

الفصل الرابع

استزراع الأراضي المتأثرة بالأملاح (Salt affected soils)

يطلق على الأراضي المملحة - تبعاً لأغلب المراجع الحديثة - اسم الأراضي المتأثرة بالأملاح، وأبرز صفات هذه الأراضي ارتفاع تركيز الأملاح بها. وتنتشر هذه الأراضي في أغلب قارات العالم، وتعتبر ملوحة الأرض من أهم العوامل المحددة للإنتاج الزراعي العالمي.

تعاين أكثر من 7 ٪ من مساحة اليابسة كما تعاين أكثر من 15 ٪ من نسبة الأراضي الصالحة للزراعة في العالم من التملح.

وهذه الزيادة في نسبة الأملاح في التربة وفي مياه الري، بل وفي الجو المحيط بالنبات - كما يحدث في النباتات المنزوعة قرب شواطئ البحار - تؤدي إلى حدوث إجهاد ملحي Salt stress على النباتات، وهذا الإجهاد يؤدي إلى:

- 1 - خفض كمية المحاصيل الزراعية.
- 2- تقزم النبات أو ببطء نموه؛ لزيادة مستوى أيوني الكلوريد والصوديوم في عصارة النبات.
- 3- تؤدي إلى حدوث اضطراب في التوازن الأيوني ionic imbalance داخل الخلية النباتية.
- 4- جفاف الجذور؛ لأن أملاح التربة تقوم بسحب الماء من هذه الجذور.

تربية النباتات لتتحمل ملوحة التربة ومياه الري:

تعرف الأراضي غير الصالحة للزراعة، بأنها الأراضي ذات المشاكل، وهي تلك الأراضي التي يوجد بها انحراف حاد عن المجال المناسب لنمو النبات الطبيعي، في واحد أو أكثر من العوامل البيئية الأرضية، وتوجد ثلاثة بدائل للاستفادة من تلك الأراضي:

- 1- إصلاح التربة، وهي طريقة تتبع بنجاح عندما يكون الانحراف في العامل البيئي قليلاً، ولكنها لا تكون اقتصادية عندما يكون الانحراف كبيراً.
- 2- استخدامها في زراعة أنواع برية من النباتات، يمكنها النمو فيها، على أن يتم الاستفادة منها لصالح الإنسان أو الحيوان؛ بهدف استخلاص مركبات غذائية أو دوائية منها، أو الاستفادة المباشرة منها كغذاء للإنسان، أو كعلف للماشية، أو لإنتاج الزيوت، أو مركبات أخرى تدخل في الصناعة.

3- تربية نباتات تتحمل الانحراف في العوامل البيئية الأرضية؛ ليتمكن زراعتها بنجاح في هذه الأراضي.

أهمية زراعة النباتات التي تتحمل الملوحة:

- 1- التوفير في كل من مياه الري وتكاليف إصلاح الأراضي الملحية
- 2- إمكانية زراعة الأراضي الهامشية، والتي لا يمكن زراعتها بالمحاصيل التقليدية.

مقياس تحمل النبات للملوحة:

- 1- معدل تشرب البذور للماء معبر عنه بالزيادة في وزن البذور أو حجمها.
- 2- نسبة النبات.
- 3- سرعة النبات (الملوحة تؤثر على سرعة الإنبات بدرجة أكبر من تأثيرها على نسبة الإنبات).
- 4- بقاء البادرات حية تحت ظروف الملوحة.
- 5- معدل نمو البادرات.
- 6- النمو الجذري والقمي.
- 7- ارتفاع النبات.
- 8- القدرة على تكوين الخلفات.
- 9- مساحة الأوراق.

ويزداد تأثير الأملاح على النبات خلال الأجواء الجافة والحارة. وفي الأشجار المتساقطة الأوراق يظهر تأثير الأملاح غالباً في أواخر فصل الصيف .. أما في الأشجار الدائمة الخضرة، فإن تأثير الأملاح قد يظهر في أواخر الشتاء وبدايات الربيع. وغالباً فإن التملح لا يحدث في الأراضي التي تزيد معدلات الأمطار فيها عن 450 مل متر سنوياً، ما لم يتم استخدام مياه جوفية مالحة في ري هذه الأراضي، وما لم يتم الإفراط في استخدام الأسمدة الكيميائية.

أما الأسمدة العضوية والخضراء، فإنها تقى الأرض من أخطار التملح.

هنالك أصناف عديدة من النباتات المتحملة للأملاح، وهذه النباتات أصبحت تشكل أملاً كبيراً في زراعة الصحارى والأراضي غير القابلة للزراعة، سواء بالاستفادة منها بشكل مباشر -

وذلك بزراعتها كمحاصيل قابلة للاستهلاك البشرى، كما هو الحال في نبات الساليكورنيا - أو كأعلافٍ للماشية، أو الاستفادة منها بطريقة غير مباشرة، وذلك بمحاولة نقل الصفات المقاومة للأملاح من تلك النباتات إلى المحاصيل الزراعية التقليدية.

ويمكن للنباتات المقاومة للأملاح أن تحتل النمو في أوساطٍ، يتراوح معدل ملوحتها من ملوحة مياه البحر إلى درجة ملوحة تزيد عن درجة ملوحة مياه البحر، وتذكر المراجع المتخصصة أن هنالك ما يزيد عن 2500 نبات من النباتات المقاومة للأملاح، تتوزع في معظم أجزاء الكرة الأرضية؛ فنبات التريبوليوم *Tripolium* مثلاً ينمو في سيبريا بشكل طبيعي، أما نبات الأستر تريبوليوم *Aster Tripolium* فهو ينمو في أوروبا في فصل الصيف، وقد نجحت تجربة زراعته في المناطق الدافئة في آسيا في فصل الشتاء، وهذا النبات هو من النباتات التي يمكن رعاها بمياه البحار.

كما اكتشفت أنواعٌ من الطماطم البرية التي تعيش على مياه البحار في جزيرة جالاباجوس في الإكوادور.

كما عثر كذلك على أنواعٍ من البطيخ التي تعيش على سواحل البحار في تلك الجزيرة.

يصنف النباتيون النباتات المتحملة للأملاح إلى عدة أقسام؛ فهناك المستحلات الحقيقية للأملاح *True halophytes*، وهذه النباتات تنمو في الأوساط الرطبة الغدقة، التي يزيد تركيز كلوريد الصوديوم فيها عن 0.5 %، وهنالك كذلك النباتات الصحراوية المتحملة للملوحة والجفاف *Xerohalophytes*.

آليات تحمل النباتات للأملاح:

إن مقاومة الإجهاد الذي تسببه الأملاح على النباتات تعتمد على آليتين رئيسيتين:

الآلية الأولى: هي آلية تحمل الأملاح *salt tolerance*، والنباتات التي تعتمد على هذه الآلية في مقاومة الأملاح تقوم بتجميع الأملاح في أنسجتها.

الآلية الثانية: هي آلية تجنب الأملاح *salt avoidance*، والنباتات التي تعتمد على هذه الآلية تقوم بخفض تركيز الأملاح داخل أنسجتها، وذلك بطرح الأملاح الزائدة عبر الأوراق أو الجذور، كما يحدث في نبات المانجروف.

وبذلك فإن النباتات المتحملة للأملاح تنقسم إلى صنفين رئيسيين، من حيث آلية مقاومتها للأملاح:

1- صنفٌ إطراحي Excretive: يقوم بطرح الأملاح الزائدة.

2- صنفٌ عصاري succulents: يقوم بتجميع الأملاح في أنسجته.

وبعض النباتيين يصنفون هذه النباتات على أنها نباتاتٌ طاردةٌ للأملاح excluder ونباتاتٌ مخزنةٌ للأملاح.

النباتات المتحملة للأملاح التي تعتمد على آلية طرح الأملاح الزائدة تمتلك غددًا خاصة، تقوم بطرد الأملاح الزائدة؛ أما النباتات العصارية فإنها تعتمد على مبدأ زيادة المحتوى المائي في أنسجتها؛ حتى تقلل من سمية تلك الأملاح، كما هو حال نبات الساليكورنيا.

وبشكلٍ عام، فإن كلاً من النباتات التي تطرح الأملاح والنباتات التي تقلل من تركيز الأملاح في عصارتها، هي نباتاتٌ متجنبَةٌ للأملاح ..

أما الأعشاب البحرية التي تعيش في المياه المالحة، فهي نباتاتٌ متأقلمةٌ مع الأوساط المالحة بشكل تام؛ فمعظم هذه الأعشاب لا تقوم بطرح الأملاح، كما أنها لا تقوم بزيادة محتواها المائي؛ لأنها تتميز بمستوى ضغطٍ أسموزي (osmolality) في سيتوبلازم خلاياها مناسبٍ للضغط الأسموزي للمياه المالحة.

تصنيف النباتات المتحملة للأملاح: Halophytes

هنالك مراجعٌ علمية تصنف النباتات المتحملة للأملاح Halophytes إلى نباتاتٍ:

1- إجبارية Obligate: وهذه تحتاج إلى قدرٍ معين من كلوريد الصوديوم في مياه الري.

2- اختيارية facultative: وهذه يمكنها أن تعيش بشكل طبيعي عندما تروى بالماء العذب.

وهذه المراجع تصنف النباتات المتحملة للأملاح على أنها نباتات المناطق الرطبة-Hydro halophytes، وهي نباتاتٌ متحملةٌ للأملاح تنمو في البيئات الرطبة كشواطئ البحار والسبخات Sabkhas .. وتنتمي لهذا الصنف معظم أنواع المانجروف والساليكورنيا .. أما الصنف الثاني فهو نباتات المناطق الجافة المتحملة للأملاح Xerohalophytes، وهي نباتات تنمو في أوساط ملحية قاحلة وجافة، وهذه النباتات تتعرض لإجهادٍ مائي (إجهاد الجفاف)، بالإضافة إلى تعرضها للإجهاد الملحي؛ وذلك بسبب انخفاض الرطوبة الجوية، ورطوبة التربة في البيئات القاحلة التي تنمو فيها هذه النباتات .. علمًا أن بعض علماء النبات والبيئة يرون أن كلاً من الإجهاد الملحي وإجهاد الجفاف هما - تقريباً - أمرٌ واحد، لكن الاختلاف بين الإجهاد الملحي والإجهاد المائي

يكون واضحاً في حال نباتات كنبات الساليكورنيا؛ فهذا النبات يتحمل الإجهاد الملحي، لكنه لا يستطيع تحمل الإجهاد المائي؛ فبإمكان الساليكورنيا أن تعيش في الصحراء إذا قمنا بريها بماء البحار، لكنها تموت خلال بضعة أيام إذا قمنا بالتوقف عن ريها.

وعلى كل حال، فإن من أمثلة نباتات المناطق القاحلة المتحملة للجفاف والملوحة شجيرة الأراك أو السلفادورا بيرسيكا.

أما من الناحية المورفولوجية أو التشريحية، فإن بعض النباتات المقاومة للأملاح، تتميز بوجود حويصلات ملحية على الأوراق؛ حيث تقوم هذه النباتات بتجميع الأملاح وتخزينها في تلك الحويصلات.

مقاومة الأملاح على مستوى الخلية النباتية:

إن وصول أيونات الصوديوم إلى الخلايا الحارسة لمسام أوراق النبات، يمنع عنصر البوتاسيوم من تآدية وظيفته في تنظيم عمل مسام النبات، ويبقيها مفتوحة أو مغلقة بشكل دائم، فإذا بقيت المسام مفتوحة بشكل دائم، فقد النبات سوائله عن طريق التبخير، وحصل انهياراً في التوازن المائي داخل النبات، وإذا أغلقت هذه المسام بشكل دائم تعذر على النبات الحصول على الغازات اللازمة لإتمام عمليتي التنفس والبناء الضوئي.

أى أن عمل المسام يتعطل عند وصول أيونات الصوديوم إلى سيتوبلازم الخلايا الحارسة لمسام الأوراق في النباتات التي لا تتحمل الأملاح. وهذا يعني أن آلية عمل المسام في النباتات الكارهة للأملاح، تختلف عن آلية عمل المسام في النباتات المتحملة للأملاح، حتى أن بعض الدراسات العلمية تقول إن الخلايا الحارسة للمسام في النباتات المتحملة للأملاح، تستخدم أيونات الصوديوم بدلاً من البوتاسيوم للقيام بعملها.

وهكذا فإن ضغط الأملاح يثبط نمو الخلية النباتية؛ وذلك لأن إغلاق النبات للمسام، يقلل من كمية ثاني أكسيد الكربون الداخلة إلى الخلية، والذي يستخدمه النبات في عملية البناء الضوئي، وكذلك فإن الإجهاد الملحي يثبط انقسام الخلية النباتية، ويكون هذا عند تعرضها لإجهاد ملحي.. وهذا النمط من الصفات ينشط كذلك عند تعرض الخلية النباتية للإجهادات الأخرى؛ كالجفاف والبرودة، وغالباً فإن مثل هذه الصفات لا تنشط في الظروف الطبيعية.

وكما ذكرنا سابقاً، فإن هنالك علاقة واضحة - في بعض النباتات المتحملة للأملاح - بين مستوى الأيونات القلوية، وبين المحتوى المائي لهذه النباتات؛ فكلما ازداد مستوى الأيونات

القلوية، كلما ازداد المحتوى المائي، والنبات يقوم بعملية زيادة المحتوى المائي داخل أنسجته وخلاياه؛ حتى يقلل من سمية هذه الأيونات.

وكذلك، فقد لوحظ أن أوراق النباتات المقاومة للأملاح تحوى عددًا أكبر من الجسيمات الميتاكوندرية mitochondria، كما أن الجسيمات الميتاكوندرية في أوراق النباتات التي تتعرض للإجهاد الملحي تكون أكبر حجمًا؛ وذلك لأن النباتات التي تتعرض للإجهاد الملحي تحتاج إلى قدرٍ إضافي من الطاقة؛ حتى تتخلص من الأملاح الزائدة، وحتى تستطيع امتصاص الماء من التربة.

إن مقدرة النبات على مقاومة الأملاح لا تعنى المقدرة على التعامل مع أيونات الصوديوم فحسب؛ بل تعنى كذلك مقدرة هذا النبات على امتصاص وتخزين عنصر البوتاسيوم؛ لأن امتصاص النبات للبوتاسيوم يتأثر عند زيادة تركيز الصوديوم؛ نظرًا للتشابه الشديد بين أيونات هذين العنصرين.

وكذلك فإن تعرض النبات للإجهاد الملحي - وغيره من الظروف غير الملائمة - يؤدي إلى زيادة حمض الأبسيسيك Absciscic Acid أو ABB في الخلية النباتية .. وزيادة تركيز حمض الأبسيسيك يرتبط بزيادة مستوى أيونات البوتاسيوم، وهو الأمر الذى يؤدي إلى ازدياد مقدرة النبات على مقاومة الأملاح، وهذا الأمر غالبًا ما يقتصر على النباتات المقاومة للأملاح .. أما صفة الـ HKT1 فهو عبارة عن ناقل لعنصر الصوديوم من الأجزاء الهوائية في النبات إلى المجموع الجذرى وبالعكس.

وكما نعلم جميعًا، فإن تركيز الأملاح في سطرين سائلين متماسين، يتجه من الوسط الأكثر تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا، إلى أن يحصل تعادلٌ في تركيز الأملاح بين هذين الوسطين .. وهكذا فإن أملاح التربة تقلل من مقدرة النبات على امتصاص المياه

لأن القوانين الفيزيائية في مثل هذه الحالة تكون في صالح انتقال الماء من داخل النبات إلى وسط النمو الذى يتميز بتركيز عالٍ من الأملاح؛ لذلك فإن النبات يتجه إلى صنع مركبات تعمل على تقليل مستوى التأكسد الناتج عن ازدياد معدل الجذور الحرة Free radicals .. والى يتسبب مستوى الأملاح المرتفع في انتشارها، مع علمنا بما تسببه هذه الجذور الحرة من أضرار للخلية الحية، وكذلك فإن النبات ينتج مركباتٍ تساعده على حفظ التوازن (الأسموزى) في ظروف الإجهاد الملحي؛ كالسكر والأحماض الأمينية Amino Acids ومركبات السلفونيوم Sulphonium .. ومن هذه المركبات مركب الجلاليكين بيتين Glycin Betain، وكذلك فقد

لوحظ ازدياد تركيز ونشاط مركب باتين الديهايد ديهيدروجينيز Batain Aldehyde Dehydrogenase BADH^{'''} عدة أضعاف في جذور الشوندر السكري وأوراقه، عند تعرض الشوندر السكري لإجهادٍ ملحي، ويطلق بعض المختصين على هذه المركبات تسمية منظمات الضغط (الأسموزي)؛ وكذلك فإن بعض النباتات المقاومة للأملاح، تقوم بتجميع كمياتٍ كبيرةٍ من مركب برولاين أنالوجز Proline Analogues، وهذا المركب هو من منظمات الضغط الاسموزي osmoprotectants، وهو يستخدم اليوم في معالجة البذور؛ للحصول على بادراتٍ مقاومةٍ للأملاح التربة.

ولدراسة استزراع الأراضي المتأثرة بالأملاح يلزم التعرف على:

1 - ملوحة التربة: Soil Salinity

ملحية التربة أو ملوحتها ترجع إلى ارتفاع تركيز أنواع معينة من الأملاح في النظام الأرضي، وتؤدي مصادر معينة إلى تراكم وتجمع هذه الأملاح بالتربة، كما تكون بعض الظروف مشجعة ومناسبة لذلك التجمع. ويقوم الماء الأرضي بدور مهم في ديناميكية وحركة الأملاح وتجمعها في التربة. وكنتيجة لوجود الأملاح تحدث في التربة بعض العمليات التكوينية Forming Processes، كما تتأثر بعض خواص التربة - وبصفة خاصة ميزانها الملحي - نتيجة هذه الملوحة.

أثر استعمال مياه ري مالحة على المحصول والتربة:

زيادة الملوحة في ماء الري تؤثر على المحصول، بتحديد النوع الممكن زراعته، وتنقص غلته وتغير صفاته؛ ويرجع ذلك لأسباب فسيولوجية، أهمها نقص مقدرة النبات في الحصول على كفايته من الماء اللازم لنموه.

ومن الدراسات والملاحظات العديدة، أصبح من المؤكد أن النباتات تختلف فيما بينهما - سواء من ناحية النوع أو السلالة، أو حتى من ناحية طور النمو في السلالة الواحدة، ابتداء من القدرة على الإنبات وسرعة نمو البادرات إلى طور النضج - في درجة تحملها لملوحة مياه الري.

وهذه قائمة لبعض المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة المتحملة للملوحة.

1- محاصيل الخضر المتحملة للملوحة هي:

الخرشوف - الكرنب - القرنبيط - البصل - الكرنب الأحمر المخصص للسلطة - الفجل - السبانخ - الباذنجان - الجرجير - الهليون (الإسبرجس) - الباميا - اللفت - بنجر المائدة أو الشمندر - الكزبرة - الفلفل - الكنتلوب - الطماطم - البطيخ الكاوتش - الملوخية - البصل - الخرشوف - الكاسافا - الجزر - الجوار - الثوم.

2- المحاصيل الحقلية المتحملة للملوحة هي:

الشعير - القمح - الذرة - الأرز - القطن - عباد الشمس - السمسم - الكتان - الخروع - حشيشة اليمون - الكانولا - القرطم - الشوفان - الذرة الرفيعة.

3- محاصيل العلف المتحملة للملوحة هي:

السورجم - البرسيم الحجازي - بنجر العلف - السيسبان - أكاسا سلجنا - الدخن - الرودس - بنجر السكر - لوبيا العلف - بسلة الزهور - حشيشة برمودا - حشيشة رسكيو - بسلة الطيور - حشيشة السودان - الأمشوط - حشيشة الملح - الشعير - التريتكال (بديل للقمح والشعير، ويعطى إنتاجيه تتفوق عليهما تحت ظروف الإجهاد المائي) - الذرة البيضاء - حشيشة السودان - الفصة المزروعة (أعشاب معمرة) - الفصة الشجيرية - الفصة البرية - السيسبان - الشوندر العلفي - القرطم - اللفت الزيتي - الرغل الملحي (شجيرة معمرة) - الغل السورى - القطف الأمريكى (شجيرة معمرة) - حشيشة القمح - كالاركراس (نبات معمر) - السبوروتولوس (نبات معمر ويتحمل الجفاف) - الروثة (شجيرة معمرة).

4- أشجار الفاكهة المتحملة للملوحة هي:

النخيل (الحياى - بنت عيشة - السمانى - السيوى - الجنديلة) - الرمان - الزيتون - الخروب - التين - العنب - التين الشوكى - الباباظ - الجوافة - الكاكا - الفستق - الهوهوبا (الجوجوبا).

5- النباتات الطبية والعطرية المتحملة للملوحة هي:

الكرامية - الكزبرة - الكمون - الشمر (الفونكيا) - البردقوش - الشيخ بابونج - الزعتر - الحنظل - العرق سوس.

6- نباتات الزينة المتحملة للملوحة هي:

التويا - السرو البلدى - الجهنمية - الدفلة - نخيل صنف برمودا وبسيلم 10 - الكازورينا - الأثل أو العبل - نخيل الزينة برتشارديا - كنوكاريس - فيكس نندا - الكوريزيا - الصبارات بأنواعها - الورد البلدى - الأبصال - أكاسيا سلجنا - الجوجوبا - الأتريلكس - الأوركاريا - غاب المراكب والبامبو - رمان الزهور أو الزينة - لانتانا - اليوكا - رجلة الزهور - سروليلاند - فيكس التين البنغالى - كافور جنيائى - سلاح المنشار - التماركس - التيرمينياليا كاتايا - البروسويس - الصنوبر - الحور الأبيض - الدردار - نخيل الواشنجتونيا - القطف - الكاراجانا - الأسبرجس الخشن - بسلة الزهور - نخيل صنف باسيالم شاطئ البحر.

محسّنات للماء والتربة والنبات؛ للتغلب على تأثير الملوحة على النبات وهى:

- 1- محسّنات التربة، منها: السماد البلدى - الجبس الزراعى - الكبريت الزراعى - الأسمدة الحامضية - بدائل الجبس (عبارة عن محاليل من مخلفات صناعة السكر تخلط معاً بنسب معينة لإنتاج بديل للجبس وأفضل كمّاً ونوعاً).
- 2- محسّنات المياه، منها: الأحماض، مثل حمض الكبريتيك وحمض النتريك بالنسب والمعدلات التى يراها المتخصص مناسبة لتعادل قلوية المياه.
- 3- الإضافات التى يرش بها النبات لزيادة مقاومته وتحمله الملوحة، منها: الأحماض الأمينية، مثل الهيومك أسيد - التغذية الورقية - الكالسيوم السائل - البوتاسيوم ... إلخ، بالتركيزات والنسب التى يراها المتخصص مناسبة حسب التحاليل وخبرته.

7- النباتات المحبة للأملح: Halophyte

الساليكورنيا (الأشنات) - السويدا (البقلة البحرية) - الأتريليكس (الشجيرة الملحية) - الديستيكلس (distichlis) - القرم (المانجروف) - عشبة السوردان - الأناس - الصبار (الوفيرا) - الباتيس (Batis) - الخريزة (الشجرة البحرية)، وهو نبات حولى مزهر، بلا أوراق؛ حيث يعتبر نباتاً عصاريّاً لحميّاً، وترجع أهميته إلى:

- 1- إنتاج الزيت من بذوره؛ حيث تصل نسبة الزيت فى بذوره إلى 30%، وهو صالح للاستخدام الآدمى، وخالٍ من الكولسترول.

2- احتواء الزيت على 72% من حامض اللينوليك، وهو من الدهون الصحية غير المشبعة.

- 3- يستخدم كعلف للحيوان؛ حيث تصل نسبة البروتين إلى أكثر من 10٪.
- 4- يدخل من ضمن المطبخ الحديث لإنتاج السلطات والمخللات، وفي الطهي؛ حيث يشبه السبانخ في مذاقه.
- 5- يدخل مادة أولية في صناعة الورق والكرتون.
- 6- رماد هذا النبات غني جدًا بالبوتاس، الذي يستخدم في صناعة الأسمدة، كما أن رماد هذا النبات غني بالصودا أو كربونات الصوديوم، والتي تستخدم في صناعة الصابون.
- 7- الملح الذي يستخرج من رماد الخريزة، يحتوي على البوتاسيوم والكالسيوم والمنجنيز واليود والحديد والزنك.
- 8- نبات الخريزة يحتوي على مادة مرة المذاق، تسمى الصابونين، ويمكن التخلص من هذه المادة بنقع النبات في الماء، أو التخلص من الماء الذي طهى فيه النبات؛ ومن ثم إعادة طهيه في ماء آخر، علمًا بأن أكثر أجزاء النبات احتواء على هذه المادة هي البذور، ورغم ذلك لا تخرج مع الزيت المستخرج.
- 9- يستخدم لعلاج الروماتيزم وآلام المفاصل، ومسكن عام للآلام، ومدر للبول، كما يستخدم في علاج البدانة، ويستخرج منه دواء لعلاج السل.



ونبات الساليكورنيا - وقد يطلق عليه الخريزة أو الشمرة البحرية - هو نبات محب للملوحة (Halophyte)، يستخدم كأعلاف مائية للحيوانات، ويستخرج من بذوره زيت ذو نوعية جيدة، صالح للاستخدام الآدمي.

والساليكورنيا نبات حولي مزهر ثنائي الفلقة، يتكاثر بالبذور، وتحتوى الثمرة العصارية في هذا النبات على بذرة واحدة، تنبت في بداية الربيع، وتشير بعض المصادر إلى أن الساليكورنيا تنتمي إلى العائلة النباتية، التي ينتمى لها نبات السبانخ، بينما تشير مصادر أخرى إلى أن هذا النبات ينتمي إلى عائلة نباتية، تدعى بأرجل الأوز؛ وذلك لأن هذه النباتات تشبه أرجل الأوز.

ومن الناحية الشكلية، فإن الساليكورنيا عبارة عن عشبة لحمية عصارية، تتميز بوجود مفصل في نقاط تفرع الغصينات .. والأفرع الرئيسة في هذا النبات أفقية، أما الأفرع الثانوية فهي عمودية، تنمو نحو الأعلى، والساليكورنيا نبات بلا أوراق؛ فهو مجرد مجموعة من الغصينات اللحمية العصارية.

وتضم الساليكورنيا نحو خمسة عشر جنساً من النباتات، وأزهار هذا النبات مزدوجة الجنس، أى أن الزهرة الواحدة تحتوى على أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث جنباً إلى جنب، وتزهّر الساليكورنيا في أواخر الصيف.

ومن الملاحظ أن لون هذه النبتة يتغير من اللون الأخضر إلى اللون الأحمر في أواخر الصيف، أى قبيل فترة الحصاد.

وتعتبر الساليكورنيا إحدى أكثر النباتات تحملاً للملوحة التربة؛ لذلك فإنها تنمو بشكل طبيعي على شواطئ البحار والبحيرات المالحة والسبخ، والقنوات الاصطناعية التي تربط بين البحار.

ويمكن للساليكورنيا أن تنمو بعيداً عن المياه في المناطق التي يزيد معدل الأمطار فيها عن 1000 ميليمتر، ويمكن لهذا النبات أن ينمو في التربة ذات التفاعل الحامض، كما أن بإمكانه النمو في التربة الشديدة القلوية، والحقيقة أن الساليكورنيا هي نبات محب للتربة الكلسية القلوية "السبخ".

وبإمكان هذا النبات أن يعيش في الترب الغدقة، كما أنه يتحمل الجفاف بشكل جيد.

يبلغ طول هذا النبات حوالى 30 سنتيمترًا بشكل وسطي، كما أنه يتميز بطعم مالح، ونبات الساليكورنيا من النباتات المحبة للأسمدة النيتروجينية والفوسفورية بشكل خاص، كما أنه يتجاوب - بشكل ملحوظ - مع هذه الأسمدة.

ويحتاج هذا النبات إلى سبعة أشهر حتى يصل إلى طور الإنتاج؛ لذلك لا يمكن زراعة أكثر من موسم واحد من هذا النبات في العام الواحد.

إمكانية رى الساليكورنيا بمياه البحر:

يمكن رى الساليكورنيا بمياه البحار والمحيطات، كما أن بالإمكان زراعة هذا النبات في الترب التي تتميز بمعدلات ملوحة عالية جداً، تصل إلى 30 ٪ من الملح، شريطة أن نقوم بغسل هذه الترب مرتين بمياه البحار؛ حتى تفقد شيئاً من ملوحتها قبل أن نقوم بزراعتها؛ لذلك فإن هذا الأمر يعد بإمكانية زراعة الصحارى الخالية من المياه الجوفية والأراضي الشديدة الملوحة، وذلك بتوصيل مياه البحار إلى تلك الأراضي.

كما أن بإمكانية هذا النبات أن يقلل من معدلات الأملاح في الترب الزراعية، وذلك تمهيداً لزراعتها بالمحاصيل الاعتيادية.



أهم مميزاته:

إنتاج الزيت؛ إذ يستخرج من بذوره زيت ذات نوعية جيدة صالح للاستخدام الآدمي. يمتاز زيتة بجودته العالية، وحجم إنتاجه الوفير، ويصل محتوى بذور هذا النبات من الزيت إلى 30٪ تقريباً من إجمالى وزنه الكلى، وهى نسبة كبيرة، إذا ما قورنت بفول الصويا، الذى يحتوى على نسبة 17-20٪ من وزنه، كما يحتوى زيت الشمرة البحرية على ما نسبته 72٪ من حامض اللينوليك (حامض زيت الكتان)، وهو من الدهون الصحية غير المشبعة، وتقترب هذه النسبة من معدل

وجود هذا الحامض في زيت القرطم (العصفور)، كما أنها تتفوق على ما هو موجود في زيت الصويا بمقدار الضعف.

النقاط المهمة لضمان الاستفادة من استعمال مياه مالحة :

- 1- يراعى في اختيار المحاصيل أن يكون لها صفات تحمل الملوحة، وتحمل نقص التهوية، الناتج عن حالة التشبع المؤقت؛ نتيجة استعمال كميات زائدة من ماء الرى (باستخدام الاحتياجات الغسيلية مع ماء الرى).
- 2- يراعى في اختيار الأراضى أن تكون ذات نفاذية عالية - بقدر الإمكان.
- 3- لا يصح استعمال المياه الملحية إلا إذا كان مستوى الماء الأرضى على بعد لا يقل عن 150 سم في الأراضى الخفيفة، وعلى بعد لا يقل عن 200 سم في الأراضى الطينية الثقيلة، ويزداد العمق عن ذلك إذا كانت المياه الأرضية عالية في ملوحتها.
- 4- يكون الرى على فترات متقاربة - بقدر الإمكان - ولا يسمح للتربة بالجفاف حتى نقطة الذبول، فيتضاعف تركيز المحلول الأرضى.
- 5- يراعى اختيار الطريقة المناسبة للرى، وينصح - عادة - باتباع طريقة الغمر.
- 6- يراعى الاعتناء بتسوية الحقل؛ حتى لا تتجمع الملوحة في أماكن دون الأخرى.
- 7- يراعى الاعتناء بالتسميد؛ لحفظ التوازن بين العناصر الغذائية.
- 8- يراعى اختيار الدورة الزراعية المناسبة والخدمة الجيدة بصفة عامة.
- 9- اتباع الزراعة على خطوط أو مصاطب لا تزيد عرضها عن 2,5 متر، مع وجود مصارف حقلية.

العوامل التى يجب مراعاتها فى حالة التعايش مع ملوحة التربة :

الافتراضات التى تسمح بمحاولة التعايش مع الملوحة ليست بعيدة عن الواقع في بعض الأراضى المتملحة في مصر، وهذا يعنى أنه لو كان الهدف هو استثمار مثل هذه الأراضى، فما هى الإجراءات الواجب اتخاذها لتحقيق هذا الهدف؟

وللرد على ذلك، فإنه يجب القيام بتحليل العوامل الرئيسة الداخلة في الزراعة، ومحاولة تكييف طرق استخدامها؛ لتتلاءم مع مبدأ التعايش مع الملوحة، والعوامل الرئيسة الداخلة في

الزراعة هي الماء والأرض والمحصول. وفيما يلي إيضاح لكل عامل على حدة، مع محاولة تطويره للتعايش مع الملوحة:

أ- الماء:

يمكن النظر إلى هذا العامل من ناحيتين:

1- الماء الأرضي.

2- ماء الري.

فالماء الأرضي يجب أن يكون أعمق من 150 سم، أما إذا كانت ملوحته منخفضة، فيمكن تجاوز العمق إلى أقل من ذلك، ومن المهم بالنسبة للماء الأرضي - وخاصة إذا كان مالحة - أن لا يسمح له بالصعود إلى سطح التربة، وخاصة خلال فترات الجفاف؛ لأن هذا الماء إذا ما ارتفع إلى السطح سوف يجلب معه ما يحمله من أملاح، والدافع الذي يدفعه إلى الصعود نحو الأعلى، هو الفرق بين رطوبة طبقات التربة السفلى ورطوبة الطبقات العليا.

وعلى هذا يجب أن يراقب جيداً الماء الأرضي؛ بحيث لا يسمح له بالصعود إلى الطبقات العليا حيث تنتشر الجذور.

أما ماء الري، فإنه يجب أن يكون مقبولاً من الناحية الزراعية، ويجب معرفة نوعية الماء المستعمل. هذا من ناحية النوعية، أما من ناحية الكمية، فإنه يجب أن يتوفر مصدر مائي يوفر للأرض كمية أكثر من تلك التي تعطي لأرض غير ملحية؛ وذلك لثلاثة أسباب، هي:

1- لأن الأرض تحتاج - قبل الزراعة - إلى عملية ري غدقة، تضغط خلالها الأملاح إلى الطبقات السفلى؛ لكي يسمح للبذور بالإنبات، وتعتبر مرحلة الإنبات Germination من أكثر مراحل نمو النبات حساسية للأملاح.

2- لكي يتوفر للنبات رطوبة كافية خلال موسم النمو. ومن المعروف أن الأرض المالحة لا توفر للنبات كمية الماء نفسها التي توفرها الأرض غير المالحة. فالماء المتوفر أو الجاهز للنبات، هو عادة ذلك الجزء المحصور بين السعة الحقلية ونقطة الذبول؛ حيث يبذل النبات جهداً يتراوح بين 0.3 ض.ج. في الأولى إلى 15 ض.ج. في الثانية. وباعتبار أن معظم النباتات لا يمكنها بذل قوة سحب أكثر من 15 ض.ج.، فإن ما يتبقى في التربة من ماء لا تستطيع النباتات سحبه، وعندها تذبل هذه النباتات، وهو ما يسمى بنقطة الذبول.

أما في الأرض، فإن الأملاح تخلق ضغطاً أسموزياً Osmotic pressure، وعلى النباتات أن تبذل جهداً لمقاومته. بمعنى أن هذا الجهد يجب أن يطرح من الجهد الأقصى الذي يستطيع النبات بذله، فإذا بلغ الضغط الأسموزي في تربة مالحة 5 ضغط جوى مثلاً، فإن هذا الرقم يجب أن يطرح من الـ 15 ض.ج. التي يستطيع النبات عادة بذلها، ويتبقى له قوة 10 ضغط جوى، هي عبارة عن القوة الباقية له لسحب ماء التربة .. وهذا يعنى أن التربة بالرغم من وجود كمية لا بأس بها من الماء، فإن النبات يعجز عن سحبها ويدبل (أى أن نقطة الذبول في أرض ملحية تحدث عندما تكون التربة في حالة من الرطوبة أكثر من تلك التي تكون فيها عند نقطة الذبول في تربة غير ملحية).

وبناء على ذلك، فإن عدد الريات يجب أن يكون أكثر تقارباً في تربة مالحة عنه في تربة غير مالحة، ويجب أن لا يحدنا منظر الأرض وهي رطبة؛ فالنبات قد لا يستطيع سحب هذه الرطوبة.

3- لكي نضغط الأملاح أو الطبقة الملحية - لنبقياها باستمرار على عمق دون مستوى الجذور - فالمعروف أن الأملاح معرضة للحركة تحت تأثير قوتين، تبعاً لحركة الماء؛ فهي تتحرك من أعلى إلى أسفل أو من أسفل إلى أعلى، إضافة للحركة الجانبية.

وتحرك الماء - حاملاً معه الأملاح - يتعلق بفرق الشد الرطوبي بين منطقة وأخرى في التربة؛ فهو يتحرك من المنطقة الأكثر رطوبة إلى تلك الأقل رطوبة، أو الأكثر جفافاً.

وعلى هذا، فإنه يجب أن لا يسمح للطبقة السطحية للتربة أن تصبح بحالة من الرطوبة الجافة، بحيث تتحرك المياه من الأسفل إلى الأعلى. وهذا يتطلب بالتالي إبقاء سطح التربة رطباً بشكل يمنع هذه الحركة في الوقت الذي يجب أن لا يغدق الماء عليها، فتهدب المياه الزائدة إلى الماء الأرضي، فترفع مستواه.

وقد يبدو هذا الأمر نظرياً أو صعب التحقيق؛ إذ يصعب على المزارع أن يحدد كمية الماء الكافية لإبقاء التربة رطبة في الوقت الذي يمنع جزء منها إلى الماء الأرضي.

غير أن الممارسة واستمرار مراقبة مستوى الماء الأرضي، قد يتعلم منها المزارع الحد التقريبي الذي يجب أن يقف عنده عند إضافة الماء للتربة.

ب- الأرض:

والأرض هي الوسط الذي تتم به الزراعة، ويتوقف اختلاف التأثير الملحي على النبات بين تربة وأخرى، تبعاً لنسبة إشباع التربة (S.P.)، والتي بدورها تتبع قوام التربة. فكمية معينة من

الملوحة قد تكون مؤذية في أرض رملية، بينما تكون ضعيفة التأثير في أرض ثقيلة؛ لأن الأرض الثقيلة في حالة التشبع المائي سوف تحتفظ برطوبة أعلى من الرطوبة في التربة الرملية، وتحدث تركيزًا خفيفًا في تربة ثقيلة بينما تحدث تركيزًا عاليًا نسبيًا من الأملاح في تربة رملية.

والمعروف أن التأثير الملحي على النباتات يرجع إلى درجة التركيز الملحي في محلول التربة. ومن هنا قد يكون الاختيار في الاستثمار للأراضي الثقيلة إذا تساوت النسبة المثوية للملوحة، بشرط توفر نفاذية جيدة للتربة.

أما الإجراءات الواجب اتخاذها لاستثمار أرض ملحية غير مستصلحة، فهو أن تجرى لها عملية غسيل قبل الزراعة؛ لكي تغسل الطبقة السطحية من الأملاح، وتضغط الأملاح إلى أسفل، خاصة في الفترة الأولى من عمر النبات؛ حيث يكون أكثر حساسية للأملاح. على أن عملية الغسيل هذه تتطلب أن تجرى للتربة قبل الغسيل عملية تسوية جيدة ودقيقة؛ لكي تصبح عملية الغسيل متجانسة في كافة أنحاء الأرض المستثمرة، وإلا فإن عدم التسوية سوف يخلق ميولًا في الأرض وبقعًا مرتفعة، بحيث يتعرض قسم من الأرض لعملية الغسيل أكثر من القسم الآخر، وتنتهي عملية الغسيل ببقع ملحية، يتبعه تبقع في الإنتاج. والمعروف أن البقع الأكثر ارتفاعًا تجف قبل غيرها، وبمجرد جفافها تنشأ قوى شد رطوبي بين البقع الرطبة والبقع التي جفت؛ بحيث تنتقل المياه إلى هذه البقع الجافة تدريجيًا، حاملة معها الأملاح، وسرعان ما تتبخر المياه من هذه البقع المرتفعة، بحيث إنه عندما يتم جفاف الأرض تمامًا تكون هذه البقع المرتفعة قد استقطبت معظم الأملاح من البقع المجاورة.. فالتسوية ضرورية قبل الغسيل؛ لإحداث تجانس في نسبة الأملاح في الأرض، ويمكننا من ظاهرة استقطاب البقع المرتفعة للأملاح خلال محاولتنا التعايش مع الملوحة، وذلك بأن تتم الزراعة على خطوط، حتى مع محاصيل الحبوب. وطبيعي أن يختلف ارتفاع وحجم الخط حسب المحصول، ولكن يبدو أن إقامة الخطوط تساعد كثيرًا على تجنب تأثير الأملاح على البذور والفسائل. فاستنادًا إلى ما تقدم بأن قمم الخطوط تصبح بقع استقطاب للأملاح، بينما تكون سفوح الخطوط وكذلك البطون خفيفة الملوحة - فإنه يجب وضع البذور في الثلث الأسفل من الخط.

ويجب أن يراعى بعد الانتهاء من جني المحصول، إعادة تسوية الأرض جيدًا؛ لإعادة غسيلها بالماء، ولإزالة الفروق في نسبة الملوحة بين مواقع الخطوط ومواقع البطون، مع ملاحظة عدم إغداق التربة بالماء إلى الحد الذي يؤدي إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي عن حدوده العادية.

ج- المحصول:

إذا ما استطعنا القيام بالإجراءات المناسبة فيما يتعلق بالمياه والأرض، يبقى علينا انتقاء المحصول الواجب زراعته. ومن المنطقي في هذه الحالة - ونحن نحاول التعايش مع الملوحة - أن لا نلجأ إلى زراعة نباتات حساسة للملوحة؛ بل علينا انتقاء المحاصيل المقاومة، أو التي لا تتأثر بها. ويمكن الرجوع إلى الجدول الخاص بتصنيف المحاصيل والأشجار والخضراوات، حسب تسلسل حساسيتها للملوحة (والذي سبق شرحه)؛ وذلك لانتقاء المحصول المناسب.

ويجب أن يوضع في الاعتبار أن التعايش مع الملوحة ليس إلا حلاً مؤقتاً، إلى أن يتم الإصلاح الفعلي للأرض، ولا يمكن أن يكون هذا التعايش - بأية حال من الأحوال - بديلاً للإصلاح.

نسبة الملوحة التي تتعارض مع إنتاج المحاصيل اقتصادياً:

السؤال الذي يجب أن يتبادر إلى الأذهان هو: عند أي تركيز من الأملاح الكلية أو من الصوديوم المتبادل يبدأ اعتبار الضرر؟

وللإجابة عن هذا السؤال، فإنه من الوجهة الاستغلالية للأرض يجب معرفة:

1- درجة تحمل المحصول للملوحة:

وقد سبق الإشارة إلى أن أنواع المحاصيل وأصنافها وسلالاتها، تختلف في درجة مقاومتها أو تحملها للملوحة؛ ومن ثم أصبحت النسبة أو التركيز الذي يمكن اعتباره ضاراً بالمحصول متوقفاً على نوع المحصول المطلوب تحت الظروف البيئية المعينة.

2- مستوى الإنتاج من المحصول الذي يقابل تكاليف الإنتاج:

من الجائز أن يبلغ النقص في المحصول نتيجة وجود الأملاح الذائبة 50 % من المحصول القياسي (الناتج تحت الظروف الخالية من الأملاح)، ومع ذلك يظل الاستغلال الزراعي مربحاً، وفي مثل هذه الحالة تعتبر نسبة الملوحة التي تتعارض مع الإنتاج بمستوى يقل عن 50 % من المحصول القياسي، نسبة غير ضارة بالإنتاج الاقتصادي للمحصول.

وقد وضع معمل الملوحة الأمريكي الحدود الآتية من الملوحة، معبراً عنها بدرجة التوصيل الكهربائي في المستخلص المائي لعجينة التربة المشبعة، التي تلائم إنتاج 50 % من الغلة النموذجية للمحاصيل المختلفة:

درجة التوصيل الكهربائي بالمليموز / سم عند 25 م	درجة تأثير المحاصيل
صفر - 2	تأثير الملوحة على المحاصيل يكاد يكون معدومًا.
2 - 4	تتأثر بالنقص غلة المحاصيل الحساسة للملوحة.
4 - 8	تتأثر بالنقص غلة معظم المحاصيل.
8 - 16	المحاصيل المقاومة للملوحة هي التي تعطى غلة مرضية.
أكثر من 16	المحاصيل المقاومة جدًا للملوحة هي التي تعطى غلة مرضية.

وقد اتخذ 4 ملليموز / سم على أنه الحد الفاصل بين الظروف الملحية والظروف غير الملحية في التربة (على أساس أن معظم المحاصيل تنقص غلتها عن 50 % إذا زادت درجة التوصيل الكهربائي فيها عن ذلك).

كما اعتبر معمل الملوحة الأمريكي أن وجود 15 % من القواعد المتبادلة على صورة صوديوم، هو الحد الفاصل بين الأراضي القلوية وغير القلوية تحت ظروف أراضٍ مختلفة، ومقاومة معظم المحاصيل لآثار القلوية.

النصاايا الواجبة لاستزراع الأراضي الملحية :

يعزى الاهتمام بمشكلة الملوحة بسبب تحول مناطق زراعية شاسعة سنوياً إلى مناطق غير صالحة للزراعة؛ وذلك لتراكم الأملاح في التربة إلى الدرجة التي تثبط نمو معظم المحاصيل أو جميعها، كذلك بسبب زيادة تركيز الأملاح في المياه المستخدمة للرى. وقد قسمت الأراضي الملحية - على أساس كمية الملح الذائب في محلول التربة، وكمية الصوديوم القابل للتبادل في التربة - إلى:

1- أراضٍ ملحية: وهى تلك الأراضى التي تزيد درجة ملوحتها عن 4 ديسمينيز / متر، وتقل فيها نسبة الصوديوم المتبادل عن 15 %، وتقل فيها درجة الحموضة أو القلوية عن 8.5.

2- الأراضي الملحية الصودية: وهي تلك الأرضى التى تزيد درجة ملوحتها عن 4 ديسمينيز / متر، وتزيد فيها نسبة الصوديوم المتبادل عن 15٪، وتزيد فيها درجة الحموضة أو القلوية عن 8.5. أو تساويه.

3- أراضٍ غير ملحية صودية: وهي تلك الأرضى التى تقل درجة ملوحتها عن 4 ديسمينيز / متر، وتزيد فيها نسبة الصوديوم المتبادل عن 15٪، وتزيد فيها درجة الحموضة أو القلوية عن 8.5.

وتنتشر مثل هذه الأرضى فى مصر؛ مما يؤثر فى إمكانية زراعتها؛ حيث تؤثر الأملاح على خواص التربة، وعلى حركة الماء فى التربة؛ لذا عند زراعة مثل هذه الأرضى يجب الأخذ فى الاعتبار النقاط الآتية؛ لتلافي أضرار الملوحة عند الزراعة:

1- حرث التربة بمحراث عميق (تحت التربة)؛ لتكسير طبقات الملح المتراكمة فى الطبقات تحت سطحية؛ ليسهل إذابتها، وكذا لتكسير الطبقات المندمجة؛ لزيادة تهوية التربة.

2- إضافة الجبس الزراعى أو بدائله كمصدر للكالسيوم، خاصة فى الأرضى الملحية الصودية، ويتوقف معدل الإضافة على حسب محتوى التربة من الصوديوم المتبادل.

3- تزويد التربة بشبكة من المصارف المكشوفة.

4- تجرى عملية الغسيل لإزالة الأملاح من قطاع التربة، وذلك بغمر التربة بالماء لعمق 10 - 20 سم، وتركها للجفاف، ثم تكرر هذه العملية، ويفضل إجراء هذا الغسيل فى الأشهر التى ترتفع فيها درجات الملوحة.

5- يضاف إلى التربة بعد الانتهاء من عملية الغسيل أكسيد الحديد المغناطيسى (الماجنتيت)، بمعدل 150 - 200 كم / فدان؛ حيث يزيد من مقدرة تحمل النباتات لتأثير الأملاح الزائدة.

6- إضافة الأسمدة العضوية الناتجة من مزارع الدواجن بمعدل (200 - 250 كجم / فدان).

7- يفضل التسميد بسماد نتراتى؛ مما يؤدي إلى التقليل من سمية أيون الكلوريد، وبالتالى يحسن من الحالة الغذائية للنبات النامى.

8- تقصير الفترة بين الريات، مع مراعاة عدم ترك الأرض للجفاف.

9- إضافة المقنن المائي المطلوب، والذي يتوقف على نوعية المحصول المنزوع، بالإضافة إلى الاحتياجات الغسيلية، والتي تحدد من المعادلة الآتية:

$$\text{ملوحة مياه الري} \div \text{ملوحة التربة} \times 100$$

10- الزراعة في مصاطب أو خطوط.

11- تغطية التربة بالملش الأسود يمكن أن يحد من آثار الملوحة؛ حيث إنه يقلل انتقال الأملاح بالخاصية الشعرية في منطقة الجذور عن طريق البخار.

12- هناك بعض المعاملات التي تتم على البذور قبل زراعتها؛ لزيادة مقدرة تحمل النباتات للملوحة، مثل:

أ- نقع البذور في مياه صرف المنطقة لمدة 12 - 24 ساعة.

ب- نقع البذور في محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم قبل زراعتها، يحدث تغيرات فسيولوجية بالجنين، تزيد من مقاومته لأضرار الملوحة.

ج- نقع البذور في البيوتول بمعدل (لتر / 40 لتر ماء) لمدة 1 - 2 ساعة.

د- نقع البذور في محلول كبريتات الزنك بتركيز 1600 مللجرام / لتر.

هـ- استخدام بعض منظمات النمو رشاً على النبات، وكذلك الرش بمحضر السلسليك أو البرولين؛ لزيادة مقدرة التحمل للملوحة.

و- زيادة كمية التقاوى أو زراعة الشتلات.

13- رش النباتات ببعض منشطات النمو، التي ترفع من كفاءة نمو النباتات تحت ظروف الإجهاد، مثل استخدام الأحماض الأمينية (أمينو باور - أمينو إكس - بيبتون - أمينو توتال).

14 - إضافة مواد تعمل على ترطيب منطقة الجذور، مثل البولي سكارايدز، أو الـ PEG، مثل (مركب يوني سال، فرى سال)، وذلك عن طريق إضافته مع مياه الري.

15- استخدام مركبات الهيوميك أسيد؛ حيث إنه يلعب دوراً مهماً في تحسين خواص التربة الفيزيائية، وكذلك تحرير عنصر الكالسيوم بالتربة، عن طريق تخلبية؛ مما يحد من أثر الملوحة بالتربة، وهو يتوافر بالأسواق في صور عديدة من المركبات التجارية، مثل (همر - ميجا همر - ميجا باور - هيوميك).

16- ترشيد استخدام الأسمدة المعدنية الكميائية؛ حيث إن الإسراف في استخدامها يزيد من تركيز الأملاح في المحلول الأرضي، ويعبر عن هذه الزيادة بالـ "Salt Index" (دليل الملوحة، وهو يقدر بإضافة السماد إلى التربة، وقياس الزيادة التي يحدثها بالضغط الأسموزي للمحلول الأرضي). هذا ويجب أن يؤخذ في الاعتبار بأن معظم الأسمدة النيتروجينية والبوتاسية ذات دليل ملوحة أعلى من الأسمدة الفوسفاتية، وعليه يجب الترشيح في استخدامها، وأن يؤخذ دليل الملوحة للسماد في الاعتبار عند اختيار نوعية السماد المستخدم، وتكون الأفضلية للسماد المستخدم ذو دليل الملوحة المنخفض.

17- زراعة الأصناف المتحملة نوعاً ما للملوحة، والتي سبق ذكرها.

طرق خفض أثر ملوحة مياه الري على النبات:

1- استخدام نظام ري تبادلي (ماء عذب مع ماء مالح):

يوفر نظام الري الثنائي المقترح فرصة نجاح أكبر لاستخدامات المياه المالحة في الزراعة، وبمخاطر أقل، بالمقارنة مع ما تسببه الطرق الأخرى من مشاكل تملح للتربة، وتدهور كبير في غلة المحاصيل المروية بهذه المياه.

* تقييم الجدوى الاقتصادية لهذا النظام:

$$(1) \quad (Vc = Vd \dots\dots\dots)$$

حيث إن:

Vc	حجم الماء العذب الذي يتم توفيره خلال موسم النمو (م ³).
Vd	حجم ماء الصرف اللازم لإتمام طور التقدم خلال موسم النمو (م ³).

$$(2) \quad (VR = Vd / Vt \dots\dots\dots)$$

حيث إن:

VR	نسبة الماء العذب الذي تم توفيره.
Vt	حجم ماء الري الإجمالي.

تقويم الجدوى الاقتصادية جراء استخدام نظام الري الثنائي المقترح؛ إذ يقوم البرنامج - وباعتماد على البيانات المستخلصة من التجربة الحقلية - بحساب حجم الماء العذب الذي تم توفيره خلال موسم النمو، والذي يكون مساوياً لحجم ماء الصرف المستخدم في الري لإتمام طور التقدم خلال عملية الري؛ لذلك لا بد من إجراء مقارنة بين ما يتم توفيره من ماء عذب باستخدام مياه الصرف بدلاً عنها، وما يصحبه من انخفاض في الإنتاج. يمكن التعبير عن ما يتم توفيره من مياه الري العذبة باستخدام الري الثنائي، بصيغة كلف ما تم توفيره، والتي حسبت كالآتي:

$$(M = V_c \times P \dots\dots\dots (3)$$

حيث إن:

M	المبلغ الذي وفر جراء استخدام نظام الري الثنائي المقترح (دينار / موسم).
P	إنتاجية وحدة حجم الماء (دينار م ⁻³).

إن انخفاض الإنتاج جراء استخدام مياه الصرف معرّف كنسبة مئوية من الإنتاج ((ΔYR))،
ويحسب من العلاقة الآتية:

$$\Delta YR = 100 - YR \dots\dots\dots$$

$\frac{V_c}{V_t} \div \frac{\Delta YR}{100}$	$\dots\dots\dots (4)$	= CPI
--	-----------------------	-------

$$CPI = V_c / V_t \mid 100 \mid \Delta YR$$

V _c	حجم الماء العذب الذي يتم توفيره خلال موسم النمو (م ³).
V _t	حجم الماء الكلي.
ΔYR	انخفاض الإنتاج جراء استخدام مياه مالحة معرّف كنسبة مئوية من الإنتاج.
CPI	دليل إنتاجية المحصول.

$$\Delta YR = 100 - YR$$

إنتاج معاملة نظام الري الثنائي $\times 100$	الحاصل النسبي العملي من المحصول = YR
إنتاج معاملة المقارنة (الماء العذب)	

إن قيمة دليل إنتاجية المحصول يجب أن تكون أكبر من 1؛ كي يكون الربح أكبر من الخسارة، كما أن استخدام نظام الري الثنائي المقترح يتطلب نصب مضخة وأنابيب لإيصال مياه الري إلى الحقل؛ لذا كانت القيمة الحرجة لدليل إنتاجية المحصول لا بد أن تغطي هذه التكاليف؛ لذا صيغت العلاقة التالية:

القيمة الحرجة لدليل إنتاجية المحصول = $1 + \text{مجموع تكاليف إنشاء منظومة الري في الحقل}$
كنسبة من عائدات الحقل.

وقد قدرت قيمة مجموع تكاليف إنشاء منظومة الري في الحقل كنسبة من عائدات الحقل، وقدرت في هذه الدراسة بما يساوي 10٪ من عائدات الحقل؛ لذا ستكون القيمة الحرجة لدليل إنتاجية محصول الذرة الصفراء في هذه الدراسة تعادل 1,1؛ لذا فإن محصول الذرة الصفراء إذا أعطى قيمة CPI أقل من 1,1، فإنه يستبعد إرواءه باستخدام نظام الري الثنائي المقترح؛ وذلك لانعدام الجدوى الاقتصادية؛ لكون الخسارة الحاصلة أكبر من الربح.

2- طريقة الخلط بين الماء العذب والماء المالح.

3- إضافة الاحتياجات الغسيلية.

4- استعمال الماء المالح في بعض مراحل النمو المقاومة للملوحة.

5- استعمال المخلفات العضوية والصوف الصخري.

6- استعمال منظمات النمو والأسمدة الكيميائية.

7- تقنية معالجة المياه مغناطيسيًا وأثرها في المجال الزراعي:

يعود استخدام المغناطيس إلى زمن بعيد؛ إذ استخدمه الفراعنة والصينيون والهنود في مجالات مختلفة. كما ظهرت مدارس مختلفة وفقًا لاستخدامها لنوع المغناطيس، أو الغرض من استخدامها؛ فمنها من يستخدم نظام القطب الواحد الشمالي أو الجنوبي، والبعض الآخر يستخدم القطبين في المجالات الصحية أو الصناعية أو الزراعية ... إلخ. إن هذه التقنية ليست حديثة إلا على البلدان النامية؛ إذ سُجلت أول براءة اختراع لمعالجة المياه مغناطيسيًا، والتخلص من الترسبات الكلسية التي تتشكل على الأنابيب في أوروبا عام 1890، كما استخدمت المياه المعالجة مغناطيسيًا في مختلف المجالات الصناعية، كإجراء وقائي؛ لمنع حدوث التكدسات الناجمة عن تراكم الأملاح في منظومة تجهيز الماء وأبراج التدفئة والتبريد (Lin و Yotvat، 1989)؛ حيث إن الطاقة المغناطيسية أحد أنواع الطاقة الموجودة في الكون. والأرض محاطة بمجال مغناطيسي

يؤثر على كل شيء بدرجات متفاوتة، وهو يتناقص في القدرة؛ حيث أثبت العلماء أنه في خلال الألف سنة الأخيرة فقدت الأرض 50٪ من قوتها المغناطيسية، وهذه الطاقة مهمة جدًا للحياة على الأرض بالنسبة للكائنات الحية؛ فهي تمنع وصول الأشعة الكونية المهلكة إلى الأرض، كما تلعب دورًا في الوظائف الحيوية للكائنات الحية كافة (Spear, 1992)، وبين (andel.1985 (Tretyakov).

إن طريقة الحياة المعاصرة تدفع الإنسان لعزل نفسه عن المجال المغناطيسي الأرضي؛ حيث يعمل ويعيش في بيوت من الأسمنت، مبطنة بالحديد الصلب، ويركب السيارات بعجلات من المطاط، وهذه العوامل العازلة تمنع الأجسام من امتصاص الطاقة المغناطيسية اللازمة للأجسام .. كذلك بسبب طريقة التعايش مع نوع من التيار الكهربائي المتردد، مثل الراديو والأجهزة الإلكترونية والتلفزيون والكمبيوتر، وكلها أجهزة تمنع من استخدام الطاقة المغناطيسية الطبيعية (et al.1997 Higashitani). وعلميًا لا يوجد خلاف على ما إذا كانت المعالجة المغناطيسية فعالة أم لا في تحسين خواص الماء؛ ففي الاتحاد السوفيتي سابقًا كانت المعالجة المغناطيسية للمياه مستخدمة على نطاق كبير، وبتأثير اقتصادي ضخم أوضح (حسن، 2008).

تلعب الطاقة المغناطيسية دورًا مهمًا في تنظيم كل أشكال الحياة على سطح الكرة الأرضية؛ حيث إنها تشكل درعًا واقياً للحيلولة دون وصول الأشعة الكونية المهلكة، مثل أشعة جاما والأشعة السينية، كما أنها تلعب دورًا مهمًا - للغاية - في تنظيم الوظائف الحيوية لجميع الكائنات الحية.

إن الماء مكون من ذرات هيدروجين وأكسجين، وجزء الماء في غاية البساطة، وجزئياته ترتبط ببعضها بروابط هيدروجينية، وقد تكون هذه الروابط ثنائية أو متعددة الروابط، وعند وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي، فإن الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات؛ إما تتغير أو تتفكك، وهذا التفكك يعمل على امتصاص الطاقة، ويقلل من مستوى اتحاد جزيئات الماء، ويزيد من قابلية التحليل الكهربائي، ويؤثر على تحلل البلورات (واصف، 1996).

ويعد الإنتاج الزراعي من أهم العناصر الأساسية المساهمة في الدخل الاقتصادي والأمن الغذائي، على الرغم من المشاكل التي ترافقه؛ كنقص المياه والتصحر والملوحة وانخفاض الغلة، والتي يمكن تداركها نسبيًا، باستخدام تقنية المعالجة المغناطيسية للماء.

إن وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي، يؤدي إلى تغير أو تفكك الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات؛ مما يؤدي إلى تغير عدة خصائص فيه؛ كالتوصيل الكهربائي، وزيادة نسبة الأكسجين المذاب في الماء، وزيادة القدرة على تذويب الأملاح والأحماض والتبلمر والتوتر السطحي، والتغير في سرعة التفاعلات الكيميائية، وخاصة التبخر والبلل والليونة والعزل الكهربائي، وزيادة النفوذية، فيصبح الماء ذا طاقة وحيوية وجرياناً أكثر مما كان عليه. إن تغير خواص الماء سيؤثر لاحقاً في صفات المادة التي يدخل في تركيبها، من خلال تأثيره في الصفات الفيزيائية أو الكيماوية، أو في العمليات الفسيولوجية والكيماحيوية.

* * *