

**مركز البيان للدراسات والتخطيط**  
Al-Bayan Center for Planning and Studies



## **درجة تحديد خصائص واسباب ملوحة التربة في وسط وجنوب العراق واستراتيجيات الاستصلاح الممكنة**

**اسعد سروار قريشي و عدنان عبد الله الفلاحي**

**تشرين الثاني ٢٠١٥**

**ترجمة وتحرير مركز البيان للدراسات والتخطيط**

# **درجة تحديد خصائص واسباب ملوحة التربة في وسط وجنوب العراق واستراتيجيات الاستصلاح الممكنة**

**اسعد سروار قريشي و عدنان عبد الله الفلاحي**

**ترجمة وتحرير مركز البيان للدراسات والتخطيط**

## عن المركز

مركزُ البيان للدراسات والتخطيط مركزٌ مستقلُّ، غيرُ ربحيٍّ، مقرُّه الرئيس في بغداد. مهمته الرئيسة، تقديم وجهة نظر ذات مصداقية حول قضايا السياسات العامة والخارجية التي تخصّ العراق بشكل خاص ومنطقة الشرق الأوسط بشكل عام. فضلاً عن قضايا أخرى، ويسعى إلى إجراء تحليل مستقلٍّ، وإيجاد حلول عمليةً لعلَّها لقضايا معقدة تهتمُّ الحقلين السياسي والأكاديمي.

حقوق النشر محفوظة © ٢٠١٥

[www.bayancenter.org](http://www.bayancenter.org)

[info@bayancenter.org](mailto:info@bayancenter.org)

# درجة تحديد خصائص واسباب ملوحة التربة في وسط وجنوب العراق واستراتيجيات الاستصلاح الممكنة

اسعد سرور قريشي و عدنان عبد الله الفلاحي \*

## الملخص

ساهمت ممارسات الري الرديئة وعدم وجود منشآت للصرف الصحي إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية مما أدى إلى تملح التربة في المساحات المروية في وسط وجنوب العراق. وقد جردت مشاكل الملوحة إمكانية الإنتاج لما نسبته 70 % من إجمالي المساحة المروية في العراق مع اختفاء ما يصل إلى 30 % تماماً من الإنتاج. هدد هذا الوضع استدامة الزراعة المروية التي تنتج أكثر من 70 % من إجمالي إنتاج الحبوب في العراق. وقد ركزت معظم جهود الاستصلاح في الماضي على تركيب أنظمة الصرف السطحي. وقد استخدمت أساليب الإدارة الأخرى مثل الرش المفرط، والإدارة القائمة على المحاصيل والتعديلات الكيميائية أيضاً على نطاق محدود لزيادة إنتاجية هذه التربة، لكن النجاح كان محدوداً واستمرت مشاكل الملوحة في التزايد. لذلك هناك حاجة ملحة لوضع استراتيجية وطنية لإعادة تأهيل هذه التربة. وينبغي أن تشمل هذه الاستراتيجية إنشاء شبكة رصد فعالة لتسجيل التغيرات المكانية والزمانية في ملوحة التربة ونوعية المياه. وينبغي إيلاء أولوية لإعادة تأهيل شبكات الصرف الصحي الحالية ونصب شبكات صرف صحي جديدة في المناطق التي تحتاجها. إن إشراك المجتمعات في التخطيط لهذه المشاريع أمر ضروري لتشغيل وصيانة هذه المشاريع بشكل مستدام وفعال.

الكلمات الرئيسية: ملوحة التربة، شبكات الصرف الصحي، المياه الجوفية، العراق، إدارة الري.

## 1. مقدمة

المساحة الكلية للأراضي العراقية هي 438.320 كيلومتر مربع، وتتألف من السهل الطمي لبلاد ما بين النهرين - الأراضي الواقعة بين نهر دجلة والفرات (منظمة الأغذية والزراعة، 2012). ويحيط بهذا السهل جبال في الشمال والشرق تصل إلى ارتفاع 3550 متر فوق مستوى سطح البحر، ومناطق صحراوية في الجنوب والغرب، التي تمثل أكثر من 40 % من مساحة الأراضي (الشكل 1). أكثر من 90 % من البلاد هي مساحات قاحلة وشبه قاحلة. الصيف جاف مع درجات حرارة تصل إلى 53 درجة مئوية. الشتاء بارد إلى معتدل، وتصل درجة الحرارة خلال النهار إلى حوالي 16 درجة مئوية وتنخفض ليلاً لتصل إلى 2 درجة مئوية مع احتمال سقوط الصقيع. معدل هطول الأمطار السنوي هو أقل من 250 ملم ولكنه يتراوح من 1200 ملم في الشمال الشرقي إلى أقل من 100 ملم في الجنوب (عباس، 2010).

إجمالي المساحة الجغرافية للعراق هي 45 مليون هكتار، منها 34 مليون هكتار (78 %) ليست صالحة للزراعة في ظل الظروف الراهنة. ووفقاً لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة، يبلغ مجموع المساحة المزروعة في العراق 6 ملايين هكتار (منظمة الأغذية والزراعة، 2012) منها 50 في المئة في شمال العراق تعتمد على مياه الأمطار في حين أن الباقي هي مروية. وتستخدم على نطاق واسع طرق الري السطحي في ري المحاصيل. مجموع سحب المياه

خلال عام 2000 كان 66 كم مكعب، منها 78 % يستخدم للري والماشية تليها 15 % للصناعة و 7 % للأغراض المنزلية (منظمة الأغذية والزراعة، 2002). إنتاجية الأراضي المروية منخفضة جداً ويقدر إنتاج محاصيل القمح والشعير والذرة 2100، 1900 و 3159 كغ هكتار<sup>-1</sup>، على التوالي (منظمة الأغذية والزراعة، 2012).

\* اسعد سرور قريشي - ادارة المياه- متخصص في الري، المركز الدولي للزراعة الملحية (ICBA) دبي-الامارات العربية المتحدة.

\* عدنان الفلاحي - باحث اقدم - الهيئة العامة للبحوث الزراعية (SBAR)، بغداد، العراق.

الشكل 1: خارطة العراق مع المساحات المروية بين نهري دجلة والفرات



يعتبر وجود المياه الجوفية الضحلة والمياه المالحة واحدا من الأسباب الرئيسية لزيادة مشاكل ملوحة التربة في هذه المناطق (بيتمان وآخرون، 2004). وقد ساهمت ظروف الري المفرط و البزل السيئ في المساحات المروية من العراق في ارتفاع مناسيب المياه الجوفية مما أدى إلى تدهور الأراضي بفعل الملوحة (قريشي وآخرون، 2013). ووفقا للتقديرات الأخيرة، يتسبب ارتفاع المياه الجوفية ومشاكل ملوحة التربة في تضرر 5 في المئة من الأراضي المزروعة سنويا (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، 2004). وقد جردت مشاكل الملوحة إمكانية الإنتاج لما نسبته 70 ٪ من إجمالي المساحة المروية في العراق مع ما يصل إلى 30 ٪ قد اختفت تماما من الإنتاج (Abrol وآخرون، 1988، ومنظمة الأغذية والزراعة، 2012). وقد هدد هذا الوضع استدامة الزراعة المروية التي تنتج أكثر من 70 ٪ من إجمالي إنتاج الحبوب في العراق (Schoup وآخرون، 2005). ملوحة التربة هي أكثر انتشارا في المناطق الوسطى والجنوبية من البلاد.

على الرغم من المخاطر الكبيرة لتملح التربة، لا توجد قاعدة بيانات شاملة لتحديد الحجم الحقيقي وخصائص الأراضي والموارد المائية المعرضة للملوحة في العراق. ومن أجل وضع استراتيجيات قابلة للتطبيق، فإنه أمر لا مفر منه القيام بمراجعة متعمقة للمعلومات المتوفرة حول الأساليب المستخدمة حتى الآن لإدارة وتحسين التربة والموارد المائية المعرضة للملوحة. وهذه المعلومات ضرورية أيضا لوضع توصيات للبحوث المستقبلية في هذا المجال. ويجمع هذا التقرير معلومات حول درجة وخصائص وانعكاسات الأراضي والموارد المائية المعرضة للملوحة في إيران. بالإضافة إلى ذلك، يقيم التقرير الممارسات الإدارية المستخدمة للتربة المتضررة بالملوحة وإمكانيتها لأنظمة إنتاج المحاصيل في المستقبل المنظور.

## 1. أسباب تملح التربة في العراق

الري المكثف، وارتفاع منسوب المياه الجوفية وما يترتب على ذلك من تملح التربة هي مشاكل طويلة الأجل لمناطق وسط وجنوب العراق. ويعزى نشوء ملوحة التربة في العراق إلى محتوى الملح في محتويات مياه الري والملح للمياه الجوفية. تزداد ملوحة نهر دجلة من  $0.44 \text{ dS m}^{-1}$  في الحدود التركية - العراقية إلى أكثر من  $3.0 \text{ dS m}^{-1}$  في محافظة العمارة (جنوب العراق)، ومن  $1.0 - 1.3 \text{ dS m}^{-1}$  لنهر الفرات في الحدود السورية - العراقية إلى  $2.5 - 4.6 \text{ dS m}^{-1}$  (وآخرون، 2014) في الوقت الذي يصل إلى شط العرب.

تظهر البيانات التاريخية الخاصة بملوحة المياه في نهر دجلة في مدينة بغداد ان ملوحة النهر كانت  $0.63 \text{ dS m}^{-1}$  في عام 1960 (Buringh، 1960) والتي زادت إلى  $1.15 \text{ dS m}^{-1}$  بحلول 2011 (قريشي وآخرون، 2013). ان ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في المساحات المروية هي نتيجة لخسائر التسرب العالية من القنوات والحقول المروية. ان سبب التراكم الكبير للملح هو تبخر التربة الناجم عن المناخ الجاف. ان المصادر الرئيسية للأملح في التربة العراقية هي كما يلي:

التربة العراقية غنية في المواد الأم التي تحدث بشكل طبيعي مثل الحجر الجيري والحجر الرملي، التكتلات، والبازلت والانديسايت (Al-Layla, 1978). ولم يكن البزل كجزء من تطوير الري ضمن الخدمات المقدمة في العراق. ونتيجة لذلك، يستمر منسوب

المياه الجوفية بالارتفاع بينما تستمر نوعية المياه الجوفية في التدهور. في وسط العراق، يتفاوت عمق منسوب المياه الجوفية من 150 الى 200 سم بينما تتفاوت نوعية المياه الجوفية من 8.0 الى 12.0  $\text{ds m}^{-1}$ . في جنوب العراق، يتفاوت عمق منسوب المياه الجوفية من 100 الى 200 سم في حين أن ملوحة المياه الجوفية مرتفعة للغاية ( $< 30 \text{ ds m}^{-1}$ ). ويعزى وجود الأملاح في باطن الأرض جزئياً إلى ارتفاع ملوحة المياه الجوفية (القريشي وآخرون، 2013).

ساهمت زيادة ملوحة مياه النهر مع مرور الوقت في ملوحة التربة في المساحات المروية في العراق. كانت الزيادة في ملوحة التيار نتيجة التخلص من النفايات الصناعية والحضرية في المسطحات المائية (وو وآخرون، 2013). أما في المناطق الساحلية، فقد أدى تسرب مياه البحر إلى الأراضي المروية إلى تفاقم مشاكل الملوحة. إن مساهمة مياه البحر في ملوحة التربة هي أكثر انتشاراً في المناطق الجنوبية من العراق.

إن قلة سقوط الأمطار والتبخر العالي نتيجة لظروف مناخية حارة وجافة متطرفة هما سبب رئيسي آخر لملوحة التربة في هذه الأجزاء من البلاد. حدث معظم التملح الذي سببه الإنسان في ظروف طبوغرافية فريدة لأحواض مغلقة أو شبه مغلقة ما بين الجبال، حيث كانت ممارسات الري معتمدة لقرون عديدة. وتشمل العوامل التي ساهمت في حدوث التملح الثانوي (1) استخدام المياه المالحة في الري دون اللجوء إلى ممارسات إدارية كافية في مناطق تعاني من ندرة شديدة للمياه، (2) منشآت بزل غير كافية وغير ملائمة للتخلص من مياه الصرف المالحة الناتجة عن الزراعة المروية. وقد تم تشييد معظم مشاريع البزل قبل 40 - 50 عاماً و نظراً للتقدم وضعف الصيانة، تم التخلي عن معظمها أو أنها أصبحت خارج الخدمة. هذا الوضع يجعل قضايا الملوحة أكثر حرجاً (قريشي وآخرون، 2013).

رغم النقص في المياه، فإن الري المفرط هو ممارسة شائعة في العراق خصوصاً في المناطق التي لا تتم فيها عمليات بزل أو أنها تتم على نحو محدود مما يؤدي ذلك إلى ارتفاع مناسب المياه الجوفية وحدوث مشاكل التغدق. إن طريقة الري بالغمر الأحواض شائعة الاستخدام في الري، و يجهل المزارعون دوماً الحاجة الفعلية للمياه لري المحاصيل وعادة ما تستند كميات مياه الري على تجربتهم المحلية أو ظروف النبات التي يشاهدونها مثلاً جفاف التربة أو تيبس أوراق النبات الخ، (عباس، 2010). إن الرعي المفرط في المراعي مما يؤدي ذلك إلى انكشاف التربة وهو خطر كبير يسبب الملوحة.

## 2. درجة التربة المتضررة بالملوحة في العراق

المعلومات حول درجة وخصائص التربة المتضررة بالملوحة في العراق محدودة ومتناثرة على نطاق واسع. ومع ذلك، لا توفر الأدبيات المحدودة المتاحة نظرة ثاقبة حول مدى وخصائص التربة المتأثرة بالملوحة (Buringh, 1960; Dieleman, 1963; AlTaie, 1970; Al-Layla, 1978; Al-Hassani, 1984; Al-Jaboory, 1987; Al-Zubaidi, 1992; FAO, 2012; Wu et al., 2014).

أجري مسح مفصل وواسع للتربة في العراق من الفترة 1955 - 1958 (بيرنغ، 1960)،. وتكشف نتائج هذه الدراسة عن أن جميع أنواع التربة مالحة، ومعظمه شديد الملوحة وإن مساحات كبيرة هي خارج نطاق الإنتاج. وتشير تقديرات المسح إلى أنه حتى إذا كان من الممكن ترشيح جميع الأملاح من الأمطار العلوية القليلة من التربة، فإن 20 في المئة من تربة سهول بلاد ما بين النهرين ستكون إنتاجية للغاية، و 40 في المئة ستكون متوسطة الإنتاج، و 40 في المئة ستكون أراضي هامشية.

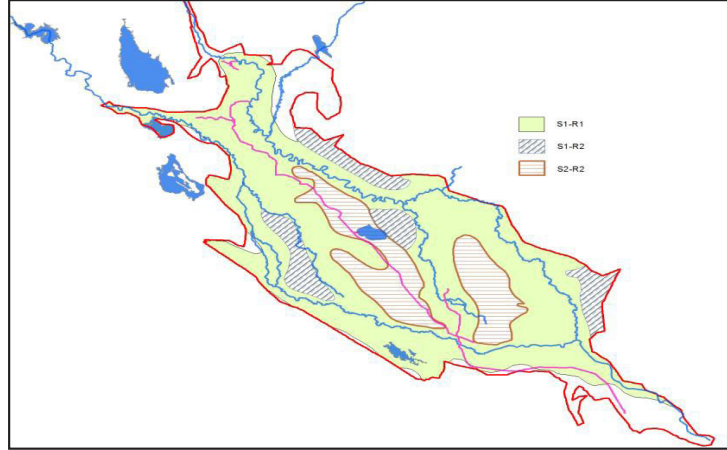
في وقت لاحق، أظهر جرد لملوحة التربة في مشاريع مختارة تم نشره في عام 1963 (Dieleman, 1977) أن الملوحة العالية لتربة المشاريع الثلاثة في شمال بغداد هي أعلى من 8  $\text{ds m}^{-1}$  في 35-50 % من المساحة، وأعلى من 16  $\text{ds m}^{-1}$  في 15 - 25 % من المساحة. وتظهر المشاريع في جنوب بغداد أن ملوحة التربة في أكثر من 80 في المئة من مساحة المشروع هي أكبر من 8  $\text{ds m}^{-1}$ ، بينما الملوحة 60 في المئة من مساحة المشروع هي أكثر من 16  $\text{ds m}^{-1}$ . تكشف تقديرات السبعينات أن حوالي 20 إلى 30 في المئة من المساحة المزروعة تتأثر بملوحة مختلف المستويات والتي أسفرت عن تخفيضات في إنتاج الغلات وصلت 20 إلى 50 في المئة في هذه التربة (Al-Layla, 1978).

في وقت قريب، أعدت منظمة الاغذية والزراعة (2012) خارطة لملوحة التربة للعراق والتي تظهر درجة ملوحة التربة (الشكل 2).

حيث ان:

- S1 يشير الى ان مستويات ملوحة التربة كانت 4 - 15 dS m<sup>-1</sup>
- S2 يشير الى ان درجة التربة كانت اكبر من 15 dS m<sup>-1</sup>
- R1 يشير الى ان ملوحة التربة كانت تزداد بنسبة 2 - 3 dS1 m<sup>-1</sup> سنوياً
- R2 يشير الى ان ملوحة التربة كانت تزداد بنسبة 3 - 5 dS m<sup>-1</sup> سنوياً

الشكل 2. معدل التدهور والمعدل الحالي للتربة لسهل وادي الرافدين (منظمة الاغذية والزراعة، 2012)



تظهر هذه المسوح التاريخية ان ملوحة التربة كانت واسعة النطاق ومتزايدة في جميع أنحاء سهل وادي الرافدين. قدر Abrol وآخرون (1988) أن مساحة الأراضي المتضررة بالأملاح في مستويات مختلفة في العراق هي حوالي 6.7 مليون هكتار، والتي تشكل 60 إلى 70 في المئة من السهل الرسوبي. وعلى الرغم من إدخال شبكات البزل لمراقبة ملوحة التربة، كان الوضع المقدر في عام 2002 هو أن 4 في المائة من المساحات المروية كانت شديدة الملوحة، 50٪ بدرجة متوسطة من الملوحة و 20 في المئة قليلة الملوحة. وهذا يعني أن ما مجموعه 74٪ من الأراضي المروية تعاني من الملوحة عند مستويات مختلفة. ويرجع المستوى العالي المستمر لملوحة التربة إلى تدهور البنية التحتية للبزل والري. استصلحت جهود مكافحة الملوحة حتى الآن فقط 1.025 مليون هكتار (لجنة قطاع الزراعة و الموارد المائية، 2009). تؤكد آخر أعمال وو وآخرون. (2014) ايضا النتائج السابقة وتبين أن أكثر من 60 في المئة من التربة في العراق هي مالحة بدرجات متفاوتة.

## 1. خصائص التربة المتضررة بالملوحة في العراق

تعود معظم التربة في العراق إلى عصر الطبقات الغرينية الهولوسينية وعادة ما تكون torrifluvents مع نظام درجة حرارة التربة شديدة الحرارة ومعادن مختلطة (كلسية) (بيرغ، 1960). تختلف خصائص التربة في الاتجاه الرأسي والأفقي وخاصة في الترسبات النهرية. لهذا السبب، فان ظهور طبقات التربة المالحة امر شاذ. والتربة القلوية المالحة (-) شائعة جدا في العراق. بشكل عام، تجاوزت نسبة امتصاص الصوديوم 15 في المئة. وعلى الرغم من أن الرقم الهيدروجيني لعجينة التربة لا تتجاوز 8.5، فان نسب الصوديوم القابلة للتبادل التي تتجاوز 50 هي شائعة تماما. ويقدر متوسط نسبة الصوديوم القابلة للتبادل لجميع أنواع التربة المالحة أن يكون في مكان بحوالي 20 و 25 (Dieleman, 1963).

ان مقاومة التربة العراقية لزيادة الصوديوم عالية جدا بسبب وجود كمية عالية من الكالسيوم والمغنيسيوم القابلة للذوبان والتبادل في مياه الري بالإضافة إلى الكالسيوم (كاربونات الكالسيوم البلورية) والجبس في التربة (الزيدي، 1992).

الأملاح الأكثر شيوعا الموجودة في التربة المالحة في العراق هي كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم، كلوريد المغنيسيوم، كلوريد البوتاسيوم والجبس، وكبريتات الصوديوم، وكبريتات المغنيسيوم. وقد يعزى وجود نترات الصوديوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم في التربة المالحة الى العمليات البكتريولوجية للنترجة (Al-Layla, 1978). . والنباتات العشبية البقولية شائعة أيضا في التربة العراقية

وتركيزات النترات هي أكثر أهمية في التربة غير المزروعة.

التسميات المحلية للتربة المالحة في العراق هي الشورة والسبخة. وتربة الشورى هي أكثر شيوعاً في جنوب العراق وتكون في كثير من الأحيان ذات قشرة بيضاء (الحسني، 1984). التربة السبخة موجودة على نطاق أوسع في وسط العراق (بيرنغ، 1960، والجبوري 1987) وتتميز باللون البني الداكن و احتوائها على نسبة عالية من الأملاح الذائبة وتحديث في أنماط غير منتظمة بشكل عام في التربة الطمية أو الطفالية الرملية في المساحات التي يتلامس فيها السطح مع المياه الجوفية من خلال الارتفاع الشعري على الأقل خلال الجزء الأكبر من السنة. وهذه التربة شائعة في الترسبات الطمية على طول قنوات الري والخنادق القديمة والحالية.

جمع الجبوري (1987) عينات من التربة من أعماق مختلفة من وسط العراق. وكشفت النتائج أن التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة في التربة غير المزروعة مرتفع للغاية في أعلى 20 سم من التربة ربما بسبب منسوب المياه الجوفية المالحة الضحلة وظروف درجات حرارة السطح العالية جدا للمنطقة. تصعد الأملاح إلى السطح من خلال الارتفاع الشعري المتسارع من المياه الجوفية المالحة. في المساحة المشمولة بشبكة البزل، تكون مستويات الملوحة منخفضة نسبياً ولكنها تبقى غير صالحة للزراعة الانتاجية.

جدول 1. ملوحة التربة في تربة غير مالحة ومالحة ومزروعة في منطقة نهر الفرات.

ECe dS m <sup>-1</sup>	العمق (cm) التربة المالحة	ECe dS m <sup>-1</sup>	العمق (cm) التربة المالحة القلوية	ECe dSm <sup>-1</sup>	العمق (cm) التربة المزروعة
19.57	40 - 0	40.11	20 - 0	3.10	30 - 0
13.00	60 - 40	19.61	40 - 20	2.60	60 - 30
14.61	80 - 60	13.00	75 - 40	2.80	95 - 60
11.82	100 - 80	7.59	90 - 75	3.80	120 - 95
13.10	100 - 20	-	-	4.40	140 - 120
17.90	GW- 200	40.80	GW- 90	10.96	GW- 140

Source : Al-Jeboory, 1987

في دراسة أجريت مؤخراً، وجد ان نسيج التربة لهذه الترب أن هو طمي طيني يصل إلى عمق 90 سم. وتراوحت مستويات ملوحة التربة الحالية بين 2.0 الى 8.0 dS m<sup>-1</sup> ويبين الجدول (2) ملوحة التربة وقيم pH لهذه الانواع من التربة (الفلاحي وقريشي، 2012).

ان وجود ملوحة في التربة في منطقة نهر الفرات هو أيضاً نتيجة لزيادة ملوحة مياه الري. وتتضائل نوعية هذا المصدر كلما تدفق باتجاه الجنوب (شط العرب). زادت ملوحة نهر الفرات من 0.63 dS m<sup>-1</sup> في عام 1960 (بيرنغ، 1960). إلى 1.56 dS m<sup>-1</sup> في عام 2011 (قريشي وآخرون، 2013). اضافة الري الذي يحتوي على ملوحة متزايدة للمياه كمية كبيرة من الأملاح في التربة، مما يستدعي الحاجة لحماية المسطحات المائية من الصرف الصحي والنفايات السائلة الصناعية الأخرى.



جدول 2. الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة من منطقة نهر الفرات

pH	EC <sub>e</sub> m-1 <sup>ds</sup>	تحليل حجم المادة			نسيج التربة	العمق Cm	رقم الموقع
		الطين (%)	الغرين الطمي (%)	الرمل (%)			
7.68	7.03	30.0	61.0	9.0	SiCL	15 - 0	1
7.69	8.10	29.2	62.8	8.0	SiCL	30 - 15	
7.81	4.00	28.6	66.4	5.0	SiCL	60 - 30	
7.73	7.4	23.0	66.0	11.0	SiCL	90 - 60	
7.51	8.08	27.0	62.0	11.0	SiCL	15 - 0	2
7.71	5.50	21.6	66.0	12.4	SiCL	30 - 15	
7.71	6.00	31.0	64.0	5.0	SiCL	60 - 30	
7.70	8.00	26.2	63.0	10.8	SiCL	90 - 60	
7.71	4.4	30.2	60.0	9.8	SiCL	15 - 0	3
7.86	2.50	21.8	65.4	12.8	SiCL	30 - 15	
7.82	2.50	30.3	61.2	8.5	SiCL	60 - 30	
7.96	2.00	0.8	36.4	62.8	SL	90 - 60	

أظهرت عباس (2010) أن نسبة الملوحة في المناطق الواقعة على الجانب الأيمن من نهر دجلة تزداد كلما ابتعدنا عن نهر دجلة. ويرجع ذلك إلى حقيقة أن توافر المياه المتسربة العذبة يتناقص كلما ابتعدنا عن النهر. يظهر الجدولان 3 و 4 الخواص الفيزيائية والكيميائية لسطح التربة النموذجي الذي يقع في المنطقة (عباس، 2010). تظهر البيانات وجود منخفض جدا للجبس في التربة من كلا الموقعين. و المنطقة الواقعة بعيدا عن نهر دجلة ليست مناسبة لإنتاج المحاصيل بسبب مستويات الملوحة العالية.

جدول رقم 3. الخواص الفيزيائية والكيميائية لمقطع افقي من تربة قريبة عن نهر دجلة (Abbas, 2010).

الجبس %	CaCO <sub>3</sub> %	EC (m-1 <sup>ds</sup> )	تحليل حجم المادة			نسيج التربة	العمق cm
			الطين (%)	الغرين الطمي (%)	الرمل (%)		
2.5	27.2	3.5	23.0	60.5	16.4	SiL	15 - 0
1.8	25.4	4.3	33.0	60.2	5.0	SiL	30 - 15
Nil	27.4	5.2	21.5	61.1	17.4	SiL	60 - 30
3.6	24.0	6.7	41.5	57.0	15	SiC	90 - 60

جدول رقم 4. الخواص الفيزيائية والكيميائية لمقطع افقي من تربة بعيدة عن نهر دجلة (Abbas, 2010).

الجبس %	CaCO <sub>3</sub> %	EC (m-1 <sup>ds</sup> )	تحليل حجم المادة			نسيج التربة	العمق cm
			الطين (%)	الغرين الطمي (%)	الرمل (%)		
16.2	20.5	75	28.0	64.1	7.9	SiCL	15 - 0
2.0	25.8	50	40.5	53.7	5.8	SiC	30 - 15
0.2	26.7	57	57.0	4.2	1.0	SiC	60 - 30
1.70	27.7	30	48.5	41.5	6.0	SiC	90 - 60

تظهر البيانات التي تم جمعها عباس (2010) من 10 سطوح تربة في منطقة نهر دجلة أن معدلات التسرب والتوصيل الهيدروليكي لجميع سطوح التربة تقريبا هي معتدلة إلى بطيئة (الجدول 5) و ربما يرجع ذلك إلى وجود محتويات طين عالية في التربة. وبسبب الرشح الطبيعي، تستمر الأملاح بالتراكم في المقطع التراي مما يؤدي إلى ارتفاع مستويات الملوحة في المنطقة.

الجدول 5. معدلات التسرب والتوصيل الهيدروليكي لعشرة ترب سطحية من نهر دجلة

المقطع الافقي من التربة رقم	معدل التسرب (cm/hr)	درجة التسرب	نسيج التربة	التوصيل الهيدروليكي (m d <sup>-1</sup> )	درجة التوصيل الهيدروليكي
1	0.87	معتدلة الى بطيئة	SiL	1.54	معتدلة
2	3.35	معتدلة	SiC	2.08	معتدلة
3	0.05	بطيئة جدا	SiCL	1.04	معتدلة
4	0.36	بطيئة	SiL	0.70	معتدلة
5	0.22	بطيئة	SiC	1.23	معتدلة
6	0.09	بطيئة جدا	SiCL	0.54	معتدلة
7	6.00	معتدلة	SiL	1.78	معتدلة
8	24.00	سريعة	SCL	1.44	معتدلة
9	1.70	معتدلة الى بطيئة	SiCL	4.20	سريعة
10	0.21	بطيئة	SiC	0.51	معتدلة

جمع الفلاحي وقريشي (2012) عينات من التربة من أعماق 0 - 15، 15 - 30، 30 - 60 و 60 - 90 من مساحات مستصلحة، و غير مستصلحة وشبه مستصلحة على طول مساحة نهر دجلة. وقد تم تحليل هذه العينات لتحديد انسجة التربة و مستويات الملوحة والنتائج مبينة في الجدول 6. ونظرا لعدم وجود قنوات تصريف في الحقول وعدم تشغيل قنوات التصريف الرئيسية في المساحة شبه المستصلحة، فان الملوحة في ازدياد، وقد تجاوزت الملوحة في المساحة غير المستصلحة. وكذلك فان المساحة شبه المستصلحة مزروعة على نطاق واسع، ويمكن ان تكون إضافة الأملاح من مياه الري أيضا سببا لزيادة الملوحة في هذه المساحة .

الجدول 6. الخواص الفيزيائية والكيميائية للمساحات المستصلحة وشبه المستصلحة وغير المستصلحة في جنوب العراق

رقم الموقع	العمق Cm	نسيج التربة	تحليل حجم المادة			pH	EC <sub>c</sub> (dSm <sup>-1</sup> )
			الرمل (%)	الغرين الطمي (%)	الطين (%)		
المساحة شبه المستصلحة	15 - 0	SiL	20.3	61.6	17.6	7.68	37.80
	30 - 15	SiL	20.3	61.6	17.6	7.75	24.94
	60 - 30	SiCL	10.8	51.6	37.6	7.59	33.44
	90 - 60	SiC	9.2	48.4	42.4	7.73	24.62

7.85	9.30	55.6	39.6	4.8	Clay	15 - 0	المساحة المستصلحة
7.85	9.60	55.6	35.6	8.8	Clay	30 - 15	
7.68	11.06	53.2	42.0	4.8	SiC	60 - 30	
7.85	9.32	53.6	40.0	6.4	SiC	90 - 60	
7.71	10.56	50.4	37.2	12.4	Clay	15 - 0	المساحة غير المستصلحة
7.58	12.94	47.6	31.6	20.8	Clay	30 - 15	
7.82	16.44	45.6	15.6	38.8	Clay	60 - 30	
7.96	15.80	36.0	52.8	16.8	SiCL	90 - 60	

## 5. الخيارات الممكنة لاستصلاح التربة المتضررة بالملوحة في العراق

الجهود السابقة لاستصلاح الاراضي المالحة

ان مشاكل ادارة الري والبنزل في العراق معقدة ولا يوجد لها حل مباشر. وهناك مساحات شاسعة من الاراضي المروية في المناطق الجنوبية والوسطى من العراق تعاني من التملح والتغدق مما يؤدي ذلك الى انخفاض انتاج المحاصيل. ومن جهة اخرى هناك العديد من المساحات الاخرى مهددة بالتملح في المستقبل القريب. وقد بذلت العديد من جهود الاستصلاح من خلال ادخال قنوات التصريف السطحية الرئيسية بدون تقديم اي قنوات تصريف حقلية. والتدفق من قنوات التصريف الرئيسية تصب معظمها في نهر دجلة والفرات و تدهورت إلى حد كبير نوعية المياه السطحية لهما وساهم هذا الصوب في ملوحة التربة. تم تركيب اغلب شبكات الصرف الصحي منذ 40 - 50 عاما. وتسبب الإهمال المستمر، وسوء الصيانة والحرب خلال السنوات العشر الماضية في عدم تشغيل معظم هذه الأنظمة. ونتيجة لذلك، بدأ تملح التربة في الازدياد و أصبح الأمن الغذائي للشعب العراقي مهددا بشكل خطير.

ويرتبط تملح التربة في وسط وجنوب العراق مباشرة بعمق ونوعية المياه الجوفية. ففي وسط العراق، فان عمق منسوب المياه الجوفية يتراوح من 100 إلى 200 سم خلال أشهر مختلفة من السنة. وفي جنوب العراق، يتراوح منسوب المياه الجوفية بين 45 سم في شهر شباط و 200 سم في شهر آب. وكانت ملوحة المياه الجوفية في التربة غير المستصلحة عالية للغاية وتتراوح بين 42.0 و 44.0  $\text{dS m}^{-1}$ ، في حين كانت المياه الجوفية للتربة شبه المستصلحة و المستصلحة متوسطة الملوحة ( رودس وآخرون 1992) وتراوح بين 8.2 - 10.0  $\text{dS m}^{-1}$ . وتراوحت ملوحة المياه الجوفية في سهل بلاد ما بين النهرين المنخفض بين 10.000 الى 60.000 جزء في المليون (قريشي وآخرون، 2013). في العديد من المناطق قد يكون الرقم أعلى من ذلك بكثير، ليصل الى 80,000 جزء في المليون.

وعلى الرغم من النقص في المياه، هناك اتجاه عام للإفراط في الري بين المزارعين العراقيين. ونتيجة لذلك، فان كفاءة الري منخفضة جدا ( الزبيدي، 1992). وقد أظهرت الدراسات أن الممارسات الثقافية المحسنة مثلا الدقة في تسوية الأراضي، الحرث الصفري و طرق الزراعة السطحية او بحفر الاخاديد يمكن ان توفر المياه بنسبة تصل إلى 40٪ من دون التأثير على المحاصيل الزراعية (سرور و Bastiaanssen، 2001؛ قريشي وآخرون، 2004؛ قريشي، 2014)، في المساحات المروية، أدى غياب منشآت الصرف الصحي الى ارتفاع منسوب المياه الجوفية في السهول الغربية وبذلك تتدفق كمية كبيرة من الأملاح الى المساحة الرئيسية. ومما زاد من تعقيد مشكلة الملوحة هو الري عن طريق المضخات الذي يمارس على 25 في المئة من المساحة الواقعة على طول ضفاف نهر دجلة والفرات (الفلاحي وقريشي، 2012). تاريخيا، زادت ملوحة التربة من المناطق الشمالية الى المناطق الجنوبية من العراق.



وتسهم زيادة الملوحة في اثنين من الأنهار الرئيسية إلى حد كبير في زيادة ملوحة التربة و الزيادة في الملوحة في نهر الفرات هي أعلى منها في نهر دجلة. ويعتقد عموماً أن الفرات يحصل على كمية كبيرة من الأملاح في مجراه عبر الأراضي السورية. وعلاوة على ذلك، يتم تفريغ معظم مياه الصرف الصحي إلى نهر الفرات. وإلى حد كبير تم القيام باستصلاح التربة المتأثرة بالملوحة في العراق من خلال تخفيض منسوب المياه الجوفية.

وقبل نصب منظومات الصرف السطحي، تمت السيطرة على ارتفاع مناسيب المياه الجوفية بشكل عام من خلال إدارة المحاصيل وتقييد عمليات الري المفرط (قريشي وآخرون، 2013). ومع ذلك، ومع التطور الزراعي، أصبحت هذه الممارسة قديمة. وقد أدركت الحاجة لتصريف المياه كنشاط تكميلي إلى الري لأول مرة في الربع الأول من القرن الماضي، وتم إجراء أول تحقيق في الصرف والموحة الأولى في عام 1927 (Al-Layla, 1978). ومع ذلك، لم يكن أبداً بالامكان أن يتحقق تركيب شبكات الصرف الصحي كجزء من مشاريع تطوير الري.

هناك جهود متتالية لإعادة تأهيل التربة المتأثرة بالملوحة ولكن لم توجد أبداً خطة استراتيجية شاملة لتعزيز إنتاجية هذه التربة. ويتم رصد التغيرات المكانية والزمانية في ملوحة التربة ونوعية المياه على نطاق مشروع معين ولا توجد أي شبكة على نطاق البلد لمراقبة واسعة النطاق لتدهور الأراضي والمياه مع مرور الوقت. ان ملوحة التربة المتزايدة ومشاكل تدهور نوعية المياه في العراق تؤكدان على ضرورة وضع خطة استراتيجية وطنية لإدارة موارد الأراضي والمياه المعرضة للملوحة في البلاد. يمكن ان تساعد أحدث اساليب مراقبة الملوحة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والقياس باستخدام الأقمار الصناعية كثيراً في هذا الصدد وهذه الاساليب تستخدم الآن على نطاق واسع وأثبتت أنها دقيقة، وأقل تكلفة و فعالة في التغلب على مشاكل تقييد البيانات.

في النصف الثاني من القرن الماضي، تم تنفيذ عدد قليل من مشاريع الصرف. وعلى اية حال، اقتصر نظام الصرف هذه على حفر قنوات تصريف المحطات الجامعة الرئيسية والثانوية ولم يتم ادخال قنوات تصريف حقلية. وقد تم ذلك أساساً بسبب القيود المالية. تم ضخ مياه الصرف من هذه القنوات وتفرغها في الأنهار. يجل هذا الاسلوب هذه المشكلة جزئياً واستمر تملح التربة في الزيادة خاصة في مجرى النهر. تم تنفيذ بعض مشاريع الصرف لكنها أصبحت خارج الخدمة بسبب الترسب الطمي والمواد الحبيبية في أنابيب الصرف. اليوم، أصبحت معظم شبكات الصرف متروكة أو انها لا تعمل بسبب رداءة خدمات التشغيل والصيانة. مع مرور الوقت، في العديد من المساحات المروية أخرى، ارتفعت مناسيب المياه الجوفية بسبب الممارسات السيئة لإدارة الري. وهذه المساحات هي في حاجة ماسة إلى شبكات صرف للحفاظ على منسوب المياه الجوفية تحت منطقة الجذور للسيطرة على الملوحة (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، 2004).

## توصيات للإدارة المستقبلية للتربة المتضررة من الملوحة

في ظل هذه الظروف الجغرافية السياسية الحالية في البلاد، لا يبدو ان الاستثمارات كبيرة الحجم لإعادة تأهيل شبكات الصرف الصحي الحالية وتركيب أنظمة صرف جديدة ممكنة في المستقبل القريب. ولذلك، يتوجب اعتماد اساليب بديلة لمواكبة الوضع من أجل إنتاج الأغذية والغزول لعدد السكان الاخذ بالارتفاع. وللإدارة المستقبلية لتربة المتأثرة بالملوحة في العراق، قد تكون الاستراتيجيات التالية مفيدة:

## تقديم برنامج شامل للرصد

على الرغم من التملح الواسع النطاق للأراضي والموارد المائية في العراق، لم يتم إجراء دراسة شاملة لتقييم درجة الملوحة التي يسببها الري، اما شبكة الرصد لتسجيل التغيرات المكانية والزمانية في ملوحة التربة فغير موجودة تقريباً. ونتيجة لذلك، فان تحديد خصائص التربة المتضررة من الملوحة في أجزاء مختلفة من البلاد غير ممكن (قادر وآخرون، 2007). وفي غياب الأدلة العلمية، وعادة ما تستخدم المعرفة المحلية للمجتمع الزراعي مثل كشك المحاصيل المرقع، ونمو المحاصيل المتأخر، حرق الأوراق والتغيرات في لون التربة كمؤشرات لإثبات مشاكل الملوحة. بالإضافة إلى ذلك، فان رصد التغيرات في نوعية المياه في الأنهار وشبكات الصرف الصحي مع مرور الوقت غير كاف ويصبح الان مصدراً رئيسياً للتملح الثانوي في الأراضي المروية.

ونظراً لتعقيد وحجم المشكلة، فستكون الاساليب الحديثة لرصد الملوحة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS) مفيدة لدراسة التغيرات المكانية والزمانية في ملوحة التربة. وقد أثبتت هذه الاساليب انها مفيدة للغاية في تقييم الأراضي في البلدان الكبيرة مثل استراليا والصين والولايات المتحدة والهند، التي تواجه مشاكل الملوحة والتغدق (Dwivedi et al., 1999);

(Sharma et al., 2000). يساعد تكامل بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، و الإحصاءات المكانية في نمذجة التقلب على نطاق واسع للتنبؤ بوجود ونمط توزيع الأنواع النباتية وكذلك خصائص التربة. وتبذل جهود مبعثرة في المؤسسات المختلفة في العراق للتعامل مع مشكلة تردي الأراضي. ومع ذلك، هناك حاجة إلى بذل المزيد من الجهود المتكاملة لتركيز البحث على تقييم وإدارة الملوحة و هذا من شأنه أن يكون ممكنا من خلال إعداد خطة وطنية يمكن أن تدمج إدارة البيئة المتضررة من الملح في الإدارة العامة للأراضي والموارد المائية في العراق.

## استصلاح الاراضي المالحة من خلال اساليب ادارة الاراضي

في جنوب العراق، فان اغلب انواع الترب غنية بنسبة من الطين وتتميز بمعدلات تسرب منخفضة و هذه التربة صعبة الاستصلاح بسبب المشاكل المرتبطة بحركة المياه خلال مقاطع التربة. ويمكن استصلاح هذه التربة عن طريق الحرث العميق الذي يساعد في تكسر طبقة الطين الصلب الموجودة في منطقة الجذر (جاياواردين وآخرون، 1994). وقد أظهرت كريمي (1997) أنه عن طريق الحرث عند 0.45 - 0.50 م في العمق، فقد تمت إزالة أكثر من 50 في المئة من الأملاح من التربة. في حالة حفر التربة بعمق 0.75 - 0.80 م ، يمكن تقليل ملوحة التربة إلى مستوى تصبح عنده التربة مناسبة لزراعة المحاصيل. وبالمثل فانه من الصعب استصلاح التربة المتأثرة بالملوحة التي يوجد فيها مستويات عالية من الطين عن طريق الرشح البسيط لان المعادن الطينية تنتفخ بسرعة وتمنع المسامات الكبيرة مما يقلل من تسرب المياه إلى الطبقات العميقة، أظهر ناصري و ريكروفت (2002) ان الانتفاخ الكبير قد حدث عندما استخدمت المياه القليلة الملوحة ( $EC = 0.5 \text{ dS m}^{-1}$ ,  $SAR = 0.6$ ) للري. وتحت هذه الظروف، فان زيادة تركيز الكالسيوم  $Ca^{++}$  في مياه الترشيح مفيدة للتقليل من الانتفاخ والسيطرة على التشقق و ابعاد المواد الطينية.

ويمكن أيضا استصلاح التربة المالحة البور عن طريق الزراعة السطحية قبل الموسم (Prathapar and Qureshi, 1999a; Prathapar and Qureshi, 1999b; Prathapar et al., 2005b). ويمكن أيضا استصلاح التربة المالحة القلوية، يمكن ان يساعد استخدام الجبس من خلال تقنيات مختلفة في استصلاح التربة (Ardakani and Zahirinia, 2006). أظهر براتابار وآخرون. (2005b) أنه يمكن تطبيق اساليب تثقيب الجبس بنجاح في هذه التربة لغرض الاستصلاح. في هذه الاسلوب، يتم عمل فتحات بعمق 15 إلى 30 سم و 60 سم في التربة. يتم أخذ التربة وخلطها مع الجبس واعادة تعبئتها ومن ثم تزرع المحاصيل في هذه الفتحات.

في العراق، يتم ذلك من خلال استخدام الري المكثف قبل الزراعة لترشيح الأملاح. وتعرف هذه العملية بعملية ما قبل الترشيح في العراق. لهذا الغرض، تستخدم مياه ري جيدة النوعية لان الترشيح المفرط بمياه ذات نوعية رديئة يحتاج الى شبكات تصريف واسعة لطرد الأملاح من المنظومة (Sarwar and Bastiaanssen, 2001). ومع ذلك، و قبل اتخاذ قرار حول الخيارات، من المهم القيام بتحليل اقتصادي وبيئي لتقييم المفاضلة بين المخاطر والتكاليف. في المساحات المروية، ينبغي اعتبار التصريف كمنشط مكمل للري و التركيب في الوقت المناسب للبنية التحتية المناسبة الصرف يمكن أن يساعد كثيرا في القضاء على حدوث التصريف وما يرتبط به من مشاكل ملوحة التربة في المساحات المروية (قريشي وآخرون، 2013). ولذلك فإنه من الأهمية الكبيرة ان يتم إعادة تأهيل شبكات التصريف الحالية دون أي مزيد من التأخير لضمان الأمن الغذائي للشعب العراقي.

## الاستصلاح البيولوجي للتربة المتضررة بالملوحة

في المساحات التي تكون فيها مستويات الملوحة مرتفعة للغاية كما هو الحال في جنوب العراق ويكون تركيب شبكات الصرف الصحي مكلفا أو غير ممكن عمليا ، يمكن ان يكون الاستصلاح خلال الأنواع المختلفة التي تتحمل الملوحة إمكانية مفيدة. وقد حدد العديد من الباحثين أنواع نباتية يمكن استخدامها بشكل فعال في ظل هذه الظروف (Guiti, 1996; Djavanshir et al. 1996). ووجد الباحثون ان نباتات الأثل والقطف هي أنواع فعالة في خفض ملوحة التربة السطحية وأوصوا أيضا باستخدام Haloxylon aphyllum, Haloxylon persicum, Petropyrum euphratica استنادا الى تجاربهم. عادة ما تعتبر النباتات الملحية مفيدة للمراعي في المساحات المالحة. وعادة ما تستخدم النباتات الملحية كعلف لرعوي الحيوانات. وبالإضافة إلى توفير العلف للحيوانات، تساعد التداخلات البيولوجية أيضا في تحسين توافر الغذاء للتربة وتخزين الكربون في تربة ما بعد الزرع (Qadir et al., 2001; Kaur et al., 2002).

في العراق حيث تكون نشاطات غير الزراعية المدرة للدخل محدودة للغاية نظرا لعدم وجود صناعات، فان استخدام التربة المتروكة لإنتاج الكتلة الحيوية سيكون خيارا قابلا للتطبيق. ان العديد من أنواع الأشجار القادرة على النمو والإنتاج في ظروف عالية الملوحة متاحة الآن ويجري استخدامها في أستراليا وباكستان والهند ودول آسيا الوسطى و الدول العربية الأخرى (المركز الدولي للزراعة الملحية، 2003). اختبر IWMI مع الشركاء الوطنيين بنجاح زراعة عدد كبير من أنواع Hylophytic في أوزبكستان وكازاخستان (Noble et al., 2005; Noble et al., 2006).

في المناطق التي توجد فيها تربة متأثرة بالملوحة وتتولد فيها مياه الصرف على نطاق واسع، فمن المحتمل ان تكون نظم الإنتاج على أساس أنواع النباتات التي تتحمل الملوحة مفتاح النمو الزراعي والاقتصادي في المستقبل. وأثناء القيام بذلك، فان إشراك المجتمعات المحلية وأصحاب المصلحة مثل الصناعة والتجار له أهمية كبيرة لإنشاء وتعزيز الأسواق للمنتجات المنتجة من المياه والتربة المتأثرة بالملوحة. وستكون هذه خطوة كبيرة إلى الأمام لتحسين الدخل وسبل العيش للمزارعين في تلك المناطق. ان زيادة كثافة النباتات لكل وحدة من المساحة هي أيضا مفيدة في الحد من تبخر المياه السطحية وتراكم الأملاح على السطح. ان الحفاظ على رطوبة التربة عند مستوى يمكن أن يقلل من الإجهاد الملحي هو طريقة أخرى للتعامل مع الملوحة. ويمكن القيام بذلك عن طريق تغيير أساليب الزراعة مثل طريقة الري بنقل الذرة من حوض إلى شق ( اخذود).

يمكن أن تحل مشاكل التخلص من النفايات الصرف السائلة المالحة جزئيا عن طريق إعادة استخدام مياه الصرف لزراعة المحاصيل التي تتحمل الملوحة (Stenhouse and Kijne, 2006). ويمكن أيضا استخدام مياه الصرف لتعزيز تربية الأحياء المائية وخاصة في المساحات المتروكة لنظم الإنتاج الزراعي التقليدية. في العراق، يوجد الكثير من هذه المساحات حيث يمكن ان تتنوع مصادر الدخل من الزراعة من خلال استغلال الموارد غير المستخدمة والمساهمة في معالجة مشاكل التغدق عن طريق إزالة المياه الزائدة من التربة. وقد تم اعتماد ذلك بالفعل في العديد من البلدان النامية، ولا سيما في دلتا وادي النيل وقد وفر ذلك فرصة ممتازة لمجتمع المزارعين لزيادة قاعدة دخلهم.

ان استخدام المياه المالحة في العراق، إلى حد كبير، لا يزال يقتصر على نمو الأعشاب مقاومة الملح لاستخدامها كعلف، وشجيرات وأشجار مثل اليوكالبتوس. ونظرا لفوائد اقتصادية محدودة، لا يكون المزارعون مهتمين جدا لتبني هذه الممارسات ويفضلون ترك أراضيهم والبحث عن عمل خارج المزرعة يحصلون من على الدخل. وقد أظهر (Stenhouse and Kijne 2006) جدوى فنية لاستخدام المياه والأراضي المالحة للإنتاج الزراعي المروي في نظم الزراعة المختلطة في منطقة غرب آسيا وشمال أفريقيا (WANA). ومع الاستشهاد بأمثلة عملية من مصر وسوريا وتونس، فقد أظهرت كفاءة استخدام المياه المالحة ومياه الصرف للمحاصيل التقليدية (Qadir and Oster, 2004).

ان الظروف المناخية الزراعية في العراق هي مشابهة جدا للظروف في تلك الدول وبالتالي فان هناك إمكانية جيدة لتبني هذه الممارسات إذ سيؤدي ذلك إلى زيادة الفوائد الاقتصادية للمزارعين والمساعدة في الحفاظ على معنوياتهم العالية للعمل في هذه الأراضي المضطربة.

- [1] Abbas, A. H., 2010. Units of North Kut Project and Prediction of Some Soil Physical Properties by Using GIS and Remote Sensing. Ph.D. Dissertation - College of Agriculture at University of Baghdad.
- [2] Abrol, I. P., Yadav, J., & Massoud, F. (1988). Salt-affected soils and their management. FAO Soils Bulletin, Soil Resources Management and Conservation Service, FAO Land and Water Development Division, 39, p. 131.
- [3] Al-Falahi, A. A. and A. S. Qureshi, 2012, The relationship between groundwater table depth, groundwater quality, soil salinity and crop production. Technical Report 4. Soil salinity Project in central and southern of Iraq. International Center for Agricultural Research in Dryland Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.
- [4] Al-Hassani, Ali. Abbas. 1984. characteristics of Shura and Sabakh soils in some Iraq regions. MSc. Thesis- College of Agriculture- University of Baghdad (In Arabic).
- [5] Al-Jeboory, S. R. J. 1987. Effect of soil management practice on chemical and physical properties of soil from Great Musaib projects. Thesis- College of Agriculture- University of Baghdad (In Arabic).
- [6] Al-Zubaidi A. (1992). Land reclamation. Ministry of Higher education and scientific research. (pp 200) (In Arabic).
- [7] Al-Layla, A.M., 1978. Effect of salinity on agriculture in Iraq. Journal of the Irrigation and Drainage Division. Vol. 104, No. IR2:195-207.
- [8] Al-Taie, F. 1970. Salt - affected and water - logged soils of Iraq. Report to seminar on methods of amelioration of saline and water- logged soils. Baghdad, Iraq.
- [9] Ardakani, A.J., Zahirinia, A.R., 2006. Effects of gypsum application in different unstable slopes on surface runoff and soil erosion. Paper presented at the 18th World Congress of soil science, 9-15 July 2006, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- [10] Buringh P. (1960). Soils and soils conditions in Iraq. Ministry of Agriculture, Baghdad, Iraq.
- [11] Committee of Agriculture and water Resources Sector. 2009. Policy paper of agriculture and water resources sector. 2010-2014 Five Years National Plan Technical Committee- Ministry of Planning and development Cooperation- Republic of Iraq. pp. 25- 7.
- [12] Dieleman, P. J. (ed.). 1963. Reclamation of salt affected soils in Iraq. Intern. Inst. for Land Reclamation and Improvement. Pub. No.11. Wageningen, Netherlands.
- [13] Djavanshir, K., Dasmalchi, H., Emararty, A. 1996. Ecological and ecophysiological survey on sexual Euphrate poplar and Athel trees in Iranian deserts. Journal of Biaban (Iran) 1: 67-81.

- [14] Dwivedi, R.S., Sreenivas, K., Ramana, K.V.,  
1999. Inventory of salt-affected soils and waterlogged areas: A remote sensing approach. *International journal of Remote Sensing* 21: 1589–1599.
- [15] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. *Water Resources, Development and Management Service*.  
2002. AQUASTAT Information System on Water in Agriculture: Review of Water Resource Statistics by Country. FAO, Rome, Italy. Available at [http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/aquastat/water\\_res/index.htm](http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/aquastat/water_res/index.htm)
- [16] Guiti, A.R. 1996. The effect of Tamarix and Atriplex species on soil salinity. *Journal of Biaban* 1: 39–51.
- [17] ICBA (International Center for Biosaline Agriculture), 2003. Assessment of brackish and saline groundwater availability in selected countries in the West Asia and North Africa (WANA) region. Dubai, UAE. ICBA.
- [18] Jayawardene, N.S., Blackwell, J., Muirhead, W.A., Kirchof, G., Smart, R., 1994. A new deep tillage technique for improving crop productivity on sodic, acid and other degraded soils. CSIRO Water Resources Series No. 14 Canberra, Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO).
- [19] Karami, A. 1997. Desalinization of heavy textured soils in the Tabriz floodplain by ploughing at various depths. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 28: 37–48.
- [20] Kaur. B., Gupta, S.R., Singh, G., 2002.  
Bioamelioration of a sodic soil by silvopastoral systems in north western India. *Agroforestry Systems* 54: 13–20
- [21] aseri, A.A., Rycroft, D. 2002. Effect of swelling and overburden weight on hydraulic conductivity of a restructured saline sodic clay. In: Paper presented at the  
17th World Congress of Soil Science  
(Symposium No. 34; Paper No. 1843), 14–  
21 August 2002, Bangkok, Thailand.
- [22] Noble, A.D., Bossio, D.A., Penning de Vries, F.W.T., Pretty, J., and Thiyagarajan, T.M., 2006. Intensifying agricultural sustainability: An analysis of impacts and drivers in the development of “bright spots”. *Comprehensive Assessment Research Report no. 13*, Colombo, Sri Lanka, Comprehensive Assessment Secretariat. 42 pp.
- [23] Noble, A.D., Ul-Hassan, M., Kezbekov, J.,  
2005. “Bright Spots” in Uzbekistan, Reversing land and water degradation while improving livelihoods: Key developments and sustaining ingredients for transition economies of the former Soviet Union. Research report No. 88. Colombo. Sri Lanka.  
International Water Management Institute  
(IWMI).
- [24] Pitman, A.J., G.T. Narisma, et al. (2004), Impact of land cover change on the climate of southwest Western. Australia, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 109(D18). [online] Available from: 7/000224126500001.
- [25] Prathapar, S. A.; M. Aslam, M.; M.A.



- Kahlowan, Z. Iqbal, and A.S. Qureshi, 2005(b). Gypsum slotting to ameliorate sodic soils of Pakistan. *ICID Journal of Irrigation and Drainage*, 54(5):509-517.
- [26] Prathapar, S.P., Qureshi, A.S., 1999(a). Mechanically reclaiming abandoned saline soils: A numerical evaluation. Research Report No. 30. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI).
- [27] Prathapar, S. A.; M. Aslam, M.; M.A. Kahlowan, Z. Iqbal, and A.S. Qureshi, 2005. Gypsum slotting to ameliorate sodic soils of Pakistan. *Irrig. and Drain.* 54(5):509-517.
- [28] Prathapar, S. A.; M. Aslam, M.; M.A. Kahlowan, Z. Iqbal, and A.S. Qureshi, 2005. Mechanically reclaiming abandoned saline soils in Pakistan. *Irrig. and Drain.* 54(5):519-526.
- [29] Prathapar, S.P., Qureshi, A.S., 1999(b). Modelling the effects of deficit irrigation on soil salinity, depth to watertable and transpiration in semi-arid zones with monsoonal rains. *Water Resources Development*. 15 (1/2): 141-159.
- [30] Qadir, M., Oster, J.D., 2004. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmental sustainable agriculture. *Science of the Total Environment*, Elsevier Press., p19.
- [31] Qadir, M., Qureshi, A.S., Cheraghi, S.A.M., 2007. Extent and characterization of salt- affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. *Land Degradation and Development*, 19:214-227
- [32] Qadir, M., Schubert, S., Ghafoor, A., Mortaza, G., 2001. Amelioration strategies for sodic soils: A review. *Land Degradation & Development* 12: 357-386.
- [33] Qureshi, A.S. and Al-Falahi, A., 2012. Understanding relationship between soil salinity, groundwater table depth and groundwater quality in southern and central Iraq. Report on salinity management in Iraq, Ministry of Agriculture, Baghdad, Iraq. 23 pp.
- [34] Qureshi, A.S., M.N. Asghar, S. Ahmad, and I. Masih, 2004. Sustaining crop production under saline groundwater conditions: A case study from Pakistan. *Australian Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 54 (2): 421-431.
- [35] Qureshi, A. S., Ahmad, W., & Ahmad, A. F. A. 2013. Optimum groundwater table depth and irrigation schedules for controlling soil salinity in central Iraq. *Irrigation and Drainage*, 62(4), 414-424.
- [36] Qureshi, A.S., 2014. Reducing carbon emissions through improved irrigation management: A case study from Pakistan. *Irrig. and Drain.* 63: 132-138.

- [37] Rhoades, J. D.; A. Kandiah, and A. M. Mashali (1992). The use of saline waters for crop production, FAO irrigation and drainage, paper 48. Rome, Italy.
- [38] Sarwar, A., W.G. Bastiaanssen, 2001. Long- term effects of irrigation water conservation on crop production and environment in semi- arid zones. ASCE Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 127, No. 6:331-338.
- [39] Salman I. S. (2014). Status, priorities and needs for sustainable soil management in Iraq. Regional NENA Soil partnership conference. Amman, Jordan 17-19 June 2014. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/G SP/docs/NENA2014/Iraq.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/G SP/docs/NENA2014/Iraq.pdf)
- [40] Schoup, G., Hopmans; J. W. Young; C. A. , Vrugt, J. A.; Wallender, W. W. ; Tanji, K. K. AND Pandey, S. 2005. Sustainability of irrigated agriculture in San Joaquin valley, California. Proceedings of the National Academy of Science. 102(43)pp. 15352-6.
- [41] Sharma, R.C., Saxena, R.K., Verma, K.S., 2000. Reconnaissance mapping and management of salt-affected soils usingsatellite images. International journal of Remote Sensing 21: 3209-3218.
- [42] Stenhouse, J., and Kijne, J.W., 2006. Prospects for productive use of saline water in West Asia and North Africa. Comprehensive Assessment Research Report no. 11, Colombo, Sri Lanka, Comprehensive Assessment Secretariat. 41 pp.
- [43] USAID, 2004. Agriculture Reconstruction and Development Program for Iraq: Irrigation water management assessment and priorities for Iraq. USAID.
- [44] Wu, W., Al-Shafie, W. M., Mhaimed, A. S., Dardar, B., Ziadat, F., & Payne, W. (2013). Multiscale salinity mapping in Central and Southern Iraq by remote sensing. In Agro-Geoinformatics (Agro- Geoinformatics), Second International Conference on (pp. 470-475).
- [45] Wu, W., Mhaimed, A. S., Al-Shafie, W. M., Ziadat, F., Dhehibi, B., Nangia, V., & De Pauw, E. (2014). Mapping soil salinity changes using remote sensing in Central Iraq. Geoderma Regional.