وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار – كلية الزراعة
قسم الاقتصاد الزراعي
المرحلة الثانية

خصوبة التربة (الجزء النظري)
المحاضرة الثانية

بسم الله الرحمن الرحيم

خصوبة التربة وانتاجية التربة

خصوبة التربة Soil fertility :

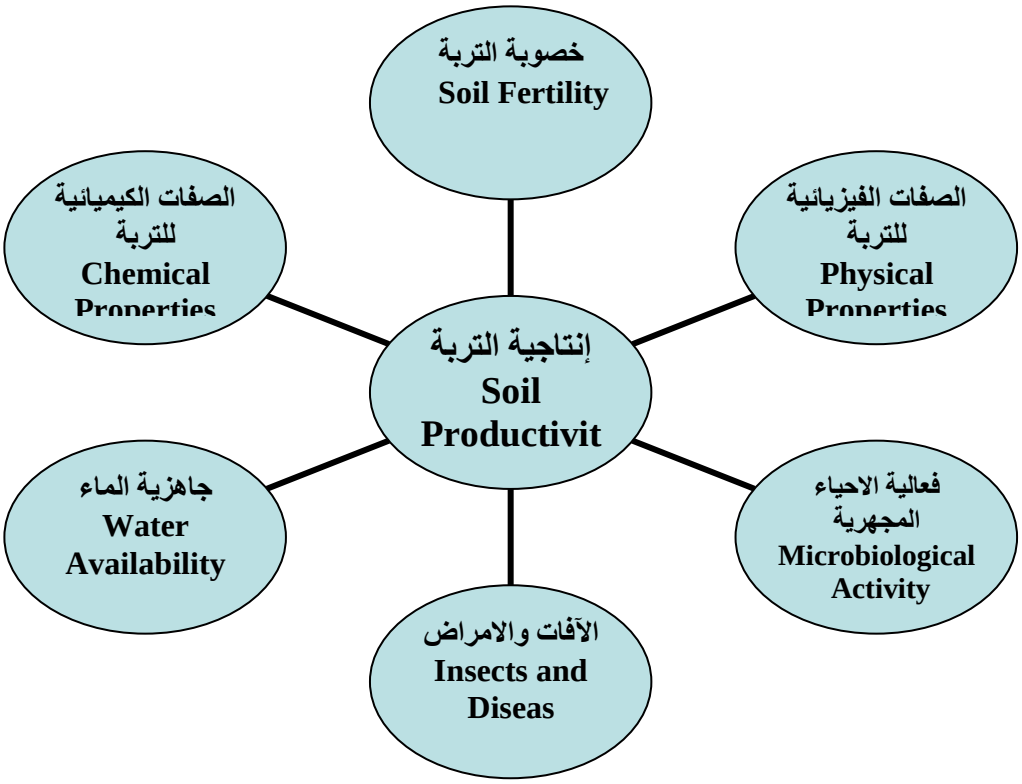
يقصد بخصوبة التربة التجهيز الكامل لحاجة المحصول من العناصر الغذائية والماء , وبصورة عامة يمكن تعريف خصوبة التربة إنها تعبير عن حالة التربة الغذائية أي مقدار ما تحتويه من عناصر غذائية بهيئة جاهزة وكمية كافية ومتوازنة بعضها لبعض وبعبارة أدق فأن خصوبة التربة : هي قابلية التربة على تجهيز العناصر الغذائية بالكميات والصور الملائمة لنمو النبات بشكل كافي ومتوازن للإنتاج الأمثل لمحصول معين.

وهناك عوامل عدة تتحكم بخصوبة التربة :

١. درجة تفاعل التربة (PH) .
٢. المادة العضوية (O.M).
٣. اعداد الأحياء المجهرية ونشاطها .
٤. نسجة التربة والتركيب المعدني.
٥. درجة التشبع بالايونات وتوزيعها في المحيط الجذري .
٦. رطوبة التربة وتهويتها ودرجة حرارتها.

إنتاجية التربة Soil Productivity :

يمكن تعريفها بأنها قدرة التربة على إنتاج نوع معين من المحاصيل بإتباع إدارة جيدة وتوفر الشروط الملائمة التي تحدد إنتاجية التربة وهي:



يتضح من المخطط أعلاه ان قدرة التربة على تجهيز العناصر الغذائية من خلال خصوبة التربة التي تعد من اهم العوامل التي تتحكم في إنتاجية التربة. كما ان لاحياء التربة والمادة العضوية دور أساسي في إنتاجية التربة فضلا عن العوامل الأخرى .

العلاقة بين خصوبة التربة وإنتاجيتها :-

التربة الخصبة ليست ضرورية لان تكون منتجة , مثال ذلك التربة ذات الصفات الفيزيائية الرديئة التي لا تعتبر منتجة رغم كونها خصبة لاحتوائها على العناصر الغذائية وكذلك التربة الغدقة قد تكون خصبة ولكنها غير منتجة بسبب الظروف الفيزيائية المتدهورة والتربة الملحية والقلوية ... الخ. قد تكون خصبة ولكنها غير منتجة لأنها تحدد نمو النبات والتربة بدون ماء حتى لو كانت خصبة فإنها غير منتجة مثال ذلك :الترب الصحراوية في العراق. لذا يمكن اعتبار كل تربة منتجة هي خصبة ولكن العكس غير صحيحاً.

هل خصوبة التربة صفة مكتسبة أم موروثة ؟

خصوبة التربة صفة مكتسبة بالنسبة لاحتوائها على العناصر الغذائية لذا فان التربة الرملية يمكن جعلها منتجة وهي ترب غير خصبة عن طريق إضافة المخصبات إليها , والتربة الخصبة يمكن أن تتدهور نتيجة الاستغلال الزراعي المفرط ويمكن تحسينها وإدامتها عن طريق إضافة الأسمدة وإتباع إدارة تربة جيدة.

ان إنتاجية الترب الزراعية هي محصلة عوامل عديدة تؤثر على المحصول سواء ما يتعلق بالتربة ام الظروف البيئية المحيطة ولهذا فان إنتاجية الترب تعكس الحالة الاقتصادية وليس خاصية مقتصرة على التربة .

وصف العالم (Jenny, 1930) الإنتاج بانه دالة المتغيرات يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية.

الإنتاج = دالة (التربة + الماء + الانسان + النبات + مقاومة الافات والامراض+ الزمن ..... الخ)

اذ جعل هذه المتغيرات بالوضع النموذجي يساهم في الحصول على اعلى انتاج ممكن .

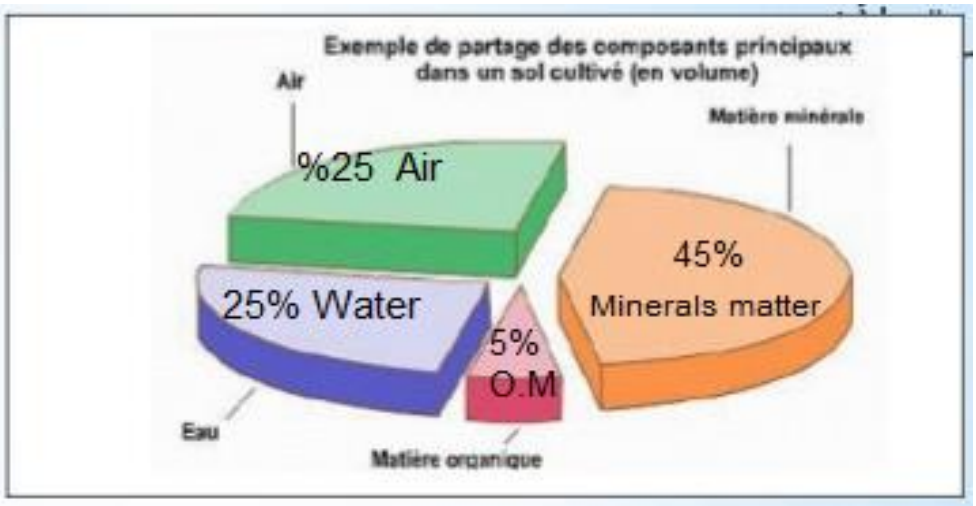
أسس ومفاهيم أوليه في خصوبة التربة والتسميد

تعرف التربة بأنها جسم طبيعي يتكون من مزيج من مواد معدنية وعضويه متحللة والتي تغطي سطح الأرض , وتعرف ايضاً بانها نظام يتكون من مواد غير متجانسه يشكل ثلاث اطوار مختلفه الصفات وهي الطور الصلب والطور السائل والطور الغازي . وتعرف من قبل المهتمين بها انها وسط لنمو النبات (علاقة العناصر الغذائية بالنبات) . اذ تقوم عند احتوائها على النسب الملائمة من الهواء والماء بتثبيت النبات وتجهيزه بمعظم احتياجاته للنمو .

*- لذلك تعتبر التربة مزيج من مواد معدنية وعضويه وماء وهواء .

*- النسب المثالية للتربة لنمو النبات تحتوي على النسب الحجمية التالية :

مواد معدنية ٤٥% مواد عضويه ٥% ماء ٢٥% هواء ٢٥%



من الضروري أن نؤكد بأن هذه المكونات ونسبها تختلف من تربه إلى أخرى , وأن نسب الماء والهواء تتغير في نفس التربة من وقت إلى آخر حسب الظروف الجوية والعمليات الزراعية .

*- أن المواد المعدنية والعضوية تشكل الجزء الصلب من التربة أما الماء والهواء فيشغل المسامات البينية بين الحبيبات ألصلبه .

اولا: الطور الصلب:

يتكون من الامواد الاوليه للتربة وهي حصيله للعمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية , ويعد المخزن الرئيسي لمعظم العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات لاكمال دوره حياته ويشمل الطور الصلب جزئيين رئيسيين وهما :

الجزء المعدني Inorganic portion والجزء العضوي Organic portion

- الجزء المعدني يتألف من حبيبات معدنية مختلفة الاقطار والاحجام وذلك لاختلاف اصل مكوناتها اذ ان بعضها خشن يمكن رؤيته بالعين المجرده وبعضها يصل الى قطر دقيق جدا لايمكن رؤيته حتى بالمجهر .

هناك عدة أنظمة لتصنيف هذه المفصولات من حيث القطر وأهمهما :

١. نظام وزارة الزراعة الامريكية :

٢. نظام الجمعية العالمية لعلم التربة : ويمكن تصنيفها كما يلي

المفصول	وزارة الزراعة الأمريكية USDA		الجمعية العالمية لعلم التربة ISSS	
	القطر (مليمتر)			
رمل Sand	خشن جداً	٢-١	خشن جداً	٢-٠,٢
	خشن	١-٠,٥	خشن	
	متوسط	٠,٥-٠,٢٥	متوسط	
	ناعم	٠,٢٥-٠,١	ناعم	٠,٢-٠,٠٢
	ناعم جداً	٠,١-٠,٠٥	ناعم جداً	
غرين Silt	٠,٠٥ – ٠,٠٠٢		٠,٠٢ – ٠,٠٠٢	
طين Clay	اقل من ٠,٠٠٢		اقل من ٠,٠٠٢	

ويوضح الجدول التالي الخواص العامة للحبيبات المعدنية في التربة، اذ يتضح من الجدول ان الخواص الفيزيائية وكذلك قدرة التربة على امداد النبات بالعناصر الغذائية يتوقف الى حد كبير على حجم الحبيبات المعدنية الموجودة في التربة.

جدول ( )الخواص العامة لحبيبات التربة المعدنية.

الخاصية	الرمل (٢-٠,٠٥) ملم	غرين (٠,٠٥-٠,٠٠٠٢)ملم	طين (اقل من ٠,٠٠٠٢)ملم
طريقة الفحص	العين المجردة	المجهر العادي	المجهر الالكتروني
المعادن السائدة	اولية	اولية وثانوية	ثانوية
تجاذب الحبيبات مع بعضها	منخفض	متوسط	عالي
تجاذب الحبيبات مع الماء	منخفض	متوسط	عالي
القدرة على مسك العناصر الغذائية وامداد النبات بهذه العناصر.	منخفضة جدا	منخفضة	عالية
خواص التماسك عندما تكون التربة رطبة	متفرقة	ناعمة	متلاصقة
خواص التماسك عندما تكون التربة جافة.	متفرقة جداً	تشبه البودرة	كتل صلبة

الجزء المعدني يتكون من:

١- المعادن الأولية Primary minerals

هذه المعادن تكونت وتبلورة عندما بردت الكتلة الملتهبة في باطن الارض لتكون الصخور والتي بدورها تعرضت الى عوامل تعريه طبيعية لتتكون المعادن الأولية واهم هذه المعادن هي: الكوارتز (SiO_2) والهورنبلنت والمايكا والمسكوفايت .

٢- المعادن الثانوية Secondary minerals

تنشأ هذه المعادن نتيجة عمليات التعريه وخاصة التعرية الكيمائية للمعادن الأولية التي تعد الاصل في تكون المعادن الثانوية وهي التي تجهز النبات بالعناصر الغذائية واهم هذه المعادن: الكلسايت ($CaCO3$) والدولمايت ($CaMg(CO_3)$) والابتايت ($Ca_5(PO_4)3$, (Cl , F)) والجبسوم ($CaSO_4.2H_2O$) والهيماتايت (Fe_2O_3) والجبسايت ($Al_2O_3.3H_2O$) ومعادن الطين الاخرى .

تعد معادن الطين من اهم المعادن الثانوية من حيث علاقتها الكبيرة بخصوبة التربة وتغذية النبات وذلك لكونها مخزناً للعناصر الغذائية بسبب خاصية الاحتفاظ وتبادل أيونات العناصر الغذائية، ويلعب الطين دوراً ويلعب الطين دورا مهما رئيسيا في كل التفاعلات الكيميائية والفيزيائية التي تحصل بالتربة والذي يؤثر بصورة مباشرة او غير مباشرة على العمليات الحيوية للتربة من خلال النقاط التالية:

١- التبادل الايوني الذي يعد صفه من صفات معادن الطين التي يكتسبها من دقة حبيباته ومع الماء يشكل نظام غرويا.

٢- يفسر الطين بأعتباره مخزن للعناصر الغذائية وجود العناصر الغذائية في التربة وتأثيره في نمو النبات.

٣- يؤثر الطين على الصفات الفيزيائية للتربة التي بدورها تؤثر في نمو النبات، اذ ان للطين مساحه سطحية كبيره جدا مقارنه بالرمل والغرين.

٤- يعمل الطين على تثبيت العناصر الغذائية مثل البوتاسيون والنيتروجين.

لمعادن الطين مجاميع رئيسية وهي:

اولا: مجموعة الكاؤلونايت Kaolinite group

تتمثل هذه المجموعه بمعدن الكاؤلونايت ويعرف هذا المعدن بمعدن ١:١ ويقصد بذلك ان طبقة معدن الكاؤلونايت تتكون من صفيحة رباعية الاوجه من السليكا مرتبطة بصفيحه ثمانية الاوجه من الالمنيوم ترتبط هاتان الصفيحتان مع بعضهما بواسطه ذرات الاوكسجين مكونة طبقة واحده للمعدن الطيني وهذه الطبقه تلتحم مع بطبقة اخرى بقوة بواسطة روابط الاوكسجين-هيدروكسيل وهذا يؤدي الى جعل تمدد وتوسع وكذلك التبادل الايوني لهذا المعدن قليل جداً مما يؤدي الى عدم حركة الماء والعناصر الغذائية بين الصفائح والوحدات وان السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) بين ٥-١٥ ملي مكافئ/١٠٠غم تربة.

ثانياً: مجموعة المونتمورلونايت Montmorillonite group

تشمل هذه المجموعة معادن المونتمورلونايت وتعرف بالمعادن ٢:١ ويقصد بذلك ان طبقة معدن المونتمولونايت تتكون من صفيحتين رباعية الاوجه وهي صفائح السيلكا بينهما صفيحة واحدة ثمانية الاوجه التي هي صفيحة الالمنيوم، ان وحدات هذا المعدن مرتبطة بعضها ببعض بصورة غير قوية وبذلك يكون توسع وتمدد صفائح ووحدات هذا المعدن كبيراً مما يسهل حركة الماء والكاتيونات بين الصفائح والوحدات وان CECلها تتراوح بين ٦٠-١٠٠ ملي مكافئ/١٠٠غم تربة.

ثالثاً: مجموعة الاليت Illite group

تتمثل بمعدن الاليت وهذا المعدن من معادن ٢:١ وهو يشابه معدن المونتمورلونايت غير ان بعض السيلكا استبدل بالألمنيوم ونقص الشحنات عودل بدخول البوتاسيوم والاخير الذي يجعل عملية تمدد وتوسع صفائح ووحدات هذا المعدن قليلة ولكنها أكبر من الكاؤلونايت وان CECلها تقدر بين ١٠-٤٥ ملي مكافئ/١٠٠ غرام تربة وتعد هذه المجموعة أكثر المعادن تثبيتاً لعنصر البوتاسيوم.

رابعاً: مجموعة الفرمكيوليت Vermiculite group

تتمثل هذه المجموعة بمعدن الفرمكيولايت الذي يشابه معدن المونتمورلونايت ولكنه يختلف عنه بما يلي:

أ. درجة تشرب المعدن اقل من المونتمولونايت.

ب. تمدد وتوسع صفائح ووحدات هذا المعدن اقل.

ت. السعة التبادلية الكاتيونية اعلى من المونتمولونايت والتي تقدر بين ١٠٠-١٥٠ ملي مكافئ/١٠٠ غرام تربة.

ث. يتواجد هذا المعدن في المحيط الذي يحتوي على نسبة عالية من المغنيسيوم.

■ **الجزء العضوي**

هو الجزء المكمل للطر الصلب للتربة، وهذا الجزء يمثل بالمادة العضوية للتربة التي هي بقايا ومخلفات النبات والحيوان المعرضة لعملية التحلل داخل التربة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ، اذ تعد بقايا النباتات من اوراق وسيقان وجذور المصدر الرئيسي لمادة التربة العضوية وكذلك النباتات الخضراء التي تزرع وتقلب في التربة ومن اهم هذه النباتات هي النباتات البقولية كالجت والبرسيم وكذلك مخلفات المجازر والكائنات الحية الدقيقة والكبيرة كبقايا او مخلفات او نواتج ، ان محتوى التربة السطحية من المادة العضوية لا يتجاوز ٠,٥ الى ٥% بالوزن .

ثانياً : الطور السائل :

يعرف الطور السائل في التربة للعاملين في مجال خصوبة التربة بانه محلول التربة الذي يحتوي على الماء ومحاليل الاملاح لايونات الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والمغنيسيوم والنترات والكبريتات والكربونات والبيكربونات والكلوريدات بالإضافة الى وجود كميات قليله من ايونات اخرى وايضا مركبات عضويه ناتجة من تحلل المادة العضوية .

ثالثاً : الطور الغازي :

يعرف العاملون في مجال خصوبة التربة بهواء التربه ويختلف هواء التربة عن الهواء الجوي من حيث محتواه من الغازات وكما موضح في الجدول الاتي:

نوع الغاز	الهواء الجوي	هواء التربة
ثاني اوكسيد الكربون	%٠,٠٣	%٠,٢-١
الاوكسجين	%٢٠,٩٩	%٢٠,٣
النيتروجين	%٧٨,٩٨	%٧٨,٧-٧٩,٥

التبادل الايوني :

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

١. التبادل الكاتيوني ٢. التبادل الانيوني

يعد التبادل الكاتيوني أكثر اهمية من التبادل الانيوني ويقصد به احلال او تبادل كاتيون او أكثر محل كاتيون آخر او اكثر على السطوح الغروية.

وكما ذكر سابقا بان الطور الصلب يتكون من معادن الطين (الجزء المعدني) ومادة الدبال (الجزء العضوي) ومادة الدبال Humus التي هي مادة المرحلة الاخيرة للتحلل السريع للمادة العضوية ويمكن تعريفها بانها خليط من مركبات عضوية متحللة عن المادة العضوية ومركبات صعبة التحلل. ان معادن الطين والدبال هي الوسط النشط للتبادل الكاتيوني لكون سطوح هذه المواد تحمل شحنة سالبة مهيأ لجذب الشحنات الموجبة الموجودة في محلول التربة.

ان مصادر الشحنات السالبة على سطوح وحافات معادن الطين هي:

١- الاحلال المتماثل Isomorphs substitution: يعتقد ان المصدر الرئيسي لشحنات السالبة لمعادن الطين من نوع 2:1 كالمونتمورلونايت .

٢- انحلال الهيدروجين في مجاميع الهيدوركسيل (OH) الموجودة على سطوح وحافات البلورات لمعادن الطين ومصادر الشحنات السالبة على سطوح المادة العضوية تعود لانحلال ايونات الهيدروجين مع مجاميع الكاربوكسيل (COOH) ومجاميع الفينول (-OH) والامينات ($-NH_2$).

العوامل المؤثرة في قوة او شدة ارتباط الكتيونات بشحنات الطين السالبة:

أ- نوعية الطين : ان معدن المونتمورلونايت له سعة نبادلية عالية تؤدي الى جلب البوتاسيوم بقلة مقارنة بقوة جذب كتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم قياسا بمعدن الكاؤلونايت .

ب- الرطوبة او وجود الماء في التربة : يلعب الماء دورا كبيرا في قوة الارتباط ، لان الايون المتحد كع الماء يكون اكبر من نفس الايون غير المتحد مع الماء وهذا يعود الى ان الكتيونات التي تتحد مع الماء بصورة كبيرة مثل الصوديوم تكون المسافة بينها وبين سطوح الطين كبيرة ولهذا فأن جزء من الشحنات السالبة يكون مرتبط بالايون بصورة ضعيفة .

ت- تزداد قوة ارتباط الكتيون بسطوح الطين بزدياد عدد الشحنات الكهربائية المزدوجة .