تعريف بالأنواع المختلفة من الأراضى الملحية والقلوية وطرق اصلاحها

الأراضى الملحية

الأراضى الملحية Saline Soils هى الأراضى التى تقل فيها نسبة الصوديوم المتبادل عن ١٥٪، وتزيد درجة توصيلها الكهربائى على ٤، ويقل الـ pH فيها عن ٨,٥. وتحسب نسبة الصوديوم المتبادل Exchangeable Sodium Percentage (أو ESP) كالتالى:

$$\text{نسبة الصوديوم المتبادل} = \frac{\text{الصوديوم المتبادل (ملى مكافئ/١٠٠ جم تربة)}}{\text{السعة التبادلية الكاتيونية (ملى مكافئ/١٠٠ جم تربة)}} \times ١٠٠$$

يشكل الصوديوم الذائب فى المحلول الأرضى فى هذه الأراضى أقل من ٥٠٪ من الكاتيونات؛ وعليه .. فإنه لا يشكل سوى نسبة بسيطة من الكاتيونات المتبادلة (تقل عن ١٥٪). وعادة لا يشكل البوتاسيوم الذائب والمتبادل سوى نسبة ضئيلة أيضًا، ولكنه قد يوجد أحيانًا بوفرة. أما كاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم فتختلف كمياتها النسبية كثيرًا فى المحلول الأرض. وأكثر الأنيونات الذائبة سيادة فى الأراضى الملحية هى: الكلور، والكبريتات، وأحيانًا النترات أيضًا. وقد توجد كميات ضئيلة من البيكربونات، لكن نظرًا لعدم زيادة الـ pH عن ٨,٥، فإن الكربونات الذائبة تكون غالبًا غائبة. وإضافة إلى الأملاح الذائبة، فإن الأراضى الملحية قد تحتوى على بعض الأملاح غير الذائبة نسبيًّا؛ مثل: الجبس (كبريتات الكالسيوم)، وكربونات الكالسيوم، وكربونات المغنسيوم. ومن خصائص الأراضى الملحية أنها تكون مفككة وعالية النفاذية. ويمكن التعرف عليها بتزهُّر الأملاح على سطحها، أو بظهور بقع ذات مظهر زيتى، وخالية من النموات النباتية بها.

ومن الطرق المؤقتة لإصلاح الأراضى الملحية ما يلى:

١- قلب الطبقة السطحية عميقًا فى التربة.

٢- إزالة الطبقة السطحية الملحية بكشطها والتخلص منها.

٣- معادلة تأثير بعض الأملاح بإضافة أملاح أخرى وأحماض.

لكن إصلاح الأراضى بصورة جيدة ودائمة يتطلب عدة شروط وإجراءات كما يلى:

١- خفض منسوب الماء الأرضى:

ولتحقيق ذلك يجب أن نعرف أولاً مصدر الماء الذى يتسبب فى رفع منسوب الماء الأرضى. فإذا كان من مصدر مائى قريب، فقد يمكن فصله عن الحقل بمصرف عميق، لكن منسوب الماء الأرضى المرتفع غالبًا ما يرجع إلى تسرب الماء إلى الحقل سطحيًّا أو من تحت التربة من المناطق الأعلى المجاورة.

٢- نفاذية جيدة للماء خلال التربة:

ذلك لأن النفاذية الضعيفة قد تتسبب فى فشل خطة إصلاح التربة، حتى مع توفير مصارف جيدة. فغالبًا ما تتقارب حبيبات الطين بعضها من بعض أثناء غسل التربة، وتصبح التربة بذلك شديدة التماسك وضعيفة النفاذية. وفى هذه الحالات تلزم إضافة الجبس الزراعى، وأحيانًا الكبريت ليحل محل الصوديوم. وأفضل وسيلة للمحافظة على النفاذية الجيدة هى بتقليل عمليات حرث الأرض إلى حدها الأدنى، مع تجنب حرث التربة نهائيًّا وهى شديد الجفاف أو زائدة الرطوبة.

٣- غسل الأملاح الزائدة:

يتطلب ذلك كميات كبيرة من الماء الذى يجب أن يتخلل التربة. ويمكن تحقيق ذلك بسهولة فى الأراضى الخشنة القوام، لكنه قد يكون أمرًا صعبًا فى الأراضى المنضغطة Compact والطينية.

٤- توفير صرف جيد:

فبدون الصرف الجيد نجد أن استمرار الرى يؤدى إلى رفع مستوى الماء الأرضى تدريجيًّا، ويتبع ذلك ارتفاع الماء بالخاصية الشعرية بين الريات، ثم تبخره، تاركًا الأملاح لتتزهر على سطح التربة من جديد.

الأراضى الملحية القلوية

الأراضى الملحية القلوية Sodic or Saline Alkali Soils هى الأراضى التى تزيد فيها

نسبة الصوديوم المتبادل على ١٥٪، وتزيد درجة توصيلها الكهربائى على ٤ فى حرارة ٢٥°م، كما يزيد الـ pH فيها على ٨,٥ قليلاً.

تحتوى هذه الأراضى – عادة – على كربونات الصوديوم أو بيكربونات الصوديوم، وكربونات الكالسيوم، وتركيزات عالية من السيليكون الذائب.

يتشابه مظهر وخصائص هذه الأراضى مع الأراضى الملحية، ما دام الملح موجودًا بها، ولكن عند التخلص من الأملاح الذائبة بالغسيل، فإن مظهر وخصائص هذه الأراضى يتغير وتصبح مشابهة للأراضى القلوية.

فعند وجود نسبة عالية من الأملاح الذائبة يندر أن يزيد الـ pH عن ٨,٥، وتظل الغرويات فى حالة متجمعة flocculated، ومع نقص نسبة الملح فى التربة تدريجيًّا بالغسيل يتهدرج بعض الصوديوم مكونًا أيدروكسيد الصوديوم، وقد يتبع ذلك تكون كميات صغيرة من كربونات الصوديوم بالتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون، إلى أن تصبح التربة شديدة القلوية (أعلى من ٨,٥)، ويتبع ذلك تفرق dispersion غرويات التربة، وتصبح التربة غير منفذة للماء وشديدة الصلابة عند الحرث.

ويمكن تلخيص أهم مشاكل الأراضى الصودية فيما يلى:

١- ارتفاع الـ pH ذاته

٢- تثبيت عناصر الفوسفور، والكالسيوم، والحديد، والزنك.

٣- سمية البورون.

٤- ضعف نفاذيتها للماء.

٥- إعاقة نمو الجذور فيها.

وتقسم المحاصيل حسب تحملها للنمو فى الأراضى الصودية كما يلى:

١- محاصيل ذات قدرة على التحمل .. وتشمل البرسيم الحجازى، والشعير، وبنجر السكر، وبنجر المائدة، وحشيشة برمودا، والقطن.

٢- محاصيل متوسطة التحمل .. وتشمل الأرز، والقمح، والشوفان.

٣- محاصيل حساسة .. وتشمل الفاصوليا، والذرة، وأشجار الفاكهة.

تتكون فى الأراضى الصودية – عادة – قشرة سطحية سوداء بنية اللون، بسبب تفرق المادة العضوية. كذلك يحدث تفرق لحبيبات التربة يتسبب – هو الآخر – فى تكوين القشور السطحية وإعاقة الصرف. ويلاحظ غالبًا انخفاض معدل إنبات البذور وضعف النمو النباتى.

ولإصلاح الأراضى الصودية يلزم الغسيل، مع إضافة الجبس الزراعى، أو الكبريت لمعالجة الملوحة مع القلوية فى آنٍ واحدٍ؛ حيث يحل الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل، كما يلى:

الكبريت + أوكسجين الهواء الجوى + ماء ⟵حامض كبريتيك.

حامض كبريتيك + كربونات الكالسيوم بالتربة ⟵ جبس (كبريتات كالسيوم) + ثانى أكسيد الكربون + ماء.

الجبس + الصوديوم فى الأراضى الصودية ⟵ كالسيوم ميسر للنبات محل الصوديوم + كبريتات صوديوم.

كبريتات الصوديوم تزول بالغسيل مع الصرف الجيد (خطوة فى منتهى الأهمية، مع إضافة الماء بالغمر أو بالرش).

ويؤدى استعمال حامض الكبريتيك مباشرة – بدلاً من الكبريت – إلى الاستغناء عن التفاعل الأول، كما يؤدى استعمال الجبس مباشرة إلى الاستغناء عن التفاعلين الأول والثانى.

الأراضى القلوية غير الملحية

الأراضى القلوية غير الملحية Non Saline Alkali Soils هى الأراضى التى تزيد فيها نسبة الصوديوم المتبادل على ١٥٪، وتقل درجة توصيلها الكهربائى عن ٤ فى حرارة ٢٥°م. ويتراوح الـ pH فيها بين ٨,٥ و ١٠. وتوجد هذه الأراضى – غالبًا – فى المناطق الجافة وشبه الجافة.

وفى هذه الأراضى تتباعد غرويات الطين المشبعة بالصوديوم بعضها عن بعض، وتنتقل لأسفل؛ حيث تتجمع على مستوى أدنى، ويتبع ذلك أن تصبح الطبقة السطحية من التربة خشنة القوام، بينما تليها مباشرة طبقة قليلة النفاذية.

كما نجد فى هذه الأراضى أن الـ pH يرتفع، ويزداد تنافر غرويات الطين كلما ازدادت نسبة الصوديوم المتبادل. وفيها تغلب أنيونات الكلور والكبريتات والبيكربونات فى المحلول الأرضى مع وجود كميات قليلة من الكربونات. وعندما يكون الـ pH مرتفعًا مع وجود الكربونات، فإن ذلك يؤدى إلى ترسب كل من الكالسيوم والمغنيسيوم، ومن ثم يحتوى المحلول الأرضى للأراضى القلوية على قليل جدًّا من الكاتيونات، بينما يسود الصوديوم، وتوجد فى بعض الأراضى القلوية كميات كبيرة من البوتاسيوم الذائب والمتبادل.

هذه الأراضى تكون قليلة النفاذية، ويصعب حرثها، وتكون لدنة plastic ولزجة sticky عندما تكون مبتلة، كما تكوّن كتلاً (قلاقيل) clods، وقشرة صلبة crusts عند جفافها. ونجد أن المادة العضوية تنتشر وتتوزع على سطح حبيبات التربة فيها، مما يجعل لونها قاتماً. وفى حالة وجود كميات محسوسة من المادة العضوية، فإن سطح التربة قد يصبح أسود اللون، ومن ذلك جاء اسم الأرض السوداء black soil (Israelsen & Hansen ١٩٦٢، و Allison ١٩٦٤).

هذا .. وتُضارّ كثير من النباتات بشدة عند زيادة القلوية فى التربة على ٠,٠٧٪ HCO_3 والـ pH عن ٨,٧، وتموت معظم النباتات — تقريبًا — فى pH أعلى من ٩,٥، وتكون التربة قاحلة وقفراء عندما تصل نسبة الصوديوم المتبادل فيها إلى ٢٥٪–٣٠٪، وتكون غير صالحة للحراثة أو الرى.

الأراضى الجيرية

تزداد مشكلة ارتفاع الـ pH فى الأراضى الصحراوية تعقيدًا عندما يكون ذلك مصاحبًا بارتفاع كبير فى نسبة كربونات الكالسيوم، كما فى الأراضى الجيرية Calcarious Soils؛ إذ يؤدى ذلك إلى ما يلى:

١- تكوّن قشرة صلبة على سطح التربة تؤدى إلى تأخير الإنبات أو إعاقته.

٢- تتحول فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى ثنائى الكالسيوم إلى فوسفات ثلاثى الكالسيوم، وهى صورة قليلة الذوبان.

٣- تتحول مركبات العناصر الصغرى الأكثر ذوبانًا فى المحلول الأرضى إلى صورة الكربونات الأقل ذوبانًا.

٤- يؤدى توفر الجير إلى تطاير وفقدان الأمونيا من الأسمدة النشادرية.

٥- انتشار وجود الطبقات الجيرية الصماء تحت سطح التربة.

وتنتشر الأراضى الجيرية فى مصر فى المناطق التالية:

المنطقة	نسبة الجير بالتربة (٪)	مشاكل التربة الأخرى
النوبارية	١١-٤٠	تكون القشرة السطحية الصلبة عند جفاف التربة
القطاع الشمالى لمديرية التحرير	٥-٣٠	شدة نفاذية التربة ورشحها للماء
الساحل الشمالى	٣٠-٧٠	ارتفاع نسبة الأملاح ارتفاع منسوب الماء الأرضى إلى أقل من ١٠ سم
سيناء	١١-٥٠	ارتفاع نسبة الأملاح

وتعالج المشاكل الفيزيائية للأراضى الجيرية بحراثة طبقة تحت التربة لتقطيع الطبقات الصماء التى تمنع رشح الماء وانتشار الجذور. ويفضل لذلك استخدام المحاريث الحفارة، مع تجنب استعمال المحاريث القلابة. كذلك يراعى الإكثار من التسميد العضوى، مع إجراء الرى "على الحامى"؛ أى يكون غزيرًا وسريعًا.

ويوصى — عمومًا — بزيادة تركيز عناصر الحديد، والمنجنيز، والزنك فى مياه الرى (بالتنقيط) بنسبة ٥٠٪ عند وجود كربونات الكالسيوم فى الأرض بنسبة ٥٪-١٠٪، أما عند زيادة نسبة الجير عن ١٠٪، فتفضَّل إضافة العناصر الصغرى رشًا على أوراق النباتات.

ومن أنسب المحاصيل للزراعة فى الأراضى الجيرية: الطماطم، والباذنجان، والفلفل، والكوسة، والبطيخ. كذلك يمكن زراعة التين، والزيتون، واللوز، والعنب، والخوخ، والرمان، والنخيل، بالإضافة إلى المحاصيل الحقلية النجيلية (مثل القمح، والشعير، والذرة) والبقولية (مثل الفول والبرسيم).

خفض pH الأراضى القلوية

يستخدم عدد من المواد لإصلاح الأراضى المرتفعة القلوية، ويعتبر الكبريت الزراعى أهم هذه المواد.

يوضح جدول (٥–٥) الكمية التى تلزم إضافتها من الكبريت لإحداث التعديل المطلوب فى الـ pH فى الأنواع المختلفة من الأراضى. ويلاحظ من الجدول أن الكميات المضافة من الكبريت تزداد مع زيادة نسبة الطين، ومع ازدياد التغيير المطلوب فى pH التربة.

جدول (٥–٥): كمية الكبريت التى تلزم إضافتها فى الأنواع المختلفة من الأراضى لإحداث التعديل المطلوب فى **pH** التربة.

التعديل المطلوب فى pH	الكمية التى تلزم إضافتها بالكيلو جرام للفدان فى الأراضى		
التربة حتى عمق الحرث	الرملية	الطميية	الطينية
٦,٥–٨,٥	١٠٠٠	١٢٥٠	١٥٠٠
٦,٥–٨,٠	٦٠٠	٧٥٠	١٠٠٠
٦,٥–٧,٥	٢٥٠	٤٠٠	٥٠٠
٦,٥–٧,٠	٥٠	٧٥	١٥٠

تتراوح نقاوة الكبريت الزراعى – عادة – بين ٥٠٪ و ٩٩٪، وتتوقف كفاءته فى خفض pH التربة على مستوى نقاوته ومدى نعومة حبيباته؛ فكلما صغرت حبيباته كانت أكثر تأكسدًا فى التربة.

ويوفر الكبريت الكالسيوم بصورة غير مباشرة من خلال تفاعلين يَحْدُثان فى التربة:

ففى البداية يتأكسد الكبريت إلى حامض كبريتيك، ثم يتفاعل الحامض المتكون مع كربونات الكالسيوم التى توجد فى التربة ليتكون الجبس.

ويحدث تأكسد الكبريت إلى حامض الكبريتيك بواسطة بكتيريا التربة، وهى عملية بطيئة تتطلب تربة دافئة، ورطبة، وجيدة التهوية؛ ولذا .. فإن إضافة الكبريت للتربة خلال فصل الشتاء ربما لا تأتى بأية نتائج قبل فصل الربيع التالى.

ويضاف الكبريت نثرًا إلى التربة (الكبريت لا يذوب فى الماء ولا تجوز إضافته مع ماء الرى)، ثم يُقلب فيها إلى العمق المطلوب، ثم يروى الحقل جيدًا (عن Branson & Fireman ١٩٨٠)؛ ليمكن التخلص من كبريتات الكالسيوم المتكونة بالصرف.

أما الجبس الزراعى فإن الكميات التى تستخدم منه تتحدد بمقدار الصوديوم المتبادل كما هو مبين فى جدول (٥-٦).

جدول (٥-٦): كمية الجبس الزراعى اللازمة للفدان لتعديل الـ pH فى الـ ١٥ سم السطحية من التربة، مقدرة على أساس مقدار الصوديوم المتبادل بها.

الصوديوم المتبادل (ملى مكافئ/١٠٠ جم تربة)	كمية الجبس الزراعى اللازمة (طن/فدان)
١	٠,٩
٢	١,٧
٣	٢,٦
٤	٣,٤
٥	٤,٣
٦	٥,٢
٧	٦,٠
٨	٦,٩
٩	٧,٧
١٠	٨,٦

ويلاحظ أن نسبة النقاوة تتراوح فى الجبس التجارى – عادة – بين ٢٠٪ و ٧٠٪. ونظرًا لأن تكلفة نقل الطن الواحد من الجبس وإضافته إلى التربة تكون ثابتة أيًّا كانت درجة نقاوته؛ لذا .. يفضل استعمال الجبس ذى النقاوة العالية.

ويتعين عند الرغبة فى إصلاح الأراضى القلوية بإضافة الجبس إليها أن يكون المحلول الجبسى مركزًا ليكون الإصلاح أسرع؛ ولذا .. يفضل عندما تكون الأرض شديدة القلوية إضافة كمية الجبس المقررة مرة واحدة، لتسهيل عملية نفاذ الماء خلال التربة، ولإسراع عملية إحلال الكالسيوم محل الصوديوم. لكن يفضل البعض – وخاصة فى الأراضى الأقل قلوية – إضافة الجبس على فترات ليبقى تركيزه مرتفعًا فى التربة لأطول فترة ممكنة.

ويراعى دائمًا قلب الجبس فى الأرض، مع إضافة ماء الرى باستمرار؛ ليكون إصلاح التربة لأكبر عمق ممكن. ويضاف ماء الرى – عادة – بمعدل ٣٠ فدانًا – سم (١٢٦٠م^{٣}) لكل طن من الجبس الزراعى المستخدم.

وتجدر الإشارة إلى أن كميات الكبريت والجبس اللازمة لإصلاح الأراضى القلوية والمبينة فى جدولى (٥–٥)، و (٥–٦) هى كميات تقريبية، وتتوقف الكمية الفعلية التى يتعين إضافتها على العوامل التالية:

١– السعة التبادلية الكاتيونية لغرويات التربة.

٢– نسبة الصوديوم المتبادل منسوبًا إلى مجموع الكاتيونات الأخرى.

٣– مدى الخفض المطلوب الوصول إليه فى نسبة الصوديوم المتبادل إلى مجموع الكاتيونات الأخرى.

٤– العمق المطلوب الوصول إليه فى عملية إصلاح التربة.

٥– نسبة نقاوة الجبس.

الصفات العامة المميزة للأراضى الزراعية فى مصر

يبين جدول (٥–٧) الصفات العامة للأنواع المختلفة من الأراضى الزراعية فى مصر،

وهى الأراضى الصحراوية الحديثة الاستصلاح (الرملية والجيرية)، وأراضى الوادى والدلتا (عن عبدالحميد ١٩٩١).

جدول (٥–٧): صفات التربة فى الأراضى الصحراوية المصرية مقارنة بأراضى الوادى والدلتا.

نوع التربة الصحراوية	المحتوى (٪ بالوزن) رمل	سلت	طين	رقم الـ pH	التوصيل الكهربى (EC_e)	كربونات الكالسيوم (٪)	المادة العضوية (٪)
الرملية	٩٠–٨٥	٥–٣	١٠–٧	٨,٥–٨,٠	٠,٧–٠,٢	٠,٧–٠,٥	٠,٨–٠,٤
الجيرية	٨٣–٧٠	١٠–٧	٢٠–١٠	٩,٠–٨,٥	٣,٠–٠,٦	٤٠–٦	٠,٩–٠,٧
الوادى والدلتا	٢٥–٢٠	٤٧–٣٧	٤٢–٢٨	٨,٥–٨,٠	٣,٥–٠,٦	٧,٥–٤,٥	٤,٥–١

تقسيم مياه الرى حسب محتواها من الصوديوم

عندما تزيد نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم والمغنيسيوم ($\frac{Na}{Mg + Ca}$ ، معبرًا عن التركيزات بالمللى مكافئ لتر) على الواحد الصحيح، فإن الصوديوم يتراكم فى التربة، وتصبح الأرض قلوية. ويفضل التعبير عن محتوى التربة من الصوديوم كنسبة مئوية من الكاتيونات المتبادلة كلها ($\frac{١٠٠ \times Na}{K + Na + Mg + Ca}$ ، مع التعبير عن كل التركيزات بالمللى مكافئ/لتر). ومع زيادة الصوديوم فى ماء الرى يزداد الصوديوم المتبادل فى التربة، وتزداد مشاكل القلوية.

وتقسم مياه الرى حسب محتواها من الصوديوم إلى أربعة أقسام:

١– مياه منخفضة فى محتواها من الصوديوم: ويمكن استخدامها تقريبًا فى كل أنواع الأراضى، دون خوف من تراكم كميات ضارة من الصوديوم المتبادل.

٢– مياه متوسطة فى محتواها من الصوديوم: ويمكن استخدامها دون مشاكل فى الأرضى الخشنة القوام ذات النفاذية العالية، ولكن استعمالها فى الأراضى التى تحتوى على نسبة مرتفعة من الطين، والمنخفضة فى محتواها من المادة العضوية يؤدى إلى تراكم الصوديوم؛ لأن نفاذيتها تكون منخفضة، إلا إذا توفر الجبس فى التربة.

٣- مياه مرتفعة فى محتواها من الصوديوم: يؤدى استعمالها فى الرى إلى تراكم الصوديوم بشدة فى معظم الأراضى التى لا تحتوى على الجبس. ويتطلب استعمالها عناية خاصة؛ إذ يلزم توفير صرف جيد وغسيل جيد، مع إضافة المادة العضوية لتحسين صفات التربة الطبيعية، ويلزم أحيانًا إضافة الجبس الزراعى لإحلال الكالسيوم محل الصوديوم على حبيبات الطين.

٤- مياه مرتفعة جدًّا فى محتواها من الصوديوم: وهذه لا يمكن استعمالها فى الرى إلا إذا كانت منخفضة فى محتواها من الأملاح الكلية؛ حيث يمكن تلافى أضرار الصوديوم باستخدام الجبس الزراعى والغسيل الجيد، كما يمكن إضافة الجبس الزراعى إلى ماء الرى نفسه بطريقة آلية.

تقسيم الخضر حسب تحملها للملوحة

تقسم الخضر حسب تحملها للملوحة إلى المجموعات التالية (عن USDA ٢٠٠٧ – الإنترنت http//www.ussl.ars.usda.gov/pls/caliche/SALTT42C):

القدرة على التحمل	الخضر	الحد الذى يمكن تحمله (dS/m)	التناقص فى المحصول (٪) مع كل وحدة EC إضافية
متحملة	الأسبرجس	٤,١	٢,٠
متوسطة التحمل	البنجر	٤,٠	٩,٠
	الكوسة الزوكينى	٤,٧	٩,٤
متوسطة الحساسية	البروكولى – كرنب بروكسل – كرنب أبو ركبة	٢,٨	٩,٢
	الكرنب – القنبيط – الكيل	١,٨	٩,٧
	الكرفس	١,٨	٦,٢
	الذرة السكرية	١,٧	١٢,٠
	الخيار – الكنتالوب – البطيخ	٢,٥	١٣,٠
	الباذنجان	١,١	٦,٩
	الخس	١,٣	١٣,٠
	الفلفل	١,٥	١٤,٠

القدرة على التحمل	الخضر	الحد الذى يمكن تحمله (dS/m)	النّاقص فى المحصول (٪) مع كل وحدة EC إضافية
	البطاطس	١,٧	١٢,٠
	القـــرع العســـلى – الكوســـة الاسكالوب	٣,٢	١٦,٠
	الفجل	١,٢	١٣,٠
	السبانخ	٢,٠	٧,٦
	البطاطا	١,٥	١١,٠
	الطماطم	٢,٥	٩,٩
	الطماطم الكريزية	١,٧	٩,١
	اللفت	٠,٩	٩,٠
حساسة	الفاصـوليا – فاصـوليا الليمـا – البسلة	١,٠	١٩,٠
	الجزر – الجزر الأبيض	١,٠	١٤,٠
	البامية	—	—
	البصل	١,٢	١٦,٠
	الفراولة	١,٠	٣٣,٠

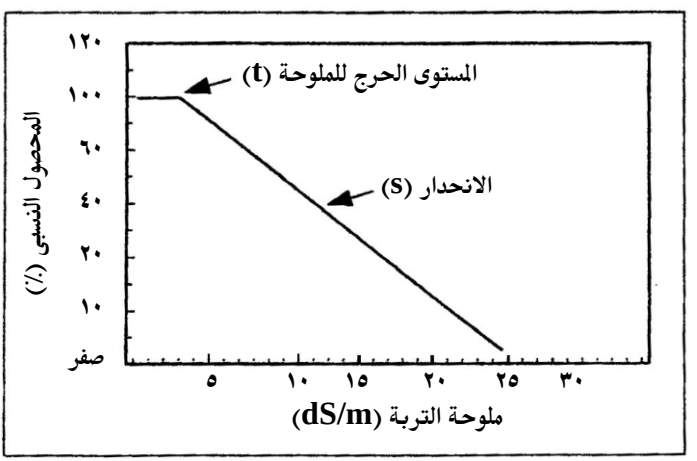
تقسيم محاصيل الخضر حسب تحملها للبورون

تقسم محاصيل الخضر حسب تحملها للبورون إلى المجموعات التالية (عن USDA ٢٠٠٧ – الإنترنت http://www.ussl.ars.usda.gov/pls/caliche/BOROT47) :

القدرة على التحمل	الحد الذى يمكن تحمله (مجم/لتر)	الخضر
حساسة	١,٠–٠,٥	البصل – الثوم – البطاطا – الفراولة – الخرشوف – الفاصوليا – فاصوليا الليما
متوسطة الحساسية	٢,٠–١,٠	البروكولى – الفلفل – البسلة – الجزر – الفجل – البطاطس – الخيار – الخس
متوسطة التحمل	٤,٠–٢,٠	الكرنب – اللفت – اللوبيا – الكوسة – الكنتالوب – القنبيط
متحملة	٦,٠–٤,٠	البقدونس – بنجر المائدة – الطماطم
عالية التحمل	١٠,٠–٦,٠	الكرفس
	١٥,٠–١٠,٠	الأسبرجس

مستوى الملوحة الحرج

لا تتأثر النباتات بزيادة مستوى الملوحة فى التربة حتى حد معين يعرف بالمستوى الحرج threshold level (يعطى الرمز t)، وهو الذى يختلف باختلاف النوع والصنف والسلالة النباتية. وبزيادة الملوحة عن المستوى الحرج يبدأ المحصول فى الانخفاض تبعًا لمنحنى معين يعرف باسم slope (ويعطى الرمز s)، وهو الذى يختلف – كذلك – باختلاف النوع والصنف والسلالة النباتية (شكلا ٥–٧، و ٥–٨) وباختلاف بداية التعرض للشد الملحى (شكل ٥–٩).



شكل (٥–٧): تغير المحصول النسبى لنوع نباتى افتراضى بتغير مستوى ملوحة التربة، مع بيان كل من المستوى الحرج للملوحة وشدة انحدار المحصول النسبى بزيادة مستوى الملوحة عن المستوى الحرج بالنسبة لهذا النوع الافتراضى.

فسيولوجيا استجابة النباتات لملوحة التربة ومياه الرى

مظاهر أضرار الملوحة على محاصيل الخضر

تتباين أضرار الملوحة على النباتات – حسب تركيز الأملاح فى التربة ومياه الرى – كما يلى:

١– فى التركيزات الشديدة الارتفاع تموت النباتات بسبب سمية التركيزات العالية للأيونات المكونة للأملاح، مع حدوث ارتفاع كبير فى الضغط الأسموزى للمحلول