علاقة العوامل البيئية بنمو المحاصيل الحقلية ـ التربة ـ

رغم ان عامل التربة يتأتى بعد المناخ من حيث الاهمية الا ان نسجة التربة S0il Texture وتفاعلها (درجة حموضتها) يلعبان دورا رئيسا في تحديد نوع المحاصيل التي تنجح زراعتها في منطقة ما. وقد اظهرت الدراسات والمسوحات بان نجاح وتوزيع اصناف المحاصيل يعتمدان بصورة كبيرة على عوامل المناخ والتربة. فالتربة بحالتها الطبيعية او بعد خدمتها تجهز النباتات بالظروف الملائمة للنمو. ولا تقتصر اهمية التربة بانها توفر مهداً لإنبات البذور وانتشار الجذور وتثبيت النباتات بل انها بالإضافة الى ذلك تحتفظ بتوازن مناسب من الرطوبة والمواد المعدنية الضرورية لتغذية النباتات. وهناك عدة تعاريف للتربة ولكن يمكن تعريفها بصورة عامة بانها الجزء العلوي من سطح القشرة الارضية المكون من خليط من معادن مفتتة تعرضت لعوامل التعرية الجوية (**التجوية**) **Weathering** ومن مادة عضوية متحللة والذي يتضمن فعاليات بايولوجية يمكن للنبات ان ينمو فيه عند توفر الظروف الملائمة.

ومن الناحية الهندسية فان التربة جسم ذو ثلاثة ابعاد طول وعرض وعمق. وانها احد نواتج الطبيعة بفعل قوى منها الهدامة مثل التجوية وتحلل المادة العضوية ومنها التكوينية مثل تكوين انواع الطين وتطوير طبقات ذات خواص متميزة وان اهم فوائد التربة هي استخدامها لزراعة وانتاج المحاصيل الزراعية المختلفة.

نسجة او قوام التربة Soil texture:

ان لنسجة التربة دوراً مهماً في توزيع ونجاح زراعة المحاصيل في المناطق المختلفة فالتربة الثقيلة او المتوسطة النسجة هي المفضلة لزراعة محاصيل الحشائش grasses ذات الجذور الليفية كالحنطة والشعير والشوفان. اما التربة الرملية المزيجية او المزعجة فيجود فيها البنجر السكري وفستق الحقل واما نبات الرزفانه يحتاج الى تربة ثقيلة نوعاً ما ويفضل ان تكون الطبقة تحت السطحية ذات نفاذية قليلة لمنع تسرب الماء منها بسرعة بفعل الرشح وذلك لأن الرز يحتاج الى المياه بكثرة خلال نموه. بينما تغور المياه بسرعة والى عمق كبير في الترب الخفيفة وبعكس ذلك فان الترب الطينية تكون ذات قابلية عالية للاحتفاظ بالماء قريبا من السطح ولهذا السبب فان المحاصيل التي تنمو في المناطق شبه الجافة تكون اقل تعرضا للجفاف لحد ما في الترب الخفيفة مما هو في الترب الثقيلة. اما في المناطق ذات الامطار الغزيرة فان معظم

المياه سوف يرشح للأسفل الى ما دون نطاق المجموع الجذري وبهذه تكون اكثر تعرضاً للجفاف.

ان المقصود بنسجة او قوام التربة هو حجم الحبيبات الفردية **Soil particles** التي تسود التربة. واعتمادا على حجم الحبيبة فان التربة الرملية يكون حجم حبيباتها ما بين 2-0.05 ملم والغرينية Silt ما بين 0.05 -0.002 ملم اما التربة الطينية فان حجم الحبيبة فيها تكون 0.002 ملم فاقل. وتقسم التربة من حيث القوام على اساس النسب المئوية لأنواع هذه الحبيبات فيها.

والاصناف الرئيسة للتربة من حيث النسجة هي الرملية Sandy ومزيجية رملية Loamy Sand ورملية مزيجية Sandy loam وغرينية مزيجة Silt loam وطينية مزيجة Clay Ioam وغرينية طينية مزيجة Silt clay loam وطينية Clay ويطلق مجازاً اسم تربة ثقيلة وهي التربة التي تكون فيها نسبة عالية من الحبيبات الطينية. والتربة الخفيفة هي التي نسبة محتوياتها من حبيبات الرمل عالية. فعندما يسود الرمل يكسب التربة قواما خشنا يعرف بالقوام الرملي الخفيف لأن مثل هذه الارض سهلة الخدمة بينما التربة ذات القوام الناعم الطيني هي المكونة من نسبة كبيرة من الغرين والطين وتدل درجة التصاقها على ان خدمتها صعبة أي انها ثقيلة.

واستعمال الاصطلاح تربة خفيفة وتربة ثقيلة يرجع الى سهولة الخدمة والحراثة وليس الى وزن التربة حيث ان وزن وحدة حجم معينة من الرمل الجاف الثقل من مثله من الطين الجاف.

ولكي تدرس حبيبات التربة فأنها تفصل الى مجموعات حسب حجومها ويطلق على المجموعات المختلفة اسم مجاميع الحبيبات او مفصولات. والجدول التالي يوضح تقسيم حبيبات التربة بالملمترات.

جدول يبين تقسيم حبيبات التربة حسب النظاميان الدولي والامريكي.

تقسيم ادارة الزراعة بالولايات المتحدة مجموعة الحبيبات	التقسيم الامريكي القطر/ ملم	التقسيم الدولي القطر/ ملم
رمل خشن جدا	٢,٠ – ١,٠	
رمل خشن	١,٠ – ٠,٥٠	٢,٠٠ – ٠,٢٠
رمل متوسط	٠,٥٠ – ٠,٢٥	
رمل ناعم	٠,٢٥ – ٠,١٠	٠,٢ – ٠,٠٢
رمل ناعم جدا	٠,١٠ – ٠,٠٥	
غرين	٠,٠٥ – ٠,٠٠٢	٠,٠٢ – ٠,٠٠٢
طين	اقل من ٠,٠٠٢	اقل من ٠,٠٠٢

ان الحبيبات الدقيقة جدا من التربة والتي يكون قطرها 0.001 ملم او اقل (عادة اقل من 0.0001 ملم) تشمل الحبيبات الغروية والتي تعتبر بروتوبلازم التربة فهي تحتفظ بالمواد الاولية المتيسرة للنبات والماء بالامتصاص. ودرجة الامتصاص تعتمد على مقدار المجموع الكلي لسطوح الحبيبات، فالحبيبات الدقيقة جداً لها سطح واسع المساحة جدا في وحدة وزن معين من التربة فالباوند الواحد (454 غم) من الحبيبات الغروية للتربة في المعدل لها ما يقارب مساحة سطح هكتارين. وترجع مساحة السطح الهائلة هذه الى دقة حجم الحبيبات والى البناء شبه الصفائحي هذا. ولا تقل مساحة السطح الخارجي لغرام واحد من طين غروي عن 1000 مرة من سطح غرام من الرمل الخشن . ان النوعين البارزين من المادة الغروية العضوي وغير العضوي يظهران من مخلوط متجانس فالنوع الاول يوجد فقط على صورة رملية. اما الاخر فيمثله الدبال **Humus** وكل من المجموعتين هو اساس التغيرات المختلفة في التربة.

ولا يمكن فهم المشكلات المتعلقة بالوظيفة الاساسية للتربة جيداً الا بمعرفة غرويات التربة. وفي اية تربة فان حبيبات الطين الدقيقة والغرويات تحوي معظم المواد الاولية المغذية المتيسرة للنبات وتلعب دورا رئيسا في تحديد صفاتها والتي تشمل التبادل الايوني.

تركيب او بناء التربة Soil Structure:

رغم ان لنسجة التربة اهمية كبيرة في تحديد خواص معينة لها الا ان النظام السائد التي تتجمع عليه الحبيبات له تأثير كبير. ويقصد بتركيب التربة انه النظام الذي تتجمع او تترتب فيه الحبيبات الغروية للتربة. ويتضح لأول وهلة ان ظروف التربة وخواصها كحركة الماء او انتقال الحرارة والتهوية ومساميتها تتأثر تأثرا شديدا بتركيب الترب3ة. والواقع فان التغيرات

الفيزياوية الهامة التي يعمل الفلاح على تكوينها اثناء عمليات الحراثة والزراعة والصرف والتسميد تؤثر جميعها في تركيب التربة وليس في نسجتها.

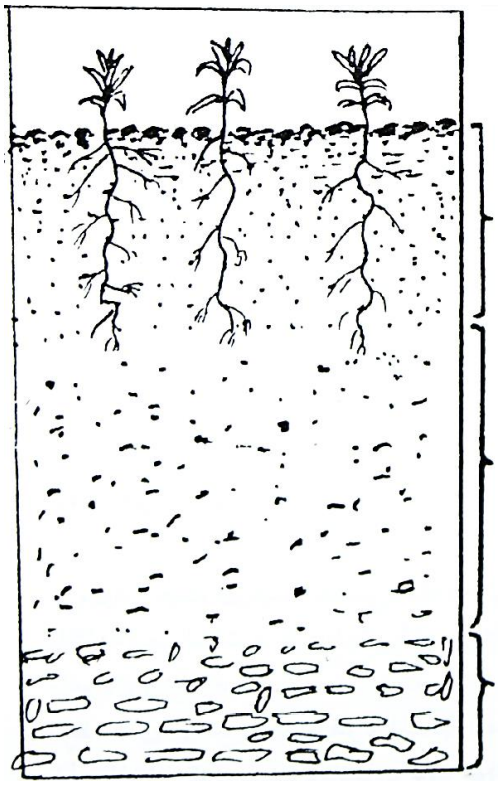
ان اي تجمع للحبيبات قطره من 1.0-5.0 ملم يكون مسامات غير منتظمة والتي تسمح بحركة الهواء والماء خلالها كما تسهل عملية الحراثة وتجهز مهدا جيدا للبذور وحماية للتربة ضد التعرية الهوائية والمائية.

ان التجمعات الحبيبية للتربة تتكون عادة عندما تكون التربة محتوية على كمية جيدة من المادة العضوية، وتزداد بزيادة الكاربون من صفر الى ٢٪ أو أكثر، ان التربة الرطبة ذات التركيب الجيد هي التي تتفتت باليد، ان هذا التجمع الحبيبي قد يحطم بتأثير الغمر او حراثة التربة عندما تكون عالية الرطوبة او بتكرار الحراثة لعدة مرات مما يسبب تفتيت التجمعات الحبيبية وتجعلها متماسكة وبذلك تقل التهوية ويتحدد نمو الجذور خلالها.

قطاع او مقد التربة: Soil profile:

يتكون مقد التربة من عدة طبقات وكل طبقة تسمى افق **Horizon** وتبدأ هذه الطبقات من سطح التربة وتنتهي الى اسفل عند قاعدة الصخور المتفتتة بعوامل التعرية التي تسمى بمادة الاصل Parent material وتختلف هذه الطبقات عن بعضها باللون والبناء والمسامية والسمك وغيرها وقد لا تكون هذه الطبقات واضحة

التحديد والواقع ان الانتقال يحدث من طبقة الى الاخرى تدريجياً بحيث يصعب وضع حدود ثابتة لكل منها. وتتكون التربة النموذجية من ثلاث طبقات مميزة وكل من هذه الطبقات قد ينقسم الى تحت طبقات مميزة فالطبقة الاولى هي طبقة التربة السطحية تليها تحت التربة ثم الطبقة الثالثة التي تتكون من الصخور المفتتة (الشكل ادناه) وتحتوي الطبقات العليا للتربة علي كمية من المادة العضوية تكسب الطبقة لونا داكناً بسبب هذا التراكم من المادة العضوية، وعندما تحرث الارض أو تزرع فان ذلك يشمل التربة السطحية او طبقة الحرث، ويلي هذه الطبقة طبقة تحت التربة التي تعرضت للتجوية Weathering بدرجة ملحوظة. وتكون اقل احتواء على المادة العضوية من السطح.



تربة سطحية

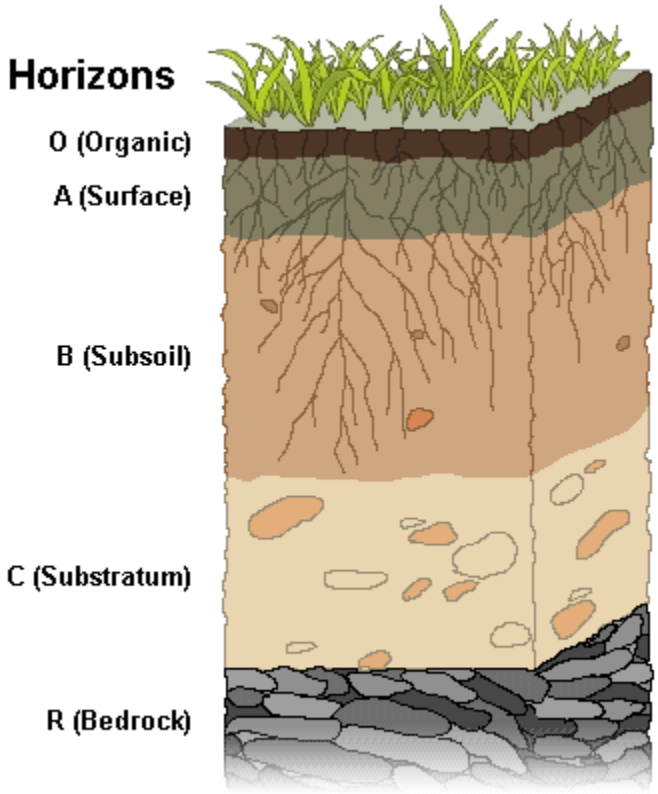
نطاق أعلى ترا دم للمادة العضوية تتمشى إلى حد ما مع طبقة الحرث

طبقة تحت التربة

تتحدر خواصه بدرجة كبيرة بطبيعة قوى تكوين الأرض

طبقة تحتية

تكون مجوّاة إلى حدٍّ ما



شكل يبين مقطع التربة والذي يتكون من ثلاث طبقات رئيسة

ويتأثر تكون وتطوير قطاع التربة بعدة عوامل مثل المناخ والغطاء النباتي وطبيعة مادة الاصل. ويعتبر المناخ اهم هذه العوامل لأنه يقرر نوع التجوية كما ان لدرجة الحرارة والامطار تأثيرا كبيرا على العمليات الكيمياوية والفيزياوية التي تعتبر الوسائل الرئيسة للقطاع. اما الغطاء النباتي فذو اهمية كبيرة نظرا لما يضيفه من مادة عضوية الى التربة.

تحت التربة والتربة السطحية: Sub soil and topsoil:

تتحدد انتاجية الارض بطبيعة تحت تربتها وتظهر هذه الحقيقة اذا ادركنا ان تحت التربة Subs soilلا يتعرض الا الى تغييرات حقلية ضئيلة فيما عدا ما ينتج عن الصرف. ان مسامية تحت التربة، وطبيعتها قد تؤثر ان تأثيراً حسناً أو سيئاً في التربة السطحية باعتبارها بيئة لنمو النباتات.

أما التربة السطحية فهي اولا منطقة نمو الجذور وهي التي تحتوي على معظم المواد الاولية المغذية بالإضافة الى انها تمد النباتات بالقسم الاكبر من الماء. وثانيا فأنها المنطقة التي تحرث وتزرع وبذلك فهي تتعرض للتغير تحت تأثير الخدمة. وقد تتحسن خواصها الطبيعية نتيجة عمليات الخدمة الجيدة واستعمال البقايا العضوية. هذا بالإضافة الي امكانية تسميدها ولهذا فان خصوبتها وانتاجيتها يمكن ان تغيير وتجعل عند المستوي الملائم لإنتاج محصول حقلي اقتصادي.

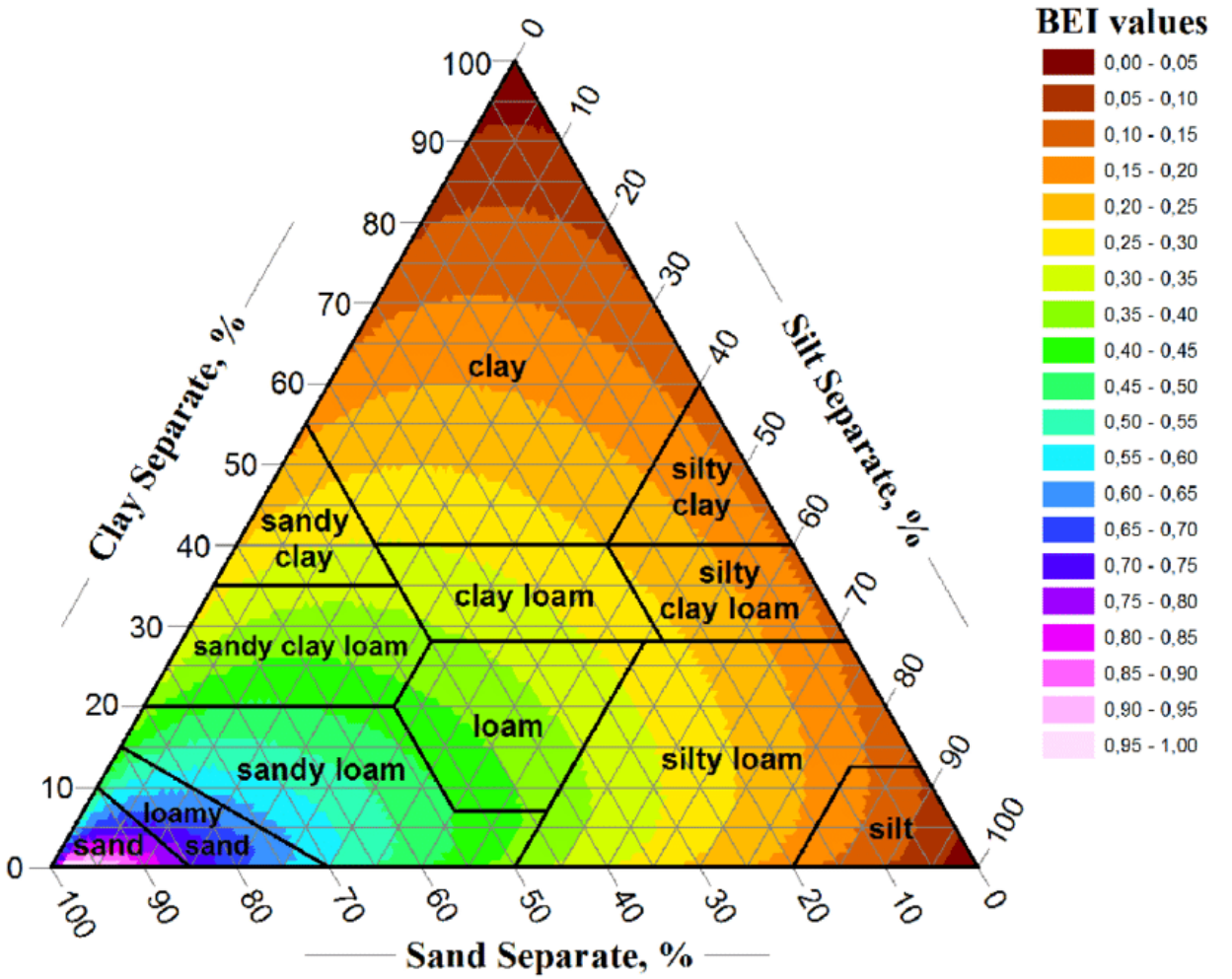
مكونات التربة Soil Constituents

تتكون التربة من اربعة مكونات رئيسة هي المادة المعدنية، المادة العضوية، الماء ،الهواء، وتوجد هذه المكونات الاربع بدرجة متناهية من التفتت والتداخل.

ومن حيث التركيب الحجمي لعينة من تربة مزيجة غرينية Silt loam وفي حالتها الملائمة لنمو النبات، نلاحظ بانها تحتوي 50٪ من حجمها حيز مسامي (يشمل الماء والهواء) و 50٪ حجم صلب. والحجم الصلب يتكون من 45٪ مادة معدنية و 5٪ مادة عضوية وعند درجة الرطوبة المناسبة لنمو النبات فان الخمسين بالمائة التي تمثل الحيز المسامي تتكون من ٢٥٪ ماء و ٢٥٪ هواء. وفي الطبيعة فان حجم كل من الماء والهواء يتأثر ويتغير بتأثير العوامل الجوية وغيرها.

وفي الحقيقة فان هذا التقسيم الحجمي غير موجود في الطبيعة لأن هذه المكونات الاربعة الرئيسة توجد بحالة متناهية من التداخل كما تم ذكره وهذا التداخل يشجع على سير التفاعلات داخل هذه المكونات وفيما بينها كما يسمح بتهيئة ظروف جيدة لنمو المحاصيل الحقلية.

أما تحت التربة فأنها تختلف عن الطبقة السطحية للتربة حيث انها تحتوى على نسبة مرتفعة من المعادن والماء ونسبة منخفضة من المادة العضوية والهواء اقل مما في الطبقة السطحية للتربة.



المادة العضوية للتربة: Soil organic matter:

تمثل المادة العضوية للتربة ما تجمع من بقايا النباتات والحيوانات وتكون في حالة نشيطة من التحلل نظراً لتعرضها لمهاجمة الأحياء الدقيقة الارضية وبناء على ذلك تصبح مكونات انتقالية من مكونات التربة. ويجب ان يتحدد باستمرار بإضافة بقايا النباتات. والمحتوى العضوي للتربة ضئيل نحو 3-5 ٪ بالوزن في حالة التربة السطحية المعدنية المثالية. ورغم ذلك فان تأثيرها في خواص التربة وبالتالي على نمو النباتات كبيرا جدا. وتظهر اهمية المادة العضوية من النواحي التالية:

1- انها أداة لتجميع حبيبات التربة وبالتالي فهي مسؤولة عن حالة التفكك وطراوة التربة وجعلها مفككة وبذلك تعمل على تحسين خواص التربة من حيث المسامية والتهوية والصرف.

2- انها مصدر مهم للعناصر الاولية المغذية كالنتروجين والفسفور والكبريت وغيرها.

3- تساعد على زيادة كميات المياه التي يمكن للتربة الاحتفاظ بها خاصة ذلك الجزء الجاهز من الماء Available water الذى يحتاجه النبات في النمو.

4- تساعد على تكاثر وعمل الكائنات الحية الدقيقة المفيدة حيث تمدها بالطاقة اللازمة. وتنتمي المادة العضوية في التربة الى مجموعتين هما:

1- الانسجة العضوية واجزائها التي تبدأ بالتحلل جزئياً. 2- الدبال Humus ويدخل ضمن الانسجة العضوية المواد التي تضاف إلى التربة مثل جذور النباتات وقممها وهذه المواد تتعرض لهجوم شديد من كائنات التربة الحية حيث تستعملها كمصدر للطاقة اللازمة لها وكمواد لبناء انسجتها. اما الدبال فهو مواد جيلاتينية شديدة المقاومة للتحلل سواء التي كونتها الكائنات الدقيقة او التي نتجت من انسجة النبات الاصلية والدبال مادة سوداء او بنية اللون ذات طبيعة غروية وذات قدرة عالية في الاحتفاظ بالماء والايونات الغذائية ولذلك فان الكميات القليلة من الدبال ترفع قدرة التربة على زيادة انتاج المحاصيل بشكل واضح.

ويشغل الحيز المسامي للتربة بالماء والهواء ويتبع هذا ان يكونا متكاملين بحيث اذا زاد احدهما نقص الاخر. وللحصول على احسن نمو للمحاصيل يجب ان يكون الاتزان الامثل بينهما ثابتاً.

ماء التربة:

وهو من اهم مكونات التربة، وهناك حقيقتان تظهران الاهمية الكبيرة لماء التربة هيما:

1- يوجد الماء في التربة ممسوكا بدرجات مختلفة من الشدة تتوقف على الكمية الموجودة منه.

2- يكون الماء مع الاملاح الذائبة فيه ما يسمى بالمحلول الارضي وهو الوسط لإمداد النباتات النامية بالعناصر الاولية المغذية. ان الشدة التي يمسك بها الماء بواسطة مكونات التربة الصلبة تحدد حركته في التربة ، أو استعماله بواسطة النباتات فعندما يكون محتوى التربة من الرطوبة في الحالة المثلى فان النباتات تستطيع ان تمتص ماء التربة بسهولة. ويوجد اغلب هذا الماء في المسام ذات الحجوم المتوسطة. وبامتصاص النباتات لهذا الجزء من الرطوبة يتبقى الجزء الموجود في المسام الدقيقة الحجم على صورة اغشية رقيقة حول حبيبات التربة. وقوة جذب مادة التربة الصلبة لهذا الماء عظيمة للدرجة التي تنافس فيها النباتات على الماء بنجاح. وينتج عن ذلك الا يكون كل ما تحتفظ به التربة من الماء بحالة متيسرة لاستعمال النبات على ان

جزءاً كبيراً منه يبقى في التربة بعد ان تستعمل النباتات ما تستطيع استعماله ثم بعد ان تذبل وحتى بعد ان تموت عطشا فقد تبقى التربة محتوية على 2-17% رطوبة. وتتوقف الاستفادة من الماء المتيسر على نوع التربة وكمية ماء الري او الامطار.

ومحلول التربة يحتوى على كميات قليلة من الاملاح الذائبة، وكثير من هذه الاملاح ضروري جداً لنمو النباتات، ويحدث تبادل للمواد الاولية بين المواد الصلبة ومحلول التربة ، وبالتالي بين محلول التربة والنباتات ، وتتأثر هذه التبادلات بتركيز الاملاح في محلول التربة الذي يتحدد بدوره بكمية الاملاح الكلية في التربة والمحتوى المائي لها.

هواء التربة:

يكون الهواء نحو 20-25 ٪ من حجم التربة الرطبة العادية، وهو يجهز جذور النباتات بالأوكسجين الضروري لنموها وكذلك يؤثر على الكائنات الحية التي تعيش في التربة وعلى تأكسد المادة العضوية في التربة. وقد تكون التهوية رديئة لنمو النباتات في التربة التي يكون مستوى الماء الارضي فيها مرتفعا وقريبا من السطح وكذلك في الترب التي تكون الطبقة تحت السطحية ثقيلة غير مسامية رديئة الصرف.

ويختلف هواء التربة عن الهواء الجوي بما يلي:

1– ان هواء التربة غير متصل نتيجة وجوده في شبكة من الحيز المسامي التي تفصل المحتويات الصلبة للتربة بين اجزائه وينتج عن هذا اختلاف في تركيب الهواء من مكان لأخر.

2- يحتوى هواء التربة على نسبة عالية من الرطوبة اذا قورن بالهواء الجوي حيث تقترب الرطوبة النسبية له 100 ٪ عندما تصل رطوبة التربة الى حدها الامثل.

3- محتواه اعلي من غاز ثاني اوكسيد الكاربون واقل من الاوكسجين مما في الهواء الجوي. ويبلغ تركيز ثاني اوكسيد الكاربون فيه بضع مئات من المرات من نسبة ٠/٠٣٪ الموجود في الهواء الجوي العادي . وينقص الاوكسجين تبعا لذلك فقد تنخفض نسبته الي ١٠-١٢ ٪ مقابل ٢٠٪ الموجودة في الهواء الجوي.

العناصر الاولية المغذية للنباتات

لكي ينمو المحصول الزراعي بصورة جيدة يجب ان يحصل على حاجته من العناصر الاولية اللازمة، وهنالك عناصر ضرورية للنمو الطبيعي، وهذه العناصر يجب ان تتوفر بصورة سهلة الاستعمال من قبل النبات و بتراكيز ملائمة. وقد امكن تحليل 16 عنصراً تعتبر اساسية Essential elements وهي الكاربون، الهيدروجين ، الاوكسجين ، النتروجين ، الفسفور،

البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم والكبريت وهذه العناصر التسعة يحتاجها المحصول بكميات. اما العناصر السبعة الباقية الضرورية فان المحصول الحقلي يحتاج الى كميات صغيرة منها وتسمى هذه العناصر النادرة او المغذيات الدقيقة trace elements وتحصل النباتات على معظم حاجتها ممن الكاربون والاوكسجين من الهواء مباشرة في اثناء عملية التركيب الضوئي اما الهيدروجين فتحصل عليه من التربة وجميع العناصر الأخرى تحصل عليها النباتات من التربة عدا بعض الكميات من النتروجين التي تحصل عليها البقوليات من هواء التربة بصورة غير مباشرة بواسطة تثبيت النتروجين عن طريق العقد البكترية.

ومن بين الثلاثة عشر عنصر التي تحصل عليها النباتات من التربة توجد ستة عناصر تستعملها بكميات كبيرة نسبيا وتأخذ المكان الاول من الاهتمام وهي النتروجين، الفسفور، والبوتاسيوم ، الكالسيوم، المغنيسيوم، الكبريت، ويطلق عليها باسم العناصر الاولية المغذية الرئيسية Major elements وتضاف عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم الى التربة على شكل اسمدة عضوية او كيمياوية، اما الكالسيوم والمغنيسيوم فيضافان على شكل جير. اما الكبريت فيضاف كمكون عرضي في الاسمدة مثل كبريتات الامونيوم، والاسمدة العضوية هذا بالإضافة الى ما تضيفه مياه الامطار الى التربة. وتأتي عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في مقدمة العناصر التي تحتاجها المحاصيل بكثرة وتستهلك منها كميات كبيرة. كما ان زيادتها عن الحد المطلوب او نقصها في التربة يتسبب عنه ظهور اعراض على المحاصيل وتأثير في انتاجها. وتظهر اهمية النتروجين على المحاصيل الحقلية بانه يعمل على زيادة النمو الخضري. ويعزى اليه اللون الداكن الخضرة للمحاصيل. كما يعمل النتروجين على تكوين حبوب ممتلئة وزيادة نسبة البروتين فيها.

اما التأثيرات الضارة الناتجة من اضافة كميات زائدة من النتروجين الى التربة فهي زيادة النمو الخضري مما ينتج عنه تأخير في النضج ، الا ان توفر النتروجين ونتيجة لزيادة النتروجين فان انسجة النبات تصبح غضة فيحصل اضطجاع للمحصول كما انه يصبح اقل مقاومة للأمراض.

اما اهم اعراض نقص النتروجين فهي ضعف النمو وقلة المجموع الخضري. واصفرار النباتات وصغر المجموع الجذري.

اما الفسفور فتظهر اهميته بانه يساعد في انقسام الخلايا النباتية وتحويل الكاربوهيدرات وتمثيل الشحوم وزيادة كفاءة البلاستيدات الخضراء ويعمل على التبكير في النضج وزيادة تكوين الشعيرات الجذرية.

أما اعراض نقص الفسفور فهي تقزم المحاصيل وتلون الاوراق باللون النحاسي أو البنفسجي. اما تأثيرات البوتاسيوم فهو مهم في تكوين الكلوروفيل، وتكوين النشا وانتقال السكريات خلال

النبات من محل تكوينها في الاوراق الى الاقسام الأخرى لخزنها في البنجر السكري مثلا . ويساعد علي تكوين حبوب ممتلئة ثقيلة وسيقان قوية في محاصيل الحبوب. وفي زيادة مقاومة المحاصيل لبعض الامراض وهو يوازن بين تأثيرات النتروجين والفسفور حيث يقلل من التأثيرات السيئة لزيادة النتروجين في التربة كما يعمل ضد الفسفور الذي يشجع على النضج قبل الاوان.

أما اعراض نقص البوتاسيوم فهي تقزم النباتات وتصبح الاوراق مزرقة غامقة الخضرة وتتلون اطرافها باللون البني مع وجود بقع على النصل بين عروق الورقة.

اما العناصر النادرة او المغذيات الدقيقة Trave elements فهي عناصر ضرورية وتوجد بكميات ضئيلة عدا الحديد في معظم التراب ورغم ما تستهلكه المحاصيل من كميات قليلة منها في موسم معين الا ان استنزاف المحصولات علي مر السنين قد ينشا عنه انخفاض كبير في كميتها مما يتطلب الانتباه الى تأثيرها على المحاصيل ومعالجة نقصها في التربة.

تفاعل التربة Soil reaction:

سوف يقتصر الكلام هنا على حموضة التربة وقلويتها. وتنتشر حموضة التربة في المناطق غزيرة الامطار بدرجة تغمر كميات كبيرة من القواعد المتبادلة من سطح التربة ، والعوامل المكونة لحموضة التربة هي انحلال المادة العضوية والتي ينتج عنها حامض الكاربونيك. وكذلك تعتبر الاحماض غير العضوية مثل حامض الكبريتيك وحامض النتريك مصادر قوية لأيونات الهيدروجين ويعزى الى هذه العوامل حالات الحموضة في التربة.

اما القلوية فتظهر في الترب التي تحتوي على املاح ذائبة بنسبة عالية مثل كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم حيث تؤدي الى تفوق أيونات الهيدروكسيل OH^- علي أيونات الهيدروجين H^+ في محلول التربة فهذه الترب تعتبر قلوية وتصبح التربة شديدة القلوية اذا وجدت كاربونات الصوديوم وقد يصل رقم الحموضة للتربة pH الى 9 او 10 (ان قيمة pH للمحلول هي اللوغاريتم لمقلوب تركيز ايون الهيدروجين وتوضع هذه العلاقة بالشكل التالي ($pH = Log\ 1/\ H+$). والتربة القلوية هي من مميزات المناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال في ترب المنطقتين الوسطى والجنوبية من العراق. فعندما تذهب الاملاح ذات القواعد القوية والاحماض الضعيفة مثل كاربونات الصوديوم Na2CO3 وكاربونات المغنيسيوم MgCO3 وكاربونات البوتاسيوم K2CO3 الى محلول التربة تتحلل مائيا وتنشأ عنها القلوية كما يلي:

$$2Na^+ + CO3 + 2HOH \leftrightarrow 2Na + 2OH^- + H2\ CO3$$

وبما ان انقسام Na OH هو اكبر من انقسام H2 CO3 الضعيف ينتج عن ذلك تفوق أيونات الهيدروكسيل OH فتحصل القلوية.

الترب الملحية والترب القلوية

يكون التبخر شديداً في الترب الرديئة الصرف في المناطق الجافة فتتحرك الاملاح الذائبة من اعماق التربة الى اعلى وتتجمع في الافق السطحي للتربة وتعرف وتقسم هذه الاراضي بالأراضي الملحية هالومورفيك Halomorphic Soils وتقسم هذه الترب الى ملحية وملحية قلوية وغير ملحية قلوية.

الترب الملحية Saline Soil: وهي الترب التي تحتوي على تركيز من الاملاح الذائبة المتعادلة بكميات تسبب أضرارا لمعظم المحاصيل. وتكون نسبة الصوديوم فيها اقلي من 15٪ من سعة التبادل الكاتيوانات، وحموضة التربة PH اقل من 8.5 وذلك لأن معظم الاملاح الذائبة الموجودة هي املاح متعادلة والاملاح الزائدة اغلبها كلوريدات وكبريتات كل من الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم وغسلها سهل لا يصحبه ارتفاع ملحوظ في قيمة PH التربة. وهذا النوع من الترب هو الغالب في ترب العراق.

التربة الملحية القلوية: وتحتوى هذه التربة على مجموعة كبيرة من الاملاح المتعادلة وكمية من ايونات الصوديوم الممتز تكفي لألحاق الاضرار بالمحاصيل. ويشغل الصوديوم اكثر من 15٪ من سعة التبادل الكلية، و PH ينقص الي اقل من 8.5 ويختلف غسل هذه الاراضي عن سابقتها حيث يرتفع PH فيها ارتفاعا ملحوظا كما تصبح الارض متماسكة قليلة النفاذية.

التربة غير الملحية القلوية: ويرجع التأثير الضار لهذه الترب على المحاصيل الى التسمم بالصوديوم وأيونات الهيدروكسيل OH ونظرا لانخفاض تركيز الاملاح الذائبة المتعادلة اكثر من 15 بالمائة من سعة التبادل الكلية لهذه الترب. وتكون pH اكثر من 8.5 وقد تصل الي 10 احياناً. واسباب القلوية في هذه الترب هي كاربونات وبيكاربونات الصوديوم وبسبب القلوية الزائدة الناتجة من وجود كاربونات الصوديوم يظهر سطح الارض القلوية مبقعاً. ومن ذلك نشأت تسمية هذه الاراضي بالأراضي القلوية السوداء. ويحصل تكوين هذه الانواع من الترب في المناطق الحارة الجافة التي تعتمد علي الري حيث ان كثرة مياه الري تعمل علي رفع مستوى الماء الارضي بالترب من سطح الارض ويكون تصاعد الماء منه الى السطح سهلا فيتبخر الماء تاركا الاملاح الضارة على سطح الارض.

التأثير الضار لأملاح التربة على المحاصيل:

ان التأثير الضار على المحاصيل يعود الى وجود الكاربونات وبيكاربونات وكلوريدات وكبريتات الصوديوم.

وتتلخص الاضرار بما يلي:

1– اصفرار النباتات وضعف نموها وذلك لأن زيادة تركيز هذه الاملاح في المحلول الغذائي للتربة يعطل امتصاص النباتات لهذا المحلول، وربما تفقد جزءا من المياه الموجودة في العصير الخلوي للجذور عند ما يزداد تركيز المحلول الارضي على تركيز العصير الخلوي. وعندئذ ينكمش البروتوبلازم ويطلق على هذه الحالة بالبلزمه Plasmolysis وتزداد البلزمة بزيادة تركيز الملح الذي قد تؤدي الى توقف نمو المحصول وموت النباتات.

2- ان وجود هذه الاملاح يعطل امتصاص العناصر الاولية المغذية النافعة. ففي الاراضي القلوية يصعب على النباتات امتصاص الحديد والكالسيوم، والزنك والفسفور بكميات كافية للنمو الجيد.

3- ان تأثير الاملاح القلوية يكون كاوياً فيعمل على تحليل المادة العضوية الموجودة في التربة. وهذا التأثير يسبب اللون الاسود اللامع المميز للأراضي القلوية التي كثيرا ما تسمي بالأراضي القلوية السوداء Black Alkali.

4- ان وجود القلوية يسبب غلق مساحات التربة وسوء التهوية وبالتالي اختناق المحاصيل.

ومن الناحية التطبيقية يمكن أن يستدل على وجود الملوحة في التربة من المشاهدات التالية:

1- ظهور الاملاح مترسبة على سطح الارض.

2- في الاراضي القلوية تبقى مياه الامطار او مياه الري مدة طويلة على سطح الارض دون ان تسرب الي الاسفل.

3- يكون نمو المحاصيل في هذه الاراضي ضعيفاً وغير منتظم حيث توجد جرداء خالية من اي نمو للنباتات.

4- في اراضي البور غير المزروعة توجد بعض النباتات النامية التي تتحمل - الملوحة مثال الطرطيع (قوقلة) Schanginia aegyptiaca والعاقول Alhagi maurorum والشويل Cressa cretica والرغل Atriplex tataricum والعجرش Aeluropus lagopiodes.

تحمل المحاصيل للملوحة:

تختلف المحاصيل الحقلية في قدرتها على تحمل درجة تركيز الاملاح وذلك حسب التركيب الفسلجي للنبات. والتكوين الجذري وطور النمو. اما بالنسبة للتربة فتعتمد على طبيعة الاملاح وتركيزها. ويكون الضرر شديداً في الترب القلوية عند وجود كاربونات وبيكاربونات الصوديوم ويليها في الضرر الكلوريد واقلها كبريتات الصوديوم.

وقد قسمت المحاصيل حسب درجة تحملها للملوحة الى محاصيل عالية التحمل ومن امثلتها الشعير والقطن والبنجر السكري والسلجم وبعض الحشائش مثل حشيش رودس Rhodes grass وحشيش الثيل (Bermuda grass) وحشيش فسكيو Fescue grass والعجرش Aoluropus lagopiodes ومحاصيل متوسطة التحمل Moderate Salt tolerance وتشمل الحنطة والشليم والشوفان والرز والذرة البيضاء والذرة الصفراء والجثث والدخن والكتان وعباد الشمس وبعض المحاصيل العلفية مثل النفل الابيض الحلو White sweet cloverlوالنفل الاصفر الحلو Sweet cloverوقدم الطير Birds foot trefoilla والحشيش السوداني وحشيش دلاس وحشيش البساتين Orchard grass اما المحاصيل ضعيفة التحمل للأملاح فهي نفل لداينو Ladino والنفلي الاحمر ونفل السايك Alsike clover والباقلاء.

كيفية التخلص من الاملاح:

تستصلح الاراضي بالغسل والصرف حيث تغمر الارض بالماء مرة بعد اخرى لإذابة الاملاح بالماء وصرفها في كل مرة الى المبازل. وطريقة الغسل هذه تستعمل للأراضي الجيدة النفاذية والتي تكون معظم الاملاح فيها متعادلة ونسبة الكالسيوم والمغنيسيوم مرتفعة مع كمية قليلة من الصوديوم المتبادل.

اما في الترب القلوية او الملحية القلوية فان مجرد معاملتها بالماء سوف يزيد من قلويتها بسبب زوال الاملاح الذائبة المتعادلة وبالتالي زيادة النسبة المئوية للتشبع بالصوديوم ويمكن تجنب ذلك بمعاملة التربة بكميات من الجبس أو الكبريت لغرض تحويل كاربونات وبيكاربونات الصوديوم الى كبريتات الصوديوم، ويأتي بعد ذلك غسل جيد للأرض بماء الري للتخلص من بعض أملاح كبريتات الصوديوم. أما كاربونات الكالسيوم المتكونة من التفاعل الكيماوي فهي غير ضارة وعلى العكس فأنها تعمل على تجميع حبيبات التربة. ويمكن توضيح ذلك بالمعادلات التالية:

تفاعل الجبس

$$Na2\ CO3 + CaSo4 \leftrightarrow CaCO3 + Na2SO4 \rightarrow$$ قابل للغسل

اما تفاعل الكبريت فهو كالاتي:

$Na2CO3 + H2SO4 \leftrightarrow CO2 + H2O + Na2SO4$ قابل للغسل

وفي كلتا الحالتين بعد اصلاح الاراضي الملحية والقلوية يجب اضافة المواد العضوية وزراعة المحاصيل المتحملة للملوحة اول الامر بعد الاستصلاح واستعمال الدورات الزراعية لتحسين خواص التربة.

حموضة التربة Soil acidity:

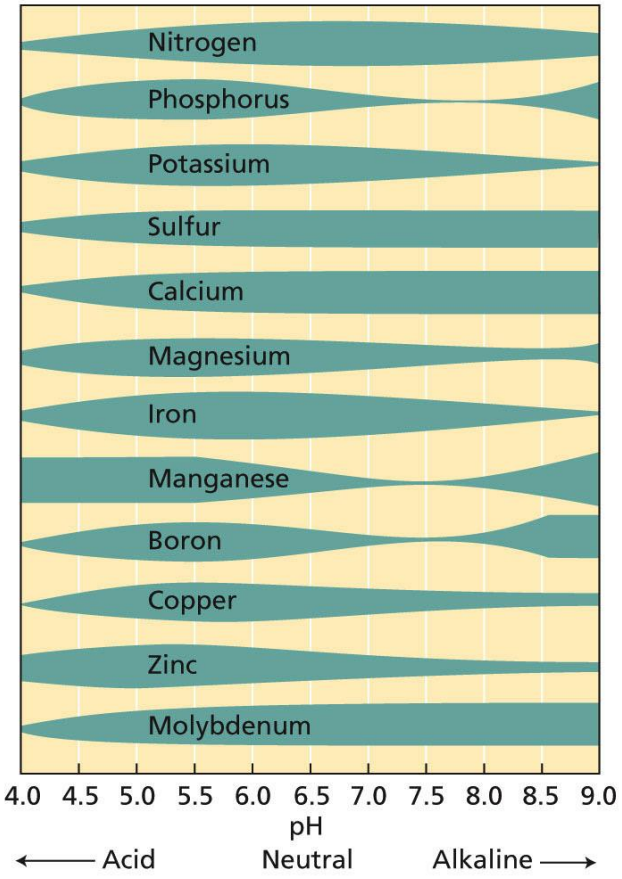
وهي الحالة التي توجد فيها ايونات الهيدروجين H اكثر من ايونات الهيدروكسيل OH يصبح محلول التربة حامضياً وعلى العكس من ذلك تكون التربة قاعدية. اما اذا كان محلول التربة ذو تركيزات متساوية من ايونات الهيدروجين والهيدروكسيل فتكون متعادلة وهذه العلاقة تعرف بمقياس تركيز ايون الهيدروجين والذي يوضح بالاصطلاح pH فتكون التربة حامضية اذا نقص pH عن 7 ومتعادلة اذا كانت 7 وقلوية اذا زادت على ذلك.

وفي ترب المناطق كثيرة الرطوبة تتراوح قيمة pH ما بين ٥ و 7 وهذا الرقم يتداخل مع المدى في المناطق الجافة، حيث يكون اقل من 7 قليلا الى حوالي 9.

وتظهر اهمية حموضة التربة من حيث التغذية للنبات فكثير من العناصر الاساسية يصبح اقل تيسراً (جاهزية) اذا زادPH من خمسة مثلا الى 7.5 أو الى ٨ مثل الحديد الزنك والمنكنيز وعندما ترتفع pH فوق 7 فإنه يؤدي الى اضطراب في التغذية الفوسفاتية فتكون عند الارقام العالية من PH مركبات غير ذائبة من فوسفات الكالسيوم فيختل ذوبان الفسفور كما أن وجود الكالسيوم يقلل من امتصاص الفسفور واستعماله للنبات. وتصل جاهزية الفسفور للنبات الحد الاقصى في مدى pH بين 6 و 7. أما البوتاسيوم فانه يكون جاهزاً عندما يكون تأثير التربة قاعدياً.

وبصورة عامة فان معظم العناصر الاولية المغذية تكون جاهزة في حوالى 6.5 من الحموضة. ومعظم المحاصيل تلائمها حموضة ما كانت بين 6 و 7.5 وتختلف المحاصيل في درجة تحملها للحموضة، فالدخن والرز والشيلم تعتبر محاصيل جيدة التحمل للحموضة. اما البرسيم الابيض،

والذرة الصفراء ، والقطن ، والكتان، الذرة البيضاء، فول الصويا، الشوفان، الحشيش السوداني والتبغ فتعتبر محاصيل معتدلة التحمل. بينما يكون الشعير والنفل الأحمر ، والبنجر السكرى والنفل الحلو والجت فأنها من المحاصيل الحساسة للحموضة.



PLANT PHYSIOLOGY, Fourth Edition, **Figure 5.4** © 2006 Sinauer Associates, Inc.