٦ – تؤدى رياح الخماسين التى تهب على مصر خلال فصل الربيع – وهى رياح حارة جافة تكون محملة بالأتربة والغبار – إلى إحداث تأثيرات ضارة ؛ منها – بالإضافة إلى ما سبق – ضمور حبوب اللقاح ، وسقوط الأزهار والثمار الحديثة العقد ، وزيادة سرعة النضج، وزيادة الإصابة بالعنكبوت الأحمر.

الأمطار والرطوبة النسبية

للرطوبة النسبية مزاياها ومضارها كالتالى:

١ – تجود بعض المحاصيل فى ظروف الرطوبة النسبية المرتفعة ، مثل: القنبيط ، والخس ، والسبانخ ، والخضر الورقية عموما ، بينما تجود محاصيل أخرى فى الجو الجاف، مثل : البطيخ ، والشمام ، والقاوون .

٢ – تخفف الرطوبة النسبية المرتفعة من الأثر الضار لكل من الحرارة المنخفضة والحرارة المرتفعة على بعض محاصيل الخضر ، مثل: الطماطم ، والفاصوليا.

٣ – تساعد الرطوبة النسبية المرتفعة على انتشار الإصابة بالأمراض.

كذلك تساعد الأمطار على انتشار الإصابة بالأمراض – خاصة البكتيرية منها – ولذا .. يفضل إنتاج بذور الخضر فى المناطق الجافة غير الممطرة حتى لا تنتشر الأمراض – خاصة تلك التى تنتقل عن طريق البذور – كما فى عديد من أمراض البسلة والفاصوليا. وتؤدى الأمراض إلى انتثار بذور بعض الخضر قبل حصادها كما فى الخس .

العوامل الأرضية

الصفات العامة للتربة

يبين جدول (٢-١) الصفات العامة للأراضى الصحراوية الحديثة الاستزراع مقارنة بأراضى الوادى والدلتا (عن عبد الحميد ١٩٩١) . يتبين من الجدول أن نسبة الرمل – بالوزن – لاتقل فى الأراضى الصحراوية (الرملية) عن ٨٥ ٪ ، إلا أن هذه النسبة تنخفض إلى ٧٠ – ٨٥ ٪ فى الأراضى الرملية الطميية ، وإلى ٤٥ – ٧٠ ٪ فى الأراضى الطينية الرملية ، والطميية الرملية الطينية ، والطميية الرملية .

جدول (٢-١) : صفات التربة فى الأراضى الصحراوية المصرية مقارنة بأراضى الوادى والدلتا .

نوع التربة	المحتوى (٪ بالوزن) رمل	سلت	طين	رقم الـ pH	التوصيل الكهربى (EC_e)	كربونات الكالسيوم (٪)	المادة العضوية (٪)
الصحراوية							
الرملية	٨٥ – ٩٠	٣ – ٥	٧ – ١٠	٨ر٠ – ٨ر٥	٢ر٠ – ٧ر٠	٥ر٠ – ٧ر٠	٤ر٠ – ٨ ر٠
الجيرية	٧٠ – ٨٣	٧ – ١٠	١٠ – ٢٠	٨ر٥ – ٩ر٠	٦ر٠ – ٣ر٠	٦ – ٤٠	٧ر٠ – ٩ ر٠
الوادى والدلتا	٢٠ – ٢٥	٣٧ – ٤٧	٢٨ – ٤٣	٨ر٠ – ٨ر٥	٦ر٠ – ٣ر٥	٥ر٤ – ٧ر٥	١ – ٥ ر٤

وتتميز الأراضى الرملية – بمختلف أنواعها بقوامها الخشن ومساميتها العالية . وهى خصائص تجعلها أنسب الأراضى لإنتاج محصول مبكر من الخضر ، لكن المحصول لا يكون عاليا فيها إلا إذا أعطيت عمليات الخدمة المحصولية عناية فائقة ، خاصة تلك التى تتأثر بطبيعة التربة ؛ مثل : الرى ، والتسميد . كذلك لا تحتاج حقول الخضر فى الأراضى الرملية إلى جهد كبير فى حراثة الأرض ، لأنها أراض مفككة بطبيعتها . ونظرا لجفاف الطبقة السطحية من التربة فى الأراضى الرملية بسرعة ؛ لذا .. فإنها لا تزرع إلا بالطريقة (العفير) أى زراعة البذور الجافة فى أرض جافة ثم الرى.

النفاذية للماء

تعد النفاذية العالية للماء من أهم عيوب الأراضى الرملية الخشنة القوام ، إذ إنها تزيد على ١٠٠مم/ ساعة فى الأراضى الرملية الخشنة ، والطمية الرملية ، بينما هى تتراوح من ٢٠ – ١٠٠ مم / ساعة فى الأراضى الرملية الطمية ، والرملية الناعمة الطمية، والطمية الرملية الناعمة ، وتنخفض إلى ٥ – ٢٠مم / ساعة فى الأراضى الطمية ، والسلتية الطمية ، والطينية الطمية ، وإلى أقل من ٥مم / ساعة فى الأراضى الطينية ، والسلتية الطينية ، والرملية الطينية . ولذا .. نجد أن الأراضى الرملية الخشنة القوام لاتحتفظ بالرطوبة عقب الرى ، بل يرشح منها الماء بسرعة كبيرة إلى باطن الأرض .

وتتطلب الزراعة فى الأراضى ذات النفاذية العالية استعدادات خاصة ، منها مايلى :

١ – لا تصلح مع هذه الأراضى طريقة الرى بالغمر ، لكن إذا اتبعت معها ، فيجب على الأقل تبطين قنوات الرى الرئيسية بالأسمنت أو البلاستيك الأسود لمنع تسرب الماء منها .

٢ – يناسب هذه الأراضى طريقتا الرى بالرش ، والرى بالتنقيط .

٣ – يفيد خلط الطبقة السطحية من التربة فى هذه الأراضى بمركبات محبة للماء – وذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة – فى زيادة احتفاظ الأرض بالماء . تعرف هذه المواد باسم Soil Conditioners ، وجميعها من البوليميرات التى من أهم أنواعها ما يلى (عن White ١٩٨٧) .

البوليميرات الذائبة	البوليميرات المستحلبة
Polyvinyl alcohol (PVA)	Bitumen
Polyacrylamide (PAM)	Polyvinylacetate (PVAc)
Polyethyleneglycol (PEG)	Polyurethane

ومن أمثلة التحضيرات التجارية لهذه المركبات ما يلى :

أ – أجروسوك Agrosoke : إنتاج Chem. Discoveries بانجلترا ، ويمتص حتى ٣٠ ضعف وزنه من الماء .

ب – جالشاكتى Jalshakti : منتج هندى يمتص حتى ١٠٠ ضعف وزنه من الماء .

جـ – هموزورب Homosorb : يمتص حتى ١٥٠ ضعف وزنه من الماء .

د – برودليف بى٤ Broadleaf P4 : إنتاج Agr. Polymers بانجلترا ، ويمتص حتى ٤٠٠ ضعف وزنه من الماء .

هـ – أكواستور Aguastore : إنتاج شركة Cyanamid ، ويمتص حتى ٥٠٠ ضعف وزنه من الماء (الزراعة فى العالم العربى – ١٩٨٧ – المجلد الثالث – العدد الأول) .

تتميز هذه المركبات بمايلى :

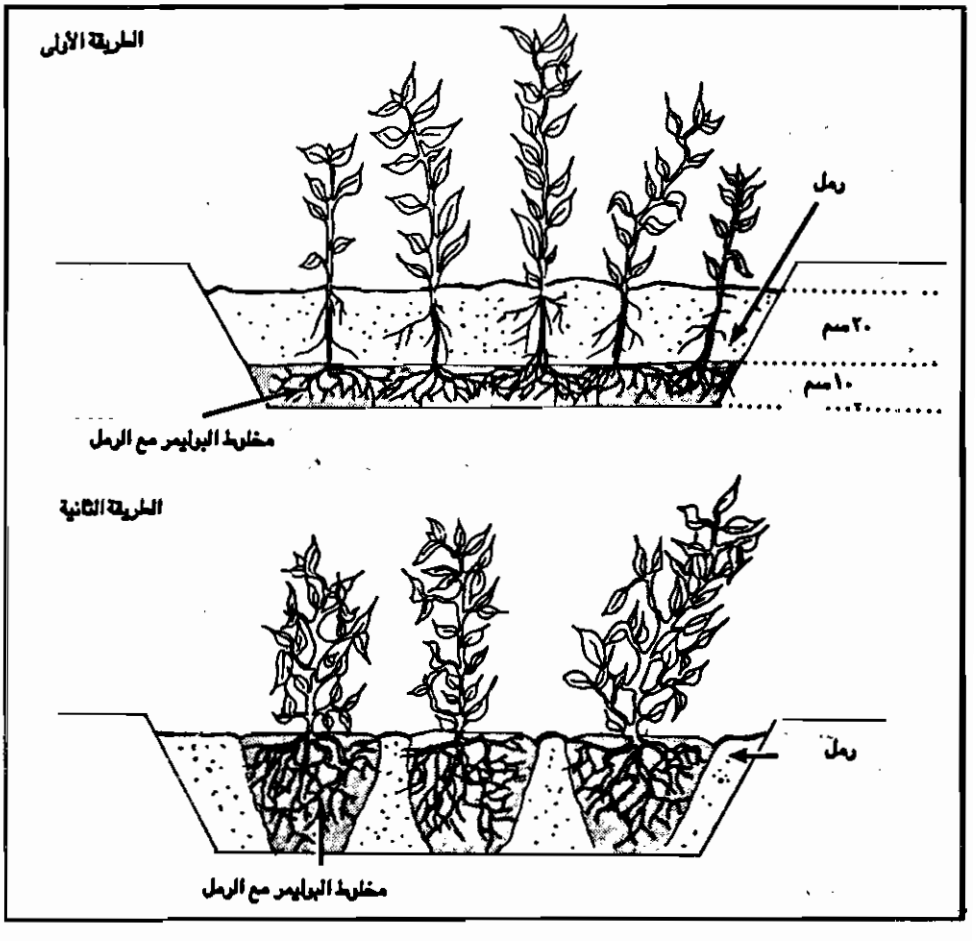
أ – تمتص مياه الأمطار فلا تفقد بالتبخير ، ومياه الرى فلا تفقد بالرشح .

ب – تُحسّن تهوية التربة .

جـ – لا تتخلل فى التربة ، وتكفى معاملة واحدة منها .

تفيد هذه المركبات فى تقليل صدمة الشتل ، وزيادة كفاءة استخدام المياه ، وتحسين النمو النباتى ، وزيادة المحصول .

تخلط هذه المركبات بالتربة إلى العمق المناسب – الذى تنتشر فيه الجذور – إما يدوياً ، وإما آلياً . فمثلا .. يخلط الأجروسوك بالطبقة السطحية من التربة حتى عمق ١٠سم . ويكفى كيلوجرام واحد منه لكل طن من الأرض الرملية ، أى نحو طن لكل هكتار من الأرض . ويستخدم الأكواستور بمعدل كيلوجرام واحد / لكل متر مكعب من الأرض الرملية . أما الهيدروجيل فيستخدم بمعدل ١٥ – ٢٠ جم / م٢ من الأرض . ويبين شكل (٢ – ٢) كيفية إضافة تلك المركبات .



شكل (٢ –٢) : طريقتان لإضافة المركبات البوليمترية إلى التربة الرملية .

٤ – يفيد مع الأراضى الرملية الخشنة القوام (التى لا تقل نسبة الرمل فيها عن ٨٥ ٪ ، ولا تزيد نسبة الطين فيها على ١٠٪) استخدام الحواجز الأسفلتية للرطوبة As-phalt Moisture Barriers . يوضع الحاجز الأسفلتى تحت سطح التربة بنحو ٦٠ – ٩٠سم بواسطة آلة خاصة لذلك ، بحيث تتكون على هذا العمق طبقة مستمرة من الأسفلت بسمك نحو ٣مم . يؤدى استخدام هذه الحواجز الأسفلتية إلى احتفاظ الأرض بالرطوبة وزيادة المحصول .

السعة التبادلية الكاتيونية

تحمل غرويات التربة – سواء أكانت غرويات الطين ، أم الغرويات العضوية – شحنات سالبة بكثرة ، وتزداد أعداد الشحنات السالبة على الغرويات العضوية كلما ازدادت درجة تحللها . تجذب هذه الشحنات السالبة إليها الكاتيونات المختلفة ، مثل : الكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم ، والأيدروجين ، والصوديوم ، والأمونيوم ، فتدمص على سطح غرويات التربة .

ويعبر عن عدد مواقع ادمصاص الكاتيونات لكل وحدة من وزن التربة بالسعة التبادلية الكاتيونية Soil Cation Exchange Capacity ، وتحسب بالملليمكافىء millequivalents لكل ١٠٠جم من التربة المجففة ، وهى تساوى عدد ملليجرامات أيون الأيدروجين H^+ التى تتحد بمئة جرام من التربة الجافة .

وتكون السعة التبادلية الكاتيونية قليلة جداً ، ولا تذكر فى كل من السلت والرمل ، وتتراوح من ٨ إلى ١٠٠ فى الأنواع المختلفة من غرويات الطين ، وتصل إلى ٢٠٠ فى المادة العضوية . وعليه .. تبلغ قيمة السعة التبادلية الكاتيونية أقل من ٥ فى الأراضى التى تحتوى على نسبة قليلة جداً من الطين ، ويمكن تقديرها تقريباً بالمعادلة التالية :

السعة التبادلية الكاتيونية = (النسبة المئوية للمادة العضوية فى التربة × ٢) + (النسبة المئوية للطين فى التربة × $\frac{١}{٢}$) .

ويعد انخفاض السعة التبادلية الكاتيونية من أهم عيوب الأراضى الرملية ؛ لما يترتب على ذلك من عدم قدرة هذه الأراضى على الاحتفاظ بأيونات العناصر الغذائية الموجبة الشحنة .

ولذا .. تفيد كثيراً إضافة الأسمدة العضوية إلى هذه الأراضى – خاصة فى خطوط الزراعة – حيث تُحدث تلك الأسمدة زيادة ملموسة فى كل من السعة التبادلية الكاتيونية ، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة فى منطقة نمو الجذور .

الرقم الايدروجينى (الـ pH)

يعبر عن تفاعل التربة بالرقم الأيدروجينى pH . وبينما يتراوح pH غالبية الأراضى بين ٥ر٠ ، و ٩ر٠ ، فإن pH الأراضى الصحراوية يرتفع دائماً من ٨ر٠ ، حيث يتراوح غالباً من ٨ر٠ – ٨ر٥ ، بينما يصل الرقم إلى ٩ر٠ فى الأراضى الجيرية . ويلاحظ أن كل تغير مقداره وحدة pH يقابله تغير نسبى مقداره عشرة أضعاف فى حموضة التربةأو قلويتها . فمثلا .. تزداد قلوية التربة عشرة أضعاف عن تغير الـ pH عن ٧ر٥ إلى ٨ر٥ .

وفى هذا المجال من الـ pH السائد فى الأراضى الصحراوية تثبت معظم العناصر الدقيقة كالحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والبورون ، كما يقل أيضاً تيسر عنصر الفوسفور ، خاصة عند ارتفاع الـ pH عن ٨ر٠ .

وعلى العكس من ذلك .. فإن بقية العناصر الغذائية (النيتروجين ، والبوتاسيوم ، والكبريت، والمغنسيوم ، والموليبدنم) لا تثبت فى مدى الـ pH القلوى السائد فى الأراضى الصحراوية .

وبالرغم من أن أنسب pH لزراعة محاصيل الخضر يتراوح من ٦ – ٦ر٨ ، حيث يتوفر فى هذا المجال معظم العناصر الغذائية الضرورية للنبات ، إلا أنه يمكن زراعة الخضر بنجاح فى pH يصل إلى ٩ر٠ ، بشرط علاج النقص الذى يمكن أن يحدث فى بعض العناصر الغذائية .

وتزداد مشكلة ارتفاع الـ pH فى الأراضى الصحراوية تعقيداً عندما يكون ذلك مصاحباً بارتفاع كبير فى نسبة كربونات الكالسيوم ، كما فى الأراضى الجيرية ؛ إذ يؤدى ذلك إلى ما يلى :

١ – تتحول فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم إلى فوسفات ثلاثى الكالسيوم ، وهى صورة قليلة الذوبان جداً فى الماء .

٢ – تتحول مركبات العناصر الصغرى الأكثر ذوباناً فى المحلول الأرضى إلى صورة الكربونات الأقل ذوباناً .

٣ – يؤدى توفر الجير إلى تطاير وفقد الأمونيا من الأسمدة النشادرية .

ويوصى – عموماً – 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٪ .. فإنه تفضل إضافة العناصر الصغرى رشاً على أوراق النباتات .

ملوحة التربة

تتراكم الأملاح بصورة طبيعية فى الأراضى التى تتكون من تفتت صخور معدنية تحتوى على أملاح بكميات زائدة ، إلا أن الأملاح تزداد أيضاً فى التربة بفعل العوامل التالية :

١ – مع ماء الرى : وتتأثر سرعة تراكم الأملاح التى تصل إلى التربة بهذه الطريقة بكل من :

أ – درجة ملوحة الماء المستخدم فى الرى .

ب – كمية الماء المستخدمة فى الرى .

ففى حالة قلة المياه – كما هى الحال فى الأراضى الصحراوية – لا يكون الرى بالدرجة التى تكفى لبل التربة إلى عمق كبير ، ومن ثم لا تغسل الأملاح ، وتتراكم سنوياً . وفى المناطق الحارة قد تصل كمية ماء الرى فى الموسم الواحد إلى ٣٦٠٠ م^{٣} للفدان (متوسط ٢٠ م^{٣} للفدان يومياً بالتنقيط × ٣٠ يوماً شهرياً × ٦ شهور لموسم النمو) ، أى أن كمية الأملاح المضافة للفدان – مع ماء الرى فى الموسم الواحد تتراوح من ٠,٩ طناً (عند استخدام مياه عذبة تبلغ نسبة الأملاح فيها ٢٥٠ جزءاً فى المليون) إلى ٩ أطنان للفدان (عند استخدام مياه تبلغ نسبة الأملاح فيها ٢٥٠٠ جزء فى المليون) .

٢ – عند ارتفاع منسوب الماء الأرضى ، فإن الصرف يكون رديئاً من جهة ، ومن جهة أخرى .. يؤدى منسوب الماء الأرضى المرتفع إلى ارتفاع الماء إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية وتبخره ، تاركاً الأملاح على سطح التربة .

ونجد فى الأراضى العادية أن الكالسيوم والمغنسيوم يكونان أكثر الكاتيونات تواجداً ، أما عند زيادة تركيز الأملاح ، فإن كبريتات وكربونات الكالسيوم ، وكبريتات المغنسيوم تترسب ، لأن قدرتها على الذوبان محدودة ، ويؤدى ذلك بالتالى إلى زيادة نسبة أيونات الصوديوم فى المحلول الأرضى .

ونظراً لوجود توازن ديناميكى بين الأيونات الذائبة فى المحلول الأرضى والأيونات المدمصة على سطح حبيبات التربة ، فإن أيونات الصوديوم تحل محل بعض أيونات الكالسيوم والمغنسيوم على سطح حبيبات التربة . وفى بعض الأراضى الملحية التى تزيد فيها نسبة تركيز أيون الصوديوم عن نصف الكاتيونات الذائبة الكلية يكون أيون الصوديوم هو الكاتيون الوحيد تقريباً فى المحلول الأرضى ، ومن ثم يكون هو الكاتيون الأساسى المدمص على غرويات التربة (Allison ١٩٦٤) .

وتحتاج الأراضى الشديدة الملوحة إلى الغسيل - قبل زراعتها بالخضر الحساسة للملوحة - بنحو ٢١٠٠ م^3 ماء للفدان ؛ ليمكن التخلص مما يوجد فيها من أملاح ، ويمكن إضافة تلك الكمية من الماء بطريقة الرش . كذلك يلزم توفير صرف جيد فى الأراضى التى يرتفع فيها مستوى الماء الأرضى ، وتحسين نفاذية الأراضى القليلة النفاذية بإضافة الجبس الزراعى إليها لكى يحل الكالسيوم محل الصوديوم ، مع غسيل الأملاح الزائدة بالرى الغزير ، ويفضل إضافة الماء بطريقة الغمر فى تلك الحالات .

ولتجنب تراكم الأملاح فى التربة أثناء نمو المحصول ، يلزم دائماً زيادة كمية مياه الرى - فى كل رية - عما يلزم لتوصيل الرطوبة فى منطقة نمو الجذور إلى السعة الحقلية ، حيث تعمل كمية المياه الزائدة على غسيل الأملاح التى تضاف إلى التربة مع كل رية ولا تمتصها النباتات . وتتضح أبعاد هذه المشكلة عند اتباع نظام الرى بالتنقيط ، حيث يكون الهدف هو التوفير فى مياه الرى إلى أكبر قدر ممكن .

تعرف نسبة الزيادة فى مياه الرى (عما يلزم لحاجة المحصول) التى تلزم لغسيل الأملاح المتراكمة باسم عامل الغسيل ، وهى تتوقف على كل من : مدى ملوحة مياه الرى ، ودرجة الملوحة التى يُراد المحافظة عليها فى منطقة انتشار الجذور ، وهى التى تتوقف على مدى حساسية المحصول المزروع للملوحة . ويحسب عامل الغسيل بالمعادلة التالية :

عامل الغسيل = م ر × ١٠٠ / م ت

حيث إن :

م ر : ملوحة مياه الرى معبراً عنها بالمليموز .

م ت ملوحة التربة التى يراد المحافظة عليها فى منطقة نمو الجذور معبرا عنها بالمليموز كذلك (عن وزارة الزراعة ١٩٨٩) .

ويلزم الاسترشاد بجدول (٢ – ٣) لاختيار قيمة (م ت) المناسبة لكل محصول ، علماً بأن قيمة عامل الغسيل المناسبة يجب ألا تزيد على ٣٠ ٪ ، وإلا ترتب على ذلك فقد كبير فى مياه الرى ، مع احتمال تعرض النباتات للإصابة بأعفان الجذور .

ملوحة مياه الرى

تتناسب درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى تناسباً طردياً مع درجة ملوحته . وتقسم مياه الرى حسب درجة توصيلها الكهربائى (EC_w) إلى ست درجات كما يلى:

١ – **الدرجة الأولى** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من صفر إلى ٠,٢٥ مللى موز (صفر – ١٥٠ جزءاً فى المليون من الأملاح) ، وملوحتها منخفضة ، ويمكن استعمال هذه المياه فى رى معظم المحاصيل فى معظم الأراضى ، دون أى احتمال لحدوث مشاكل ملوحة . ويلزم توفير صرف مناسب للماء الزائد فى الأراضى الضعيفة النفاذية .

٢ – **الدرجة الثانية** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من ٠,٢٥ – ٠,٧٥ مللى موز (١٥٠ – ٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح) ، وملوحتها معتدلة . ويمكن استعمال هذه المياه فى رى معظم المحاصيل ماعدا الشديدة الحساسية ، وفى معظم الأراضى ، ماعدا القليلة النفاذية ، حيث يجب توفير صرف جيد للسماح بغسل الأملاح .

٣ – **الدرجة الثالثة** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من ٠,٧٥ – ٢,٢٥ مللى موز (من ٥٠٠ – ١٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريباً) ، وملوحتها معتدلة إلى عالية ، ويجب قصر استعمال هذه المياه على الأراضى المتوسطة إلى العالية النفاذية ، كما يحسن غسل الأملاح بصفة دورية ، تجنباً لمشاكل الملوحة . كذلك يجب أن يقتصر استعمال

هذه المياه على المحاصيل المتوسطة إلى العالية فى قدرتها على تحمل الملوحة .

٤ - **الدرجة الرابعة** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من ٢,٢٥ - ٤,٠ مللى موز (من ١٥٠٠ - ٢٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريباً) ، وملوحتها عالية ، ويمكن استعمالها فى رى المحاصيل ذات القدرة العالية على تحمل الملوحة عند زراعتها فى الأراضى العالية النفاذية ، بشرط توفير صرف جيد .

٥ - **الدرجة الخامسة** : تتراوح درجة توصيلها الكهربائى من ٤ر٠ - ٦ر٠ مللى موز (من ٢٥٠٠ - ٤٠٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريباً) ، وملوحتها عالية جداً ، وتستعمل تحت الظروف التى تستخدم فيها مياه الدرجة الرابعة ، بشرط توفير غسيل دائم ، وإن كان لا ينصح باستعمال هذه المياه فى الرى .

٦ - **الدرجة السادسة** : تزيد درجة التوصيل الكهربائى فيها عن ٦ر٠ مللى موز (يزيد تركيز الأملاح على ٤٠٠٠ جزء فى المليون) ، وملوحتها عالية جداً بدرجة لا ينصح معها استعمال هذه المياه فى الرى (من Thorne & Peterson ١٩٥٤) .

وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الأملاح فى الماء الأرضى يبلغ ٢ - ١٠٠ ضعف تركيزه فى ماء الرى حسب الحالة . ففى الأراضى الرملية التى تروى بغزارة قد يقترب تركيز الأملاح فى الماء الأرضى من تركيزه فى ماء الرى . أما فى الأراضى الثقيلة .. فقد يصل تركيز الأملاح فى الماء الأرضى إلى ١٠٠ ضعف تركيزه فى ماء الرى (Israelsen & Hansen١٩٦٢) .

مضار الصوديوم والبورون فى مياه الرى

يعتبر كلوريد الصوديوم هو الملح الرئيسى المسئول عن الملوحة فى مياه الرى . وعندما تزيد نسبة تركيز الصوديوم إلى الكالسيوم والمغنسيوم (بالمللى مكافىء / لتر) على الواحد الصحيح فإن الصوديوم يتراكم فى التربة ، وتصبح الأرض قلوية . ويتطلب استعمال المياه المرتفعة فى محتواها من الصوديوم عناية خاصة ، إذ يلزم توفير صرف جيد وغسيل جيد ، مع إضافة المادة العضوية لتحسين صفات التربة الطبيعية . وتلزم أحيانا إضافة الجبس الزراعى لإحلال الكالسيوم محل الصوديوم على حبيبات الطين .

وبصفة عامة .. فإن الأراضى الرملية لا تُضار من استعمال المياه المرتفعة الملوحة فى الرى . كما أن توفير الجبس فى التربة يقلل من أضرار زيادة الأملاح فى ماء الرى .

ونظراً لتفاوت المحاصيل المختلفة فى تحملها للبورون ؛ لذا .. فإن مياه الرى تقسم – من حيث نوعيتها – تقسيماً يدخل فى حسبانه درجة حساسية المحاصيل للبورون كما فى جدول (٢-٢) . ويؤدى كثرة استعمال المياه التى يزيد محتواها من البورون على جزأين فى المليون إلى إحداث مشاكل مع معظم المحاصيل الزراعية .

جدول (٢-٢) تقسيم مياه الرى حسب محتواها من البورون ومدى صلاحيتها لرى المحاصيل المختلفة.

نوعية المياه ومدى صلاحيتها للرى	الحد الأقصى لمحتوى المياه من البورون (بالجزء فى المليون) النسبة للمحاصيل		
	الحساسة للبورون	المتوسط التحمل للبورون	العالية التحمل للبورون
ممتازة	< ٠ر٣٣	< ٠ر٦٧	< ١ر٠٠
جيدة	٠ر٣٣ – ٠ر٦٧	٠ر٦٧ – ١ر٣٣	١ر٠٠ – ٢ر٠٠
مقبولة	٠ر٦٧ – ١ر٠٠	١ر٣٣ – ٢ر٠٠	٢ر٠٠ – ٣ر٠٠
مشكوك فى صلاحيتها	١ر٠٠ – ١ر٢٥	٢ر٠٠ – ٢ر٥٠	٣ر٠٠ – ٣ر٧٥
غير صالحة	> ١ر٢٥	> ٢ر٥٠	> ٣ر٧٥

وتقسم الخضروات حسب تحملها للبورون فى ماء الرى إلى الأقسام التالية :

١ – خضروات حساسة للتركيزات المنخفضة التى تصل إلى ٠,٥ – ١,٠ جزءاً فى المليون من البورون ، مثل الفاصوليا .

٢ – خضروات متوسطة التحمل ، ويمكنها النمو فى تركيزات تصل إلى ١ – ٢ جزء فى المليون من البورون ، وتشمل : البطاطا ، والفلفل ، والطماطم ، والقرع العسلى ، والذرة السكرية ، والبسلة ، والفجل ، والبطاطس ، والكرفس .

٣ – خضروات قادرة على تحمل تركيزات عالية من البورون تصل إلى ٢ – ١٠ أجزاء فى المليون ، وتشمل : الجزر ، والخس ، والكرنب ، واللفت ، والبصل ، والفول الرومى ، والقاوون ، والبنجر ، والهليون .

ومن المحاصيل الأخرى الشديدة التحمل للبورون فى مياه الرى : النخيل ، وبنجر السكر ، والبرسيم الحجازى .

وقد رتبت الخضروات فى كل مجموعة تصاعدياً حسب قدرتها على تحمل البورون (Allison ١٩٦٤) .

تقسيم الخضر حسب تحملها لملوحة التربة

تتفاوت محاصيل الخضر كثيراً فى مدى حساسيتها ، أو تحملها لملوحة التربة ، ويتضح ذلك من جدول (٢ - ٣) الذى رتبت فيه محاصيل الخضر تصاعدياً حسب تحملها لملوحة التربة ، مع مقارنتها بعدد من محاصيل الفاكهة ومحاصيل الحقل الهامة ؛ علماً بأن القيم المبينة فى الجدول هى للاسترشاد بها فقط ، أما القيم الفعلية لتحمل الملوحة .. فإنها تتوقف على الظروف الجوية ، والعوامل الأرضية ، والمعاملات الزراعية التى يُعطاها المحصول (عن Maas ١٩٨٤) .

جدول (٢-٣) : الحد الأقصى للملوحة الذى يمكن أن تتحمله محاصيل الخضر المختلفة - مقارنة بعدد من الفاكهة والمحاصيل الحقلية - وتأثير زيادة الملوحة عن ذلك فى نموها .

المحصول	الحد الأقصى لمستوى الملوحة -فى مستخلص التربة المشبع- الذى لا يحدث معه نقص فى المحصول (Ece)(أ)	النسبة المئوية للنقص فى المحصول مع كل زيادة مقدارها وحدة (ECe) عن الحد الأقصى المناسب لمستوى الملوحة
محاصيل حساسة :		
الفاصوليا	١ر٠	١٩
الجزر	١ر٠	١٤
الشليك	١ر٠	٣٣
البصل	١ر٢	١٦
البرقوق(ب)	١ر٥	١٨
المشمش(ب)	١ر٦	٢٤
البرتقال	١ر٧	١٦
الخوخ	١ر٧	٢١
الجريب فروت(ب)	١ر٨	١٦

جدول (٢-٣) : يتبع .

المحصول	الحد الأقصى لمستوى الملوحة – فى مستخلص التربة المشبع – الذى لايحدث معه نقص فى المحصول (Ece)(أ)	النسبة المئوية للنقص فى المحصول مع كل زيادة مقدارها وحدة (ECe) عن الحد الأقصى المناسب لمستوى الملوحة
محاصيل متوسطة الحساسية :		
اللفت	٩ر٠	٩ر٠
الفجل	١ر٢	١٣
الخس	١ر٣	١٣
البرسيم المصرى	١ر٥	٧ر٥
العنب(ب)	١ر٥	٩ر٦
الفلفل	١ر٥	١٤
البطاطا	١ر٥	١١
الفول الرومى	١ر٦	٩ر٦
الذرة	١ر٧	١٢
الكتان	١ر٧	١٢
البطاطس	١ر٧	١٢
قصب السكر	١ر٧	٩ر٥
الكرنب	١ر٨	٩ر٧
الكرفس	١ر٨	٦ر٢
البرسيم الحجازى	٢ر٠	٧ر٣
السبانخ	٢ر٠	٧ر٦
اللوبيا (علف)	٢ر٥	١١
الخيار	٢ر٥	١٣
الطماطم	٢ر٥	٩ر٩
البروكولى	٢ر٨	٩ر٢

جدول (٢-٣) : يتبع .

المحصول	الحد الأقصى لمستوى الملوحة – فى مستخلص التربة المشبع – الذى لايحدث معه نقص فى المحصول (Ec_e)(أ)	النسبة المئوية للنقص فى المحصول مع كل زيادة مقدارها وحدة (ECe) عن الحد الأقصى المناسب لمستوى الملوحة
محاصيل متوسطة التحمل :		
حشيشة السودان	٢ر٨	٤ر٣
بنجر المائدة(جـ)	٤ر٠	٩ر٠
الكوسة	٤ر٧	٩ر٤
اللوبيا	٤ر٩	١٢
فول الصويا	٥ر٠	٢٠
القمح(جـ)	٦ر٠	٧ر١
الذرة الرفيعة	٦ر٨	١٦
محاصيل تتحمل الملوحة :		
الهليون	–	–
نخيل البلح	٤ر٠	٣ر٦
حشيشة برمودا	٦ر٩	٦ر٤
بنجر السكر(جـ)	٧ر٠	٥ر٩
القطن	٧ر٧	٥ر٢
الشعير(جـ)	٨ر٠	٥ر٠

أ – كل وحدة EC_e : ٦٤٠ جزءاً فى المليون .

ب – قُـيِّـمَ تحمل الملوحة على أساس النمو النباتى وليس المحصول .

جـ – أقل تحملاً للملوحة أثناء إنبات البذور ونمو البادرات .

أضرار الملوحة العالية ووسائل التغلب عليها

تؤدى الملوحة الزائدة فى التربة ، أو فى ماء الرى إلى ضعف إنبات البذور بدرجة كبيرة ، وتهتك بعض أنسجة الجذور ، وموت معظم النباتات ، ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

١ – زيادة الضغط الإسموزى للمحلول الأرضى ؛ وبالتالى فشل البذور والنباتات فى الحصول على كل احتياجاتها من الماء .

٢ – الضرر المباشر الذى تحدثه التركيزات المرتفعة من أيونى الصوديوم والكلور فى الأنسجة النباتية .

٣ – عدم اتزان العناصر الغذائية فى المحلول الأرضى ، وظهور أعراض نقص بعض العناصر .

٤ – الأضرار الناشئة عما تحدثه هذه الأملاح من تغيرات غير مرغوبة فى الخواص الطبيعية والكيميائية للأراضى .

ويمكن تجنب وتقليل أضرار الملوحة بمراعاة ما يلى :

١ – تفضل الزراعات الشتوية ، حيث يكون ضرر الأملاح عليها أقل مما فى الزراعات الصيفية .

٢ – تفضل الزراعة بالشتل عن الزراعة بالبذرة ؛ لأن الشتلات أكثر تحملاً للملوحة من البذور .

٣ – تفضل زراعة المحاصيل الأكثر تحملاً للملوحة .

٤ – يحسن اتباع طريقة الرى بالتنقيط ؛ لأنها تعمل على تجميع الأملاح بعيداً عن النباتات ، على أن تغسل التربة من الأملاح المتراكمة فيها قبل زراعة المحصول التالى .

٥ – عند توفر الرى .. يمكن اتباع طريقة الرى السطحى بالغمر مع الزراعة بأى من الطرق التالية :

أ – على خطوط عالية ، على أن تكون الزراعة فى النصف السفلى من ميل الخطوط ،

وأن يصل ماء الرى – عبر قنوات خطوط – إلى حد الزراعة ؛ ليكون تزهر الأملاح بعيداً عن النباتات (شكل ٢ – ٣) .

ب – فى خطوط مفردة فى منتصف مصاطب عريضة ، مع تنظيم الرى بحيث تتزهر الأملاح بعيداً عن النباتات (شكل ٢ – ٤) .

جـ فى خطوط مزدوجة على جانبى مصاطب عريضة ، مع تنظيم الرى بحيث تزهر الأملاح فى منتصف المصاطب بعيداً عن النباتات (شكل ٢ – ٥) (عن Mayberry ١٩٨٣) .

هذا .. وتجرى محاولات لتحسين إنبات البنور فى الأراضى الملحية بتعريضها لمعاملات خاصة قبل زراعتها ؛ ومن أمثله ذلك ما يلى :

أ – وجد Bano وآخرون (١٩٨٧) أن تقع بنور الطماطم فى محلول كلوريد الكولين Cho-line Chloride (وهو منظم النمو Chlornequat) بتركيز ٢ ملى مول أدى إلى تحسين إنباتها بعد ذلك فى أطباق بترى تحتوى على بيئة زراعة Hoagland & Arnon مضافاً إليها كلوريد الصوديوم بتركيزات وصلت إلى ٥٠,٠ ملى مكافىء / لتر .

ب – وجد Wiebe & Muhyaddin (١٩٨٧) أن نقع بنور الطماطم لمدة ٨ أيام فى محلول مهوى من البوليثيلين جليكول ٤٠٠٠ (PEG 4000) بتركيزات ١٢ باراً على ١٦°م أدى إلى تحسين إنباتها عند زراعتها بعد ذلك فى تربة طمية رملية تحتوى على تركيزات تتراوح من صفر – ٨ جم من كلوريد الصوديوم ، وكبريتات المغنسيوم / كجم من التربة .

العناصر الغذائية

إلى جانب عناصر الكربون ، والأيدروجين ، والأكسجين التى يحصل عليها النبات من الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون – والتى تشكل الهيكل الأساسى للمادة العضوية – فإن النبات يمتص من التربة أكثر من ٤٠ عنصراً آخر ، منها ١٢ عنصراً ضرورياً ، وهى العناصر التى يؤدى غيابها من بيئة نمو النبات إلى فشل النبات فى إكمال دورة حياته وعدم نموه بصورة طبيعية ، كما لا يمكن أن تقوم عناصر أخرى بعملها فى غيابها . أما العناصر غير الضرورية فقد تكون لها تأثيرات مفيدة بالرغم من نمو النباتات بصورة طبيعية فى غيابها .