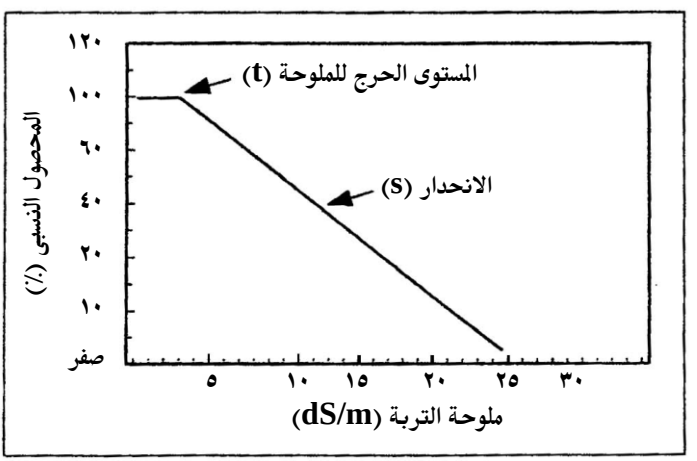
مستوى الملوحة الحرج

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.

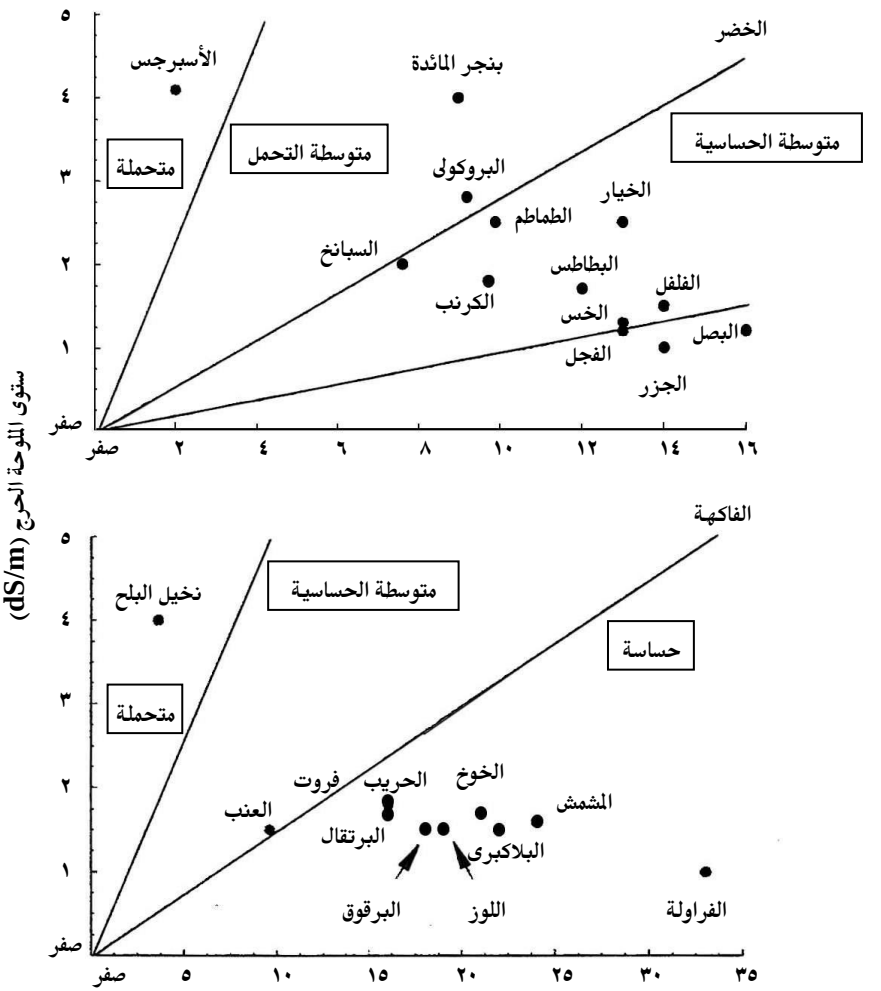
فسيولوجيا استجابة النباتات لملوحة التربة ومياه الرى

مظاهر أضرار الملوحة على محاصيل الخضر

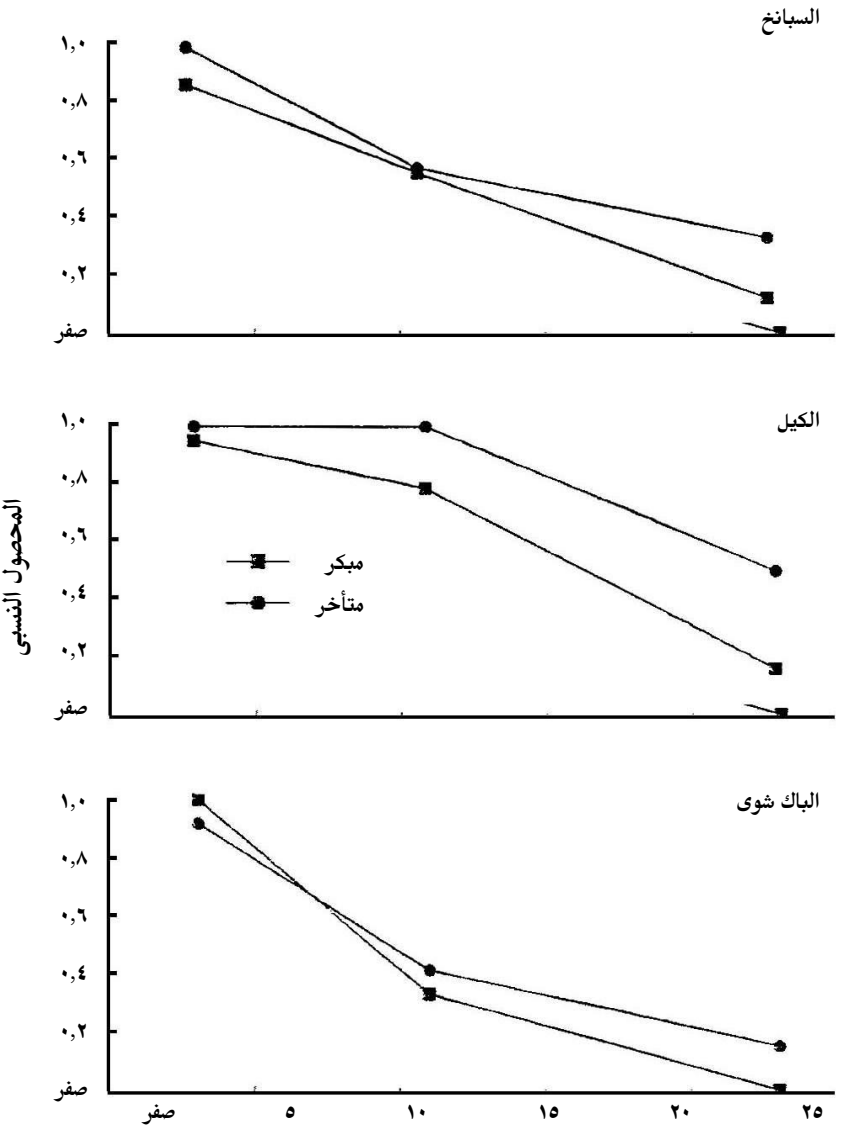
تتباين أضرار الملوحة على النباتات – حسب تركيز الأملاح فى التربة ومياه الرى – كما يلى:

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

الأرضى؛ فتفشل البذور فى الإنبات، ولا يمكن للجذور امتصاص حاجة النباتات من الماء، وخاصة عند ارتفاع معدل النتح.



شكل (٥–٨): النسبة المئوية للنقص فى المحصول لكل وحدة ديسى سيمنز/م فى ملوحة التربة تزيد عن مستوى الملوحة الحرج لعدد من محاصيل الخضر والفاكهة.



شكل (٥-٩): المحصول النسبى لكل من السبانخ والكيل والباك شوى (نوع من الكرنب الصينى) تبعًا لتغير مستوى الملوحة فى حالتى بدء الشدّ الملحى مبكرًا (بعد ١٩ يومًا من الزراعة) ومتأخرًا (بعد ٤٠ يومًا من الزراعة) (عن Shannon & Grieve ٢٠٠٠).

٢- فى التركيزات المتوسطة إلى العالية من الأملاح قد تحترق الأوراق ويتوقف النمو، وهو ضرر مباشر تحدثه التركيزات المرتفعة لأيونى الصوديوم والكلور.

٣- فى التركيزات الخفيفة إلى المتوسطة من الأملاح تنخفض سرعة النمو النباتى، كما يزداد سمك الأوراق، وتزداد دكنة لونها الأخضر فى بعض الأنواع النباتية.

٤- عند استخدام المياه المرتفعة الملوحة فى الرى بالرش فإن الأوراق تمتص الأملاح؛ مما يؤدى إلى احتراقها. ويتوقف مدى الضرر على درجة الحرارة (التى تؤثر فى سرعة تبخر الماء وزيادة تركيز الأملاح)، ومعدل امتصاص الأوراق للماء.

٥- إلى جانب الأضرار الفسيولوجية المباشرة التى تقدم بيانها .. فإن زيادة تركيز الأملاح يمكن أن تؤدى – كذلك – إلى زيادة الإصابة ببعض الأمراض؛ مثل مرض عفن فيتوفثورا فى الطماطم الذى يسببه الفطر *Phytopthora parasitica* (Swiecki & MacDonald ١٩٩١).

الأساس الفسيولوجى لأضرار الملوحة

تظهر الآثار السلبية للملوحة العالية فى ثلاثة جوانب كما يلى:

١- بناء التربة Soil Structure:

تؤثر التركيزات العالية للأملاح – وخاصة عند زيادة نسبة ادمصاص الصوديوم إلى الكاتيونات الأخرى على سطح غرويات الطين – تأثيرًا سيئًا على الصفات الفيزيائية للتربة، حيث تتشتت الحبيبات الصغيرة (المكونة للتجمعات الكبيرة)، وتصبح مفردة؛ الأمر الذى يقلل كثيرًا من حجم مسام التربة، ويضعف نفاذيتها للماء.

٢- التفاعل بين التربة والجذور Soil/Root Interaction:

تجعل التركيزات العالية للأملاح فى المحلول الأرض امتصاص النبات للماء والعناصر أمرًا صعبًا؛ بسبب زيادة الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى، والتنافس الكيميائى بين أيونات الأملاح وأيونات العناصر المغذية على الامتصاص؛ مما يؤدى إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر.

٣- داخل النبات:

تؤدى زيادة امتصاص النبات للأملاح إلى تواجدها بتركيزات عالية فى أنسجة النبات بصورة عامة، وفى السيتوبلازم، والفجوات العصارية بصورة خاصة؛ الأمر الذى يترتب عليه ما يلى:

أ- تثبيط النشاط الأيضى، بالرغم من أن زيادة الملوحة تؤدى إلى زيادة المحتوى الكلوروفيللى للنبات.

ب- التعارض مع تمثيل البروتين.

جـ- فقدان الخلايا للماء.

د- انغلاق الثغور؛ بسبب زيادة تركيز حامض الأبسيسك فى الملوحة العالية.

هـ- شيخوخة الأوراق مبكرًا.

ويؤدى عدم التوازن بين تركيز الأملاح فى كل من السيتوبلازم والفجوات العصارية إلى زيادة التأثير الضار للأملاح الزائدة؛ فتصبح سامة للنبات، بالرغم من أن تركيزها العام فى النسيج النباتى قد يكون معتدلاً (عن Yeo & Flowers ١٩٨٩، و Xu وآخرين ١٩٩٤).

ومن أمثلة الأضرار الفسيولوجية التى تسببها الملوحة لمحاصيل الخضر ما يلى:

١- أدت زيادة الملوحة إلى زيادة تركيز الأيونات فى أوراق الطماطم،وخاصة المسنة منها، بينما ازداد تراكم البروتين فى الأوراق الحديثة بصورة أكبر (عن Soliman & Doss ١٩٩٢).

٢- أدت زيادة الملوحة من ٣ إلى ٨ ديسى سيمنز/سم إلى نقص تراكم المادة الجافة فى كل من الخيار والطماطم، وإلى نقص كل من امتصاص الكالسيوم والمحصول بصورة أكثر وضوحًا فى الخيار منه فى الطماطم (عن Ho & Adams ١٩٩٤).

التأثيرات المفيدة للملوحة على محاصيل الخضر

لا تخلو زيادة الملوحة من بعض التأثيرات المفيدة التى يمكن أن نجد لها تطبيقات زراعية، كما يلى:

١- تؤدى زيادة الملوحة إلى الحد من النمو الخضرى فى الطماطم؛ الأمر الذى يمكن الاستفادة منه فى زيادة العقد المبكر، وخاصة فى ظروف الإضاءة الضعيفة. كذلك فإن زيادة الملوحة فى الوقت المناسب (فى المزارع المائية) تفيد فى الحد من النمو الخضرى فى الفراولة؛ الأمر الذى يؤدى إلى اتجاه النبات نحو النمو الثمرى.

٢- تؤدى الملوحة العالية – أحيانًا – إلى جعل الثمار المنتجة أفضل مظهرًا وأكثر مقاومة للأضرار الميكانيكية (عن Awang وآخرين ١٩٩٣).

٣- تعمل الملوحة على زيادة قدرة النباتات العشبية على تحمل الحرارة المنخفضة؛ فقد أدى تعريض جذور السبانخ لمحلول ملحى يبلغ تركيزه ٣٠٠ مللى مولار من كلوريد الصوديوم إلى زيادة قدرة الأوراق على تحمل التجمد بمقدار ٢,٣°م فى خلال ٢٤ ساعة من المعاملة، علمًا بأن امتصاص الملح كان سريعًا خلال السبع ساعات الأولى من معاملة الملوحة، ثم انخفض بعد ذلك (Hincha ١٩٩٤).

٤- من المعروف أن زيادة الملوحة تؤدى إلى زيادة نسبة المادة الجافة وتحسين النوعية؛ بزيادة محتوى الثمار من السكريات والحموضة المعايرة؛ كما فى الطماطم، والفلفل، والفراولة والكنتالوب.

فمثلاً .. أوضحت دراسات Mizrahi & Pasternak (١٩٨٥) أن ثمار طماطم التصنيع التى عرضت لعدة مستويات من الملوحة كان محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة المعايرة أكثر عما فى نباتات الشاهد. وبالرغم من أن محصول معاملة الملوحة كان أقل، إلا أن التحسن فى نوعيتها رفع من قيمتها.

كذلك حصلت ثمار القاوون التى تعرضت لمستويات من الملوحة على قيم أعلى فى اختبارات التذوق منها فى ثمار معاملة الشاهد، ولكن اختفى الفرق بينهما بعد ٣-٤ أسابيع من التخزين فى حرارة الغرفة.

أما الخس .. فلم تكن لمعاملة الملوحة أية تأثيرات على نتائج اختبارات التذوق فيه.

وفى الكرنب الصينى كان لمعاملة الملوحة تأثير قليل على المحصول، ولكنها أحدثت زيادة فى معدل الإصابة باحتراق حواف الأوراق.

هذا .. ويؤدى رى الخضر بالماء الملحى خلال مراحل معينة من نموها إلى زيادة محتواها من السكر والمواد الصلبة الذائبة الكلية. ووجد أن رى الطماطم بماء ملحى وآخر غير ملحى بالتبادل فى دورات لم يُحدث انخفاضًا يمكن قياسه فى المحصول، ولكنه أحدث زيادة فى محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية. وفى الكنتالوب أحدثت زيادة ملوحة مياه الرى زيادة فى محتوى الثمار من السكر بلغت ٢٪. وفى الأسبرجس ازداد محتوى المهاميز من المواد الصلبة من ٩٥ إلى ١٠٨ مجم/جم وزن طازج عندما اقتربت ملوحة التربة من ٢١ ديسى سيمنز/م (Shannon & Grieve ٢٠٠٠).

وقد أوضح بعض الباحثين أن الماء الردئ النوعية يمكن أن يستعمل فى الرى بالتبادل مع الماء الجيد النوعية إذا كان استعماله خلال مراحل النمو الأقل حساسية للملوحة مثل مراحل النمو المتأخرة. ومن المعروف أن الرى بالماء الملحى خلال مرحلة الإثمار فى الكنتالوب والطماطم يؤدى إلى زيادة فى محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة ويحسِّن طعمها. وقد أمكن الاستفادة من تلك الخاصية فى إنتاج طماطم التصنيع التى ازداد محتوى ثمارها من المواد الصلبة الذائبة دون أن يحدث تأثير يذكر على المحصول. كذلك فإن رى السبانخ والكيل بالماء الملحى قرب نهاية موسم النمو المحصولى يجعل الأوراق خضراء داكنة اللون (Shannon & Grieve ٢٠٠٠).

٥- من المعروف أن ثمار النباتات الأصيلة فى طفرة الطماطم nor لا تتلون بصورة عادية ولا تفقد صلابتها؛ حيث يمكن تخزينها لفترات طويلة، ولكنها تكون رديئة النوعية لعدم اكتمال نضجها بصورة طبيعية؛ حيث يكون تطورها مقيدًا بشدة على المستويات الفسيولوجية والإنزيمية، وحتى على مستوى التعبير الجينى. هذا .. إلا أن الملوحة يمكن أن تخفف من التأثيرات المتعددة لهذا الجين؛ حيث إن تعريض النباتات للأملاح – فى نهاية مرحلة تطورها – أدى إلى احمرار الثمار ونضجها جزئيًّا. وقد صاحب ذلك نقص فى وزن الثمار وصلابتها، مع زيادة فى محتواها من المادة الجافة، والحموضة المعايرة، والسكر، وأيون الكالسيوم. ولكن لم يكن للملوحة تأثير على نشاط إنزيم بولى جلالاكتورونيز polygalacturonase؛ الذى يختفى تمامًا

فى الثمار الأصيلة فى هذا الجين، والذى يعد مسئولاً عن فقد ثمار الطماطم الطبيعية لصلابتها.

وسائل خفض ملوحة التربة أو الحد من أضرارها

تتم معالجة مشاكل ملوحة التربة والتغلب عليها بثلاث طرق، كما يلى:

١- استصلاح التربة

تتضمن عملية استصلاح التربة إحلال الكالسيوم فى التربة محل الصوديوم، ويلزم ذلك غسيل أيونات الصوديوم عميقًا فى التربة أسفل منطقة نمو الجذور باستعمال كميات زائدة من الماء، ثم حملها بعيدًا عن الحقل مع ماء الصرف. وأكثر الطرق شيوعًا لإحلال أيونات الكالسيوم محل أيونات الصوديوم هى بإضافة كميات كبيرة من الجبس (كبريتات الكالسيوم) إلى التربة، ثم غمر التربة بالماء. يذوب الجبس المضاف تدريجيًّا فى الماء لينطلق منه أيونات الكالسيوم؛ لتحل محل أيونات الصوديوم على سطح غرويات التربة؛ لتنتقل مع حركة الماء عميقًا فى التربة.

٢- اتباع ممارسات زراعية للتخلص من الأملاح بعيدًا عن مكان إنبات البذور وإنبات البادرات، مثل:

أ- كشط الطبقة السطحية من التربة وإزالتها.

ب- الغسيل قبل الزراعة بماء ذى نوعية جيدة.

جـ- استخدام خطوط أو مصاطب مناسبة لطريقة الزراعة، مع إحكام تجانس الرى.

د- الزراعة فى حقل سبق غمره بالماء.

٣- اتباع معاملات زراعية معينة للتغلب على مشاكل التأثير السيئ للملوحة على المحاصيل النامية، مثل:

أ- استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة.

ب- الحراثة العميقة مع قلب التربة.

جـ- إضافة الأسمدة العضوية بوفرة (Munns وآخرون ٢٠٠٧ – الإنترنت – Salinity stress and its mitigation).

٤- الغسيل السابق للزراعة

تحتاج الأراضى الشديدة الملوحة إلى الغسيل – قبل زراعتها بالخضر الحساسة للملوحة – بنحو ١٠٠-٢٠٠م^{٣} 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.

وتتوقف كمية الماء التى تلزم إضافتها لخفض ملوحة التربة – ابتداء – إلى المستوى المقبول على كل من ملوحة التربة ذاتها، وملوحة مياه الرى، والمستوى الذى يُرغب فى خفض الملوحة إليه. كما تتوقف كمية الماء التى تنبغى إضافتها – كذلك – على عمق الجذور، ودرجة نفاذية التربة، وأنواع الأملاح التى توجد بمياه الرى (قيمة SAR)، وأنواع الأيونات المتبادلة، ونسبة كربونات الكالسيوم فى التربة.

وتجدر الإشارة إلى أن غسيل التربة قد يكون له تأثير سلبى على بناء التربة، ويتوقف ذلك على أنواع الأيونات المسئولة عن الملوحة، والتى توجد فى كل من التربة ومياه الرى.

٥- الغسيل أثناء النمو المحصولى

لتجنب تراكم الأملاح فى التربة أثناء نمو المحصول، يلزم دائمًا 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:

$$LR = \frac{EC_w}{EC_{dw}}$$

حيث إن:

LR = عامل الغسيل Leaching Requirement

EC_w = درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى بالمللى موز/سم.

EC_{dw} = درجة التوصيل الكهربائى لمياه الصرف drainage water.

= درجة التوصيل الكهربائى لماء التربة عند السعة الحقلية EC_{sw}.

= ٢ × درجة التوصيل الكهربائى لمستخلص التربة المشبع EC_e.

وكمثال .. إذا كانت EC_w = ١ و EC_e المرغوب فى المحافظة عليها = ٢,٠

∴ EC_{dw} = ٢ × ٢ = ٤,٠ مللى موز/سم.

وإذا احتاج المحصول إلى ١٠ مم (= ١٠٠م٣ للهكتار) فى كل رية:

∴ LR = ١ ÷ ٤ = ٠,٢٥

ويعنى ذلك ضرورة زيادة كمية مياه الرى — فى كل رية— بمقدار الربع؛ بهدف غسيل الأملاح التى تتجمع فى التربة نتيجة لعملية الرى ذاتها؛ وبذا .. تصبح كمية مياه الرى التى ينبغى استعمالها فى كل رية ١٢,٥ مم (عن Van der Zaag ١٩٩١).

هذا .. علمًا بأن قيمة عامل الغسيل المناسبة يجب ألا تزيد على ٣٠٪، وإلا ترتب على ذلك فقدان كبير فى مياه الرى، مع احتمال تعرض النباتات للإصابة بأعفان الجذور (عن وزارة الزراعة ١٩٨٩).

وتبعًا لـ Ibrahim (١٩٩٢) فإن زيادة عامل الغسيل من ٠,١ إلى ٠,٥ أدى إلى زيادة محصول صنف الطماطم إدكاوى عند زراعته فى أرض رملية، علمًا بأنه من أصناف الطماطم القليلة التى تعرف بتحملها للملوحة.

وتحسب كميات الماء التى تلزم لخفض الملوحة إلى المستوى المقبول فى منطقة نمو الجذور (الكمية لكل وحدة عمق من التربة) على أساس المعادلة التالية:

$$Y = \frac{\text{درجة التوصيل الكهربائى المرغوب فيه لمستخلص التربة – درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى}}{\text{درجة التوصيل الكهربائى الأصلى للتربة – درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى}}$$

وفى الأراضى الرملية ترتبط قيمة Y بعمق الماء ءالذى يلزم إضافته لكل وحدة عمق من التربة على النحو التالى:

عمق ماء الغسيل لكل وحدة عمق من التربة	قيمة Y
١,٠٠	٠,١٠
٠,٦٠	٠,١٧
٠,٥٠	٠,٢٠
٠,٤٠	٠,٢٥
٠,٣٠	٠,٣٣
٠,٢٠	٠,٥٠
٠,١٥	٠,٦٠

وتعتبر كمية المياه التى تلزم لغسيل التربة هى عمق مياه الغسيل لكل وحدة عمق من التربة مضروبًا فى العمق الذى تصل إليه الجذور.

وكمثال .. نفترض أن درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى ٢,٠ مللى موز/سم، وأن ملوحة التربة فى منطقة نمو الجذور ٥,٠ مللى موز/سم، ويرغب فى خفضها إلى ٣,٠ مللى موز/سم، وأن الجذور تتعمق إلى ٥٠ سم:

∴ Y = (٣ – ٢) / (٥ – ٢) = ٠,٣٣

ويعنى ذلك أن عمق مياه الغسيل لكل وحدة عمق من التربة تكون ٠,٣٠.

∴ كمية المياه التى تلزم لغسيل الأملاح إلى ما بعد منطقة نمو الجذور = ٠,٣٠ × ٥٠ سم = ١٥ سم ماء؛ أى ١٥٠ مم مياه رى؛ أى ١٥٠٠م^{٣} للهكتار.

ويجب أن يضاف إلى هذه الكمية كمية المياه التى تلزم لتوصيل رطوبة التربة إلى السعة الحقلية، وكمية الماء التى تفقد بالتبخر خلال إجراء عملية الغسيل. ونظرًا لأن توزيع الأملاح لا يكون متجانسًا، وأنه قد يحدث بعض الجريان السطحى للماء. لذا .. يراعى زيادة كمية المياه اللازمة المحسوبة للغسيل بمقدار ٢٥٪؛ الأمر الذى يعنى – فى مثالنا – إضافة ٢٠٠٠م^{٣} من الماء للهكتار؛ أى ١٢٠ مم من الماء.

وعمومًا .. فإن كمية الماء التى يتعين استعمالها لغسيل الأملاح تتحدد بمدى الخفض المطلوب فى مستوى الملوحة، وليس بشدة الملوحة ذاتها، وذلك كما يلى:

الخفض المطلوب فى الملوحة (٪)	كمية الماء اللازمة (سم ارتفاعًا)	كمية الماء اللازمة (م^{٣}/فدان)
٥٠	١٥	٦٣٠
٨٠	٣٠	١٢٦٠
٩٠	٦٠	٢٥٢٠

ويعنى ذلك أنه لو كان مستوى الملوحة (الـ EC) ٤ أو ٦ أو ٨ أو ١٠ وكان المطلوب خفضه – فى كل حالة – إلى النصف، وجب غسيل الأرض – فى كل الحالات بنحو ٦٣٠م^{٣} من الماء/فدان (Cardon وآخرون ٢٠٠٧).

ويفيد فى تأمين احتياجات الغسيل اتباع أى من طريقتى الرى بالغمر أو الرى بالرش. وتجدر الإشارة إلى أن زيادة احتياجات الغسيل يؤدى إلى ضعف كفاءة الرى وفقدان العناصر الغذائية الذائبة بالرشح.

وتعد مرحلة إنبات البذور ونمو البادرات أكثر مراحل النمو النباتى حساسية للملوحة، وهى التى تزيد فيها احتياجات الغسيل. ومع تقدم النمو النباتى تتعمق الجذور فى التربة وتكون النباتات أكثر تحملاً للملوحة. لذا .. يفيد التوقيت الصحيح للغسيل فى توفير الفقد فى كل من ماء الرى والعناصر الغذائية.

ويكون من المفضل – دائمًا – غمر الحقل بالماء بعد انتهاء موسم الحصاد، وخاصة فى حالة الرى بالتنقيط، سواء أكان التنقيط سطحيًّا أم تحت سطحى عند إنتاج

المحصول السابق. وقد يتطلب الأمر توفير وسيلة لصرف الماء الزائد إما بحفر مصارف سطحية تتعمق لأكثر من مستوى الماء الأرضى، مع وصلها بقنوات لتوصيل ماء الصرف إلى المصارف العمومية، وإما باستعمال أنابيب صرف يتم وضعها فى التربة أسفل المستوى الذى تتعمق إليه الجذور.

٦- الطرق الزراعية

يمكن الاستفادة من الأراضى الملحية غير المستصلحة فى الزراعة بمراعاة ما يلى:

أ- تفضل الزراعات الشتوية؛ حيث يكون ضرر الأملاح عليها أقل مما هو فى الزراعات الصيفية.

ب- تفضل الزراعة بالشتل عن الزراعة بالبذرة؛ لأن الشتلات تكون أكثر تحملاً للملوحة من البذور.

جـ- تفضل زراعة المحاصيل الأكثر تحملاً للملوحة.

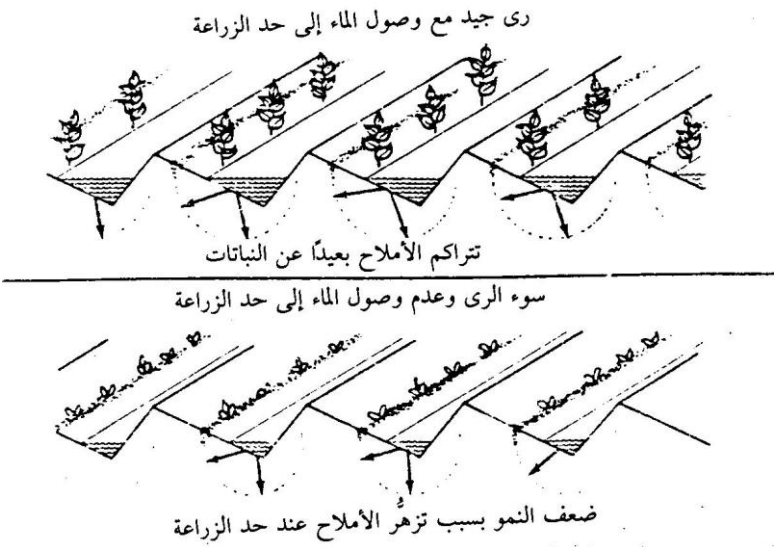
د- يحسن اتباع طريقة الرى بالتنقيط؛ لأنها تعمل على تجميع الأملاح بعيدًا عن النباتات، على أن تغسل التربة من الأملاح المتراكمة قبل زراعة المحصول التالى (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة ١٩٨٣).

هـ- اتباع طريقة الرى السطحى بالغمر مع الزراعة بأى من الطرق التالية:

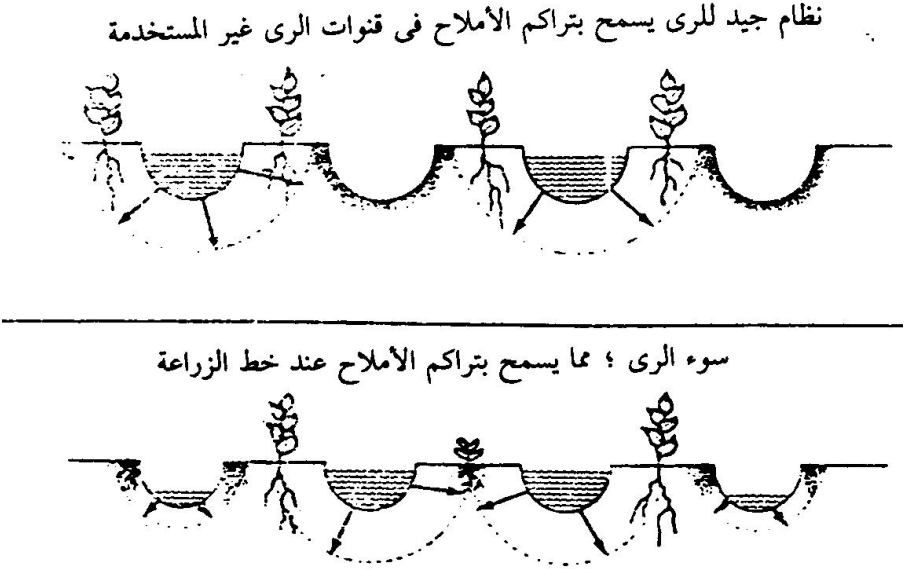
(١) على خطوط عالية، على أن تكون الزراعة فى النصف السفلى من ميل الخطوط، وأن يصل ماء الرى – عبر قنوات الخطوط – إلى حد الزراعة؛ ليكون تزهُّر الأملاح بعيدًا عن النبات (شكل ٥-١٠).

(٢) فى خطوط مفردة فى منتصف مصاطب عريضة، مع تنظيم الرى بحيث تتزهُّر الأملاح بعيدًا عن النباتات (شكل ٥-١١).

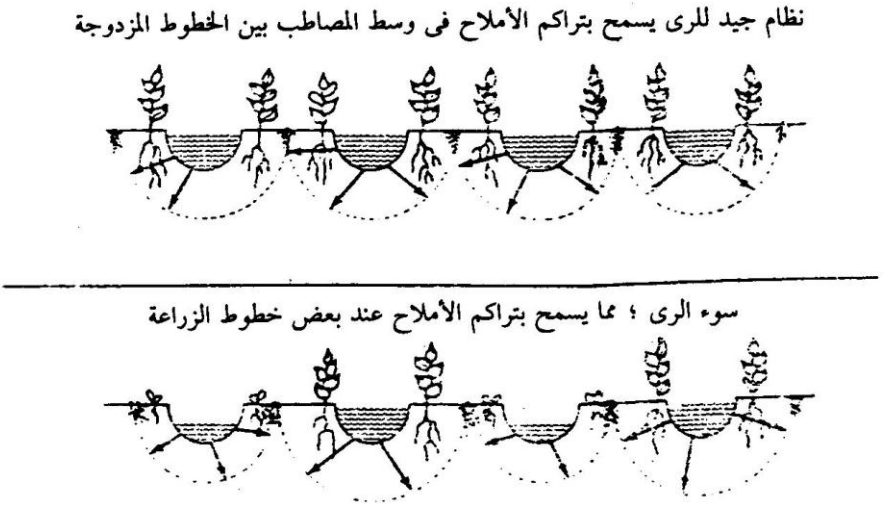
(٣) فى خطوط مزدوجة على جانبى مصاطب عريضة، مع تنظيم الرى بحيث يحدث تزهُّر الأملاح فى منتصف المصاطب بعيدًا عن النباتات (شكل ٥-١٢) (عن Mayberry ١٩٨٣).



شكل (٥-١٠): تتزهُّر الأملاح بعيدًا عن حد الزراعة عندما تكون الزراعة على خطوط، ويكون الرى منتظمًا.



شكل (٥-١١): تزهُّز الأملاح بعيدًا عن النباتات عندما تكون الزراعة فى منتصف مصاطب عريضة، ويكون الرى منتظمًا.



شكل (٥-١٢):تزهُّر الأملاح بعيدًا عن النباتات عندما تكون الزراعة فى خطوط مزدوجة على جانبى مصاطب عريضة، ويكون الرى منتظمًا.

علاقة التربة والماء بالنبات

مستويات تيسر الرطوبة الأرضية لاستعمال النبات

عند إضافة الماء إلى التربة، فإنه يبللها إلى عمق يتوقف على كمية الماء المضافة؛ لأن تجمعات التربة Soil Aggregates تشد إليها الماء فى طبقات متتالية، ويقل شدها تدريجيًّا كلما بعد الماء عن سطح جوامد الأرض، حتى يصل مقدار شد التربة للماء إلى ١/٣ ضغط جوى، حينئذٍ لا يمكن لجوامد التربة شد الماء إليها، فيتحرك إلى أسفل بفعل الجاذبية الأرضية.

وتعرف كمية الماء التى تحتفظ بها التربة ضد الجاذبية الأرضية بالسعة الحقلية Field Capacity، ويعبر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف للتربة.

وفى البداية تكون كل مسام التربة مملوءة بالماء، ومع تحرك الماء إلى أسفل فى الفراغات الكبيرة بين تجمعات التربة تصبح هذه المسام مملوءة بالهواء، بينما يبقى نصف