

المحاضرة الأولى

المقدمة

بدأ اهتمام الانسان بالتربة منذ وجوده لأنها أقرب الأشياء اليه وقد اتخذها مأوىً وملجأً له لتجنب المؤثرات الطبيعية من حوله وازدادت هذه الاهتمامات بتزايد تقدم الانسان وتطوره وتعدد حاجاته ومن ثم أصبح تزايد الاهتمام هذا مقياساً لتحضره ومورداً مهماً لا يستغني عنه في معاشه سواءً الانسان الذي يعيش في الغابات أو الذي يعيش في المجتمعات المتقدمة صناعياً في وقتنا الراهن.

مفهوم التربة Soil principle

عندما يفكر الناس في التربة فان لدى كل واحد منهم مفهوماً خاصاً عن التربة فمثلاً ينظر الفلاح الى التربة على انها الوسط الذي تنمو فيه النباتات، أما المهندس المدني فانه ينظر الى التربة على انها المادة التي تسند المباني والطرق ومدرجات المطارات وغيرها، وينظر البعض الآخر للتربة على انها المادة التي تقوم بتثبيت النبات وتغذيته طوال فترة نموه فيها.

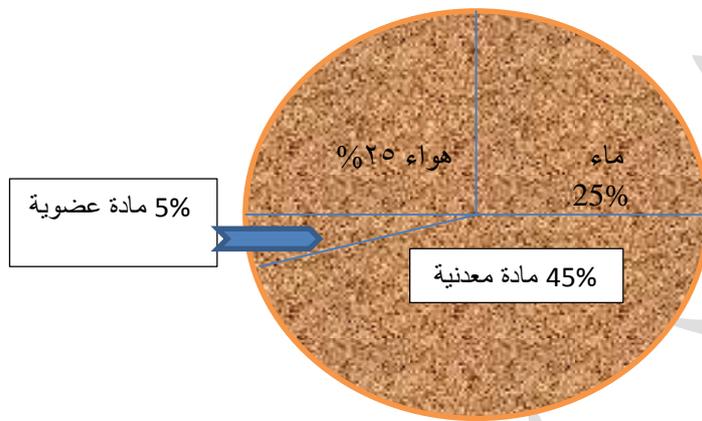
ان كلمة Soil جاءت من الكلمة اللاتينية Solum والتي تعني الأرض او القاع، والتربة بصورة عامة تعني ذلك الجزء الهش من سطح الأرض والذي يختلف عن الصخور الصلدة، وهي أيضاً المادة التي تقوم بتغذية النباتات وتثبيتها، الا ان التعريف العلمي الدقيق لكلمة تربة هو: (انها جسم طبيعي ديناميكي متطور يوجد على سطح الأرض وله ثلاثة أبعاد وله صفات كيميائية وفيزيائية وحيوية جاءت من تأثر المادة الأصل Parent material بالمناخ والمادة الحية والانحدار خلال فترات متتالية من الزمن).

ان كلمة تربة ذات معان عديدة ويجب علينا أن نفهم أن هذه الكلمة تستعمل بطرق مختلفة لتفي بالغرض من استعمال هذه اللفظة.

مكونات التربة Soil components

يشغل حيز معين من التربة أربعة مواد أساسية هي المادة المعدنية والمادة العضوية والماء والهواء، يمثل كل منها نسبة معينة من حجم التربة والحالة المثالية لها أن تشغل المادة المعدنية

45% والمادة العضوية 5% والماء 25% والهواء 25%. يلاحظ أن المسامات البينية تمثل نصف حجم التربة الا انه توجد علاقة عكسية بين حجم الماء وحجم الهواء فدخل الماء الى التربة سيزيح الهواء وعندما يفقد الماء من التربة بواسطة التبخر او البزل او امتصاص النبات له فان الهواء يرجع مجددا ليملاً المسامات البينية التي كانت مملوءة بالماء، أما المادة العضوية فان نسبتها في التربة السطحية Surface soil تكون أعلى مما هي عليه في التربة تحت السطحية Sub soil بل ان بعض التربة التي تسمى تربة الـ muck والـ peat تشغل المادة العضوية نسبة أعلى من المادة المعدنية.



التربة نظام مفتوح The soil is open system

يقصد بالنظام المفتوح أن جسم التربة يخضع للأخذ والعطاء، أي ان التربة عرضة لأخذ قسم من المواد وفقد أخرى، فالآفاق السطحية للغابات تتراكم فيها الأوراق المتساقطة وبالتالي زيادة المادة العضوية والعناصر الغذائية في هذا الأفق السطحي، أما الرياح والمياه فتؤديان الى نقل التربة من مكان لآخر، فالتربة التي تقع في المناطق المنخفضة تقوم بدور المستلم للمياه والمواد التي تحملها في حين أن التربة في المناطق المرتفعة تتعرض للتعرية وفقد الكثير من موادها اذ ان هنالك مواد تكون متبادلة بين التربة والبيئة وبين آفاق التربة نفسها مثل الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكربون والماء والعناصر الغذائية وغرويات التربة.

الوظائف الزراعية للتربة Soil agricultural jobs

- ١- اسناد النبات: ان إحدى وظائف التربة هي تأمين الاسناد للنباتات اذ ان الجذور المرتكزة في التربة تساعد النباتات على البقاء بصورة قائمة.
- ٢- التجهيز بالعناصر الغذائية: تحصل النباتات على بعض العناصر الغذائية من الهواء والماء وهي الكربون والأوكسجين والهيدروجين وتسمى بالعناصر الرئيسية وتكون 90% أو أكثر من المادة الجافة للنبات، أما باقي العناصر فيحصل عليها النبات من التربة وهي العناصر الكبرى (النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت) والعناصر الصغرى (الحديد والمنغنيز والنحاس والزنك والبورون والموليبدينم والكلوريد) وأضيف إليها في الثمانينات من القرن الماضي عنصر النيكل فأصبحت سبعة عشر عنصراً.
- ٣- الاحتفاظ بالماء: ان التربة لها القدرة على الاحتفاظ بالماء ضد قوى الجاذبية وبذلك تستطيع النباتات الحصول على الماء الازم لنموها من خلال التربة.
- ٤- التجهيز بالأوكسجين: اذ يدخل الهواء المحمل بالأوكسجين الى مسامات التربة الفارغة ليحصل عليه النبات من خلال فتحات بجذوره تدعى بالعديسات Lenticles تسمح بتبادل الغازات، كما ان الأحياء المجهرية الهوائية تأخذ الأوكسجين من جو التربة لتعمل على تحويل المادة العضوية الى مغذيات بصورة دائبة يمكن استعمالها من قبل النباتات.
- ٥- توفير بيئة ملائمة لإنبات البذور: ان البذرة هي نبات في دور السبات وعند توفر الرطوبة الملائمة والحرارة المناسبة والظلام تنتفخ البذور بعد تشربها بالماء ومن ثم تنشط الانزيمات المسؤولة عن تحليل الغذاء المخزون داخل البذرة في السويداء Endosperm ليستهلكه الجنين في النمو.
- ٦- الاحتفاظ بالحرارة: ان للتربة خاصية الاحتفاظ بالحرارة الملائمة لنمو النباتات اذ انها لا تفقد الحرارة بصورة سريعة في الليل وبذلك تعطي الدفء الكافي سواءً للبذور أو للجذور، ولذلك تجد الماء المستخرج من التربة دافئاً أيام الشتاء وبارداً أيام الصيف.
- ٧- التخلص من الملوثات: تستطيع دقائق التربة بسبب خاصية التبادل الأيوني التخلص من بعض العناصر السامة والعناصر الثقيلة كالرصاص والزنبق والكادميوم.

المحاضرة الثانية

نشوء وتطور التربة Soil formation and development

التربة في حالة تغير مستمر وهذه التغيرات تحصل ببطء شديد وهناك خمسة عوامل هي المسؤولة عن نوع وسرعة ومدى تطور التربة وهي المناخ والنباتات والمادة الأصل والطوبوغرافية والزمن. يؤثر المناخ في المادة الأصل للتربة من خلال عمليات التعرية والتجوية للصخور الى تفتت هذه الصخور بمرور الزمن الى أن تتكون تربة هشة تستطيع بعض النباتات القادرة على التمثيل الضوئي العيش فيها مما يؤدي الى تراكم المادة العضوية فيها فتبدأ البكتريا والفطريات بالنمو في هذه التربة من خلال تحليل هذه المواد العضوية وبالتالي تحرر وانطلاق العناصر الغذائية الى التربة لتبدأ دورة أخرى لنمو النباتات فيها. تبدأ دورة حياة التربة بالمادة الأصل ثم التربة غير الناضجة ثم التربة الناضجة وتصبح أخيراً التربة القديمة. يمكن أن تتحول المادة الأصل الى تربة غير ناضجة أو تربة فتية في وقت قصير نسبياً اذا كانت الظروف ملائمة ويتصف هذا الطور بتراكم المادة العضوية في التربة السطحية بقليل من التجوية وبغسل أو انتقال الغرويات ويتكون هنا الأفق A والأفق C فقط وتكون صفات التربة موروثه من المادة الأصل، ويتم الوصول الى طور التربة الناضجة بتكون الأفق B، وفي النهاية وعند مرور الوقت الكافي قد تختلف صفات الأفق A عن الأفق B وهذا هو طور التربة القديمة.

آفاق التربة Soil horizons

يحتوي مقد التربة على اثنين أو أكثر من آفاق التربة الرئيسة وفيما يلي شرح مختصر لكل من هذه الآفاق:

O - الأفق العضوي يكون الجزء الأعلى من الترب المعدنية ويتكون من مواد عضوية متحللة وغير متحللة ويحتوي هذا الأفق على أكثر من 30% مادة عضوية اذا كان محتوى الطين في التربة أكثر من 50% وعلى أكثر من 20% مادة عضوية اذا كان يحتوي الجزء المعدني على الطين. ينقسم الى نوعين O₁ وتكون المخلفات العضوية فيه غير متحللة ويمكن تمييزها وO₂ وتكون المخلفات العضوية فيه متفسخة بحيث لا يمكن تمييزها.

A - افق معدني يوجد بثلاثة أنواع هي A_1 ويتميز بلون غامق لوجود المادة العضوية فيه أما النوع الآخر فهو A_2 ويتميز بلون فاتح نسبياً بسبب عمليات الغسل ولذلك يسمى بأفق الفقد *elluvial* لفقد بعض الطين أو أكاسيد الحديد أو الألمنيوم مما أدى الى زيادة الكوارتز أو المعادن الأخرى المقاومة والواقعة ضمن حجم الرمل والغرين والثالث A_3 وهو أفق انتقالي بين الأفق A والأفق B.

B - افق معدني نقل اليه سليكات الطين والحديد والألمنيوم والدبال اما بصورة منفردة أو مع بعضها ولهذا يسمى بأفق الكسب *illuvial* ويتكون هذا الأفق من أكاسيد الحديد والألمنيوم أو أطيان السليكات اما منفردة أو ممزوجة وتكونت من ازالة الكربونات والأملاح الأكثر ذوباناً منها وتعطي أكاسيد الحديد والألمنيوم لوناً داكناً لهذا الأفق وأكثر حمرةً من الأفق التي فوقه أو تحته ويقسم الى B_1 و B_2 و B_3 حسب درجات التراكم.

C - أفق معدني ويكون أحياناً مشابهاً للمواد التي تكون منها وأحياناً غير مشابه ويفتقر للخواص المميزة للأفقين A و B.

R - الافق الصخري يتكون من الصخور المتماسكة التحتية كالكرانيت والحجر الرملي والحجر الكلسي.

عوامل نشوء التربة **Factors of soil formation**

١- الزمن **Time**

هنالك سؤال مهم وهو ما هو الوقت اللازم لتكون انج واحد من التربة؟ وللاجابة على هذا السؤال يجب ربط تطور التربة بنوع الصخور والمادة الأصل ووجود الغطاء النباتي والظروف البيئية المحيطة اذ يمكن للرياح ومياه الأنهار والبراكين والجليد أن تنقل التربة من مكان لآخر، فالظروف التي تزيد من سرعة تطور التربة هي الجو الدافئ والرطب وغطاء الغابات والنفاذية العالية وانخفاض نسبة الكلس والطوبوغرافية المستوية أو المنخفضة ولكن مع وجود بزل جيد وبالمقابل يمكن لبعض الظروف أن تؤخر تطور الترب كالجو البارد والجاف وغطاء الحشائش وقلة النفاذية وارتفاع نسبة الكلس والطوبوغرافية الشديدة الانحدار لذلك فان سرعة التطور تختلف من تربة لأخرى.

٢- المناخ Climate

للمناخ عاملين مهمين يؤثران في تطور التربة هما التساقط Precipitation ودرجة الحرارة Temperature وكذلك يؤثر الجو بصورة غير مباشرة في تعيين النباتات الطبيعية لذلك هنالك تماثل بين الجو وتوزيع النباتات على سطح التربة، فعند زيادة درجات الحرارة وثبات الرطوبة تنخفض المادة العضوية في التربة وعلى النقيض من ذلك فانه عند زيادة الرطوبة وثبات درجات الحرارة تزداد كمية المادة العضوية في التربة، كذلك فان سرعة التجوية لمعادن التربة تزداد بزيادة درجات الحرارة والرطوبة، كما ان السعة التبادلية للأيونات الموجبة وpH يزدادان بانخفاض كمية التساقط بينما ينخفضان بزيادة كمية التساقط.

٣- النباتات Plants

هنالك نوعين من النباتات الطبيعية هما الأشجار والحشائش والترب التي تنمو فيها تسمى بترب الغابات وترب الحشائش اذ تشير الدراسات الى أن الترب المتكونة تحت الحشائش عند مقارنتها بالترب المتكونة تحت الغابات تختلف بنقطتين الأولى أن ترب الحشائش تزيد بضعف الكمية من المادة العضوية عن ترب الغابات والثانية ان المادة العضوية تنخفض في ترب الحشائش بزيادة عمق التربة؛ وذلك لكون جذور الحشائش تقل كميتها بزيادة العمق أما أشجار الغابات فان جذورها تتعمق في التربة لمسافات طويلة. تتميز جذور الحشائش بأنها قصيرة العمر أما جذور أشجار الغابات فإنها طويلة العمر، ترب الحشائش تتكون مادتها العضوية من جذور وأوراق الحشائش أما ترب الغابات فتتكون مادتها العضوية من الأوراق والأغصان الساقطة، في ترب الحشائش تكون نسبة 90% من المادة العضوية موجودة في التربة أما في الغابات فتوجد أغلب المادة العضوية قائمة على الأشجار، كما ان نسبة التشبع بالقواعد ودرجة تفاعل التربة سيزيدان في ترب الغابات عن ترب الحشائش لأن الأشجار تمتص كمية أكبر من العناصر الغذائية مقارنة بالحشائش وعند تساقط الأوراق وتحلل المادة العضوية ستعود تلك العناصر الى التربة وتتسبب بالقواعد فتقل بذلك فرصة انخفاض pH لعدم وجود الفرصة الكافية لاحتلال الهيدروجين محل القواعد.

المحاضرة الثالثة

٤- المادة الأصل Parent material

ان لطبيعة المادة الأصل (المادة الأم) تأثير مهم وخاصة على الترب الفنية وخواص التربة كالنسجة والتركييب المعدني ودرجة التتضيد ذات علاقة مباشرة بالمادة الأصل، ان المادة الأصل للتربة أتت من الصخور التي تفتتت بفعل العوامل الكيمياءية والفيزياءية للمناخ. ان ترب السهول ومنها منطقة السهل الرسوبي في وسط وجنوب العراق تتصف بالتتضيد Stratification حيث توجد طبقات مختلفة في حجوم دقائق التربة فوق بعضها ويتم نقل وترسيب معظم هذه الأطين خلال الفيضانات لأن التعرية تكون أكثر فاعلية، فعندما يطفو الماء الفائض على جوانب النهر فيؤدي الى ترسب الرمل الخشن والحصى وعند وصول الماء الى سهول الفيضان في الوادي تنخفض سرعته لدرجة تسمح للغرين بالترسب وفي النهاية يصبح الماء في بركة ساخنة حيث يتم رشح الماء أو تبخره منها تاركاً وراءه الطين الناعم.

لقد نقل الثلج معظم غلاف الأرض في شمال أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية من خلال تحرك طبقات الثلج القارية العظيمة باتجاه الجنوب وبحركة كتل الثلج الثقيلة الى الأمام دفعت أمامها وجمعت بداخلها جزءاً كبيراً من ترب الطبقة السطحية وكذلك جرفت قطعاً كبيرة من الصخور التي كانت أثناء مرورها تحتك بالقاعدة الصخرية التي تحتها فهذبت حوافها وأنتجت صخوراً مستديرة وناعمة الحواف.

أما الرياح فهناك ثلاثة اصناف من مواد التربة التي تتقلها وهي:

- ١- الرمل المتغاير النعومة والذي يتجمع على شكل أكوام صغيرة أو تلال شاهقة كالكتبان الرملية في الصحارى.
- ٢- رماد البراكين.
- ٣- المواد المشابهة للغرين والتي تسمى بالـ Loess وتغطي مساحات شاسعة في الولايات المتحدة وأوروبا وآسيا.

أهمية مكونات المادة الأصل

ان لمكونات المادة الأصل علاقة كبيرة بصفات المقعد المتطور فاذا احتوت المادة الأصل على نسبة كبيرة من السليكات الألمنيومية والتي تتحلل بسهولة نسبياً فسيكون الكثير من الطين وتحت الظروف المناسبة سيتراكم بعض الطين في الأفق B مكوناً تربة تحتية نسجتها ناعمة، أما اذا كانت المادة الأصل متكونة من معادن تتجوى ببطء فستتراكم كمية قليلة من الطين في الأفق B، كما ان درجة تفاعل التربة عندما تكون حامضية فانها تشجع على تحلل المعادن ونقل الغرويات والتطور العام للمقد لذلك عندما تكون المادة الأصل غنية بالكلس فان تطور التربة سيكون بطيئاً وستبقى التربة في الطور غير الناضج لفترة أطول من الوقت.

٤- الطبوغرافية والميل Topographic and slope

من الملاحظ أن ترب الحواف أو التلال الشديدة الانحدار في المناطق الرطبة تختلف عن الترب على الانحدارات المعتدلة أو على الطبوغرافية المستوية أو المتموجة، ففي المناطق ذات الميل الشديد تزال التربة السطحية بواسطة التعرية باستمرار فتكشف الآفاق السفلية ويتحور المقعد، ويكون سمك هذه الترب ومادتها العضوية أقل من ترب المناطق ذات الطبوغرافية المستوية أو المتموجة، ويكون مقد هذه الترب أقل وضوحاً من مقد ترب المناطق المعتدلة الطبوغرافية. فالأراضي المنخفضة في موقعها الطبوغرافي أو الرديئة البزل تستقبل المادة العضوية والمعدنية من المنحدرات المحاذية، بينما في المناطق الجافة تنتجمع الأملاح الذائبة في المناطق المستقبلية لماء البزل من الترب المحيطة.

عمليات تكوين التربة

١- الإضافة **Addition**: وتشمل كل ما يضاف الى جسم التربة من مواد ومن كافة الاتجاهات.

٢- الفقدان **Losses**: وتشمل كل ما يفقد من جسم التربة من مواد ومن كافة الاتجاهات.

٣- النقل **Translocation**: وتشمل كل المواد التي تتحرك ضمن جسم التربة.

٤- التحول **Transformation**: وتشمل كل المواد التي تتحول من تركيب كيميائي لآخر

مع عدم تغير موقعها.

المحاضرة الرابعة

Soil physics characteristics الخصائص الفيزيائية للتربة

Soil texture نسيجة التربة

هي التوزيع النسبي لمجاميع الأحجام المختلفة لدقائق التربة المعدنية المتمثلة بالرمل والغرين والطين وتظهر مدى نعومة أو خشونة التربة وهي صفة ثابتة تقريبا. ان لدقائق الرمل حجماً كبيراً نسبياً لذلك فان مساحتها السطحية تكون صغيرة مقارنة بنفس الوزن من دقائق الغرين والطين، وبسبب صغر المساحة السطحية لدقائق الرمل فان أهميتها في الفعاليات الكيميائية تكاد تكون معدومة، الا ان أهمية الرمل في التربة هو العمل كهيكل تنتظم حوله أجزاء التربة الأكثر فعالية ووجوده في التربة يؤدي الى زيادة حجم المسامات بين الدقائق وبذلك تسهل حركة كل من الماء والهواء. أما الغرين فان له ملمساً ناعماً وله مساحة سطحية أكبر من الرمل في الغرام الواحد، الا ان المساحة السطحية للطين تكون أكبر لنفس الوزن من الرمل والغرين، لذلك يعمل الطين كمخزن للماء والعناصر الغذائية بسبب كبر مساحته السطحية التي قد تزيد بآلاف المرات عن الغرين وتقارب المليون مرة عن الرمل الخشن جداً. تقاس نسيجة التربة بطريقتي المكثاف والهايدروميتر لمعرفة نسب الرمل والغرين والطين ثم تسقط على مثلث النسيجة لمعرفة نوع النسيجة التي تتكون من 12 نوعاً.

Soil structure بناء التربة

هو تجمع الدقائق الأولية للتربة من الرمل والغرين والطين بأشكال هندسية منتظمة على شكل مجاميع Aggregates لتعطي أشكالاً كروية أو صفائحية أو كتلية أو منشورية. ان دقائق التربة تتجمع بوجود مواد غروية تعمل كمادة ماسكة وهي : معادن الطين وأكاسيد الحديد والمنغنيز الغروية والمواد العضوية الغروية بما في ذلك أصماغ الأحياء المجهرية. لذلك فان مجاميع التربة في حالة تغير مستمر فالترطيب والتجفيف والانجماد والانصهار والفلاحة والفعاليات الحيوية تساهم جميعاً في تحطيم وتكوين مستمر للمجاميع وتبعاً لذلك فان بناء التربة يتغير بتغير مجاميع التربة وتكسرها.

ان التربة الرملية يكون بنائها ضعيفاً ومفككاً وذلك لكبر حجم دقائق الرمل مما يؤدي الى تقليل نقاط التلامس بين حبيبة وأخرى فتكون مساماتها كبيرة بعكس التربة الطينية التي يكون بنائها قوياً ومرتباطاً لصغر حجم دقائق الطين الذي يؤدي الى زيادة نقاط التلامس فيما بين حبيبات الطين فتصغر مساماتها.

المسامية Porosity

هي الدرجة التي تتخلل فيها المسامات أو الفراغات في التربة وتمثل بنسبتها في حجم التربة الكلي، وكما مر بنا سابقاً أن الحالة المثلى لنمو النبات في التربة أن يكون 50% من حجم التربة مشغولاً بالمسامات، وهذه النسبة تعتمد بدرجة كبيرة على نسجة التربة وطبيعة بنائها، فالتربة الخشنة النسجة تكون مساماتها كبيرة الحجم الا ان المجموع الكلي للمسامات يكون قليلاً وبالعكس من ذلك فان التربة الناعمة النسجة تكون مساماتها صغيرة الحجم الا ان المجموع الكلي للمسامات يكون كبيراً. ان المسامات البينية مهمة لكون مسامات التربة مملوءة بالماء والهواء وتتحرك فيها وبذلك فان تجهيز الماء والأوكسجين لنمو النبات وسرعة حركة الماء خلال التربة تتعلق بمقدار وحجم المسامات البينية للتربة.

حساب مجموع المسامات البينية

يمكن حساب نسبة المسامات البينية في تربة ما من الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية اذا مثل كلاهما بنفس وحدات القياس، كما في المعادلة الآتية:

$$\% \text{ للمسامات البينية} = 100 - \left(\frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}} \right) \times 100$$

الكثافة الظاهرية Bulk density

هي وزن وحدة الحجم للتربة المجففة بالفرن وتمثل عادة بالغرامات في السنتمتر المكعب. وجد أن الكثافة الظاهرية للتربة الناعمة النسجة تتراوح عادة ما بين 1 - 1.3 غم/سم³، أما التربة الخشنة النسجة فتتراوح بين 1.3 - 1.8 غم/سم³ وذلك لأن التربة الناعمة النسجة تحتوي مقداراً أكبر من المسامات البينية. ان التربة العضوية تكون كثافتها الظاهرية منخفضة مقارنة بالتربة المعدنية اذ تتراوح الكثافة الظاهرية للتربة العضوية بين 0.2 - 0.6 غم/سم³.

المحاضرة الخامسة

تهوية التربة Soil aeration

هي العملية التي يتم من خلالها تجديد وتبادل الغازات في التربة وتعتبر عن مدى توفر الأوكسجين وغيره من العناصر الضرورية لاستمرار فعاليات المنظومة الجذرية للنباتات النامية في التربة. ان عناصر هواء التربة هي نفس عناصر الهواء الجوي مع تغاير بسيط في تركيز عنصري الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، وان زيادة تركيز غاز الأوكسجين في التربة يؤدي الى تقليل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون وربما ازاحته الى الهواء الخارجي.

يتصف هواء التربة بكونه:

- 1- مشبعاً ببخار الماء وهذه الحالة تساعد على سير التفاعلات الكيميائية والاسراع بها وضمان أنواع كثيرة من البكتريا والفطريات التي تعمل على تحلل المواد العضوية.
- 2- حاوياً على مقادير كبيرة نسبياً من غازات ثاني أكسيد الكربون والأمونيا والتي ينتج عنها تحلل للمواد العضوية.

جدول 1. مقارنة بين كميات مكونات الهواء الجوي وهواء التربة

الغاز	كميته في هواء التربة	كميته في الهواء الجوي
النيتروجين	79.1%	79.02%
الأوكسجين	أقل من 21%	20.02%
ثاني أكسيد الكربون	0.25-1%	0.03%
الماء (الرطوبة النسبية)	98%	كمية ضئيلة جداً

ان هذه النسب المشار اليها في الجدول أعلاه تتغير بتغير عوامل معينة منها: الموسم وعمق التربة والنسجة والتفاعلات الكيميائية والفعاليات الحيوية للأحياء الدقيقة وغير الدقيقة والعمليات الزراعية ومياه الري والأمطار. بعد سقوط المطر تمتلئ المسامات الصغيرة Micro pores (الشعرية Capillary) بينما تكون المسامات الكبيرة Macro pores مملوءة بالهواء، لذلك ينخفض المحتوى المائي للتربة الرملية بسبب قلة المسامات الصغيرة فيه بينما يزداد المحتوى الرطوبي في

الترب الناعمة النسجة (الطينية) لزيادة عدد المسامات الصغيرة فيها الا أن حركة الماء والهواء تكون في الترب الرملية أعلى مما هي عليه في الترب الطينية وان مقدار وحجم المسامات سيؤثر على المحتوى المائي والهوائي للتربة الرطبة.

لون التربة Soil color

ان لون التربة هو محصلة ألوان أكثر المركبات شيوعاً فيها وخصوصاً مركبات الحديد والمادة العضوية، وهو ليس بعامل محدد للتربة وانما يعكس بعض الصفات أو العوامل التي تؤثر في التربة، فالألوان البراقة تعكس الحالة التأكسدية والألوان الخافتة أو الفاتمة تعكس الحالة الاختزالية فمثلاً اللون الأحمر يدل على أكسدة مركبات الحديد واللون الأزرق والرمادي والأصفر والبرتقالي يدل على اختزال المركبات ذاتها، أما اللون الأسود فيعكس وجود المادة العضوية وأكاسيد المنغنيز. يختلف لون التربة في الحالة الرطبة عن الحالة الجافة اذ يتغير لون التربة من اللون الفاتح الى اللون الغامق بعد ابتلال التربة بمياه الري أو الأمطار.

منذ أن ابتكر Munsell أطلس ألوان التربة وحددها بقيم مقاسة أصبح اللون معياراً مهماً في تصنيف الترب، يُستعمل لون التربة من قبل الباحثين ليساعد على تصنيف التربة ويتأثر لون التربة بعدة عوامل هي:

١- محتوى المادة العضوية والتي تعطي لوناً غامقاً للتربة كاللون البني الغامق أو الرمادي الغامق.

٢- ظروف البزل والتهوية والتي اذا كانت رديئة فانها تؤدي الى تجمع المادة العضوية أما اذا كان البزل معتدلاً فسيكون لون التربة التحتية رمادياً يحتوي أحياناً على بقع صفراء.

ان حالات الأكسدة والاختزال التي تؤثر في لون التربة تحدث نتيجة تهوية أو عدم تهوية التربة، فعند تهوية التربة (الحالة الطبيعية) تسود عمليات الأكسدة وذلك لتوفر الأوكسجين أما عند حالات التغدق أو رص التربة فان عمليات الاختزال سوف تسود في التربة. وبشكل عام فان التهوية الجيدة تعني امتصاصاً جيداً للعناصر وخصوصاً غير المتحركة وتحللاً جيداً للمادة العضوية وأكسدة للكبريتات والأمونيوم والحديد والمنغنيز أما التهوية الرديئة فتعني توقفاً لنمو الجذور وبالتالي نقص او انعدام الامتصاص للعناصر وكذلك تحول النترات الى غازات.

المحاضرة السادسة

ماء التربة Soil water

الماء هو سر الحياة وقد قال الله (سبحانه وتعالى): (وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون) _سورة الأنبياء الآية 30_ ان الأرض تحتوي على نفس الكمية من الماء التي كانت تحتويها منذ آلاف السنين الا ان الماء لا يتوزع بصورة متساوية عن طريق المطر كما أنه يتحرك من مكان لآخر وأحياناً يتلوث.

تكون جزيئات الماء ثنائية القطب Dipolar وتجذب احداها الأخرى بواسطة الأواصر الهيدروجينية كما في الشكل 1، كما ان دقائق التربة تحمل الشحنة السالبة والشحنة الموجبة وهذه الشحنات الموجودة على دقائق التربة طاقتها أكبر بكثير من طاقة الأواصر الهيدروجينية في جزيئات الماء، فتنجذب جزيئات الماء الى دقائق التربة وتنتشر فوق سطح هذه الدقائق بشكل غشاء، حينما يلامس الماء السائل دقائق التربة الجافة تحصل العمليات التالية:

١- انخفاض حركة جزيئات الماء.

٢- انخفاض كمية الطاقة في الماء.

٣- انطلاق طاقة حرارية بسبب انخفاض طاقة الماء.

يمكن ملاحظة انطلاق الحرارة من الماء عند وضع تربة مجففة بالفرن في اليد واضافة الماء اليها، ان هذه الحرارة المنطلقة بسبب الاختلاف في طاقة الماء تسمى هذه الحرارة المنبعثة بحرارة الابتلال Heat of wetting. تتكون عدة طبقات من جزيئات الماء وتدمص بقوة على دقائق التربة بسبب قوى الالتصاق وهذا الماء يسمى بماء الالتصاق Adhesion water وهو قليل الحركة جداً وغير جاهز للامتصاص من قبل النباتات وهو موجود حتى في الغبار الموجود في الهواء ويزال بتجفيف التربة في الفرن. وعند الابتعاد عن سطح دقائق التربة فان جزيئات الماء في

الغشاء المائي تمسك بقوة التماسك التي هي أواصر هيدروجينية بين جزيئات الماء ويسمى هذا الغشاء الخارجي من الماء بماء التماسك Cohesion water وهو متحرك أكثر من ماء التلاصق وجاهز للامتصاص من قبا النباتات وله مستوى طاقة أعلى ويتحرك بصورة أسهل. ان الغشاء المائي حول دقيقة التربة والمتكون من ماء التلاصق والتماسك يصل سمكه بين 15- 20 جزيئة ماء وان ثلثي هذا الغشاء من الخارج جاهز للامتصاص من قبل النباتات.

ان خصائص الماء في التربة تختلف فيما اذا كانت التربة مشبعة أو غي مشبعة فالماء في الترب المشبعة يجري بسهولة في مسامات التربة من المناطق ذات الضغط العالي الى المناطق ذات الضغط المنخفض (أي من المناطق المرتفعة الى المناطق المنخفضة) ويسمى الماء الذي يجري بسهولة بماء الجذب الأرضي Gravitational water وبعد خروج ماء الجذب عن طريق البزل ستكون التربة غير مشبعة ويمسك الماء بقوة التجاذب بين دقائق التربة وجزيئات الماء (التلاصق) وفيما بين جزيئات الماء (التماسك) وتصبح حركة الماء في الترب غير المشبعة قليلة جداً.

صفات ماء التلاصق في التربة:

- 1- يمسك بواسطة قوة سطحية قوية موجودة بين دقائق التربة وجزيئات الماء.
- 2- ماء متبلور منخفض الطاقة والحركة.
- 3- يوجد بشكل غشاء رقيق على سطح دقائق التربة الجافة.
- 4- غير جاهز للامتصاص من قبل النباتات.

صفات ماء التماسك في التربة:

- 1- يمسك بواسطة قوى تجاذب جزيئات الماء مع بعضها بواسطة أواصر هيدروجينية.
- 2- يتحرك ببطء جداً وله طاقة أعلى من ماء التلاصق فيتحرك من المناطق ذات الشد الأوطأ الى المناطق ذات الشد الرطوبي الأعلى.
- 3- يوجد بحالة سائلة في الأغشية المائية حول دقائق التربة وفي المسامات المجهرية.
- 4- جاهز للامتصاص من قبل النباتات.

يمكن تقسيم الماء الموجود في التربة الى ثلاثة أقسام هي:

١- ماء الجذب الأرضي Gravitational water

يوجد في المسامات والفراغات الموجودة بين تراكيب التربة المختلفة ويتأثر بقوة الجذب الأرضي المسلط عليها بصورة طبيعية وهو ماء لا يستفيد منه النبات لقلته مكوته في الترب الجيدة التهوية.

صفات ماء الجذب الأرضي:

- ١- يوجد في المسامات غير المجهرية (الكبيرة نسبياً).
- ٢- يكون ماءً حراً أو تحت شد قليل جداً.
- ٣- يتحرك بسهولة خلال المسامات غير المجهرية عن طريق قوة الجذب الأرضي أو بسبب الاختلاف في ضغط الماء من منطقة لأخرى.

٢- الماء الشعري Capillary water

وهو الماء الذي يوجد في المسامات الشعرية الموجودة بين تراكيب التربة ويمسك بقوة الخاصية الشعرية لدرجة تقاوم بها قوة الجذب الأرضي ويحسب بالقانون الآتي:

$$h = \frac{2T}{gDr}$$

اذ ان:

h = ارتفاع الماء الشعري، T = قوة الشد السطحي، D = كثافة السائل (الماء)، g = التعجيل الأرضي، r = نصف قطر المسام الشعري

٣- الماء الهايكروسكوبي Hygroscopic water

هو الماء الذي يغلف دقائق التربة ويكون مشدوداً الى سطوحها كهربائياً ولا تقوى جذور المحاصيل على استخلاصه منها او الاستفادة منه وهو الماء المتبقي بعد فقدان الماء الشعري أي ما يتبقى في التربة بعد تجفيفها هوائياً ويمكن التخلص منه في المختبر بتسخينه الى الدرجات الحرارية التي يتبخر عندها كل هذا الماء.

المحاضرة السابعة

درجات المحتوى الرطوبي للتربة

١- سعة الحفظ العظمى Maximum retentive capacity

عند الري بغزارة فان الماء سيدخل الى جميع المسامات التربة سواء الكبيرة أو الصغيرة ويحتل فراغاتها ويطرد منها الهواء وقد تصبح التربة مشبعة مائياً وقد لا تشبع تماماً وبعد زوال ماء الجذب الأرضي وقبل الوصول الى السعة الحقلية للماء فان هذا المستوى يسمى بسعة الماء العظمى.

٢- السعة الحقلية Field capacity

وهي كمية الماء المتبقية في التربة والمحتفظة بها ضد تأثير الجذب الأرضي ويمكن الوصول اليها بعد مرور 24 ساعة بعد الري، والضغط في هذا المستوى الرطوبي هو ثلث بار، والماء يكون على هيئة أغلفة سميكة نسبياً حول غرويات التربة.

٣- نقطة الذبول الدائم Wilting point

ان ماء التربة في هذا المستوى الرطوبي يكون على هيئة غشاء مائي رقيق جداً حول غرويات التربة ومشدود بقوة هائلة الى سطوح الغرويات تصل عادة الى 15 بار وتذبل النباتات في هذا المستوى الرطوبي ولا تعود الى حالتها الطبيعية حتى بعد تزويدها بالماء.

ان سرعة نمو النباتات تكون أعلى ما يمكن عندما يكون الماء بحدود السعة الحقلية بسبب وجود كمية كافية من الأوكسجين وانخفاض الشد الرطوبي للتربة والذي يساعد على امتصاص سريع للماء، وعند انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة يصبح الغشاء الرطوبي أقل سمكاً ويزداد الشد الرطوبي للتربة وتخفض سرعة امتصاص الماء، بشكل عام فان زيادة الشد الرطوبي للتربة من السعة الحقلية الى نقطة الذبول يصحبه انخفاض في سرعة عملية التمثيل الضوئي والنمو، لذلك فان الأمران المهمان المرتبطان مع الشد الرطوبي للتربة هما نقص الأوكسجين عندما يكون الشد الرطوبي للتربة قليلاً وانخفاض معدل امتصاص الماء عندما يكون الشد الرطوبي للتربة عالياً.

ماء التربة وأثره في امتصاص المغذيات

ان الماء في النبات يشكل ما يقارب من 75-90% من مادة النبات الطازجة اضافة الى دوره المهم في الفجوات العصارية للنباتات اذ يسبب ضغطاً على جدار الخلية يسمى بالضغط الانتفاخي الذي يحافظ على صلابة الأوراق والجذور وغيرها من الأعضاء النباتية. ان المواد الذائبة في محلول التربة تتحرك معه فعندما يتحرك الماء في التربة بواسطة الخاصية الشعرية نحو الجذور لتحل محل الماء الممتص من قبل النباتات فان العناصر الغذائية تتحرك بذلك الاتجاه لتمتص من قبل الجذور بصورتها الأيونية الذائبة في الماء. يعتبر الماء العامل الرئيسي لامتناس العناصر الغذائية من قبل الجذور بإحدى الطرائق الثلاث الآتية:

١- طريقة التماس الجذري **Root interception**

تنمو جذور النباتات في الفراغات المسامية الموجودة في التربة وحين تمتلئ هذه المسامات بمحلول التربة الذي يحتوي على العناصر الغذائية ويكون بتماس مباشر مع الجذور اضافة لتماس الجذور مع غرويات التربة فان عملية التبادل الأيوني تحصل باستمرار من خلال استبدال أيون الهيدروجين الموجود على الشعيرات الجذرية وبين بقية الأيونات القابلة للتبادل سواءً الموجودة في محلول التربة أو على سطوح الغرويات.

٢- طريقة الجريان الكتلتي **Mass flow**

وهو انتقال المغذيات مع الماء الذي تمتصه الشعيرات الجذرية من التربة وتعتمد على الطاقة التي تبذلها الجذور في سبيل استلام كميات كبيرة من الماء عن طريق النسغ الصاعد الذي يعني استمرار عبور الأيونات خلال أنسجة الشعيرات الجذرية.

٣- طريقة الانتشار **Diffusion**

تعني عملية الانتشار تحرك الأيونات من المنطقة ذات التركيز العالي الى المنطقة ذات التركيز الواطئ، وبمجرد عبور هذه الأيونات الى داخل الشعيرات الجذرية ونقص تراكيزها في المنطقة القريبة من الجذر تتحرك بقية الأيونات باتجاه مواقع الجذور لإعادة حالة التوازن في تلك المواقع التي تم فيها امتصاص الأيونات وبمقدار فرق التركيز.

المحاضرة الثامنة

غرويات التربة وخصائصها الكيميائية Soil colloids and chemical characteristics

تتكون غرويات التربة من معادن الطين والمادة العضوية ولكونها في حالة غروية فانهما يملكان مساحة سطحية كبيرة نسبياً لادمصاص الماء والأيونات، وتحمل غرويات التربة الشحنات السالبة اضافة الى القليل من الشحنات الموجبة ولكن الشحنات السالبة لغرويات التربة أهميتها أكبر لأن الأيونات الموجبة الموجودة في التربة كالبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والأمونيوم ترتبط بهذه الشحنات السالبة وتكون مصدراً لتغذية النبات، وتنشأ هذه الشحنات السالبة بإحدى الحالات الآتية:

- ١- الانفصال أو الاستبدال التناظري Isomorphic substitution أي استبدال السليكون أو الألمنيوم مع أيون ذو شحنة أقل ويحدث في معادن الطين 1:2 أكثر من معادن الطين 1:1 ففي معدن المايكا يستبدل الألمنيوم الثلاثي محل السليكون الرباعي فتنتج شحنة سالبة فائضة واحدة وفي معدن المونت موريلينايت يستبدل الحديد الثنائي أو المغنيسيوم الثنائي محل الألمنيوم الثلاثي فينتج عنه شحنة سالبة فائضة واحدة أيضاً.
- ٢- المصدر الآخر للشحنات السالبة يأتي من انفصال أيون الهيدروجين H^+ من أيون الهيدروكسيل OH^- الموجود بشكل مكشوف على حافات دقائق الغرويات.
- ٣- المصدر الآخر للشحنات السالبة تعتمد على درجة تفاعل التربة pH فعندما تكون درجة تفاعل التربة قاعدية يتم ازالة أيونات الهيدروجين مما يزيد من كمية الشحنات السالبة على حواف المعادن ومع هذا فان 5-10 % فقط من الشحنات السالبة في معادن الطين 1:2 تكون معتمدة على الـ pH بينما 50% من الشحنات السالبة في معادن الطين 1:1 تعتمد على الـ pH.

التبادل الكتيوني في التربة Exchange capacity in soil

يدعى ادمصاص Adsorption أيون موجب الشحنة Cation على سطح غروية واطلاق أيون واحد أو أكثر من الأيونات الممسوكة على سطح الغروية بالتبادل الكتيوني أو تبادل الأيونات الموجبة، فلو افترضنا أن دقيقة غروية كان نصف سعتها مشبعاً بأيونات الكالسيوم وربعها بأيونات البوتاسيوم والربع الآخر بأيونات الصوديوم ثم نفترض أننا عاملنا الغروية بمحلول كلوريد البوتاسيوم

المركز فانه مع مرور الوقت سوف يحل البوتاسيوم محل باقي الأيونات الموجبة وتصبح الغروية مشبعة بالبوتاسيوم أما الكالسيوم والصوديوم فستصبحان في المحلول على صورة كلوريدات. تقاس كمية الأيونات الموجبة في التربة بما يسمى بالسعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC) Exchange Capacity وتمثل الكمية الكلية للشحنات السالبة الموجودة على أسطح المعادن والمواد العضوية الجاهزة لجذب الأيونات الموجبة من المحلول، وتتأثر كميته بطبيعة وكمية المعادن الطينية والمادة العضوية الموجودة في التربة. فالترب التي تسود فيها معادن الطين 1:2 لها CEC أعلى من الترب التي تسود فيها معادن الطين 1:1 والترب التي تحتوي على نسب عالية من الطين والمادة العضوية لها CEC أعلى من الترب ذات المحتوى الأوطأ.

ان ما يحدد استبدال الأيونات لبعضها هو :

- ١- تركيز الأيونات، فكلما زاد تركيز أيون معين ساد على باقي الأيونات في عملية التبادل.
 - ٢- عدد الشحنات على الأيون، فكلما زادت شحنات الأيون زادت كفاءته للتبادل الكتيوني.
- سرعة حركة وفعالية الأيونات، وهي تتوقف على حجم الأيون ولكن يجب أخذ درجة التميؤ بنظر الاعتبار، فمثلاً اذا نظرنا الى الجدول 2 لوجدنا أيونات الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم مرتبة بالتسلسل حسب أنصاف أقطارها من الأصغر الى الأكبر فاذا اعتمدنا أنصاف

جدول 2. تأثير التميؤ في كفاءة التبادل الكتيوني لبعض الأيونات

ترتيب كفاءة التبادل الكتيوني	نصف قطر الأيون A°		الأيون
	متميئة	غير متميئة	
الرابع	10.03	0.78	الليثيوم Li
الثالث	7.9	0.98	الصوديوم Na
الثاني	5.32	1.33	البوتاسيوم K
الأول	5.19	1.49	الروبيديوم Rb

أقطارها لتوقعنا أن كفاءة استخدامها ستكون حسب تسلسلها في الجدول لأنه كلما كان قطر الأيون أصغر زادت كفاءته الا ان هذه الأيونات عندما تتميأ فإنها تكون أغلفة مائية حولها فأكثرها بتكوين

الأغلفة المائية هو الليثيوم ثم الصوديوم ثم البوتاسيوم فالروبيديوم وكلما زاد حجم الأغلفة المائية صار عائناً لوصولها الى الدقيقة الغروية فينعكس ترتيب الأيونات في الجدول حسب كفاءتها في التبادل الكتيوني.

درجة تفاعل التربة (حامضية التربة) pH (soil acidity)

هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في التربة، ويعبر عنه من رقم 1 الى 14 ففي التربة الحامضية تسود أيونات الهيدروجين على أيونات الهيدروكسيل والعكس صحيح في التربة القاعدية. ان كل تغير مساوٍ لوحدة واحدة في الـ pH يقترن بتغير يساوي عشرة اضعاف تركيز أيونات الهيدروجين أو الهايدروكسيل، والمصدر الأساس لأيونات الهيدروجين هو الهيدروجين القابل للتبادل في غرويات التربة.

درجة تفاعل التربة الكلسية pH of calcareous soils

تحتوي التربة الكلسية على كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وعند انحلالها في الماء تكون بالصيغة الآتية:



ويكون التفكك لهيدروكسيد الكالسيوم الذي يعطي أيون الهايدروكسيل أكثر من تفكك حامض الكاربونيك الضعيف الذي يعطي أيون الهيدروجين مما ينتج عنه تأثير قلوي فترتفع قيمة الـ pH من 7 الى 8.3، أما في المناطق الجافة فقد يتراكم الصوديوم بشكل كاربونات الصوديوم وينتج عن تحلله المائي قاعدة قوية جداً هي هيدروكسيد الصوديوم وعند تشبع معقد التبادل بـ 15% أو أكثر من أيون الصوديوم فقد يصل الـ pH من 8.5 الى 10، تزداد الملوحة في التربة الجافة بسبب ارتفاع درجات الحرارة التي تؤدي الى تبخر المياه وبقاء الأملاح التي ارتفعت مع المياه من باطن التربة الى ظاهرها بالخاصية الشعرية الا ان التربة الملحية تدفع درجة التفاعل باتجاه التعادل لكون الملح قد تكون بفعل تفاعل حامض مع قاعدة وعند تحلل الملح بالماء يرجع الى مكوناته فتعطي درجة تفاعل مقارنة لـ 7 .

درجة تفاعل التربة وجاهزية المغذيات Soil pH and nutrients availability

يعتبر الـ pH من أهم العوامل التي تؤثر في جاهزية العناصر الغذائية في التربة، ففي الظروف الحامضية تترسب بعض العناصر كالفسفور على هيئة فوسفات الحديد أو الألمنيوم لأنه في الظروف الحامضية يزداد تركيز أيونات الهيدروجين مما يؤدي إلى زيادة تحلل معادن الطين وانفصال الألمنيوم والحديد منها لترتبط مع الفوسفات مكونة فوسفات الألمنيوم $AlPO_4$ وفوسفات الحديد $FePO_4$ وهي مركبات قليلة الذوبان وبذلك يصعب على النبات امتصاصها أو الاستفادة منها، أما في الظروف القاعدية وخاصة المحتوية على كميات عالية من كربونات الكالسيوم والتي ترفع درجة تفاعل التربة أحياناً إلى أكثر من 8.2 فتترسب الفوسفات على هيئة فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ وهو مركب قليل الذوبان وصعب الجاهزية أيضاً. كما أن أيون الأمونيوم يمتص بكفاءة أفضل من أيون النترات في الظروف القاعدية لقلّة تواجد أيون الهيدروجين أما في الـ pH 6.8 فيتساوى امتصاص أيوني الأمونيوم والنترات، وعند انخفاض درجة تفاعل التربة أقل من هذا الرقم فإنه يزداد امتصاص أيون النترات لقلّة تواجد أيون الهيدروكسيل، أما أيون الفوسفات الأحادي $H_2PO_4^-$ فإنه يسود في الترب الحامضية وبالتالي يزداد امتصاصه بينما يزداد تواجد أيون الفوسفات الثنائي HPO_4^- في الظروف القاعدية وعند pH 7 يتساوى تواجد الصورتين في التربة. أما أيون البوتاسيوم فعادة تكون جاهزته جيدة في الترب القاعدية وفيما يخص أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم فإنه كلما ازداد تركيزهما في التربة كلما ارتفعت درجة تفاعلها لكونهما القواعد الغالبة القابلة للتبادل إذ أن نسبة التشبع بالقواعد تحدد درجة تفاعل التربة فإذا تشبعت غروية التبادل بأيون الهيدروجين دل على زيادة حموضة التربة (انخفاض pH) وإذا تشبعت بالقواعد كالكالسيوم والمغنيسيوم التي تحل محل الهيدروجين دل على انخفاض حموضة التربة (زيادة pH).

العناصر الصغرى كالحديد والمنغنيز والنحاس والزنك والبورون تزداد جاهزتها بانخفاض درجة تفاعل التربة وتتنخفض جاهزيتها بارتفاع درجة تفاعل التربة إلا أن الموليبدنيم تزداد جاهزته بارتفاع درجة تفاعل التربة والسبب يعود إلى إحلال أيونات الهيدروكسيل على سطوح الغرويات محل أيونات الموليبدات وتحرر أيونات الموليبدات إلى محلول التربة، وبشكل عام فإن معظم العناصر الغذائية تزداد جاهزتها ما بين درجة التفاعل 6.5 إلى 7.5.

درجة تفاعل التربة والأحياء المجهرية Soil pH and microbes

توجد الفطريات بصورة عامة في الترب الحامضية وكذلك بالقرب من منطقة الرايزوسفير حيث تنخفض درجة تفاعل التربة الى أقل من 5.5، أما الفطريات الشعاعية (الأكتينومايسينات) لا يمكن أن تنمو في درجة تفاعل أقل من 5 إذ لا تتجاوز نسبتها في الترب الحامضية 1% من الأحياء المجهرية في التربة الحامضية وبالمقابل فإن الفطريات الشعاعية تزداد نسبتها في الترب القاعدية لتصل الى 95% من الأحياء الأخرى، أما البكتريا فتتواجد في الرقم الأعلى من ذلك ومثال على هذا أن البكتريا التي تقوم بعملية النترجة وهو تحويل أيون الأمونيوم الى أيون النترات من قبل بكتريا النايتروباكتتر Nitrobacter والنايتروسوموناس Nitrosomonas تعتمد على درجة تفاعل التربة لأن هذه البكتريا تفضل درجة التفاعل المتعادلة أو القريبة منها ولهذا السبب فإن الترب الشديدة الحامضية يقل فيها تركيز النترات لأن هذه الأنواع من البكتريا يقل تواجدها في الترب الحامضية، وكذلك تفضل البكتريا المثبتة للنترجين الجوي كبكتريا العقد الجذرية درجة التفاعل المعتدلة مثل الأزوتوباكتتر Azotobacter ذات المعيشة الحرة والرايزوبيوم Rhizobium ذات المعيشة التكافلية.

العوامل المؤثرة في درجة تفاعل التربة

١- غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تنفس الجذور مع الماء يكون حامض الكربونيك الضعيف عند تفاعله مع الماء كما يوضحه التفاعل الآتي:



٢- الأمطار تؤدي الى غسل القواعد من الآفاق العليا لمقد التربة وكذلك ينزل مع ماء المطر غازات ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وأوكسيد النترور NO_2 فتتكون حوامض الكبريتيك والنتريك مما يؤدي الى خفض درجة تفاعل التربة.

٣- درجات الحرارة العالية تعمل على سيادة القواعد وأيونات الهيدروكسيل في التربة وبالتالي زيادة درجة تفاعل التربة.

٤- المادة العضوية عند تحللها من قبل الأحياء المجهرية تطلق أحماضاً عضوية وتنتقل أيضاً غازات الأمونيا NH_3 وكبريتيد الهيدروجين H_2S وهذه الغازات يمكن أن تتأكسد في التربة الى حامض النتريك وحامض الكبريتيك وبالتالي انخفاض الـ pH.

المحاضرة التاسعة

الصفات الكيميائية والمعدنية للتربة Chemical and mineral properties of soil

يوجد ما يقرب من 92 عنصراً معروفاً في القشرة الأرضية الا ان 98% من القشرة الأرضية تتكون من ثمانية عناصر كيميائية والمبينة في الجدول 3، اذ يكون عنصرا الأوكسجين والسليكون حوالي 75% منها. لقد اتحدت معظم هذه العناصر مع بعضها لتكوين مركبات تدعى بالمعادن Minerals ان اتحاد هذه العناصر مع بعضها أنتج عدداً كبيراً من المعادن بحوالي 2000 معدناً، تتحد هذه المعادن مع بعضها لتكوين ما يسمى بالصخور Rocks وان أغلب هذه الصخور الموجودة في القشرة الأرضية تتكون من معادن الفيلدسبار Feldspar والمايكا Mica والكوارتز Quartz ومعادن الطين Clay minerals وغيرها.

جدول 3. النسب الطبيعية لأغلب العناصر الموجودة في القشرة الأرضية

اسم العنصر	نسبته في القشرة الأرضية
الأوكسجين	46.6
السليكون	27.7
الألمنيوم	8.1
الحديد	5.0
الكالسيوم	3.6
الصوديوم	2.8
البوتاسيوم	2.6
المغنيسيوم	2.1

ان التغيرات في درجات الحرارة والضغط وتأثيرات الماء والرياح والجليد والتي تؤدي الى تكسير الصخور القوية ببطء وبصورة مستمرة تسمى بالتجوية البيئية والتي تعمل على هدم المعادن الموجودة في التربة وتكوين معادن جديدة، أما التجوية الكيميائية فيقصد بها عمليات التميؤ والأكسدة والكربنة للمعادن الموجودة في التربة بسبب التفاعلات الكيميائية بين المعادن والمياه والأوكسجين وثاني أكسيد الكربون في التربة.، وبهذه العمليات تتكون معادن الطين وتصبح العناصر الغذائية جاهزة للامتصاص من قبل النباتات.

أنواع معادن الطين في التربة Clay minerals types in soil

توجد مجموعتان رئيستان من معادن الطين، الأولى هي مجموعة أطيان السليكات Silicate clays وتشمل معادن الالاييت والمونتمورلينايت والفيرميوكيولايت والكاؤولينايت، والثانية هي مجموعة أطيان الأكاسيد Oxide clays وتشمل أكاسيد الحديد والألمنيوم، وكل هذه المعادن الطينية تسمى بمعادن الطين الثانوية. تتكون معادن الطين السليكاتية من مكونين أساسيين أحدهما رباعي السطوح Tetrahedron اذ ترتبط ذرة سليكون Si^{+4} بأربعة ذرات أوكسجين لتنتج شكلاً رباعي السطوح يمثل الوحدة الأساسية لمعادن الطين السليكاتية، والمكون الثاني هو الثماني السطوح Octahedron اذ ترتبط ذرة ألمنيوم Al^{+3} مع ست ذرات من الأوكسجين أو الهيدروكسيل أو الاثنين معاً.

إذا ارتبطت صفيحة واحدة من رباعي السطوح مع صفيحة واحدة من ثماني السطوح تكون ما يسمى بمعادن الطين 1:1 مثل معدن الكاؤولينايت الذي تتراوح قطر دقيقتة 2 مايكرون (أي ما يقارب 20000 ذرة أوكسجين مترابطة بشكل أفقي) وان التربة ذات المحتوى العالي من هذا المعدن تكون لها نفاذية عالية بسبب كبر حجم دقيقة معدن الكاؤولينايت الا ان الماء لا يستطيع النفاذ الى الطبقات المتعاقبة بسبب ترابط أيونات الهيدروكسيل مع الأوكسجين بأواصر هيدروجينية تمسك الطبقات المتتالية مع بعضها بقوة ولهذا السبب فان مثل هذه التربة لا تحصل فيها عمليات التمدد والتقلص بوضوح عند الترطيب أو التجفيف. أما اذا انحصرت صفيحة واحدة من ثماني السطوح بين صفيحتين من رباعي السطوح فحينئذٍ تتشكل معادن الطين 1:2 مثل معدن المونتمورلينايت وتكون دقائقها أصغر حجماً من دقائق الكاؤولينايت والتربة المحتوية على محتوى عال من هذا المعدن تكون غير نفاذة للماء بسبب صغر حجم الدقائق لمعدن المونتمورلينايت الا ان الأجزاء الداخلية والخارجية للدقائق تكون قادرة على ادمصاص الماء والعناصر الغذائية ولذلك تتمدد مثل هذه التربة وتنقلص بسهولة عند الترطيب أو التجفيف بسبب تراص طبقات رباعي السطوح فوق بعضها الأمر الذي يؤدي الى تناثر ذرات الأوكسجين الموجودة على أسطح رباعي السطوح وتظهر التشققات في هذه التربة بوضوح عند الجفاف .

المحاضرة العاشرة

الغرويات العضوية Organic colloids

لقد أدرك الانسان منذ آلاف السنين أهمية المادة العضوية في انتاج الغذاء وان قصة الهندي المعروف بـ Squanto في مساعدته للمهاجرين الأوائل الى أمريكا على كيفية زراعة الذرة الصفراء وذلك بدفن سمكة ميتة في حفرة بالقرب من النبات. تتحول المادة العضوية بعد تحللها الى مادة معقدة التركيب تسمى بالدبال Hummus وتكون بطيئة التحلل ولهذا أهمية كبيرة من الناحية العملية حيث يسمح بخزن النتروجين في التربة واطلاقه بشكل تدريجي اذ يحتوي الدبال ما بين 3-6% بينما يبلغ محتوى الكربون بين 55-58%، وللدبال سعة تبادلية عالية للأيونات الموجبة وتدمص أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم وبذلك يكون عمل الدبال مشابهاً لعمل الطين في احتفاظه بالعناصر الغذائية والمحافظة عليها من عملية الغسل وجعلها متيسرة للنباتات والأحياء المجهرية، يمتص الدبال كمية عالية من الماء ويمتلك خاصية الانتفاخ والانكماش وهو مهم في عملية تكون مجاميع التربة .

بشكل عام كلما ازدادت كمية المخلفات النباتية والحيوانية في التربة كلما ازدادت كمية المادة العضوية فيها ولهذا فان الترب الصحراوية تحتوي على كمية قليلة جداً من المادة العضوية بسبب انخفاض نمو النباتات فيها كما ان درجات الحرارة تسبب انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية بسبب زيادة نشاط الأحياء المجهرية مع زيادة درجات الحرارة وبالتالي انخفاض المادة العضوية، أما الأمطار فإنها تؤدي الى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وذلك لنمو الحشائش والنباتات في تلك المناطق.

نسبة الكربون الى النتروجين في المادة العضوية C/N ratio in organic matter

من المعلوم أن الأحياء المجهرية هي التي تحلل المادة العضوية الا ان لهذه الأحياء متطلبات غذائية معينة اذ ان النتروجين عنصر غذائي مهم لهذه الأحياء فعندما ينخفض محتوى النتروجين في المادة العضوية فقد تتحرم الأحياء المجهرية من النتروجين فتتنافس مع النباتات الراقية على النتروجين الجاهز في التربة، ولما كانت نسبة الكربون في المادة العضوية ثابتة تقريباً بنسبة 40-50% الا ان نسبة النتروجين فيها متغيرة، ولهذا فان نسبة الكربون الى النتروجين C/ N ratio في المادة العضوية هي الطريقة الملائمة للتعبير عن المحتوى النسبي للنتروجين ومعرفة هل

ستتنافس الأحياء المجهرية مع النباتات الراقية على النتروجين الجاهز في التربة أم لا. ان المادة العضوية ذات النسبة المنخفضة من C/ N بحوالي 15 - 20 فيها نسبة كافية من النتروجين لمتطلبات التحلل الميكروبي أما اذا زادت هذه النسبة فان الأحياء المجهرية ستحتاج الى مصدر للنتروجين لكي تحلل المادة العضوية.

جدول 3. نسبة C/ N في بعض المواد العضوية

المواد	نسبة C/ N
دبال التربة	10
برسيم حلو (غير ناضج)	12
سماد الاسطبل (متعفن)	20
مخلفات البرسيم	23
الشيلم الأخضر	36
نفايات القصب	50
علف الذرة	60
قش	80
نشارة الخشب	400

نلاحظ من الجدول 3 أن دبال التربة لديها نسبة منخفضة من C/ N مما يعني أن فيها كمية عالية من النتروجين لذلك فإنها تتحلل بسرعة أما نشارة الخشب فنسبة C/ N فيها عالية مما يعني انخفاض كمية النتروجين فيها فيكون تحللها بطيئاً ولذلك عند اضافة مثل هذه المواد الى التربة يجب اضافة سماد نتروجيني لكي تأخذ الأحياء المجهرية كفايتها من النتروجين وتقوم بتحليل المادة العضوية واذا بقي القش في التربة ولم تضاف مصادر نتروجينية فان هذا يعني تنافس الأحياء المجهرية مع النباتات على النتروجين الجاهز في التربة ولذلك يلجأ البعض الى حرق القش الا ان هذه العملية سوف تحرم التربة من المادة العضوية لذلك يفضل اضافة مصدر نتروجيني لعضوي بدلاً من حرمان التربة من المادة العضوية ويمكن حساب كمية النتروجين الواجب اضافتها الى المادة العضوية حتى يتم تحليلها من خلال حساب ما يسمى بمعامل النتروجين Nitrogen factor وهو اصطلاح مناسب للتعبير عن مدى افتقار المادة العضوية من النتروجين ويعرف بأنه

عدد وحدات النتروجين اللاعضوي اللازمة لتجهيز 100 وحدة من المادة العضوية لأجل منع التمثيل الحيوي لنتروجين التربة، فعلى سبيل المثال يبلغ معامل النتروجين للقش 0.9 ويمكن حسابه كما يلي:

لو فرضنا أن 100 غم من القش يحتوي على 40 غم من الكاربون و0.5 غم من النتروجين وإذا فرضنا أن 35% من الكاربون ستمثل من قبل الأحياء المجهرية وان ما تمثل من النتروجين هو 1:10 من كمية الكاربون الممثل.

$$40 \times 0.35 = 14 \text{ غم كاربون ممثل}$$

$$1.4 = \frac{14}{10} \text{ غم نتروجين ممثل}$$

$$1.4 - 0.5 = 0.9 \text{ غم النقص في النتروجين}$$

وهذا يعني اضافة 0.9 غم من النتروجين اللاعضوي الى التربة عند اضافة 100 غم من القش سيمنع التمثيل الحيوي للنتروجين في التربة وتمنع التنافس بين المحصول والأحياء المجهرية على النتروجين، ان الطريقة السابقة تفرض ان 65% من الكاربون الموجود في القش يتحول الى غاز ثاني أوكسيد الكاربون في عملية التنفس خلال عملية التحلل.

السماذ الأخضر Green fertilizers

ان زراعة البقوليات من أقدم العمليات الزراعية لتحسين التربة اذ يزداد انتاج المحاصيل التي تزرع بعد النباتات البقولية مثل الجب والبرسيم والباقلاء والحمص والبنزاليا والعدس وغيرها بسبب تثبيتها للنتروجين الجوي لذلك يلجأ المزارعون الى زراعة مثل هذه النباتات البقولية ثم قلبها في التربة وهي خضراء لإضافة المادة العضوية للتربة وتكون هذه العملية مفيدة في الترب الرملية خاصة لانخفاض محتواها من المادة العضوية والسبب الآخر أن اضافة الأسمدة النتروجينية قد تغسل من التربة قبل استعمالها من قبل المحصول، وهناك فوائد أخرى للسماذ الأخضر منها الحفاظ على التربة من التعرية ومسك العناصر الغذائية ومنعها من الفقد.

المحاضرة الحادية عشرة

ملوحة التربة Soil salinity

تعد مشكلة الملوحة من المشاكل الرئيسية في الزراعة العراقية وخاصة في وسط وجنوب العراق، اذ تحتوي التربة الملحية على تركيز عالٍ من الأملاح والتي تتكون معظمها من أملاح الكلوريدات والكبريتات والكاربونات لعناصر الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم، ويميز التربة الملحية اما بتكون قشرة بيضاء على سطح التربة وتسمى بترب الشورة أو يتكون لون غامق في مساحات معينة تسمى بالبقع الملساء Slick spots، تكونت هذه التربة الملحية في المناطق الجافة وشبه الجافة بسبب ارتفاع منسوب الماء الأرضي وارتفاعه الى سطح التربة بالخاصية الشعرية وبسبب ارتفاع درجات الحرارة تتبخر المياه تاركة وراءها الأملاح الذائبة التي تتراكم بمرور الزمن لتتملح التربة فلا تنمو فيها الا النباتات المتحملة للملوحة، لذلك فان ما يحدد سرعة تراكم الأملاح هو:

- ١- سرعة حركة الماء الأرضي بالخاصية الشعرية الى سطح التربة.
- ٢- محتوى الماء الأرضي من الأملاح.
- ٣- سرعة التبخر.

عوامل نشوء التربة الملحية Factors of salt soils generation

هنالك أسباب عديدة لنشوء وتكون التربة الملحية منها:

- ١- اضافة كميات زائدة من مياه الري قد يؤدي الى ارتفاع منسوب الماء الأرضي بدرجة تسمح لها بالارتفاع لسطح التربة.
- ٢- الرشح من القنوات المسربة للماء والسواقي الجانبية.
- ٣- استعمال مياه ري تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح كميهاه البزل أو مياه الآبار المالحة.
- ٤- التربة الطينية أكثر عرضة للتملح بسبب البزل الرديء والمسافات الضيقة التي تؤدي الى رفع المياه بالخاصية الشعرية.

استصلاح الأراضي الملحية Reclamation of saline soils

أهم نقطة في استصلاح الأراضي الملحية هو البزل الجيد لأنه ضروري لإزالة الأملاح الزائدة من المنطقة الجذرية ويمكن أن يتم عن طريق اضافة كمية كافية من الماء لغسل الأملاح الى أعماق واقعة تحت المنطقة الجذرية. في حالة عدم وجود بزل جيد فان اضافة كميات عالية من الماء من الممكن أن يرفع مستوى الماء الأرضي ويؤدي الى زيادة في تراكم الأملاح على سطح التربة بدلاً من استصلاحها، ولهذا يجب أن لا يقل مستوى الماء الأرضي عن 8 - 10 قدم تحت سطح التربة ويجب بذل كل الجهود لمنع ارتفاعه أقرب من 5 - 6 قدم من سطح التربة، في التربة الناعمة النسجة تكون عملية الاستصلاح بطيئة وتكون أكثر بطئاً بزيادة محتوى الطين في التربة.

استصلاح التربة القلوية s Reclamation of alkaline soils

تختلف التربة القلوية عن التربة الملحية بوجود كمية زائدة من أيون الصوديوم المتبادل، وعملية استصلاح التربة القلوية تشبه استصلاح التربة الملحية من وجود بزل جيد وكمية مياه مناسبة اضافة الى العملية الأساسية وهي استبدال أيون الصوديوم بواسطة أيون الكالسيوم وتحويل الصوديوم الى شكل كاربونات أو كبريتات الصوديوم، من خلال اضافة كميات مناسبة من كبريتات الكالسيوم (الجص) الناعمة جداً، اذ تعمل الكبريتات بعد أن تتأكسد في التربة وتتحد مع الماء لتكون حامض الكبريتيك باذابة كاربونات الكالسيوم وتجهز بأيون الكالسيوم وتسدلها مع أيون الصوديوم، الا انه في بعض الحالات لا تتجح مثل هذه الطريقة فيلجأ المختصون الى استعمال المياه المالحة الغنية بالأيونات الموجبة الثنائية الشحنة كالكالسيوم والمغنيسيوم لاستصلاح هذه التربة مع استعمال مياه عذبة لزيادة سرعة استبدال الصوديوم بالكالسيوم.

تأثير الاجهاد الملحي في نمو النباتات Effect of salt stress of plants grow

عندما يزداد الأملاح الذائبة في محلول التربة فانها سوف تؤدي الى الاضرار بالنباتات ليقبل حاصلها وانتاجها أو قد لا ينجح النبات بالنمو في مثل هذه التربة فتموت، ويمكن تلخيص التأثيرات الضارة للأملاح في نمو النبات بالنقاط التالية:

١- زيادة الضغط الأوزموزي في التربة بزيادة تركيز الأملاح ليكون أعلى من الضغط الأوزموزي داخل خلايا الجذور فلا تتمكن جذور النباتات من امتصاص الماء فيقل نمو

النبات وتظهر أعراض التقزم و صغر حجم الورقة واحتراق أطرافها وانخفاض الحاصل، بل قد تفشل نسبة كبيرة من البذور في الانبات لهذا السبب.

٢- التأثير السمي لبعض الأيونات الملحية كالصوديوم والكلوريد والبورون في أغشية الخلايا النباتية وجعلها أكثر نفاذية وبذلك تفقد الخلية مكوناتها الضرورية، وكذلك تضعف النشاط الانزيمي.

٣- أحداث اختلال تغذوي من خلال تنافسها مع المغذيات الأخرى كتنافس أيون الصوديوم مع أيونات البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم على مواقع الامتصاص في الجذور فيحدث نقصاً للعناصر الغذائية في النبات.

٤- تثبتت الصوديوم لدقائق التربة يؤدي الى هدم بنائها فتقل نفاذيتها للهواء والماء وتعيق تغلغل الجذور ويكون بزلها رديئاً وتسود حالات الاختزال للعناصر الغذائية.

٥- عندما يتعرض النبات للإجهاد الملحي فإنه يعمل على غلق الثغور لكي لا يفقد مزيداً من الماء عن طريق النتح وهذا يؤدي الى نشوء ما يسمى بأنواع الأوكسجين النشط ROS (Reactive oxygen species).

٦- بغلق النبات لثغوره فإنه يقل دخول غاز ثاني أوكسيد الكربون المهم في عملية التمثيل الضوئي فتتخفف بذلك عملية التمثيل الضوئي مسببة انخفاض المواد المصنعة داخل الورقة كالكاربوهيدرات والبروتينات وغيرها.

٧- الاجهاد الملحي يزيد من عملية التنفس مما يؤدي الى زيادة تسرب الألكترونات الى الأوكسجين ونشوء أنواع الأوكسجين النشط ROS.

٨- زيادة نشاط انزيمي NADPH oxidase و Diamine apoplast oxidase خلال الاجهاد الملحي وبالتالي نشوء أنواع الأوكسجين النشط.

٩- يؤدي الاجهاد الملحي الى هدم الصبغات النباتية كالكلوروفيلات والكاروتينات فتقل بذلك عملية التمثيل الضوئي.

١٠- يؤدي الاجهاد الملحي الى زيادة عملية التنفس الضوئي تحت ظروف الاجهاد الملحي.

المحاضرة الثانية عشرة

تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة

لقد وجدت منذ القدم تسميات مختلفة للترب المتأثرة بالملوحة في مختلف بلدان العالم ومع تقدم علوم التربة وطرق تحليلها فقد اقترحت مؤشرات أساسية لتصنيف وتصنيف هذه الترب وأكثر التصانيف شيوعاً في العالم هي:

- ١- التصنيف الأمريكي للترب المتأثرة بالملوحة.
- ٢- التصنيف الروسي للترب المتأثرة بالملوحة.
- ٣- التصنيف الاسترالي للترب المتأثرة بالملوحة.
- ٤- التصنيف المقترح من قبل منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO واليونيسكو للترب المتأثرة بالملوحة.

سيتم التطرق للتصنيف الأمريكي للترب المتأثرة بالملوحة والذي اعتمد ثلاثة مؤشرات في تصنيف وتصنيف هذه الترب وهي:

- ١- التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة ECe.
- ٢- درجة تفاعل التربة pH.
- ٣- النسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP.

وبناءً على ذلك فقد قسمت الترب المتأثرة بالملوحة الى المجاميع التالية (جدول 4):

جدول 4. تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة حسب التصنيف حسب التصنيف الأمريكي

النسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP	درجة تفاعل التربة pH	التوصيل الكهربائي ECe ديسيمنز م ^{-١}	صنف التربة
أقل من 15	أقل من 8.5	أقل من 4	ترب غير ملحية
أقل من 15	أقل من 8.5	أكثر من 4	ترب ملحية
أكثر من 15	أقل من 8.5	أكثر من 4	ترب ملحية_ قلوية
أكثر من 15	أكثر من 8.5	أقل من 4	ترب قلوية

وقد جرى تعديل على استبدال مصطلح القلوية بالصودية Sodic والحد الفاصل بين الترب الملحية وغير الملحية بـ 2 ديسي سيمنز م⁻¹ واستبدال مصطلح نسبة الصوديوم المتبادل ESP بنسبة الصوديوم الممتز SAR.

تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة في العراق

يعتبر Russel، 1957 أول من حاول تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة في العراق معتمداً التسميات المحلية لهذه الترب اذ قسم الترب المتأثرة بالملوحة الى:

١- ترب الشوره Shura soil: هي ترب ملحية تتصف بقشرة ملحية بيضاء اللون جافة نوعاً ما وذلك لتراكم كميات كبيرة نسبياً من أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والمغنيسيوم المتميئة، وتقسم ترب الشوره من ناحية التركيب الملحي الى ثلاثة أنواع:
أ- ترب كلوريد الصوديوم وتتميز بقشرة ملحية متماسكة مكونة من حبيبات دقيقة.
ب- ترب كبريتات الصوديوم وتكون قشرتها الملحية مفككة وهشة ومنتفخة وتكون دقائق الملح بشكل ابري.

ج- ترب كبريتات المغنيسيوم وتكون قشرتها الملحية مفككة وهشة ومنتفخة ولكن بدون تجمع الأملاح الابرية البيضاء.

٢- ترب السبخة Saback soil: هي ترب ملحية حاوية على نسبة عالية من أملاح كلوريدات ونترات المغنيسيوم والكالسيوم والتي لها القابلية على التميؤ لذلك فان سطح ترب السبخة يتصف بالرطوبة واللزوجة واللون الداكن.

ترب الشوره والسبخة في العراق

استنتجت بعض الدراسات حول ترب الشوره والسبخة في العراق أن هاتين الترتين لا تختلفان كثيراً من ناحية النسجة والصفات الكيميائية والمعدنية ومصدر التملح وانما تختلفان بشكل أساسي من ناحية طبيعة ومرحلة التملح أو الظروف الهيدرولوجية وأن ترب السبخة تمثل طوراً ملحياً متقدماً لعملية التملح الجارية في وسط وجنوب العراق، حيث يتميز هذا الطور بوجود قشرة ملحية مشبعة بأملاح كلوريدات الكالسيوم والمغنيسيوم المتميئة تكسبها قواماً لزجاً.