الفصل الحادى عشر

الشد الناشئ عن التباينات فى نوعية مياه الرى

مياه الرى ونوعيتها

مصادر مياه الرى كثيرة ومتنوعة، وتختلف كثيرًا فى نوعيتها. ومن الأهمية بمكان الإلمام بخصائص المياه المستعملة فى الرى؛ لما لذلك من علاقة أكيدة بالمحصول المتوقع، ومن تأثير على بناء التربة.

تقسيم مياه الرى حسب مستوى ملوحتها

تتناسب درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى تناسبًا طرديًا مع درجة ملوحته. وتقسم مياه الرى حسب درجة توصيلها الكهربائى (ECw) إلى ست درجات كما يلى:

١- الدرجة الأولى:

تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها بين صفر و ٠,٢٥ ملى موز (صفر — ١٥٠ جزءًا فى المليون من الأملاح)، وملوحتها منخفضة، ويمكن استعمال هذه المياه فى رى 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 بين ٠,٢٥ و٠,٧٥ ملى موز (١٥٠- ٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح)، وملوحتها معتدلة، ويمكن استعمال هذه المياه فى رى معظم المحاصيل ما عدا الشديدة الحساسية، وفى معظم الأراضى، ما عدا القليلة النفاذية؛ حيث يجب توفير صرف جيد للسماح بغسل الأملاح.

٣- الدرجة الثالثة:

تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها بين ٠,٧٥ و ٢,٢٥ ملى موز (من ٥٠٠ — ١٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريبًا)، وملوحتها معتدلة إلى عالية، ويجب قصر استعمال هذه المياه على الأراضى المتوسطة إلى العالية النفاذية، كما يحسن غسل الأملاح بصفة دورية؛ تجنبًا 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 بين ٢,٢٥ و٤,٠ ملى موز (من ١٥٠٠-٢٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريبًا)، 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 بين ٤,٠ و٦,٠ ملى موز (من ٢٥٠٠-٤٠٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريبًا)، وملوحتها عالية جدًّا، 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 على ٦,٠ ملى موز (يزيد تركيز الأملاح على ٤٠٠٠ جزء فى المليون)، وملوحتها عالية جدًّا بدرجة لا ينصح معها استعمال هذه المياه فى الرى (عن Thorne & Peterson ١٩٥٤).

هذا.. ويبلغ تركيز الأملاح فى الماء الأرضى 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 & Hansen ١٩٦٢).

وبصفة عامة.. فإن الأراضى الرملية لا تُضارُّ من استعمال المياه المرتفعة الملوحة فى الرى كما تضار الأراضى الثقيلة، كما أن توفير الجبس فى التربة يقلل من أضرار زيادة الأملاح فى ماء الرى. وعند استعمال هذه المياه يجب أن تغسل التربة بصفة دورية؛ لأن ذلك يساعد على التخلص من الأملاح المتراكمة، وقد يقلل من الصوديوم المتبادل.

وتجدر الإشارة إلى أن عددًا كبيرًا من الأنواع النباتية يمكنه تحمل تركيز مرتفع للأملاح فى مياه الرى إذا كان المحلول الأرضى فى حالة توازن فسيولوجى، كما فى ماء البحر.

تقسيم مياه الرى حسب محتواها من الصوديوم

عندما تزيد نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم والمغنيسيوم ($\frac{Na}{Mg + Ca}$ ، معبرًا عن التركيزات بالملى 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 بالملى 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 الأراضى 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 صرفٍ جيدٍ وغسيلٍ جيدٍ، 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 مياه الرى حسب محتواها من البورون

نظرًا لتفاوت المحاصيل المختلفة فى تحملها للبورون، فإن مياه الرى تقسم من حيث نوعيتها تقسيمًا يأخذ فى حسبانه درجة حساسية المحاصيل للبورون كما فى جدول (١١-١).

جدول (١١-١): 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) بالنسبة للمحاصيل		
	الحساسة للبورون	المتوسطة التحمل للبورون	العالية التحمل للبورون
ممتازة	< ٠,٣٣	< ٠,٦٧	< ١,٠٠
جيدة	٠,٣٣-٠,٦٧	٠,٦٧-١,٣٣	١,٠٠-٢,٠٠
مقبولة	٠,٦٧-١,٠٠	١,٣٣-٢,٠٠	٢,٠٠-٣,٠٠
مشكوك فى صلاحيتها	١,٠٠-١,٢٥	٢,٠٠-٢,٥٠	٣,٠٠-٣,٧٥
غير صالحة	< ١,٢٥	< ٢,٥٠	< ٣,٧٥

وتقسم الخضراوات — فى الزراعات الحقلية — حسب تحملها للبورون فى مياه الرى إلى الأقسام التالية:

١- خضراوات حساسة للتركيزات المنخفضة التى تصل إلى ٠,٥- ١,٠ جزءًا فى المليون من البورون، وتشمل: الفاصوليا — الطرطوفة.

٢- خضراوات متوسطة التحمل، ويمكنها النمو فى تركيزات تصل إلى ١- ٢ جزء فى المليون من البورون؛ وتشمل: فاصوليا الليما — البطاطا — الفلفل — الطماطم — القرع العسلى — الذرة السكرية- البسلة — الفجل — البطاطس- الكرفس.

٣- خضراوات قادرة على تحمل تركيزات مرتفعة من البورون تصل إلى ٢- ١٠ أجزاء فى المليون؛ وتشمل: الجزر — الخس — الكرنب — اللفت — البصل- الفول الرومى — القاوون — البنجر- الأسبرجس.

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

وقد رتبت خضراوات كل مجموعة تصاعديًّا حسب مقدرتها على تحمل البورون (Thorne & Peterson ١٩٥٤، وAllison ١٩٦٤).

أما تحت ظروف المزارع الرملية.. فإن معظم النباتات تنمو جيدًّا فى تركيز يتراوح بين ٠,٣ و ٠,٤ جزءًا من المليون، بينما تظهر أضرار البورون بوضوح عند زيادة تركيزه على جزء واحد فى المليون (عن U.S. Dept. Agr. ١٩٥٤).

وتشاهد أضرار زيادة البورون — عادة — على صورة تحلل فى قمة الأوراق وحوافها، يتبعه ظهور انسفاع أو احتراق scorching فى مختلف أنسجة الورقة (عن Branson ١٩٨٣).

هذا.. ومع مرور الوقت تسبب المياه — المحتوية على أكثر من جزأين فى المليون من البورون — مشاكل مع معظم المحاصيل الزراعية.

الحد الأقصى المأمون للعناصر الدقيقة (الصغرى) والعناصر غير الضرورية للنبات فى مياه الرى

تتحدد نوعية مياه الرى بمقدار ما تحتويه من العناصر الدقيقة والعناصر غير الضرورية للنبات؛ لأن وجود هذه العناصر — حتى بتركيزات منخفضة — قد يكون سامًّا للنباتات. ويوضح جدول (١١–٢) الحد الأقصى المأمون لتلك العناصر فى ماء الرى.

جدول (١١–٢): الحد الأقصى المسموح به من العناصر الدقيقة والعناصر غير الضرورية للنبات فى مياه الرى.

العنصر	للاستعمال باستمرار فى جميع أنواع الأراضى (بالجزء بالمليون)	للاستعمال لمدة ٢٠ عامًا فى الأراضى الخفيفة ذات pH من ٦–٨,٥ (بالجزء بالمليون)
الألومنيوم	٥,٠	٢٠,٠
الزرنيخ	٠,١٠	٢,٠
البريليم	٠,١٠	٠,٥
البورون	٠,٧٥	٢,٠– ١٠,٠
الكادميوم	٠,٠١	٠,٠٥
الكروم	٠,١٠	١,٠
الكوبالت	٠,٠٥	٥,٠
النحاس	٠,٢	٥,٠
الفلور	١,٠	١٥,٠
الحديد	٥,٠	٢٠,٠
الرصاص	٥,٠	١٠,٠
الليثيم	٢,٥	٢,٥
المنجنيز	٠,٢	١٠,٠
الموليبدنم	٠,٠١	٠,٠٥
النيكل	٠,٢	٢,٠
السيلينيوم	٠,٠٢	٠,٠٢
الفانديوم	٠,١	١,٠
الزنك	٢,٠	١٠,٠

وإذا احتوى ماء الرى على تركيز عالٍ من الحديد الذائب فإنه يمكن التخلص منه بالأكسدة والترسيب، وذلك بترك الماء فى حوض واسع ليحدُث أكبر قدر من تماس الماء مع الهواء، ثم يُسمح للماء بالسقوط التدريجى من ارتفاع عدة أمتار لزيادة ذوبان الهواء فيه؛ مما يؤدى إلى تأكسد الحديدوز الذائب إلى حديديك، وهو الذى يترسب بدوره، ويمكن التخلص منه. وتحتاج هذه العملية إلى نحو ١٢–٢٤ ساعة لاستكمالها.

ومقارنة بالعناصر الدقيقة.. فإن الحدود القصوى المسموح بها من بعض العناصر الكبرى فى مياه الرى تزيد كثيرًا عما سبق، ولكنها تختلف من عنصر لآخر، كما يلى (عن حبيب وآخرين ١٩٩٣).

الأيون	الحد الأقصى المناسب له والأضرار التى تترتب على زيادة التركيز
الكالسيوم	٦ ملى مكافئ/لتر (١٢٠ جزءًا فى المليون)، تؤدى زيادته عن ذلك إلى ترسيب أيون الفوسفات إذا حُقِنَا معًا فى مياه الرى
المغنيسيوم	٣ ملى مكافئ/لتر
الكبريتات	تتحمل معظم النباتات غير الحساسة للكبريت تركيزات تصل إلى ١٠ ملى مكافئ/لتر (٤٨٠ جزءًا فى المليون)، ولكن النباتات الحساسة لا تتحمل تركيزات تزيد على ملى مكافئ واحد فى اللتر.

أما البيكربونات فإن حدها الأقصى المسموح به ٦ ملى مكافئ/لتر، وتؤدى زيادتها على ذلك إلى حدوث بعض الترسبات فى مواسير الرى؛ حيث إنها — وكذلك الكربونات — ترسب الكالسيوم والمغنيسيوم فى صورة ملح كربونات العنصر؛ كما يؤدى ذلك — تلقائيًا — إلى زيادة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل.

كيفية الحكم على مدى صلاحية المياه للرى

يمكن الاستدلال على مدى صلاحية المياه للرى من نتائج تحاليلها المختلفة كما فى جدول (١١–٣) (عن Ayers & Westcot ١٩٨٥).

تجدر الإشارة إلى أن نسبة الصوديوم المتبادل — على سطح غرويات التربة Estimated Equilibrium Exchangeable-Sodium-Percentage (اختصارًا ESP)–