الملوحة والقلوية في التربة Soil Salinity & Sodicity

بالنظر لظروف المناطق الجافة وشبه الجافة او القاحلة وشبه القاحلة والتي تتميز بانخفاض مستوى هطول الامطار او التساقط بشكل عام وارتفاع درجات الحرارة مما يؤدي الى تجمع الاملاح في الافق العلوي للتربة ولاسيما في الزراعة المروية.

وتعد مشكلة تراكم الاملاح الذائبة من اهم المشاكل التي تواجه الزراعة في هذه المناطق. ولذا تتطلب عمليات ادارة التربة والمحصول الفهم الجيد لدور هذه الاملاح وماتسببه من مضار وسلبيات على التربة والزراعة والانتاجية. وفي الوقت نفسه فان فهم طبيعة هذه الاملاح وتراكيزها سيساعد في عمليات التخلص منها واستصلاح هذه الاراضي او حتى عند ضرورة التعايش معها اذا لم تتوافر عمليات او امكانيات الاستصلاح في الوقت المناسب.

ولذا في البداية لابد من التعرف على اسباب تحديد النمو وبالتالي الانتاج والانتاجية نتيجة لتجمع الاملاح . وبشكل مختصر يعود تحديد النمو وقلة الانبات وبزوغ البادرات الى واحدة او اكثر من الاسباب الاتية:

1 – زيادة الشد الازموزي (الجهد الملحي Ψs) وعدم مقدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية بسرعة كافية لنموه بصور طبيعية.

2 – تراكم عناصر مثل الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- والبورون بمستويات عالية تصل الى حد السمية.

3 – اختلال في التوازن بين العناصر الغذائية للنبات ونقص في بعض العناصر المهمة لنموه.

4– تدهور بناء التربة (تركيب التربة) نتيجة لتجمع الصوديوم مما يؤدي الى:

أ- انخفاض حركة الماء والعناصر الغذائية.

ب- رداءة التهوية.

جـ - اعاقة تغلغل الجذور وبزوغ البادرات. وهذه النقاط سيكون لها دورها في تحديد الانتاجية.

مصادر الاملاح في الترب

1 – احتواء المادة الام على نسب عالية من الاملاح، لاسيما تحت الظروف الجافة وشبه الجافة (القاحلة وشبه القاحلة).

2 – املاح منقولة من مياه البحر بواسطة الرياح.

3 – غسل الاملاح من المناطق المرتفعة الى المناطق المنخفضة.

4 – رداءة بناء التربة ووجود الطبقات غير النفاذة (Hard pans). وطبقات صلدة لاسيما في الاراضي المروية.

ان كمية الاملاح المضافة عن طريق الري او عن طريق اخر اذا زادت عن كمية الاملاح المزالة (بزل + نبات) يؤدي الى تراكم الاملاح لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة الذي يكون فيها التبخر- نتح اعلى من التساقط (الامطار والندى.....) ولقرب الماء الارضي من السطح وبفعل الخاصية الشعرية وحرارة المناخ تتجمع الاملاح على سطح التربة.

مجاميع الاملاح الذائبة

تتكون الاملاح الذائبة في المناطق الجافة وشبه الجافة من:

1 – املاح الكلوريدات والنترات: كلوريدات الصوديوم NaCl ، والكالسيوم $CaCl_2$ ، والمغنيسيوم $MgCl_2$ ، ونترات الكالسيوم $Ca(No_3)_2$ ، والصوديوم $NaNo_3$ والمغنيسيوم $Mg(No_3)_2$.

املاح كلوريدات الكالسيوم والمغنيسيوم تتصف بانها تمتص الرطوبة الجوية (تتميئ) وبالتالي تعطي التربة لون داكن وتعرف هكذا ترب بالترب السبخة.

2 – املاح الكبريتات: مثل كبريتات المغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم $MgSO_4$ ، Na_2SO_4 ، K_2SO_4 مكونة من طبقة بيضاء ويطلق على هذه الترب المتاثرة بهكذا املاح بترب الشورة.

3 – كاربونات وبيكاربونات الصوديوم والبوتاسيوم $NaHCO_3$ ، Na_2CO_3 ، $KHCO_3$، K_2CO_3.

اما بالنسبة لكبريتات الكالسيوم ثنائية الماء او ما يطلق عليها بالجبسيوم اوالجبس($CaSO_4.2H_2O$) فهي ذات ذوبانية واطئة جداً لذا لا تعد ضمن الاملاح الذائبة اعلاه (الذوبانية لاتتعدى2.6غم/لتر) وهكذا الحال بالنسبة لكاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ والتي تقل ذوبانيتها بكثير عن ذوبانية الجبسيوم فهي لا تعد ملحاً ضمن الاملاح الذائبة برغم ان محتوى بعض الترب العراقية يصل الى 40% كاربونات الكالسيوم. وبشكل عام تعد الترب العراقية جميعها ترب كلسية (ذوبانية الكلس تتراوح بين 0.013 – 0.13) وللمقارنة فان ذوبان NaCl مثلاً 317 غم لتر$^{-1}$ ونترات الصوديوم 890 غم لتر$^{-1}$.

تصنيف الترب المتأثرة بالاملاح Classification of salt affected soils

يعتمد التصنيف على:

1 – المحتوى الكلي للاملاح الذائبة مقاسة في راشح العجينة المشبعة saturated paste extract وهو مايعبر عنه بـــ ECe او ECse.

2 – نسبة ايونات الصوديوم على معقد التبادل Exchangeable sodium percent (ESP) او نسبة الصوديوم الممتز Sodium Adsorption ratio (SAR) .

3 – درجة التفاعل او الاس الهيدروجيني pH لمحلول التربة. وكما موضح في الجدول الاتي:

تصنيف التربة	ECe (ds m^{-1})	Ph	ESP
Saline soil تربة ملحية	>4	<8.5	<15
الترب الملحية – القلوية Saline – Alkali Saline – Sodic	>4	<8.5	>15
الترب الصودية (القلوية) Sodic Soils (Alkali)	<4	>8.5 8.5 – 10.0	>15

وحدة الملوحة ECe (الايصالية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة) تقاس بوحدات الديسي سيمنز م$^{-1}$ (ds m^{-1}) او كان يعبر عنها سابقاً بوحدات الملي موز سم$^{-1}$ او الملي سيمنزسم$^{-1}$

$$ESP = \frac{Exch.\,Na^{+}\ meq/100g\ soil}{CEC\ meq/100g\ \ soil} \times 100$$

Or

$$ESP = \frac{Exch.\,Na^{+}\ Cmol\ kg^{-1} soil}{CEC\ Cmol\ kg^{-1}\ soil} \times 100$$

لانه وكما بينا سابقاً ان التعبير عن وحدة سعة الايونات الموجبة المتبادلة يمكن ان يكون بوحدات الملي مكافئ/ 100 غم تربة او حسب الوحدات العالمية بالسنتي مول شحنة لكل كغم تربة.

اما بالنسبة لنسبة الصوديوم الممتز SAR فتستخرج من المعادلة التالية:

$$SAR = \frac{Na^{+}\ meq/100g\ soil}{\sqrt{\frac{ca^{+2} +\ Mg^{+2}\ meq/100g\ \ soil}{2}}}$$

وإذ استخدمنا وحدات (mmol / 100g soil) الملي مول فهنا لاداعي للقسمة على 2 في المقام. بتعبير اخر اذا ماتم التعبير عن Na^{+} و Ca^{+2} و Mg^{+2} بوحدات الملي مول/ 100 غم تربة يصبح القانون:

$$SAR = \frac{Na}{(Ca + Mg)^{1/2}}$$

وهناك معادلات خطية تربط بين ESP والـ SAR وعموماً فان قيمة ESP = 15 كما في الجدول أعلاه تصبح 13 اذا استخدمنا SAR.

ومن اهم صفات هذه الترب:

1 – الترب الملحية: الاملاح هنا تؤثر بشكل في نمو النبات والمحاصيل يكون هنا ضعيفاً جداً والأوراق لونها داكن اخضر (اخضر – مزرق) وحواف الأوراق احياناً.

2 – الترب الصودية: تجمع الصوديوم في هذه الترب يؤدي الى تكوين بناء رديء يؤثر سلباً في التهوية ونقل الماء وبزوغ البادرات.

عموماً لا توجد مساحات مهمة في العراق تتصف بكونها تربأً صودية واحتمالية تطور هذه الترب غير وارد لتوفر ايونات الكالسيوم في محلول الترب المختلفة في انحاء القطر. ان منافسة الكالسيوم والمغنيسيوم للصوديوم تكون عالية ولذا لا يسمح للصوديوم بالتبادل على الاسطح.

طرائق استخلاص المستخلص المائي للتربة

يقصد بذلك هو استخلاص مكونات محلول التربة المتأثرة بالاملاح وذلك بواسطة إضافة الماء الى عينة تربة ومزجه بشكل جيد ولغاية الوصول الى حد الاتزان ثم استخلاص المستخلص المائي الحاوي على معظم المكونات الذائبة.

وعموماً كلما زادت كمية الماء كان الاستخلاص اسهل وكلما كان المحلول المستخلص اقل تمثيلاً لمحلول التربة التي تكون جذور النباتات في تماس معه. وتتوفر عدد من الطرائق والأساليب للحصول على المستخلص المائي للترب المتاثرة بالملوحة ومنها:

1- مستخلص العجينة المشبعة Saturation pate extract: عد العاملون في مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الامريكية مستخلص العجينة المشبعة – المستخلص الذي يمكن اعتماده وقياس الملوحة فيه لتوصيف الترب المتاثرة بالاملاح وقد اقترحوا بعض المواصفات التي يستعان بها لتحديد نقطة الوصول الى حالة الاشباع. اذ تم تحضير العجينة المشبعة للتربة من خلال الإضافة التدريجية للماء المقطر الى كمية معينة من التربة مع المزج المستمر بواسطة سكين خاصة تسمى سباجولة Spatula لحين الحصول على عجينة ذات لمعان واضح تعكس الضياء بشكل واضح ويمكن عمل شق فيها بواسطة السكين دون التصاق العجينة بالسكين ويستحسن ترك العجينة المشبعة لمدة ساعة او اكثر للتاكد من الوصول الى حالة الاشباع والتي يشترط عدم تجمع الماء فوق سطح العجينة المشبعة. ويتم الاستخلاص للمستخلص بواسطة قمع ودورق خاصين وبواسطة تاثير التفريغ الهوائي Suction.

2 – المستخلص المائي عند المستويات الرطوبية الأعلى من العجينة المشبعة: يقصد من ذلك استخلاص مكونات الاملاح من التربة، وذلك من خلال مزج التربة مع الماء المقطر بنسبة (تربة:ماء) (1 :1) او (1: 2) او(1 :5) وذلك من خلال إضافة حجم معين من الماء المقطر الى كمية معينة من التربة وحسب النسبة المطلوبة. يرج الخليط جيداً باليد او بالرجاج (الشيكر) ويترك لفترة معينة ثم يستخلص المستخلص بواسطة طرائق الترشيح الاعتيادية. من المآخذ على هذه الطريقة هي حدوث تخفيف كبير على محلول التربة وخلال هذا التخفيف يمكن ان يحدث تبادل للاملاح وذوبان لبعض الاملاح قليلة الذوبان وغير ذلك من العمليات.

طرائق التعبير عن المحتوى الملحي:

يعبر عن الملوحة او المحتوى الملحي بطرائق مختلفة ومنها:

أ- التعبير عن الملوحة كنسبة مئوية للاملاح في التربة: ويتم من خلال تبخير حجم معين من مستخلص التربة ويحسب وزن الاملاح الجافة ويعبر عنها كنسبة مئوية او جزء بالمليون ppm (او ملغم. كغم$^{-1}$ تربة).

ب – استخدام قياس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة او أي مستخلص اخر على اعتبار ان هناك علاقة خط مستقيم بين تركيز الاملاح الموجودة في محلول التربة او مستخلصها (بوصفها محاليل الكتروليتية) مع قيم التوصيل الكهربائي لها. والوحدة المستخدمة للقياس هي الملي موز/ سم وحديثاُ يطلق على الوحدات بالديسي سمينز م$^{-1}$ حسب النظام العالمي والتي تقابل الملي موز سم$^{-1}$.

ويمكن اجراء التحويلات من شكل لاخر او التعبير عن المحتوى الملحي بطرائق مختلفة وكما يأتي:

(الضغط الازموزي) $O.P(atm.) = EC\ mmhos\ cm^{-1} \times 0.36$

(الملح في التربة) $\%Salt\ in\ soil = EC\ mmhos\ cm^{-1} \times 0.064 \times \frac{water\ at\ extraction(sp)}{100}$

(ملح في محلول) $ppm\ salt\ in\ solution = EC\ mmhos\ cm^{-1} \times 640$

(الايونات الموجبة او السالبة) $Cations\ or\ anions = EC\ mmhos \times 10$

وفي حالة قياس التوصيل الكهربائي في مستخلصات مائية ذات مستوى رطوبي اعلى من المستوى الرطوبي لعجينة التربة المشبعة يمكن اجراء التحويل كما يأتي:

$$ECe = EC\ at\ any\ ratio \times \frac{\%\ water}{Sp}$$

ECe = التوصيل الكهربائي لمستخلص العجين المشبعة.

Sp = النسبة المئوية للتشبع.

وبشكل بسيط هناك علاقة خط مستقيم بين قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص (1:1) وقيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة ومعامل التحويل يتراوح بين 1.8 – 3.0، وبشكل عام يستخدم الرقم 2.0 للتحويل.

استصلاح الترب او الأراضي المتأثرة بالاملاح:

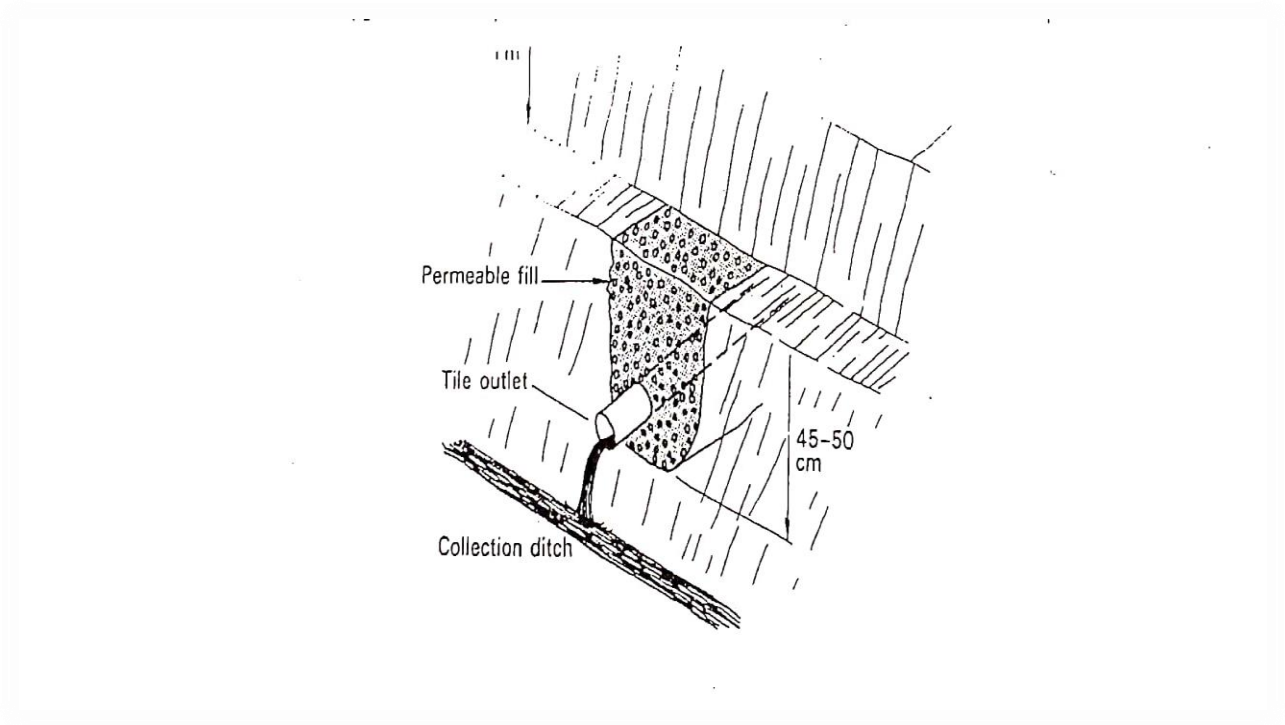
1 – غسل الاملاح الذائبة: إضافة كمية من المياه والسماح لها بالتغلغل في التربة وبالتالي ذوبان هذه الاملاح والتخلص منها عن طريق البزل. بتعبير اخر عملية غسل او اذابة للاملاح وازالتها عن طريق المبازل، وهذه الطريقة تصلح للترب الملحية ذات النفاذية الجيدة.

2 – اجراء استصلاح كيميائي من خلال اضافة الجبسيوم لتحسين صفات التربة الفيزيائية لاسيما الترب الصودية التي لا يمكن غسلها الا بعد اجراء الاستصلاح الكيميائي والذي يلحقه اجراء عملية الغسل وإزالة الاملاح.

ومن اهم خطوات الاستصلاح:

1 – خفض الماء الأرضي: الماء الأرضي هو مستوى الماء القريب من سطح التربة ويطلق عليه Water table والذي يكون له اثر سلبي لقربه من السطح احياناً وتاثيره في تهوية التربة من جهة فضلاً عن احتوائه على الاملاح والتاثير السلبي للاملاح في نمو النبات. وهذا يتم من خلال

شبكة من المبازل المغطاة والمكشوفة (الشكل التالي).



2 – تحسين خواص التربة لاسيما غيض الماء (دخول الماء الى التربة) وحركة الماء في داخل التربة.
3 – غسل الاملاح الذائبة.
4 –إدارة مناسبة للتربة من اجل المحافظة على مستوى الملوحة وعدم عودة الاملاح مرة أخرى.

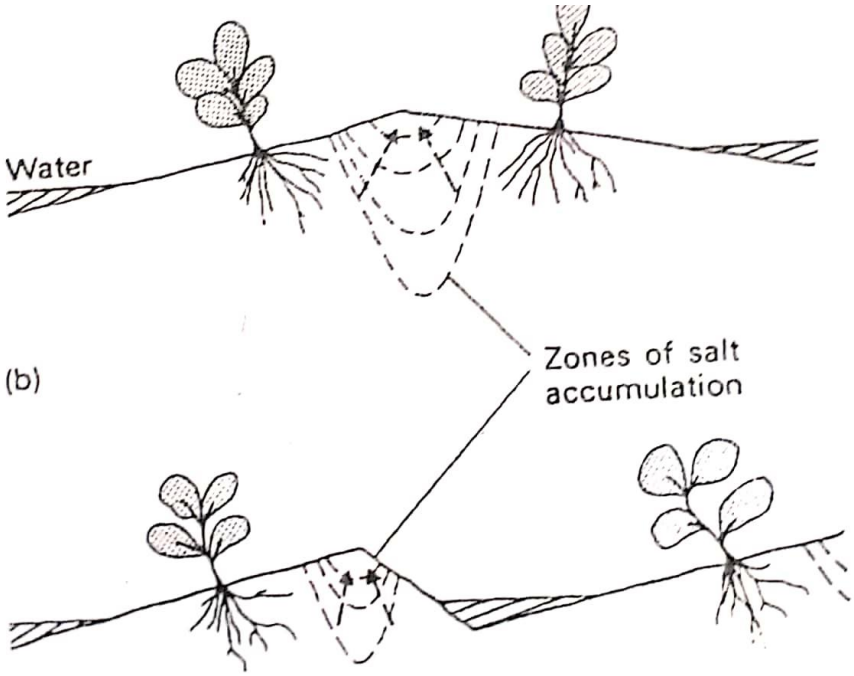
ان إضافة الجبسيوم والحراثة العميقة او إضافة الكبريت كلها عوامل مهمة لتحسين خواص التربة قبل اجراء عملية الغسل لاسيما في الترب الصودية او الملحية الصودية. كذلك الترب المستصلحة تحتاج الى ادارة خاصة لانها مغسولة من العناصر المغذية التي فقدت اثناء عملية الغسل ولذا يجب استخدام دورات زراعية تحوي على البقوليات واضافة الأسمدة الكيمائية والعضوية وإدارة المياه من خلال إضافة معامل الغسيل كي نحافظ على المستوى الملحي او التوازن الملحي.

التعايش مع الملوحة:

احياناً تكون عمليات الاستصلاح غير متوافرة الشكل الكامل ولذا نضطر للتعايش مع الملوحة كي نتمكن من الاستمرار بالإنتاج مع موجود الاملاح وذلك من خلال:

1- إدارة المياه او إدارة الري: تكون من خلال اضافة كمية عالية من المياه وخفض الاملاح قبل الزراعة او تكرار الري بفترات قصيرة كي لا نسمح للاملاح بالارتفاع للاعلى.

2- الزراعة في مناطق يتم فيها تجاوز اماكن الاملاح مثل الزراعة تحت الخط الملحي (كما في الشكل التالي)



3- اختيار محاصيل ملائمة: بشكل تختلف المحاصيل في قابليتها او حساسيتها او مقاومتها للاملاح كماً ونوعاً وكما مبين في الجدول الاتي الذي هو دليل عام وذلك لوجود اختلاف بين الأصناف والانواع ولنفس المحصول.

المحاصيل الحساسة للاملاح	المتوسطة الحساسية	المقاومة
الكرفس، الفجل، البرسيم، البقوليات، الكمثرى، التفاح، المشمش، الخوخ.	حنطة، رز، ذرة بيضاء، ذرة صفراء، رمان، تين، عنب، زيتون، طماطة، لهانة، بطاطا، بصل.	نخل التمر، الجت، البنجر، السكري، الشيلم، أنواع مختلفة من الحشائش.

وهناك جداول متوفرة في مصادر الملوحة تبين كمية النقصان في الحاصل عند زيادة الملوحة عن حد معين ولاسيما معطيات ماس وهوفمان Mass& Hoffman .

4- نقع البذور في محاليل ملحية.

اهم المراجع:

الزبيدي، احمد حيدر (1989) ملوحة التربة – الأسس النظرية والتطبيقية.

الزبيدي، احمد حيدر (1993) استصلاح الأراضي.