المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

الإنتاج النباتي

أساسيات التربة

الصف الأول

نسخة أولية ١٤٢٥هـ

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أساسيات التربة " لمتدربي قسم" إنتاج نباتي " للمعاهد الفنية الزراعية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

خلق اللة سبحانه وتعالى الأرض، وأمدها بمقومات الحياة وأسبابها من ماء وهواء وتربة وغير ذلك، لكى يعيش عليها مختلف الكائنات في توازن محكم بديع.

قال الله تعالى في كتابه الكريم.

(قُلْ أَئِنَّكُمْ لَتَكْفُرُونَ بِالَّذِي خَلَقَ الْأَرْضَ فِي يَوْمَيْنِ وَتَجْعَلُونَ لَهُ أَنْدَادًا ذَلِكَ رَبُّ الْعَالَمِينَ (٩) وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ مِنْ فَوْقِهَا وَبَارَكَ فِيهَا وَقَدَّرَ فِيهَا أَقْوَاتَهَا فِي أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ سَوَاءً لِلسَّائِلِينَ) (الآيتين ٩ - ١٠ من سورة فصلت)

وقال تعالى : (سُبْحَانَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنبِتُ الْأَرْضُ وَمِنْ أَنفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُونَ) (سورة يس ..آية ٣٦)

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم : (أن الله خلق آدم من قبضة قبضها من جميع الأرض فجاء بنو آدم على قدر الأرض جاء منهم الأحمر والأبيض والأسود وبين ذلك والسهل والحزن والخبيث والطيب) صحيح

وقد وجد بالتحليل أن جسم الإنسان يتكون من نفس مركبات الأرض.

لقد اجتذبت دراسة الأرض الزراعية اهتمام الباحثين والدارسين- فلقد نظر الجيولوجيون إليها على أنها الطبقة السطحية الصلبة من القشرة الأرضية - وما يعتريها من ارتفاعات وانكسارات وطبقات والتواءات ، وما تحتويه في باطنها من معادن وبترول وخلافه. وينظر إليها المهندسون المدنيون من ناحية قدرتها على تحمل مايقام عليها أو ينشأ في باطنها من أساسات ومنشآت. وينظر إليها الشخص العادي على أنها المادة التي تؤدي إلى اتساخ ملابسه .

إلا أنه من الناحية الزراعية قد يختلف الأمر قليلاً، ولهذا - يمكن تعريف الأراضي الزراعية (التربة **Soil**) :

بأنها، !جسم طبيعي حي معقد (مواد معدنية وعضوية)!يمثل الجزء العلوي من القشرة الأرضية- ونشأت بتقدير الله تعالى بفعل تعاقب واستمرار عوامل التعرية(التجوية) المختلفة وتأثرت بعوامل تكوين الأراضي المختلفة لتتشكل في شكل قطاع أرضى من السطح إلى القاع محتويا على آفاق مختلفة مميزة تحكي حياة هذه الأراضي.

أساسيات التربة

الصخور والمعادن عوامل وعمليات تكوين التربة

الجدارة :

فهم بعض أساسيات علم الجيولوجيا لمعرفة المواد الأولية التى نشأت منها التربة ، معرفة عوامل التجوية ، فهم عوامل تكوين التربة لربط بعض الظواهر المشاهدة في الطبيعة المحلية بنشأة التربة.

الأهداف :

١ - أن يفرق المتدرب بين الأنواع المختلفة للصخور والمعادن بالمشاهدة باستخدام الصور والعينات بدقة.

٢ - أن يحدد المتدرب الصخور السائدة في منطقته بالقيام برحله إلى أحد الجبال بدقة.

٣ - أن يعدد المتدرب الخطوات التي مرت بها الصخور حتى تكونت التربة بالرسم التفصيلي بدقة.

٤ - أن يشرح المتدرب علاقة مادة الأصل بتكوين التربة السائدة في المملكة بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٨٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٥ ساعات

الوسائل المساعدة :

١ - زيارة ميدانية للجبال والأودية .

٢ - الإعجاز العلمي في القران الكريم.

٣ - صور فوتوغرافية وعينات للصخور والمعادن.

٤ - أفلام.

متطلبات الجدارة :

طالما أنه لا يوجد شيء قبل هذه الجدارة يجب التدرب على جميع الجدارات لأول مرة.

الصخور والمعادن

وجه القرآن الكريم للإنسان دعوة صريحة للبحث عن نشأة الكون وبداية الخلق فيقول الحق سبحانه:

(قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق ...الآية) (العنكبوت - آية ٢٠)

ونستخلص من هذه الآية عدة إشارات مهمة. منها أن السير في الأرض سوف يرشدنا لبداية الخلق.

والتعبير القرآني بالسير في الأرض وليس عليها يشير إلى البحث في الطبقات الجيولوجية للأرض للتعرف على نشأتها ونشأة المملكة النباتية والحيوانية بها بل وعلى بداية الخلق بجميع أنواعه بما في ذلك الكون

وقال تعالى : (وَأَنزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ أن اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ) سورة الحديد : ٢٥

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[1]:

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..

هذا ويوجد عدة تقسيمات للصخور تختلف باختلاف الهدف من دراستها وسوف نتطرق إلى شرح تقسيم واحد وهو:

التقسيم بحسب 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.

[1] بما أن الصخور تتكون من المعادن، لهذا يكتفي بتعريف المعادن في هذا الموضع.

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 الرسوبية أكثر أنواع وأشكال الصخور التي تعمل كمواد أمية[2] (مادة الأصل) لتكوين الأراضي .

[2] الصخور المتكسرة أو المتفتتة هي أصل التربة أو المادة الأم للتربة

الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

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) .

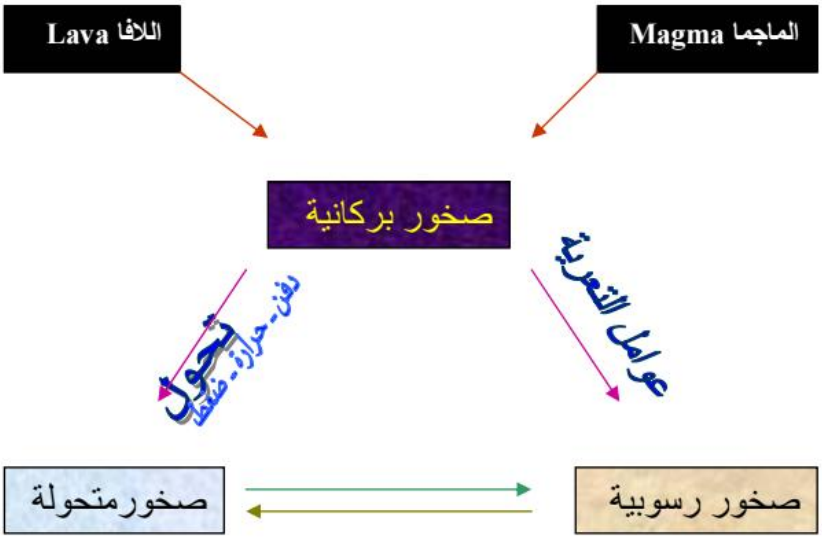
الإردواز وهو المتحول من الطين .

الكرانيك وهو المتحول من الفحم .

الرخام وهو المتحول من صخور بركانية .

الشست وهو المتحول من صخور بركانية .

هذا ويمكن توضيح العلاقة بين أنواع الصخور بصفة عامة وعوامل تحولها في الشكل رقم (١)



شكل (١)

نشأة التربة

حدث على الصخور والمعادن السابق شرحها ، العديد من العوامل والعمليات التي أثرت عليها ،كخطوة أولى في نشأة التربة .

وسوف نتطرق لهذه العوامل والعمليات والمؤثرات التى أدت إلى نشأة وتكوين التربة بشكل عام والتربة الزراعية بشكل خاص.

التجوية Weathering

عوامل التجوية:

تمر صخور القشرة الأرضية - بما تحويها من معادن - إلى تربة زراعية، كمهد ملائم لنمو النبات بالعديد من المراحل هي كالآتى: -

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 أن التركيب الطبيعي والكيميائي والمعدني مشابه لمادة الأصل.

ب ـ تجوية كيميائية:

أي حدوث تغير كيميائي في تركيب الصخر المفتت وبالتالي تغيير في الصفات الطبيعية والكيميائية لمادة الأصل وحدوث أو إنتاج معدن جديد له تركيب آخر خلافا لمادة الأصل.

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

التجوية الحيوية البيولوجية هي مزيجا من التجوية الطبيعية والكيميائية - لذلك سنتعرض بالتفصيل لكل من العوامل المؤثرة أو المسؤولة عن التجوية الطبيعية والكيميائية باعتبارهما الأساس في التغيير الحادث في المعادن والصخور.

التجوية طبيعية Mechanical Weathering

تتم عملياتها على مرحلتين :

الأولى : يحدث تفتت للصخور والمعادن (دون تغيير كيميائي لها).

والثانية: تنقل نواتج التفتت من مكانها الأصلي إلى مكان آخر بفعل العوامل الطبيعة.

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

التجوية الكيميائية Chemical Weathering

هي تحويل الصخور والمعادن تحت تأثير العوامل الجوية إلى مواد جديدة مختلفة التركيب ، وذلك من خلال ست عمليات أو تفاعلات رئيسية - وقد تحدث بعضها معا في وقت واحد أو تدريجيا - .

أهم عمليات التجوية الكيميائية:

يلعب الماء دوراً كبيراً في التجوية الكيميائية وفى هذا يقول الحق سبحانه وتعالى :

(ألم تر أن الله أنزل من السماء ماء فأخرجنا به ثمرات مختلفاً ألوانها ومن الجبال جدد بيض وحمر مختلف ألوانها وغرابيب سود ومن الناس والدواب والأنعام مختلف ألوانه كذلك إنما يخشى الله من عباده العلماء أن الله عزيز غفور) (فاطر الآية : ٢٧ -٢٨).

تشير هذه الآية إلى أن للماء دور وأهمية في إعطاء الصخر ألوانها المختلفة.

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):

هو تفاعل الماء مع المعدن بشكل عام. وهو أشد عوامل التجوية الكيماوية أثراً على المعادن خاصة الصخور السليكاتية والذي يقوم بالتفاعل ،تحديداً، هنا هو أيون الهيدروجين (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.

تكوين التربة

نشأة مواد الأصل وعلاقتها بتكون التربة [3]

إن مواد الأصل (الصخور والمعادن) التى نشأت منها التربة ذات علاقة وثيقة بتكوين التربة.

ولاشك في أن عوامل التجوية المختلفة تقوم بتكسير وتفتيت الصخور وبالتالي التغير في خواصها الطبيعية والكيميائية، وهذه الصخور المهشمة والمفتتة - والتى تعرضت لعوامل التجوية - تسمى المادة الأمية أو مادة الأصل والتى سيكون منها فيما بعد مهد لنمو النبات.

وعلى هذا يمكن تعريف المادة الأمية أو مادة الأصل Parent Material كالآتي :

هي المادة التى نالها نصيب من عوامل التجوية والتى قد تتكون منها الأراضي.

التقسيم الجيولوجي للأراضي:

يتلخص هذا التقسيم في جعل الأراضي تحت قسمين رئيسين هما :

١ - أراضى محلية Residual Soils:

وهي الأراضي التى تكونت في مكان مادة الأصل (المادة الأمية)

٢ - أراضي منقولة Transported materials:

وهي التى تكونت من تحريك مادة الأصل المتكونة - وذلك بانفصال مواد عن أصلها ثم نقلها إلى مكان آخر، بواسطة أحد عوامل أربعة - وبذلك تتكون أراضي جديدة في مناطق أخرى، ليس بينها وبين ما تتراكم عليه من مادة أصل أى علاقة وراثية أو تركيبية

وبعض عوامل الانتقال الرئيسية الآتي:

١ - مواد منقولة بفعل الجاذبية الأرضية.

٢ - رواسب منقولة بفعل المياه: وتنقسم إلى:

أ ـ رواسب المجاري المائية مثل الأنهار

ب ـ رواسب بحرية وبحيري

٣ - أراضي الثلاجات: وقد نتجت من الأنهار الجليدية المتجمدة في العصور القديمة.

٤ - رواسب اللويس (الأراضي السافية) : وهي التى تكونت بواسطة نقل الرياح لها.

علاقة مادة الأصل بتكوين التربة

[3] " القاعدة العامة أن الابن يشابه أباه" وقاعدة ملموسة ومشاهدة.

ينعكس نوع الصخر الأصلي (المادة الأمية) على خواص الأرض -الطبيعية والكيماوية والبيولوجية - الناتجة عنها.

هذا ويؤثر نوع وتركيب الصخر المكون لمادة الأصل على:

أ ـ الخواص الطبيعية للأراضي مثل القوام

فالأراضي الناتجة عن صخر ناري حامضي مثل الجرانيت (نسبة معدن الكوارتز عالية) تكون عادةً ذات قوام خشن أي رملية.

بينما نجد أن الأراضي الناتجة عن صخر ناري قاعدي مثل البازلت، تكون عادةً ذات قوام ناعم - طيني -

ب - الخواص الكيميائية للأراضي، فمثلاً نجد أن الأراضي الناتجة عن مادة أصل من صخر رسوبي كالحجر الجيري غنية في كربونات الكالسيوم.

عوامل تكوين التربة Soil Formation Factors

يقصد بلفظ تكوين التربة(الأراضي) التعبير عن عملية تحول الصخور إلى أراضي وذلك بواسطة عوامل وقوى طبيعية تخضع للظروف البيئية السائدة.

فعمليات التجوية، إنما هي عمليات هدم، وتشبه عمليات هضم المواد الغذائية، المعقدة في أمعاء الكائن الحي وتحويلها إلى مواد متحللة بسيطة - وعمليات التجوية بدورها تفتت الصخور وتحلل المركبات المعقدة في الصخر وتحولها إلى مكونات بسيطة

و أما عوامل تكوين الأراضي فتشبه عملية بناء الأنسجة في جسم الكائن الحي من المواد الغذائية البسيطة بعد هضمها وتحللها .

عملية تكوين الأراضي إنما تنشأ من المواد البسيطة المتحللة الناتجة من هدم الصخور ويتكون قطاع أرضي مميز، تبعا لظروف تكوينه.

تخطيط مبسط لما سبق شرحه :

صخور ← عمليات التجوية تفتت وتحلل ← عوامل تكوين الأراضي تربة

عوامل تكوين الأراضي:

هي عوامل تحدد نظام وخواص الأرض الناتجة عنها. وهي :

١- المناخ Climate

٢- الكائنات الحية Organisms

٣- الطبوغرافية أو الانحدار Relief or Topography

٤- المادة الأمية أو مادة الأصل Parent Material

٥- الزمن Time

هذا ويمكن القول أن هذه العوامل الخمسة الآتية، تعمل فيما بينها علاقة مركبة - يؤثر كل منهم على الآخر - .

أولا: أثر المناخ في تكوين الأراضي:

تؤثر عوامل المناخ (حرارة ، أمطار ، رياح ...) على القطاع الأرضي من خلال أسلوبين :

أ - تأثير مباشر:

من خلال احتفاظ القطاع الأرضي بالأملاح فيه نتيجةً لقلة الأمطار أو لغسيلها إذا زادت الأمطار، أو انجراف التربة بواسطة السيول، أو التعرية الشديدة.

ب - أثر غير مباشر:

وذلك من خلال النباتات والنشاط الحيوى في المنطقة - ففي المناطق الرطبة والحرارة العالية تنمو أشجار الغابات وبالتالي يختلف القطاع الأرضي فيها عن المناطق نصف الجافة حيث تنمو شجيرات وحشائش وهذه بدورها تختلف أيضا عن نباتات المناطق الصحراوية والجافة.

وبطبيعة الحال فإن ذلك سينعكس حتما على نسبة المادة العضوية والبقايا الدبالية الممكن تواجدها في التربة.

ثانيا - أثر الكائنات الحية في تكوين الأراضي :

تعتبر الأحياء على اختلاف درجاتها من أهم المكونات الرئيسية للأرض - سواء أكانت أحياء فوقها أم في باطنها - ولذلك تعتبر العامل النشط الثاني بعد المناخ.

هذا وتعتبر النباتات أهم عنصر في الكائنات الحية لأنها تلعب دوراً هاماً ورئيسياً فى تكوين الأنواع المختلفة من الأراضي .

وللنباتات أثر ميكانيكي وكيميائي يتمثل بالآتي:

١ - تعمل جذور النباتات على تخلل الطبقات الصخرية وتعمل كقنوات داخل الصخر تساعد على مرور المياه داخل الطبقات. بالإضافة إلى إفرازها لثاني أكسيد الكربون الذى يذوب في الماء مكونا حامض الكربونيك فيتفاعل مع مكونات الصخر.

٢ - تثبت النباتات الطاقة الضوئية في أجسامها في شكل مواد غذائية تعيش عليها الكائنات الحية الدقيقة بعد موتها وتنطلق هذه الطاقة التى تقوم عليها عملية تكوين الأراضي

٣ - كما أن ما يتبقى من نباتات وبقايا ميتة تتحول إلى مواد دبالية غنية في الأحماض العضوية وتتفاعل بدورها على الصخور.

٤ - تساعد جذور النباتات على تثبيت وحماية سطح الأرض ضد عمليات التعرية والنحر وهي عمليات تؤخر أو تعمل ضد عمليات تكوين الأراضي.

٥ - للغطاء النباتي أثر فعال في تلطيف عوامل المناخ مثل خفض درجة الحرارة - وفى إعادة توزيع الأمطار.

هذا عن النباتات - أما الحيوانات والنشاط الحيواني بمختلف أنواعه - فهي تلعب دوراً أقل من النباتات وإن كان محدوداً إلا أن له آثاراً جانبية هامة - فالحيوانات والزواحف والطيور والحشرات والديدان تعمل جميعها على إثارة سطح التربة باستمرار، إضافةً إلى تخلل طبقاتها التحت سطحية وذلك بعملها أنفاقا وحفرا في الأرض .

ثالثاً - الطبوغرافية أو الانحدار:

يقصد بالطبوغرافية : شكل الأرض من حيث المرتفعات والمخفضات والميول ودرجة استواء الأرض.

تؤثر الطبوغرافية بطريقة غير مباشرة كأحد عوامل تكوين الأراضي من خلال تأثيرها على المناخ والغطاء النباتي .

حيث إنها تعيد توزيع المناخ الذى يعتبر من أنشط عوامل تكوين الأرض بصفة عامة - إذ قد تسرع أو تعطل من عمل القوى المناخية مثل الحرارة والرطوبة ، فالجهات المواجهة للأمطار أو أشعة الشمس تختلف خصائصها عن الجهة الأخرى مما يؤدي إلى وجود تباين واضح في صفات الأرض المختلفة.

كما أن ارتفاع السلاسل الجبلية أو انخفاض السهول والوديان المختلفة يغير من درجة الحرارة ورطوبة الجو وهما بدورهما يؤثران على نمو النباتات، وعلى عمليات تكوين الأراضي والتفاعلات الكيميائية أو النشاط الحيوي بالتربة

رابعا - مادة الأصل :

مادة الأصل هي حجر الأساس في الهيكل المعدني للتربة قبل بداية عملية تكوين الأراضي.

هذا ويظهر أثر مادة الأصل بوضوح في مراحل تكوين الأراضي الأولى - حيث تكون الأرض انعكاسا لمادة أصلها - إلا أنه بتطور الأرض أو قربها من حالة النضوج تتباعد صفة الشبه تدريجيا خاصة في المناطق التى تنشط بها عوامل التجوية الكيماوية لوجود كثير من التفاعلات والتغيرات أثناء عملية تكوين الأراضي.

بصفة عامة تتوقف عمليات تكوين الأراضي على الخامات الأصلية في تركيبها - كما سبق شرحه -

خامسا: أثر الزمن كعامل من عوامل تكوين الأراضي [٤]:

المقصود بالزمن هو المدة التى استغرقتها التفاعلات الكيماوية والبيولوجية لبقية عوامل تكوين الأراضي حتى وصلت إلى شبه اتزان مع الظروف البيئية.

لذلك ، فإن عمر الأرض هو الزمن الذى استغرقته منذ لحظة تكوينها أو مادة الصخر الأمية حتى لحظة وجودها في حالة شبه متزنة مع الظروف البيئية المحيطة بها - وتسمى حالة الاتزان هذه بحالة النضوج.

وتعرف الأرض الناضجة بأنها الأرض التى تكون لها قطاع أرضي ذو آفاق مميزة نتيجة لعمليات تكوين الأراضى.

وعلى هذا الأساس يمكن تعريف أراضى المملكة والأراضي الصحراوية بصفة عامة - والتى لا تبدي قطاعاتها تمييزاً واضحا في آفاقها خاصة بالنسبة لأفق الترسيب (ب) - بأنها أراضي ناضجة استنادا إلى توازنها مع الظروف البيئية والتى تحدد عامل المناخ القاري الجاف وعلى هذا الأساس فلن تتغير أو تتطور أو تتميز آفاق قطاعها أكثر من حالتها الأصلية مهما طال بها الزمن.

أما إذا تعرضت هذه الأراضي لتغير في المناخ، فإن عوامل تكوين الأراضي تنشط من جديد وتعتبر حالة التربة هذه أنها حالة ابتدائية أو مادة أصل جديدة لظروف بيئية جديدة لإعطاء أرض أخرى جديدة ذات مواصفات مختلفة عن المواصفات للتربة الأصل.

عمليات تكوين التربة:

[4] أى الزمن مع هذه العوامل (زمن تأثير العوامل السابقة) وليس هو الزمن المطلق أو عمر الصخر نفسه.

لكى تتحول المادة من صورة إلى صورة أخرى بفعل عوامل التغيير ، لابد وأن يحدث لها عمليات طبيعية كيماوية من شأنها أن تغير من خواصها. وهذه العمليات تتحدد فاعليتها وطبيعتها تبعا لعوامل التغيير التي تعرضت لها.

وفى تكوين الأراضي تتعرض الصخور المكونة للأراضي لعوامل تكوين الأراضي وتمر المواد المكونة للأراضي بتغيرات طبيعية وكيماوية تؤدي إلى اكتسابها خصائص وصفات جديدة.

وأهم هذه العمليات ستة ، يمكن بيانها كالتالي:

١ - عملية التصلب:

وتحدث تحت المناخ الجاف الصحراوي مثل معظم أراضي المملكة - حيث تندر الأمطار - وتقل أو تعدم إذابة الأملاح أو غسيلها من الطبقات العليا إلى الطبقات السفلى، ولكن قد تتصلب الطبقات السطحية المحتوية على كربونات أو كبريتات الكالسيوم أو مادة السليكا إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة مما يكسبها صلابة.

وقد تكتفي كمية الرطوبة القليلة من الندى أو الضباب لحدوث ذلك - كما أن مادتي كربونات الكالسيوم أو مادة السليكا نفسها قد تعمل كمادة لاحمة بين حبيبات التربة.

٢ - عملية التكلس:

وتحدث تحت ظروف المناخ المتوسط الأمطار خاصة في المنخفضات - تغسل كمية الأمطار المحدودة (خاصة في وجود نسبة من ثاني أكسيد الكربون) قدرا من كربونات الكالسيوم الموجودة في الطبقات السطحية إلى الطبقات السفلى من القطاع الأرضي على صورة بيكربونات كالسيوم ذائبة يعاد ترسيبها مرة أخرى على صورة كربونات كالسيوم - يختلف سمكها وعمقها بحسب كمية الأمطار الفعالة.

٣ - عملية البودزول:

تعرف عملية البودزول بأنها عملية غسل ونقل مركبات

الحديد والألومنيوم في وجود الأحماض العضوية ونقلها من أفق الغسيل (أ) إلى أفق الترسيب (ب) . على أن شروط المناخ البارد الرطب ليس وحده كافيا لحدوث عملية البودزول، بل يشترط أيضا أن تتواجد مادة أصل منخفضة في محتواها من الطين . والملاحظ تحت ظروف المناخ الرطب . والتى يرتفع تحته معدل سقوط الأمطار مع برودة الجو كما هو الحال في شمال أوروبا . فإن فرصة التحليل المائي تزداد وتفرد أيونات الأيدروجين بكثرة، والتى من شأنها أن تخفض من درجة حموضة التربة . إضافة إلى ذلك وجود غطاء نباتي مثل الغابات المختلفة أو الحشائش المتوسطة الكثافة والتى لا تتحلل بقاياها بالقدر الكافي على سطح التربة نظرا لبرودة الجو، فيزيد ذلك من ذوبان المواد والعناصر الموجودة في الطبقات العليا مثل

الحديد والألومنيوم إلى أسفل مع المواد العضوية الممكن أن تتواجد وتذوب حيث تترسب أسفل في أفق الترسيب وتتكون الأراضي المشهورة باسم البردوزول

٤ - عملية اللاتيريت:

تحت ظروف المناخ الحار والأمطار العالية والغزيرة الموسمية (في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية) - تنشط عملية التحلل الكيميائي للمعادن السليكانية كما تنشط أيضا عملية تحلل المادة العضوية تحللا كاملا بفعل توفر الرطوبة مع ارتفاع درجة الحرارة ، كما يؤدي أيضا نشاط التحلل المائي إلى ذوبان السليكا والحديد والألومنيوم والمنجنيز في المحلول الأرضي.

ولما كانت الأمطار الغزيرة تسقط موسميا - فإن المحلول الأرضي يكون غنيا بمركبات الحديد والألومنيوم والسليكا الذاتية في موسم الأمطار - أما في موسم الجفاف، فإنه نظرا لارتفاع درجة الحرارة ونشاط الخاصة الشعرية فإن المحلول الأرضي يعود إلى سطح الأرض حاملا معه هذه الأكاسيد الذائبة على صورة غرويات حيث تجف.

والمعلوم أن المحاليل الغروية نوعان: نوع عكسي الذوبان: بمعنى أنه عندما يجف ويتصلب فإنه يسهل إذابته مرة ثانية، إذا ما تعرض للمذيب مرة أخرى ومن هذا النوع السليكا الذاتية.

ونوع غير عكسية. بمعنى أنه إذا جف لا يعود إلى حالته الغروية مرة أخرى ، إذا رطب - بل تترسب في صورة هلامية وبتكرار هذه العملية في مواسم الجفاف والأمطار عاما بعد آخر نجد تراكم أكاسيد الحديد والألومنيوم على سطح الأرض مكونة طبقة متصلبة محمرة اللون لوجود أكاسيد الحديد الحمراء اللون مكونة أراضى خاصة تسمى بأراضي اللايتريت - كما تسمى العملية ذاتها بعملية اللايتريت أيضا.

٥ - عملية التمليح:

وفيها يتعاون عامل المناخ الجاف أو نصف الجاف و ارتفاع درجة الحرارة مع عامل آخر مثل الطبوغرافية ، أو عامل ثانوي محلي ، أدى إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي . وقد يكون نتيجة لانخفاض المنطقة أو لسوء الصرف بها حتى غمر الماء الطبقة السطحية أو قريبا منها ، في متناول الخاصة الشعرية والتى يمكن أن يمتد أثرها إلى عدة أمتار في الأراضي الطينية الدقيقة القوام. وتحدث عملية التمليح نتيجة استمرار سحب المياه بالخاصة الشعرية خلال القطاع الأرضي نتيجة للتبخر المستمر بفعل حرارة الجو - مما يؤدي إلى ازدياد تركيز الأملاح بها باستمرار فتترسب الأملاح على الطبقة السطحية والتحت سطحية - وتستمر العملية باستمرار بفعل نشاط الخاصية الشعرية طالما سمح بذلك إلى مستوى الماء الأرضي وتسمى هذه العملية بعملية التمليح - مسببة تكوين أراضى ملحية - وغالبا ما تحتوي هذه الأراضي على أملاح

كلوريد الصوديوم إلى الكالسيوم أو المغنيسيوم ، وكبريتات الصوديوم والمغنسيوم - ونترات الصوديوم والبوتاسيوم - وذلك بنسب مختلفة حسب محتوى الأرض والصخور من هذه الأملاح .

ولعل ما يميز هذا النوع من الأراضي هو استمرار نفاذيتها للماء بدرجة معتدلة نسبيا - أما إذا اشتملت الأملاح المتكونة بها على كربونات وبيكربونات الصوديوم فإن هذه الأملاح القلوية التأثير تؤدى بالتالي إلى زيادة الصوديوم المدمص على حبيبات التربة مما يؤدي إلى تفرقة حبيبات التربة وقلة نفاذيتها للماء، وتكوين أراضي قلوية .

٦ - عملية القلونة:

وظروف تكوين هذه العملية لا تختلف عن ظروف عملية التمليح ،إلا في زيادة أيون الصوديوم لدرجة تؤدي لظهور أثره السيء على خواص التربة - وقد وجد أن نسبة وجوده بدرجة ١٥٪ أو أكثر من مجموع الكايتونات المتبادلة على سطح معدن الطين يؤدى إلى تغيير في بناء الأراضي أى في طريقة رص الوحدات البنائية بها، مما يؤدي إلى تواجد بناء سيء منعدم المسامية (البناء المنشوري) إضافة إلى أثر الصوديوم السيء في رفع درجة الحموضة (ph التربة) مكونة نوعا مميزاً من الأراضي، هي الأراضي القلوية. هذا وقد تتداخل العمليتان التمليح والقلونة نظرا لتشابه ظروف حدوثهما مكونة الأراضي الملحية القلوية - وهي أراضى تجمع بين صفات الأراضي الملحية من ارتفاع نسبة الملوحة بها، إضافة إلى سيادة عنصر الصوديوم.

ومن الجدير بالذكر - أن هذه العملية والتى تحدث طبيعيا قد يمكن حدوثها صناعيا بفعل الاستغلال الزراعي السيء للأراضي نتيجة للإسراف في ماء الري دون وجود نظام صرف جيد أو استعمال مياه ري ذات محتوى عالي من الصوديوم، مما يؤدي إلى تدهور خصوبة الأراضي الزراعية وإنتاجيتها.

تدريبات وتمارين

س١ ـ يوجد عدة فروق بين أنواع الصخور الثلاثة ، حدد اثنين لكل نوع من الصخور ؟

س٢ ـ أي الأنواع من الصخور أكثر تواجد في المنطقة الوسطى ؟

س٣ ـ اشرح باختصار أقسام التجوية الثلاثة ؟

س٤ ـ وضح بالرسم التخطيطي مراحل تحول الصخور إلى تربة ؟

س٥ ـ عرف ما يلي :

أ ـ التجوية.

ب ـ عملية التأكسد.

ج ـ عملية التملح.

س٦ ـ علل لما يأتي :

أ ـ أراضي المملكة ناضجة.

ب ـ تكلمنا بالتفصيل عن التجوية الطبيعية و الكيميائية بعكس التجوية الحيوية.

ج ـ عملية التصلب كإحدى عمليات تكوين التربة سائدة في المملكة.

س٧ ـ اختر من العمود الثاني ماينا سبة من العمود الأول

١ـ يزداد تركيز الأملاح في القطاع الأرضي نتيجة ( )	أ ـ قلة الأمطار.
٢ـ من نواتج تحلل المادة العضوية التي تؤثر في تكوين التربة( )	ب ـ رواسب عضوية.
٣ـ الطبوغرافية ( )	ج ـ صخر ناري
٤ـ الفحم ( )	د ـ صخر متحول
٥ـ عملية القلونة ( )	هـ ـ أحماض
٦ـ الرخام ( )	و ـ زيادة نسبة الصوديوم
٧ ـ الجرانيت ( )	ز ـ يغير توزيع المناخ
	ح ـ التميء.

س ٨ ـ ضع علامة صح أو خطأ بين الأقواس

١ –( ) الصخور النارية والرسوبية هي أصل الصخور .

٢ –( ) المواد المنصهرة إذا خرجت فوق سطح الأرض سمية حمم أو اللافا.

٣ –( ) الرياح أحد عوامل التجوية الكيميائية النشطة.

٤ –( ) جميع الصخور يمكن أن تتحول إلى صخور متحولة.

٥ –( ) التجوية الكيميائية أكثر سيادة في المملكة.

٦ –( ) الماء في التجوية الكيميائية له دور أساسي بعكس الرياح.

٧ –( ) كل عامل من عوامل تكوين التربة يعمل لوحده وبقوة.

٨ –( ) تأثير الطبوغرافية غير مباشر.

٩ –( ) زيادة نسبة عنصر الصوديوم في التربة عن ١٥٪ يؤثر على القوام.

أساسيات التربة

القطاع الأرضي وتحضير عينات التربة

مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/

الجدارة :

الحصول على عينات ممثلة للتربة لضمان دقة نتائج التحليل .

الأهداف :

١. أن يحرص المتدرب على جمع عينات التربة من الحقل باستخدام الأدوات المناسبة بحرص ودقة.
٢. أن يصف المتدرب القطاع الأرضي بواسطة حقيبة الاختبارات السريعة والفحص الشخصي بدقة.
٣. أن يحدد المتدرب الهدف من أخذ العينات بوضوح.
٤. أن يعدد المتدرب الشروط والاحتياطات الواجب اتباعها عند أخذ العينات من الحقل للحصول على عينة ممثلة للتربة.
٥. أن يسمي المتدرب الأجهزة والأدوات في مختبرات التربة بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٩٥ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٥ ساعات

الوسائل المساعدة :

١ - أدوات جمع عينات التربة .
٢ - الصور.
٣ - التعرف على الأجهزة في المختبرات الكبيرة.

متطلبات الجدارة :

طالما أنه لا يوجد شيء قبل هذه الجدارة يجب التدرب على جميع الجدارات لأول مرة.

القطاع الأرضي و تحظير عينات التربة

الفكرة العامة :

في هذا التدريب سوف يعطى المتدرب بالتوضيح والشرح طرق أخذ العينات ، والأدوات والأجهزة اللازمة لأخذ العينات في الحقل - والاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدامها للحصول على نتائج دقيقة، حتى تصل إلى المعمل . وكذلك شرح مبسط للأجهزة المستخدمة في مختبر تحليل الأراضي.

يختلف القطاع الأرضي من تربة إلى أخرى حسب ظروف النشأة والتكوين. وقد تتكون التربة من مادة أصل محلية أو منقولة بإحدى وسائل النقل المعروفة (المياه، الرياح، الثلاجات، البحار ، الجاذبية الأرضية.. إلخ). والدراسة المورفلوجية أكثر تفصيلا لهذا رؤى الاكتفاء هنا بذكر طريقة عمل القطاع الأرضي وطريقة أخذ العينات ، حيث إنه تعتبر الطريقة التى تؤخذ بها عينة التربة لكي تمثل الأرض في غاية الأهمية - ويجب أن تعطى عناية خاصة لإعطاء بيانات دقيقة تعبر عن حالة الأرض في الحقل ، لأن هذه البيانات يعتمد عليها في وصف الأرض مورفولوجيا عند حصر الأراضي، أو يستفاد منها عند تشخيص حالة الأرض بعد تحليلها وإعطاء التوصيات اللازمة لإصلاح الأرض أو تسميدها، وغير ذلك من عمليات الخدمة الزراعية التى ينصح المزارع باتباعها. وعموما تكون أهداف جمع وأخذ العينات للتحليل هي:

(١) حصر الأراضي

(٢) التجارب الزراعية

(٣) إعطاء التوصيات التى يطلب من المزارع اتباعها في إصلاح أرضه أو خدمتها أو تسميدها بالأسمدة المناسبة.

وبما أن نتيجة التحليلات الكثيرة التى يجرى تقديرها في المعمل على العينة، والتى يبذل في تحليلها الجهد والوقت والمال، تعتمد أساسا على هذه العينة - لذا - كان من الواجب أن يوجه الاهتمام الشديد والعناية الفائقة والدقة الكبيرة في طريقة أخذ عينة التربة لكي تمثل الأرض المأخوذة منها تمثيلا صحيحا وبالتالي تعبر عنها التحليلات المعملية تعبيرا سليما. بل تعتبر أهم عملية في تحليل التربة - فالمفروض في العينة أنها تمثل كما هائلا من العينات وبالتالي فأي خطأ فيها سوف يعظم أثره بتكبيره آلاف المرات - عندما تنسب العينة الواحدة إلى مساحة كبيرة من الأرض. هذا ومن جانب آخر فقد تتسبب الأخطاء التي ترتكب بلا قصد عند أخذ العينة إلى تجاوز أخطاء التحليل المخبري - وبالتالي يترتب على نتائج تحليلها توصيات خاطئة تضر بطبيعة الحال لأن العينة موضوع التحليل غير صحيحة ولا تمثل الواقع.

فيما يلي بعض الملاحظات التى يجب مراعاتها:

أولا: طريقة أخذ العينات من القطاع الأرضي.

ثانيا: تحضير العينات الشاملة.

ثالثا: البيانات المطلوبة من القائم بجمع العينات.

أولا: طريقة أخذ العينات من القطاع الأرضى

الأدوات والمواد

جاروف Trourel - مجرفة عادية Trowels - مجرفة الحفر Shoval - رقعة بلاستيكية لوضع العينات عليها - عصا قياس مجزأة - أوراق عمل بيانات وصف خصائص التربة - أقلام رصاص - قارورة حامض معبأة بخل أبيض - قارورة معبأة بماء نقي - شريط قياس Tapemeasure - بوصلة Campass - مسطرة - - قلم ضد الماء - حاويات بالغطاء لجمع التربة .

عند عمل القطاع تحفر حفر أبعاد كل منها ١×١×١,٥ متر، بحيث تكون جوانب الحفرة مسطحة تماما، وتؤخذ العينات على أساس الأفاق بحيث كل عينة تمثل أفق معين - أما في حالة عدم ظهور الأفاق فتؤخذ العينات في هذه الحالة من طبقات متتالية على أعماق كالآتي:

من ٠ — ١٥ سم لكي تمثل طبقة سلاح المحراث، ومن١٥ - ٣٠ سم، ومن ٣٠ - ٥٠ سم، ومن ٥٠ - ١٠٠ سم ، وعلى كل فيترك تحديد هذه الأعماق لأخذ العينات حسب ما يتراءى للفاحص أو نوع الدراسة ونوع التفاصيل المطلوبة. وقد يتحدد عمق القطاع الأرضي بالوصول إلى طبقة صماء أو بظهور مستوى الماء الأرضي. شكل (١)

شكل (١) القطاع الأرضي

وعند أخذ العينات تؤخذ من الجانب المقابل لأشعة الشمس، وتدون صفات القطاع المورفولوجية، وتدون البيانات المطلوبة كالآتي:

١ - عمق القطاع.

٢ - سمك الآفاق أن وجدت.

٣ - نظام تعاقب الطبقات وسمك كل طبقة.

٤ - لون التربة.

٥ - قوام التربة بالملمس.

٦ - البناء الأرضي.

٧ - وجود الطبقات الصماء أو المتماسكة مع الوصف.

٨ - وجود التجمعات الجيرية أو الجبسية مع الوصف.

٩ - بعد مستوى الماء الأرضى.

ثانيا : تحضير العينات الشاملة

عندما تؤخذ عينات ممثلة من مساحة معينة لغرض التحليل لإقامة التجارب الزراعية عليها ، أو إذا أريد أخذ عينات من حقل معين لإعطاء توصيات بشأن إصلاحها أو تسميدها أو خدمتها الخدمة المناسبة ، فتؤخذ العينات في هذه الحالة من هذه المساحة المعينة ممثلة وشاملة. ويتوقف عدد هذه العينات على حالة الاختلافات الظاهرة في التربة. وإن لم تكن هناك اختلافات واضحة فتؤخذ العينات على أبعاد متساوية وذلك بواسطة مثقاب خاص (مثقاب البريمة).

ويجب أن تراعى الشروط الآتية عند أخذ العينة من التربة :

١ - أن يكون الهدف من التحليل واضح.

٢ - أن لا يعتمد على المزارع في أخذ العينات مهما أعطي من توصيات لقلة إدراكه لأخطاء النتائج.

٣ - تحضير عينة شاملة ممثلة واحدة لكل عشرة دونم أو أقل إذا ظهرت اختلافات في التربة ،ويجب أن تكون العينة متجانسة من السطح حتى العمق المرغوب.

٤ - يجب أن تكون التربة جافة جفافا مناسبا عند أخذ العينة فلا يجب تكون لزجة أو يكون الحقل مرويا قبل أخذ العينة مباشرة.

٥ - يجب ألا يكون الحقل مسمدا بالأسمدة الكيماوية أو العضوية قبل أخذ العينة مباشرة.

٦ - يجب إزالة المخلفات النباتية أو الحشائش من سطح المكان المراد أخذ العينة منه.

٧ - تؤخذ عينة فردية بواسطة المثاقيب الأرضية ، كمثقاب البريمة أو المجرفة وتؤخذ العينات من سطح التربة حتى عمق ١٥سم وعينات تحت التربة من ١٥ — ٣٠ سم.

٨ - تمزج العينات الفردية المتماثلة والمأخوذة من عدة ثقوب على أعماق واحدة، ويحتاج التحليل عادة إلى حوالى ٢ -٥ كيلوجرام من هذه العينة وتوضع هذه العينات في أكياس من البلاستيك المقوى أو في

قماش خاصة، وتدون البيانات المطلوبة على هذه العبوات في بطاقة خاصة مرقمة وتوضع هذه البطاقة داخل الكيس.

٩ - تؤخذ العينات إلى معمل التحليل حيث تجفف هوائيا في صوان خشبي أو صفائح رقيقة من الألومنيوم مرقمة بأرقام العينات.

١٠ - توضع العينات بعد تجفيفها هوائيا في أكياس قماش أو أوعية محكمة يدون عليها رقم العينة والمكان والتاريخ وتكون هذه العينات حينئذ معدة للتحليل.

١١ - تطحن العينات السابقة بطاحونة خاصة لهذا الغرض أو تدق بهاون خاص من الخزف وتدق بيد مجهزة بربل أو خشب وذلك لعدم تكسير حبيبات التربة.

١٢ - تغربل العينات في منخل قطر ثقوبه ٢ مم بعد استبعاد الأحجار والحصى من العينة.

١٣ - توضع العينات في برطمانات زجاجية محكمة القفل مع لصق بطاقة على كل برطمان من الخارج عليها رقم العينة ومدون عليها جميع البيانات. وكذلك توضع بطاقة أخرى داخل البرطمان تحمل نفس البيانات.

أما في حالة أخذ عينات للتربة دون عمل القطاع الأرضي

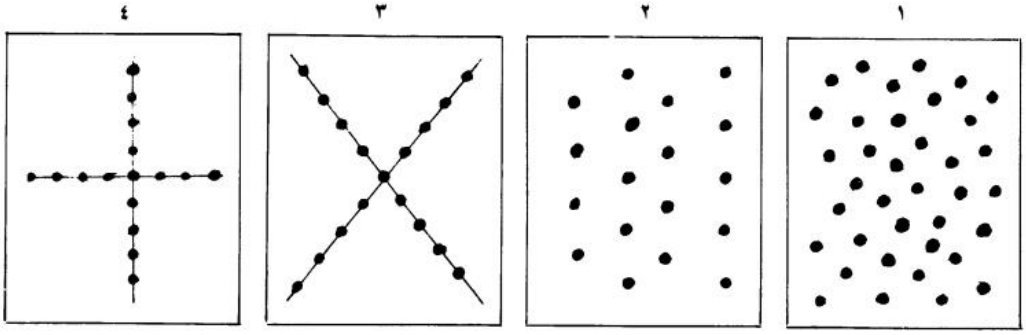
فتؤخذ أحجام متساوية من عينات التربة في كل موقع وتخلط جيدا مع بعضها وتؤخذ منها عينة مركبة وزنها كيلو جرام واحد ، توضع في كيس من البلاستيك السميك أو قماش مبطن بالبلاستيك ويكتب عليها وعلى البطاقات ، توضع في داخل الكيس بيانات عن العينة مثل رقمها، وعمقها، وتاريخ آخذها وتقفل الأكياس بإحكام.

مواقع جمع العينات:

التوزيع العشوائي لواقع العينات هي الطريقة المثلى ، إلا أنه يمكن الحصول على معلومات تعادل الطريقة العشوائية دقة بجهد وتكلفة أقل بكثير، وذلك حين تكون الحقول أو الأرض متجانسة نسبيا. وفى تلك الحالة تقل المساحة التى تجمع منها العينات.

ويتبع عدة طرق عند تحديد موقع جمع العينات وذلك كله بهدف ضمان التوزيع المتجانس، مع مراعاة توضيح ذلك في نوتة خاصة موضحا عليها رسما كروكيا لمكان العينة والقطاع وظروف المنطقة والحقل. (راجع الرسم التوضيحي - الشكل ٢).

هذا ويلاحظ أنه في حالة بساتين الفاكهة والنخيل خاصة تلك التى تروى بالتنقيط، يمكن أخذ العينات من المحيط الجذري للشجرة، حيث إن المنطقة التى يتم ترطيبها بالري وإلى عمق الجذور، وتختار الأشجار التى تؤخذ من تربتها العينات إما عشوائية أو بحسب إحدى الطرق النظامية ، ويمكن أن تصل النسبة الممثلة للعينات من ٥ - ٢٠٪ من عدد الأشجار الكلي في المزرعة.

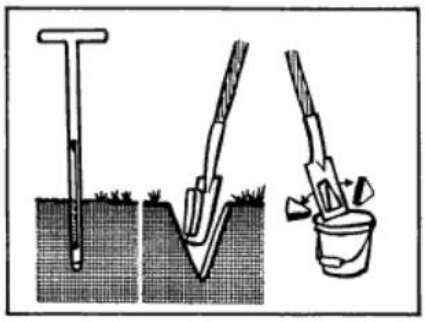


الطريقة العشوائية طريقة الخطوط طريقة القطرين طريقة المحاور

شكل (٢) مواقع أخذ العينات

ملاحظة

من المتبع في معامل التحاليل أن يكون هناك سجل خاص يدون فيه رقم العينة ومكانها والبيانات الهامة للرجوع إليها إذا ما اقتضى الأمر.



أ - أدوات جع عينات التربة

١ - أدوات أخذ العينات من التربة Soil augers

١ -١ أسطوانة التربة Soil tube شكل (٣)

وهي أسطوانة مصنوعة من النحاس الأصفر ولها حرف قاطع من الصلب قطرها الداخلي حوالى ٢,٥ سم وطولها حوالي ٥٠ سم ويؤشر على سطحها الخارجي بعلامات كل ١٥سم ، وتدفع في التربة بواسطة مطرقة وترفع بواسطة يد من الحديد (شكل ٤).

١ -٢ بريمة التربة Soil auger

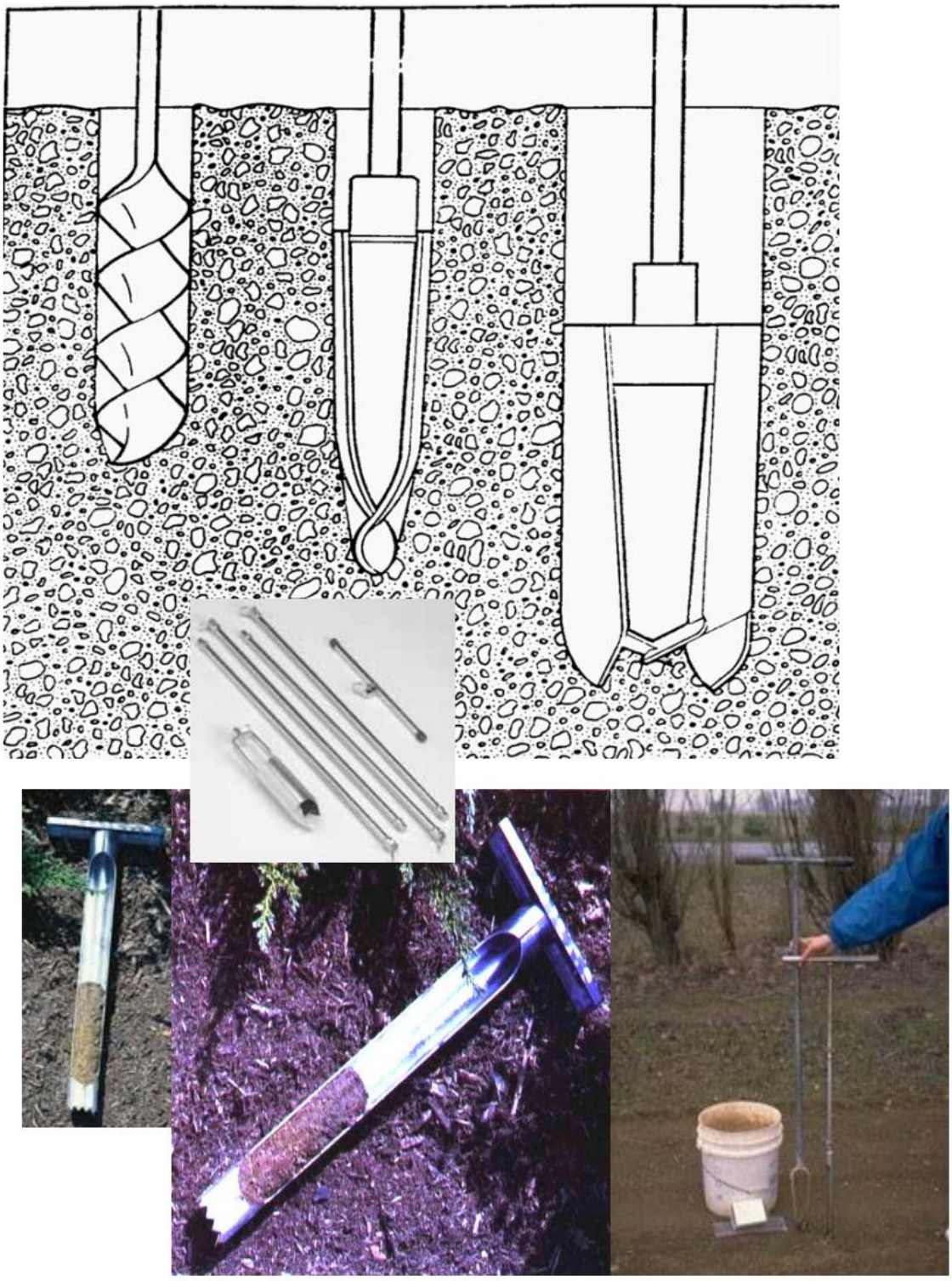
وهي عبارة عن بريمة قطرها ٤سم وطولها ١٥سم . وتستخدم في أخذ عينات تحت التربة وهناك أنواع خاصة للتربة الطينية والرملية.

وكذلك هناك البريمة الميكانيكية ، وتستخدم في حالة
إجراء دراسات للتربة على النطاق الواسع مثل مسح وتصنيف الأراضي ، وتعمل متصلة بجهاز حفر لولبي، أو تركب على مقطورات أو جرار صغير.

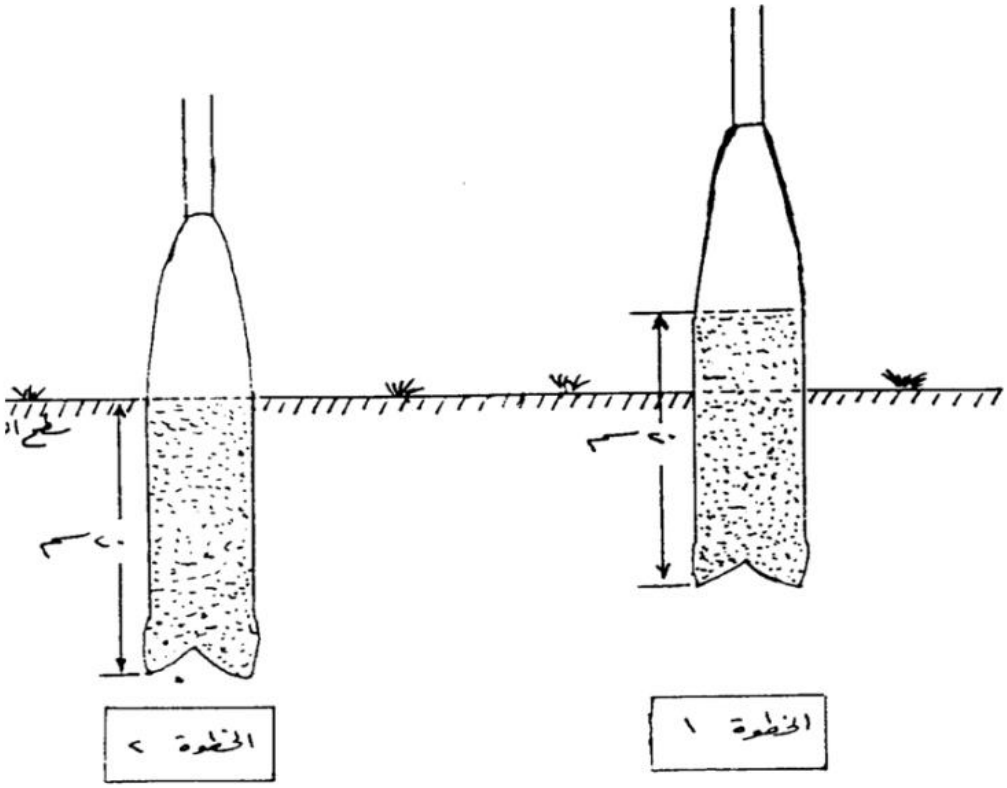
٢- أسطوانة أخذ عينات التربة:

وهى جهاز لأخذ عينة من التربة كما هي في حالتها الطبيعية للمحافظة على بناء حبيباتها وحجم وشكل مساميتها دون اختلاط حبيباتها ببعض - وتستعمل هذه العينات في تقدير الكثافة الظاهرية وفى تقدير المسامية وتقدير الحبيبات المركبة في ا لتربة.

ويتركب الجهاز من أسطوانة من الصلب بطول ٤٥ سم - مصنوعة من عدة قطع تتداخل مع بعضها دون بروز - وتؤخذ كتلة التربة كما هي بحالتها الطبيعية وتدفع الأسطوانة في التربة باستعمال قطعة خشبية مسطحة مساحتها أكبر من مساحة قاعدة الأسطوانة وتوضع فوق الأسطوانة ثم تدق بمطرقة إن كانت التربة جافة أو تدفع باليد إذا كانت رطبة إلى العمق المطلوب، وترفع الحلقات فور أخذ العينة ودون تفريقها وتغطى من أعلى وأسفل بطبقة من المطاط (غطائية) - وترسل للمختبر.



شكل (٣) أنواع بريمات التربة المختلفة.



شكل (٤) خطوات دفع البريمة الأسطوانية في التربة لأخذ عينة على عمق ٢٠سم

٣ - أدوات مساعدة في جمع العينات:

مثل المجرفة - الفرشة - المعول - السكين - أكياس من البلاستيك السميك أو القماش المبطن بالبلاستيك وسلك للربط - بطاقات مرقمة وسجل.

ب - بعض الأجهزة والأدوات اللازمة والمستخدمة في مختبر الأراضي :

١ - علبة ألومنيوم بالغطاء - أو من الصلب الذى لا يصدأ : وتفضل أن تكون مرقمة - وذلك لحفظ عينات التربة وغطاؤها محكم حتى لاتفقد العينات نسبة من الرطوبة بها - وتستخدم علاوة على حفظ العينات - في تقدير الرطوبة في عينات التربة - والنباتات في المختبر.

٢ - جهاز لطحن عينات التربة.

٣ - جهاز تقطير المياه.

٤ - ساعات إيقاف كهربائية: وذلك لتعيين الزمن بدقة - خاصة إذا تطلب الاختبار أخذ قراءة بعد

مرور مدة محددة.

٥ - موازين مختلفة الحساسية.

٦ - أفران كهربائية: فرن تجفيف ، فرن حرق.

٧ - سخانات غاز - وكهرباء - وحمامات تسخين:

حمام تسخين رملي: وذلك لتسخين المواد والمحاليل والمركبات مدة طويلة متجانسا.

حمام تسخين مائي: وذلك لتسخين المحاليل دون غليانها تحت درجة أقل من ١٠٠ مْ.

٨ - أجهزة رج وتقليب:

يستعمل جهاز الرج: لرج التربة والحصول على مستخلص.

ويستعمل جهاز التقليب لتفريق حبيبات التربة - وتفكيك محتوياتها.

٩ - أجهزة ضغط وشفط الهواء:

يستعمل جهاز الضغط للحصول على تيار هواء شبه مستمر و ثابت.

أما جهاز الشفط فيستعمل للمساعدة في ترشيح المعلقات والغرويات بسرعة.

١٠ - هيدرومتر التربة المعدل[5]: يستخدم الهيدرومتر العادي عموما في تعين كثافة المحاليل - أما هيدرومتر التربة المعدل فيستعمل في التحليل الميكانيكي.

١١ - مجموعة المناخل: وذلك لفصل أحجام الحبيبات.

١٢ - فرش من الشعر والسلك.

١٣ - جهاز قياس التوصيل الكهربائي (Ec)

لتعيين كمية الأملاح الذائبة في المحلول .

١٤ - جهاز تقدير درجة الحموضة (رقم إلى pH)

لتقدير درجة تركيز أيونات الأيدروجين الحرة النشطة في المحاليل ومعلقات التربة.

١٥ - جهاز التقدير باللهب Flame Photometer

لتقدير بعض العناصر بسرعة في محاليلها مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم.

١٦ - جهاز التقدير باللون Spectro-colorimeter

لتقدير بعض العناصر بسرعة مثل الفسفور والمغنسيوم والأمونيا.

١٧ - جهاز التقدير بالطيف الكتلي Atomic Absorption

[5] الهيدروميتر : أداة قياس مبنية على مبادئ الطفو وتستخدم لقياس جاذبية معينة لسائل وعلاقتها بجاذبية الماء الصافي في درجة حرارة معينة.

لتقدير جميع العناصر الذائبة في المحاليل - خاصة العناصر النادرة وذات التركيز المنخفضة جدا - وهو هام بالنسبة للمستخلصات الأرضية والنباتية أيضا.

وهناك العديد من الأجهزة والأدوات الحديثة يمكن مشاهدتها في المختبر.

ثالثا : البيانات المطلوبة من القائم بجمع العينات.

الاسم .....

العنوان.....

المكان.....

التاريخ.....

١ - معلومات عن المزرعة

هل العينة تمثل كامل المزرعة ؟

ماهي مساحة المزرعة ؟

هل يوجد صخور أو حصى ؟

هل تظهر أملاح متزهرة على سطح التربة ؟

الملوحة:

يمكن ملاحظة ملوحة التربة حقليا إما بتزهر الأملاح على السطح ، أو بشكل نمو النبات المتقزم ذو اللون الأخضر الغامق أو إيحاء من النبات بأنه عطشان، أو بالاختبار السريع في الحقل أن وجد أو ملاحظة نوعية مياه الري أو الشك في وجود طبقة صماء مانعة للصرف أو معرفة نوعية البناء الأرضي الذي يقلل من النفاذية

٢ - حالة الري والصرف :

أ - الأمطار

ب - الري

اذكر حالة الري باختصار: ري بالراحة ، ري بالآلة.

الآبار الموجودة وتصرفها. نوعية المياه المستخدمة في الري.

أسلوب الري المتبع

ري سطحي .... على خطوط.... ري كنتوري .... ري بالرش

ري في أحواض ..... ري بالتنقيط

ج - حالة الصرف

اذكر حالة الصرف باختصار

جيدة - رديئة - أبعاد المصارف - أعماق المصارف - ما هو بعد مستوى الماء الأرضي.

٣ - المحاصيل الزراعية

ا - ما هي أنواع المحاصيل التى تزرع بهذه الأرض؟

ب - ما هي الدورة الزراعية المتبعة؟ هل تتخللها زراعة بقوليات؟

ج - هل هناك ظواهر واضحة عن نمو غير طبيعي للنباتات؟

د - هل تظهر علامات نقص للعناصر الغذائية؟

هـ - ما هي أنواع الحشائش السائدة في المنطقة، إن وجدت؟

٤ - المخصبات الطبيعية والكيميائية

ما هي أنواع المخصبات العضوية والأسمدة الكيميائية التى تضاف للتربة في المزرعة ؟

٥ - إدارة المزرعة.

٦ - معلومات أخرى.

ورقة عمل بيانات وصف خصائص التربة

اسم الموقع.....رقم النموذج..... الانحدار: ..... MUC: .....

الأسلوب (اختار واحداً) الحفر أو قرب السطح .....المثقاب..... المقطع الجانبي المكشوف من التربة .....

خصائص أخرى للموقع : .....

رقم	العمق (سم)	الرطوبة (مبللة، رطبة، جافة)	التكوين (النوع)	القوام (رخوة، سهلة التفتيت، صلبة، صلبة جداً)	البناء (اذكر الاسم)	الصخور (لا يوجد، قليل، كثير)	الجذور (لا يوجد، قليل، كثير)	كربونات (لا يوجد، خفيفة، قوية)

ملاحظات :

أساسيات التربة

الخواص الطبيعية للتربة

مدونة المرجع الزراعي http://agri-science-reference.blogspot.com/

الجدارة :

يشرف على تجهيز التربة للزراعة ، والمحافظة على خواص جيدة للحد من التصحر ويحدد

الأهداف :

١. أن يتأكد المتدرب من الرطوبة المناسبة للحرث بفحصها باليد للحصول على نتائج حرث جيدة.
٢. أن يحدد المتدرب العمليات الزراعية المختلفة للحصول على خواص طبيعية للتربة والمحافظة عليها
٣. أن يحسب المتدرب وزن التربة لأي مساحة وعمق من الأرض بمعرفة كثافة التربة بدقة.
٤. أن يقترح المتدرب العمليات والإجراءات الزراعية المناسبة لكل مزرعة.
٥. أن يحصي المتدرب المشاكل التي تواجه المزارعين في الحقل بدقة.
٦. أن يخطط المتدرب للطريقة المناسبة للحصول على حرارة التربة باستخدام وسائل عملية في الحقل بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٩٥ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٨ - ١٠ ساعات

الوسائل المساعدة :

٦ - زيارة ميدانية للحقول المجاورة خاصة.
٧ - عينات تربة.
٨ - صور فوتوغرافية.

متطلبات الجدارة :

طالما أنه لا يوجد شيء قبل هذه الجدارة يجب التدرب على جميع الجدارات لأول مرة.

الخواص الطبيعية(الفيزيائية) للتربة Physical Pnoperlies

تكلمنا عن القطاع الأرضي ومكونات التربة ،وذكرنا باختصار أن هناك عوامل طبيعية تؤثر على مكونات التربة ، وإن هذه التغيرات الديناميكية تتحكم بها الخواص الطبيعية والكيميائية.

وسوف نتناول الخواص الطبيعية التالية:

١) قوام التربة : حجم الحبيبات.

٢) بناء التربة : توزيع الحبيبات.

٣) كثافة التربة ، خاصة الكثافة الظاهرية.

٤) مسامية التربة :وما يتعلق بالفراغات بين الحبيبات.

٥) حرارة التربة .

تلعب الخواص الطبيعية للتربة دورا هاماً في التأثير على نمو النبات، فحبيبات التربة الصلبة مثلاً - إضافة إلى أنها المخزن الرئيسي للعناصر الغذائية - تمثل الدعامة الميكانيكية التي يستند إليها النبات، كما أن التوزيع الحجمي يتحكم في مساحة الأسطح الداخلية المطلوبة لحفظ وتوصيل الماء والعناصر الغذائية. كذلك تؤثر الصفات الميكانيكية (الطبيعية) للحبيبات على درجة تماسك التربة (مدى انضغاط التربة) وبالتالي على مقدرة البذور على الإنبات والجذور على الانتشار في التربة، كما أن للخواص الفيزيائية الدور الكبير في تحديد درجة التهوية الطبيعية للتربة، بالإضافة إلى تأثيرها المباشر على الصفات الحرارية للتربة.

وعموما فإن إنبات البذور يتأثر بدرجة كبيرة بحرارة التربة، كما أن نمو وإنتاجية النبات تتأثر بشكل واضح بدرجة تركيز الأكسجين في التربة.

قوام التربة (Soil texture)

يدل مصطلح القوام على مدى خشونة أو نعومة حبيبات التربة. أي النسبة المئوية المختلفة من مجموعات الحبيبات ذات الأحجام المختلفة التي تكون الأرض (الرمل والغرين والطين)

تتميز الحبيبات المعدنية للتربة بتباين كبير في كل من الحجم والشكل والتركيب المعدني نتيجة لاختلاف ظروف تكوينها ، ويطلق على حبيبات التربة التي يزيد قطرها عن ٢ مم حصى أو فتات صخري، أما الحبيبات التي يقل قطرها عن ٢ مم فيطلق عليها ناعم التربة وذلك حسب التصنيف الذي وضع للأغراض الزراعية.(أكبر من ٢مم حصى ، وأقل من ٢مم تسمى تربة)

تنقسم مجموعات ناعم التربة حسب حجمها إلى رمل (Sand) ويتراوح قطره من ٢ – ٠,٠٢مم حيث يتدرج من الخشن جدا، الخشن، المتوسط، والناعم. ويلي ذلك الغرين (Silt) ويتراوح قطر حبيباته بين ٠,٠٢ – ٠,٠٠٢ مم ، أما الحبيبات التي يقل قطرها عن ٠,٠٠٢ مم فيطلق عليها الطين(Clay). شكل (٩).

شكل (٩) مقارنة بين أحجام وأشكال حبيبات الرمل والغرين والطين.
(١مم =١٠٠٠ميكرون).

وهناك أثنا عشر صنفاً لقوام التربة حسب تصنيف المنظمة العالمية لعلوم لأرض. شكل (١٠).

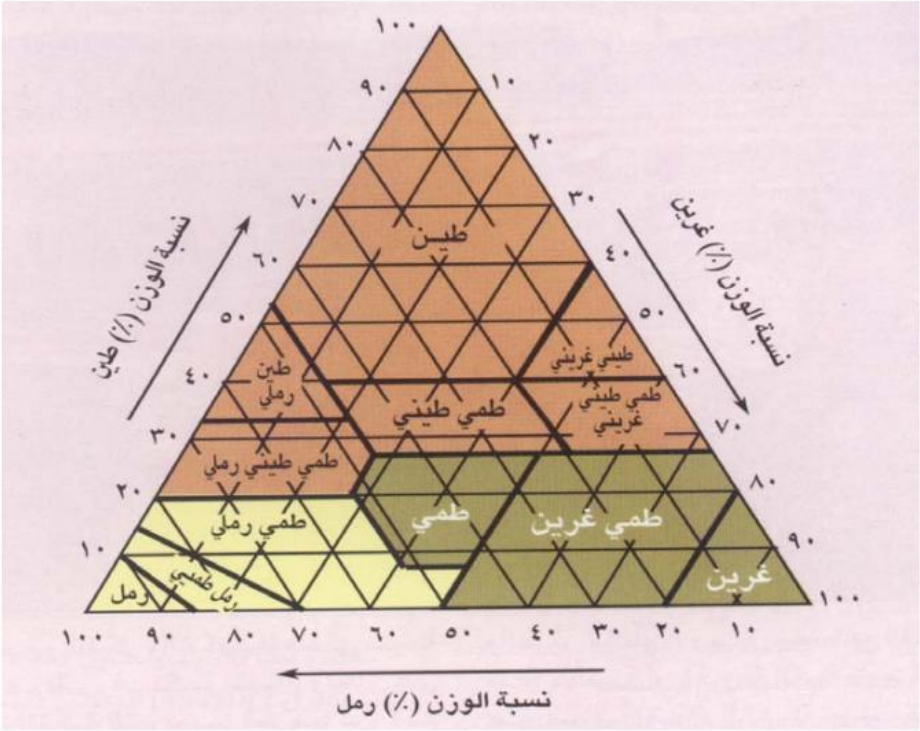
يمكن تجميع أصناف قوام التربة المذكورة في ثلاثة مجاميع رئيسة وذلك كما يلي :

١ - تربة خفيفة (خشنة) القوام: (الرملية)

تضم التربة خفيفة القوام ، كلا من التربة الرملية (Sandy Soil) وهي التربة الأكثر خشونة، تليها التربة الرملية الطمييية (Loamy Sand)، والتربة الطمييية الرملية Sandy Loamy)) والتي تعد الأقل خشونة في هذه المجموعة. تتميز الترب خفيفة القوام بكبر حجم المسامات وقلة عددها مما يجعلها قليلة القدرة على الاحتفاظ بالماء رغم تهويتها الجيدة.

٢ - تربة متوسطة القوام:

تتدرج التربة متوسطة القوام ، من تربة طمييه (Loam Soil) وهي الأكثر خشونة في هذه المجموعة، تليها التربة الطمييه الغرينية (Silty Loam) وأخيراً التربة الغرينية (Silty Soil).



شكل (١٠) مثلث القوام

٣ - تربة ثقيلة القوام:

تشمل التربة ثقيلة القوام التربة التي يدخل في اسمها كلمة الطين (Clay)، وهي تتدرج من تربة الطمي طيني رملي وهي الأكثر خشونة في هذه المجموعة، تليها بالترتيب من الأخف إلى الأثقل كلا من تربة الطين الرملي، الطمي الطيني ،الطمي الطيني الغريني والطين الغريني، وأخيرا الطين.

تتميز التربة ثقيلة القوام بمسامية عالية ولكن معظم هذا المسامات دقيقة الحجم مما يعطيها القدرة العالية على الاحتفاظ، إلا أنه يعاب على هذا النوع من التربة أنها غير جيدة التهوية إلا في حالة التربة جيدة البناء.

والجدول (١) الآتي يبين تقسيم حبيبات الأرض:

اسم المجموعة		حدود قطر الحبيبة	
		بالمليمتر	با ميكرومتر
حصى	Gravel	أكبر من ٢	أكبر من ٢٠٠٠
رمل خشن	Coarse Sand	من ٢ - ٠,٢	٢٠٠٠-٢٠٠
رمل ناعم	Fine Sand	٠,٢ — ٠,٠٢	٢٠٠- ٢٠
سلت	Silt	٠,٠٢ — ٠,٠٠٢	٢٠ - ٢
طين	Clay	اقل من ٠,٠٠٢	أقل من ٢

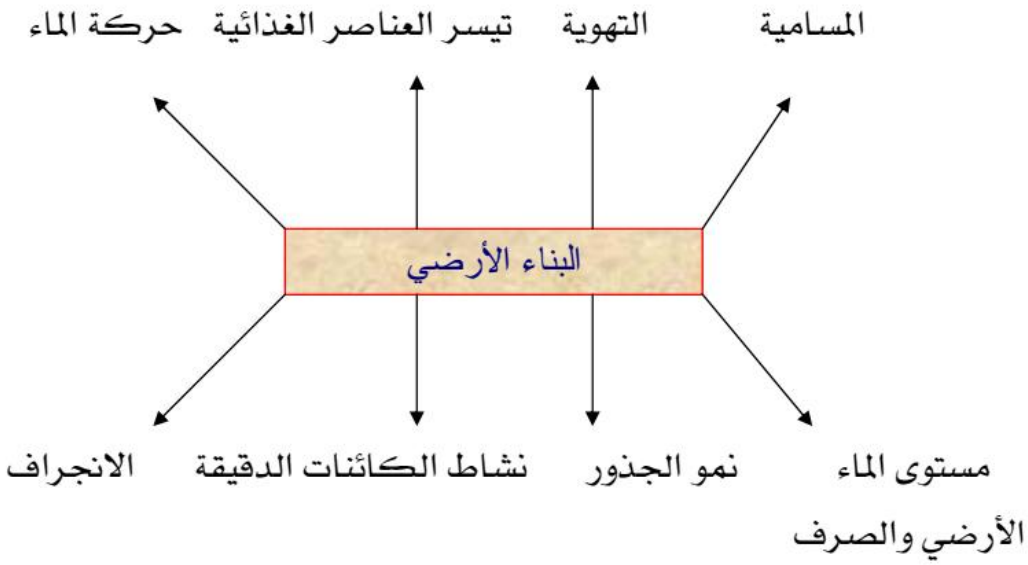
بناء التربة Soil Structure

بناء التربة هو اصطلاح يقصد به نظام ترتيب الحبيبات الفردية والمركبة. ويختلف بناء التربة من تربة لأخرى، ومن طبقة لأخرى داخل القطاع الأرضي.

يعد بناء التربة أحد الخواص الطبيعية للتربة (الخواص الفيزيائية) ، فهو يتأثر بوضوح بالظروف الكيميائية والفيزيائية والبيئة المحيطة بالتربة، كما يتأثر بالعمليات الزراعية.

والبناء له أهمية بالغة لتأثيره على عوامل نمو النبات، فظروف التربة وخواصها وحركة الماء والتهوية والمسامية وانتقال الحرارة ومستوى الماء الأرضي والصرف والمهد المناسب لوضع البذور وإنباتها وامتداد الجذور وقدرتها على التعمق ونشاط الأحياء الدقيقة بالتربة وصلاحية العناصر الغذائية ومدى قابلية الأرض للانجراف بفعل الماء والرياح كلها عوامل تتأثر ببناء التربة والذي يترتب عليه الكثير من الخواص التي يتأثر بها نمو النبات.

انظر الشكل رقم (١١).



شكل (١١) يوضح علاقة البناء الأرضي بخواص التربة

أنواع البناء الأرضي:

١ - بناء محبب (حبيبي) (Granular)

تكون حبيبات التربة متجمعة في حبيبات مركبة، تعمل على وجود فراغات بينية غير منتظمة وكبيرة نسبيا تسهل حركة الماء والهواء في التربة فتزيد نسبة المسامية وتتحسن التهوية وتجود حركة الماء الأرضي كما تساعد على عمليات الصرف والتخلص من الماء الزائد وينخفض مستوى الماء الأرضي، كما يمتاز هذا البناء بقدرته العالية على الاحتفاظ بالرطوبة. وهو البناء المفضل في التربة الزراعية والذي ينبغي الحفاظ عليه ، إذ أن وجوده يعمل على سهولة خدمتها وتيسير وضع البذور بالتربة وكذا سهولة اختراق البادرات للتربة، ويجعلها ملائمة لنمو النباتات ولنشاط الكائنات الحية الدقيقة. ويمكن مشاهدة هذا النوع من البناء في الأراضي المعتنى بخدمتها خصوصا بعد إضافة الأسمدة العضوية.

٢ - بناء كتلي (مكعبي) (Blocky)

وفيه تتجمع الحبيبات في كتل لها ستة أوجه غير منتظمة ومكعبة الشكل تقريبا، ويتراوح طول الضلع وقد تكون الزوايا غير ظاهرة وأوجه المكعب غير واضحة ويكون شكلها أقرب إلى الاستدارة (مكور). ويوجد هذا النوع من البناء في الأراضي الثقيلة خصوصا في المناطق الرطبة.

٣ - بناء طبقي أوصفائحي (Plory)

يكون ترتيب الحبيبات في طبقات أفقية رقيقة تشبه الأطباق وفيه يكون المحور الأفقي أطول من المحور الرأسي، وتظهر التشققات فيه موازية للمحور الأفقي. وهو بناء غير مرغوب فيه نظراً لقلة المسام وما يتبع ذلك من قلة الهواء وبطء حركة الماء. وقد يوجد هذا البناء في أي جزء من القطاع وأحيانا يكون موروثا من مادة الأصل وغالبا ما يوجد في الطبقة السطحية من الأرض البكر.

٤- بناء منشوري أو عمودي

وفيه يكون المحور الرأسي أطول من المحور الأفقي وتظهر التشققات فيه موازية للمحور الرأسي، ويسمى منشوري إذا كانت أطرافه مستوية، أو يسمى بناء عمودي إذا كانت أطرافه مستديرة. وهذا النوع من البناء غير مرغوب فيه نظرا لقلة مسامه ولصعوبة اختراق الجذور والماء له تبعا لذلك. ويوجد هذا البناء تحت التربة خاصة في أراضي المناطق الجافة ونصف الجافة.

انظر شكل (١٢).

ولضمان إنتاجية عالية للتربة يمكن تحسين بناء التربة من خلال المحافظة على بناء ذي تحبب جيد ومسامية مناسبة وتهوية جيدة وصرف جيد.

ويتطلب ذلك بعض الأساليب الزراعية التي تعمل على تحسين البناء ومنع تدهوره.

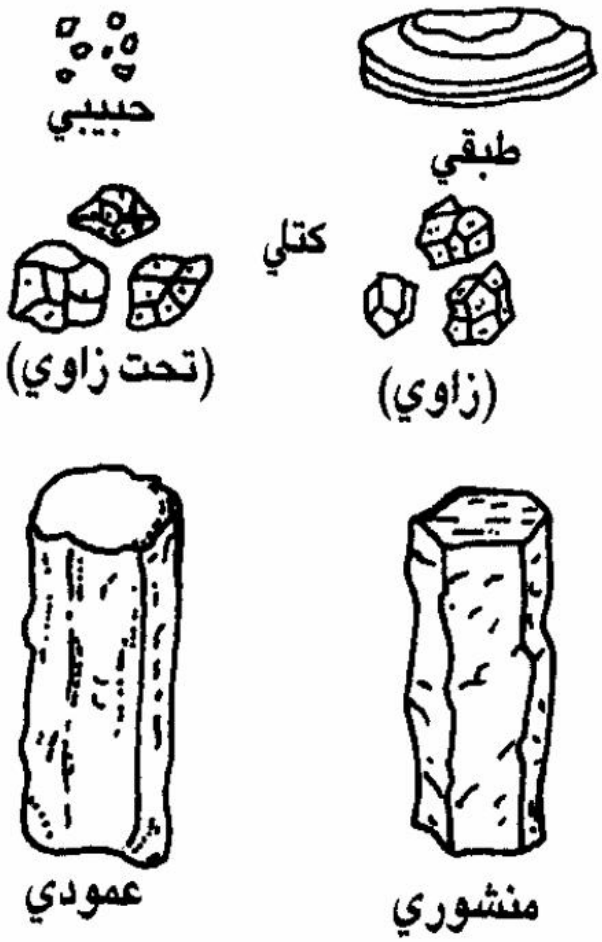
تعديل البناء الأرضي

يتوقف الكثير من خواص الأرض على البناء الأرضي ولكي تكون التربة ملائمة لنمو النباتات يجب العمل على تكوين الحبيبات المركبة والمحافظة عليها. وفي الحقيقة وسائل تعديل البناء الأرضي كثيرة ومتداخلة ومرتبطة ببعضها إلى حد بعيد، ويمكن توضيحها كالآتي:

١ - عمليات الخدمة:

تؤثر عمليات الخدمة تأثيرا كبيرا على بناء التربة فعمليات الحرث والعزق والتسوية كلها عمليات تساعد على تفكيك التربة وإثارتها، أما التزحيف الثقيل فيؤدي إلى ضغط التربة وتعديل البناء الأرضي. وتكرار الحرث له أثر سيء على خواص التربة لتقليله من التحبب، ولذلك فيجب أن يتم بحيث يفكك الأرض مع أحداث أقل ما يمكن من إتلاف المجمعات، الأمر الذي يجعل التوقيت المناسب لهذه العملية مرتبطا بمقدار رطوبة الأرض، لأن حرث الأرض وبها نسبة عالية من الرطوبة يؤدي إلى تعجين التربة وتزداد تماسك الطبقة التي تحت المحراث وبالتالي ينتج بناء غير مرغوب يعوق امتداد جذور النباتات وبذلك لا يحصل على التغذية الكافية فيضعف ويقل المحصول، أما حرث الأرض وهي جافة فيؤدي إلى تكوين

كتل كبيرة صلبة يصعب أن تكون مهدا جيدا للبذور فضلا عن صعوبة عملية الحرث نفسها. كما يجب الإقلال من استخدام الآلات الزراعية الثقيلة خصوصا عند درجات الرطوبة غير الملائمة وقصر استخدامها عند الضرورة ونظرا لتأثيرها على اندماج طبقات الأرض.



شكل (١٢) أشكال بناء التربة

٢ - التسميد العضوي المنتظم:

وذلك لما لها من أهمية في ثبات الحبيبات المركبة وبالذات في المناطق الجافة مثل ترب المملكة لقلة المادة العضوية بها.

٣ - اتباع دورات زراعية:

بحيث تدخل في عناصرها المحاصيل البقولية وتدية الجذور وكذلك المحاصيل ذات الجذور المختلفة الأعماق.

٤ - إضافة محسنات التربة ومركبات الاستصلاح :

مثل الجبس والمركبات العضوية التي تحاكي المركبات الطبيعية الناتجة من تحلل المادة العضوية في تأثيرها الإيجابي على بناء التربة.

٥ - ترشيد استخدام الآلات الزراعية :

واختيار الأكثر ملاءمتة منها لقوام التربة وإجراء العمليات الزراعية (الحراثة) في أفضل الأوقات مع مراعاة محتوى التربة الرطوبي، وذلك لأنها قد تؤدي إلى تحطيم البناءات المرغوبة وتكوين بناءات غير مرغوبة وتجنب الحرث المتكرر على أعماق ثابتة.

٦ - تحسين حالة الصرف:

الصرف هو التخلص من الماء الزائد من التربة، مما يعمل على تدفئتها وتهويتها ويزداد ذوبان ثاني أكسيد الكربون في المحلول الأرضي مما يساعد على ذوبان الكالسيوم وعلى ترسيب غرويات الحديد والألمونيوم ويزداد تأثير المادة العضوية. وكلها أمور تساعد على تحسين البناء الأرضي مما يسهل عمليات الخدمة الزراعية.

كثافة التربة Soil densiry

كثافة أي مادة هي كتلة وحدة الحجم لها. ويعبر عنها بالمعادلة الآتية:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} \qquad \text{أي أن } ث = \frac{ك}{ح}$$

وحيث إن الأرض مسامية تتكون من جزئين أساسين أولهما الجزء الصلب ويشمل المواد المعدنية والعضوية وثانيهما وهو الجزء غير الصلب ويمثل المسافات البينية بين الحبيبات ويشغله الماء والهواء الأرضي. ويترتب على ذلك وجود حجمان للأرض أحدهما يمثل حجم الجزء الصلب فقط ويسمى بالحجم الحقيقي والثاني يمثل حجم الجزء الصلب مضافا إليه حجم الجزء غير الصلب - أي الحجم الكلي للتربة - ويسمى بالحجم الظاهري وتبعا لذلك يكون للأرض نوعان من الكثافة هما الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية.

أولا: الكثافة الحقيقية Real Density of Soil

عبارة عن كثافة الجزء الصلب فقط من التربة، وهي نسبة كتلة معينة من التربة (ك) إلى حجم الحبيبات فقط معبرا عنه بالجرامات/ سم ٣

$$\text{الكثافة الحقيقية} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم الحقيقي}} \qquad \text{أي أن } ث_{ق} = \frac{ك}{ح_{ق}}$$

حيث: $ث_{ق}$= الكثافة الحقيقية ، وك= كتلة الحبيبات ، $ح_{ق}$= الحجم الحقيقي للتربة .

فإذا كان حجم قدره ١سم٣ من حبيبات التربة الصلبة تزن ٢,٦جم، فهذا يعني أن الكثافة الحقيقية لهذه التربة تساوي ٢,٦ جم/ سم٣. (ك = $ث_{ق}$)

وتتوقف الكثافة الحقيقية للأراضي على نوع معادن الجزء الصلب وكذا على مقدار ما تحتويه التربة من المادة العضوية، خاصة إذا احتوت التربة على نسبة عالية من واحد أو أكثر من المعادن الثقيلة مثل الماجنتيت أو الهونبلند في حين تقل الكثافة الحقيقية إذا احتوت التربة على نسبة عالية من المواد العضوية. ولهذا السبب تكون غالبا الكثافة الحقيقية للطبقة السطحية من التربة أقل من الكثافة الحقيقية للطبقة التحت سطحية والتي تحتوي على كمية أقل من المادة العضوية. ولما كان الجزء الأكبر من معادن التربة العادية يتكون من الكوارتز والفلسبارات والسليكات، لذلك نجد أن اختلافات الكثافة الحقيقية تتغير في نطاق ضيق جدا (٢,٦ – ٢,٧٥). ولذلك أتفق على اعتبار الكثافة الحقيقية للجزء العلوي

من التربة المعدنية ٢,٦٥. ولا تتأثر الكثافة الحقيقية بعمليات الخدمة الزراعية وتعتبر قيمتها ثابتة للأرض الواحدة.

ثانيا: **الكثافة الظاهرية** APParent Density of Soil[٦]

عبارة عن كثافة الحجم الكلي للتربة (الحبيبات+ المسافات) وهي نسبة كتلة معينة من التربة إلى الحجم الكلي لحبيبات التربة معبرا عنه بالجرام/ سم ٣

$$\text{الكثافة الظاهرية} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم الظاهري}} \qquad \text{أي أن } ث_{ظ} = \frac{ك}{ح_{ظ}}$$

حيث: $ث_{ظ}$ = الكثافة الظاهرية ، ك= كتلة التربة ، $ح_{ظ}$= الحجم الظاهري .

وتتوقف الكثافة الظاهرية للأرض على كتلة حبيباتها وعلى حجمها الظاهري الذي هو عبارة عن حجم الحبيبات والمسام معا ، والذي يتغير تبعا لتغير نظام تجاور الحبيبات (بناء التربة). ولذلك تتغير قيمة الكثافة الظاهرية تبعا لعمليات الخدمة الزراعية مثل الحرث والعزق ، أو غيرها من العمليات التي تحدث تغيير في نظام تجاور الحبيبات. وبالطبع يظهر التغيير في الطبقة السطحية التي تتأثر بهذه العمليات ويتوقف هذا التغير سواء بالزيادة أو النقصان على مدى تأثير عمليات الخدمة المختلفة على البناء، فالعمليات الزراعية التي تحسن البناء الأرضي وتزيد المسافات البينية بين الحبيبات تؤدي إلى قلة الكثافة الظاهرية وعلى العكس من ذلك فعمليات الخدمة التي تؤدي إلى إتلاف المجمعات وزيادة الحبيبات الفردية تؤدي إلى زيادة الكثافة الظاهرية. وأيضا تزداد الكثافة الظاهرية كلما تعمقنا داخل القطاع نتيجة لتزاحم الحبيبات وقلة المسافات البينية بينها ويرجع ذلك نتيجة تكديس حبيبات التربة بسبب زيادة ثقل وضغط ما فوقها من طبقات.

وقوام التربة يؤثر على الكثافة الظاهرية دون الحقيقة فالأراضي التي يسود فيها السلت أو الطين تنخفض كثافتها الظاهرية نظرا لتكون الحبيبات المركبة بها وذلك على عكس الأراضي الرملية الخشنة القوام تزداد كثافتها الظاهرية. وعند تقدير الكثافة الظاهرية وجد أنها في الأرض الطينية من ١ – ١,٣ وفي الأرض المتوسطة القوام من ١,١ – ١,٤ وفي الأراضي الرملية من ١,٢ – ١,٨ جرام/ سم ٣.

6الكثافة الظاهرية اهم من الكثافة الحقيقية من الناحية الزراعية

ويتضح مما سبق أن الكثافة الظاهرية تكون دائما أقل من الحقيقية حيث إن حجم ما من صلب التربة فقط يزن أكثر من نفس الحجم من كامل التربة (حبيبات + مسافات).

أهمية تقدير الكثافة الظاهرية: -

١ - يمكن بها معرفة مدى خصوبة الأرض:

فإذا كانت الكثافة الظاهرية صغيرة، فقد يكون هذا مؤشرا على وجود نسبة عالية من المواد العضوية والطين.

٢ - الكثافة الظاهرية دليل على مسامية الأرض ونظام ترتيب حبيباتها:

فكلما كانت صغيرة كانت مسامية الأرض أكبر وكانت أصلح لإنتاج المحاصيل الزراعية، وازدياد الكثافة الظاهرية ينقص من المسامية ويحسن من التوصيل الحراري بين الحبيبات الصلبة ،لأن كمية الهواء تنخفض وهو موصل رديء للحرارة.

٣ - يمكن بواسطتها معرفة مدى تأثير عمليات الخدمة المختلفة على مسامية الأرض وبالتالي على توزيع وترتيب الحبيبات.

٤ - يمكن بمعرفتها حساب وزن أي حجم من التربة:

وذلك بضرب قيمة الكثافة الظاهرية في وزن هذا الحجم من الماء .

مثال:

إذا أريد حساب وزن التربة في مساحة دونم لعمق ٢٠ سم

يكون حجم التربة= ١٠٠٠ (مساحة الدونم) × $\frac{١}{١٠٠}$ =٢٠٠ متر مكعب

الوزن= الكثافة الظاهرية ×٢٠٠ ×١٠٠٠ (وزن المتر المكعب من الماء ١٠٠٠ كجم)

وهذه الحسابات لها أهميتها في عمليات التسميد وإصلاح الأراضي وحساب الرطوبة في التربة وحساب ما يلزم من ماء الري حتى عمق معين من قطاع الأرض وعند التعبير عن المكونات الكيماوية في التربة على صورة وزن/ دونم.

مسامية الأرض Soil Porosity

هي حجم الفراغات الموجودة بين جزئيات التربة المعدنية أو شقوقها والتي يشغلها الماء والهواء. وهي عبارة عن مسام على شكل أنابيب شعرية مختلفة الأقطار يتوقف حجمها على حجم الحبيبات ونظام ترتيبها أي على قوام وبناء التربة.

وللمسام أهميتها من الوجهة الزراعية لأنها تحتوي على الماء والهواء وإلى تحدث بها العمليات الكيماوية والحيوية.

والمسامية اصطلاح يقصد به النسبة المئوية للحجم الذي تشغله المسام في الأرض بالنسبة إلى الحجم الظاهري الكلي للأرض. أي حجم المسام في كل ١٠٠ سم٣ من الحجم الظاهري للأرض، فإذا قيل أن مسامية أرض ٥٢٪ فمعنى ذلك أن كل ١٠٠سم٣ من الحجم الظاهري للأرض تحتوي على ٥٢ سم٣ من المسام.

أنواع المسامية في التربة:

١ - المسامية الشعرية:

وهي الفراغات البينية الدقيقة الصغيرة الحجم، وهي تحتفظ بالماء وتحمله وما يحتويه من غذاء إلى جذور النباتات. ويكثر هذا النوع في الأراضي الطينية وزيادته تحد من حركة الماء والهواء بدرجة كبيرة غير مرغوبة.

٢ - المسامية الهوائية:

وهي الفراغات البينية الكبيرة الحجم نسبيا(متوسطة) في التربة وهي تساعد على تسهيل حركة الغازات بين التربة والجو، وتؤثر على درجة التهوية في منطقة الجذور وعلى معدل حركة الماء داخل التربة ويتم بواسطتها التخلص من الماء الزائد وما يحتويه من أملاح ضارة بالنبات وبخواص التربة.

ويكثر هذا النوع في الأراضي الرملية وزيادته تؤدي إلى سرعة ضياع الماء والعناصر الغذائية بدرجة كبيرة غير مرغوبة أيضا.

ولذلك فأوفق الأراضي من الناحية الزراعية هي التي تحتوي على نسبة متقاربة من المسامية الشعرية والمسامية الهوائية فتمتاز بقدرتها على الاحتفاظ بكمية مناسبة من الرطوبة مع صرف زائد وفي الوقت نفسه تسمح بدرجة مناسبة من التهوية.

طريقة تقدير المسامية

يعين الحجم الظاهري لكتلة جافة من الأرض ثم يعين حجمها الحقيقي.

فتكون المسامية = $\frac{\text{الحجم الظاهري} - \text{الحجم الحقيقي}}{\text{الحجم الظاهري}} \times ١٠٠$

ويمكن أيضا حساب المسامية بمعرفة كل من الكثافة الحقيقية (ث ق) والكثافة الظاهرية (ث ظ) للأراضي بتطبيق القانون التالي:

$$\text{المسامية ٪} = \frac{\text{ث ق} - \text{ث ظ}}{\text{ث ق}} \times ١٠٠$$

مثال (١)

إذا فرض أن الحجم الظاهري لعينة أرض هو ١٤,٦ سم٣ والحجم الحقيقي ٧,٣ سم٣ فتحسب النسبة المئوية لمساميتها كالآتي:

$$\text{المسامية ٪} = \frac{١٤,٦ - ٧,٣}{١٤,٦} \times ١٠٠ = ٥٠٪$$

مثال (٢)

إذا فرض أن الكثافة الحقيقية لعينة تربة هي ٢,٦جم/ سم٣ وكثافتها الظاهرية هي١,١ جم/ سم٣ فيمكن حساب مساميتها كالآتي:

$$\text{المسامية ٪} = \frac{٢,٦ - ١,١}{٢,٦} \times ١٠٠ = ٥٠٪$$

مثال (٣)

تربة كثافتها الحقيقية٢,٦ جم/ سم٣، أخذ حجم قدره ١٠٠ سم٣ فكان وزنه الجاف تماما ١٣٠ جم، احسب المسامية لهذه التربة ؟

$$\text{ث ظ} = \frac{١٣٠}{١٠٠}$$

$$\text{المسامية ٪} = \frac{٢,٦ - ١,٣}{٢,٦} \times ١٠٠ = ٥٠٪$$

العوامل التى تؤثر على نسبة المسامية في الأرض

١ - قوام التربة :

تزداد نسبة المسامية في الأرض كلما زادت فيها مساحة سطوح الحبيبات ،ولذلك تكون المسامية كبيرة في الأراضي الطينية وأغلبها مسامية شعرية مما يجعل حركة الماء قليلة والتهوية رديئة ، أما مسامية الأراضي الرملية قليلة وأغلبها مسامية هوائية مما يجعل حركة الماء بها سريعة والتهوية فيها عالمة

٢ - بناء التربة :

تزداد نسبة المسامية في الأراضي التي تكثر فيها الحبيبات المركبة عنها في الأراضي التي تحتوي على حبيبات مفرده وذلك راجع إلى المسام الموجودة بين الحبيبات المركبة علاوة على المسام الأصلية الموجودة بين الحبيبات الفردية ،ولذلك فإن المحافظة على بناء حبيبي جيد وثابت في التربة يساعد على مسامية جيدة وعلى نسبة متقاربة بالمسامية الهوائية والشعرية..

٣ - العمليات الزراعية:

تؤدي خدمة الأرض من حرث وعزق وتزحيف إلى التأثير على المسامية وسعة المسام في الأراضي، فإذا كانت المسام واسعة كما في الأراضي الرملية أدى ذلك إلى سرعة ضياع الماء والعناصر الغذائية بالرشح ، ولذا يراعي في العمليات الزراعية في الأراضي الرملية ما يؤدي إلى تضييق المسام بأن يكون الحرث عميق على أن يجرى عندما تكون الأرض رطبة نوعا حتى تتهيأ الفرصة لتلامس الحبيبات وزيادة تماسكها وأن تزحف تزحيفا ثقيلا ، كما أن إضافة الطين أو الطمي والمواد العضوية ومركبات الكالسيوم كلها عوامل تعمل على زيادة نسبة المسامية في الأراضي الرملية.

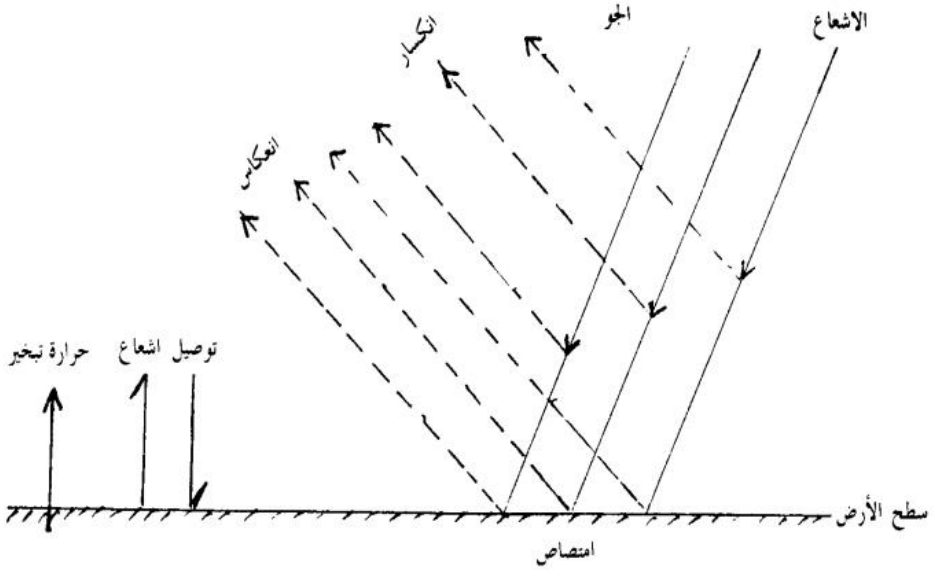
ويراعى في الأراضي الطينية ذات المسام الضيقة أن يكون الغرض من العمليات الزراعية تشجيع النظام الحبيبي ذو الحبيبات المركبة التي تزيد من نسبة المسامية وكذا زيادة اتساع المسام وذلك بحرث الأرض على أن يكون محتواها من الرطوبة مناسبا (تربة مستحرثة) لعملية الحرث ويكون الحرث فيها عميقا نسبيا ، وتكسير الكتل الكبيرة المندمجة مما يؤدي إلى تحسين البناء الأرضي وزيادة نسبة المسامية.

واستعمال الآلات الزراعية المناسبة عموما يحسن من المسامية أما استعمال الآلات الزراعية بصورة غير صحيحة يؤثر سلباً على مسامية التربة وتؤدي إلى اندماجها وتقليل حركة الماء والهواء فيها.

حرارة الأرض Soil Temperture

تؤثر حرارة التربة تأثيرا كبيرا على النشاطات الحيوية والكيميائية التي تحدث في التربة والتي يترتب عليها استمرار نشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تحلل المواد العضوية إلى مواد صالحة لتغذية النبات وتكوين الدبال الضروري لبناء التربة الجيدة وتجهيز الغذاء وإنبات البذور ونمو النباتات وإمداد الجذور بالماء. وتختلف درجات الحرارة المثلى المطلوبة لمثل هذه النشاطات، فعملية تحول المواد العضوية الآزوتية التي تقوم بها بكتريا التأزت لتكوين النترات في التربة تتوقف عندما تنخفض الحرارة إلى ٥ م° أو ترتفع إلى أعلى من٥٤,٥ م° بينما يزداد نشاطها وتبلغ ذروتها عند الدرجة المثلى لها وهي٣٧,٤ م°. كما تختلف درجات الحرارة المناسبة لإنبات البذور حسب نوع النبات.

المصدر الرئيسي لحرارة الأرض هي أشعة الشمس المباشرة ،إلا أنه يمكن للأرض أيضاً أن تكتسب حرارتها من باطنها ومن بعض التفاعلات الكيماوية ومن النشاط الحيوي خصوصا بعد إضافة وإنحلال المواد العضوية. وتفقد الأرض حرارتها عن طريق النتح والبخر وعن طريق الانعكاس والإشعاع. وتصل الحرارة التي يمتصها سطح الأرض إلى الطبقات السفلى منها بواسطة خاصية توصيل الحرارة التي تتوقف على تركيب وقوام وبناء التربة ومقدار رطوبتها والأشعة الشمسية التي تمتصها. انظر الشكل (١٣)



شكل (١٣) يبين امتصاص الحرارة وفقدها من التربة

العوامل التى تتوقف عليها درجة حرارة الأرض

١ - زاوية سقوط أشعة الشمس واتجاه المنحدرات:

يزداد الامتصاص كلما قربت زاوية السقوط من زاوية ٩٠ °. فتدفأ الأرض بسرعة أكبر عندما تكون الأشعة الساقطة عمودية على سطح الأرض . وإذا كان انحدار الأرض متجها نحو مصدر الأشعة مما يرفع درجة حرارة الأرض ، والعكس إذا كان انحدار الأرض من الناحية المضادة لمصدر الأشعة دعا ذلك إلى خفض حرارتها. وعموما يمكن القول أنه في أي منطقة من المناطق الواقعة شمال خط الاستواء ومنها المملكة العربية السعودية تتعرض المنحدرات المتجهة جنوبا أو جنوبا غربا إلى ارتفاع درجة الحرارة أكثر من الأراضي المستوية أو المنحدرات المتجهة شمالا أو شمالا شرقيا.

٢ - خطوط العرض وبالتالي عدد ساعات النهار:

كلما اقتربت الأرض من خط الاستواء زاد مقدار الحرارة التي تتلقاها من الشمس وذلك بسبب تعامد أشعة الشمس الساقطة على الأرض. وتتغير عدد ساعات النهار حسب خطوط العرض وفصول السنة، وبالطبع فإنه كلما زادت عدد ساعات النهار زادت كمية الإشعاع .

٣ - ارتفاع الأرض عن سطح البحر:

كلما ارتفعت الأرض عن سطح البحر كلما انخفضت درجت حرارتها درجة واحدة مئوية لكل ارتفاع قدره ٥٥٠ قدما (١٦٥ متر تقريبا).

٤ - عوامل المناخ:

تُحدث عوامل المناخ تغيرات في درجة حرارة الهواء المحيط بالتربة والذي يتخلل مسامها. فتؤدي هبوب الرياح الباردة على الأرض الساخنة إلى فقد حرارتها ، ولكن كلما زادت سرعة الرياح وارتفعت درجة حرارة الهواء خصوصا إذا كانت الرطوبة النسبية منخفضة زادت سرعة التبخر من التربة مما يسبب انخفاضا في حرارة الأرض. وتؤثر السحب وبخار الماء في الجو على عملية الإشعاع الطبيعية، لأن كل منهما لا ينفذ الأشعة الحرارية الصادرة من الأجسام المعتمة وإنما يعكسها ، بعكس الأشعة الحرارية الصادرة من أجسام مضيئة. ولذلك يشاهد في الليالي ذات السحب أن حرارة الشمس تنفذ إلى الأرض فترتفع درجة حرارتها أثناء النهار ، بينما في الليل تبقى هذه الحرارة عالية وقتا أطول نتيجة عدم الفقد بالإشعاع بسبب وجود السحب وعكسها للأشعة الحرارية الصادرة من الأرض والتى كانت تتبدد في طبقات الجو العليا.

٥ - نوع المعادن المكونة لحبيبات التربة:

تتكون حبيبات التربة من معادن غير متجانسة طبيعيا ، ولذلك فيتوقف توصيل حبيباتها للحرارة على المعادن المكونة لها .

٦ - قوام التربة:

ترتفع درجة حرارة الرمل بسرعة كبيرة وتنخفض أيضا بسرعة بالمقارنة مع الطين الذى ترتفع درجة حرارته ببطء ويفقدها ببطء.

٧ - بناء التربة:

العمليات التي تحدث تفكيك لحبيبات التربة وتزيد من حجم مسامها كالحرث والعز ق تقلل التلامس بين الحبيبات فيضعف توصيلها للحرارة وتتركز الحرارة على سطحها ، أما عملية الخدمة التي تؤدي إلى تحسين البناء الأرضي تزيد من درجة توصيل الحرارة للأرض مما يساعد على تدفئتها.

٨ - رطوبة الأرض:

تتأثر الأرض الجافة تأثرا سريعا فتسخن بسرعة وتبرد بسرعة وذلك على عكس الأرض الرطبة التي تحتوي على كميات كبيرة من الماء ترتفع درجة حرارتها ببطء في الفترات الحارة وتفقدها ببطء أيضا في الفترات الباردة.

ولما كانت الأرض الثقيلة تحتوي على رطوبة أكثر من الأرض الخفيفة ، فإن نباتات الأرض الثقيلة تتأخر في النضج عن نباتات الأرض الخفيفة التي تبكر في النضج لأن حرارة الأرض بها تكون أعلى ونمو النباتات فيها يكون أسرع.

٩ - لون التربة:

تختلف ألوان الأراضي نتيجة للتغيرات الكيماوية التي تحدث للمعادن المكونة لها وكذا على تأثير المادة العضوية بها. عموما يمكن القول أن التربة القاتمة اللون أعلى امتصاص للحرارة من التربة الفاتحة اللون.

١٥ - الغطاء النباتي:

الأراضي العارية من الغطاء النباتي (البور) يكون مجال التغير في درجة حرارتها واسع حيث تدفأ بسرعة وتبرد بسرعة على العكس من ذلك الأراضي المغطاة بالزراعات الكثيفة يكون التغير في درجة حرارة التربة ضيق ، فلا ترتفع كثيرا ولا تنخفض انخفاضا زائدا لأن النباتات الكثيفة المنزرعة تحجب أشعة الشمس المباشرة وتمنعها من الوصول إلى الأرض، كما تمنع تسرب الحرارة بالإشعاع إلى الجو وكذلك تعمل على تقليل فقد الماء بواسطة التبخر ، بالإضافة إلى ذلك فاستهلاك النباتات لجزء كبير من ماء التربة يساعد في رفع درجة حرارتها

تأثير درجة الحرارة المرتفعة أو المنخفضة

تؤثر درجة حرارة التربة تأثيرا بالغا في معدل امتصاص الماء (المحلول) حيث إنها تؤثر على الامتصاص الحيوي كما أنها تؤثر على النتح، فانخفاض درجة الحرارة قد يسبب نقصا في معدل الامتصاص ويؤكد ذلك أنه عند ري النباتات بالماء البارد يؤدي غالبا إلى ذبولها، ويكون هذا التأثير واضحا إذا كانت النباتات المستخدمة من النوع المستوطن للمناطق الدافئة، فإذا صاحب النقص في معدل الامتصاص ارتفاع في درجة حرارة الجو وشدة إضاءة عالية ورطوبة نسبية منخفضة وهي العوامل التي تساعد على زيادة النتح فإن النباتات تذبل ذبولا شديدا وذلك راجع لزيادة كمية الماء المفقود عن طريق النتح من الأوراق عن كميته الممتصة من التربة، ولعل هذا يفسر ظاهرة تساقط الأوراق في بعض نباتات المناطق المعتدلة في فصلي الخريف والشتاء حيث تؤدي برودة التربة إلى إضعاف امتصاص الماء منها، وعدم تكافؤ كمية الماء الممتص مع كميته المفقودة عن طريق النتح تحت تأثير أشعة الشمس أثناء النهار، فينخفض المحتوى المائى لأنسجة النباتات بدرجة كبيرة ومن ثم يلجأ النبات إلى التخلص من أوراقه كوسيلة لتقليل السطح الناتح حتى يوازي بين الفقد والامتصاص. كما أن كثير من أعراض نقص العناصر التى تظهر على الأوراق في أوائل الشتاء أو أوائل الربيع تكون بسبب عدم تمكن الجذور من امتصاص كميات كافية من العناصر الغذائية تحت تأثير برودة التربة في ذلك الوقت على الرغم من توفرها.

وتحدث للنباتات أضرار إذا تعرضت لدرجات حرارة منخفضة أثناء الليل بعد تعرضها لدرجات حرارة مرتفعة أثناء النهار. فأحيانا في شتاء بعض المناطق في المملكة العربية السعودية ترتفع درجات الحرارة أثناء النهار مما يؤدي إلى زيادة كميات الماء التي تمتصها النباتات وتنتفخ البراعم وتتفتح الأزهار ثم تنخفض درجات الحرارة أثناء الليل

وتفقد النباتات وبراعمها قدرتها على تحمل درجات الحرارة المنخفضة مما يؤدي إلى حدوث أضرار للنباتات.

وأيضا إذا ارتفعت درجة حرارة التربة بدرجة كبيرة قد تسبب نقصا في معدل امتصاص النبات للماء، فمثلا يقل امتصاص نباتات الليمون والبرتقال للماء عندما ترتفع درجة حرارة التربة عن ٣٠ أو ٣٥ م°. وتؤثر درجة الحرارة المرتفعة عن الدرجة المثلى للنباتات تأثيرا ضارا، حيث يصاحب ارتفاع درجة الحرارة زيادة النتح وذبول النباتات وبطء سرعة نموها أو التوقف بتاتا عن النمو، فإذا استمرت موجة الحر ظلت النباتات قصيرة وتأخر الأثمار أو أصبح نادرا، وفي بعض الحالات قد ينعدم الإثمار. وإذا كانت الحرارة عالية في

وقت التلقيح تأثرت حبوب اللقاح ويحدث لها جفاف أو نموات شاذة، وينتج عن ذلك عدم قدرة حبة اللقاح على إخصاب البويضة. وإذا حلت الحرارة في طور النضج أضرت بالحبوب.

هذا ولا يرجع موت النبات أو أي عضو من أعضائه نتيجة تعرضه لدرجات الحرارة المرتفعة ولكن نتيجة تأثيرات ثانوية غير مباشرة مثل الأسباب الآتية: -

أ - عجز النباتات عن الاحتفاظ بالتوازن المائي به إذ تزداد كمية الماء التي تفقدها النباتات بارتفاع درجات الحرارة عن الكميات التي يمتصها فيختل التوازن المائي.

٢ - جفاف البروتوبلازم.

٣ - يتجمع أحيانا البروتين بالخلايا مما يؤدي إلى موت النباتات.

الوسائل العلمية لتعديل درجة حرارة التربة والجو المحيط بالنباتات

يعتمد نمو النباتات الراقية على مصدرين من الحرارة، أولها حرارة التربة حيث ينمو بها المجموع الجذري، وثانيهما حرارة الهواء الذي ينمو فيه الجزء الخضري. ومعرفة النواحي المتعلقة بهذين المصدرين وكيفية التحكم فيهما - حسب ما تقتضيه ظروف الأرض أو المحصول المنزرع أو موعد الزراعة - تعتبر من الأمور الهامة.

أولا: الوسائل العملية لتعديل درجة حرارة التربة

١ - تخطيط التربة من الشرق للغرب:

لعل أبرز صورة لهذا التحكم هو قيام المزارعين في الدول التي تقع في نصف الكرة الأرضية الشمالي كما في المملكة العربية السعودية إلى تخطيط التربة من الشرق إلى الغرب والزراعة على الريشة الجنوبية من الخط في فصل الشتاء البارد لأن هذا الجانب يكون عموديا على أشعة الشمس التي تسقط مائلة في هذا الوقت من السنة وبذلك يدفأ هذا الجانب بسرعة أكبر من غيره، مما يساعد على سرعة الإنبات وتدفئة البادرات والتبكير في النضج.

٢ - تلوين التربة:

إن تلوين التربة - في البلاد الباردة - بنثر مواد سوداء على سطحها يكسبها لونا داكنا يزيد قدرتها على امتصاص حرارة الشمس، أما نثر مادة بيضاء مثل الجبس أو الجير على سطحها ستنخفض درجة حرارتها قليلا لأنه يعكس حرارة الشمس فلا تنال الأرض منها إلا نصيبا صغيرا.

٣ - المراقد الساخنة:

تستخدم في إكثار البذور في فصل الشتاء لتقيها من البرودة الشديدة والصقيع والرياح الباردة، ومصدر الحرارة بها إما ناتج من تحلل المواد العضوية أو يتم تزويدها بحرارة صناعية.

٤ - إجراء العمليات الزراعية المناسبة

هناك عمليات زراعية تجرى في الأرض ليس القصد منها تغيير الحرارة أساسا ولكنها تؤثر في حرارة التربة. فإضافة الطين إلى التربة الرملية الهشة ضعيفة التماسك بقصد تحسين خواصها، فإنه يزيد من نقط تلامس الحبيبات فيسرع ذلك من انتقال الحرارة بالتوصيل فلا يكون الفرق كبيرا بين حرارة سطح التربة وباطنها.

والعمليات الزراعية التي تؤثر على البناء الأرضي تؤثر بالتالي في درجة توصيل الأرض للحرارة، فالعمليات التي تحدث تفكيك لحبيبات التربة تتسبب في تركيز الحرارة في السطح، أما العمليات التي تؤدي إلى تجميع الحبيبات تزيد توصيل الحرارة من سطح التربة إلى باطنها.

وتعتبر الحرارة الناتجة من تحلل الأسمدة العضوية المضافة للأرض أحد مصادر حرارة الأرض وأيضا تكسب الأرض اللون الأسود أو البني، مما يساعد على امتصاص كميات من الحرارة تعمل على دفئها. علاوة على ذلك فإنها تزيد من الحبيبات المركبة بتعديلها البناء الأرضي مما يؤثر في النهاية على حرارة التربة وإجراء العمليات الزراعية التي تزيد من قدرة الأرض على الاحتفاظ بالماء بالإضافة إلى الري المنتظم أمور تجعل التوصيل جيدا في الأرض لوجود اتصال بين الحبيبات بالأغلفة المائية وبذلك يفقد سطح التربة بعض حرارته وترتفع حرارة باطن الأرض، أما الأرض الجافة فيكون درجة توصيل الحرارة بها رديئا لضعف نقط التلامس بين الحبيبات الأمر الذي يؤدي إلى تركز الحرارة على السطح ولا تنفذ في باطنها الأشعة الشمسية.

والصرف يؤدي إلى إزالة الماء الزائد من التربة ويقلل البخر مما يعمل على دفء باطن الأرض.

وتتأثر حرارة الأرض نتيجة عدم استواء سطح التربة وذلك بسبب رشح الماء من المواقع المرتفعة إلى المواقع المنخفضة.

بالرغم أن عملية عزق الأرض بالنسبة للزراعات على خطوط أو في سطور تحقق أغراضا كثيرة إلا أن أدائها يؤدي إلى تفتيت سطح التربة وتلافي التشققات التي قد تحدث بها مما يعزل منطقة جذور النباتات جزئيا عن حرارة الجو والوسط المحيط وبالتالي لا تتأثر بالصقيع أثناء الشتاء أولفحة الشمس أثناء الصيف.

ثانيا: الوسائل العملية لتعديل حرارة الجو المحيط بالنباتات :

يمكن تعديل درجة حرارة الجو المحيط بالنباتات باتباع الآتي:

ا - استخدام الصوبات الخشبية:

لحماية النباتات من الحرارة المرتفعة أو صوبات زجاجية أو بلاستيكية ، أو استخدام البيوت المحمية.

٢ - عمل مصدات رياح :

مثل أشجار الأثل والكازورينا والكافور حول الحقول أو في الجهة التي تهب منها الرياح .

٣ - إقامة أسوار مؤقتة:

بارتفاع ٧٠ سم من الغاب أو سيقان الذرة الجافة أو سعف النخيل .

٤ - تغطية النباتات:

بالبلاستيك وتغطية كل نبات على حدة بطبقة هشة من القش.

٥ - عملية التحميل:

وذلك بزراعة نباتات واقية وسط النباتات التي تزرع على خطوط أو مصاطب أو مع أشجار الفاكهة حيث تعمل كغطاء.

٦ - التدخين الكثيف على النباتات في ليالي الشتاء الباردة يساعد على تدفئتها.

٧ - المحافظة على رطوبة التربة:

بموالاتها بالري الخفيف على فترات متقاربة واستخدام الري بالرش يعمل كملطف لحرارة الجو المرتفعة صيفا كما يحد من تأثر النباتات بالصقيع شتاء.

تدريبات وتمارين

س١ ـ ماهي حدود قطر حبيبات التربة بالمليمتر للأقسام الثلاث الرئيسية ؟

س٢ ـ تكلم عن بعض الوسائل الممكن استخدامها بكثرة في المملكة لتعديل البناء الأرضي ؟

س٣ ـ احسب وزن التربة لمساحة واحد هكتار بعمق ١٥ سم ؟

س٤ ـ احسب مسامية تربة كثافتها الحقيقية ٢,٦ جم/ سم٣ والحجم الظاهري ٢٠٠ سم٣ وكان وزن التربة الجاف تماما ٢٦٠جم .

س٥ ـ ماهي الوسائل العملية لتعديل حرارة التربة في المنطقة الوسطى عند الزراعة في مشاعيب في فصل الشتاء ؟

س٦ ـ عرف الآتي :

أ - قوام التربة .

ب - بناء التربة .

ج - الكثافة الظاهرية.

د - المسامية الشعرية.

س٧ ـ علل الآتي :

أ - البناء المحبب هو الأفضل.

ب - يفضل التقليل من عمليات حرث التربة قدر الإمكان.

ج - معرفة الكثافة الظاهرية للتربة من الناحية الزراعية أهم من الكثافة الحقيقية.

د - يحدث للنبات ذبول مؤقت عند الحرارة الشديدة صيفا بالرغم من توفر رطوبة كافية في التربة .

س٨ ـ ضع علامة صح ، خطأ بين الأقواس :

( ) البناء الصفائحي يوجد أكثر في التربة الرملية .

( ) البناء العمودي يوجد أكثر في المناطق الرطبة.

( ) تتأثر الكثافة الظاهرية للتربة مع الزيادة في العمق .

( ) معظم المسام في التربة الطينية مسام شعرية .

( ) التربة الطينية تكتسب الحرارة بسرعة وتفقدها بسرعة .

( ) إذا كان قطر الحبيبات أكبر من ٢مم فلا تسمى تربة .

( ) عدد الفراغات في التربة الطينية أكبر من الرملية .

( ) كلما قلة الكثافة الظاهرية للتربة زادت المسامية.

أساسيات التربة

الخواص الكيميائية للتربة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة :

يتأكد من قدرة التربة على إمداد النبات باحتياجاته الغذائية بالفحص الدقيق ، المحافظة على خصوبة التربة ، التقنين في استخدام المدخلات الكيميائية الزراعية ،المحا فظة على البيئة.

الأهداف :

١. أن يفحص المتدرب السعة التبادلية الكاتيونية للتربة في المعمل لضمان استخدام أمثل للأسمدة الكيميائية.
٢. أن يختار المتدرب أنواع النباتات المناسبة لحموضة التربة pH .
٣. أن يخطط المتدرب للطريقة المناسبة لرفع نسبة المادة العضوية في التربة باستغلال مخلفات المزرعة العضوية .
٤. أن يتأكد المتدرب من خفض تركيز الأملاح في التربة قبل الزراعة بمعرفة الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة لضمان زيادة الإنتاج .
٥. أن يحصي المتدرب المشاكل التي تواجه المزارعين في الحقل بدقة.
٦. أن يصف المتدرب العوامل المؤثرة على السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٨٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٥ ساعات

الوسائل المساعدة :

١. زيارة ميدانية للحقول المجاورة خاصة.
٢. عينات تربة.
٣. صور فوتوغرافية.

متطلبات الجدارة :

طالما أنه لا يوجد شيء قبل هذه الجدارة يجب التدرب على جميع الجدارات لأول مرة.

الخواص الكيميائية للتربة Chemical Pnopenties of soil

تطرقنا سابقا لدراسة الخواص الطبيعية للتربة وعرفنا تأثيرها من الناحية الميكانيكية على التربة والنبات . وفي هذه الوحدة سوف ندرس التربة من الناحية الكيميائية وكل ما يتعلق بالتفاعلات داخل التربة من:

أ - غرويات التربة .

ب - محلول التربة .

ج - التبادل الأيوني، من حيث إحلال عنصر محل عنصر آخر في الوسط. وسوف يتم التركيز على التبادل الكاتيوني.

د - السعة التبادلية الكاتيونية للتربة .

ه - pH

و - الفعل التنظيمي للتربة.

ويجب علينا معرفة بعض المصطلحات وبعض المعلومات كمدخل لفهم الخواص الكيميائية للتربة مثل :

- تحمل حبيبات التربة شحنات سالبة
- المركب الغروي: ويكون بين الحالة السائلة والصلبة، وهو الجزء النشط كيميائيا ، فحبيبة الطين الصلبة الجافة نشاطها الكيميائي ضعيفة إلا بوجود الماء الذي يجعلها غروية.
- السطح النوعي: يقصد به مجموع مساحة السطوح المعرضة للحبيبات في وزن ١جرام تربة.
- العناصر الكيميائية التى يحتاجها النبات ،وتؤثر على خواص التربة تحمل شحنات كهربية ولهذا تسمى أيونات، فإذا كانت الشحنات موجبة تسمى كاتيونات ، وإذا كانت سالبة تسمى أنيونات.
- السعة التبادلية الكاتيونية للتربة (فمثلا سعة خزان ماء ١٠٠٠لتر يعني ذلك أنه يستطيع أن يحفظ كمية من الماء بمقدار١٠٠٠لتر ويستطيع أن يمد المنزل بـ١٠٠٠لتر).
- محلول التربة : يطلق على محلول التربة على الماء الموجود بين حبيبات التربة (المسامات)
- إدمصاص (Adsorption): عملية التماسك الكيميائي أو الفيزيائي للذرات أو الجزيئات أو الأيونات على سطح الأجسام ،مثل تماسك الكاتيونات على سطح معدن الطين.

تختلف الأراضي في مقدار احتوائها على العناصر الغذائية الضرورية للنبات وفي درجة صلاحيتها لاستفادة النبات منها. لذا كان من المهم دراسة صفات الأرض كيميائيا ومعرفة مقدار العناصر الغذائية

الصالحة للاستفادة. وبذلك يمكن تقدير احتياج الأرض للتسميد. كما أن دراسة خواص الأرض كيميائيا تمكن من تقدير حاجة الأرض إلى الاستصلاح أو الاستزراع ومدى استجابتها لذلك.

غرويات التربة

وهى الحبيبات دقيقة الحجم جدا ، قطرها أقل من ١ ميكرون (الميكرون = ٠,٠٠٠١ملمتر). ونظرا لدقة حجمها فهي أكثر مكونات الأرض الصلبة نشاطا ولها أثر كبير في خواص التربة الطبيعية والكيميائية والحيوية. وتنقسم هذه الغرويات إلى قسمين:

١ - غرويات معدنية وتسمى بمعادن الطين.

٢ - غرويات عضوية أو الدبال.

١- معادن الطين Clay minerals (غرويات التربة المعدنية)

تسمى مجموعات حبيبات التربة المعدنية ذات قطر حبيبات أقل من ٠,٠٠٢ ملم بمجموعة الطين وقد سبق ذكر ذلك عند الحديث عن قوام التربة. وقد وجد عند دراسة هذه الحبيبات أن نشاطها الكيماوي يزداد كلما صغر حجمها. ويجدر الإشارة هنا إلى أن معظم السلت أو الرمل عبارة عن معادن أولية بينما تكون حبيبات الطين من معادن ثانوية نتجت عن تغيرات كيميائية للمعادن الأولية. هذا ويلعب الطين دورا أساسيا في خواص الأراضي الطبيعية والكيميائية والحيوية. فالطين من أهم مكونات الأرض القادرة على الاحتفاظ بالماء و له تأثير كبير على سهولة أو صعوبة خدمة الأرض وعلى تهويتها وقدرة الجذور على النمو فيها. كما أنه عامل هام في خصوبة الأرض وما تحتويه من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات وقدرتها على الاحتفاظ بها مدمصة على سطوحه وبالتالي مدى صلاحية هذه العناصر لتغذية النبات. فضلا عن ذلك أهميته في ثبات درجة حموضة التربة(pH) من ناحية تأثيرها الحامضي أو القلوي نظرا لسعته التنظيمية العالية. ونظرا لطبيعة تكوين الطين الكيميائية فهو يعتبر كغروي سالب الشحنة حيث توجد[7] على سطوح معادنه شحنات سالبة، ويتوقف مقدار هذه الشحنات السالبة في كمية ما يمكن إدمصاصه من عناصر على معدن الطين إذ أنه لكي تتعادل هذه الشحنات السالبة فإنها تجذب إليها عددا يكافئها من الكاتيونات ذات الشحنات الموجبة.

خواص الطين: -

أ - قابل للتشكيل.

٢ - له قوة التصاق كبير.

7من الصعب تغيير الرقم الهيدروجيني للطين بسهولة، أي مدى ارتفاعه أو انخفاضه قليل جداً

٣ - ينتفخ بامتصاصه الماء فيتضاعف حجمه وتتباعد وريقاته عن بعضها ثم ينكمش ويعود إلى حجمه الأصلي بفقده الماء والجفاف.

٤ - نسبة الماء الايجروسكوبي له عالية.

٥ - يختلف تركيبه الكيميائي باختلاف المعادن التي نشأ منها.

٢- غرويات عضوية أو الدبال. (المادة العضوية في الأرض Soil Organic Mattar)

تعتبر المادة العضوية من أهم مكونات الأرض ذات النشاط الكيماوي ، وهي تتكون من البقايا النباتية والحيوانية وكذلك البقايا الميتة لمختلف الحشرات أو الديدان الأرضية أو أي جزء من الأجزاء الحيوانية.

وترتبط كفاءة الأرض في إنتاج المحاصيل - أن قليلا أو كثيرا - بمحتواها من المادة العضوية التي تلعب دورا هاما في تحسين الخواص الطبيعية والكيماوية والحيوية للأرض. وفي الحقيقة قد نتبين أهمية تواجد المادة العضوية بالأرض الزراعية إذا علمنا أن الأرض الزراعية مهما تجمع فيها من مكونات معدنية لا يمكن أن تسمى أرضا زراعية إلا إذا احتوت على المادة العضوية، إذ بهذه المادة فقط تبدأ حيوية الأرض الزراعية وتنشط بها مختلف الكائنات الحية التي تعمل على تحليل المادة العضوية وتحويلها تدريجيا إلى مركبات بسيطة صالحة لتغذية النبات.

العوامل التي تؤثر على تحلل المادة العضوية وتكوين الدبال :

١ - تركيب البقايا النباتية:

النباتات الصغيرة العمر سريعة التحلل ، لغناها بالمواد الذائبة في الماء واحتوائها على كمية كبيرة من النتروجين وكمية صغيرة من المركبات المقاومة للتحلل. ولهذا يكون معدل تحلل الأنسجة الصغيرة العمر أعلى.

٢ - المناخ:

التحلل أعلى في الصيف القاري. وتعتبر درجة حرارة من ٣٥ - ٤٠ مْ مع رطوبة بمتوسط ٥٠ - ٨٠ ٪ من أنسب درجات المناخ الملائمة للتحلل، حيث لابد من توافر الماء والأكسجين حتى يستمر الانحلال الهوائي.

٣ - قوام الأرض :

القوام الخشن المفكك (رمل) يساعد في سرعة تحلل المادة العضوية الخام والعكس.

٤ - درجة حموضة التربة :

أفضله القريب من المتعادل . يزداد نشاط البكتريا عند رقم حموضة أعلى من ٥,٥.

٥ - نسبة الجير في الأرض:

يساعد الجير على تحبب التربة وتحسين تهويتها مما يساعد على سرعة التحلل .

أهم الأسباب التي تؤدي إلى فقد المادة العضوية من التربة : -

١ - الجرف الناتج عن رداءة التسوية أو غزارة الري.

٢ - الاستهلاك المستمر لها من قبل الكائنات الحية.

٣ - الفقد الناتج عن أكسدة المواد العضوية وتسربها في باطن الأرض.

٤ - حرق بقايا النباتات بحجة التخلص منها.

٥ - ترك الأرض بورا دون زراعة لفترات طويلة بقصد إراحتها وتعرضها للشمس يؤدي إلى قتل الكائنات الدقيقة.

الوسائل التي تؤدي إلى زيادة المادة العضوية بالأرض: -

١ - الأسمدة الخضراء:

وتتم بزراعة الأرض ببعض المحاصيل خاصة البقولية، مثل البرسيم ، ثم حرثها وقلبها في التربة وهي مازالت خضراء عند بلوغها طورا معينا من أطوار النمو، وفي الغالب يتم حرثها في الأرض عند طور الإزهار.

٢ - السماد البلدي: (سماد المزرعة - سماد الإسطبل - الدمال)

وهي مخلفات حيوانات المزرعة من روث مع الفرشة التي توضع تحت الحيوانات في الحظائر.

٣ - الأسمدة العضوية الصناعية:

مثل البيت موس المصنوع من مخلفات نباتية كما يمكن أن تشمل هذه المجموعة بعض الأسمدة العضوية المصنعة من أصل حيواني مثل سماد الدم المجفف والسمك المجفف وسماد القرون .

٤ - بقايا المحاصيل الحقلية:

وهذه تشمل الجذور والأوراق المتساقطة والسيقان.

٥ - بقايا الكائنات الدقيقة والحشرات في الأرض.

فوائد المادة العضوية والدبال للتربة : -

رغم أن كمية المادة العضوية في الطبقة السطحية من الأرض الزراعية ضئيلة وقد لا يتجاوز ١٪ من وزن التربة في الأراضي الخفيفة في المناطق الجافة وشبه الجافة إلا أن لها تأثير هائل على خواص التربة وخصوبتها، وفيما يلي بعض التأثيرات الهامة للمادة العضوية:

١ - تعتبر مخزن للعناصر الغذائية اللازمة للنبات و تكوين مركبات أو معقدات مخلبية

٢ - ينتج أثناء انحلالها مركبات حامضية تعمل على تحويل المركبات والعناصر غير الذائبة والقليلة الذوبان الموجودة في التربة إلى صورة صالحة وذائبة وميسرة للنبات النامي.

٣ - تزيد من السعة التبادلية للتربة مما يجعلها تحتفظ بالعناصر الغذائية في صورة قابلة للتبادل وصالحة لتناول النبات وفي الوقت نفسه تكون صعبة الفقدان في ماء الصرف.

٤ - يعتبر الدبال حمضي ضعيف مما يزيد من القدرة التنظيمية للأرض.

٥ - تحسين البناء الأرضي حيث يعمل على زيادة تجميع وتحبب التربة.

٦ - شدة امتصاصها للماء ، هذا ومن الجدير بالذكر أن قدرة الدبال على امتصاص الماء تبلغ ٥ أضعاف حجمه.

٧ - تكسب الأرض لونا داكنا وبذلك تزداد قدرتها على امتصاص الأشعة الحرارية.

٨ - تخفض نسبة جرف التربة عن طريق تكوين جزيئات كبيرة من التربة لا يسهل على الماء نقلها بنفس السهولة التي تنقل بها جزئيات التربة الصغيرة .

٩ - تشجع وتنشط الكائنات الحية الدقيقة في الأرض فهي تعتبر مصدر للغذاء والطاقة لمعظم كائنات الأرض.

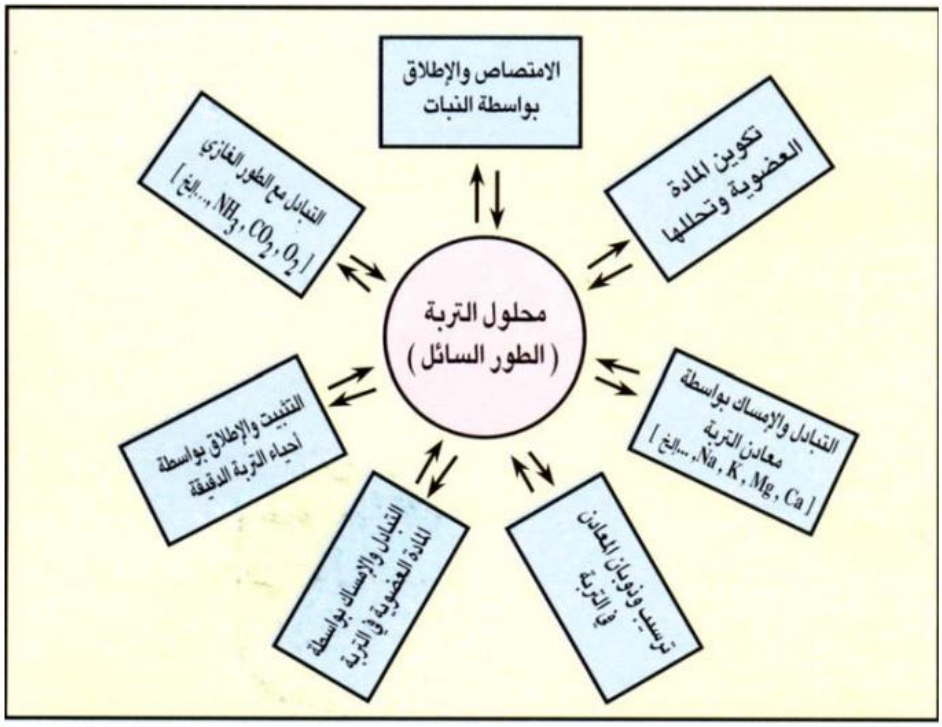
١٠ - الإقلال من انضغاط التربة عند مرور الآلات الزراعية الثقيل .

محلول التربة :

يطلق على محلول التربة على الماء الموجود بين حبيبات التربة (المسامات) وما يحتويه من أملاح ومواد ذائبة فيه. ويمتص النبات معظم العناصر الغذائية الضرورية له من محلول التربة ، لذلك فإنه يمثل الوسط الذي يربط بين الجزء الصلب من التربة وجذور النبات.

يحتوي محلول التربة على عدة أيونات يعتمد تركيزها بشكل أساس على الصفات الكيميائية للمادة الصلبة – مثل السعة التبادلية الكاتيونية - وكذلك على الظروف البيئية السائدة.

يتعرض نظام التربة الديناميكي (المتغير) والمتكون من المواد الصلبة والماء والهواء لكثير من التغيرات في المدى القصير والبعيد لذلك فإنه يوجد حالة من شبه الاتزان بين مكونات التربة المختلفة يحكمها العديد من التفاعلات بين أطوار التربة سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية، شكل (١٤)



شكل (١٤) التفاعلات الكيميائية بين أطوار التربة

التبادل الأيوني Ion Exchange

يقصد به عملية تبادل الأيونات الموجودة على أسطح حبيبات التربة الغروية (حبيبات الطين والمادة العضوية) مع الأيونات الذائبة في محلول التربة أو العكس. وتعد هذه العملية مهمة جدا لأنها تحدد مقدرة التربة على إطلاق بعض العناصر الغذائية اللازمة للنبات عندما يقل تركيزها في محلول التربة، وبوجه عام يعد تبادل الكاتيونات (تحمل شحنة موجبة) هو المهم في الأراضي الزراعية، وذلك لأن معادن الطين والمادة العضوية تنتهي أطراف أسطحها بشحنات سالبة تعمل على اجتذاب الكاتيونات إليها. مما يجدر ذكره أن التبادل الكاتيوني يعتمد على كمية الكاتيونات في جسم التربة ونظرا لوجود الكالسيوم بكميات كبيرة في التربة لذلك يعد الأكثر تبادلا يليه المغنيسيوم ثم الصوديوم والبوتاسيوم.

السعة التبادلية الكاتيونية Cation - exchange capacity (CEC)

هي مجموع الكاتيونات القابلة للتبادل بملليمكافىء الموجودة في ١٠٠جم تربة.

والكاتيونات المتبادلة الهامة هي الأيدروجين والكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم، (H^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++}). وعموما فإن الكاتيونات المتبادلة هي المصدر الأساسي الذي يزود النباتات باحتياجاتها الغذائية وفي الوقت المناسب.

العوامل التى تؤثر على السعة التبادلية الكاتيونية:

١ - قوام التربة:

تزداد السعة التبادلية الكاتيونية كلما صغر قوام الأرض. لأن الحبيبات الدقيقة ذات سطوح أكبر من الحبيبات خشنة القوام (مثل الرمل) مما يجعلها تدمص كاتيونات أكثر . جدول (٢)

٢ - نوع معدن الطين السائد في الأرض:

اختلاف معادن الطين بعضها عن بعض ينعكس على السعة التبادلية الكاتيونية.

القوام	السعة التبادلية الكاتيونية (ملليمكافىء/ ١٠٠ جم تربة)
الرمل	١ ــ ٥
طمية - رملية ناعمة	٥ ــ ١٠
طمية سلتيه	٥ ــ ١٥
طمية طينية	١٥ ــ ٣٠
الطينية	أكثر من ٣٠

جدول (٢) يوضح العلاقة بين قوام الأرض وسعة تبادل الكاتيونات بها.

٣ - نسبة ما تحتويه الأرض من المواد العضوية (الدبال):

تساهم المادة العضوية بالأرض بنصيب كبير في السعة التبادلية الكاتيونية فالأراضي الغنية بالمواد العضوية تكون أعلى في سعتها التبادلية عن الأراضي الفقيرة في المواد العضوية. وعموما فإن السعة التبادلية لمشتقات المادة العضوية في التربة تتراوح ما بين ١٥٠ - ٤٥٠ ملليمكافيء/ ١٠٠جم مادة عضوية.

الأهمية التطبيقية لتبادل الكاتيونات في الأرض: -

١ - الأراضي ذات السعة التبادلية العالية تدل على احتواء الأرض على نسبة عالية من المواد الغروية ذات السطوح الفعالة بها.

٢ - الأراضي ذات السعة التبادلية العالية تحتوي عادة على العناصر الغذائية بكميات وفيرة وفي صورة صالحة (ميسرة) لتغذية النبات.

٣ - تحتفظ الأراضي ذات السعة التبادلية الكاتيونية العالية بالكاتيونات المضافة إليها في صورة أسمدة وذلك لأدمصاصها على سطوح حبيباتها وفي هذه الحالة تكون في صورة صالحة لتغذية النبات، وفي الوقت نفسه ليست عرضة للفقد بالغسيل من الأرض مع ماء الصرف.

٤ - الأراضي ذات السعة التبادلية الكاتيونية العالية يمكن فيها تعديل حموضة التربة (pH) بالتحكم في نوع ونسبة الكاتيونات المدمصة على سطوح الحبيبات. ففي الأراضي الحامضية (والتي يسود فيها إدمصاص الأيدروجين تصحح حموضة التربة بإضافة الجير حتى تحل أيونات الكالسيوم محل أيونات الهيدروجين. وإذا كانت التربة قلوية صودية أي تشكل بيئة غير صالحة لنمو النباتات فيمكن إصلاحها بإضافة الجبس ليحل الكالسيوم محل الصوديوم على مقعد الأدمصاص.

٥ - يمكن تحسين خواص الأراضي الرملية (السعة التبادلية الكاتيونية لها منخفضة) وزيادة قدرتها على حفظ الماء بإضافة الطين والمواد العضوية لها، وبالتالي رفع السعة التبادلية الكاتيونية .

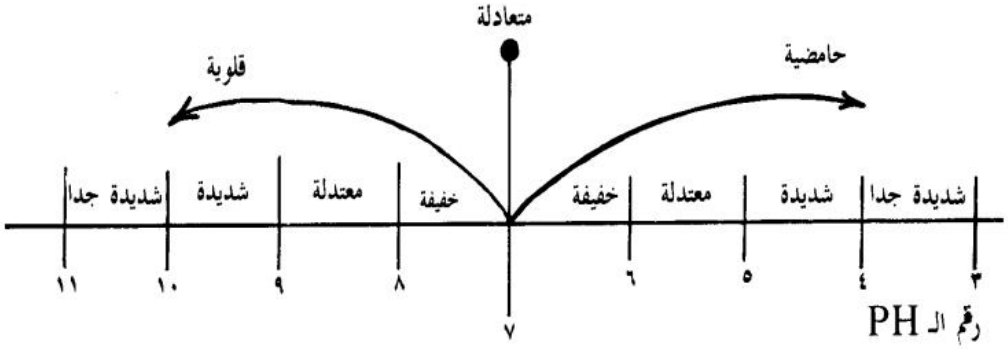
رقم حموضة التربة pH

هو اللوغاريثم السالب لتركيز أيون الهيدروجين النشط في محلول التربة ($pH= - Log [H]$)
وهو يقاس بجهاز (pH Meter) الذي يوضح مدى قاعدية (قلوية) أو حامضية محلول التربة.
ويعبر عن تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول برقم pH (الرقم الهيدروجيني) فقد تكون التربة حامضية أو متعادلة أو قلوية في تأثيرها. ويتدرج من ١ ـ ١٤.
(تركيز أيونات الهيدروجين بالميلمكافئ في لتر محلول ، يُعَبَّر عنه عموماً بوحدة pH)
والطريقة الشائعة في التعبير عن حموضة التربة هي التعبير عنه بدرجة تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول الأرضي. فالذي يحدد درجة حموضة التربة مقدار أيونات (H^+) بالنسبة لأيونات (OH^-)، فإذا

زادت تركيز أيونات الهيدروجين عن أيونات الهيدروكسيل يكون المحلول حامضياً أي pH أقل من ٧، وقد يحدث في بعض المحاليل عكس ذلك فتصبح قلوية أي pH أعلى من ٧، أما إذا تساوت كمية أيونات الهيدروجين مع كمية أيونات الهيدروكسيل يكون المحلول متعادل أي pH يساوي ٧.

وتختلف الأراضي في الرقم الهيدروجيني ففي المناطق الرطبة والغزيرة الأمطار تكون الأراضي حامضية، لأنه بتوالي نفاذ الماء خلال طبقات الأرض يذيب وينقل معه مختلف الكاتيونات الأرضية مثل الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ويحل الهيدروجين محل هذه الكاتيونات على سطوح الغرويات الأرضية. بينما تكون الأرض قلوية التأثير في المناطق القليلة الأمطار أو الجافة نتيجة لانعدام غسيل الأرض وتشبعها بالقواعد كما هو الحال في أراضي المملكة العربية السعودية فالرقم الهيدروجيني لها أكبر من ٧ . (انظر الشكل ١٥).

أفضل رقم حموضة هو المتعادل pH =٧ ، ولكنه نادراً في التربة وعموما يعتبر pH = ٧,٥ – ٥,٥ هو الأفضل.



شكل (١٥) يوضح مجالات رقم الحموضة في الأراضى

أهمية معرفة رقم حموضة الأرض

بمعرفة رقم pH التربة يمكن الحكم على الظروف المتوقعة لنمو النباتات وعلى مدى ملاءمتة الأرض لنمو المحاصيل المختلفة بها ويتضح ذلك من الآتي: -

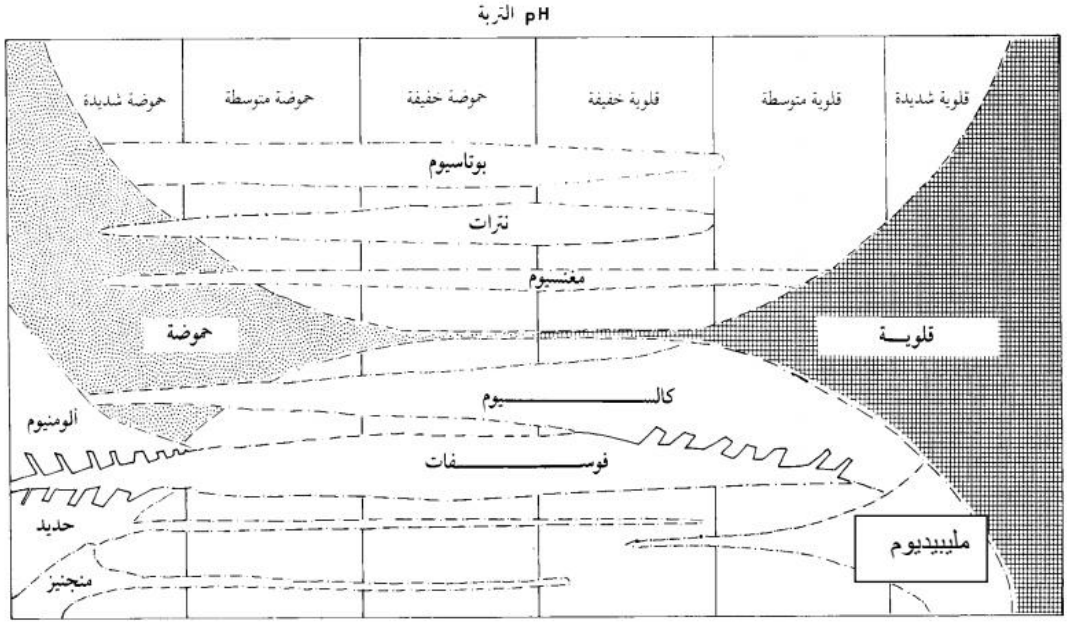
أولا: تأثيره على امتصاص الغذاء ونمو النبات: -

(أ) - طريق التأثير المباشر لأيون الهيدروجين: -

ارتفاع تركيز الهيدروجين المتبادل يقلل قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية لتنافسه مع بقية الكاتيونات في عملية التبادل ومواقع الإدمصاص على جذور النباتات. بالإضافة إلى ذلك التسمم الذي ينشأ لزيادة الحموضة أو القلوية.

(ب) - تأثيره غير المباشر على تيسر العناصر الغذائية الضرورية للنبات :

بعض العناصر الغذائية الضرورية للنبات يقل تيسرها ، ولا يستطيع النبات امتصاصها من التربة عند ارتفاع أو انخفاض رقم الحموضة (pH) . شكل (١٦)



شكل (١٦) تأثير الـ pH غير المباشر على تيسر العناصر الغذائية الضرورية للنبات

ثانيا: تأثير رقم الحموضة على النشاط الحيوي في التربة

لكل نوع من الكائنات الحية الدقيقة رقم حموضة مثالي تعيش عنده وبالتالي يبلغ نشاطها أقصاه، ونتيجة لهذا النشاط تنشط تفاعلات حيوية معينة قد تكون نافعة أو ضارة حسب طبيعة النشاط والظروف الموجودة، فمثلا بكتريا العقد الجذرية التي تعيش على جذور البقوليات أقصى ما تثبته من الأزوت الجوي (النيتروجين) عندما يكون رقم الحموضة قريبا من التعادل، وفي هذه الدرجة من الحموضة تجود معظم نباتات العائلة البقولية.

وإن كان في الحقيقة لكل نوع من النباتات رقم حموضة يلائم نموه، إلا أنه يمكن القول بوجه عام أنه إذا انخفض رقم الحموضة أو ارتفع كثيرا أصبح الوسط غير ملائم للنمو إذ تموت الجذور بسبب إما الحموضة الزائدة أو القلوية المرتفعة.

كما أنه توجد علاقة بين رقم الحموضة وتعرض النباتات للأمراض، فمرض تدرن الجذور الذي يصيب الكرنب والقرنبيط ينتشر في التربة إذا كان رقم الحموضة ٦ =pH . وتؤثر حموضة التربة على محصول البطاطس وصفاته إذ تساعد على انتشار مرض الجرب أو عدم انتشاره ، فقد وجد أن رقم الحموضة الذي يلائم نمو الجرب يتراوح بين ٥,٥ - ٧,٥ =pH . عموما النباتات تنمو جيدا في الظروف التي تتراوح فيها أرقام الحموضة بين ٥,٥ - ٧,٥ =pH

و زيادة قلوية الأرض عن ٩ =pH ، أو أنخفض عن ٤ =pH ، فكلتا الحالتين سواء القلوية الزائدة أو الحموضة الزائدة يؤديان إلى تسمم النبات أو إلى موت الجذور.

العوامل التي تؤثر على pHالتربة ٨ Factors affecting the Soil pH

١ - تركيز ثاني أكسيد الكربون (Co_2) :

أهم عامل يعمل على تغيير حموضة التربة. ففي وجود الماء يذوب هذا الغاز مكونا حمض الكربونيك، وبزيادة ثاني أكسيد الكربون في النظام الأرضي يزداد تركيز أيونات الهيدروجين الناتجة وبالتالي ينخفض الرقم الهيدروجيني.

٢ - المناخ:

ارتفاع نسبة الرطوبة في المناطق الممطرة يؤدي إلى خفض الرقم الهيدروجيني والعكس. ولذلك نجد عموما أن قيم أرقام الحموضة في المناطق الرطبة تمتد ما بين أقل قليلا من ٥ إلى أعلى قليلا من ٧، في حين قيم أرقام الحموضة في المناطق الجافة تمتد ما بين أقل قليلا من ٧ إلى حوالٍ ٩.

٣ - زيادة المادة العضوية: -

تتكون مركبات حامضية وأحماض أثناء تحلل المادة العضوية وبالتالي ينخفض رقم حموضة التربة.

٤ - تأثير الأسمدة المعدنية: -

بعض الأسمدة لها تأثير حامضي أو قاعدي أو متعادل في التربة .

٥ - تأثير العمليات الزراعية: -

معظم العمليات الزراعية من ري وحرث وعزق وخلافه تساعد على زيادة حموضة التربة

---

٨ يجب ملاحظة أن التغير الذى يحدث لـ pH يكون ضئيلا جداً في الزمن القصير

(الرقم الهيدروجيني).

٦ - حالة الصرف: -

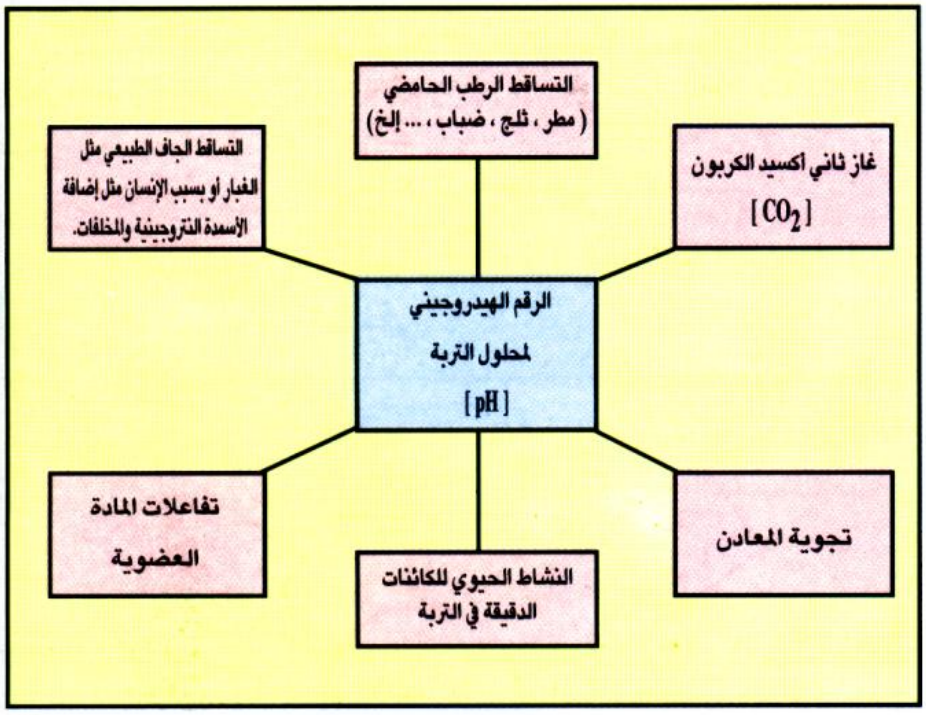
في حالة الأراضي الغدقة ذات التهوية الرديئة يكون الرقم الهيدروجيني فيها - إذا لم تكن غنية في الصوديوم المتبادل - قريبة من المتعادل أو تميل نحو القلوية، ولكن عندما يتحسن صرف هذه الأراضي ينخفض الرقم الهيدروجيني لهذه الأراضي.

٧ - حالة التأكسد والاختزال: -

يتأثر الرقم الهيدروجيني أيضا بحالة التأكسد والاختزال التي تكون فيها بعض العناصر التي لها القدرة على تغيير تكافئها تبعا لحالة التهوية، فالمنجنيز مثلا يكون ثنائي في التهوية المحدودة ويكون رقم الحموضة منخفضا ويتحول إلى التكافئ الرباعي في حالة التهوية الجيدة ويكون الرقم الهيدروجيني مرتفعا.

٨ - درجة تشبع الغروى بالقواعد:

النسبة بين الهيدروجين الممتص والقواعد المتبادلة على المعقد الغروي يتوقف على درجة تشبع الغروي بالقواعد فعند انخفاض درجة التشبع بالقواعد فإن هذا يعني ارتفاع كمية الهيدروجين الممتص وبالتالي تميل الأرض إلى الناحية الحامضية والعكس صحيح.



شكل (١٧) العوامل الفيزيائية والكيميائية والحيوية التى تؤثر على الرقم الهيدروجيني في محلول التربة .

الفعل التنظيمي للأرض Buffering action of soil

يقصد به قدرة الأرض على مقاومة التغير في pH التربة دون زيادة أو نقص عند استعمال محاليل حمضية أو قلوية.

والفعل التنظيمي أحد خواص الأحماض والقواعد الضعيفة وأملاحها وبالرغم من وجود بعض الأيونات كالكربونات والبيكربونات والفوسفات وأحماضها بوفرة في التربة فإن أهم المواد بالنسبة لهذه الظاهرة هو المعقد الغروي نفسه (الطين والدبال) الذى يعمل كحامض ضعيف حيث تنفصل منه أيونات الهيدروجين بدرجة بسيطة.

فعند إضافة كربونات الكالسيوم مثلا لمعادلة الحموضة النشطة في المحلول الأرضي تنتقل أيونات الهيدروجين المدمصة من على سطوح الغرويات إلى المحلول الأرضي، ونتيجة لذلك فإن الارتفاع في pH التربة يكون غير محسوس إطلاقا ويبقى كذلك حتى يضاف كمية كبيرة من كربونات الكالسيوم تكفي لمعادلة كل الهيدروجين المدمص ، وهو ما لا يحدث عمليا في الطبيعة. وكما يحدث بالنسبة لارتفاع pH التربة يحدث أيضا بالنسبة لانخفاضها ، فمثلا إذا أضيفت محاليل حمضية للأرض فإن هذا يسبب زيادة مؤقتة في تركيز أيونات الهيدروجين في محلول التربة ينتج عنها بالتالي نقص في pH الأرض ولكن سرعان ما تتحول أيونات الهيدروجين النشطة الفعالة في المحلول الأرضي إلى الصورة المدمصة على المعقد الغروي وبذلك يعود رقم pH التربة إلى ما كان عليه (انظر الشكل ١٨).

وعموما تختلف قدرة الأرض التنظيمية على حسب محتوياتها من المواد التي يمكن أن تساهم من جانبها في ثبوت حالة الاتزان هذه ، وذلك بحسب طبيعتها الحامضية الضعيفة أو القاعدية الضعيفة، فبعض الأراضي تقاوم تغير الـ pH فيها بإضافة مواد تؤدي إلى زيادة تركيز أيون الأيدروجين أو الايدروكسيل في النظام ، في حين لا تستطيع أراضي أخرى مقاومة أثر هذه المواد على رقم الحموضة فيها. ويقال للأراضي الأولى أن لها فعل تنظيمي جيد - هذا ويقوم بالفعل التنظيمي في الأرض مواد مختلفة أهمها: -

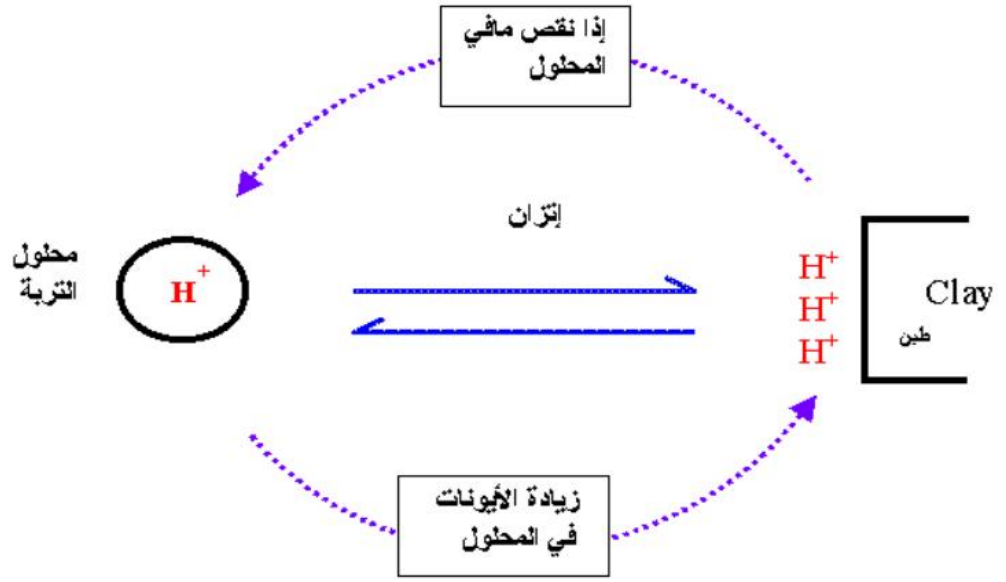
١ - المادة العضوية لاسيما الدبال .

٢ - المعقد الغروي الذي يعتبر حامض ضعيف.

٣ - نسبة الكربونات ولاسيما كربونات الكالسيوم مع غاز ثاني أكسيد الكربون الذائب في المحلول الأرضي.

٤ - هيدروكسيد الحديد والألمونيوم.

٥ - أملاح الفوسفات الذائبة عند وفرتها في الأرض.



شكل (١٨) رسم توضيحي يبين العلاقة بين الهيدروجين المدمص على معدن الطين في حالة اتزان مع أيونات الهيدروجين النشطة في المحلول الأرضي

أهمية معرفة الفعل التنظيمي للأرض: -

أ - إن ثبات رقم حموضة الأرض، له أهمية كبيرة بالنسبة لثبات خواص الأرض ونشاط الكائنات الدقيقة ونمو جذور النباتات ودرجة تيسير العناصر الغذائية بالتربة أو انطلاق بعض العناصر الغذائية الصغرى بكميات قد تسمم النباتات.

ب - تحدد كذلك كمية المواد المصلحة (المحسنات) الواجب إضافتها للأرض ، فإضافة الجير للأراضي الحامضية بقصد رفع pH أو الكبريت للأراضي القلوية لخفض قيمة pH التربة يتدخل فيها أيضا قوام التربة ونوع معدن الطين السائد بها ونسبة وكمية المواد العضوية وهي خواص تساهم في معرفة السعة التبادلية للتربة وقدرتها التنظيمية والتي ترتبط بكمية المحسنات الواجب إضافتها للأرض. فكلما زادت قدرة الأرض التنظيمية كلما لزم لهذه الأراضي كميات كبيرة من المواد المصلحة سواء عند تعديل حموضتها أو تعديل قلويتها.

تدريبات وتمارين

س١ ـ عدد الأسباب التى تؤدي إلى فقد المادة العضوية من التربة ؟

س٢ ـ اشرح بالتفصيل العوامل التى تؤثر على السعة التبادلية الكاتيونية للتربة ؟

س٣ ـ تكلم عن أهمية المادة العضوية للتربة ؟

س٤ ـ ماذا تعرف عن الرقم الهيدروجيني للتربة ؟

س٥ ـ عرف الآتي :

ه - السطح النوعي

و - غرويات التربة .

ز - السعة التبادلية الكاتيونية للتربة .

ح - محلول التربة .

ط - الفعل التنظيمي للتربة.

س٧ ـ علل الآتي :

ه - يدمص على سطح التربة العناصر التى تحمل شحنة موجبة

و - النباتات صغيرة العمر أسرع في التحلل .

ز - يزداد تحلل المادة العضوية في المناطق الرطبة.

ح - التربة الطينية أكثر خصوبة من الرملية.

ط - كثرة الأمطار تؤدي إلى خفض الرقم الهيدروجيني.

س٨ ـ ضع علامة صح أو خطأ ، بين الأقواس :

( ) من خواص الطين قابليته للتشكيل .

( ) تأثير المادة العضوية في التربة لا يستمر سنوات .

( ) أفضل درجة حموضة ٥ – ٨,٥ .

( ) الكاتيونات عناصر تحمل شحنة موجبة .

( ) تزداد السعة التبادلية الكاتيونية للتربة كلما زاد حجم حبيبات التربة .

( ) الـ pH في ترب المملكة أعلى من ٧ .

( ) يزداد تيسر عنصر الكالسيوم عندما ينخفض الـ pH.

( ) جهاز الـ pH يعتمد على تركيز الهيدروجين في محلول التربة .

( ) القلوية الشديدة تسبب موت للنبات .

( ) pH = ٦ – ٧ قلوي خفيف .

أساسيات تربة

الخواص الحيوية للتربة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة :

زيادة وتشجيع حيوية التربة والمحافظة عليها بالوسائل والعمليات البسيطة المتوفرة في الحقل.

الأهداف :

١ - أن يقترح المتدرب العمليات والإجراءات الزراعية المناسبة للظروف المناخية في المملكة للحفاظ والحصول على تربة خصبة.

٢ - أن يميز المتدرب بين الكائنات الحية النافعة والضارة في التربة بالفحص بواسطة المجهر.

٣ - أن يحصي المتدرب المشاكل التى يواجهها المزارعين في الحقل بدقة.

٤ - أن يشرح المتدرب عملية تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة البكتريا العقدية بدقة.

٥ - أن يرسم المتدرب دورة النيتروجين في الفصل بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٩٥ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٣ - ٤ ساعات

الوسائل المساعدة :

١. عينات لجذور نباتات مصابة ببكتريا العقد الجذرية ،والنيماتودا .
٢. الإعجاز العلمي في القران الكريم.
٣. صور فوتوغرافية.

متطلبات الجدارة :

طالما أنه لا يوجد شيء قبل هذه الجدارة يجب التدرب على جميع الجدارات لأول مرة.

الخواص الحيوية للأراضي

درسنا الخواص الطبيعية والخواص الكيميائية للتربة، وهذه الخواص لا تعطي التربة الصفة التي يمكن أن نطلق عليها تربة زراعية طالما لم تتوفر الخاصية الحيوية .

فالإنسان يمشي على الأرض وهو لا يرى وقد لا يتفكر بأنه يمشي على ملايين الكائنات الحية ، فمنها ما تم التعرف عليه ومنها لا يعرف، فسبحان الله

فتختلف الأرض الزراعية عن الصخر الذي نشأت منه في كثير من الخواص أهمها أن الصخر كتل هامدة ليس بها حياة أما الأرض الزراعية فيمكن اعتبارها نظام حي، لاحتوائها على العديد من الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بكثير من التفاعلات البيوكيميائية والتي تؤثر على خصوبة الأراضي للدرجة التي يمكن معها أن نقول أن الأرض الخصبة الجيدة هي التي تحتوي على أعداد أكبر من الكائنات الحية الدقيقة لقدرتها على تحويل المواد غير الصالحة لاستفادة النبات إلى صور صالحة للامتصاص من قبل النبات.

يقول الحق سبحانه:

(قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق ...الآية) (العنكبوت - آية ٢٠)

تشمل الكائنات الحية في التربة كلا من الكائنات التى يمكن رؤيتها بالعين المجردة وتسمى بالكائنات الكبرى ، مثل الديدان الأرضية والعناكب ومفصليات الأرجل. شكل (١٩)

شكل (١٩) أشكال الكائنات الكبرى

والكائنات التى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة وتسمى بالكائنات الحية الدقيقة .

وتنتمي الكائنات الحية الدقيقة في الأرض إلى المملكة النباتية أو المملكة الحيوانية ولذلك فهي على نوعين: -

(١) كائنات حية دقيقة نباتية وتتكون من البكتريا والأكتينومياس والفطريات والطحالب.

(ب) كائنات حية دقيقة حيوانية وتشمل النماتودا والبروتوزوا.

الكائنات الحية الدقيقة بالأرض الزراعية

ا- البكتريا:

كائنات وحيدة الخلية لا تحتوي على كلوروفيل فيما عدا أنواع قليلة جدا ، وتتكاثر لا جنسيا. ويزداد وجودها في الطبقة السطحية من القطاع الأرضي حيث تتحسن بها التهوية كما يزداد محتواها من المادة العضوية. وتقوم البكتريا بعمليات حيوية بالتربة كعمليات إنحلال المواد العضوية وعمليات التأزت وتثبيت الأزوت الجوي وأكسدة الكبريت.

وتوجد البكتريا في التربة بكثرة خيالية لدرجة أن السنتيمتر المكعب من التربة الغنية في المواد العضوية يحتوي على ٣٠ مليون بكتريا. ولذلك تكون البكتريا الميتة جزءا هاما من المادة الدبالية.

٢- الأكتينوميستس :

تلي البكتريا من حيث العدد في الأرض وتماثلها في الحجم تقريبا ، ومعدل نموها أقل من البكتريا. وهي أفضل مصدر لإنتاج مضادات حيوية مثل الثرامايسين، الستروبتومايسين.

٣ - ا لفطريات:

وهي نباتات خيطية لا تحتوي على الكروفيل، لذلك فهي غير ذاتية التغذية حيث تعتمد على المادة العضوية الموجودة بالتربة في الحصول على الكربون والطاقة اللازمين لها . معظمها عديد الخلايا ومنها ما هو وحيد الخلية .

وتتحمل الفطريات الحموضة بعكس البكتريا والأكتينومايستس التي تفضل الوسط المتعادل والمائل للقلوية، كما أن معظمها له القدرة على تحمل تركيزات مرتفعة من الأملاح والظروف البيئية غير الملائمة ، حيث يمكنها مثلا أن تعيش بصورة أفضل في الأراضي رديئة التهوية.

معيشتها :

١) تنتشر هذه الفطريات في الهواء - التربة - المياه (عذبة ، مالحة)

٢) تتطفل على النباتات والحيوانات مسببة لها الأمراض .

٣) غالبيتها تعيش في الظلام حيث الدفء والرطوبة .

٤ - الطحالب:

الطحالب كائنات حية ثالوسية بسيطة التركيب تحتوي على الكلوروفيل ، ولذا فهي كائنات ذاتية[9] التغذية ،تعيش عند أو بقرب سطح الأرض وتسلك سلوك النباتات الراقية في عاداتها الغذائية حيث تستخدم ثاني أكسيد الكربون وطاقة الشمس لبناء أجسامها بينما تأخذ الماء والعناصر الأخرى من الأرض، في حين أن بعض أنواع الطحالب له القدرة على المعيشة في غياب الضوء وتحصل على الطاقة اللازمة لها من المواد العضوية وبذلك تسلك اختيارا سلوك الأحياء الدقيقة النموذجية في عاداتها الغذائية. ويلاحظ أن غالبية الطحالب قادرة على المعيشة في مدى واسع من درجات الحرارة فيستطيع بعضها أن يعيش حتى درجة ٨٠ مْ ، وحتى ملوحة ٢,٥٪

أهمية الطحالب :

١ - لها أهمية في خصوبة التربة. الطحالب الزرقاء المخضرة تعمل على تثبيت النتروجين الجوي.
٢ - من المصادر الغذائية للأسماك.
٣ - إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون السام للحيوانات والأسماك البحرية وإمدادها بالأكسجين
٤ - .تستغل صناعياً لاستخراج اليود والبوتاسيوم والآجار[10].
٥ - للطحالب دور مهم في معالجة مياه الصرف الصحي ، حيث تقوم الطحالب بتوفير الأكسجين الذي تنتجه في عملية البناء الضوئي للبكتيريا التي تعمل على أكسدة المواد العضوية في تلك المياه
٦ - تدخل الطحالب في بعض الصناعات مثل صناعة الآيس كريم ومعاجين الأسنان ومنظفات البشرة ومزيلات الرائحة وأصباغ الأظافر ، وفي كثير من الصناعات الغذائية .
٧ - يستخرج من بعضها مواد كيميائية تدخل في تراكيب الأدوية .

٥ - البروتوزوا

هي أبسط المملكة الحيوانية، وتوجد في التربة بنسبة قليلة لعدم توفر الرطوبة الكافية لانتشارها، وانتشار البروتوزوا تسبب ضرر غير مباشر على المزروعات إذ تنقص أعداد البكتريا النافعة ، لأن البروتوزوا تبتلعها وتستعملها كغذاء .

---

9 الثالوس لفظ يطلق على جسم نباتي بسيط التركيب، لا تتميز فيه جذور ولا سيقان ولا أوراق

10 تستخدم في المختبرات العملية لعمل البيئات لتنمية الفطريات والبكتريا .

٦- النيماتودا :

وهي حيوانات صغيرة تسكن جذور النباتات وتعيش متطفلة عليها .

وهي إحدى الأفات الزراعية التى تسبب أضرار جسيمة على المحصول .

شكل (٢٠) جذور نبات مصابة بالنيماتودا

انتشار الكائنات الحية في التربة : -

يعتبر انتشار الكائنات الحية في التربة دليلاً على خصوبتها كما أن وجود عدد كبير من الكائنات الحية ضروري لاستمرار خصوبة التربة إلا إن من بين الكائنات الدقيقة مجموعة كبيرة تسبب الأمراض . وتتأثر أعداد الكائنات الحية الدقيقة في الأرض بعديد من العوامل التي تؤثر على خواص الأرض كبيئة لنمو ونشاط هذه الكائنات وذلك مثل الرطوبة والحرارة ومحتوى الأرض من المادة العضوية ورقم الحموضة ومدى احتواء الأرض على العناصر المعدنية التي تحتاجها هذه الكائنات.

وتتأثر أعدادها حسب الموسم من السنة. كما تتأثر الأعداد بالعمق فتزداد في الطبقات السطحية من القطاع الأرضي .

وكذلك قوام الأرض فتزداد الأعداد في الأراضي الطينية عن الرملية لارتفاع خصوبتها. كذلك تتأثر أعداد الكائنات الحية الدقيقة في الأرض بتركيز الأملاح ومدى تعرضها للابتلال والجفاف، كما أن الأرض المنزرعة تحتوي أعداداً أكثر من الأرض البور.

النشاط الحيوي لميكروبات التربة وعلاقته بخصوبة الأراضي:

تعتبر المادة العضوية في الأراضي مصدرا للنتروجين والفوسفور والكبريت إذ أنها تضم حوالي ٩٨٪ من النتروجين الكلي بالأرض ومن ٥ - ٦٠٪ من الفوسفور الكلي بها ومن ١٠ - ٨٠٪ من الكبريت الكلي الموجود بالأرض.

وفضلا عن أن العمليات الكيماوية والحيوية اللازمة لتحويل هذه المصادر العضوية إلى الحالة الأيونية الصالحة للامتصاص النباتي، فإن هذه العمليات تمنع تراكم وتجمع المادة العضوية على سطح التربة أو داخلها وبذلك تصبح وسط طبيعي وملائم لنمو لمزروعات.

ومن أهم العمليات الحيوية التي تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة في المركبات العضوية المختلفة هي :

١ - تحليل المادة العضوية وتكوين الدبال ، وتحويلها إلى مواد بسيطة يمكن للنبات الاستفادة منها.

حيث تعتبر عملية تحليل المادة العضوية في التربة عملية حيوية تقوم بها كائنات حية دقيقة مثل البكتريا والفطريات والطحالب ، و البروتوزوا. فإذا كانت الظروف ملائمة للتحلل (مثل توفر الرطوبة المناسبة - مع درجة الحرارة الملائمة للنشاط الميكروبى إضافة إلى درجة الحموضة المناسبة ودرجة التهوية الملائمة) نشطت حينئذ العوامل المؤدية إلى تزايد النشاط الميكروبى بها وتنشط الأحياء الدقيقة في الأرض في تحليلها ، وبذلك تحولها إلى مخلوط معقد غيرمتجانس التركيب مازالت به بعض المواد المقاومة للتحلل يطلق عليه الدبال.

$$\text{مادة عضوية} \xrightarrow[\text{ظروف ملائمة للتحلل}]{\text{نشاط الأحياء الدقيقة}} \text{دبال} + \text{طاقة} + \text{أحماض} +$$

٢ - عملية النشدرة: Ammoni Fication

وهي عملية تحويل نتروجين المواد العضوية النتروجينية إلى أمونيوم (NH_4)

٣ - عملية التأزت Nitrihcation

حيث تعمل على أكسدة الأمونيوم التى تكونت في عملية النشدرة ، أو المضافة للتربة ، إلى نترات (No_3). وتكمن أهمية هاتين العمليتين إذا علمنا أن معظم النيتروجين يمتصه النبات على صورة أمونيوم أو نترات

٤ - عملية عكس التأزت: **Denirri Fication**

تلجأ بعض أنواع البكتريا في حالة عدم وجود ما يلزمها من أكسجين إلى الحصول على الأكسجين اللازم لها من النترات (No_3) الموجودة في التربة فتحولها إلى غاز النيتروجين أو غاز الأمونيا، الذى يفقد و يتطاير في الجو .

انظر الشكل (٢٣)

وتتأثر عملية عكس التأزت بالعوامل الآتية:

أ - رقم حموضة التربة:

القلوية تسرع عملية عكس التأزت والحموضة تبطئها.

ب - زيادة الرطوبة:

زيادة الرطوبة إلى الحد الذي يقلل الأكسجين في الأرض تزيد مقدار النتروجين الذي يفقد في عملية عكس التأزت.

ج - درجة الحرارة :

تنشط بكتريا عكس التأزت بارتفاع درجة الحرارة (٦٠ - ٥٦٥ م).

د - تركيز النترات:

يكون الفقد كبيرا عند إضافة الأسمدة النتراتية في وجود مخلفات عضوية غير متحللة بعد. ومن حسن الحظ أن التخلص من العمل لهذه البكتريا سهل نسبيا وذلك بتحسين حالة الصرف في التربة وخدمتها من حرث وتقليب وغريق وتهوية.

٥- عملية تثبيت النيتروجين الجوي Nitrogen Fixation

وهي العملية التى يختزل بها غاز النيتروجين (N_2) إلى الأمونيوم (NH_4) ، والأخير يمكن للنبات استغلاله.

المصدر الأصلي للنيتروجين الأرضي هو الجو والذي يشكل أربعة أخماس الهواء الجوي تقريبا. ويعلو مساحة الدونم الواحد من الأرض طبقة من النيتروجين الجوي تصل إلى حوالي ٨٦٠٠ طن، وهذا المورد الذي لا ينضب ثابت المقدار.

ولكن الاستفادة من النيتروجين الجوى قاصراً على أنواع قليلة جدا من الكائنات الدقيقة، أما بقية الأحياء فإنها تستخدم النيتروجين في صورة مركبات عضوية أو معدنية.

تحول النيتروجين الجوي إلى نيتروجين عضوي يتم تثبيته بواسطة كائنات حية دقيقة ، بعضها يعيش في عقد على جذور النباتات البقولية، وأخرى تسلك حياة مستقلة - حرة - وهذه الكائنات الدقيقة تثبت النيتروجين الجوي في درجات الحرارة والضغوط الجوية العادية. وتسمى هذه العملية بالتثبيت الآزوتي وتتم

بواسطة بعض أنواع البكتريا والطحالب . وكتقدير متحفظ فإنه يضاف للتربة مابين ١٥٠ و ٢٠٠ مليون طن متري كل سنة من النيتروجين المثبت بواسطة الكائنات الدقيقة.

البكتريا المثبتة للنيتروجين الجوي : -

تتم عملية التثبيت بواسطة مجموعتين: -

أ- تثبيت غير تبادلي:

والبكتريا التي تقوم بذلك لها القدرة على استخدام النيتروجين الجوى لبناء أجسامها مستقلة – حره المعيشة - عن النبات ، وهي نوعان :

١- هوائية وتسمي الأزوتوباكتر *Azotobacter*

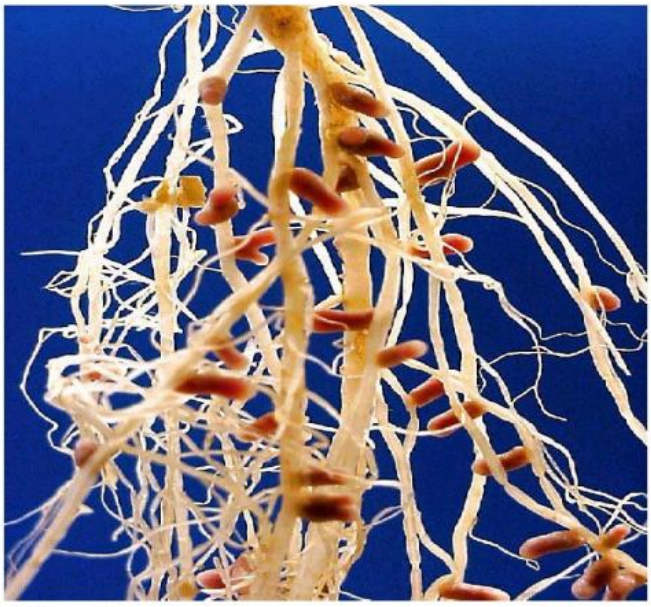
٢- لا هوائية وهي الكلوستريديم *Clostridium*

ويمكنهما تثبيت نحو سبعة كيلوجرامات من النتروجين للهكتار كل عام. وقدرة هذه البكتريا على تثبيت النتروجين تحت الظروف الطبيعية محدودة لحاجتها إلى مصدر طاقة.

ب- تثبيت النيتروجين بطريقة تبادل المنفعة [11]:

وتقوم به أنواع خاصة من البكتريا من جنس الرايزوبيوم *Rhizobium* – البكتريا العقدية - (شكل ٢١ ، ٢٢) وجنس *Bradyrhizobium* التي تعيش على جذور النباتات البقولية معيشة تعاونية (تبادل المنفعة - تكافلية) فيمد النبات الميكروبات بحاجتها من المواد الغذائية، بينما تمد البكتريا النباتات بالنيتروجين. هذا ولا يمكن لهذه البكتريا أن تثبت النيتروجين وهي حرة في التربة، ولكن عندما تلامس هذه البكتريا جذور نباتات العائلة البقولية ينفذ بعضها في الشعيرات الجذرية وتتكاثر بسرعة مكونة عقدا تسكن وتعيش فيها وقد تحتوي كل عقدة على ملايين من البكتريا، هذا ويختلف عدد العقد في النبات الواحد من بضعة عقد إلى مئات العقد أو أكثر. وفي العقد الجذرية تقوم البكتريا بتثبيت النتروجين الذي أخذته من الهواء الجوي لاستخدامها الخاص وتمد به المحصول المنزرع الأمر الذي يجعل لبكتريا العقد الجذرية شأن كبير في إمداد نباتات العائلة البقولية بالنتروجين. وقد وجد أن حوالي ثلثي النيتروجين الكلي في النبات البقولي مصدره هذه البكتريا على الأقل، والباقي يأخذه النبات البقولي من الأرض.

11 يجب التركيز عليها دون ما سبق لأهميتها الزراعية.



شكل (٢١) العقد البكتيرية(الرايزوبيوم *Rhizobium*)

ولذلك فإن لهذا النوع من النشاط التكافلي أهمية اقتصادية كبيرة . ولكل مجموعة معينة من نباتات العائلة البقولية نوع معين من البكتريا العقدية يمكن أن يقوم بعملية التثبيت هذه فيها ، والتي تعطي إنتاج جيد للبقوليات، وهذا يستلزم تزويد التربة بها في حالة عدم وجودها بالأرض وتعرف هذه العملية بتلقيح التلقيح الحيوي للتربة.

شكل (٢٢) العقد البكتيرية(الرايزوبيوم *Rhizobium*)

وبالطبع فإن هذا يقودنا إلى القول بأنه من الضروري عند زراعة محصول بقولي لأول مرة في الأرض أن يتم تلقيح التربة بالبكتريا العقدية المناسبة لنوع المحصول البقولي ،لأن هذه البكتريا يمكنها تثبيت من ٢٠ - ٣٠ كجم نيتروجين للدونم في العام الواحد حسب نوع المحصول إذا ما توافرت السلالات السليمة الملائمة من بكتريا العقد الجذرية، أو إذا أضيفت إلى البذور كملحقات تجارية.

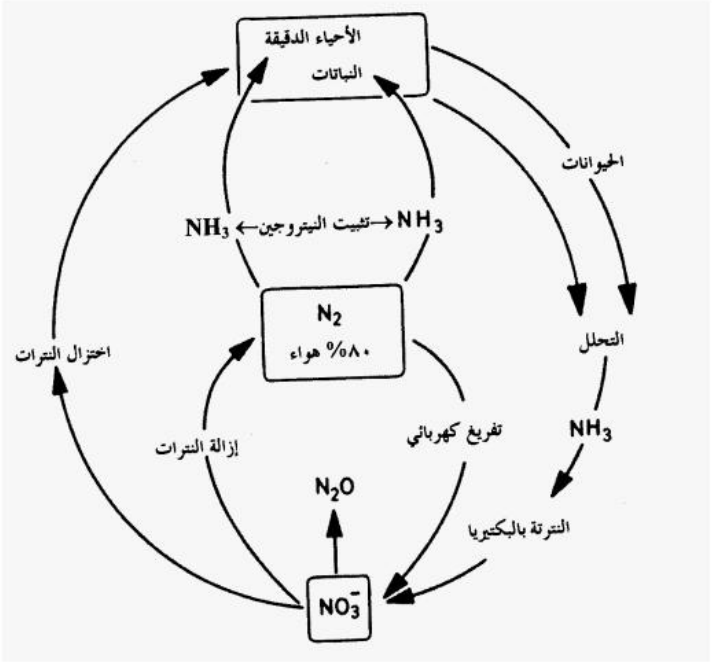
ولقد وجد أن حرث جذور النباتات البقولية دون السوق والأوراق لا يفيد كثيرا في زيادة كمية النيتروجين في الأرض لأن معظم النتروجين الموجود بهذه النباتات يوجد في المجموع الخضري.

لهذا ينصح عند استخدام هذه النباتات كسماد أخضر أن يحرث النبات بأكمله في الأرض قبيل فترة التزهير مباشرة باعتبار أن عملية التثبيت تصل إلى أقصاها في النبات خلال هذه الفترة.

ا لطحالب المثبتة للنيتروجين :

تثبت النتروجين الجوي، وتوجد هذه الطحالب في جميع البيئات التي يتوافر فيها ضوء الشمس ولذلك فنشاطها غالبا في الطبقة السطحية من التربة ، وتتميز بأنها ذاتية التغذية . وهذا النوع من الطحالب يشاهد على سطح البرك ولها أهميتها الاقتصادية في مزارع الأرز.

حيث توجد أنواع مختلفة من الطحالب الزرقاء المخضرة Blue-gneen Algae



شكل (٢٣) دورة النيتروجين

تدريبات و تمارين

س١ : حدد نوع واحد من كلٍ من الكائنات الحية النافعة والضارة مع الشرح.؟

س٢ : حدد بعض المشاكل والأمراض المتعلقة بالخواص الحيوية في مزارع منطقتك ؟

س٣ : كيف يمكن التقليل من عملية عكس التأزت ، حدد عاملين فقط ؟

س٤ : تكلم عن عملية تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة البكتريا العقدية من حيث :

أ -نوع البكتريا

ب - العائل لها

ج - الظروف المناسبة

د - أهميتها

س٥ : ماذا تعنى لك العبارات الآتية :

أ - عملية التأزت.

ب - كائنات ذاتية التغذية.

ج - بكتريا الرايزوبيوم.

د - التربة جسم حي.

س٦ : علل لما يأتي : -

١ - الطحالب لها دور في إثراء خصوبة التربة .

٢ - نشاط عملية عكس التأزت في المملكة.

٣ - عملية التأزت مفيدة.

٤ - الفطريات غير ذاتية التغذية.

س٧ : ارسم دورة النيتروجين بالتفصيل، مع تغيير بعض المصطلحات عليها.

س٨ : أجب بوضع علامة(صح أو خطأ) بين الأقواس :

( ) -النيماتودا تعيش معيشة تكافلية مع النبات.

( ) -عملية التأزت تأتي بعد عملية النشدرة.

( ) -جميع الكائنات الحية الدقيقة لاترى بالعين المجردة.

( ) -الطحالب توفر كمية من الأكسجين.

( ) -يجب قلب المحصول البقولي في التربة بعد التزهير.

قائمة الأشكال

الصفحة

شكل (١) العلاقة بين الصخور ٤
شكل (٢) رسم يوضح الأفاق المختلفة للقطاع الأرضي ٢٣
شكل (٣) قطاع أرضي ٢٤
شكل (٤) النسب المئوية لمكونات التربة الزراعية المثالية لنمو النبات ٢٧
شكل (٥) الدورة المائية ٢٩
شكل (٦) مقدار القوى التى يمسك بها ماء التربة ٣٠
شكل (٧) علاقة ماء التربة بحبيبات التربة غير المشبعة ٣١
شكل (٨) العلاقة العامة بين الخواص الرطوبية للتربة وقوامها ٣٣
شكل (٩) مقارنة بين أحجام وأشكال حبيبات الرمل والغرين والطين ٤٠
شكل (١٠) مثلث القوام ٤١
شكل (١١) علاقة البناء الأرضي بخواص التربة ٤٣
شكل (١٢) أشكال بناء التربة ٤٥
شكل (١٣) يبين امتصاص الحرارة وفقدها من التربة ٥٣
شكل (١٤) التفاعلات الكيميائية بين أطوار التربة ٦٨
شكل (١٥) مجالات رقم الحموضة في الأراضي ٧١
شكل (١٦) تأثير الـ pH غير المباشر على تيسر العناصر الغذائية
الضرورية للنبات ٧٢
شكل (١٧) العوامل الفيزيائية والكيميائية والحيوية التى تؤثر على الرقم
الهيدروجيني في محلول التربة ٧٤
شكل (١٨) العلاقة بين الهيدروجين المدمص على معدن الطين في
حالة اتزان مع أيونات الهيدروجين النشطة في المحلول الأرضي ٧٦
شكل (١٩) أشكال الكائنات الحية الكبرى ٨١
شكل (٢٠)جذور نبات مصابة بالنيماتودا ٨٤
شكل (٢١ ، ٢٢) العقد البكتيرية (الرايزوبيوم *Rhizobium*) ٨٨
شكل (٢٣) دورة النيتروجين ٨٩

قائمة الجداول

الصفحة

جدول (١) تقسيم حبيبات الأرض ٤٢
جدول (٢) العلاقة بين قوام الأرض والسعة التبادلية الكاتيونات بها..... ٦٩

المحتويات

الصفحة

الوحدة الأولى ١
أولا الصخور والمعادن..... ٢
١ -١ تقسيم الصخور بحسب النشأة والتكوين ٢
١ -١ -١ الصخور النارية (الأولية)..... ٣
١ -١ -١ -١ أقسام الصخور النارية ٣
١ -١ -٢ الصخور الرسوبية ٣
١ -١ -٢ -١ أقسام الصخور الرسوبية ٣
١ -١ -٣ الصخور المتحولة ٤
ثانيا نشأة التربة..... ٥
٢ -١ التجوية ٥
٢ -١ -١ أقسام عمليات التجوية..... ٥
٢ -١ -١ -١ التجوية طبيعية (الميكانيكية) ٦
٢ -١ -١ -٢ التجوية الكيميائية ٧
٢ -٢ تكوين التربة ١٠
٢ -٢ -١ عوامل تكوين التربة ١١
٢ -٢ -١ -١ أثر المناخ في تكوين الأراضي..... ١٢
٢ -٢ -١ -٢ أثر الكائنات الحية في تكوين الأراضي ١٢
٢ -٢ -١ -٣ الطبوغرافية أو الانحدار..... ١٣
٢ -٢ -١ -٤ مادة الأصل ١٤
٢ -٢ -١ -٥ أثر الزمن..... ١٤
٢ -٢ -٢ عمليات تكوين التربة..... ١٥
تدريبات وتمارين ١٨

الوحدة الثانية ٢٠
أولا : القطاع الأرضي ٢١
الوحدة الثالثة ٣٣
الخواص الطبيعية (الفيزيائية) للتربة..... ٣٤
١ - قوام التربة..... ٣٤
٢ - بناء التربة ٣٧
٣ - كثافة التربة ٤٢
٣ -١ الكثافة الحقيقية ٤٢
٣ -٢ الكثافة الظاهرية ٤٣
٤ - مسامية الأرض ٤٥
٥ - حرارة الأرض ٤٨
تدريبات وتمارين..... ٥٥
الوحدة الرابعة ٥٧
٤ - الخواص الكيميائية للتربة ٥٨
غرويات التربة ٥٩
١ - غرويات معدنية (الطين)..... ٥٩
٢ - غرويات عضوية أو الدبال.....٦٠
التبادل الأيوني ٦٣
السعة التبادلية الكاتيونية..... ٦٤
رقم حموضة التربة pH ٦٥
الفعل التنظيمي للأرض ٧٠
تدريبات وتمارين ٧٢
الوحدة الخامسة ٧٤
الخواص الحيوية للأراضي ٧٥
الكائنات الحية الدقيقة بالأرض الزراعية ٧٦
عملية تثبيت النيتروجين الجوي ٨١
تدريبات وتمارين ٨٤

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS