الفصل الثاني
خصائص التربة Soil characters

للتربة عدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية، والتي تباينت من تربة إلى أخرى وفقا لتباين تأثير عوامل التكوين، ولتوضيحها ستتم دراستها على النحو الآتي:

الخصائص الفيزيائية Physical characters:

تشمل الخصائص الفيزيائية للتربة على اللون والنسجة والبنية والمسامية والنفاذية ودرجة الحرارة، والكثافة، ويمكن قياسها أما باستخدام بعض الأجهزة والوسائل كالمنخل مثلا أو المحارير او باللمس أو بالنظر، ولكل خاصية أهميتها لذا ستدرس كل علي انفراد وكما يأتي:

أولا: لون التربة Soil color:

يعد لون التربة من أكثر الخصائص الفيزيائية وضوحا، لأنه يمكن تمييز ألوان التربة بواسطة استخدام حاسة النظر. ويعتمد لون التربة على عدد من العوامل منها المادة الأصل التي تكونت منها التربة وما تحتويه من معادن، ونسبة ما تحتويه التربة من المواد العضوية، وهل أن التربة جيدة التهوية أم أنها من الترب اللاهوائية، فضلا عن عامل المناخ لاسيما من أمطار وحرارة ودورهما في حصول عملية الغسل أو الترشيح.

وفقا لتلك العوامل وجدت تربة سوداء اللون لغناها بالمادة العضوية كتربة الجيرنوزم في أوكرانيا، كما وجدت تربة حمراء لغناها بأكاسيد الحديد في مناطق حارة غزيرة الأمطار ذات تربة عالية الصرف تجري فيها عملية الترشيح على نطاق واسع كتربة اللاترايت المدارية، وهناك ترب صفراء بسبب غناها بأكاسيد الألمنيوم كما في بعض أنواع تربة اللاترايت أيضا، كما توجد تربة رمادية لفقرها إلى أكاسيد الحديد والألمنيوم كتربة البودزول، كذلك هناك تربة بيضاء بسبب فقرها بالمواد العضوية وغناها بالأملاح لاسيما من الكالسيوم والصوديوم كما في التربة الصحراوية.

للون التربة أهمية كبيرة من حيث ارتباطه بدرجة حرارتها، إذ أن الترب الغامقة تمتص من الإشعاع الشمسي أكثر من الترب الفاتحة اللون، وهذا

ينعكس على ارتفاع درجة حرارة التربة الأولي بأكثر من الثانية، ولهذا دوره في توفير الدفيء لجذور النباتات في فصل البرودة، كما أنها تحفز البذور على النمو في الترب الغامقة اللون بفترة أسرع من الترب الفاتحة اللون، رغم ذلك أن ما يتم فقده من رطوبة التربة بعملية التبخر يكون في الترب الغامقة أكثر منه في الترب الفاتحة اللون.

ثانيا: نسيج التربة Soil texture:

هو حجم جسيمات التربة من الرمل Sand والغرين Silt والطين Clay ونسبة كل منها. وتكون أقطار جسيمات الرمل ما بين ٢ – ٠,٠٥ ملم، وهي تتباين وفقا لأنواع جسيمات الرمل فيما إذا كانت خشنة أم ناعمة، بينما تتراوح أقطار جسيمات الغرين ما بين ٠,٠٥ – ٠,٠٠٢ ملم، في حين تكون جسيمات الطين اقلها حجما لصغرها إذ تبلغ أقطارها اقل من ٠,٠٠٢ ملم. يلاحظ جدول (٥).

جدول (٥) رتب نسيج التربة.

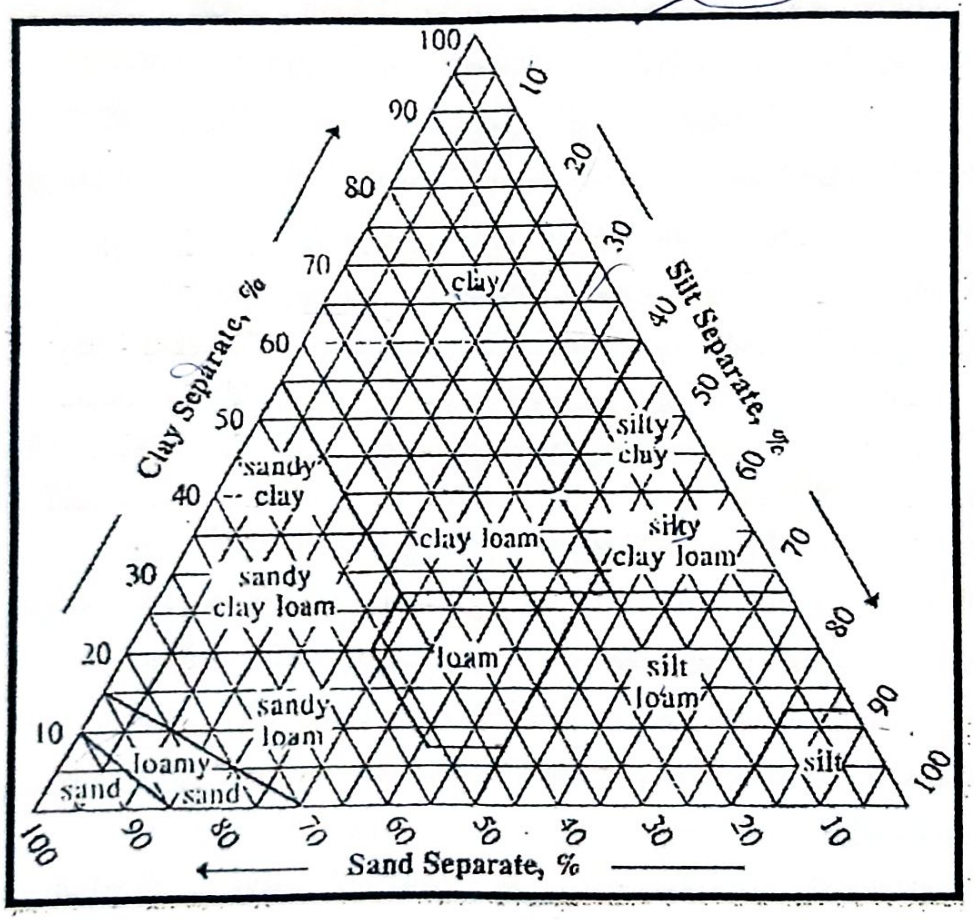
اسم الرتبة	القطر (ملم)	القطر (انج)
الرمل الخشن جدا	٢-١	٠,٠٨-٠,٠٤
الرمل الخشن	١-٠,٥	٠,٠٤-٠,٠٢
الرمل المتوسط	٠,٥-٠,٢٥	٠,٠٢-٠,٠١
الرمل الناعم	٠,١ – ٠,٢٥	٠,٠١-٠,٠٠٤
الرمل الناعم جدا	٠,٠٥ – ٠,١	٠,٠٠٤-٠,٠٠٢
الغرين	٠,٠٠٢ – ٠,٠٥	٠,٠٠٢ - ٠,٠٠٠٠٨
الطين	اقل من ٠,٠٠٢	اقل من ٠,٠٠٠٠٨

المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_texture

تحدد نسب الرمل والغرين والطين في المعمل، بعد التخلص من المادة العضوية، وغسل الأملاح والمواد اللاحمة، وتفريق الحبيبات، ثم فصل حبيبات الرمل، باستخدام مناخل ذات فتحات، لا يقل قطرها عن ٠,٠٥ملم. أما الغرين والطين فيفصلان بوساطة الترسيب في الماء، باستخدام طريقة الهيدروميتر، وتطبيق قانون ستوكس Stocke's Law. ومن نسب الرمل والغرين والطين، يحدد قوام التربة أو نسجتها، باستخدام مثلث النسجة، وهو مثلث متساوي الأضلاع، يمثل كل ضلع فيه النسبة الوزنية لإحدى

المجموعات الحجمية، كنسبة مئوية، ابتداءً من صفر حتى ١٠٠%، فالضلع الأول للمثلث، يمثل نسبة الطين (أقل من ٠,٠٠٢ملم) في عينة التربة، والضلع الثاني يمثل نسبة الغرين (٠,٠٠٢-٠,٠٥ملم). والضلع الثالث، يمثل نسبة الرمل (٠,٠٥-٢ملم)[1]. ويقسم مثلث قوام التربة الترب إلى اثني عشر قسماً، حسب النظام الأمريكي الحديث هي: الرملية، الغرينية، الطينية، اللومية، الطينية الغرينية، الطينية الرملية، اللومية الطينية، اللومية الطينية الغرينية، اللومية الطينية الرملية، اللومية الغرينية، اللومية الرملية، والرملية اللومية. وتختلف نسب رتب كل نوع من الترب المذكورة من الرمل والطين. يلاحظ شكل (٢).

شكل(٢) مثلث نسيج التربة.



المصدر:

http://soils.usda.gov/technical/aids/investigations/texture

---

[1] http://ar.wikipedia.org/wiki/التربة_قوام

إن العديد من صفات التربة تتأثر بنسجة التربة كما في تصريف المياه، والقدرة على الاحتفاظ بالماء، والتهوية، والتعرض للتآكل بفعل التعرية والانجراف، والمحتوى من المواد العضوية، والقدرة على تبادل الكاتيونات، ودرجة الحموضة، ومدى الاستجابة لعمليات الحراثة[1].

تختلف رتب التربة من الرمل والغرين والطين في تكوينها المعدني، فالرمل يتكون من معادن أولية كبيرة الصلابة وكبيرة المقاومة للانحلال، ويمثلها الكوارتز بالدرجة الرئيسة، حيث ترتفع نسبته إلى نحو ٩٠%-٩٥%، ولأنه لاينحل في الماء ولا يتفاعل مع المعادن الأخرى، فان الترب الرملية تكون فقيرة في موادها المعدنية المغذية، لذا تحتاج الغلات المزروعة فيها إلى إضافة الأسمدة المعدنية والعضوية. أما الغرين فيتكون قسمه الأكبر حجما من مفتتات ناعمة من الكوارتز ونحوه من المعادن الصلبة، وقسمه الناعم يتكون من مفتتات معادن أخرى كالفلسبارات والميكا، وهي اقل من الكوارتز صلابة، وقابلة للانحلال، لذا تكون الترب الغرينية أكثر وفرة في المواد المعدنية المغذية للنبات. بينما الطين يختلف كليا عن الرمل والغرين، فهو يتكون بالدرجة الرئيسة من المعادن الثانوية التي تتكون من تفكك المعادن الأولية إلى ايونات، ومن التفاعلات التي تجري بين الايونات المختلفة، وبينها وبين الماء، لذا تعد المصدر الذي ييسر المواد المعدنية المغذية للجذور، وتسود فيهات ما يعرف بمعادن الصلصال التي تتكون من اكاسيد الحديد والألمنيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والفسفور[2].

تمتاز الترب الرملية بأنها ترب قليلة الاحتفاظ بالماء، كما تمتاز بأنها تسمح للهواء بالدخول إليها والخروج منها لذا تعد من الترب الجيدة التهويه، وهي سهلة الحراثة والنباتات تمد جذورها فيها بسهولة. أما التربة الطينية فلها القابلية على الاحتفاظ بالماء لدرجة كبيرة إلا أن قابليتها على تمرير الهواء قليلة، وهي لاتستجيب للحراثة ومد الجذور بسهولة. أما الترب الغرينية فهي تحمل صفة وسطا بين النوعين المذكورين. وتعد الترب اللومية من أفضل أنواع الترب وذلك لأنها تحتوي على نسب متباينة من رتب الرمل والطين والغرين، فهي تحمل بذلك صفاتا ناتجة عن مزيج تلك الأنواع.

---

(1) http://water.rutgers.edu/Rain_Gardens/factsheet29.pdf.

(٢) إبراهيم إبراهيم شريف وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، مصدر سابق، ص١٢٠، ١٢١.

ثالثا: بناء التربة Soil structure:

بناء التربة هو النمط أو الشكل أو التنظيم الذي توجد فيه ذرات التربة بوجد مادة لاحمة. وتوجد سبعة أنماط بنائية للتربة هي: الحبيبي، الفتاتي، العقدي، الأنبوبي، الكتلي، الصفيحي، والمنشوري[1].

لاتعد التربة ذات بناء إذا كانت جسيماتها مفروطة، كل واحدة منها مستقلة بذاتها عن الأخرى، كجسيمات الرمال في الصحاري. كما لا تعد التربة التي تشكل جسيماتها كتلا محكمة، كتربة الطين التي تحتوي على نسبة عالية جدا من الغرويات. أو في تربة الطبقات الكتيمة Hard pans التي تنتج عن ترسيب مركز لبعض المواد اللاحمة أو اللاصقة أو المسمنتة كالسليكا أو بعض الاكاسيد أو بعض الكربونات في المسام بين الجسيمات وتسدها. لذا توصف التربة ذات الجسيمات المفروطة بالتربة اللابنائية او بدون بناء Structureless، بينما توصف التربة ذات الجسيمات المتراصة المحكمة بأنها تربة كتلية Massive.وتتميز الترب البنائية باحتوائها على مسام شعرية للماء الشعري وتوجد بين جسيمات التربة. كما تحتوي على مسام غير شعرية للهواء وتصريف الماء الزائد عن السعة الحقلية وتوجد هذه المسام بين تجمعات الجسيمات[2].

إن أفضل الترب بناءا هي الترب التي تحتوي على الغرويات المعدنية والعضوية، وهذا يوجد حيث ترب الحشائش كتربة الجرنوزم وتربة حشائش البراري. بينما لا تعد الترب الموجودة في المناطق الجافة كالتربة الصحراوية ذات بناء جيد لفقرها بالمواد العضوية التي هي أساس وجود الغرويات العضوية المتمثلة بالدبال، فضلا عن ذلك إن وجود كاتيونات الصوديوم تعمل على تشتيت التربة. كما تعد الترب ذات الترشيح العالي بأنها ذات بناء ضعيف وذلك لتعرض غرويات التربة إلى عملية الإزالة بسبب عملية الغسل المستمر، وهذا موجود في المناطق الرطبة حيث تربة اللاترايت المدارية.

---

(١) حسن أبو سمور وعلي غانم، الجغرافية الطبيعية، ط١، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان ، الأردن، ١٩٩٨،ص١٥٧.

(٢) إبراهيم إبراهيم شريف وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، مصدر سابق، ص١٢٤.

وفقا لذلك يقسم بناء التربة إلى ثلاثة أنواع[1]:

١: البنية المجهرية Microstructure: وتتأثر هذه البنية بكيميائية التربة، إذ أن محتواها العالي من الصوديوم يعمل على تشتيت التربة، كما إن محتواها العالي من المغنيسيوم يؤدي إلى ثبات التربة وصلابتها، لذا إن وجود نسب جيدة من كاتيونات القواعد تقود الى بنية جيدة، كما في وجود نسبة من الكالسيوم تتراوح بين ٦٥ – ٨٠%، والمغنيسيوم ١٠ – ١٥%، والبوتاسيوم ١ – ٥%، والصوديوم ٠ – ٤%، والألمنيوم ٠ – ١%.

٢: البنية المرئية Macrostructure: وتتأثر هذه البنية بالمادة العضوية في التربة، فانخفاض المادة العضوية في التربة يعني وجود تجمعات فقيرة تكون فيها التربة ميالة إلى الري، والتقشر والثبات.

٣: البنية المسامية Porestructure: وتتكون هذه البنية بواسطة ديدان الأرض، وتتحطم البنية المسامية بفلاحة الأرض، وان التقليل من ممارسة فلاحة الأرض يزيد من عدد الديدان، وان البنية المسامية الجيدة تقود إلى تسرب جيد للمياه في التربة.

رابعا: مسامية التربة Soil porosity:

تعني مسامية التربة الفراغات الموجودة فيها. وهي أما مسامات شعرية توجد بين جسيمات التربة، أو مسامات غير شعرية توجد بين تجمعات تلك المسامات. ويمكن للماء والهواء من التوغل إلى داخل التربة عن طريق هذه المسام، وذلك اعتمادا على مساحة المسام في التربة، وحجمها. ومسامية التربة تزداد مع زيادة نسبة المواد العضوية، ومع وجود البنية الجيدة للتربة، بينما تقل مع زيادة عمق التربة وذلك لزيادة الضغط المسلط من الطبقات العليا، والذي يسبب تراص الجسيمات وتقاربها من بعضها فتقل الفراغات بينها.

يمكن تصنيف مسام التربة إلى ثلاث مجموعات رئيسية تبعا لقطر المسام الواحد[1]:

---

[1] Ben morris, Soil Structure and fertility, Australia, 2010, p. 13,14.

١ المسام الكبيرة الحجم Macropores: ويكون قطرها اكبر أو يساوي ٠,١ ملم، وتسمح فيها للماء والهواء بالمرور بحرية وتنتشر هذه المسام في التربة الخشنة القوام أو الرملية.

٢: المسام المتوسطة الحجم Mesopores: ويكون قطرها بين ٠,٠٣ ملم ـ ٠,١ ملم، وأحسن انتشار لهذه المسام يكون في التربة اللومية أو الطفالية.

٣: المسام الصغيرة الحجم Micropores: وتتصف بصغر قطرها، إذ يكون اقل من ٠,٠٣ ملم، وتنتشر هذه المسام في التربة الطينية، ولها قابلية على تخزين المياه، وتكون المسامية على شكل شبكة من أنابيب صغيرة متفاوتة القطر، مما يؤثر على حركة الغازات والسوائل والتهوية والصرف.

تحدد المسامية بمعدل مجموع حجوم ما تحتوي عليه عينة من التربة من مسام شعرية ومسام غير شعرية منسوبة إلى المقدار الكلي لمجموع حجم العينة، ويمكن أن تكون النسبة كسرا، ولكن في الغالب تكون نسبة مئوية، كما يأتي[٢]:

$$م = \frac{ع}{ح}$$

$$أو\ م = \frac{ع}{ح} \times ١٠٠$$

إذ أن : م = المسامية، ع = مجموع حجم المسامات، ح = الحجم الكلي للعينة.

يتراوح معدل مسامية التربة بين ٣٠ ـ ٥٠%، وهي تنخفض في الترب الطينية إلى ٤%، بينما ترتفع في الترب العضوية إلى ٩٠%. ويمكن قياس مسامية التربة بإحدى الطريقتين التاليتين[٣]:

---

[1]ber/Soil%20Physical%20Properties%20I/Lab%202Soil%20Physical%20Properties%20II.docx.

[٢] إبراهيم إبراهيم شريف وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، مصدر سابق، ص١٣٠.

[٣]حسن أبو سمور، الجغرافية الحيوية والتربة، ط٢، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، ٢٠٠٩، ص٢٦٥.

الطريقة الأولى: مليء اسطوانة معروف حجمها بعينة من التربة ثم تشبع بالماء، وتتم إزاحة الماء منها بعد ذلك بعملية تجفيف في الفرن، وبتكثيف الماء المتبخر وقياس حجمه يمكن معرفة نسبة المسامية كما في القانون الآتي:

$$\text{المسامية} = \frac{\text{حجم الماء المكثف}}{\text{حجم الاسطوانة}} \times ١٠٠$$

الطريقة الثانية: تستخدم اسطوانتين متساويتين في الحجم، تملئ أحداهما بعينة تربة مجففة بالفرن، بينما تملئ الأخرى بعينة مشبعة بالماء. ثم توزن كل منهما، ويكون الفرق في وزن العينتين هو وزن الماء الذي ملء كل مسامات الاسطوانة المشبعة، ويكون مقدار حجم الماء مساويا لحجم المسامات التي كان يملؤها. وبتطبيق القانون الآتي يتم الحصول على المسامية:

$$\text{المسامية} = \frac{\text{حجم الماء}}{\text{حجم الاسطوانة}} \times ١٠٠$$

خامساً: نفاذية التربة Soil permeability:

هي مقدرة التربة أو قابليتها على تمرير الماء والهواء. وتعتمد نفاذية التربة على وجود المسام غير الشعرية، وتزداد النفاذية في التربة الرملية بينما تقل في التربة الطينية. وتتراوح درجات النفاذية وفقا لسرعة حركة الماء في التربة ما بين اقل من ٠,٢١٥ سم / ساعة وهي حركة بطيئة جدا إلى أكثر من ٢٥ سم / ساعة وهي تعد حركة سريعة جدا، يلاحظ جدول (٦).

جدول (٦) درجات نفاذية التربة.

الدرجة	السرعة سم / ساعة
بطيئة جدا	أقل من ٠,٢١٥
بطيئة	٠,٥-٠,٢١٥
معتدلة البطئ	٢-٠,٥
متوسطة	٦,٢٥-٢
معتدلة السرعة	١٢,٥-٦,٢٥
سريعة	٢٥-١٢,٥
سريعة جدا	أكثر من ٢٥

المصدر: إبراهيم إبراهيم شريف وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، ١٩٨٥، ص١٣٢.

تعتمد النفاذية على المسامية، وحجم الفراغ الواحد، ومدى اتصال الفراغات بعضها ببعض. وإذا كانت الفراغات في التربة غير متصلة بعضها ببعض، فان النفاذية تكون منخفضة حتى لو كانت المسامية عالية، وحجم الفراغ الواحد كبيرا، كما انه ليس بالضرورة أن الترب الأعلى مسامية تكون الأعلى نفاذية، وذلك لأنه يجب أن يرافق ازدياد المسامية اتساع حجم الفراغ الواحد، ولذلك فان التربة الطينية الأكثر مسامية من الترب الرملية تكون اقل منها نفاذية، لان حجم الفراغ الواحد في التربة الطينية صغير جدا، مما يجعل الاحتكاك يستنفذ جزءا كبيرا من الطاقة، فيحد من سرعة حركة الماء. وهناك العديد من العوامل التي تتحكم في حجم الفراغ الواحد في التربة ثم في نفاذيتها، وأهمها ما يلي[1]:

١: **حجم حبيبات التربة:** لايؤثر حجم حبيبات التربة في مساميتها إذا تساوت العوامل الأخرى مثل طريقة تراص الحبيبات ومدى تجانسها، إلا انه كثير التأثير في نفاذيتها، لأنه كلما صغر حجم حبيباتها صغر حجم الفراغ الواحد والعكس صحيح.

٢: **طريقة تراص حبيبات التربة:** تؤثر طريقة تراص حبيبات التربة في مساميتها ونفاذيتها معا. ففي التراص المكعبي تكون المسامية عالية، وحجم الفراغ الواحد كبير، مما يجعل النفاذية عالية. أما إذا تراصت حبيبات التربة على شكل سداسي موشوري فان مساميتها تنخفض ويصغر حجم الفراغ الواحد مما يجعل نفاذيتها منخفضة.

٣: **مدى تجانس حبيبات التربة:** يؤثر هذا العامل في كل من مسامية التربة ونفاذيتها، اذ كلما كان حجم الحبيبات أكثر تجانسا كانت مسامية التربة عالية وحجم الفراغ الواحد كبيرا، مما يجعل نفاذيتها عالية. وإذا كان حجم الحبيبات غير متجانس، فان الأصغر حجما منها يسد الفراغات بين كبيراتها، مما يحد من مسامية التربة ويقلل من حجم الفراغ الواحد فتقل نفاذيتها.

٤: **مدى اتصال مسام التربة:** إذا لم يكن هناك اتصال بين مسام التربة فان الماء لايستطيع الحركة في هذه المسام المسدودة، وهو ما يعتري الصخور

---

[1] http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/sec124.doc_cvt.htm

عادة إلا أن ذلك ربما ينتاب التربة، بسبب انسداد بعض مسلماتها بالمواد اللاحمة مثل السليكا SiO_2، والكلس $CaCo_3$، واكاسيد الحديد Fe_2O_3، والجبس $CaSo_4$.

سادسا: درجة حرارة التربة Soil temperature:

حرارة التربة هي كمية الوحدات الحرارية التي تخزنها التربة وتستفيد منها النباتات كمصدر من مصادر الطاقة[١].وتستلم التربة حرارتها من أشعة الشمس والأمطار الساخنة والمواد العضوية المتحللة. ويكون تركز الحرارة العالية أو الدافئة في الطبقات السطحية من التربة صيفا، وفي الطبقات السفلى شتاءا[٢].

إن لحرارة التربة ونمط تغيرها زمانا ومكانا تأثير كبير في العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في نظام التربة، ويمكن إيجاز تأثير درجة حرارة التربة بما يأتي[٣]:

١: تتحكم درجة حرارة التربة في سرعة التفاعلات الكيميائية التي تحدث في التربة مثل تحلل المعادن في المحلول المائي، وكلما زادت تلك الحرارة ازدادت سرعة تفاعلات التحلل لكل من المعادن والمادة العضوية في التربة.

٢: تؤثر درجة حرارة التربة في ذائبية غاز ثاني أكسيد الكربون في محلول التربة، إذ كلما زادت درجة حرارة التربة قلت ذائبيته. علما أن لثاني أكسيد الكربون الذائب في المحلول المائي دور كبير في بقية التفاعلات الكيميائية في محلول التربة، فهو يؤثر في حموضة المحلول، أوفي تركز كاتيون الهيدروجين فيه H^+.

٣: يؤدي تذبذب درجة حرارة التربة إلى انكماش معادنها وتمددها بدرجات متفاوتة، الأمر الذي ينجم عنه تجوية ميكانيكية تغير قوام التربة وخصائصها.

---

(١) عبد خليل فضيل وعلوان جاسم الوائلي،-علم البيئة، مطبعة الجامعة، جامعة الموصل، ١٩٨٥، ص٤٨.

(٢) مجيد رشيد الحلي وحكمت عباس العاني، علم البيئة النباتية، دار الكتب للطباعة، جامعة الموصل، ١٩٨٩، ص١٠٦.

(3)http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/sec130.doc_cvt.htm

٤: تؤثر درجة حرارة التربة في النشاط الحيوي سواء كان نباتيا أو حيوانيا، فإذا انخفضت درجة حرارة التربة عن الصفر الحيوي، أو إلى ٥°م توقف النشاط الحيوي في التربة.

تعد درجة حرارة التربة ٢٧°م الدرجة المثالية لنمو جذور النباتات[١]. وتؤثر حرارة التربة على امتصاص الماء، إذ أن الكثير من النباتات تفقد القدرة على امتصاص الماء من التربة إذا كانت درجة حرارتها ١٠°م أو اقل، وتزداد قدرة النبات على الامتصاص مع ارتفاع درجات الحرارة إلى أن تصل إلى ٢٥°م حيث تقل فاعلية النبات في امتصاص الماء مرة أخرى مع ارتفاع درجات الحرارة، حتى إذا ما وصلت درجة الحرارة أكثر من ٤٠°م في المحيط الجذري فإنها تحد حينئذ من مقدرة النبات على امتصاص الماء فتظهر على النبات أعراض الذبول[٢].

تنتقل الحرارة في التربة من الأجسام الأكثر حرارة إلى الأجسام الأقل حرارة بثلاث طرق هي[٣]:

١: **التوصيل Conduction:** هي عملية انتقال الطاقة خلال المادة نتيجة نشاط جزيئاتها من الجزء الأعلى حرارة إلى الجزء الأقل حرارة، لذلك يتوقف معدل انتقال الحرارة بالتوصيل على نوعية المادة الموصلة ومدى اختلاف درجة الحرارة بين النقطتين التي تتدفق بينهما الطاقة الحرارية.

٢: **الحمل Convection:** تتمثل هذه الطريقة في انتقال جسم حامل للطاقة الحرارية من مكانه إلى مكان آخر، وهو ما تحققه في نظام الترب السوائل والغازات التي تتحرك فيها من خلال مسامها، فحينما تسقط الأمطار مثلا على سطح التربة وتنتقل في مسامها فإنها تحمل جزءا من الطاقة الحرارية من الجزء العلوي من التربة إلى جزئها الأسفل.

---

(١) يوسف عبد المجيد فايد، زراعة التفاح والحمضيات في لبنان، دار الأحد، بيروت، ١٩٧٣، ص١٤.

(٢) جمعة سيد جمعة، الظروف البيئية وأثرها على الاستهلاك المائي للنبات، مجلة الاحتياجات المائية للمحاصيل والأشجار في المناطق البيئية العربية المختلفة، مطبعة اتحاد مجالس البحث العلمي العربية، الأمانة العامة بغداد، ١٩٨٨، ص٨٩.

(3) http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/sec130.doc_cvt.htm,op. cit.

٣: الإشعاع Radiation: تنتقل الطاقة بهذه الطريقة من جسم أكثر حرارة إلى جسم اقل حرارة دون أن يتماسا أو يتحركا، إذ أن الطاقة الحرارية لجسم معين تتحول إلى طاقة كهرومغناطيسية على السطح تنقلها الموجات الإشعاعية في الفراغ وتتحول إلى طاقة حرارية عندما تصطدم بسطح جسم آخر.

سابعا: كثافة التربة Soil density:

كثافة التربة هي كتلة المادة الصلبة من التربة لحجم معين. ويعبر عنها بطريقتين هما[1]:

١: الكثافة الحقيقية Particle density:

هي كتلة المواد الصلبة في التربة بالنسبة إلى حجم الحبيبات من دون الفراغات. وتحسب كما يلي:

$$\text{الكثافة الحقيقية للتربة} = \frac{\text{كتلة المادة الصلبة بعد التجفيف (غم)}}{\text{حجم المادة الصلبة (سم}^3\text{)}} \times ١٠٠$$

تختلف الكثافة الحقيقية بين الترب وفقا لنوعية المعادن، ونسبة المادة العضوية. ونظرا لان كثافة المواد العضوية منخفضة (١,٣-١,٥) غم / سم^3، مقارنة بالمادة المعدنية، فانه كلما زادت نسبة المادة العضوية في التربة قلت الكثافة الحقيقية لتلك التربة. أما الجزء المعدني من المادة الصلبة في التربة، فيقارب متوسط كثافته ٢,٧ غم /سم^3، وهي قريبة من كثافة معدن المرو (الكوارتز) الذي يسود في الترب الرملية. وفي الحقيقة يوجد اختلاف كبير بين كثافة المعادن، فكلما ارتفعت نسبة العناصر الثقيلة في المعدن مثل الحديد كانت كثافته عالية مثل معدن الهيماتيت، الذي تقدر كثافته بنحو ٥ غم / سم^3. لذا فان التربة التي تحتوي على نسبة مرتفعة من اكاسيد الحديد، تكون كثافتها أعلى من كثافة التربة المكونة أساسا من معادن الكوارتز والفلسبارات.

---

[1] http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/----------_cvt.htm

٢: الكثافة الظاهرية Bulk density:

هي نسبة كتلة المادة الصلبة من التربة بعد تجفيفها إلى حجمها الكلي بما في ذلك الفراغات. وتحسب كما يلي:

$$\text{الكثافة الظاهرية للتربة} = \frac{\text{كتلة المادة الصلبة بعد التجفيف (غم)}}{\text{الحجم الكلي للتربة (سم}^3\text{)}} \times ١٠٠$$

وبما إن الكثافة الظاهرية للتربة تستخدم الحجم الكلي للتربة (حجم المادة الصلبة وحجم الفراغات مجتمعة) فإنها تكون دائما اقل من كثافتها الحقيقية. وتتأثر الكثافة الظاهرية للتربة بالعوامل التي تؤثر في الكثافة الحقيقية من المعادن ونسبة المواد العضوية، يضاف لها العوامل المؤثرة في مسامية التربة من نسجة التربة وبنائها وتراص حبيباتها. فكلما زادت مسامية التربة قلت كثافتها الظاهرية، لذا تكون الترب الطينية العالية المسامية اقل كثافة ظاهرية من الترب الرملية.

الخصائص الكيميائية Chemical characters:

تتمثل الخصائص الكيميائية للتربة بالحموضة والملوحة والخصوبة، وسيتم التطرق لها على النحو الآتي:

أولا: تفاعل التربة Soil reaction:

هو مقياس تركز ايونات الهيدروجين في المحلول، ويرمز له PH، ويعرف بالرقم الهيدروجيني[١]. تظهر أهمية تفاعل التربة PH في تحديد نسبة الشوارد الهيدروجينية الموجبة (الكاتيونات H^+)، والسالبة الهايدروكسيل (الأنيونات OH^-)، وهي الشوارد التي تنتج عن تحلل جزء من الماء في محلول التربة. وتتراوح قيمة PH بين ١ – ١٤ ، ويكون تفاعل التربة متعادلا عندما تتساوى شوارد الهيدروجين الموجبة H^+ والسالبة OH^-، وحينئذ يكون التفاعل PH مقداره ٧. بينما يصبح تفاعل التربة حامضيا عندما تزداد نسبة تركز ايونات الهيدروجين الموجبة (الكاتيونات) فيقل PH عن الرقم ٧. في

[١] خالص حسني الاشعب وانور مهدي صالح، مصدر سابق، ص٥٣.

حين يكون هذا التفاعل قاعديا عندما تزداد ايونات الهيدروجين السالبة والتي تسمى الهايدروكسيل أو الانيونات فتزيد قيمة PH عن ٧ [١].

إن التربة الحيادية المثالية قليلة الانتشار في العالم، لذا تعد التربة التي يتراوح مقدار PH فيها بين ٦,٦ – ٧,٣ أقرب إلى الحيادية، لأنها أكثر انتشارا من التربة ذات الرقم ٧. وتختلف قيمة PH في محلول التربة من تربة إلى أخرى تبعا للظروف المناخية، حيث تكون منخفضة في الأقاليم الرطبة، بينما تكون مرتفعة في الأقاليم الجافة وشبه الجافة. فضلا عن ذلك تتباين التربة الحامضية في درجة حموضتها، وكذلك تتباين التربة القاعدية في درجة ملوحتها[٢]. يلاحظ جدول (٧).

جدول (٧) نوع التربة وفقا لقيمة تفاعل التربة.

نوع التربة	قيمة PH
تربة شديدة الحموضة	أقل من ٤,٥
تربة عالية الحموضة جدا	٤,٥ – ٥
تربة عالية الحموضة	٥,١ – ٥,٥
تربة متوسطة الحموضة	٥,٦ – ٦
تربة قليلة الحموضة	٦,١ – ٦,٥
تربة معتدلة الملوحة	٧,٤ – ٨
تربة كثيرة الملوحة	٨,١ – ٩
تربة شديدة الملوحة	٩,١ – ١٠

المصدر: إبراهيم إبراهيم شريف وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، ١٩٨٥، ص١٥٤، ١٥٥.

إن انخفاض نسبة PH يزيد في قابلية ذوبان بعض المعادن كالحديد والمنغنيز والقصدير والنحاس وارتفاع نسبة تركزها في محلول التربة مما يلحق ضررا بالنباتات والمحاصيل الزراعية. بينما يؤدي ارتفاع قيمة PH إلى قلة ما يحصل عليه النبات من المعادن المذكورة، كما يزيد في نسبة تركز الأملاح كالصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم وغيرها، مما يؤدي إلى رفع الضغط الاسموزي لمحلول التربة والتقليل من قدرة جذور النباتات على

---

[١] مخلف شلال مرعي وإبراهيم محمد حسون القصاب، مصدر سابق، ص٥٦، ٥٧.

[٢] إبراهيم إبراهيم شريف وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، مصدر سابق، ص١٥٤، ١٥٥.

امتصاص الماء. ويمكن قياس درجة تفاعل التربة بواسطة جهاز الاليكتروميتر Electrometer الذي يمكن حمله باليد، أو بواسطة أوراق ملونة كاشفة تعرف بالكلورميتر Colormeter، وبمعرفة درجة تفاعل التربة يمكن تحديد درجة ملائمتها للإنتاج الزراعي كما يمكن تحديد نوعية المحاصيل الزراعية التي يمكن زراعتها فيها[1].

ثانيا: ملوحة التربة Soil salinity:

التربة الملحية أو القلوية هي التربة التي ترتفع فيها نسبة تركيز الأملاح القابلة للذوبان في الماء من كلوريدات وكبريتات وبيكاربونات كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم. ويكون مصدر هذه الأملاح أما طبيعي ناتج عن تحلل الصخور الرسوبية الحاوية على الأملاح، والتي تتجمع في المياه الجوفية ثم ترتفع إلى سطح التربة عن طريق الخاصية الشعرية وقت الجفاف، وأما مصدر اصطناعي عن طريق الري في المناطق القليلة الانحدار ورديئة التصريف. وتقسم الترب الملحية إلى قسمين رئيسين وفقا لقيمة PH هما[2]:

١: **الترب الملحية Saline soil:** هي الترب التي تحتوي على درجة عالية من تجمع الأملاح المذابة من كلوريد وكبريتات عناصر كل من الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم. ويسمى هذا النوع من الترب بالقلوية البيضاء White al kali soils إذا كان لونها الأبيض ناتجا عن تجمع الأملاح على السطح بفعل الخاصية الشعرية، لاسيما صيفا، والتي تكون على شكل بقع متناثرة في سهول العراق الجنوبية والوسطى، لاسيما في الجهات المنخفضة ذات التصريف الرديء.

٢: **الترب القلوية Al kali soils:** هي الترب التي تزيد فيها قيمة PH على ٨,٥ بسبب ملوحتها المرتفعة الناتجة عن تركيز كاربونات الصوديوم، والانخفاض في تركيز الأملاح الذائبة المتعادلة. وتحتوي هذه الترب على كاربونات وبيكاربونات الصوديوم القابل التبادل بنسبة تضر بإنتاجية الأرض،

---

[1] مخلف شلال مرعي وإبراهيم محمد حسون القصاب، مصدر سابق، ص٥٧، ٥٨.

[2] إبراهيم إبراهيم شريف وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، مصدر سابق، ص١٤٦.

وتسمى هذه التربة أحيانا بالقلوية السوداء Black al kali أذا كان لونها الأسود ناتجا عن ذوبان المادة العضوية ذات اللون الأسود أو اللون البني الغامق.

تتباين مساحة الأراضي ذات التربة المالحة بين مناطق العالم فهي تحتل مساحة كبيرة من قارة استراليا جعلتها تتقدم بقية قارات العالم، بسبب وقوع مساحات كبيرة منها ضمن المناخ الجاف وشبه الجاف، تليها قارة أفريقيا، أما اقل القارات في مساحة الأراضي المالحة فهي أمريكا الشمالية. يلاحظ جدول (٨).

جدول (٨) مساحة الأراضي المالحة حسب منظمتي الفاو واليونسكو.

المساحة ١٠^٦ هكتار	المنطقة
أفريقيا	٦٩,٥
الشرقين الأوسط والأدنى	٥٣,١
الشرق الأقصى وبقية اسيا	١٩,٥
أمريكا اللاتينية	٥٩,٤
استراليا	٨٤,٧
أمريكا الشمالية	١٦,٠
أوربا	٢٠,٧

المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_salinity

ثالثا: خصوبة التربة Soil fertility:

هي مقدرة التربة على مد النباتات والمحاصيل الزراعية بمتطلباتها من العناصر الغذائية التي تحتاج إليها. ولخصوبة التربة ثلاث مستويات هي[1]:

١. **خصوبة فيزيائية:** تعتمد الخصوبة الفيزيائية على قوام التربة وبنيتها وعمقها ونوعية المادة المعدنية المكونة لها.

٢. **خصوبة كيميائية:** يقصد بالخصوبة الكيميائية احتواء التربة على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات.

---

(1) ar.wikipedia.org/wiki/التربة_خصوبة

٣:خصوبة حيوية: الخصوبة الحيوية هي مقدار نشاط كائنات التربة وحيواناتها، وهذا النشاط يحدد مدى تحول العناصر من أشكالها العضوية إلى أشكالها المعدنية القابلة للامتصاص من قبل النبات. كما يؤدي نشاط حيوانات التربة مثل ديدان الأرض إلى تهوية التربة وتحسين خصوبتها الفيزيائية (بنيتها).

تتأثر خصوبة التربة بعدد من العوامل الخارجية والداخلية التي يمكن إيجازها على النحو الآتي:

العوامل الخارجية المؤثرة على خصوبة التربة:

تؤثر كمية الأمطار السنوية والحرارة والرطوبة الجوية على خصوبة التربة لأنها تسمح للصفات الكامنة في التربة أن تظهر، وأهم العوامل الخارجية[1]:

١:درجة الحرارة: إن انخفاض درجة الحرارة انخفاضاً شديداً في المناطق الباردة والجبلية يحد من نشاط الكائنات الحية في التربة وهذا يبطئ من تحلل الأوراق وبقايا النباتات فتتراكم فوق سطح التربة مكونة طبقة سميكة من المادة العضوية غير المتحللة. وبالعكس في المناطق ذات درجة الحرارة المتوسطة على مدار السنة إذ يكون تحول المواد العضوية سريعاً لنشاط الكائنات الحية فينتج عنها الدبال الذي يختلط مع عناصر التربة ويحسن من صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وبالتالي يحسن من شروط التغذية المائية والمعدنية للنباتات.

٢:كمية الأمطار: لكمية الأمطار السنوية التي تهطل في منطقة ما لها أهمية كبرى في إظهار خصوبة التربة كما في المناطق الجافة التي لا تظهر خضوبة التربة فيها إلا بعد ريها بالماء. ففي المناطق الجافة توجد الأراضي الخصبة مع توفر الحرارة والضوء وعندما يوجد فيها الماء اللازم فإنها تنتج محصولاً وافراً، لاتنتجه أراضي المناطق الرطبة إلا ببذل مجهود كبير ونفقات كثيرة لان الأمطار تغسل العناصر الغذائية من التربة.

---

(1) Ibid.

العوامل الداخلية المؤثرة على خصوبة التربة:

تتمثل العوامل الداخلية التي تحدد خصوبة التربة بما يلي[1]:

١:**سعة التبادل:** تعتمد درجة خصوبة التربة على سعة التبادل، أو بتعبير آخر نسبة المواد الغروية وخاصة المركبات الدبالية التي تشكل مايسمى بمركب الادمصاص. اذ يؤدي ازدياد سعة التبادل إلى تحسين التغذية المعدنية عند النباتات.

٢:**مجموع الكاتيونات المعدنية القابلة للتبادل:** تؤدي زيادة الكاتيونات المعدنية القابلة للتبادل في مركب الادمصاص وبصورة خاصة الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم إلى ارتفاع تركيز العناصر الغذائية القابلة للامتصاص من قبل النباتات.

٣:**نسبة الكاتيونات المعدنية في التربة:** يجب أن تكون الكاتيونات الضرورية لتغذية النباتات متوفرة في التربة بشكل متوازن، فزيادة كاتيون معين، C++ مثلاً يمكن أن يؤدي إلى التقليل من امتصاص كاتيون آخر، ومن جهة أخرى فإنه يمكن أن يخلق بين الكاتيونين نوعاً من التضاد بحيث أن ازدياد نسبة أحدهما يمنع امتصاص الآخر من قبل جذور النباتات.

٤:**المادة العضوية:** تلعب المادة العضوية في التربة دوراً أساسيا في خصوبة التربة لأنها تحسن الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة، وهذا الدور يختلف حسب طبيعة التربة. ففي الترب الخفيفة كالتربة الرملية تؤدي زيادة نسبة المادة العضوية إلى زيادة تماسك حبيبات التربة وتحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء. أما في الترب الثقيلة كالتربة الطينية فتؤدي زيادة المادة العضوية إلى خلخلتها وتهويتها وتحسين نفاذيتها للجذور والهواء والماء.

٤:**بنية التربة:** تؤثر بنية التربة على تغلغل الجذور في داخل التربة وانتشارها بحثًا عن الماء والمواد المعدنية المغذية للنبات. فالتربة التي تحتوي

---

[1] http://abderrahmanyousfi.jimdo.com/كتب-مجانية.../كتب-الزراعة-والإنتاج

على دبال كلسي وعلى غضار كلسي يكون بناؤها جيد والتغذية المعدنية والمائية عند النباتات سهلة.

٥:نسجة التربة: تعد التربة الطينية التي تتميز بوجود نسبة عالية من الطين أكثر من ٤٥ % تربة ثقيلة وهي صعبة الفلاحة ولها قوة التصاق كبيرة بينما تكون الأراضي الرملية ذات القوام الخشن خفيفة ضعيفة الالتصاق ولكنها سهلة الفلاحة.

٦:عمق التربة: كلما ازداد عمق التربة ازدادت المساحة التي تنتشر فيها الجذور، فتزيد بذلك كمية المواد الغذائية الممتصة من قبل النباتات. وإن عمق التربة يعوض أحياناً عن فقر التربة بالعناصر الغذائية.

٧:طبيعة الصخرة الأم أو مادة الأصل: إن الصخرة الأم تحرر كاتيونات معدنية عندما تتآكل تحت تأثير العوامل الطبيعية (التجوية). فالصخور الكلسية الطرية مثل المارن والطباشير تتآكل بسرعة وتعطي تربة غنية جداً بالكالسيوم الذائب أو القابل للتبادل وهذا له تأثير سيء على التغذية المعدنية عند النباتات، بينما هناك صخور فقيرة بالكاتيونات المفيدة مثل الصخر الرملي الذي يحوي على الكوارتز فهو يعطي تربة فقيرة بالكاتيونات المعدنية أي أن التربة الناتجة عنه قليلة الخصوبة.في حين تعطي صخور البازلت تربة غنية جداً بالكاتيونات.

٨:درجة تطور التربة: إن التربة المنغسلة بشدة تكون آفاقها العلوية A1A2 فقيرة بالعناصر الغروية وبالقواعد الذائبة والقابلة للتبادل. أما التربة البنية، والجيرنوزم فتكون أغنى بالكاتيونات في آفاقها العلوية، ولهذا أهمية كبرى في حالة المزروعات ذات الجذور السطحية مثل النجليات.

٩:النشاط البيولوجي للتربة: التربة وسط حيوي يحتوي بالإضافة إلى العناصر المعدنية على كائنات حية متنوعة نباتية وحيوانية تلعب دوراً كبيراً في تشكل التربة وتطورها فهي تلعب دوراً هاماً في التفاعلات البيوكيميائية التي تجري في التربة والتي ينتج عنها تحول المادة العضوية إلى دبال كما إن لها دور في تحضير المواد الآزوتية اللازمة لتغذية النباتات.