الدليـل العمـلـي
لإستخدام آمن و أمثل للمياه المعالجة في الريّ

بالاسترشاد بدليل منظمة الصحـة العالميـة ومنظمة الأغذيـة والزراعـة الدولية

تشرين الثاني 2011

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Development Cooperation Hashemite Kingdom of Jordan Federal Republic of Germany

BMZ Federal Ministry for Economic Cooperation and Development

سلطة وادي الأردن J V A

الناشر

برنامج إدارة مصادر المياه الألماني الأردني

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and
Development (BMZ).

تأليف

سمير عبد الجبار/ GIZ
أحمد صبح / GIZ

مراجعة

د. فؤاد سلامة
م. عادل الشوبكي
م. سمير الفزاع
م. نايف سدر
م. فؤاد حنا
م. نور حبجوقة

الطبعة الأولى

تشرين الثاني 2011

الدليل العملي
لإستخدام آمن و أمثل للمياه المعالجة في الريّ

بالاسترشاد بدليل منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية

المحتويات

المقدمة 2
الفصل الأول : استخدام المياه المعالجة «الخيار المتاح في لأردن» 3
الفصل الثاني : استخدام المياه المعالجة «فوائد و تحدّيات» 6
الفصل الثالث : إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن» 9
الفصل الرابع : معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ» 20
الملاحق و المراجع 34

0 | المقدمة

تعتمد سلطة وادي الأردن في الموازنة المائية للإستخدامات المختلفة على كميات المياه المتوفرة من مصادرها المختلفة ، وتعد المياه المعالجة بعد خلطها بمياه الأمطار مصدراً رئيسياً دائماً لريّ الأراضي الزراعية في وسط وجنوب وادي الأردن كونها الخيار المتاح لبلد مثل الأردن يعاني شحاً كبيراً بالمياه.

وتهدف سلطة وادي الأردن لرفع كفاءة الريّ وحسن إستخدامها وزيادة المردود الإقتصادي للمتر المكعب عبر جملة من المشاريّع و مواكبة التطورات لديمومة التنمية الشاملة في وادي الأردن.

ولما كانت مياه الريّ بصفة عامة والمعالجة بصفة خاصة بحاجة إلى إستخدام آمن وكفؤ للمزارعين والعاملين فقد تم وضع هذا الدليل العملي في إطار من الإرشادات العملية المستندة إلى الدليل الإرشادي الذي صدر عن منظمة الصحة العالمية WHO و إرشادات منظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO ليكون عوناً للمزارعين والمهندسين والمرشدين الزراعيين في الحصول على المعلومات التي تفيدهم في عملهم.

وفي هذا الصدد أتقدم بجزيل الشكر إلى العاملين في سلطة وادي الأردن و إلى مشروع إستخدام المياه المعالجة الممول من الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ) الذين قدموا جهوداً مميزة في إصدار هذا الدليل.

أمين عام سلطة وادي الأردن
المهندس سعد أبو حمـــور

الفصل الأول :
استـخـدام الميـاه المعـالجـة
«الخيار المتاح في الأردن»

1 | استخدام المياه المعالجة «الخيار المتاح في الأردن»

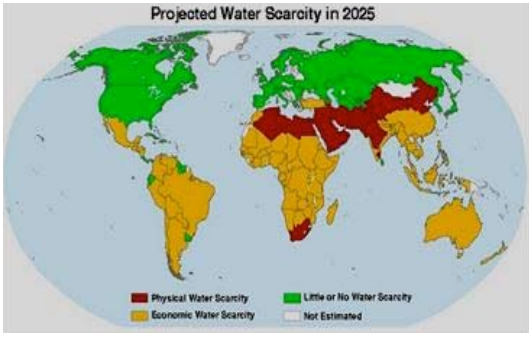
الوضع المائي في الأردن

في هذا الفصل يُتوقع تحقيق الأهداف التالية:

- المتدربون مدركون لما يلي:
  - الندرة المائية في الأردن.
  - الاستهلاك المائي للقطاعات المختلفة.
  - المياه المعالجة من منظور استراتيجي.
  - دورة إعادة الاستخدام في وادي الأردن.
  - الاحلال التدريجي للمياه العذبة بالمياه المعالجة.

حقائق وأرقام

- يُعد الأردن من بين الدول الخمس الأفقر بالمصادر المائية على مستوى العالم.
- حصة الفرد المائية في الأردن في تراجع مستمر. فخلال السنوات الستين الماضية تراجعت هذه الحصة من **3600** متر مكعب عام **1946** إلى **145** متر مكعب للفرد عام **2008**.
- يستهلك الأردن حالياً 938 مليون متر مكعب من المياه بينما يتجاوز الطلب 1000 مليون متر مكعب سنوياً.
- حسب إستراتيجية الأردن المائية (2008-2022) لم يعد بالإمكان النظر إلى مياه الصرف الصحي كمياه عادمة وإنما مصدر مائي هام ومتجدد ومتزايد يمكن جمع مياهه ومعالجتها ليُعاد استخدامها بأسلوب فعّال وآمن.
- السلطات المعنية تُوْلي اهتماماً كبيراً بالبنية التحتية المتعلقة بربط المزيد من المساكن بشبكة الصرف الصحي.
- ترجع إعادة الاستخدام للمياه المعالجة في الأردن إلى بداية الثمانينات من القرن المنصرم بعد إنشاء محطة خربة السمرا لمعالجة مياه الصرف الصحي ومن ذلك الحين وفكرة إعادة الاستخدام تكتسب أهمية متزايدة مع مرور الوقت.
- حوالي 70 مليون متر مكعب من مياه الصرف الصحي يتم معالجتها في خربة السمرا سنوياً.
- بحلول عام 2022 يُتوقع زيادة كميات المياه المعالجة لتصل الى 250 مليون متر مكعب سنوياً على مستوى المملكة.



◄ **الجدول 1. يوضّح كمية ونوعية المياه المستخدمة في القطاعات المختلفة في الأردن. تمعّنه جيداً وحاول استخلاص أهم الاستنتاجات.**

جدول 1. الحصص المائية للقطاعات المختلفة في الأردن.

القطاع	حجم الاستهلاك (مليون متر مكعب)		%
الشرب	317		34
الزراعة	483	مياه عذبة	51
	101	مياه معالجة	11
الصناعة	37		4
المجموع	938		100

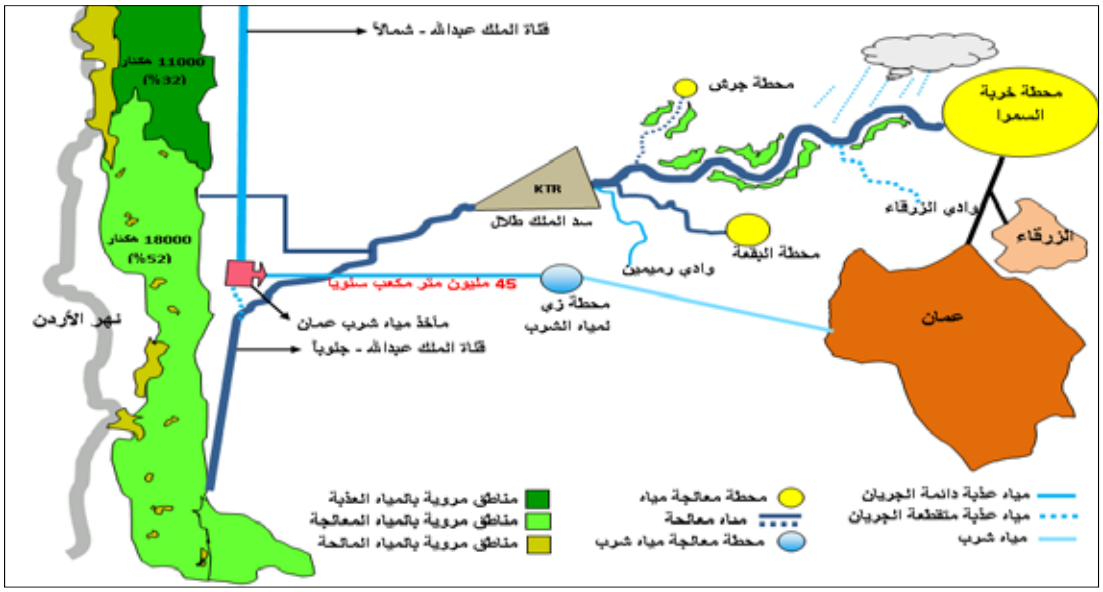
المصدر: وزارة المياه و الريّ- التقرير السنوي (2009)

◁ **ستلاحظ ما يلي:**

- ما يقارب 60 % من مصادر الأردن المائية تستخدم في الزراعة.
- يُستخدم سنوياً حوالي 101 مليون متر مكعب من المياه المعالجة في قطاع الزراعة و تشكل هذه الكمية:
  - 11 % من الموازنة المائية السنوية.
  - ما يزيد عن 17 % من مجمل الكمية المستخدمة في الزراعة.

1 | استخدام المياه المعالجة «الخيار المتاح في الأردن»

◄ **الشكل - 1 يصور دورة إعادة الاستخدام في وادي الأردن. تمعنها جيداً وحاول تتبعها (للسهولة ابدأ رحلتك بدءاً من قناة الملك عبد الله - شمال وادي الأردن).**



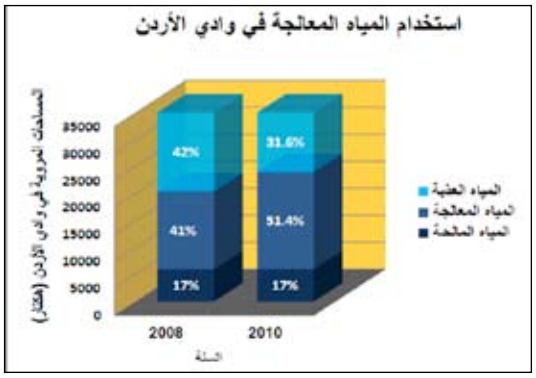
شكل 1. مخطط توضيحي لدورة إعادة الاستخدام في وادي الأردن.

◁ **يمكنك تلخيص دورة الاستخدام هذه كما يلي:**

- جزء من المياه العذبة يتم ضخه من شمال وادي الأردن إلى محطة زيّ ليتم معالجتها هناك وضخها بعد ذلك إلى عمان وبعض مناطق محافظة البلقاء لغايات الشرب.
- مياه الصرف الصحي لمدينة عمان والزرقاء تنتهي في محطة خربة السمرا.
- المياه المعالجة الخارجة من محطة السمرا تسير في وادي سيل الزرقاء مسافة 45 كم لتصل إلى سد الملك طلال.
- في السد، تختلط هذه المياه المعالجة بمصادر مائية أخرى متمثلة بمياه الينابيع والسيول المتشكلة في فصل الشتاء.
- المياه المخلوطة في السد يتم تسييلها إلى وادي الأردن لغايات الريّ.

توسع المساحات المروية بالمياه المعالجة في وادي الأردن

◄ **الشكل - 2 يُظهر التغير في المساحات المروية بأنواع مياه مختلفة في وادي الأردن. تمعن الشكل جيداً وحاول استخلاص بعض النتائج منه.**



شكل 2. توسع المساحات المروية بالمياه المعالجة في وادي الأردن خلال الأعوام 2008 - 2010.

◁ **من المؤكد انك لاحظت ما يلي:**

- أن هناك حوالي 35000 هكتار من الأراضي المروية في وادي الأردن.
- تزايد المساحات الزراعية المروية بالمياه المعالجة.
- 51.4% من مجموع الأراضي المروية حتى عام 2010 تُروى بالمياه المعالجة.
- التوسع في الأراضي المروية بالمياه المعالجة يعكس مدى سعي وزارة المياه و الريّ إلى تطبيق إستراتيجية الأردن المائية الجديدة المتعلقة بإعادة استخدام المياه المعالجة.

الفصل الثاني :
استخدام المياه المعالجة
«فوائد و تحدّيات»

2 | استخدام المياه المعالجة «فوائد و تحدّيات»

فوائد وتحدّيات استخدام المياه المعالجة

في هذا الفصل يُتَوقع تحقيق الأهداف التالية:

- المتدربون مدركون لما يلي:
  - الأبعاد الايجابية لاستخدام المياه المعالجة
  - أهم التحديات أمام إعادة استخدام المياه المعالجة في الأردن.

أهمية استخدام المياه المعالجة للأردن

1. مصدر مائي متجدد ومتزايد لأغراض الريّ.
2. مصدر مهم للعناصر الغذائية الهامة للنبات.
3. إجراء مناسب وضروريّ لمواجهة آثار التغير المناخي.
4. إجراء هام لحماية البيئة من خطر التلوث بالمياه العادمة.

الفوائد المكتسبة من استغلال محتوى المياه المعالجة من العناصر الغذائية

1. على مستوى المزرعة

- التجارب والمشاهدات الحقلية أثبتت إمكانية تخفيض تكاليف التسميد بنسبة تصل الى 60 % هذا يعني توفير 1000 - 3000 دينار في كل وحدة زراعية (30 دونم) وهذا يعادل 20 % من صافي الأرباح السنوية للمزارع.

2. على مستوى الاقتصاد الوطني

- ما يزيد عن 80 % من الأسمدة المستخدمة في الأردن يتم استيرادها من الخارج. لذا فإن الاستفادة من محتوى المياه المعالجة من العناصر الغذائية من شأنه توفير ما لا يقل عن 4 مليون دينار سنوياً على مزارعي وادي الأردن.

3. على المستوى البيئي:

أ. ترشيد الطاقة

- قطاع الأسمدة مستهلك للطاقة حيث يستهلك حوالي 1.2 % من مجمل الطاقة العالمية.
- بما أن معدل الطاقة المُستهلَكة لإنتاج 1 كغم من الأسمدة يُقدر بحوالي 53198 كيلو جول/كغم، فإن استغلال العناصر الغذائية المتوفرة في المياه المعالجة من شأنه إحداث خفض في الأسمدة المستهلكة والتي تُقدر بحوالي 6000 طن سنوياً - هذه الكمية تكافئ 86 مليون كيلو واط/ساعة سنوياً (أي حوالي 1% من استهلاك الأردن الحالي من الكهرباء).

ب. تخفيض الغازات المنبعثة (ثاني أكسيد الكربون)

- ان قطاع الأسمدة مسؤول عن 1.2 % من مجمل الانبعاث الغازي في العالم.
- بما أن إنتاج الكيلوغرام الواحد من الأسمدة يرافقه انبعاث 1700 غم من الغازات المنبعثة، فإن التوفير في استهلاك كميات الأسمدة المستخدمة في وادي الأردن من شأنه تخفيض حوالي 11 مليون كغم من هذه الغازات المنبعثة (ثاني أكسيد الكربون) سنوياً.

2 | استخدام المياه المعالجة «فوائد و تحدّيات»

النوعية الاستثنائية للمياه المعالجة تحدي حقيقي أمام إعادة الاستخدام

اهم التحديات أمام إعادة استخدام المياه المعالجة تتلخص في:

1. الملوحة

- الملوحة أهم مسبب للخسائر في الإنتاج الزراعي العالمي.
- ملوحة المياه المعالجة ليست ثابتة فهي متباينة حسب طبيعة المواد التي يتم طرحها من مختلف المرافق الى شبكة الصرف الصحي. فمثلاً المياه المعالجة القادمة من شبكة الصرف الصحي غير الموصولة بالمرافق الصناعية عادة ما تكون ملوحتها أقل من تلك الموصولة.
- بما أن معدل ملوحة مياه سد الملك طلال تصل الى 2.4 ديسيسيمنز/ متر فإن حوالي 1.5 كغم من الأملاح يتم إضافتها الى التربة مع كل متر مكعب من مياه الريّ.

2. صحة المزارعين والمستهلكين

- خطر التلوث الجرثومي من أهم التحديات لاستخدام المياه المعالجة.
- تحتوي المياه المعالجة على العديد من الملوثات الحيوية المُمْرضة بما فيها البكتيريا والفيروسات والطفيليات.
- عدم الوعي الكافي بنوعية مياه الريّ من قِبل عمال المزرعة و المستهلكين على حد سواء من شأنه أن يؤدي الى:

أ - استخدام مياه الريّ من قِبل عمال المزرعة لأغراض مختلفة كالسباحة والاستحمام والغسيل.
ب - ممارسات غير سليمة من قِبل المزارعين و عمال المزرعة كاستخدام مياه الريّ في غسل أو ترطيب بعض المحاصيل (وخاصة المحاصيل الورقية) بعد حصادها وقبل إرسالها للسوق.
ج - عادات غير صحية عند تناول المحاصيل الطازجة غير المطبوخة وخاصة المحاصيل الورقية من قِبل المستهلكين.

3. مخاطر بيئية

- مع غياب إدارة حكيمة للمخاطر المرتبطة بإعادة الاستخدام تصبح التربة والمياه الجوفية عرضة لخطر:

أ- تراكم العناصر الثقيلة في قطاع التربة.

ب- تلوث الأحواض المائية الجوفية بمستويات عالية من النترات.

الفصل الثالث :
إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي
«من أجل استخدام آمن»

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

التوافق مع دليل منظمة الصحة العالمية

في هذا الفصل يُتَوقع تحقيق الأهداف المدرجة التالية:

- المتدربون مدركون لما يلي:
  - حواجز الخفض الجرثومي المتوفرة في الأردن.
  - مصادر التلوث الجرثومي في مياه الريّ والمحاصيل بالإضافة الى طرق مراقبة هذا التلوث.

حقائق و أرقام

- مستوى E. coli في مياه الصرف الصحي الخام (قبل المعالجة) يصل الى 10^8 بكتيريا معوية /100 مل.
- البكتيريا المعوية - إيشيريشيا كولاي (E. coli) هي المؤشر لقياس مستوى التلوث الجرثومي (المُمرضات) في المياه والأطعمة.
- المُمرضات المتواجدة في المياه والتي يُستعان بالاشيريشيا كولاي كمؤشر على مستويات التلوث بها هي:
  - البكتيريا: مثل السالمونيلا والشيجيلا والكوليرا.
  - الفيروسات: مثل الفيروسات المعوية والروتافيروس والنورافيروس.
  - الطفيليات (وحيدات الخلية): مثل الأميبا والجيارديا.
- النسبة العددية ما بين E. coli وهذه المُمْرضات (كالفيروسات) في المياه هي 10^5 :1
- الجرعة اللازمة لإحداث العدوى لنصف عدد الأشخاص المعرضين للعدوى تتراوح ما بين 6 الى 10000 مُمْرض حسب نوع المُمْرض. وهي أقل ما يمكن للفيروسات ولذلك يتم التركيز على الفيروسات في الدراسات الميكروبية.
- إن النسبة بين حدوث العدوى وتطورها الى حالة مرضية هي 100 : 1
- أصدرت منظمة الصحة العالمية (WHO) دليلين تحدد فيهما المعايير والإجراءات الواجب إتباعهما عند استخدام المياه المعالجة: الدليل الأول أصدر عام 1989 وفي عام 2006 تم إصدار دليل جديد ومُحدّث.

◄ **الجدول 2. يعرض مقارنة بين الدليلين. قم بتفحص الاختلافات بينهما جيداً وحاول الخروج ببعض الاستنتاجات.**

جدول 2. مقارنة ما بين دليلي منظمة الصحة العالمية المتعلقين بالإستخدام الآمن للمياه المعالجة في الريّ والصادرين في عامي 1989 و 2006

دليل عام 1989	دليل عام 2006
مستوى البكتيريا E. coli المسموح بها في مياه الريّ يمكن أن يكون أقل أو يساوي 1000 خلية بكتيريّة / 100مل	مستوى E.coli متباين ما بين 1000 و 100000 خلية بكتيريّة / 100 مل
يعتمد فقط على محطات المعالجة في تخفيض المستوى الجرثومي.	يأخذ بالاعتبار جميع حواجز الخفض الجرثومي المتوفرة سواء المحطات أو غيرها من الحواجز الأخرى
لا يقدم حلولاً أو إرشادات لكيفية إدارة المخاطر المرتبطة باستخدام المياه المعالجة.	يقدم منهجاً متكاملاً يجمع مابين التقييم والإدارة للمخاطر الناجمة عن الأمراض المرتبطة باستخدام المياه المعالجة
متشدد وغير قابل للتطبيق تحت الظروف المحلية	قابل للتبني والتطبيق بما يلائم الظروف الاجتماعية والاقتصادية لمجتمع ما.

◁ **لعلك توصلت الى الاستنتاجات التالية:**

- دليل منظمة الصحة العالمية 1989 أكثر صرامة وتشدداً في تعاطيه مع استخدام المياه المعالجة إذ لم يعطي حواجز الخفض الجرثومي الأخرى (غير محطات المعالجة) أي دور عند وضعه مستوى E. coli الذي يمكن معه تحقيق المعيار الصحي عند استخدام المياه المعالجة.
- الدليل الصادر عام 2006 أكثر تفهماً للأوضاع الاجتماعية والاقتصادية وبالتالي أكثر ملائمة وتطبيقاً كونه يأخذ بالاعتبار جميع حواجز الخفض الجرثومي في تقييم وإدارة المخاطر.
- وفقاً لدليل منظمة الصحة العالمية الجديد الصادر عام 2006 لا ضرر من استخدام المياه المعالجة في الزراعة طالما أن هناك نظام فعّال من حواجز الخفض الجرثومي كافية لتحقيق المعيار الصحي.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

المعيار الصحي لضمان استخدام آمن للمياه المعالجة

- **DALY (Disability adjusted life years):**
وهو مصطلح يُستخدم لقياس مستوى الضرر الناتج عن مختلف الأخطار (المرضية وغير المرضية) سواء أدّى هذا الضرر الى الوفاة أو الى حالة مرضية تُقْعِدُ الأشخاص عن العمل.أهمية هذا المقياس تكمن في أنه يمكّن صنّاع القرار من اتخاذ القرار المناسب (خاصة في الدول النامية حيث قلة وشح الموارد المائية) بحيث يوجه صانع القرار موارده المحدودة نحو الضرر الأكبر أي الخطر الذي يكون الدالي (DALY) له أعلى.

- في الأردن، الدالي (DALY) لأمراض القلب والشرايين هو 2.7 لكل 1000 حالة بينما الدالي لحوادث السير هو 3.1 لكل 1000 حالة في حين أنه لمرض السرطان 1.4 لكل 1000 حالة. ماذا يعني ذلك؟ هذا يعني أن الضرر الناجم عن حوادث السيارات في الأردن يفوق حجم الضرر الناتج عن أمراض القلب والشرايين وكذلك عن السرطانات.

- اعتمدت منظمة الصحة العالمية في دليلها الاستخدام المياه العادمة في الزراعة والصادر عام 2006 مستوى متشدد لقبول استخدام المياه العادمة في ريّ المزروعات (وهو نفس المستوى المعمول به لمياه الشرب) وهو (10^{-6} DALY للشخص في السنة) وهذا المستوى يعني أن الضرر المسموح به (الناشيء عن استخدام المياه المعالجة في ريّ المزروعات) يجب أن لا يؤدي الى ضياع أكثر من 32 ثانية للشخص في سنة.

- تم اقتراح المعيار الصحي 10^{-4} للأردن من قبل مجموعة عمل متعددة الاختصاصات وبعد أن تم إجراء دراسات ميكروبيولوجية أثبتت أن معيار 10^{-4} يحقق درجة أمان عالية.

- لتحقيق هذا المعيار الصحي فإن دليل منظمة الصحة العالمية المتعلق باستخدام المياه المعالجة يوصي بضرورة تحقيق 4 - 5 وحدات - خفض - لوغيريتمية في مستوى E. coli لضمان استخدام آمن لهذه المياه في الزراعة.

◄ لاحظ أن الوحدة العالمية المستخدمة للتعبير عن مقدار خفض المسببات المرضية الحيوية المحمولة في المياه هي وحدة – خفض - لوغيريتمية. ماذا يعني ذلك؟

◁ **الإجابة:**

«كل وحدة- خفض- لوغيريتمية تكافئ خفض أعداد المسببات المرضية الحيوية بنسبة 90 % من مجمل أعدادها. أي مع كل وحدة- خفض- لوغيريتمية؛ يتم التخلص من 90 % من أعداد هذه المسببات المرضية وهي مكافئة لتخفيض الرقم الأسي درجة واحدة».

◄ تمرين:

ما المستوى الجرثومي المتوقع بعد إحداث 3 وحدات- خفض- لوغيريتمية لمستوى التلوث في مياه الصرف الصحي؟

◁ **الإجابة:**

هذا يعني تخفيض الرقم الأسي للمستوى الجرثومي 3 وحدات (أي أن 10^8 تصبح 10^5).

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

حواجز الخفض الجرثومي في الأردن

- ان الحكم المسبق على نوعية المنتجات الزراعية ودرجة أمانها على الصحة بمجرد معرفة مصدر ونوعية مياه الريّ المستخدمة قد يقودنا الى استنتاجات خاطئة لا أساس لها من الصحة. **لماذا؟**

لأن مستوى التلوث الجرثومي على المنتجات الزراعية محكوم بعوامل أخرى عديدة غير مياه الريّ. هذه العوامل تُعرف بحواجز الخفض الجرثومي التي تعمل على تخفيض مستويات التلوث الجرثومي في المنتجات الزراعية على طول رحلتها: بدءاً من المزرعة وانتهاءاً بتحضيرها للأكل في مطبخ المستهلك. آلية عمل هذه الحواجز تتلخص في:

أ - التخلص من نسبة كبيرة من أعداد المسببات المُمْرضة في المياه المعالجة.

ب - منع وصول مياه الريّ و ما فيها من ملوثات جرثومية الى ثمار المحصول.

ج - قتل وإزالة هذه المسببات في حال وصولها الى الثمار.

- يمكن الاستدلال على دور حواجز الخفض الجرثومي من خلال نتائج فحوص المنتجات الزراعية المرويّة بالمياه المعالجة والتي تؤكد بصورة قاطعة سلامة وأمان هذه المنتجات ومطابقة هذه المنتجات لمعايير منظمة الصحة العالمية.

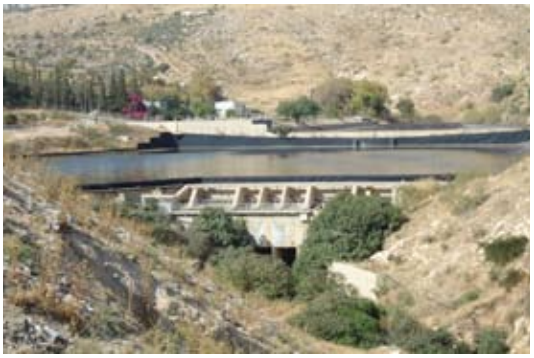
- لا بد من اعتماد مواصفات منظمة الصحة العالمية للمنتج الزراعي الآمن صحياً في تحديد ما اذا كانت منتجاتنا الزراعية آمنة ام لا بغض النظر عن مصدر مياه الريّ.

- يُعَد الأردن من بين البلدان المحظوظة لتوفر معظم حواجز الخفض الجرثومي الفعّالة فيه بحيث يمكنه معها استخدام المياه المعالجة في الزراعة دون خوف أو قلق. هذه الحواجز من شأنها تحقيق البعد الصحي والبيئي المرتبط بهذا الاستخدام بما ينسجم مع معايير منظمة الصحة العالمية. وتتمثل هذه الحواجز فيما يلي:

ا. حواجز الخفض الجرثومي ما قبل المزرعة

الحاجز الأول: محطات التنقية والمعالجة

- تتفاوت مساهمة محطات التنقية والمعالجة في خفض مستوى التلوث الجرثومي حسب نوع المعالجة والإمكانات التقنية المتوفرة لدى هذه المحطات. إذ يتراوح هذا الخفض ما بين 2 - 6 وحدة-خفض- لوغيريتمية.
- كفاءة محطة خربة السمرا في تخفيض التلوث الجرثومي يصل الى 6 وحدات- خفض- لوغيريتمية.



الحاجز الثاني: سد الملك طلال

- إن حجز المياه في بركة السد فترة من الزمن تسمح بتعريض الملوثات الجرثومية لعوامل مختلفة (كأشعة الشمس والحرارة) والتي من شأنها خفض أعداد هذه الملوثات.
- تبلغ مساهمة هذا الحاجز في خفض التلوث الجرثومي ما بين 1 - 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

II. حواجز الخفض الجرثومي في المزرعة

الحاجز الثالث: برك الريّ

- إن تخزين المياه في برك الريّ في المزارع يسمح بتعريض إضافي للمياه المعالجة لنفس عوامل الخفض التي ذكرت سابقاً أثناء تخزينها في سد الملك طلال.
- مساهمة هذا الحاجز في خفض التلوث الجرثومي تصل إلى 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية.
- بعض الممارسات الخاطئة من شأنها تعريض مياه البرك إلى إعادة التلويث من قبل عمال المزرعة كنقع الزبل فيها أو استخدامها في أغراض الغسيل والسباحة.

الحاجز الرابع: نظام الريّ وطبيعة المحصول

- يعتبر الأردن من بين الدول الرائدة في استخدام أنظمة الريّ بالتنقيط والتي تبين لاحقاً مدى أهميتها في خفض التلوث الجرثومي.
- تشير تقارير منظمة الصحة العالمية الى أن أنظمة الريّ بالتنقيط تلعب دوراً حاسماً في خفض التلوث الجرثومي بمقدار 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية في حال المحاصيل ذات طبيعة النمو المنخفض (القريبة من سطح التربة) و 4 وحدات- خفض- لوغيريتمية في حال المحاصيل عالية النمو(البعيدة عن سطح التربة).

الحاجز الخامس: استخدام الملش

- استخدام الملش مع أنظمة الريّ بالتنقيط يساهم مساهمة كبيرة في خفض المستوى الجرثومي على المحاصيل بسبب منعه مياه الريّ من ملامسة أجزاء النبات في حال المحاصيل المختلفة ما عدا الجذريّة منها.
- حسب تقييم خبراء في هذا المجال فإنه باستخدام الملش مع نظام الريّ بالتنقيط يمكن تحقيق خفض 4 وحدات- خفض- لوغيريتمية بغض النظر عن طبيعة نمو المحصول (قريب أو بعيد عن سطح التربة).

الحاجز السادس: الفلاتر الرملية

- مساهمة هذا الحاجز في خفض التلوث الجرثومي تتراوح ما بين 1 - 3 وحدات- خفض-لوغيريتمية.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

الحاجز السابع: الموت الطبيعي للملوثات الجرثومية

- إن الملوثات الجرثومية في مياه الريّ حتى وإنْ لامست المحصول تبقى معرضة باستمرار لتأثير العوامل الخارجية المتمثلة بالحرارة والإشعاع الشمسي واللذان يبلغان ذروتهما خلال الأشهر الحارة والجافة. من شأن هذه العوامل أنْ تحدث خفضاً معتبراً ومستمراً في أعداد المسببات المُمْرضة من خلال تعريضها للموت الطبيعي والذي تقدره منظمة الصحة العالمية بحوالي 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية يومياً في ظروف الحرارة العالية والجافة.
- تبقى المحاصيل تحت تأثير هذا الحاجز حتى وصولها الى المستهلك.

III. حواجز الخفض الجرثومي ما بعد الحصاد و حتى مائدة المستهلك

- أي تلوث يحصل لاحقاً للمنتجات الزراعية أثناء انتقالها من المزرعة وحتى المستهلك لا يمكن اعتبار المياه المعالجة مسؤولة عنه وإنما - إنْ حدث - يكون بسبب تعرض هذه المنتجات لإعادة التلويث من مصادر متعددة عبر هذه السلسلة الطويلة.
- يلعب المستهلك دوراً فاعلاً في خفض مستوى التلوث على المحاصيل التي يتناولها من خلال حزمة من الإجراءات السهلة والممكنة التي يقوم بها قبل استهلاكه لهذه المنتجات سواء تم إنتاجها باستخدام المياه المعالجة أو حتى باستخدام مياه عذبة باعتبار أن جميع المحاصيل - وبغض النظر عن طبيعة المياه المستخدمة في إنتاجها - تبقى معرضة وبنفس الدرجة لاحتمال إعادة التلويث. وهذه الإجراءات هي:

الحاجز الثامن: غسل المنتج

- تشير دراسات منظمة الصحة العالمية الى أن خفضاً في التلوث الجرثومي بمقدار وحدة- خفض- لوغيريتمية واحدة يمكن تحقيقه بمجرد القيام بغسل جيد للمحصول.
- يمكن أن يصل هذا الخفض الى 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية عند استخدام المعقمات أثناء عملية الغسل.

الحاجز التاسع: التقشير

- يمكن من خلال هذا الحاجز تحقيق خفض يصل الى 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية حسب تقارير منظمة الصحة العالمية. هذه الممارسة مهمة في حال بعض المحاصيل الجذريّة التي تؤكل نيئة مثل الجزر والفجل.

الحاجز العاشر: الطبخ (حرارة الطهي)

- إن عمليات الطهي والطبخ لوحدها يمكن أن تزيل خطر التلوث الجرثومي من خلال خفض مقداره 6 وحدات- خفض- لوغيريتمية وهذا يفسر عدم وجود مبرر للخوف من تناول المحاصيل المنتجة باستخدام المياه المعالجة بعد طبخها.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

◄ **الجدول 3. يعرض أهم حواجز الخفض الجرثومي و قدرتها التخفيضية للمسببات المرضية الحيوية. تفحصه جيداً وحاول الخروج باستنتاجات أو أي ملاحظات**

جدول 3. حواجز الخفض الجرثومي في الأردن وقدرتها التخفيضية للمسببات المرضية الحيوية

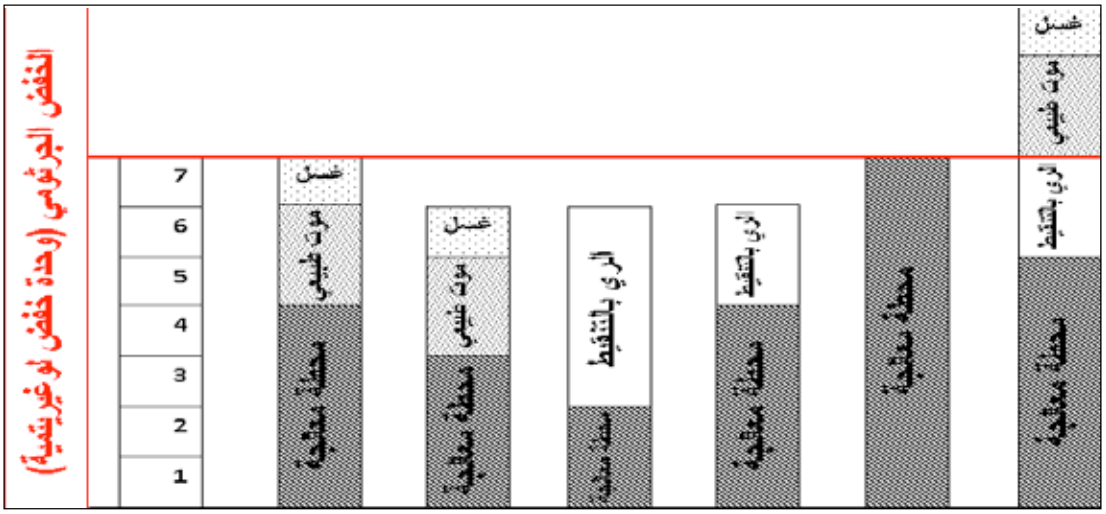
الحواجز	قدرة الحواجز التخفيضية للمسببات المرضية الحيوية
محطة معالجة المياه العادمة	2 - 6 وحدة- خفض- لوغيريتمية (حسب فعاليتها) 6 وحدات- خفض- لوغيريتمية يمكن تحقيقها في محطة الخربة السمرا
تخزين المياه في سد (فترة حجز المياه)	1 وحدة- خفض- لوغيريتمية (على الأقل)
الحواجز على أرض المزرعة	
1. أنظمة الريّ المستخدمة:	
الريّ بالتنقيط مع وجود الملش	4 وحدات- خفض- لوغيريتمية
الريّ السطحي	1 - 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية
الريّ بالرشاشات	1 وحدة- خفض- لوغيريتمية
2. وجود برك الريّ	1 - 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية بسبب وجود برك الريّ.
3. استخدام الفلاتر الرملية	1 - 3 وحدات- خفض- لوغيريتمية في حال استخدام الفلاتر.
الموت الطبيعي للمسببات المرضية	
الموت الطبيعي للمسببات المرضية الحيوية بسبب العوامل الخارجية (كالإشعاع الشمسي والحرارة) خلال الفترة الزمنية الفاصلة ما بين آخر ريّة تسبق الحصاد وحتى وصول المنتج الى مائدة المستهلك	0.5 وحدة- خفض- لوغيريتمية / يوم في ظروف الجو البارد الرطب الغائم 2 وحدة- خفض- لوغيريتمية / يوم في ظروف الجو الحار الجاف المشمس (ظروف الأردن) المحاصيل النامية تحت سطح التربة تصبح معرّضة لهذا الخفض (بعد حصادها)
على مائدة المستهلك	
غسل بالماء فقط	1 وحدة- خفض- لوغيريتمية
غسل بالماء مع استخدام معقم	2 وحدة- خفض- لوغيريتمية
التقشير	2 وحدة- خفض- لوغيريتمية
الطبخ	6 وحدات- خفض- لوغيريتمية

◁ **لعلك خرجت بالنتائج التالية:**

- محطة الخربة السمرا لوحدها يمكنها إنجاز الخفض المطلوب للمسببات الحيوية المُمْرضة لتحقيق المعيار الصحي.
- إن أنظمة الريّ بالتنقيط المستخدمة في أغلب مزارع وادي الأردن تلعب دوراً حاسماً في إحداث خفض حقيقي في أعداد المسببات المُمْرضة.
- الموت الطبيعي للمُمْرضات الحيوية تحت ظروف وادي الأردن عالٍ جداً **حيث الجو حار و جاف ومُشْمِس**. هذا الحاجز يمكّنه تحقيق خفض حقيقي ومُعتبر في أعداد المُمْرضات الحيوية يومياً.
- **لا خطر** من التلوث الجرثومي على الخضار التي تُطبخ، إذ يزول هذا الخطر بمجرد طبخها.
- إن احتمالية التلوث الجرثومي في المحاصيل الورقية والجذريّة واردة ، لذا يُفضّل غسل وتقشير هذه المحاصيل جيداً عند إعدادها للأكل.
- نظراً لتوفر مستوى عالٍ من النظافة الصحية لدى البيوت الأردنية ؛ فإنه بات من السهل تحقيق المعيار الصحي حتى في حال المحاصيل الورقية والجذريّة.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

◄ **الشكل - 3 يمثل ملخصاً لأهم حواجز الخفض الجرثومي ومساهمتها في عملية خفض التلوث الجرثومي ومدى توفر أي من هذه الحواجز في الأردن. تمعنه وحاول الخروج بنتيجة.**



شكل 3. حواجز الخفض الجرثومي المتوفرة في الأردن ومساهمتها في خفض مستويات التلوث الجرثومي

◄ **النتيجة: "يُمكن القول بأن خطر التلوث الجرثومي منخفض جداً جداً وأن ما يتوفر في الأردن من حواجز الخفض الجرثومي يفوق ما يتطلبه تحقيق شروط منظمة الصحة العالمية"**

إرشادات للحد من أخطار التلوث الجرثومي

على مستوى المزارع وعمال المزرعة

- عدم استخدام مياه الريّ لأغراض أخرى كغسل الملابس والأواني والسباحة والاستحمام في برك مياه الريّ. مثل هذه الممارسات تُعرض الشخص لخطر التلوث إضافة الى زيادة تلويثه مياه الريّ بالمسببات الجرثومية.
- تجنب العمل حافي القدمين.
- تبديل الثياب المبتلة بالمياه المعالجة فور الانتهاء من العمل.
- عدم استخدام المياه المعالجة لأغراض رش المبيدات أو الأسمدة الورقية.
- عدم استخدام المياه المعالجة في غسل المحصول بعد الحصاد سواء كان بهدف التنظيف أو الترطيب.
- عدم إلقاء النفايات المختلفة في برك مياه الريّ كعبوات المبيدات وبقايا الطعام.
- تجنب بعض الممارسات الزراعية الخاطئة كنقع الزبل في برك مياه الريّ أو بالقرب منها فذلك يُعتبر أهم مصدر في تلويث مياه الريّ بالمسببات المرضية المختلفة.
- تجنب نثر الزبل على أحواض المحاصيل الورقية بهدف التسميد.

على مستوى المجتمع المحلي المجاور لقنوات الريّ

- عدم السباحة في قنوات الريّ والسيول الجانبية فهذه الممارسة تشكل أهم خطر للمياه المعالجة على صحة سكان المجتمع المحلي القريب منها وخاصة على فئة الأطفال منهم ناهيك عن خطر الغرق.
- عدم إلقاء النفايات المختلفة في قنوات الريّ كفوط الأطفال وجثث الحيوانات الميتة وعلب زيوت السيارات والمبيدات فمثل هذه الممارسات من شأنها إعادة وزيادة تلوث مياه الريّ.

- تجنب رعيّ الماشية بالقرب من قنوات الريّ والسيول الناقلة لمياه الريّ إذ أن براز الحيوانات هو أهم مصدر لتلويث مياه الريّ.
- عدم استخدام هذه المياه لأغراض الزراعة المنزلية.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

على مستوى العاملين في تقديم خدمات مياه الريّ

- الامتناع عن الشرب والأكل أثناء القيام بأعمال الصيانة والتوزيع المتعلقة بمياه الريّ.
- تبديل الثياب المبتلة بالمياه المعالجة فور الانتهاء من العمل.
- القيام بغسل أجزاء الجسم التي لامستها مياه الريّ مباشرة بعد الانتهاء من العمل.

على مستوى الزائرين والمتنزهين القادمين الى المناطق المجاورة لقنوات الريّ والسيول

- الابتعاد عن السيول وقنوات الريّ الناقلة لمياه الريّ وخاصة أثناء الرحلات العائلية والمدرسية والتي غالباً ما يصعب خلالهما ضبط سلوك الأطفال.
- تجنب ملامسة مياه الريّ سواء كان ذلك بهدف الغسيل أو السباحة أو اللعب.
- تجنب إلقاء النفايات في قنوات الريّ.

على مستوى العاملين في نقل ومناولة وتسويق المحاصيل

- غسل صناديق سيارات النقل بمياه نظيفة قبل تحميل المحاصيل وخاصة تلك التي تُستهلك طازجة.
- تجنب ملامسة المحاصيل وخاصة الورقية للأرض وذلك باستعمال طبالي خاصة لهذا الغرض أثناء العرض أو المناولة.
- تطوير المرافق الصحية في أسواق الجملة أو الأسواق الشعبية لخدمة الباعة وعمال المناولة والمشترين بحيث تكون مناسبة وكافية وسهلة الوصول.

على مستوى المستهلك

- تتباين مستويات الخطر الناجم عن التلوث الجرثومي على المحاصيل وإمكانية وصول ما عليها من ملوثات جرثومية الى المستهلك اعتماداً على نوعية المحصول وكيفية استهلاكه.
- في حالة المحاصيل التي تؤكل بعد طبخها يتلاشى الخطر بفعل عمليات الغسل والتقشير وينعدم بفعل الحرارة أثناء الطبخ.
- يبقى هذا الخطر محتملاً في حال المحاصيل التي تؤكل نيئة كالمحاصيل الورقية و الجذريّة وبعض الثمار. هذا يستدعي من المستهلك القيام بإجراءات للتخلص من هذا الخطر قبل تناولها والتي تتمثل في:

- القيام بغسل جيد وشامل للخضار التي تؤكل طازجة دون طبخ سواء كانت أوراق أو ثمار أو خضار جذريّة.

- يُفضل استخدام معقمات أثناء عملية الغسيل.

- القيام بتقشير المحاصيل الجذريّة التي تؤكل نيئة مثل الجزر والفجل والبصل الأخضر قبل القيام بعملية الغسيل.

تجدر الإشارة هنا الى أن الخضار المنتجة تخضع الى مراقبة دوريّة مستمرة من قبل المؤسسة العامة للغذاء والدواء وذلك ضمن برنامج تنفذه المؤسسة العامة والمركز الوطني وسلطة وادي الأردن. ولقد أثبتت جميع الفحوص التي أجريت لهذه الخضار بأنها آمنة من الناحية الصحية الأمر الذي يؤكد إمكانية استخدام المياه المعالجة في الزراعة في وادي الأردن دون قلق على النواحي الصحية.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

مصادر التلوث الجرثومي وطرق المراقبة

حقائق

- المياه المعالجة - على طول سيرها و مجراها - وكذلك المحاصيل الزراعية المروية بها مُعرضتان دوماً للتلوث البيولوجي والفيزيائي (مواد عضوية وغير عضوية)

- المياه المعالجة ليست مسؤولة عن كل التلوث الجرثومي سواء في المياه أو على المحصول - فالتلوث يمكن أن يحدث بسبب:

أ. النشاطات البشريّة غير القانونية والممارسات الخاطئة التي يقوم بها الناس القاطنون بالقرب من أودية وقنوات الريّ (قناة الملك عبد الله) كإلقاء المخلفات والنفايات المختلفة في القناة.

ب. بعض الممارسات الزراعية الخاطئة في المزرعة:

1. التعامل الخاطئ مع الزبل البلدي، إذ يُعد الزبل البلدي أهم مصدر للتلوث الجرثومي مما يستدعي استخدامه بطريقة سليمة (خلطه بالتربة) وتجنب الممارسات التالية:
   - يلجأ بعض المزارعين الى نقع الزبل المُشوّل (الموضوع بأكياس) في برك مياه الريّ بهدف الحصول على خلاصة الزبل.
   - نثر الزبل البلدي أثناء الموسم على الأحواض والمساطب المزروعة بالمحاصيل الورقية أثناء نموها.
2. استخدام مياه الريّ في غسل المحاصيل الورقية والجذريّة قبل إرسالها الى السوق بغرض تنظيفها من الأتربة أو ترطيبها لإبقائها على نضارتها.
3. استخدام مياه الريّ من قِبَل عمال المزرعة لغايات أخرى غير الريّ كالسباحة والغسيل والاستحمام.

ج. تلوث المحاصيل أثناء تنقلها عبر الحلقات التسويقية المختلفة بدءاً من المزرعة وحتى وصولها الى المستهلك.

طرق مراقبة الخضار- برنامج مؤسسة الغذاء والدواء الأردنية

- من خلال برنامج حكومي لمراقبة التلوث الميكروبي والعناصر الثقيلة على الخضار مُنفذ من قبل المؤسسة بهدف التحقق من سلامة المنتجات المروية بالمياه المعالجة.
- يتم أخذ العيّنات الخاضعة للفحص وجمعها عشوائياً من أرض المزرعة مباشرة و كذلك من السوق المركزي ليصار إلى إجراء الفحوص الكيميائية والبيولوجية (الحيوية) اللازمة عليها.
- يُعتبر الغذاء مأموناً طالما كانت أعداد E.coli لكل 100 غم تساوي أو ما دون 10000
- نتائج مراقبة الخضار على طول السنوات الماضية تؤكد أن احتمالية التلوث الجرثومي ضعيفة جداً.

3 | إجراءات التغلب على التلوث الجرثومي «من أجل استخدام آمن»

◄ **الجدول 4 يعرض نتائج برنامج مراقبة الخضار على مدى ثلاث سنوات. قم بتمعنه جيداً و حاول الخروج ببعض الملاحظات والاستنتاجات.**

الجدول 4. نتائج برنامج مراقبة الخضار على مدى ثلاث سنوات للعينات المأخوذة من أرض المزرعة مباشرة.

الموسم	حجم العينة	عدد العينات المتجاوزة الحد المسموح به				
		إيشيريشيا كولاي (E. coli) <10 MPN/g	سالمونيلا (Salmonella) Absent/25g	الكادميوم (Cd) 0.2 mg/kg	الرصاص (Pb) 0.3 mg/kg	النترات (NO_3) 2500 mg/kg
2007/ 2008	59	1	1	0	4	0
2008/ 2009	141	0	1	7	2	0
2009/ 2010	179	0	0	3	1	0
2010/ 2011	189	0	0	0	0	0

◁ **لعلك خرجت بالملاحظات التالية:**

- برنامج مراقبة الخضار شمل تحاليل كيميائية و بيولوجية لعدد من العينات تم أخذها مباشرة من المزارع.
- من ضمن العيّنات المُحلّلة، عينة واحدة فقط كانت مُلوّثة بالبكتيريا المعوية (إيشيريشيا كولاي) وعينتين ملوثتين بالسالمونيلا.

◄ **إن العينات الملوثة - آنفة الذكر - كانت جميعها محاصيل ورقية - كيف يمكنك تفسير هذه النتيجة؟**

«وجود عدد محدود جداً من العينات المُلوثة بالبكتيريا ضمن العينات المفحوصة يرجع في الغالب الى استخدام الزبل البلدي و ليس لمياه الريّ».

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

الفصل الرابع :
معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة
«من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

معايير أخرى لجودة مياه الريّ

في هذا الفصل يُتَوقع تحقيق الأهداف التالية:

- المتدربون مدركون لما يلي:
  - المعايير الأساسية لنوعية مياه الريّ.
  - العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند الحكم على نوعية المياه ومدى ملائمتها للإستخدام في الريّ.
- المتدربون ملمّون بالممارسات الزراعية المتاحة لمواجهة مشكلة التملح.

حقائق وأرقام

- معرفة نوعية مياه الريّ من الأمور الضروريّة لإدارة الريّ والتسميد بحكمة وللتعامل السليم مع مشاكل الملوحة التي باتت تؤرق العديد من المزارعين.

- تحليل نوعية المياه يتضمن تحديد:

1. الملوحة

- تقاس الملوحة بواسطة الموصلية الكهربائية (Electrical conductivity - EC)
- طريقتي الموصلية الكهربائية (EC) و مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS) تحددان كمية الأملاح الذائبة (الأيونات) في عينة الماء.

لا ترتبك لوجود وحدات متنوعة مُستخدمة للتعبير عن الموصلية الكهربائية (EC). الجدول 5 يعرض لك آليات التحويل بين مختلف هذه الوحدات. يمكنك الاستعانة به عند الحاجة.

- رموز صغيرة الحجم تُضاف الى رمز الموصلية الكهربائية (EC) لتحديد مصدر عينة المحلول:
  - الموصلية الكهربائية (الملوحة) لمياه الريّ و يُرمز لها (EC_{iw}).
  - الموصلية الكهربائية (الملوحة) لعينة تربة (مستخلصها المائي) ويُرمز لها (EC_e).

جدول 5. معاملات التحويل المستخدمة في مختبرات نوعية مياه الريّ.

التحويل		
من	تضرب ب	الى
mg/L	1.0	ppm
1 dS/m	1.0	1 mmho/cm
1 mmho/cm	1,000	1µmho/cm
dS/m	640	TDS (mg/L) عندما تكون الملوحة أقل من 5 ديسيسيمنز/ م
dS/m	800	TDS (mg/L) عندما تكون الملوحة أكبر من 5 ديسيسيمنز/ م

- تأثير ارتفاع ملوحة المياه على المحصول يرجع الى عدم مقدرة النبات على منافسة الأيونات الذائبة في محلول التربة على الماء (جفاف فسيولوجي).
- كلما ارتفعت ملوحة محلول التربة كلما قل الماء المُيسر للنبات حتى و إن بدت التربة مبللة.
- لأن النبات ينتح الماء بشكله النقي (Pure water) فقط فإن الماء المُيّسر للنبات يقل بصورة حادة مع ارتفاع الملوحة.
- إنتاج المحصول مرتبط بكمية الماء التي يفقدها النبات بعملية النتح لذا فإن ملوحة مياه الريّ المرتفعة من شأنها تقليل إنتاجية المحصول المفترضة.
- بشكل عام، المحاصيل الورقية (باستثناء النعناع والبقدونس) هي الأكثر مقاومة للملوحة يليها المحاصيل الحقلية فالخضروات فأشجار الفاكهة التي تُعد الأكثر حساسية للملوحة.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

◄ **مستويات الملوحة المختلفة وتأثيرها على إنتاجية المحاصيل متوفرة في جداول تم إعدادها من قِبَل منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO). الجدول 6. يمثل عينة من بعض المحاصيل ومدى تأثير مستويات متباينة من الملوحة على الانتاج.**

جدول 6. التباين في نسب إنتاجية المحاصيل المختلفة تحت تأثير مستويات مختلفة للملوحة.

المحصول	نسب متباينة للانتاج عند مستويات مختلفة من ملوحة قطاع التربة ECe (dS/m)			
	%100	%75	%50	%0
محاصيل حقلية				
الشعير	8	13	18	28
القمح	6	9.5	13	20
الذرة الصفراء	1.7	3.8	5.9	10
الفول	1.5	4.2	6.8	12
الفاصولياء	1	2.3	3.6	6.3
الخضروات				
الكوسا	4.7	7.4	10	15
بروكلي	2.8	5.5	8.2	14
البندورة	2.5	5	7.6	13
الخيار	2.5	4.4	6.3	10
السبانخ	2	5.3	8.6	15
البطاطا	1.7	3.8	5.9	10
الفلفل	1.5	3.3	5.1	8.6
الخس	1.3	3.2	5.1	9
البصل	1.2	2.8	4.3	7.4
الفاكهة				
النخيل	4	11	18	32
البرتقال	1.7	3.3	4.8	8
الدراق	1.7	2.9	4.1	6.5
العنب	1.5	4.1	6.7	12
الفراولة	1	1.8	2.5	4

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO)

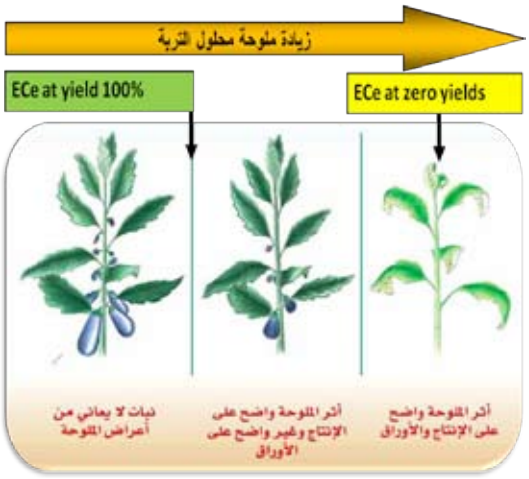
- في الجدول تم اعتماد قيم ملوحة مستخلص التربة وليست ملوحة مياه الريّ.
- معدل ملوحة مستخلص التربة في وادي الأردن يتراوح ما بين 1.5 - 3 أضعاف ملوحة مياه الريّ.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

■ هنالك مستويان مهمان من مستويات الملوحة لابد من تمييزهما جيداً:

أ - (EC_e at yield 100%) : تشير الى مقياس ملوحة محلول التربة التي عندها أو أقل لا يوجد أي تأثير للملوحة على المحصول.

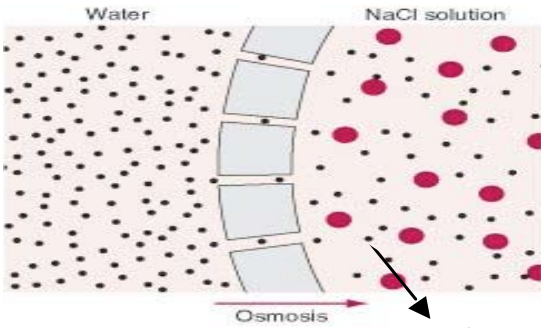
ب - (EC_e at zero yields) وتعرف كذلك بمصطلح (maximum EC_e) : يشير الى مقياس ملوحة محلول التربة التي يتوقف عندها نمو المحصول (الإنتاج يساوي صفر).



■ مُصطلحان يُستخدمان لوصف تطور تأثير الملوحة على النبات : الملوحة الظاهرة والملوحة المستترة (الخفية)

1) طالما بقيت الملوحة مساوية أو ما دون (EC_e at yield 100 %) يبقى المحصول في مأمن من تأثير الملوحة.

2) اذا ارتفعت الملوحة عن (EC_e at yield 100%) يميل النبات عندئذ الى تصنيع مركبات عضوية وتخزينها في أنسجته (الجذور) بهدف زيادة تركيز المواد داخلها للمحافظة على فرق مناسب في الضغط الأسموزي لصالح البيئة الداخلية للنبات - هكذا يحاول النبات التغلب على تأثير زيادة ملوحة محلول التربة إلاّ أن تصنيع هذه المواد يستنزف القدرة الإنتاجية للنبات.



تركّز عالي للاملاح والأزمولايت يسمح بحركة المياه الى داخل جذر النبات

«في هذه المرحلة تُقتصر أعراض الملوحة على تراجع في الإنتاج دون ظهور أعراض واضحة على المجموع الخضريّ للنبات. لهذا تُوصف الملوحة بأنها «مُسْتَتِرَة».

3) الملوحة في مراحلها الأولى - بوصفها «مستترة» - قد تقود المزارع الى استنتاج خاطئ بأن نقص الإنتاج مرده الى قلة التسميد فيعمد عندها الى استخدام مزيد من الأسمدة بهدف تحسين الإنتاج. ومع تواصل إضافته لمزيد من الأسمدة تتراجع صحة النبات وتتضاءل فرص إمكانية حل المشكلة.

4) إمكانية تخفيف حدة مشكلة الملوحة في مراحلها الأولى تبقى ممكنة شريطة التوقف عن إضافة الأسمدة. فبدلاً من ذلك فإن إضافة كميات إضافية من مياه الريّ كافية لغسل الأملاح بعيداً عن منطقة الجذور هو الإجراء الأمثل في هذه الحالة.

5) مع اقتراب مستوى الملوحة في التربة الحد الاقصى (maximum EC_e):
- تميل إنتاجية النبات الى الإنخفاض بسبب انهماك المحصول في تصنيع مزيد من المواد العضوية لمجابهة الملوحة المتزايدة الى أن تتوقف حالما تصل الملوحة هذا الحد.
- مع تفاقم المشكلة تأخذ الملوحة بإظهار أثرها بصورة أعراض واضحة على المجموع الخضريّ للنبات وجلية لا تُخْطِئُها العين - فتُوصف بأنها «ملوحة مرئية».

◄ **تمرين:**

اذا علمت بأن معدل ملوحة مياه سد الملك طلال تبلغ حوالي 2.4 ديسيسيمنز/ م. أجب عن الأسئلة التالية:

1. كم كغم من الأملاح يحوي كل متر مكعب من هذه المياه؟
2. على فرض أن استهلاك الوحدة الزراعية (30 دونم) من المياه في وادي الأردن يتراوح ما بين 23680 - 35520 متر مكعب. السؤال هو:

أ. ما هي كمية المياه التي يمكن توفيرها نتيجة زيادة كفاءة الريّ بحوالي 20%؟

ب. كم كمية الأملاح التي يمكن للمزارع تخفيضها نتيجة رفع كفاءة الريّ الآنفة الذكر؟

◁ **الإجابة:**

1. (1536) غم/ متر مكعب
2. أ. (4736 - 7104) متراً مكعباً

ب. (7.3 - 10.9 طن للوحدة الزراعية سنوياً)
أو (2.4 - 3.6 طن/ هكتار/ سنة)

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

2. ضرر الصوديوم

أثر الصوديوم على قوام التربة (تفتيت قوام التربة)

- مياه الريّ ذات المحتوى العالي من الصوديوم تكتسب أهمية خاصة بسبب تأثير الصوديوم المدمّر لقوام التربة وما له من تأثير على خفض معدل رشح التربة للماء.
- ضرر الصوديوم يُعبر عنه بمصطلح نسبة ادمصاص الصوديوم (Sodium adsorption ratio - SAR)
- مؤشر SAR يقيس نسبة أيونات الصوديوم الى أيونات كل من الكالسيوم والمغنيسيوم في عينة ماء.

$$SAR = \frac{Na^{+}(\frac{meq}{L})}{\sqrt{\frac{(Ca^{++}(\frac{meq}{L}))+(Mg^{++}(\frac{meq}{L}))}{2}}}$$

مع ملاحظة أن العلاقة ما بين وحدتي mg/L و Meq/L هي:

$$\frac{Meq}{L} = \frac{\frac{mg}{L} \times Valance}{Atomic\ Wt.}$$

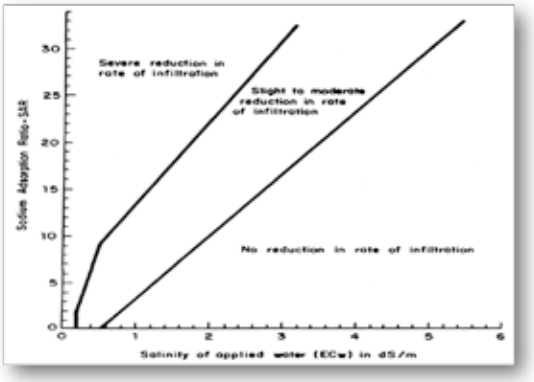
أي باختصار:

Na^{+} in Meq/L = Na^{+} in mg/L ÷ 23

Ca^{++} in Meq/L = Ca^{++} in mg/L ÷ 20

Mg^{++} in Meq/L = Mg^{++} in mg/L ÷ 12.15

- في الترب الصودية فإن عملية غسل التربة لوحدها لن تكون مجدية إلاّ إذا أستخدم معها محسنات التربة.
- أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم تحّيد تأثير الصوديوم (بينما تفرق أيونات الصوديوم حبيبات التربة تقوم أيونات الكالسيوم بتجميعها).
- يوجد علاقة واضحة تربط كل من ملوحة مياه الريّ ونسبة إدمصاص الصوديوم ومعدل الرشح موضحة من خلال الرسم البياني التالي:



- على نفس المستوى من نسبة إدمصاص الصوديوم (SAR) فإن المياه ذات الملوحة الأقل لديها القدرة على تفكيك قوام وبنية التربة أعلى منها في حال المياه ذات الملوحة الأكبر.

◄ **الجدول 7 يبين التباين في حساسية المحاصيل مستويات مختلفة من الصوديوم والمعبر عنه (SAR)**

جدول 7. درجة تحمل المحاصيل لمستويات متباينة من نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) في مياه الريّ

درجة التحمل (الحساسية)	SAR	المحصول
حساسة جداً	8 - 2	أشجار الفاكهة – الحمضيات – أفوكادو
حساسة	18 - 8	الفاصولياء
متحملة نسبياً	46 - 18	البرسيم – الشوفان – الرز
متحملة	102 - 46	القمح – الشعير – البندورة

المصدر: Australian Water Quality Guidelines for Fresh & Marine Water

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

- قيم SAR للمياه المعالجة في سد الملك طلال تتراوح ما بين4-5.2 حسب تقارير الجمعية العلمية الملكية(2010).
- يمكن القول أنه اذا تجاوزت قيم SAR خمسة أضعاف ملوحة مياه الريّ، هنا يبدأ حدوث مشاكل في التربة أما ما دون ذلك فتُعتبر المياه جيدة وصالحة للريّ.

3. درجة الحموضة والقاعدية (pH)

- التراكيز العالية من الكربونات و البايكربونات هي المسببة لقاعدية المياه (ارتفاع ال pH).
- وجود الكربونات بتركيز عالٍ يحث أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم لتكوين معادِن غير ذائبة تاركاً أيونات الصوديوم حرة طليقة ومسيطرة في المحلول.
  لذا فإن المياه القاعدية تعزز ظروف تحول التربة الى تربة صودية.
- الترب القاعدية ليست ملائمة لامتصاص العناصر الصغرى.

4. أيونات معينة

أ. الكلوريد:

- على الرغم من أهمية الكلوريد للنبات بكميات قليلة إلاّ أنه يتسبب في سمية المحاصيل الحساسة عند تركيزه العالي.
- التركيز العالي للكلور أو الصوديوم يسبب مشاكل (احتراق الأوراق) تحت ظروف أنظمة الريّ بالرشاشات.
- يمكن تخفيف حدة احتراق الأوراق الناجمة عن تركيزهما العاليين من خلال توقيت الريّ ليلاً أو أثناء الجو الغائم والبارد.
- تجدر الإشارة الى أن تركيز الكلور في المياه المعالجة (مياه سد الملك طلال) يتراوح ما بين 273 - 446 ملغم/لتر (المصدر: الجمعية العلمية الملكية - 2010). مع ملاحظة أن الحدود الدنيا لتركيز الكلور يكون في أشهر الصيف بينما الحدود العليا تكون في أشهر الشتاء.

◄ الجدول 8 يبين تراكيز الكلور التي يمكن تحملها من قبل المحاصيل المختلفة (بدءاً من المحاصيل الأكثر حساسية الى الأكثر تحملاً).

جدول 8. درجة تحمل بعض المحاصيل لمستويات متباينة من تركيز الكلور

المحصول	تركيز الكلور الذي يمكن تحمله	المصدر
الحمضيات	238 - 355 جزء بالمليون (6.7 - 10 مليمكافيء)	منظمة الأغذية والزراعة الدولية
اللوزيات	180 - 238 جزء بالمليون (5 - 6.7 مليمكافيء)	منظمة الأغذية والزراعة الدولية
العنب	238 - 472 جزء بالمليون (6.7 - 13.3 مليمكافيء)	منظمة الأغذية والزراعة الدولية
الفراولة	117 - 178 جزء بالمليون (3.3 - 5 مليمكافيء)	منظمة الأغذية والزراعة الدولية
الفلفل - البطاطا - الذرة - الفول - الملفوف - البرسيم	525 جزء بالمليون (14.8 مليمكافيء)	http://www.lenntech.com/applica-tionc/irrigation/sar/sar-hazard-0-f-irrigation-water.htm
الخيار - البندورة - البروكلي	700 جزء بالمليون (19.7 مليمكافيء)	
القمح - الشعير	أعلى من 2000 جزء بالمليون (أعلى من 56.4 مليمكافيء)	

ب. البورون:

- البورون ضروريّ جداً بكميات قليلة لكنه سام عند تراكيزه العالية.
- لا يمكن التكهن بتركيز البورون بمجرد معرفة مصدر مياه الريّ. فهناك آبار تستخدم في الزراعة في وادي الأردن يزيد تركيز البورون فيها عن ضعف تركيزه في المياه المعالجة.
- تتفاوت النباتات في قدرتها على تحمل البورون.
- تجدر الإشارة الى أن تركيز البورون في المياه المعالجة يتراوح ما بين 0.6 - 1.1 ملغم/لتر (المصدر: الجمعية العلمية الملكية - 2010). مع ملاحظة أن الحدود الدنيا لتركيز البورون يكون في أشهر الصيف بينما الحدود العليا تكون في أشهر الشتاء.

◄ الجدول 9 يوضح تصنيف المحاصيل حسب مستوى تحملها لمحتوى البورون في مياه الريّ.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

جدول 9. مستويات تحمل المحاصيل لتركيز البورون في مياه الريّ.

مستوى التحمل	تركيز البورون في مياه الريّ (ملغرام/ لتر)	مثال
للمحاصيل حساسة	أقل من 1	أشجار الفاكهة والفراولة
للمحاصيل شبه الحساسة	1 - 2	الجزر والخيار والفلفل والبطاطا
للمحاصيل شبه المتحملة	2 - 4	الخس والملفوف
للمحاصيل المتحملة	4 - 6	البندورة والبقدونس
للمحاصيل المتحملة جداً	6 - 15	القطن والهليون

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO)

5. العناصر الغذائية

ج. الكبريتات:

- على الرغم من أن وجود الكبريتات في الماء يسهم في ملوحتها إلا أنه يفيد كثيراً في محاربة أضرار الصوديوم وخاصة في الترب الكلسية (الغنية بالكالسيوم) كما هي الحال في ترب وادي الأردن.

- المياه المعالجة مصدر رئيسي وهام للعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات.

◄ **الجدول 10 يعرض نوعية المياه للمصدرين الرئيسيين المستخدمين في الزراعة في وادي الأردن وهما المياه العذبة والمياه المعالجة.**

جدول 10. نوعية مياه المصادر الرئيسية المستخدمة في الريّ في وادي الأردن

مصدر المياه	EC (dS/m)	معدل قيم العناصر الغذائية (NPK) – ملغم/لتر		
		$N\text{-}(NO_3 + NH_4)$	$P\text{-}PO_4$	$K\text{-}K^+$
قناة الملك عبدالله	1 - 1.2	1.4	0.23	10.5
سد الملك طلال	2.2	11.5	1.7	23.1

المصدر: دليل استخدام المياه المستصلحة في وادي الأردن والنشرة الشهرية الصادرة عن سلطة وادي الأردن

- مياه الريّ لوحدها تساهم في تلبية ما لا يقل عن 20 - 40 % من احتياجات المحصول الكلية.
- على الرغم من أهمية الفسفور كعنصر غذائي رئيسي الأ أن زيادته تؤدي الي النتائج التالية :

على النبات: زيادة الفسفور تتسبب في تثبيط امتصاص النبات لعنصريّ الحديد والمغنيسيوم الأمر الذي يتسبب في اصفرار عروق أوراق النبات.

على الأنظمة المائية السطحية: فإن زيادته يسبب ظاهرة الإثراء الغذائي وما يرافقها من انخفاض في الأكسجين الذائب في البيئة المائية وزيادة الطلب عليه (BOD). كل هذا من شأنه أن يتسبب في خفض أعداد وتنوع الكائنات الحية المائية.

على التربة: زيادة الفسفور يتسبب في الإضرار في بعض الكائنات الحية المفيدة المستوطنة في التربة والتي تساعد النبات على امتصاص بعض العناصر الغذائية الأخرى.

- لتجنب المشاكل المرتبطة بزيادة عنصر الفسفور فإن مياه الريّ يجب أن لا يزيد محتواها من الفسفور عن 30 مليغرام /لتر (حسب مواصفة نوعية مياه الريّ الأردنية)
- أغلب المحاصيل لا تتأثر سلباً بزيادة تركيز النيتروجين الا اذا زادت عن 30 مليغرام/ لتر.
- إن ارتفاع تركيز النيتروجين في مياه الريّ عن 5 مليغرام/ لتر يعني امكانية تأثر بعض المحاصيل التي يُعرف عنها بأنها حساسة لزيادة النيتروجين. من هذه المحاصيل الحساسة محصولي الشمندر والعنب.
- يستجيب العنب لزيادة النيتروجين باستمرار النمو الخضريّ على حساب الإنتاج مما يؤدي الى تأخر في نضج الثمار وتدني الإنتاجية ومحتوى السكر في الثمار.
- مختبرات سلطة وادي الأردن تصدر نشرة شهريّة تتضمن تحليلاً لمياه الريّ وبعض التوصيات المفيدة للمزارعين.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

6. التلوث بالعناصر الثقيلة

- تلوث مياه الريّ بالعناصر الثقيلة من المشاكل المرتبطة غالباً بالصناعة (شائعة في الدول الصناعية).
- تركيز العناصر الثقيلة في مياه سد الملك طلال أقل بكثير من الحدود المسموح بها. الجدول 11 يوضح تراكيز هذه العناصر في مياه سد الملك طلال.

جدول 11. تركيز بعض العناصر الثقيلة في سد الملك طلال ومقارنتها بالحدود المسموح بها.

العنصر	التركيز في مياه سد الملك طلال (ملغم/ لتر)	الحد المسموح به
Cd	0.005	0.01
Cu	0.01	0.2
Pb	0.01	5

المصدر: الخطة الوطنية لنظام رصد وإدارة المخاطر المرتبطة بالاستخدام الآمن للمياه المعالجة.

- الترب في وادي الأردن قاعدية ولهذا فإنها غير ملائمة لامتصاص العناصر الثقيلة من قبل النبات.
- المبالغة في استخدام الأسمدة ذات الأثر الحمضي وبعض محسنات التربة كالأحماض والأحماض العضوية والزبل العضوي ؛ جميعها تجعل العناصر الثقيلة أكثر يسراً للامتصاص من قبل النبات.
- تُصنف العناصر الثقيلة الى أربع مجاميع حسب ذائبيتها في التربة والسمية على النبات وخطورتها في السلسلة الغذائية. **الجدول 12 يوضح هذه المجاميع الأربع.**

جدول 12. مجاميع العناصر الثقيلة حسب ذائبيتها في التربة وسميتها للنبات وخطورتها في السلسلة الغذائية.

المجموعة	العنصر	الذائبية في التربة	السميَة النباتية	الخطورة في السلسلة الغذائية
1	Ag, Cr, Sn, Ti, Y, Zr	قليلة الذائبية (مرتبطة بقوة بحبيبات التربة)	قليلة	قليلة - لا يمتصها النبات
2	As, Hg, Pb	ترتبط بقوة بحبيبات التربة	قد يمتصها النبات لكن لا ينقلها من الجذور الى الأوراق	قليلة الخطورة
3	B, Cu, Mn, Mo, Ni, Zn	قابلة للذوبان الى حد ما	تُمتص من قبل النبات	خطورتها محدودة
4	Cd, Co, Mo, Se	أكثر المجاميع ذائبية	ليست خطرة على النبات	يمكن تركزها في السلسلة الغذائية

المصدر: الخطة الوطنية لنظام رصد وإدارة المخاطر المرتبطة بالاستخدام الآمن للمياه المعالجة.

7. المواد العالقة

- تكون هذه المواد في أغلبها مواد عضوية تتسبب في انسداد النقاطات وبالتالي تقصير عمر شبكة الريّ.
- يجب أن لا يزيد تركيز المواد العالقة في مياه الريّ عن 100 مليغرام/لتر.
- انسداد النقاطات في شبكة الريّ يعني خفض كفاءة الريّ (بسبب عدم انتظام توزيع المياه) وهذا يجعل عملية غسل أملاح التربة أكثر صعوبة إن لم يكن مستحيلاً.
- من المهم في حالة نظام الريّ بالتنقيط تركيب نظام من الفلاتر لتجنيب الشبكة مشاكل التلف والانسداد الجزئي أو الكلي الناجمين عن هذه المواد العالقة.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

العوامل التي لا بد من أخذها بعين الاعتبار عند الحكم على المياه ذات النوعية المتدنية ومدى ملاءمتها للاستخدام لغايات الريّ

من الممكن استخدام المياه حتى وإن كانت ذات نوعية متدنية في الريّ وبنجاح طالما توفرت حزمة من العوامل التي من شأنها تخفيف حدة تأثير أي معايير سلبية تتصف بها هذه المياه. هذه العوامل يمكن إجمالها كما يلي:

1. محتوى الجبص الزراعي

- عند احتواء المياه على تراكيز عالية من الكالسيوم والكبريتات فإن جزءاً من هذين الأيونين من شأنهما أن يتحدا في التربة ليشكلا ما يُعرف بالجبص الزراعي (كبريتات الكالسيوم). النتيجة المباشرة لذلك أن كمية الأملاح الذائبة ستنخفض وبالتالي سيصبح تأثير الملوحة أقل بما يسمح باستخدام هذه النوعية من المياه في الريّ.
- مياه الريّ ذات المحتوى العالي نسبياً من الصوديوم (SAR عالي) من الممكن استخدامها اذا كان محتوى الجبص في التربة عالٍ أو في حال إضافة الجبص الى التربة.
- تتراوح قيمة SAR في المياه المعالجة ما بين 4 - 5.2 (تقرير الجمعية العلمية الملكية - 2010).

2. خصائص التربة

- تأثير الصوديوم يعتمد على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وخاصة محتوى الطين فيها. على عكس الترب الطينية فإن الترب الرملية لا تميل الى تراكم الأملاح أو الصوديوم فيها.
- يكون تأثير المياه ذات النوعية المتدنية نسبياً كالمياه المعالجة في حده الأدنى عند استخدامها في ريّ الترب ذات معدل الرشح العالي كما في الترب الرملية.

3. عمق الماء الأرضي

- يمكن استخدام المياه ذات النوعية المتدنية نسبياً في الريّ طالما أن مستوى الماء الأرضي يكـون على عمـق 3.5 م أو أكثر والسبب في ذلك:

أ. ان هذا العمق يسمح للمياه الفائضة عن السعة الحقلية بالتحرك بحريّة أسفل منطقة النطاق الجذريّ و هذا يعطي المزارع إمكانية اللجوء الى إضافة كمية من المياه بهدف غسل الأملاح في التربة باعتبارها أحد الطرق الفعّالة في إدارة مشاكل الملوحة على مستوى المزرعة.

ب. يُعتبر هذا العمق كافياً لتفادي إمكانية ارتفاع مستوى الماء الأرضي وما فيه من الأملاح باتجاه منطقة النطاق الجذريّ.

4. الأمطار الفعلية الساقطة

- إن معدل سقوط الأمطار العالي يخفف من التأثيرات السلبية لاستخدام المياه ذات النوعية المتدنية في الريّ. ناهيك عن أن هذه الأمطار من شأنها أيضاً غسل ما تراكم من الأملاح في التربة خلال الموسم الزراعي السابق.

لحسن الحظ فإن الحدود العليا من محتوى البورون والصوديوم والكلور وكذلك قيم SAR في المياه المعالجة في الأردن ترتفع نسبياً في فصل الشتاء (نظراً لتركيز المنظفات المنزلية في المياه خلال موسم الشتاء) حينما تكون كميات الريّ أصلاً في أقل مستوياتها. في حين ينخفض تركيز هذه العناصر في أشهر الصيف (بسبب زيادة استخدام المياه على المستوى المنزلي خلال أشهر الصيف مما يؤدي الى انخفاض تركيز المنظفات في مياه الصرف الصحي) عندما تزداد الحاجة للريّ على مستوى المزرعة.

5. نوع المحصول ومدى تحمله للملوحة

- إن التباين في حساسية المحاصيل للأملاح ومدى تحملها الواسع للملوحة يسمح بانتقاء المحاصيل الملائمة لنوعية مياه الريّ المستخدمة.

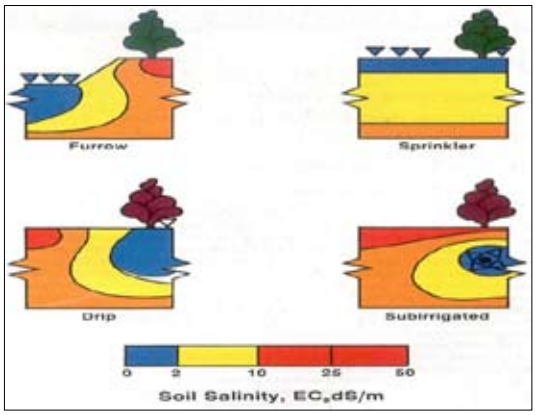
6. الإدارة الحقلية

- يمكن تخفيف حدة الملوحـــة من خلال حزمـــة من الممارسات الزراعية القابلة للتطبيق.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

طرق إدارة الملوحة على مستوى المزرعة

- الإدارة الحكيمة لمشاكل الملوحة المرتبطة باستخدام المياه المعالجة حاجة ملحة من أجل زراعة مستدامة في وادي الأردن.
- مصادر الملوحة متعددة فقد تنشأ عن مياه الريّ أو التربة نفسها أو الزبل البلدي العضوي أو المبالغة في استخدام الأسمدة الكيميائية.



توزيع الاملاح في التربة حسب نظام الريّ المستخدم

الممارسات الحقلية في مجابهة مشاكل الملوحة

- على الرغم من أنه لا يوجد ممارسة حقلية منفردة فعّالة في حل المشكلة إلاّ أن تكامل هذه الممارسات معاً كحزمة واحدة تعطي نتائج فعّالة ومرضية. ويمكن تلخيص أهم هذه الممارسات فيما يلي:

1. اختيار المحصول:

- المحاصيل متباينة في درجة تحملها للملوحة.
- يمكن لبعض المحاصيل أن تنتج غلالاً أكثر من غيرها في الترب المالحة - لهذا فإن الإدارة الحقلية للملوحة تبدأ في اختيار المحصول المناسب لمقياس الملوحة الموجودة.

◄ تذكر أن مستويات الملوحة المختلفة وتأثيرها على إنتاجية المحاصيل متوفرة في جداول تم إعدادها من قِبَل منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO).

2. الحراثة وتحضير مساطب الزراعة:

- نتيجة الحراثة العميقة فإن الأملاح المتراكمة في الأعماق السفلى من التربة يتم إعادة جلبها من جديد الى سطح التربة.
- كلما كانت كمية الأملاح في الطبقة السطحية من التربة أكثر كلما زادت كمية المياه المطلوبة لغسلها وإعادتها من جديد الى الأعماق السفلى بعيداً عن طبقة النطاق الجذريّ. كمية المياه هذه قد يتعذر توفرها أحياناً بسبب ظروف شح المياه.
- يلجأ بعض المزارعين أحياناً بسبب ضيق الوقت الى إعادة زراعة حقولهم مباشرة على مساطب سبق وأن كانت مزروعة وعلى ذات الملش دون حراثة. إن هذه الممارسة أثبتت نجاعتها إذ يجني المزارع إنتاجاً أفضل مما عليه في حالة الزراعة على أرض محروثة. هذا يثبت دور الحراثة في إعادة جلب الأملاح الى سطح التربة.
- إن مجرد رفع مساطب الزراعة من 10 - 15 سم يفيد كثيراً في عملية غسل الأملاح.

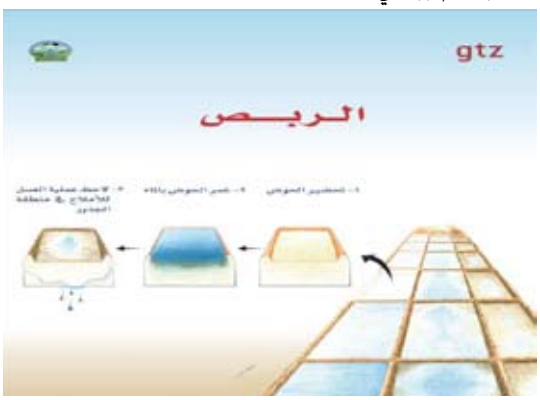
3. توقيت الزراعة:

- ان الإجهاد الملحي على النبات يتفاقم تأثيره بشكل كبير مع ارتفاع حرارة الجو وخاصة في المراحل الأولى من عمر النبات (مرحلة الأشتال).
- ان تجنب الزراعة خلال الأيام الحارة يؤدي بدوره الى تجنيب الأشتال حدة تأثير الملوحة التي تصل ذروتها في مثل هذه الأيام. وهذا الإجراء قد يستدعي تأجيل موعد الزراعة عدة أيام أو بضع أسابيع.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

4. الرَيْص:

- يعتمد نجاح الموسم الزراعي وخاصة في حال الزراعات المحمية (البيوت البلاستيكية) بالدرجة الأولى على كفاءة هذه العملية التي تسبق الزراعة. حيث ان الهدف من عملية الرَيْص هو غسل التربة من الأملاح المتراكمة من الموسم السابق و تهيئة تربة مناسبة لبداية ناجحة لنمو الأشتال في موسم زراعي جديد.



- ان كفاءة غسل الأملاح يعتمد على التقارب الزمني بين عمليات إضافة الماء الى التربة وعدد تكرارها «كلما كانت إضافة كمية الماء المخصصة للرَيْص تتم على دفعات متتالية كلما كانت كفاءة غسل الأملاح أفضل شريطة ألاَ يتجاوز الفاصل الزمني بين الريّة والأخرى اليومين»

- بالنسبة لطبيعة ترب وادي الأردن فإن المتطلبات المائية للرَيْص الجيد تتراوح ما بين 70 - 80 متر مكعب للبيت البلاستيكي (0.5 دونم). حيث يمكن إضافتها على ثلاث دفعات بحيث يتم إضافة نصف الكمية (أي 30 - 40 متر مكعب) في الدفعة الأولى في حين يضاف النصف الثاني على دفعتين شريطة أن لا تتعدى الفترة الفاصلة بين الريّة والأخرى للريّات الثلاث عن يومين.

- نظـــراً لاستخـــدام المـــزارعين حـــوالي 13 انبـــوب ريّ (بربيش) في البيت البلاستيكي أثناء عملية الرَيْص ولأن معدل تدفق النقاطة في حدود 3 لتر/ســـــاعة فهذا يعني أن المزارع يحتاج الى مدة زمنية تتراوح ما بين 12 - 14 ساعة ريّ للرمية الواحدة من أجل إتمام عملية الرَيْص.

5. جدولة الريّ – الريّ المُتقارب بفاصل زمني قصير:

- تكون تراكيز الأملاح في التربة في أدنى مستوياتها بعد الريّ وفي أعلاها مباشرة قبيل الريّة التالية.

- في حال تعرض النبات للإجهاد المائي فإن ذلك يضاعف من تأثير وحدة الإجهاد الملحي على النبات.

- تقليل الفاصل الزمني بين الريّات يحافظ على وَفْر ماء التربة و يُسْره وبالتالي تقليل الإجهاد المائي على النبات.

- اعتماد الريّ المتقارب يُبقي رطوبة التربة على مستوى ثابت بحيث يُبقي أملاح التربة ذائبة باستمرار مما يسهّل غسل هذه الأملاح خلال الريّات المتلاحقة التالية.

6. أنظمة الريّ:

- تُوَفّر أنظمة الريّ بالتنقيط مرونة أكبر من أنظمة الريّ السطحي في جدولة الريّ.

- تحت أنظمة الريّ بالتنقيط يمكن إضافة مياه الريّ على مرات متقاربة. إن التعويض شبه اليومي للتربة لما تفقده من ماء يبقي رطوبة التربة دائماً قريبة من مستوى السعة الحقلية تقريبا وهو المستوى الذي تكون التربة عنده في أوج وفرها من الماء ويُسْر امتصاصه بواسطة النبات.

- ملوحة التربة قرب المنقطات تكون خفيفة نسبياً لذا فإن الزراعة قرب المنقطات يساعد في تجنيب النباتات خطر الملوحة العالية. وفي حال الزراعة المزدوجة على المصطبة الواحدة يُفضل استعمال خطين من أنابيب التنقيط لهذا الغرض.

- نظام الريّ بالتنقيط يسمح باستخدام الملش الذي يساعد في تخفيف حدة الملوحة ناهيك عن كونه أحد حواجز الخفض الجرثومي في المزرعة.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

7. الريّ بعد المطر الخفيف:

- يلجأ العديد من مزارعي وادي الأردن لريّ حقولهم (الحقول المفتوحة) مباشرة بعد تساقط الأمطار الخفيفة. هذه الممارسة تهدف الى اعتراض الأملاح المتجهة الى منطقة النطاق الجذريّ في مساطب الزراعة تحت خطوط الملش.
- إن معدل هطول الأمطار العالي في الأغوار الشمالية يوفر غسلاً كافياً لبساتين الحمضيات والحقول المفتوحة.

8. غسل الأملاح أثناء الموسم – معامل الغسيل:

- مع كل عملية ريّ لا بد من إضافة كمية إضافية من الماء مخصصة لغسل الأملاح. وللحصول على نتائج فعّالة في عملية الغسيل هذه لابد من اعتماد الريّ المتقارب شبه اليومي.
- يمكن حساب معامل الغسيل
(Leaching fraction - LF)
الجزء الإضافي من الماء المضاف لغسل الأملاح من التربة كما يلي:

1) تحت أنظمة الريّ السطحي

$$LF = \frac{ECiw}{5ECe - ECiw}$$

حيث:
ECiw : ملوحة مياه الريّ بوحدة ديسيسيمنز/ م
ECe :ملوحة التربة عند انتاج 100% بوحدة ديسيسيمنز/م

2) تحت أنظمة الريّ بالتنقيط

$$LF = \frac{ECiw}{2(maximumECe)}$$

حيث:
ECiw : ملوحة مياه الريّ بوحدة ديسيسيمنز/ م
maximumECe : ملوحة التربة عند انتاج صفر بوحدة ديسيسيمنز/ م

◄ **لاحظ أن ملوحة التربة في كلا المعادلتين هي معدل ملوحة مستخلص التربة الذي يمكن تحملهما من قِبل النبات.**
حسب منظمة الزراعة والأغذية الدولية (FAO - 1985) - ان النبات في الترب ذات المحتوى العالي من الجبص يستطيع تحمل مستوى ملوحة أعلى بمقدار وحدتين إضافيتين (2 ديسيسيمنز/ م). بناءاً عليه : يوصى في حالة وادي الأردن بإضافة 2 ديسيسيمنز/ م الى معدلي ملوحة التربة المذكورين في المعادلتين السابقتين بسبب محتوى الجبص العالي نسبياً (3 - 5 %) في معظم ترب وادي الأردن.

◄ **تمرين - 1:**

مزارع يروي مزرعته بمياه ملوحتها 1600 ملغم/ لتر. كم يلزمه من المياه الإضافية لغسل الأملاح أثناء الريّ على طول الموسم اذا علمت أن:
المحصول - فاصولياء
نوع الزراعة - مكشوف
نظام الريّ - تنقيط
احتياجات المحصول المائية = 200 ملم
ملوحة التربة التي عندها لا يتأثر منها إنتاج محصول الفاصولياء = 1 ديسيسيمنز/ م.
ملوحة التربة التي يصبح عندها الإنتاج صفر = 6.3 ديسيسيمنز/ م.

◄ **الإجابة:**

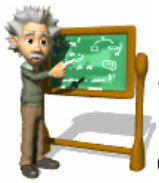
بما أن الملوحة بوحدة ملغم/ لتر - لابد من تحويلها الى وحدة الديسيسيمنز/م.
1600 ملغم/لتر تكافيء 2.5 ديسيسيمنز/م
معامل الغسيل (Leaching Fraction) تحت أنظمة الريّ بالتنقيط
=ملوحة مياه الريّ÷(2×ملوحة مياه الريّ عند انتاج صفر)
= 2.5 ÷ (2 × 6.3) = 2.5 ÷ (12.6) = 0.198 = 0.2
كمية مياه الريّ الكلية التي على المزارع إضافتها = الاحتياجات المائية للمحصول ÷ (1 - معامل الغسيل)
= 200 ÷ (1 - 0.2) = 200 ÷ (0.8) = 250 ملم

◄ **تمرين - 2:**

مزارع يروي مزرعته بمياه ملوحتها 1600 ملغم/ لتر. كم يلزمه من المياه الإضافية لغسل الأملاح أثناء الريّ على طول الموسم اذا علمت أن:
المحصول - حمضيات
نظام الريّ - سطحي
احتياجات المحصول المائية = 1000 ملم
ملوحة التربة التي عندها لا يتأثر منها إنتاج محصول الحمضيات = 1.7 ديسيسيمنز/ م.
ملوحة التربة التي يصبح عندها الإنتاج صفر = 8 ديسيسيمنز/ م.

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

◁ **الإجابة:**



بما أن الملوحة بوحدة ملغم/ لتر - لابد من تحويلها الى وحدة الديسيسيمنز/م
1600 ملغم/لتر تكافيء 2.5 ديسيسيمنز/م

معامل الغسيل (Leaching Fraction) تحت أنظمة الريّ السطحي

= ملوحة مياه الريّ ÷ (5 × ملوحة مياه الريّ عند إنتاج 100%) - ملوحة مياه الريّ)
= 2.5 ÷ (5 × 1.7) - (2.5 = 2.5 ÷ (6) = 0.417 = 0.42
كمية مياه الريّ الكلية التي على المزارع إضافتها
= الاحتياجات المائية للمحصول ÷ (1 - معامل الغسيل)
= 1000 ÷ (1 - 0.42) = 1000 ÷ (0.58) = 1724 ملم

9. استخدام الملش:

- الملش يُبقي رطوبة التربة عند مستوى معقول بسبب تقليله عملية التبخر. هذا ينطوي على عدة فوائد من شأنها تخفيف حدة أثر الملوحة:
  1. إجهاد ملحي أقل.
  2. تركيز أقل للأملاح.
  3. غسل أفضل للأملاح.

10. الريّ التبادلي:

- بمجرد خلط المياه ذات النوعية المتدنية بأخرى ذات نوعية أفضل يمكننا تقليل أثر الملوحة. هذا الخلط لن يقلل مجموع الأملاح المحمّلة ولكن سيسمح بتوفير حجم أكبر من المياه القابلة للاستخدام من خلال عملية التخفيف (Dilution).

- على الرغم من إمكانية خلط المياه من مصادر مختلفة واستخدام المياه المخلوطة في الريّ إلاّ أن التناوب في الريّ بمياه هذه المصادر المتوفرة (دون خلطها) من شأنه أن يعطي نتائج أكثر فعالية في إدارة مشكلة الملوحة.

- تحديد نسب المياه (حصص المياه) من كلا المصدرين المائيين المتوفرين يعتمد على ملوحة المياه المرغوب الوصول اليها. المعادلة التالية تستخدم لهذه الغاية:

محصلة ملوحة المياه = (ملوحة مياه المصدر الأول x الجزء المستخدم من مياهه) + (ملوحة مياه المصدر الثاني x الجزء المستخدم من مياهه)

◄ **تمرين - 1:**

مزارع لديه مصدرين من مياه الريّ - يتطلع الى زيادة كمية المياه التي يمكنه استخدامها في ريّ محاصيله سعياً منه لمجابهة النقص الحاد في المياه. بينما ملوحة مياه المصدرين تبلغ 2 و 7 ديسيسيمنز/ م فإن الملوحة المناسبة التي يقبل بها حوالي 3 ديسيسيمنز/ م. ما نسب الخلط التي توصيه فيها من كلا المصدرين؟

◁ **الإجابة:**

ملوحة مياه كلا المصدرين س و ص بوحدة الديسيسيمنز/ م هي على التوالي 7 و 2
الملوحة التي يرغب المزارع الحصول عليها بوحدة الديسيسيمنز/ م هي 3
لأن مجموع جزئي الخليط = 1

س + ص = 1 أي أن ص = 1 - س
3 = 7 س + 2 ص
3 = 7 س + 2 (1 - س)
3 = 7 س + 2 - 2 س
1 = 5 س
س = 0.2
ص = 0.8
إذن ينبغي على المزارع أن يستخدم 20 % من المصدر عالي الملوحة و 80 % من المصدر المنخفض الملوحة - أي بمعدل حجمي 1: 4

◄ **تمرين 2:**

اذا أصر المزارع في المثال السابق على خلط مياه المصدرين بمعدل 1:1 ، ما هي ملوحة الخليط الناتج؟

4 | معايير جودة مياه الريّ و إدارة الملوحة «من أجل إدارة حكيمة لمياه الريّ»

◁ **الإجابة:**

ملوحة مياه كلا المصدرين س و ص بوحدة الديسيسيمنز/ م هي على التوالي 7 و 2 و لأن مجموع جزئي الخليط = 1 و معدل الخلط الذي يرغب به المزارع 1 : 1 فإن الخلط سيكون كما يلي: 0.5 الحجم من المصـــدر الأول و 0.5 الحجم الآخـــــر من المصـــدر الثاني

ملوحة مياه الخليط = (ملوحة المصدر الأول × حجمه) + (ملوحة المصدر الثاني × حجمه)

ملوحة مياه الخليط = (7 × 0.5) + (2 × 0.5)

ملوحة مياه الخليط = (3.5) + (1) = 4.5 ديسيسيمنز/ م

11. المحسنات العضوية للتربة (الزبل البلدي):

- على الرغم من أن الزبل البلدي يحتوي على كميات من الأملاح إلا أنه يساعد في تحسين صفات التربة الكيميائية والفيزيائية والتي من شأنها جميعاً الإسهام في تخفيف خطر الملوحة في نهاية الأمر من خلال:

1. تحسين قوام التربة وبالتالي تحسين رشحها للماء
2. تحسين كفاءة غسل التربة من الأملاح.
3. تحسين قـدرة التربـة في احتفـاظهـا للرطوبـــة (Water Holding Capacity) وهذا يعني زيادة وَفْر الماء في التربة ويُسْر امتصاصه بواسطة النبات.

- للزبل العضوي فوائد أخرى كثيرة أهمها:

1. تقليل قاعدية التربة وتحرير العناصر الصغرى ليصبح من اليسير على النبات امتصاصهـــا.
2. مصدر مهم للعناصر الغذائيـــــة.

12. تجنب المبالغة باستخدام الأسمدة الكيماوية:

- تُعد الأسمدة الكيماوية التي يعمد المزارعون الى إضافتها الى التربة بهدف زيادة الإنتاج الزراعي أحد مصادر الأملاح. لذا فإن المبالغة في إضافتها يساهم في تملح التربة ولا سيما في ظل ظروف الندرة المائية التي لا تسمح أحياناً بالقيام بغسل التربة من الأملاح.
- في وادي الأردن تؤكد جميع فحوص التربة بما لا يترك مجالاً للشك أن الترب غنية جداً بعنصريّ الفسفور والبوتاسيوم لكنها فقيرة بالنيتروجين. كما أن المياه المعالجة تحتوي على كميات معتبرة من العناصر الغذائية المختلفة التي يحتاجها النبات.

- لتجنب الإفراط في كميات الأسمدة المستخدمة فلا بد من الأخذ بعين الاعتبار كميات الأسمدة المتوفرة للنبات في التربة ومياه الريّ وما يتطلبه المحصول فعلياً من هذه الكميات.

- توفر كل من مياه الريّ والتربة في وادي الأردن ما لا يقل عن 60 % من احتياجات المحصول السمادية الكلية.

ملحقات و مراجع

5 | ملحقات و مراجع

ملحق 1:

الحدود العليا لتراكيز العناصر النادرة التي يسمح بوجودها في مياه الريّ (المصدر: منظمة الصحة العالمية (WHO))

العنصر	الألمنيوم (Al)	الزرنيخ (As)	بيريليوم (Be)	كادميوم (Cd)	الكوبلت (Co)	كروم (Cr)	النحاس (Cu)	الفلوريد (F)	الحديد (Fe)	الليثيوم (Li)	المنغنيز(Mn)	موليبدينيوم (Mo)	النيكل (Ni)	الرصاص (Pb)	السيلينيوم (Se)	الفاناديوم (V)	الخارصين (Zn)
أعلى حد مسموح به (ملغم/لتر)	5	0.1	0.1	0.01	0.05	0.1	0.2	1	5	2.5	0.2	0.01	0.2	5	0.02	0.1	2

ملحق 2: تأثير مستويات مختلفة من الملوحة على انتاجية المحاصيل المختلفة (المصدر: منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO))

CROP TOLERANCE AND YIELD POTENTIAL OF SELECTED CROPS AS INFLUENCED BY IRRIGATION WATER SALINITY (ECw) OR SOIL SALINITY (ECe)[1] YIELD POTENTIAL[2]										
FIELD CROPS	%100		%90		%75		%50		%0 "maximum3"	
	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w
Barley *Hordeum vulgare* [4]	8.0	5.3	10	6.7	13	8.7	18	12	28	19
Cotton *Gossypium hirsutum*	7.7	5.1	9.6	6.4	13	8.4	17	12	27	18
Sugarbeet *Beta vulgaris* [5]	7.0	4.7	8.7	5.8	11	7.5	15	10	24	16
Sorghum *Sorghum bicolor*	6.8	4.5	7.4	5.0	8.4	5.6	9.9	6.7	13	8.7
Wheat *Triticum aestivum* [4,6]	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13	8.7	20	13
Wheat, durum *Triticum turgidum*	5.7	3.8	7.6	5.0	10	6.9	15	10	24	16
Soybean *Glycine max*	5.0	3.3	5.5	3.7	6.3	4.2	7.5	5.0	10	6.7
Cowpea *Vigna unguiculata*	4.9	3.3	5.7	3.8	7.0	4.7	9.1	6.0	13	8.8
Groundnut (Peanut) *Arachis hypogaea*	3.2	2.1	3.5	2.4	4.1	2.7	4.9	3.3	6.6	4.4
Rice (paddy) *Oriza sativa*	3.0	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8	11	7.6
Sugarcane *Saccharum officinarum*	1.7	1.1	3.4	2.3	5.9	4.0	10	6.8	19	12
Corn (maize) *Zea mays*	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Flax *Linum usitatissimum*	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Broadbean *Vicia faba*	1.5	1.1	2.6	1.8	4.2	2.0	6.8	4.5	12	8.0
Bean *Phaseolus vulgaris*	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
VEGETABLE CROPS										
Squash, zucchini (courgette) *Cucurbita pepo melopepo*	4.7	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10	6.7	15	10
Beet, red *Beta vulgaris* [5]	4.0	2.7	5.1	3.4	6.8	4.5	9.6	6.4	15	10
Squash, scallop *Cucurbita pepo melopepo*	3.2	2.1	3.8	2.6	4.8	3.2	6.3	4.2	9.4	6.3
Broccoli *Brassica oleracea botrytis*	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	14	9.1
Tomato *Lycopersicon esculentum*	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13	8.4
Cucumber *Cucumis sativus*	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10	6.8
Spinach *Spinacia oleracea*	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15	10

5 | ملحقات و مراجع

تابع ملحق 2:

Celery *Apium graveolens*	1.8	1.2	3.4	2.3	5.8	3.9	9.9	6.6	18	12
Cabbage *Brassica oleracea capitata*	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12	8.1
Potato *Solanum tuberosum*	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Corn, sweet (maize) *Zea mays*	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Sweet potato *Ipomoea batatas*	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	11	7.1
Pepper *Capsicum annuum*	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.6	5.8
Lettuce *Lactuca sativa*	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.1	3.4	9.0	6.0
Radish *Raphanus sativus*	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.0	3.4	8.9	5.9
Onion *Allium cepa*	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	7.4	5.0
Carrot *Daucus carota*	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.0	8.1	5.4
Bean *Phaseolus vulgaris*	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
Turnip *Brassica rapa*	0.9	0.6	2.0	1.3	3.7	2.5	6.5	4.3	12	8.0
Wheatgrass, tall *Agropyron elongatum*	7.5	5.0	9.9	6.6	13	9.0	19	13	31	21
Wheatgrass, fairway crested *Agropyron cristatum*	7.5	5.0	9.0	6.0	11	7.4	15	9.8	22	15
Bermuda grass *Cynodon dactylon* [7]	6.9	4.6	8.5	5.6	11	7.2	15	9.8	23	15
Barley (forage) *Hordeum vulgare* [4]	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.4	13	8.7	20	13
Ryegrass, perennial *Lolium perenne*	5.6	3.7	6.9	4.6	8.9	5.9	12	8.1	19	13
Trefoil, narrowleaf birdsfoot[8] *Lotus corniculatus tenuifolium*	5.0	3.3	6.0	4.0	7.5	5.0	10	6.7	15	10
Harding grass Phalaris *tuberose*	4.6	3.1	5.9	3.9	7.9	5.3	11	7.4	18	12
Fescue, tall *Festuca elatior*	3.9	2.6	5.5	3.6	7.8	5.2	12	7.8	20	13
Wheatgrass, standard crested *Agropyron sibiricum*	3.5	2.3	6.0	4.0	9.8	6.5	16	11	28	19
Vetch, common *Vicia angustifolia*	3.0	2.0	3.9	2.6	5.3	3.5	7.6	5.0	12	8.1
Sudan grass *Sorghum sudanense*	2.8	1.9	5.1	3.4	8.6	5.7	14	9.6	26	17
Wildrye, beardless *Elymus triticoides*	2.7	1.8	4.4	2.9	6.9	4.6	11	7.4	19	13
Cowpea (forage) *Vigna unguiculata*	2.5	1.7	3.4	2.3	4.8	3.2	7.1	4.8	12	7.8
Trefoil, big *Lotus uliginosus*	2.3	1.5	2.8	1.9	3.6	2.4	4.9	3.3	7.6	5.0
Sesbania *Sesbania exaltata*	2.3	1.5	3.7	2.5	5.9	3.9	9.4	6.3	17	11
Sphaerophysa *Sphaerophysa salsula*	2.2	1.5	3.6	2.4	5.8	3.8	9.3	6.2	16	11
Alfalfa *Medicago sativa*	2.0	1.3	3.4	2.2	5.4	3.6	8.8	5.9	16	10
Lovegrass *Eragrostis sp* [9]	2.0	1.3	3.2	2.1	5.0	3.3	8.0	5.3	14	9.3

تابع ملحق 2:

Corn (forage) (maize) *Zea mays*	1.8	1.2	3.2	2.1	5.2	3.5	8.6	5.7	15	10
Clover, berseem *Trifolium alexandrinum*	1.5	1.0	3.2	2.2	5.9	3.9	10	6.8	19	13
Orchard grass *Dactylis glomerata*	1.5	1.0	3.1	2.1	5.5	3.7	9.6	6.4	18	12
Foxtail, meadow *Alopecurus pratensis*	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12	7.9
Clover, red *Trifolium pretense*	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Clover, alsike *Trifolium hybridum*	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Clover, ladino *Trifolium repens*	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Clover, strawberry *Trifolium fragiferum*	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
FRUIT CROPS[10]										
Date palm *phoenix dactylifera*	4.0	2.7	6.8	4.5	11	7.3	18	12	32	21
Grapefruit *Citrus paradise* [11]	1.8	1.2	2.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0	5.4
Orange *Citrus sinensis*	1.7	1.1	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0	5.3
Peach *Prunus persica*	1.7	1.1	2.2	1.5	2.9	1.9	4.1	2.7	6.5	4.3
Apricot *Prunus armeniaca* [11]	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	5.8	3.8
Grape *Vitus sp* [11]	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12	7.9
Almond *Prunus dulcis* [11]	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.8	6.8	4.5
Plum, prune *Prunus domestica* [11]	1.5	1.0	2.1	1.4	2.9	1.9	4.3	2.9	7.1	4.7
Blackberry *Rubus sp*	1.5	1.0	2.0	1.3	2.6	1.8	3.8	2.5	6.0	4.0
Boysenberry *Rubus ursinus*	1.5	1.0	2.0	1.3	2.6	1.8	3.8	2.5	6.0	4.0
Strawberry *Fragaria sp*	1.0	0.7	1.3	0.9	1.8	1.2	2.5	1.7	4	2.7

[1] Adapted from Maas and Hoffman (1977) and Maas (1984). These data should only serve as a guide to relative tolerances among crops. Absolute tolerances vary depending upon climate, soil conditions and cultural practices. In gypsiferous soils, plants will tolerate about 2 dS/m higher soil salinity (ECe) than indicated but the water salinity (ECw) will remain the same as shown in this table.

[2] ECe means average root zone salinity as measured by electrical conductivity of the saturation extract of the soil, reported in deciSiemens per metre (dS/m) at 25°C. ECw means electrical conductivity of the irrigation water in deciSiemens per metre (dS/m). The relationship between soil salinity and water salinity (ECe = 1.5 ECw) assumes a 15–20 percent leaching fraction and a 40-30-20-10 percent water use pattern for the upper to lower quarters of the root zone. These assumptions were used in developing the guidelines in Table 1.

[3] The zero yield potential or maximum ECe indicates the theoretical soil salinity (ECe) atwhich crop growth ceases.

[4] Barley and wheat are less tolerant during germination and seeding stage; ECe should not exceed 4–5 dS/m in the upper soil during this period.

[5] Beets are more sensitive during germination; ECe should not exceed 3 dS/m in the seeding area for garden beets and sugar beets.

[6] Semi-dwarf, short cultivars may be less tolerant.

[7] Tolerance given is an average of several varieties; Suwannee and Coastal Bermuda grass are about 20 percent more tolerant, while Common and Greenfield Bermuda grass are about 20percent less tolerant.

[8] Broadleaf Birdsfoot Trefoil seems less tolerant than Narrowleaf Birdsfoot Trefoil.

[9] Tolerance given is an average for Boer, Wilman, Sand and Weeping Lovegrass; Lehman Lovegrass seems about 50 percent more tolerant.

[10] These data are applicable when rootstocks are used that do not accumulate Na^+ and Cl^- rapidly or when these ions do not predominate in the soil. If either ions do, refer to the toxicity discussion in Section 4.

[11] Tolerance evaluation is based on tree growth and not on yield

ملحق 3: مستوى تحمل بعض المحاصيل للكلور (المصدر: منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO))

CHLORIDE TOLERANCE OF SOME FRUIT CROP CULTIVARS AND ROOTSTOCKS[1]			
Crop	Rootstock or Cultivar	Maximum Permissible Cl-without Leaf Injury[2]	
		Root Zone (Cl_e) (me/l)	Irrigation Water (Cl_w [3,4]) (me/l)
	Rootstocks		
Avocado (*Persea Americana*)	West Indian	7.5	5.0
	Guatemalan	6.0	4.0
	Mexican	5.0	3.3
Citrus (*Citrus spp.*)	Sunki Mandarin	25.0	16.6
	Grapefruit		
	Cleopatra mandarin		
	Rangpur lime		
	Sampson tangelo	15.0	10.0
	Rough lemon		
	Sour orange		
	Ponkan mandarin		
	Citrumelo 4475	10.0	6.7
	Trifoliate orange		
	Cuban shaddock		
	Calamondin		
	Sweet orange		
	Savage citrange		
	Rusk citrange		
	Troyer citrange		
Grape (*Vitis spp*).	Salt Creek, 1613-3	40.0	27.0
	Dog Ridge	30.0	20.0
Stone Fruits (*Prunus spp*)	Marianna	25.0	17.0
	Lovell, Shalil	10.0	6.7
	Yunnan	7.5	5.0
	Cultivars		
Berries (*Rubus spp*)	Boysenberry	10.0	6.7
	Olallie blackberry	10.0	6.7
	Indian Summer Raspberry	5.0	3.3
Grape (*Vitis spp*)	Thompson seedless	20.0	13.3
	Perlette	20.0	13.3
	Cardinal	10.0	6.7
	Black Rose	10.0	6.7
Strawberry (*Fragaria spp*)	Lassen	7.5	5.0
	Shasta	5.0	3.3

[1] Adapted from Maas (1984).

[2] For some crops, the concentration given may exceed the overall salinity tolerance of that crop and cause some reduction in yield in addition to that caused by chloride ion toxicities.

[3] Values given are for the maximum concentration in the irrigation water. The values were derived from saturation extract data (ECe) assuming a 15–20 percent leaching fraction and ECe = 1.5 ECw.

[4] The maximum permissible values apply only to surface irrigated crops. Sprinkler irrigation may cause excessive leaf burn at values far below these.

ملحق 4: تصنيف المحاصيل الى مجاميع حسب تحملها النسبي للبورون (المصدر: منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO))

RELATIVE BORON TOLERANCE OF AGRICULTURAL CROPS [1,2]	
Very Sensitive (0.5< mg/l)	
Lemon	*Citrus limon*
Blackberry	*Rubus spp.*
Sensitive (0.75 – 0.5 mg/l)	
Avocado	*Persea americana*
Grapefruit	*Citrus X paradisi*
Orange	*Citrus sinensis*
Apricot	*Prunus armeniaca*
Peach	*Prunus persica*
Cherry	*Prunus avium*
Plum	*Prunus domestica*
Persimmon	*Diospyros kaki*
Fig, kadota	*Ficus carica*
Grape	*Vitis vinifera*
Walnut	*Juglans regia*
Pecan	*Carya illinoiensis*
Cowpea	*Vigna unguiculata*
Onion	*Allium cepa*
Sensitive (1.0 – 0.75 mg/l)	
Garlic	*Allium sativum*
Sweet potato	*Ipomoea batatas*
Wheat	*Triticum eastivum*
Barley	*Hordeum vulgare*
Sunflower	*Helianthus annuus*
Bean, mung	*Vigna radiata*
Sesame	*Sesamum indicum*
Lupine	*Lupinus hartwegii*
Strawberry	*Fragaria spp.*
Artichoke, Jerusalem	*Helianthus tuberosus*
Bean, kidney	*Phaseolus vulgaris*
Bean, lima	*Phaseolus lunatus*
Groundnut/Peanut	*Arachis hypogaea*

تابع ملحق 4:

Moderately Sensitive (2.0 – 1.0 mg/l)	
Pepper, red	*Capsicum annuum*
Pea	*Pisum sativa*
Carrot	*Daucus carota*
Radish	*Raphanus sativus*
Potato	*Solanum tuberosum*
Cucumber	*Cucumis sativus*
Moderately Tolerant (4.0 – 2.0 mg/l)	
Lettuce	*Lactuca sativa*
Cabbage	*Brassica oleracea capitata*
Celery	*Apium graveolens*
Turnip	*Brassica rapa*
Bluegrass, Kentucky	*Poa pratensis*
Oats	*Avena sativa*
Maize	*Zea mays*
Artichoke	*Cynara scolymus*
Tobacco	*Nicotiana tabacum*
Mustard	*Brassica juncea*
Clover, sweet	*Melilotus indica*
Squash	*Cucurbita pepo*
Muskmelon	*Cucumis melo*
Tolerant (6.0 – 4.0 mg/l)	
Sorghum	*Sorghum bicolor*
Tomato	*Lycopersicon lycopersicum*
Alfalfa	*Medicago sativa*
Vetch, purple	*Vicia benghalensis*
Parsley	*Petroselinum crispum*
Beet, red	*Beta vulgaris*
Sugarbeet	*Beta vulgaris*
Very Tolerant (15.0 – 6.0 mg/l)	
Cotton	*Gossypium hirsutum*
Asparagus	*Asparagus officinalis*

[1] Data taken from Maas (1984).

[2] Maximum concentrations tolerated in soil-water or saturation extract without yield or vegetative growth reductions. Boron tolerances vary depending upon climate, soil
conditions and crop varieties. Maximum concentrations in the irrigation water are approximately equal to these values or slightly less.

5 | ملحقات و مراجع

ملحق 5: ترتيب الأصول الجذريّة للحمضيات واللوزيات حسب تراكم البورون فيها وانتقاله الى الأوراق (المصدر: منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO))

CITRUS AND STONE FRUIT ROOTSTOCKS LISTED IN ORDER OF INCREASING BORON ACCUMULATION AND TRANSPORT TO LEAVES[1]		
Common Name	**Botanical Name**	**Level of Boron accumulation**
Citrus		
Alemow	*Citrus macrophylla*	Low
Gajanimma	*Citrus pennivesiculata or Citrus moi*	
Chinese box orange	*Severinia buxifolia*	
Sour orange	*Citrus aurantium*	
Calamondin	*X Citrofortunella mitis*	
Sweet orange	*Citrus sinensis*	
Yuzu	*Citrus junos*	
Rough lemon	*Citrus limon*	
Grapefruit	*Citrus X paradisi*	
Rangpur lime	*Citrus X limonia*	
Troyer citrange	*X Citroncirus webberi*	
Savage citrange	*X Citroncirus webberi*	
Cleopatra mandarin	*Citrus reticulata*	
Rusk citrange	*X Citroncirus webberi*	
Sunki mandarin	*Citrus reticulata*	
Sweet lemon	*Citrus limon*	
Trifoliate orange	*Poncirus trifoliata*	
Citrumelo 4475	*Poncirus trifoliata X citrus paradisi*	
Ponkan mandarin	*Citrus reticulata*	
Sampson tangelo	*Citrus X tangelo*	
Cuban shaddock	*Citrus maxima*	
Sweet lime	*Citrus aurantiifolia*	High
Stone Fruit		
Almond	*Prunus dulcis*	Low
Myrobalan plum	*Prunus cerasifera*	
Apricot	*Prunus armeniaca*	
Marianna plum	*Prunus domestica*	
Shalil peach	*Prunus persica*	High

[1] Data taken from Maas (1984).

مراجع

Abdel-Jabbar, Sameer. 2006. Guidelines for Reclaimed Water Irrigation in the Jordan Valley.

Abdel-Jabbar, Sameer. 2009. Reuse added value. The German Jordanian Water Programme.

Artur Vallentin. (2003). Guidelines for brackish water irrigation in the Jordan Valley.

Ayers R. S. and Westcot, D. W. (1985) Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage, Paper 29,

Rev 1, FAO, Rome.

Bos R, Carr R, Keraita B. (2010). Assessing and mitigating wastewater-related health risks in low-income countries.

Bouwer, H. (2005). Adverse effects of sewage irrigation on plants, crops, soils, and ground water in V. lazarova and A. Bahri (eds). Water reuse for irrigation: agriculture, landscapes, and turf grass, CRC Press, Boca Raton, FL, PP 235-63.

Carr R, Blumenthal U, Mara D. (2004). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture: Developing realistic guidelines, 2004

FAO. (1992). Wastewater treatment and use in agriculture. M. B. Pescod. FAO Irrigation and Drainage Paper 47, FAO, Rome. 125p.

Jordanian Interdisciplinary Working Group. (2011). Towrds the safe use of treated wastewater. The national plan for risk monitoring and management syetem for the use of treated wastewater upstream and downstream King Talal Reservoir.

Mara D. D. (2008). A Numerical guide to Volume 2 of the guidelines and practical advice on how to transpose them into national standards. World Health Organization. Geneva.

Mara D. D. (2011). Wastewater use in Jordan: Is it safe? A report on a visit o Jordan.

Ministry of Water and Irrigation Annual Report (2009-2010).

Royal Scientific Society (1998-2008). The Annual Reports on Monitoring of Water Resources Quality in the Jordan Valley.

WHO (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume 2: wastewater use in agriculture. Geneva, World Health Organization, 2006.

WHO (2010). Health-based targets. World Health Organization. Geneva.

WHO (2010). Applying the guidelines along the sanitation ladder. World Health Organization. Geneva.

WHO (2010). Options for simple on-farm water treatment in developing countries. World Health Organization. Geneva.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ).

صندوق بريد ٩٢٦٢٣٨، عمان ١١١٩٠، الأردن

ت ٤٣٤٠ ٥٦٩ ٩٦٢ +

خ ٩٣٨١ ٥٥١ ٧٩ ٩٦٢ +

بريد إلكتروني sameer.abdel-jabbar@giz.de

موقع إلكتروني www.giz.de