المحاضرة السابعة

السعة التبادلية للايونات الموجبة

وهي كمية الايونات الموجبة الممسوكة في التربة بشكل قابل للتبادل عند رقم حموضة معين pH وتقاس بوحدة المكافيء من الايونات الموجبة في كل مائة غرام من التربة . والمكافئ عبارة عن تلك الكمية المساوية كيمياويا الى غرام واحد من الهيدروجين . ويسمى عدد ذرات الهيدروجين او اي عنصر اخر في مكافئ واحد بعدد افوكادوا والذي يكافيء 6.02×10^{23} . فاذا كانت السعة التبادلية لتربة معينة تساوي مكافى واحد فان التربة تحتوي 6.02×10^{23} موقع امدصاص سالب الشحنة .

العوامل المؤثرة على سعة تبادل الايونات الموجبة

1- نسبة ونوع المعادن الطينية في التربة جدول ص 150 2-5 و 3-5

2- نسبة المادة العضوية المتدبلة في التربة ص 151 4-5

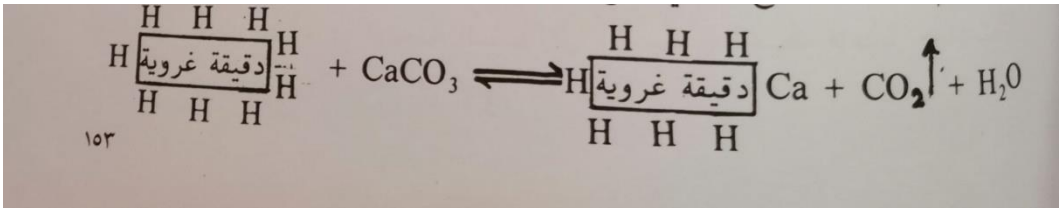
3- درجة تفاعل التربة (حموضة التربة)

تعتبر حموضة التربة من اهم الصفات الكيميائية للتربة والتي تؤثر على العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة .

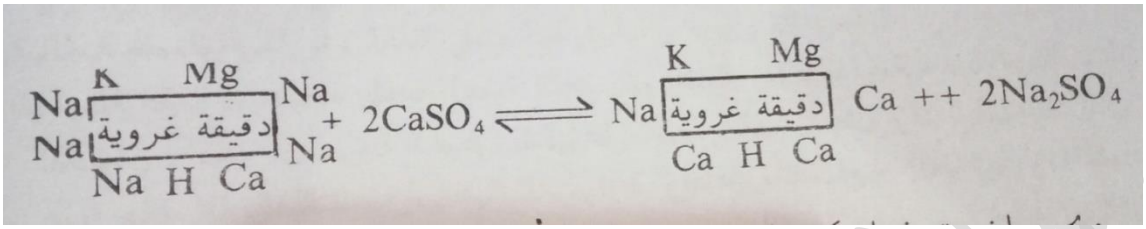
طرق قياس حموضة التربة (محاضرة عملي)

تدل حموضة التربة على حالة التربة بالنسبة لخواصها الكيميائية وجاهزية العناصر الغذائية وملائمتها لنمو النبات ، ففي الترب الشديدة الحموضة توجد مشكلة زيادة ايونات الالمنيوم والمنغنيز اللذان يكونان سامان للنبات عند زيادة تركيز اي منهما عن حد معين في المحلول . كذلك فان جاهزية بعض العناصر الغذائية كالفسفور والموليبدنيوم قد تنخفض جدا عند زيادة حموضة التربة . اما في الترب شديدة القاعدية فغالبا ما تكون زيادة في تركيز ايونات الصوديوم في المحلول وبالتالي فانها تؤثر على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وعلى الصفات الحيوية

وبالامكان تغيير رقم حموضة التربة لدرجة ما باستعمال بعض المصلحات العضوية وغير العضوية ، ففي الترب الحامضية تستعمل كاربونات الكالسيوم لرفع حموضة التربة حيث يحل الكالسيوم بدلا من الهيدروجين او الالمنيوم على معقد التبادل وهذا يؤدي الى ازاحة ايونات الهيدروجين او الالمنيوم الى المحلول حيث تتفاعل مع مع ايونات الهيدروكسيل الناتج من تحلل المصلحات كما في المعادلة التالية :-



حيث يتضح بان انطلاق غاز co2 من التربة الى الجو يؤدي الى دفع اتجاه التفاعل نحو اليمين واستمرار ذوبان الكاربونات وبالتالي زيادة ايونات الكالسيوم في المحلول وفي معقدات التبادل . اما في الترب شديدة القاعدية فان خفض رقم حموضة التربة يتم عن طريق التخلص من ايونات الصوديوم على معقد التبادل ويتم ذلك باحلال ايونات ثنائية الشحنة كالكالسيوم من خلال اضافة الجبس او اي مصدر اخر للكالسيوم الذائب الى التربة حيث يكون التفاعل كالتالي :-



ويجب غسل كبريتات الصوديوم الذائبة من المنطقة الجذرية لاجل منع عودة ايونات الصوديوم الى معقد التبادل .

ذكرنا ان احد المصادر المهمة للشحنة السالبة على سطوح غرويات الطين هو الاحلال المتماثل في طبقة التترا هيدرا او الاوكتاهيدرا ويسمى هذا النوع من الشحنة الدائمة وهناك نوع اخر من الشحنات يعتمد على رقم الحموضة حيث تختلف كمية هذة الشحنات مع اختلاف رقم الحموضة كما هو الحال في الشحنه على المادة العضوية حيث يزال الهيدروجين من مجاميع الفينول الكاربوكسيل وغير من المجاميع كما في المعادلة التالية

$$R - OH + KCl \rightleftharpoons R\text{-}OR + HCl$$

حيث يكون البوتاسيوم قابلا للابدال بأيونات اخرى من المحلول

<u>ثبات رقم الحموضة (البفر buffer)</u>

وهي مقاومة الترب للتغيرات في رقم حموضة التربة عند معاملتها بحامض او قاعدة

العوامل المؤثرة على مدى مقاومة التربة لتغير الحموضة :-

1- كمية ونوع الطين حيث يؤثر ذلك على المساحة السطحية النوعية وعلى تراكيز الشحنة في وحدة السطح .

2- كمية المادة العضوية المتدبلة في التربة

3- كمية بعض الاملاح المترسبة مثل كاربونات الكالسيوم حيث انها تتفاعل مع الهايدروجين كما في المعادلة

$$CaCO_3 + 2H \rightleftharpoons Ca^{+2} + H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H2O + CO2$$

الملوحة والقلوية في التربة

مشاكل تراكم الاملاح :

تعتبر من اهم مشاكل الزراعة الاروائية في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث زيادة نسبة الاملاح في محلول التربة الى حد معين يؤدي الى الحد من انبات البذور وبزوغ الباذرات ونمو النبات وذلك بسبب 1. ان زيادة تركيز الاملاح تؤدي الى زيادة الشد الاوزموزي في محلول التربة وبالتالي عدم مقدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية بصورة طبيعية 2. تراكم بعض العناصر مثل الصوديوم والكلور بمستويات عالية قد تكون سام للنبات 3. زيادة تركيز بعض العناصر في محلول التربة بحيث يؤدي الى حصول اختلال في التوازن بين العناصر المختلفة ونقص بعضها للنبات 4. تراكم بعض العناصر مثل الصوديوم الذي يؤدي الى تدهور تركيب التربة وانخفاض حركة الماء والهواء والعناصر الغذائية .

مصادر الاملاح في الترب :

1. تجوية الصخور والمعادن : عند احتواء هذه الصخور على نسبة عالية من المواد الملحية فان الترب التي تتطور عنها ستكون حاوية على نسبة عالية من الاملاح تحت الظروف الجافة وشبه الجافة ، اما في الظروف الرطبة فغالبا مايتم غسل هذه الاملاح من الجزء السطحي للتربة الى الاسفل ومن ثم يتم نقلها الى مجاري المياه الطبيعية التي تنقلها بدورها البحار والمحيطات .
2. الرياح ومياه الري : يمكن ان تتراكم الاملاح في بعض الترب من مياه البحار المنقولة بواسطة الرياح الى الترب او من مياه الري الحاوية على الاملاح او قد تزداد الملوحة بسبب غسل الاملاح من المناطق المرتفعة المحيطة بتلك الاراضي وعند تبخر الماء سوف تبقى الاملاح على السطح . كذلك حالة المناطق الاروائية التي لا تحتوي على نظم بزل ملائمة او في الاراضي الحاوية على طبقات مانعة لحركة الماء فان مستوى الماء قد يكون قريبا من السطح بحيث يرتفع الماء المالح بالخاصية الشعرية الى سطح وعند تبخر ه يترك الاملاح .

ان الاملاح الذائبة تتكون عادة من المجموعات التالية :

1- كلوريدات ونترات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم

2- كبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم

3- كربونات وبيكاربونات الصوديوم والبوتاسيوم

تتميز كلوريدات ونترات الكالسيوم والمغنسيوم بقابليتها العالية على التميؤ ويكون سطح التربة الحاوية على هذه الاملاح رطب وغامق اللون عندما تكون رطوبة الجو النسبية عالية وتسمى الترب في هذه الحالة في العراق بالترب السبخة . بينما لا

تكون كلوريدات وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم وكبريتات المغنسيوم متميئه وتسمى في هذه الحالة بترب الشورة والتي تشكل طبقة بيضاء فوق سطح التربة .

تصنيف التربة المتاثرة بالاملاح :

ويتم التصنيف على اساس 1- المحتوى الكلي للأملاح الذائبة في العجينة المشبعة او في مستخلص عجينة التربة المشبعة 2- نسبة ايونات الصوديوم على معقد التبادل واعتمادا على ذلك تصنيف الترب المتأثرة بالأملاح الى الاصناف التالية :

1- **الترب الملحية** Saline Soils : ويكون التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة اكثر من 4 ملي موز / سم ان نسبة الصوديوم المتبادل اقل من 15 % ودرجة الحموضة تتراوح بين 7.1 – 8.5

2- **الترب القلوية او الصودية** Alkali Soil: يكون التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة اقل من 4 ملي موز / سم والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل اكثر من 15 % ودرجة الحموضة تتراوح بين 8.5 – 10 . لا يوجد مثل هذه الترب في العراق بسبب وفرة ايونات الكالسيوم في محلول التربة .

3- **الترب الملحية القلوية او الملحية الصودية:** وتمتلك درجة حموضة مساوية الى 8.5 تقريبا ونادرا ما تزيد عليها وان الاملاح مساوية تقريبا الى 4 ملي موز / سم والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل 15 % عند غسل مثل هذه الترب وعدم اضافة مصلحات فأنها تتحول الى ترب قلوية .

طرق قياس ملوحة التربة (الجزء العملي)

1. القياس المباشر لوزن الاملاح الذائبة في الماء
2. ناتج جمع الايونات الموجبة والسالبة الذائبة في التربة
3. قياس التوصيل الكهربائي او المقاومة الكهربائية لعجينة اشباع التربة او مستخلص العجينة

تأثير ملوحة التربة على الانتاج الزراعي :

1. التأثير المباشر
2. التأثيرغير المباشر

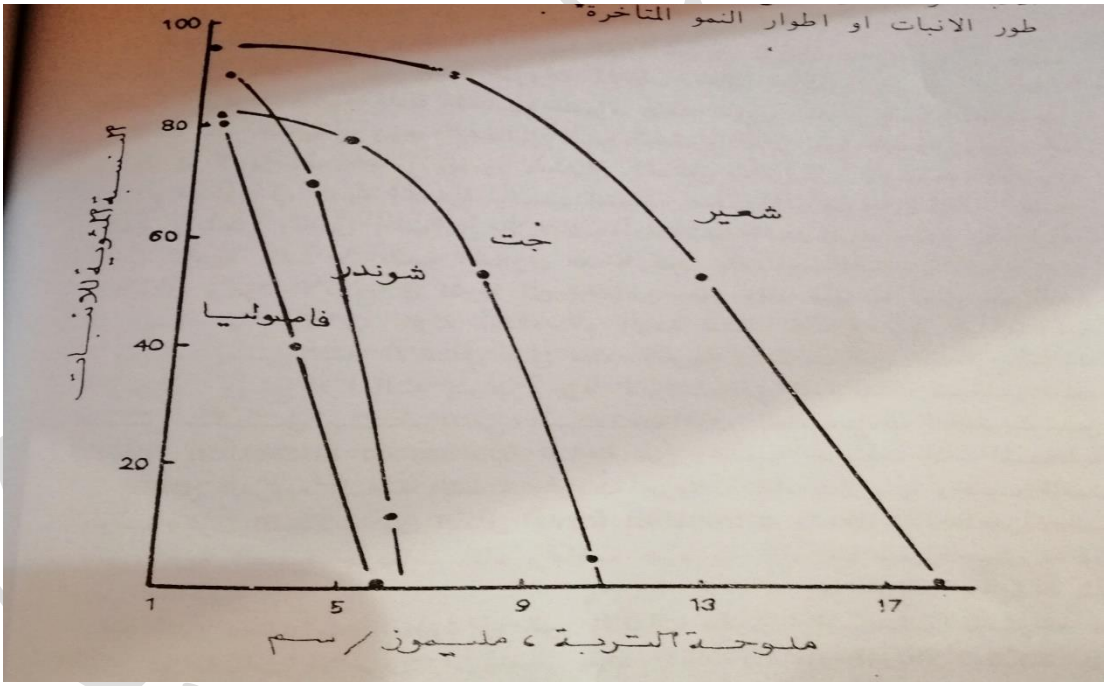
التأثير المباشر يأتي من تأثير الاملاح على الشد الاوزموزي وجاهزية الماء للنبات وعلى التوازن الغذائي اومن سمية بعض العناصر . اما التأثير غير المباشر فيأتي من تأثير الاملاح على بعض خواص التربة مما يجعلها غير ملائمة لنمو النبات .

التأثير الاوزموزي للأملاح على نمو النبات : تؤدي زيادة الاملاح الذائبة في التربة الى تأخير نمو النبات وصغر حجمه وغالبا ما تكون الاوراق قليلة العدد وخضراء غامقة .

يؤدي وجود الاملاح في التربة الى انخفاض جهد الماء فيها مما يعني ان قوة مسك التربة للماء تزداد مع زيادة نسبة الاملاح ويسمى الشد الاضافي على ماء التربة المتسبب عن الاملاح بالشد الاوزموزي وينتج هذا الشد بسبب وجود الايونات التي تقوم بمسك كمية من الماء على شكل ماء للتميء بسبب القوى الناجمة عن انجذاب جزيئات الماء المستقطبة الى الدقائق الغروية السالبة الشحنة وتجاذب جزيئات الماء فيما بينها .يوضح انخفاض نسب انبات بعض المحاصيل مع زيادة ملوحة التربة / حيث ان الاملاح تتراكم عادة في الطبقات السطحية والتي تتواجد فيها البذور وهذا يؤثر على نمو النبات مباشرة والذي هو اكثر الاطوار حساسية للأملاح .

التأثيرات الخاصة (النوعية) للأيونات على النبات :

قد تعاني النباتات احيانا من تأثيرات ايون معين مما يؤدي الى خفض الانتاج بسبب سمية ذلك العنصر وليس بسبب انخفاض جهد الماء او انخفاض جاهزيتها للنبات وغالبا ما تعاني النباتات من وجود ايوني الكلور والصوديوم اكثر مما تعاني من تراكم الايونات الاخرى فقد يحصل تسمم بالصوديوم لبعض اشجار الفاكهه الحساسه لهذا العنصر رغم ان نسبته على معقد التبادل غير عالية بحيث تؤثر على تركيب التربة كذلك فان زيادة عنصر البورون عن حدود معينة سواء في التربة او في الماء يكون ساما للنبات .



التأثيرات غير المباشرة للأملاح :

ان زيادة نسبة الصوديوم المتبادل عن 15% تؤدي الى تشتت مجاميع التربة وانتشار دقائقها مما يؤدي الى انخفاض قابلية التربة على توصيل الماء والهواء ويتسبب في تكوين قشرة صلبة فوق سطح التربة تؤثر على انبات البذور .

كذلك زيادة نسبة الصوديوم المتبادل في التربة يسبب في ارتفاع درجة تفاعل التربة الذي قد يصل الى 10 مما يعمل على خفض جاهزية لبعض العناصر الغذائية مثل الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس بسبب انخفاض ذائبيتها , اما الكالسيوم والمغنسيوم

فان عدم جاهزيتها بسبب حلول الصوديوم محلها على معقد التبادل . كذلك فان جاهزية بعض العناصر تزداد في التربة مع زيادة درجة تفاعل التربة الى درجة تكون سامة للنبات .

استصلاح الاراضي المتأثرة بالملوحة :

يمكن وضع الخطوات الواجب اتباعها لاستصلاح الاراضي المتأثرة بالملوحة بصورة عامة بما يلي

1- خفض مستوى الماء الارضي :

تعتبر هذه الخطوة اساسية عندما يكون مستوى الماء الارضي قريبا من السطح ويجب ان يخفض مستوى الماء الارضي بصورة دائميه وان لا يسمح له بالارتفاع فوق مستوى معين اعتمادا على الظروف الجوية وظروف التربة ونوع المحصول . ولغرض تنفيذ هذه الخطوة لابد من اجراء دراسة شاملة للمنطقة وللماء الارضي وتحديد مصدر الماء الارضي حيث غالبا ما يكون مصدر الماء اما من الرشح من قنوات الري او من مجاري المياه الطبيعية او من مصادر المياه المجاورة للمنطقة حيث يمكن ان تفتح مبازل قاطعه يفصل بين الماء والمنطقة المراد استصلاحها . اما في الحالات التي لا يمكن فيها خفض مستوى الماء الارضي بهذه الطريقة فيجب فتح مبازل حقلية ومبازل مجمعه ثم سحب الماء الى مناطق بعيدة .

ان البزل (خفض مستوى الماء الارضي وغسل الاملاح الزائدة) يعتبر اساسا في المناطق الجافة وشبة الجافة ويقتضي خفض الماء الارضي الى اعماق تصل الى 150 سم او اكثر تحت سطح التربة لجعل المنطقة الجذرية ملائمة لنمو النبات .

2- تحسين مغاض الماء وحركته والاملاح الذائبة في التربة :

يعتمد مغاض الماء في التربة على نسجة وتركيب التربة وعمق الاماء الارضي , ولما كان من الصعوبة تغيير نسجه التربة , فان تركيب التربة هو العامل المحدد لمغاض الماء وحركته عند توفر نظام بزل ملائم . ففي الترب الملحية تكون حركة الماء في التربة جيدة بسبب تأثير الاملاح في جعل التربة غير مشققة اما في الترب القلوية والترب الملحية – القلوية فيجب اضافة المصلحات الكيميائية كالجبس او الكبريت مثل القيام بعملية الغسل بالإضافة الى الحراثة العميقة واضافة المواد العضوية وقلب بقايا النبات التي لها اهمية كبيرة في تحسين المغاض للماء وحركته في الترب في بعض الاحيان بعيدا عن المنطقة الجذرية ومن ثم الى المبازل .

3- غسل الاملاح الزائدة او ازالة الصوديوم المتبادل

تعتبر عملية غسل الاملاح الزائدة من التربة سهلة اذا توفر الماء ونظام البزل الملائم واذا كان خواص سطح التربة وخواصها الفيزيائية جيدة بحيث لا تؤثر على حركة الماء والاملاح الى الاسفل , وبذلك يجب ان تعدل الارض تماما لكي يمكن غمر سطح التربة بالماء . ان تحديد كمية الماء للغسل تحتاج الى دراسات متعدده ولكن غالبا ما ستخدم عمق الماء للغسل بمقدار 1 متر لكل متر عمق تربة .

اما في الترب المحلية الصودوية فان عملية الغسل تكون اكثر صعوبة من سابقتها (الملحية) لا نه من المحتمل ان تتطور الى ترب صودوية عند عدم وجود مصدر لتجهيز الكالسيوم في محلول التربة ليحل الكالسيوم محل الصوديوم على معقد التبادل , لذا من الضروري ان تضاف المصلحات مثل الجبس والكبريت الى الترب الملحية – الصودوية . اما في الترب الصودوية فيجب استعمال المواد المجهزه للكالسيوم قبل البدء بعملية الغسل فهذه الترب تكون رديئة التركيب حيث تكون حركة الماء بطيئة جدا ولكن وجود الكالسيوم يمكن ان يحسن تركيب التربة ويزيد من قابلية نقل الماء في التربة ويجب ان تغسل كبريتات الصوديوم المتكون من الصوديوم المزاح من معقد التبادل مع الكبريات الناتجة من المصلحات , تغسل بعيدا عن المنطقة الجذرية ويفضل مزج الجبس المضاف مع التربة بالطرق الميكانيكية لزيادة فعاليته . وغالبا ما تشمل عمليات الاستصلاح تكسير ومزج الطبقات القليلة النفاذية , ان وجدت بواسطة الحراثة العميقة لتسهيل عملية غسل الاملاح .

التعايش مع الملوحة والقلوية

عند عدم وجود نظام بزل في الترب المتأثرة بالاملاح فبالامكان انتاج المحاصيل باتباع بعض الاجراءات التي تجعل التربة اكثر ملائمة لنمو النبات ورغم ان هذه الاجراءات تستعمل عادة في الترب المتاثرة بالاملاح الا ان معظمها قد تكون ذات فائدة عند استعمالها في الترب المستصلحة وخصوصا عند بداية زراعتها ومن هذه الاجراءات :-

1. اختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة
2. استعمال طرق ارواء ملائمة
3. استعمال طرق فلاحة او زراعة مختلفة
4. اجراء بعض المعاملات للتربة