا :** كائنات حية مجهرية الحجم وحيدة الخلية ، تعتبر من أبسط أشكال الحياة المعروفة ، تختلف في الشكل بين الدائري إلى الشكل العصوي والحلزوني، ويسود الشكل العصوي في التربة وإعداد البكتريا في التربة هي الغالب عن الكائنات الأخرى. وتلعب البكتريا دوراً حيوياً هام في الكثير من التحولات البيولوجية ذات العلاقة بخصوبة التربة وتوفير العناصر و قد يكون بعض أجناس البكتريا ممرضة وتسبب خسارة اقتصادية للمحاصيل.

وأشهر انواع البكتريا تواجداً في التربة هي بكتريا النترجة Nitrobacter وبكتريا اكسدة الكبريت Thiobacillus وبكتريا العقد الجذرية Rhizobium

2- **الفطريات Fungi:** كائنات وحيدة الخلية مثل الخمائر أو متعددة الخلايا، عديمة الكلوروفيل تفضل الـ pH الحامضي أكثر من القلوي والمتعادل.

وأشهر الفطريات تواجداً في التربة الأجناس التالية: فطر عفن الخبز Rhizopus وفطر عش الغراب Mashrooms والفطريات المسببة للذبول Fusarium

3- **الفطريات الشعاعية Actinomycetes: مثل Stroptomyces .**

4- **الطحالب Algea: مثل الطحالب الخضراء المزرقة Blue green Algea والازولا Azola.**

ثانيا: الاحياء الحيوانية Fauna وتشمل:

1- **الاحياء الكبيرة مثل دودة الارض والنمل والحشرات والجرذان....الخ**
2- **الاحياء الصغيرة مثل البروتوزوا**

ثالثا: الفيروسات viruses ومنها:

1- **الباكتريوفاج: الفيروسات التي تصيب البكتريا**
2- **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. وصفة الخصوبة في التربة تعزى إلى الكائنات الحية وبالذات المجهرية منها حيث بمجرد بداية نشاط هذه الكائنات تظهر علامات الخصوبة للتربة.

أ.م.د باسم كسار حسن

العوامل المؤثرة على الكائنات الحية في التربة

ويؤثر على الكائنات الحية في التربة عدة عوامل منها :

1- درجة الحرارة: حيث تفضل بكتريا التربة درجة الحرارة ما بين 25 – 35˚م وتفضل الفطريات درجات الحرارة المنخفضة

2- درجة الـ pH : جميع أنواع وأجناس البكتريا تفضل الـوسط المتعادل أو خفيف القلوية ونادراً ما تستحمل الحموضة في التربة أما الفطريات فهي تفضل الوسط الحامضي.

3- الرطوبة والتهوية : تفضل البكتريا الوسط الرطب ومنها هوائي ولا هوائي، اما الفطريات فهي هوائية إجبارية ولهذا فهي تحتاج إلى تهوية جيدة والرطوبة العالية تؤدي إلى تقليل أعدادها.

4- المادة العضوية : وجود المادة العضوية يشجع ويزيد من أعداد البكتريا والفطريات في التربة بشكل كبير.

5- التنافس بين الكائنات الحية: هناك تنافس كبير بين الأحياء الدقيقة في التربة على الغذاء ومصادر الطاقة وعلى السيادة في التربة.

دور الكائنات الحية في التربة

1) تقوم بعض الكائنات بأكسدة أو اختزال بعض العناصر مما يحولها إلى صورة صالحة لنمو النبات.
2) تحليل البقايا النباتية في التربة مما يمنع تراكمها، وينتج عنها العناصر اللازمة لنمو النبات وغاز CO_2 مما يشجع عملية البناء الضوئي وتكوين الدبال.
3) بعض الكائنات لها قدرة على تثبيت النتروجين الجوي مما يزيد من كميته في التربة مثل (بكتريا Rhizobium وAzotobacter).
4) بعض الكائنات لها القدرة على إذابة الفوسفات مما يسهل من تيسير الفوسفور في التربة للنبات مثل بكتريا إذابة الفوسفات وفطريات Mycorrhiza .
5) بعض الكائنات في التربة تفرز مواد حيوية ذات فائدة للإنسان مثل المضادات الحيوية ((البنسلين)).
6) بعض هذه الكائنات قد تكون ذات تأثير ضار على النباتات أو تفرز مواد سامة تؤثر في حياة الإنسان والحيوان (مثل الإفلوتوكسين).

تصنيف الاحياء المجهرية

اولا: التصنيف البيئي Ecological classification:

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

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

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

ثانيا: التصنيف المعتمد على الاوكسجين:

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

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

ثالثا: التصنيف المعتمد على التغذية:

1- 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

2- 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.

رابعا: التصنيف المعتمد على الحرارة وتشمل:

1- الاحياء المحبة للحرارة Thermopiles : الحرارة المثلى بين 55-60م والمدى بين (40-80˚م).

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

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

المادة العضوية:

تشمل جميع الكائنات الحية التي تعيش بالتربة وبقاياها وعندما تسقط المواد العضوية أو تضاف الى التربة تحصل لها العديد من التغيرات نتيجة لقيام الكائنات الحية الدقيقة بتحليها إلى مواد بسيطة التركيب أو مواد أخرى معقده وهكذا حتى يتكون بالنهاية مركبات عضويه نشطه كيميائيا ومقاومه للتحلل تميل إلى اللون الداكن ويطلق عليها **بالدبال (Humus)** والذي هو عبارة عن مزيج من المواد العضوية بطيئة التحلل يميل لونها إلى اللون الداكن وتتميز بمساحه سطحيه كبيرة جدا اكبر من المساحة السطحية لمعادن الطين كما أن له سعه تبادليه كتيونيه مرتفعة ((150_400)) ملي مكافيء لكل 100 غرام تربة.

ويقسم الدبال في التربة إلى :

1- حامض الهيوميك 2- حامض الفولفيك 3- مادة الهيومين

يختلف محتوى التربة من المادة العضوية حسب مناطق وطريقة الزراعة والخدمة، وتعتمد سرعة تحلل المادة العضوية مضافة الى التربة على عوامل عديدة منها:

1) الرطوبة
2) درجة الحرارة
3) درجة حموضة التربة
4) نسبة الكاربون الى النتروجين في المادة العضوية C:N

وتحتوي الطبقة السطحية في معظم الترب الزراعية على مواد عضويه تتراوح ما بين 0.5-5%، وعلى الرغم من قلة هذه النسبة إلا أن المادة العضوية لها دور كبير ومهم في التأثير على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وبالتالي التأثير في خصوبة التربة ويمكن إيضاح أهمية المادة العضوية بالتربة بما يلي:

1. تمد النبات بالعناصر الغذائية.
2. تقلل من انضغاط التربة عند مرور الآلات الزراعية عليها.
3. تعمل على تدفئة التربة بسبب لونها الداكن خاصة في المناطق الباردة.
4. تحسن من بناء التربة عن طريق ربط الحبيبات بعضها مع بعض.
5. تزيد من تهوية التربة الطينية وكذلك النفاذية كما تسهل عملية الحراثة.

6. في الترب الرملية المادة العضوية تزيد من احتفاظ الماء فيها.
7. تزيد السعة التبادلية الكتيونية ((CEC)) للتربة مما يزيد من مسك العناصر الغذائية.
8. الأحماض عضوية تعمل على تحلل معادن التربة وانطلاق بعض العناصر الغذائية.
9. تقلل من انجراف التربة.
10. تعتبر عامل منظم للتغير في الـpH .
11. تزيد من النشاط الحيوي في التربة كونها مصدر غذاء وطاقة الكائنات الدقيقة مما يزيد من جاهزية بعض العناصر الغذائية لنبات.
12. تخفف من تأثير الملوحة بالتربة.

دورة النتروجين:

عنصر النتروجين هو الأساس لبناء جزئيات البروتين في النبات الذي تتوقف عليه جميع صور الحياة، ويتعرض هذا العنصر سواء في صورته العضوية أو الغير عضوية إلى تحولات عديدة. فغاز النتروجين متوفر في الجو بنسبة تقترب من 79% وهو خامل لا يمكن الاستفادة منه إلا بعد تثبيته بواحدة من الوسائل الثلاث للتثبيت (البرق – التثبيت الصناعي – التثبيت الحيوي) فيتحول بذلك إلى مواد عضوية ثم إلى مواد غير عضوية ومواد متطايرة بفعل الكائنات الحية الدقيقة في التربة وأهم التحولات التي تحدث لهذا العنصر في التربة ما يلي :

❖ معدنة النتروجين Nitrogen - Mineralization

عند تعرض المواد النتروجينة (البروتينات – الأحماض الأمينية) إلى نشاط الكائنات الحية الدقيقة وبالذات البكتريا ، يتحرر غاز (NH_3) بواسطة عملية النشدرة Ammonificatian ثم يتحول هذا الغاز إلى مركب نتروجيني يسمى امونيوم (NH_4) ثم إلى نتريت (NO_2) بواسطة الأكسدة بفعل جنس من بكتريا Nitrosomonas ويتحول النتريت إلى نترات (NO_3) بفعل بكتريا من جنس Nirotbacer .

فعملية تحويل الأمونيا إلى نتريت ثم نترات تسمى عملية النترجة Nitrification ومعدنه النتروجين هي محصلة لعمليتين هي النشدرة و النترجة مع بعضها البعض حيث يتحول النتروجين من المواد العضوية إلى صورة معدنية ميسرة للنبات .

❖ عملية عكس النترجة Dintrfication :

وتتم هذه في ظروف لا هوائية حيث تختزل النترات إلى عنصر نتروجين أو أحد أكاسيده الغازية (NO , N_2O) ويتطاير إلى خارج التربة ، وتتم هذه العملية بواسطة بكتريا في ظروف خاصة تساعد على استمرار هذه العملية لفترات طويلة منها:

أ- سوء التهوية ، كما في الترب المغمورة بالماء أو الغدقة

ب- درجة حرارة مناسبة ((25م)).

جـ- محتوى عالي من المادة العضوية في التربة.

د – الـ pH الملائم أكبر من 5.

❖ تثبيت النتروجين : Nitrogen Fixation :

من أجل اكتمال دورة النتروجين المغلقة فإنه يجب أن يعاد كمية من النتروجين الجوي إلى التربة لتعويض ما يفقد منها بالغسيل أو بالتمثيل والتطاير ويتم ذلك بواسطة بكتريا تثبت النتروجين بمساعدة إنزيم خاص يسمى إنزيم النيتروجينيز Nitrogenase

وتقسم هذه البكتريا إلى:

أ- بكتريا تثبيت النتروجين بشكل حر في التربة ((الغير تكافلية)):

وتشمل أنواع عديدة من البكتريا أشهرها على الإطلاق الأزوتوباكتر Azotobacter والطحالب الخضراء المزرقة؛ وكمية النتروجين المثبت حراً بالتربة اقل من كميتة المثبتة تكافلياً.

ب- بكتريا تثبيت النتروجين تكافلياً:

وهذه البكتريا تعيش في العقد الجذرية للنباتات البقولية وأشهرها بكتريا الرايزوبيوم Rhizobium ومن أشهر النباتات البقولية: العدس، الباقلاء، البرسيم ... الخ وهي من أهم مثبتات النتروجين في التربة وتكون عقداً بارزة على الجذور البقولية دون غيرها من النباتات. وكمية النتروجين المثبت بهذه الأنواع أكبر بكثير من المثبت بشكل حر في التربة.

أ.م.د باسم كسار حسن

المحاضرة السابعة

ملوحة التربة Soil salinity

ان ملوحة التربة تعد إحدى مشكلات الترب المروية والصحراوية والقاحلة التي تحولت العديد منها الى ترب غير منتجة بسبب تراكم الأملاح فيها ، والملوحة بشكل عام هي ارتفاع مستوى الملح في التربة وتوفر عدد كبير من المركبات الكيميائية في التربة لبعض الأملاح المعدنية مثل كبريتات أو كلوريدات الكالسيوم أو المغنيسيوم أو الصوديوم عندئذ تسمى تربة ملحية. وعند توفر أملاح قلوية من كربونات الكالسيوم أو المغنيسيوم أو الصوديوم ، وخاصة كربونات الصوديوم تسمى تربة قلوية. وهناك تأثيران لتراكم الأملاح في التربة على النبات هما تأثير الأملاح والقلويات ، وعند وصول الملوحة إلى تركيز يعادل ضغط أزموزي مقداره ٤بار يؤدي الى دخول النبات مرحلة الذبول الدائم.

أسباب أو مصادر التملح

تكون التربة مالحة بسبب تراكم الأملاح الزائدة، وعادة ما تكون أكثر وضوحا للعيان على سطح التربة. تنتقل الأملاح إلى سطح التربة عن طريق ناقلات شعرية طبيعية وتكون محملة من المياه الجوفية المالحة، ثم تتراكم بسبب التبخر، و يمكن أيضا للملوحة أن تكون كثيفة في التربة بسبب

النشاط البشري. عندما ترتفع ملوحة التربة ترتفع الآثار السلبية للملح التي يمكن أن يؤدي إلى تدهور التربة والنباتات ويمكن تلخيص اهم الأسباب التي ادت الى تملح التربة بما يلي:

1. تجوية المعادن والصخور المكونة لمادة الأصل.
2. خصائص الأرض التي تسمح للملح بالتحرك (حركة المياه الجوفية).
3. الطوبوغرافية، قد تنتقل الأملاح من الأراضي المرتفعة الى الأراضي المنخفضة.
4. الأنشطة البشرية، مثل تجريد الأراضي من الأشجار وتربية الأحياء المائية.
5. قد يكون سبب ملوحة التربة هو مياه الري.
6. الاسراف في استخدام الأسمدة الكيميائية.

ويوضح الجدول التالي أقسام ملوحة التربة المختلفة بالمليموز / سم وعلاقته بمدى إمكانية زراعة تلك الترب.

الصنف	الملوحة (ميليموز/سم)
صالحة لكافة المزروعات	**أقل من 4**
صالحة لكافة المزروعات عدا المزروعات التي لا تتحمل الأملاح	**4 – 8**
صالحة للمزروعات ذات القدرة على تحمل الأملاح	**8 – 16**
لا تصلح للإنبات على الاطلاق	**أكبر من 16**

آلية تجمع الأملاح في التربة

تجمع الأملاح في التربة يرتبط ارتباطا وثيقا بعمق الماء الأرضي وتركيز الأملاح فيه، وعليه فأن تجمع الأملاح من الماء الأرضي في الطبقة السطحية هو محصلة لعمليتين هما:

- الأولى صعود الماء من مستوى الماء الأرضي إلى السطح بواسطة الخاصية الشعرية.
- الثانية فقد الماء بالتبخر تاركا محتوياته من الأملاح في التربة.

وان ميكانيكية حركة الماء بالخاصية الشعرية تتضمن حركة الماء من موقع إلى أخر في نظام التربة والماء عندما يوجد فرق في الشد عند كلا الموقعين ، إذ يتجه الماء من الموقع الذي يمتلك قوة شد منخفضة الى الموقع الآخر الذي يمتلك قوة شد عالية، وإن الماء يتحرك الى أعلى وبارتفاع يتناسب عكسيا مع نصف قطر المسام . وبذلك فان نسجة التربة لها أثر كبير في مدى ارتفاع الماء بالخاصة الشعرية.

والملوحة في الأراضي الجافة يمكن أن تحدث عندما يكون منسوب الماء الأرضي على عمق مترين إلى ثلاثة أمتار من سطح التربة حيث ترتفع أملاح المياه الأرضية من خلال الناقلات الشعرية الطبيعية إلى سطح التربة، وهذا يحدث عندما تكون المياه الجوفية مالحة وهو شيء شائع في كثير من المناطق.

الآثار السلبية لملوحة التربة

أولا: **التأثيرات غير المباشرة:** تؤثر الملوحة بشكل غير مباشر في النبات من خلال تأثيرها في:

1- **الخصائص الفيزيائية:** ان ارتفاع تركيز الأملاح في محلول التربة من أهم العوامل التي تؤثر في تفكك كتل التربة إلى كتل ثانوية أصغر. إضافة إلى تشتت معادن الطين وترسيبها في مسامات التربة وعلى سطحها، مما يؤدي ذلك الى تصلب القشرة السطحية وانخفاض المسامية ونفاذية التربة.
2- **الخصائص الكيميائية:** عند زيادة تركيز أيون الصوديوم في محلول التربة أو على سطوح معقدات التتبادل الغروية يؤدي الى تقليل جاهزية العناصر الغذائية، لاسيما الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم، ويقلل وجودها على تلك السطوح، مما يعيق امتصاصها من قبل النبات.

ثانيا: **التأثيرات المباشرة:** ويقصد بها تأثير الملوحة التي تحدث بشكل مباشر في النبات والتي تؤدي الى عرقلة نموه وتقليل كفاءته الإنتاجية ويمكن ايجازها على النحو الآتي:

1. **آثار ضارة على نمو النبات والمحاصيل:** ان زيادة تركيز الأملاح في التربة يؤثر في إنتاجية المحاصيل الزراعية من خلال تأثيره في جاهزية العناصر الغذائية.

2. **التأثير السمي للأيونات** :ان معظم الأيونات الداخلة في تركيب الأملاح والمسببة زيادة ملوحة التربة مثل الصوديوم والكلور والكالسيوم والمغنيسيوم، وكذلك الكبريتات والكربونات والبيكربونات يمكن ان تسبب زيادة تراكيزها تأثيرات سمية في النبات أو عن طريق تأثيرها في الاتزان الغذائي بين العناصر الغذائية في وسط النمو. فعلى سبيل المثال زيادة تركيز الصوديوم يؤدي الى السمية والاختلال بالاتزان الغذائي في آن واحد.

3. **الاجهاد الملحي:** يمكن أن يعرف الإجهاد الملحي على انه ذلك الجهد الناشئ عن ملوحة التربة ومياه الري ويسبب أضرار ناتجة عن حالة الشد المائي بتأثير الجهد الأزموزي الناجم عن وجود تراكيز عالية من المواد الصلبة الذائبة الملحية تقيد حركة الماء وجزئياته في المنطقة الجذرية وبالتالي يصعب على النبات امتصاص الماء نتيجة للتأثير الملحي.

أهم الأملاح الذائبة في التربة

تقسم الأملاح الشائعة في التربة تبعا لدرجة ذوبانها وعلاقتها بملوحة التربة الى ثلاثة أقسام هي:

1- **أملاح الكاربونات:** تأتي من خلال انتشار أملاح حامض الكربونيك في الناطق الجافة وشبه الجافة، وان سلوك هذه الأملاح يعتمد علو نوع الملح وتركيزه ودرجة ذوبانه ومدى سميته للنبات. ومن أملاح حامض الكربونيك الشائعة في التربة هي:

- كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ، التي تكون قليلة الذوبان بالماء لذلك فهي لاتؤثر في معظم المحاصيل، الا ان كمية المحصول وجودته تتأثر في حالة وجود كميات كبيرة من كاربونات الكالسيوم.
- كربونات المغنيسيوم $MgCO_3$ ، تكون درجة ذوبانها أكثر من كربونات الكالسيوم وتزداد درجة ذوبانها بوجود حامض الكربونيك أو غاز ثاني أوكسيد الكربون. ولها تأثير ضار جدا على النباتات لأنه ينتج عن تحلل كربونات المغنيسيوم تأثير قاعدي قد يصل تفاعل التربة (pH) أكثر من 10.

- كربونات الصوديوم Na_2CO_3 ، وهي أملاح شديدة الذوبان بالماء وينتج عن تحللها المائي وسط قاعدي يصل درجة تفاعله (pH) الى 12 ونظرا لشدة ذوبانها وتأثيرها القاعدي تكون شديدة السمية لمعظم النباتات.

2- **أملاح الكبريتات:** وهي أملاح ناتجة عن وجود حامض الكبريتيك في معظم الأراضي والمياه الجوفية بكميات مختلفة، ويختلف تأثيرها على المحاصيل الزراعية تبعا لاختلاف تركيب هذه الاملاح، ومن أملاح الكبريتات الشائعة في التربة هي:

- كبريتات الكالسيوم المعروفة بالجبس $CaSO_4.2H_2O$ ، وتعد من الأملاح عديمة الضرر لقلة ذوبانها في الماء.
- كبريتات المغنيسيوم وتوجد بصورة MgSO4.7H2O ، تعد أحد الأملاح الرئيسية في الأراضي الملحية والمياه الجوفية ولها قابلية عالية على الذوبان بالماء لذلك فهي تعد من الأملاح السامة والمؤذية للنبات.
- كبريتات الصوديوم Na_2SO_4، تعد أحد الأملاح الرئيسية في الأراضي الملحية والمياه الجوفية وسمية هذا الملح أقل من ملح كبريتات المغنيسيوم، اذ ان درجة ذوبان كبريتات الصوديوم تعتمد على درجة حرارة الوسط والتي تزداد بزيادة درجة الحرارة.

3- **أملاح الكلوريدات:** تتميز الكلوريدات بدرجة ذوبانها العالية بالماء وعليه تكون جميعها سامة للنبات، ومن أهم أملاح الكلوريدات الشائعة في التربة هي:

- كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ ، يعد ملح سام للنباتات.
- كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ ، من الأملاح الشائعة في الأراضي والمياه الجوفية الملحية وهو ملح سام جدا للنبات نظرا لدرجة ذوبانه العالية.
- كلوريد الصوديوم $NaCl_2$ ، يعد من الأملاح الضارة واذا زادت نسبته عن 5% تصبح التربة جرداء.

أقسام الترب المتأثرة بالأملاح:

تقسم الترب المتأثرة بالأملاح الى ثلاثة أقسام هي:

أ.م.د باسم كسار حسن

❖ الترب الملحية Saline Soils

وهي التربة التي يكون مقدار التوصيل الكهربائي (Ec) لمستخلص العجينة المشبعة لها أكثر من ٤ مليموز / سم في درجة حرارة ٢٥ م ، وتكون نسبة الصوديوم المتبادل فيها أقل من ١٥ ٪ ، ودرجة حموضتها (pH) أقل من ٨.٥ ، وتظهر قشرة من الأملاح على سطح هذه الأراضي عند جفافها .

وتتحدد الخواص الكيميائية لهذه التربة بنوع وكمية الأملاح الموجودة بها.

تتكون هذه التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقل معدل المطر السنوي عن معدل التبخر نتح وتحت هذه الظروف يكون غسيل ونقل الأملاح من قطاع التربة بطئ جدا او معدوم فتتجمع الأملاح معطيه التربة الملحية.

❖ التربة القلوية Alkali Soils

وهي التربة التي يكون التوصيل الكهربائي (Ec) لمستخلص عجينتها أقل من ٤ مليموز / سم ، ونسبة الصوديوم المتبادل أكثر من ١٥ ٪ ، و ودرجة حموضتها (pH) أكثر من ٨,٥ . لذلك فهذه التربة تحتوي على نسبة عالية من الصوديوم المتبادل بالدرجة التي تؤثر على نمو النباتات سلبياً ، ومحتواها من الأملاح الذائبة منخفض .

إن زيادة الصوديوم المتبادل يؤدي إلى تفريق الحبيبات الغروية للتربة مما يؤدي إلى تكوين طبقة صماء وبذلك يتكون بناء رديء للتربة وتقل نفاذيتها وتوجد هذه التربة في المناطق الجافة والشبه جافة.

❖ الترب الملحية القلوية Saline Alkali Soils

تحتوي هذه التربة على كميات من الأملاح المتعادلة والذائبة وكمية عالية من الصوديوم المتبادل.

وهذه التربة يزيد فيها التوصيل الكهربائي(Ec) لمستخلص العجينة المشبعة لها عن ٤ مليموز / سم ، ونسبة الصوديوم المتبادل أكبر من ١٥ ٪ ، ودرجة حموضتها (pH) عادة أقل من ٨.٥ . ونتيجة لغسيل هذه الأراضي تتحول إلى تربة قلوية وترتفع حموضتها إذا لم يكن هناك مصدر كافٍ من الكالسيوم والمغنسيوم في التربة أثناء الغسيل وهذا يؤدي إلى تكون بناء رديء ، وتصبح التربة غير منفذة وتزداد سمية الصوديوم – لذلك يجب التخلص من الأملاح الزائدة بالغسيل ثم إضافة الجبس الزراعي $Ca\ So4 . 2H_2O$ لكي يحل الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل.

المحاضرة التاسعة

العناصر الغذائية في التربة وعلاقتها بنمو النبات

العناصر الغذائية الأساسية لنمو النبات

تقسم العناصر الأساسية أو الضرورية لنمو النبات الى مجموعتين العناصر الكبرى والعناصر الصغرى وان هذا التقسيم ليس مبنياً على اساس اهميتها للنبات ولكن على اساس كميتها في النبات لان جميع العناصر الغذائية متساوية من حيث اهميتها للنبات.

اولاً: مجموعة العناصر الغذائية الكبرى -: Macronutrient

وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة ويقدر محتواها في المادة الجافة للنبات بحدود (0.6 – 0.1 % اي بحدود 60 – 1ملغم / غم) وتشمل:

((الكاربون ، الهيدروجين ، الاوكسجين ، النيتروجين ، الفسفور ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الكبريت))

ثانياً: مجموعة العناصر الغذائية الصغرى -: Micronutrient

وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات قليلة ويقدر محتواها في المادة الجافة للنبات بحدود 200 – 1جزء بالمليون وتشمل:

((الحديد ، النحاس ، المنغنيز ، الزنك ، البورون ، المولبدنم و الكلور)).

وهناك عناصر تسمى بالعناصر المفيدة وهذه العناصر تكون مهمة لبعض النباتات وليس جميعيها مثل الصوديوم والسيلينيوم والكوبلت.

حصول النبات على العناصر الغذائية

يحصل النبات على حاجته من الكربون C والأكسجين O من الهواء مباشرة من غاز CO_2 ويكون الكربون ٪40 من الوزن الجاف للنبات ويعتبر مصدره الوحيد CO_2 الموجود في الهواء الجوي والذى تتراوح نسبته بالجو ٪ 0.4 – 0.3 ويدخل الكربون في تكوين جميع المواد العضوية في النبات. اما الهيدروجين فيحصل عليه النبات من الماء ويشارك في عملية التركيب الضوئي وفي تكوين الكاربوهيدرات في الانسجة النباتية. وتشكل هذه العناصر الثلاثة (الكاربون والاوكسجين والهيدروجين) أكثر من 90% من المادة الجافة للنبات. أما العناصر المتبقية فيحصل عليها النبات من صورة رئيسية من التربة.

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 - Phyto available فهو توفر العناصر بشكل جاهز كيمياوياً ومكانيا ومتوفر بكميات وبسرعة تتلاءم مع نمو النبات ويستطيع النبات اخذه باستمرار.

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 : Mass flow وهي حركة الايونات مع جريان الماء وهذا يشمل حركة الايونات المتحركة في التربة مثل النتروجين ولاسيما النترات وجزء من البوتاسيوم .**
- **الانتشار : Diffusion 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 : Root interception ويتم هذا من خلال نمو الجذور واعتراضها لاجزاء التربة واخذ الايونات مباشرة من سطوح التبادل ومن محلول التربة , وتكون مهمة في تجهيز الكالسيوم والمغنيسيوم والعناصر الصغرى .**

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.**

العوامل المؤثرة على امتصاص العناصر الغذائية

يتأثر مقدار ما يمتصه النبات من العناصر الغذائية من الأرض بعدد من العوامل والتي يمكن تقسيمها إلى عوامل داخلية متعلقة بالنبات نفسه، وأخرى خارجية تتعلق بالعوامل البيئية التي ينمو فيها النبات.

أن العوامل الداخلية تشمل النوع النباتي والتركيب الوراثي ومرحلة نمو النبات وصفات المجموع الجذري من حيث التعمق والانتشار والنفاذية، وكذلك المجموع الخضري من حيث

ازدياد النمو وكبر المساحة الورقية، وأيضًا هناك بعض العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها النبات لها تأثير في قدرة الامتصاص مثل عمليات الأيض والتنفس والنتح.

أما العوامل الخارجية فتشمل نوع العنصر الغذائي وتركيزه ومدى صلاحيته للامتصاص (الصورة الميسرة للعنصر في التربة) ومدى توزيعه حول جذور النبات، وكذلك نوع التربة التي ينمو فيها النبات من حيث التركيب والقوام، أيضًا فإن ارتفاع تركيز الأملاح في محلول التربة يؤدي إلى التقليل من قدرة الجذور على امتصاص العناصر الغذائية نظرًا لزيادة الأزموزية وحدوث تنافس بين بعض العناصر المتشابهة الشحنات الكهربائية، كذلك فإن درجة حرارة التربة ودرجة الحموضة وتهوية التربة ومدى تيسر المحتوى الرطوبي بها، كل هذه العوامل قد تأثر إما سلبًا أو إيجابًا في قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية من محلول التربة المحيط بالجذور النباتية.

دور العناصر المغذية وأهميتها للنبات:

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 الكاربون والهيدروجين والاوكسجين . اما النتروجين والكبريت فهي تدخل في الاحماض الامينية والتي تعد الوحدات الاساسية للبروتين ومثل عنصر المغنيسيوم الذي يدخل في تكوين الكلوروفيل .**
- **تدخل في اجزاء الطاقة وكماهو الحال بالنسبة للفسفور ودخوله في الـ ATP (من مركبات الطاقة) .**
- **في موازنة الضغط الازموزي وعمليات الاكسدة والاختزال وتنظيم درجة الحموضة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والكلور والبوتاسيوم .**
- **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 .

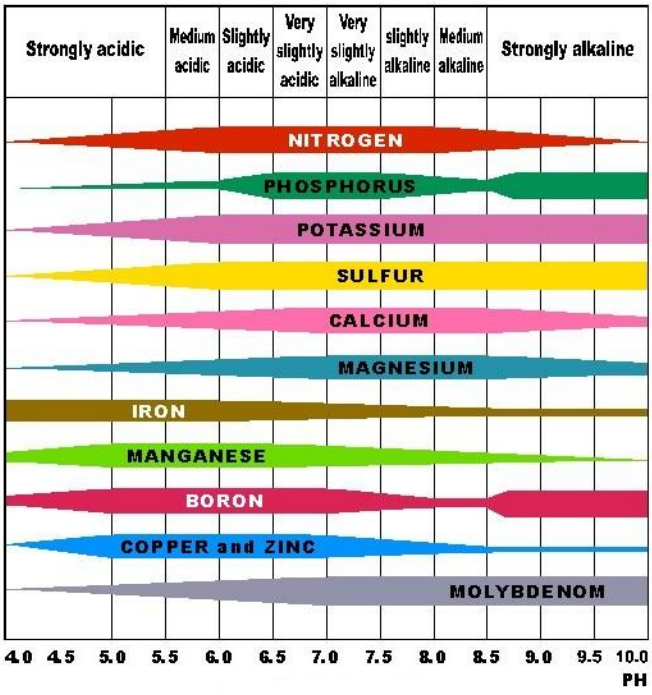
المحاضرة العاشرة

خصوبة التربة

يعتمد إنتاج المحاصيل ونمو النباتات في التربة على ما تحويه من العناصر الغذائية الضرورية ومدى تيسرها للنبات وهذا يعتمد على خصوبة التربة ويقصد بها قدرة ومقدار ما تحتويه التربة من عناصر غذائية ضرورية(بالكميات والصور الملائمة لنمو النبات) تكفى احتياجات النباتات النامية سواء من ناحية كمياتها أو توقيت احتياجاتها وصلاحيتها وقد تعرف بصوره أسهل بأنها

{ قدرة التربة على إمداد النبات بالعناصر الغذائية بالكميات والصور الملائمة للنمو } وهذا يعني أنه لكي تكون التربة الزراعية خصبة فلا بد من أن تكون ذات محتوى عال من العناصر الغذائية في صورة صالحة لنمو النبات مما ينعكس إيجاباً على نمو المحصول والإنتاجية. والترب الزراعية تختلف فيما بينها في المحتوى من العناصر الغذائية وأيضاً في قدرتها التعويضية وتكرار زراعة التربة يؤدي إلى استنفاذ معظم العناصر الغذائية بواسطة النبات وتصبح التربة فقيرة في العناصر الغذائية مما ينعكس سلباً على الإنتاج، وتختلف الخصوبة عن الإنتاجية حيث إن الإنتاج يتوقف على عوامل كثيرة أحدها خصوبة التربة، وهناك العديد من العوامل المؤثرة على خصوبة التربة منها:

درجة التفاعل pH : حيث يؤثر الـ pH على نمو النبات من خلال تأثيره على صلاحية العناصر الغذائية اللازمة للنمو كما في الشكل التالي.



2- نسجة التربة ومعادن الطين: يلعب الطين دوراً هاماً في تحديد خواص التربة الكيميائية والفيزيائية كما أن نوع معدن الطين له أثر كبير في صلاحية العناصر الغذائية وذلك مرتبط بالسعة التبادلية الكاتيونية.

3- محتوى التربة من المادة العضوية: المادة العضوية هي مصدر ومستودع للعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات فزيادتها في التربة يزيد من خصوبتها كما أن المادة العضوية لها سعة تبادلية كاتيونية عالية وسطح نوعي كبير مما يزيد من دورها في خصوبة التربة.

4- محتوى التربة من الأملاح الذائبة: عند زيادة مستوى وتركيز الأملاح في التربة نتيجة لقلة الأمطار وزيادة البخر (مناطق جافة) فإن ذلك ينتج ظروف غير مناسبة لتغذية النبات بالإضافة إلى زيادة الضغط الأسموزي للأملاح وتأثيرها الضار على امتصاص العناصر بواسطة الجذور.

5- محتوى التربة من الكربونات: زيادة محتوى التربة من الكربونات الكلية إلى 60- 80 % أو أكثر من وزن التربة وهذا يسبب تأثير كبير على رقم الـ pH مما يؤثر بالتالي على صلاحية بعض العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات.

بعد أن عرف المهتمون بالعلوم الزراعية أهمية العناصر الغذائية عملوا على دراسة الوسائل التي تمكنهم من تقدير خصوبتها حتى يستطيعوا نصح الزراع بالتسميد وكمياته المناسبة للحصول على إنتاج واختيار الكمية المناسبة من العناصر الغذائية لسد النقص الذي قد يحدث في التربة. لهذا كان يجب معرفة أنسب الطرق لتقييم خصوبة التربة ومعرفة النقص الحاصل و أفضل الطرق لسد هذا النقص، ومن طرق تقدير خصوبة التربة ما يلي:

اولا: الفحص الحقلي للنباتات النامية

إن نقص عنصر غذائي أو أكثر يؤدي إلى حصول نمو غير طبيعي واختلال فسيولوجي لنمو النبات وهذا يلاحظ بظهور أعراض نقص على شكل علامات مرئية على النبات { قد يكون سبب العلامات على النبات أسباب أخرى غير نقص العناصر الغذائية مثل الحرارة، الأمراض الحشرية قلة الضوء .....الخ } ولكل عنصر غذائي كما سبق وظيفة معينة لهذا فنقصه يمكن التعرف عليه من صاحب الخبرة ولكن الأمر يكون في غاية الصعوبة إذا كان النقص في أكثر من عنصر وعموماً يمكن تقسيم وتصنيف أعراض نقص العناصر الغذائية إلى ما يلي:

1) التوقف أو الفشل الكامل لنمو النبات في طور البادرة.
2) البطء الشديد في نمو النبات.
3) ظهور علامات مميزة على أوراق النباتات في أوقات مختلفة خلال فترة النمو.
4) النضج المتأخر أو غير الطبيعي.
5) انخفاض المحصول بشكل عام.
6) اختلاف في نمو الجذور وتمددها.

أ.م.د باسم كسار حسن

وفي الحقل ليس من السهل التميز بين أعراض النقص حيث تتشابه هذه الأعراض مع الإصابات الحشرية وتأثير الظروف البيئة الأخرى كما لابد من تسجيل الفاحص جميع الملاحظات مل النمو النباتي وكثافته مصدر الري والصرف وكفاءته، الإصابة بالأمراض ودرجة الحرارة .....الخ

ثانيا: التحليل الكيميائي

وهو أسلوب آخر يمكن الاستدلال منه على مدى جاهزية العناصر حيث تستخلص العناصر الغذائية بمحاليل معينة وتقديرها يتم كيميائياً، وهناك مقياس تحدد فيه دراجات خصوبة التربة حسب الكميات المقدرة، وهناك شروط المحلول الكيميائي منها:

1- يجب أن يستخلص المحلول المستخدم جميع الكمية القابلة للامتصاص من التربة.
2- يجب أن يقدر العنصر بسرعة وبدقة.
3- لا بد من معرفة الصورة المستخلصة والمؤثرة في نمو النبات.

ولا يزال هذا الأسلوب محدود بسب اختلاف خواص التربة وتأثير ظروف المناخ كما أن قدرة النبات على امتصاص العنصر المختبر تختلف من محصول لآخر.

ثالثا: التحليل النباتي (الطريقة الحيوية)

وفيها يتم التعامل مع النبات مباشرة بإجراء تجارب سواء في الحقل أو البيت الزجاجي وأحياناً تستخدم الأحياء الدقيقة في هذه الاختبارات ويقسم التحليل الحيوي إلى أسلوبين:

1- التحليل الكلي للنبات: ويعتمد على تحليل النبات تحليلاً دقيقاً في المعمل فيمكن أن نحلل الأوراق وحدها أو الأجزاء العليا أو النبات كاملاً (إذا كان صغيراً) وهذا يعتمد على نوع التحليل والهدف منه.
2- التحليل السريع للأنسجة: وهي طريقة تجرى عادة على شكل اختبارات سريعة للأنسجة الطرية (الغضة) للنباتات في الحقل ويستخدم في ذلك حقيبة محمولة تسمى حقيبة الاختبارات السريعة. إن للعناصر الغذائية داخل النبات مستويات معينة تفسر محتوى النبات من العنصر الغذائي.

أ.م.د باسم كسار حسن

وعند مستويات النقص الشديد والنقص المتوسط للعنصر الغذائي يكون محتوى النبات من العنصر الغذائي منخفضاً مما يعطي نمو قليل وزيادة كمية العناصر الجاهزة في التربة وتوفر الظروف الملائمة الأخرى للنمو يزداد نمو النبات ومحتواة من العنصر الغذائي حتى الحد الحرج أو المستوى الحرج { عبارة عن النسبة المئوية للعنصر الغذائي في النبات الذي يحصل عندها أعلى نمو، فإذا قلة النسبة عن ذلك المستوى قل الإنتاج والنمو } وعند زيادة النسبة للعناصر الغذائية عن ذلك المستوى ربما نصل إلى الحد السمي أو مستوى السمية مما يجعل زيادة العناصر الغذائية ذات تأثير ضار لنمو النبات والمحصول. ولكن لأن تركيب النبات ومحتواه من العناصر الغذائية يتأثر بكثير من العوامل والظروف المحيطة ولا يعكس فقط بجاهزية العنصر الغذائي في التربة، فمن العوامل المهمة التي تؤثر على محتوى التربة أو أنسجة النبات من العناصر الغذائية ما يلي:

1 - العوامل البيئية المحيطة بالنبات مثل الحرارة والتهوية و شدة الضوء.

2 - العوامل الوراثية للنبات.

3- أجزاء النبات حيث أن كل جزء يختلف في تركيبة المعدن.

4- العمر الفسيولوجي حيث يجب أن تكون الأوراق في عمر واحد تقريباً.

5- أن يؤخذ الجزء النباتي المستخدم من موقع موحد ونقطة اتصال واحدة.

6- الرش بالمبيدات أو استخدام الكيمياويات على النبات.

وعند تحليل النبات في الحقل أو في المختبر يجب أن تسجل عدة ملاحظات عند أخذ العينة كما يلي:

أ- الملاحظات النباتية وتشمل التالي:-

1- المظهر الخارجي للنبات.
2- جزء النبات الذي أخذ للتحليل.
3- موعد أخذ العينة باليوم والساعة.
4- لون النبات.
5- ارتفاع النبات.
6- أعراض النقص إذا ظهرت.

أ.د باسم كسار حسن

7- الأمراض الحشرية إن وجدت.
8- موعد الزراعة للنبات.

ب- ظروف مناخية وتشمل:

1- الأمطار 2- الرياح 3- الحرارة 4- الضوء.

ج- ملاحظات إدارية زراعية وتشمل:-

1- ضعف النبات. 2- طريقة الزراعة. 3- مسافات الزراعة. 4- عدد النبات في المساحة.

5- عمليات التسميد. 6- إضافة المبيدات. 7- تـــاريـخ المـنـطـقـة الـزراعـيـة.

بعد أن يتم تحليل الأنسجة يمكن الاستفادة من نتائج التحليل للوقف على حاجة النبات لعنصر غذائي معين وذلك عن طريق مقارنة النتائج بالحد الحرج للعنصر المراد تقديره ثم أن يوصى بإضافة العنصر أولاً.

رابعا: الطريقة الحيوية الكيميائية

وهي طرق تجمع بين استعمال النباتات والتحليل الكيميائي ومنها:

أ- طريقة نيو باور:- وهي طريقة شائعة تعتمد على زراعة عدد معين من البذور (100 بذرة) في وزن معين من التربة (100 جم) فيمتص جميع العناصر الميسرة في التربة ويحلل النبات كيميائياً فتسمى الكمية الممتصة برقم نيو باور للعنصر المقدر وهذه المقدار من الأرقام لها جداول خاصة.

ب – معادلة متشولش:- وهي استجابة النبات للتسميد ويتم فيها احتساب جميع الظروف الملائمة لنمو النبات من تركيز العنصر في التربة وبتجارب حقلية للنبات والإنتاج المتوقع للمحصول.

خامسا: استعمال الكائنات الدقيقة

يمكن استعمال بعض أنواع البكتريا أو الفطر للدلالة على درجة خصوبة التربة ومنها:

أ – الأزتو باكتر Azotobacter

أ.م.د باسم كسار حسن

لاختبار الفسفور والبوتاسيوم ويعتمد ذلك على وزن كمية النمو الموجود في صورة غشاء على السطح.

ب – الاسبرجلس نيجر Asperiyllys

وهو فطر وعند قياس معدل نمو هذا الفطر ومقارنة الأرقام الخاصة بنموه يمكن معرفة إذا كانت التربة بحاجة لإضافة سماد أم لا.

الأسمدة والتسميد

بعد تقييم درجة خصوبة التربة وفي حالة الحاجة لابد من استخدام الأسمدة لسد نقص العناصر والسماد: {يعني جميع المواد التي تضاف إلى التربة بغرض توفير العناصر الضرورية لنمو النبات}. وغالباً ما تستخدم للتعبير عن الأسمدة الكيميائية التي تحتوي على العناصر الغذائية على هيئة مركبات يسهل على النبات الاستفادة منها ولهذا قسمت الأسمدة إلى ثلاث أنواع هي الأسمدة المعدنية والأسمدة العضوية، والأسمدة الحيوية .

أولاً: الأسمدة العضوية:-

يقصد بالأسمدة العضوية كافة المواد التي تضاف إلى التربة وتحتوي على مركبات من أصل حيواني أو نباتي.

وللأسمدة العضوية أهمية وفوائد كثيرة في تحسين خواص التربة الطبيعية بالإضافة إلى تعويض ما يفقد من التربة من مواد معدنية وأهم الأسمدة العضوية ما يلي:

1- السماد الحيواني (الصلب والسائل).
2- دم وفضلات المجازر والمسالخ.
3- بقايا ومخلفات المطاحن.
4- بقايا المحاصيل النباتية.
5- الأسمدة الخضراء.
6- أسمدة القمامة والمجاري.

واستخدام الأسمدة العضوية حالياً قليل جداً بسبب خصوبة إنتاجها ومحدودية العناصر الغذائية بها وتكلفة خزنها كما أن التعامل معها أصعب بمراحل من التعامل مع الأسمدة المعدنية الكيميائية، كما أن كمية الفاقد من العناصر الغذائية في هذا النوع من الأسمدة عالي جداً مما

أ.د باسم كسار حسن

يزيد من صعوبة التعامل معها – فمثلاً عند نثر الأسمدة الحيوانية على التربة فإن كمية كبيرة من الأمونيا تفقد بالتطاير من التربة.

ثانياً: الأسمدة المعدنية:-

وهي جميع المواد الكيميائية التي تضاف إلى التربة لمعالجة النقص في العناصر اللازمة لنمو النبات. وتقسم إلى أسمدة مركبة وبسيطة ودقيقة.

1- الأسمدة البسيطة:- وهي جميع الأسمدة التي تستخدم لسد النقص في عنصر واحد فقط من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات ومن أشهر أنواعها:

أ- الأسمدة النتروجينية مثل:

- كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ وتحتوي على 21% Nعلى شكل حبيبات صلبة.
- نترات الأمونيوم NH4No3 حبيبات بها 34% N .
- اليوريا $(NH_2)_2CO$ حبيبات صلبة تحتوي على 46% N
- الأمونيا السائلة NH_3 على شكل سائل به 82% N

ب- الأسمدة الفوسفاتية مثل:

- السوبر فوسفات $Ca(H_2PO_4)_2H_2O$ ومنه نوع عادي وسوبر فوسفات مركز (ثلاثي) والفرق عدم وجود المادة الحاصلة (الجبس الزراعي) في النوع الثاني وتركيز الفسفور في الأول 6,5% و9,5% في الثاني ، وعادة ما يضاف السوبر فوسفات في شكل حبيبات صلبة.

ج- الأسمدة البوتاسية مثل:

- كلوريد البوتاسيوم KCL وبه 50% بوتاسيوم على حبيبات صلبة.
- كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 وبه 42% بوتاسيوم على شكل حبيبات صلبة.

2- الأسمدة المركبة:- في هذه الحالة يحتوي السماد على أكثر من عنصر ومن أمثلتها:

أ- فوسفات أحادي الأمونيوم $NH_4H_2PO_4$ (DAP): عبارة عن حبيبات صلبة تحتوي على11 % N و21%P .

ب- فوسفات ثنائي الامونيوم $(NH_4)_2\ HPO_4$ (MAP): وهي حبيبات صلبة تحتوي على 18 % N و 20% P

ج- نترات البوتاسيوم KNO_3 حبيبات تحتوي على 25- 41% K

و 13-23% N

د- الأسمدة المخلوطة (N.P.K)

وهذه الأسمدة تحتوي على العناصر السمادية الثلاثة وتشير الأرقام إلى محتواها من النيتروجينية _ الفسفور- البوتاسيوم مثلاً سماد

10-10-5 يعني أنه مخلوط يحتوي على N%5 و 10% P_2O_5 و10 % K_2O.

3- أسمدة العناصر الصغيرة:-

وعادة أكثر العناصر نقصا في التربة هي Mn, Zn, Fe وتضاف هذه العناصر الدقيقة أما مخلوطة مع الأسمدة أو على صورة مركبات مخلبية ترش على النباتات.

طرق إضافة الأسمدة:-

بعد تقييم خصوبة التربة وتقدير احتياجاتها للتسميد واختيار السماد المناسب وحساب كميته فإن هناك طرق للإضافة تعتمد على نوع السماد صلب أم سائل ومن أهم طرق إضافة الأسمدة التالي:

أ- الأسمدة الصلبة ومنها الطرق التالية:

1- طريقة النثر: حيث تضاف الأسمدة نثراً بطرقة منتظمة على سطح التربة قبل الزراعة أو بعدها مباشرة، مع مراعاة التوزيع الجيد للسماد وفي بعض الأحيان يمكن أن تقلب الأسمدة المنثورة على سطح التربة ولا ينصح بهذه الطريقة في حالة الأسمدة الفوسفاتية حيث تشجع على تثبيت الفسفور.

2- طريقة الأحزمة الجانبية (Side band):-

حيث تضاف الأسمدة على شكل شرائط جانبية على جانب واحد من خط البذور أو النباتات أو على جانبين ولهذه الطريقة مكائن خاصة بها.

3- وضع الأسمدة على خطوط:-

حيث توضع الأسمدة مع البذور وهذه الطريقة تؤخر نمو الباذرات وقد تقلل المحصول.

4- إضافة الأسمدة بعد إنبات البذور:-

حيث تضاف الأسمدة أما نثراً أو إلى جانب خط الزراعة.

ب- الأسمدة السائلة ومنها الطرق التالية:

1- الإضافة المباشرة للتربة:

وذلك باستخدام الأجهزة الخاصة لإضافة الأسمدة وفي حالة الأسمدة النتروجينية فإنها تحقن في التربة تحت سطح التربة حتى لا يتطاير N بعمق 15سم للأمونيا و5سم للأسمدة النتروجينية الأخرى وذلك يتم أما في المساء أو في الفجر (الأوقات الباردة).

2- الإضافة مع مياه الري (الرسمدة):

حيث يستخدم في هذه الحالة الرشاش المحوري العادي، حيث يتم إضافة السماد مع مياه الري للنباتات.

3- الرش على النباتات:

حيث أن للأوراق قابلية لامتصاص من خلال الثغور، ورغم هذا فإن جزء بسيط يستفاد منه بهذه الطريقة والباقي يصل إلى التربة ولهذا فإن هذه العملية غير اقتصادية في حالة العناصر الكبرى أما في حالة العناصر الصغرى فلا بأس بها ويؤثر على عملية الرش الكثير من العوامل مثل الحرارة، الرياح، تركيز العنصر .....الخ.

ثالثاً: الأسمدة الحيوية:-

يقصد به الإضافات للتربة ذات الأصل الحيوي التي تمد النبات النامي باحتياجاته الغذائية. أي استخدام الكائنات الحية لتوفير العناصر وتعتبر الأسمدة الحيوية مصادر غذائية للنبات رخيصة الثمن جدا إذا ما قورنت بالأسمدة المعدنية ويتم إنتاجها بإكثار الميكروب المطلوب ثم نقل النمو إلى حامل مناسب واستخدامه كلقاح للبذور أو التربة.

ومن أمثلة الأسمدة الحيوية:

1) لقاحات الرايزوبيا للبقوليات (Rhizobium) (N)
2) لقاحات الأزوتوباكتر(Azotobacter chrooccum) (N)
3) الأزوسبيريليم (Azospirillumran) (N)
4) الفرانكيا (Frankia) (N)
5) الطحالب الخضراء – المزرقة (N)
6) نباتات الازولا (N)
7) بكتريا إذابة الفوسفات (P)
8) فطريات المايكورايزا (P)

أ.م.د باسم كسار حسن