

## مياه الري في المملكة العربية السعودية

### (١,١) المياه والري

يعتبر الماء هو العنصر الأساس لأي كائن (وَعَمَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ) (سورة الأنبياء : ٣٠). ولقد تم الاهتمام بالمياه على مر العصور خصوصا في المناطق الجافة ، فلقد تم في جزيرة العرب بناء سد مأرب قبل الميلاد في اليمن للتقليل من أثر الفيضانات وكذلك لتجميع المياه للاستفادة من المياه. وفي مناطق تهامة وعسير و شمال غرب اليمن تم الاستفادة من المياه باستخدام المدرجات أو المصاطب وأنشئت السدود المؤقتة (العقوم) أو السدود الدائمة ، وفي المناطق الأخرى بالمملكة وخصوصاً الواحات مثل واحة الإحساء فلقد تم حفر الآبار اليدوية والاستفادة من المياه في الري كما هو موضح في الصور (١,١ - ١,٣) والجداول المائية القديمة والحديثة التي تم إنشاؤها من خلال مشروع الري والصرف. ولقد زاد الاهتمام حالياً بالمياه حيث تكمن أهميته في استمرار تقدم الدول في النواحي الزراعية والاقتصادية وخاصة في دول المناطق الجافة ومنها المملكة العربية السعودية. وإيماناً من المجتمع الدولي بأهمية المحافظة على المياه وضرورة ترشيد استخدامها وإدراكاً منهم بأن المياه يجب استخدامها الاستخدام الأمثل فقد تجسد ذلك في إقرار يوم عالمي للمياه في كل عام والذي يصادف يوم ٢٢ مارس حيث تشارك المملكة العربية السعودية دول العالم الاحتفاء بهذا اليوم.

وتفتقر المملكة العربية السعودية إلى الأنهار أو المياه السطحية ولكن تجري فيها بعض السيول في الوديان ، كما توجد كميات كبيرة من المياه الجوفية مخزونة منذ آلاف السنين ضمن التكوينات الحاملة للمياه (عثمان ، ١٤٠١ هـ). ومن أهم التكوينات الجيولوجية الحاملة لتلك المياه في المنطقة هو تكوين الدمام الذي يمتد في شرق الجزيرة العربية وهو منكشف في أجزاء منه في منطقة الخليج العربي ولهذا التكوين أهمية خاصة نظراً لقلّة عمقه خاصة في المنطقة الشرقية.



الصورة (١،١). كيفية استخراج مياه الآبار قديماً (الجنادرية).



الصورة (١,٢). استخراج المياه من الآبار القديمة.



الصورة (١,٣). ري المزارع بالجداول المائية القديمة.

ومن التكوينات الكبيرة أيضاً تكوين الساق الذي يمتد من شمال المملكة ليصل إلى منطقة وادي الدواسر بجنوب المملكة. وتتراوح نوعية المياه في هذه التكوينات بين ٤٠٠-٦٠٠٠ جزء بالمليون (وزارة الزراعة والمياه، ١٩٨٤م).

وانطلاقاً من أهمية المياه ودورها في حياة الإنسان وضرورة العناية بها والحفاظ عليها، ومن خلال أهمية هذا الموضوع في ظل واقع يشير إلى زيادة سرعة استنزافها وهي محدودة التغذية والمصادر، وحتى يمكن الاعتماد بالمجتمع عن الشعور بالوفرة والنظر إلى المياه كونها مورداً متاحاً وجاهزاً للاستخدام بدون ترشيد وتعقل، لذلك أصبح البحث عن وسائل وطرق لترشيد المياه ونوعية المياه مهم جداً خصوصاً أن القطاع الزراعي يستهلك كمية كبيرة من الموارد المائية تقدر بحوالي ٨٠-٩٠٪ من الاستهلاك الكلي للموارد المائية بالمملكة العربية السعودية (الطخيس، ١٤١٧هـ).

ويترتب المصادر المائية المتوفرة في المملكة وفقاً لأهميتها النسبية في تلبية الطلب الكلي على المياه المستهلكة، تبين أن المياه الجوفية غير القابلة للتجدد تمثل حوالي ٨٣٪ من الطلب الكلي، يليها المياه السطحية بنسبة ١٣٪ ثم المياه المحلاة بنسبة ٣,٣٪ وأخيراً مياه الصرف المعالجة بنسبة ٠,٧٪ (وزارة الزراعة، ١٤٢٧هـ).

إن الطلب على المياه يزداد سنوياً في المملكة، فمثلاً نجد أن الطلب على المياه لجميع الأغراض قد ازداد حوالي أربعة أضعاف من عام ١٩٨٠م - ٢٠٠٧م، وقدرت الكمية المستهلكة من المياه للزراعة في المملكة بحوالي ٥١٧٣ مليون متر مكعب في عام ١٩٨١م، بينما كانت ١٨٠٠٠ مليون متر مكعب في عام ٢٠٠٠م أي بزيادة مقدارها ثلاثة أضعاف وارتفعت إلى ما يقارب ٢١٠٠٠ مليون عام ٢٠٠٧م كما يظهر في الجدول (١،١)، (وزارة المياه والكهرباء، ١٤٢٩هـ). كما زادت المساحة المزروعة في المملكة لجميع المحاصيل إلى أكثر من مليون هكتار كما يظهر في الجدول (١،٢).

ويمكن تصنيف موارد المياه في المملكة إلى أربع مجموعات وهي المياه السطحية والمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ومياه التحلية ( العمران ، ١٤٢٩هـ ).  
تمثل المياه السطحية مياه العيون ، والينابيع الطبيعية ، والمياه التي تسيل في الشعاب والأودية بعد هطول الأمطار والتي قد تحجز أمام السدود وتقدر الكمية التي يمكن استغلالها من هذه المصادر بحوالي ٢٢٠٠ مليون متر مكعب. وتفيد هذه المياه الزراعة في الوديان ، وقرب السدود وتغذية المياه الجوفية. وتمثل مصادر المياه الجوفية المياه التي تحت سطح الأرض ، وهي إما أن تكون مياه جوفية ضحلة (غير عميقة) وإما مياه جوفية عميقة المصدر الأساسي للمياه المستخدمة للري. وبصفة عامة يمكن أيضا تصنيفها إلى مياه جوفية قابلة للتجديد ، ومياه جوفية غير قابلة للتجديد ( الطخيس ، ١٤١٧هـ ).

الجدول ( ١ ، ١ ) . كمية المياه المستخدمة للأغراض الزراعية في المملكة العربية السعودية

( وزارة المياه والكهرباء ، ١٤٢٩هـ )

الاستهلاك بملايين الأمتار المكعبة			تقديرات العام
الإجمالي	مياه محددة	مياه عميقة	
٥١٧٣	١٦٠٥	٣٥٦٨	١٩٨١م
٥٦٥٠	١٦١٨	٤٠٣٢	١٩٨٢م
٦٠٣٥	١٦١٨	٤٤١٧	١٩٨٣م
٦٧٦٨	١٦٦٨	٥١٠٠	١٩٨٤م
٨٧٨٠	١٥٨٩	٧١٩١	١٩٨٥م

تابع الجدول (١,١).

الاستهلاك بملايين الأمتار المكعبة			تقديرات العام
الإجمالي	مياه محذرة	مياه عميقة	
١٠٢٩٢	١٦٨٩	٨٦٠٣	١٩٨٦م
١٠٤٨٢	١٧٢٢	٨٧٦٠	١٩٨٧م
١١١٨١	١٤٦٣	٩٧١٨	١٩٨٨م
١٢٤٥٢	١٨٧١	١٠٥٨١	١٩٨٩م
١٣٣٢٦	٢٠٥٥	١١٢٧١	١٩٩٠م
١٣٥٣٠	٢١٥٢	١١٣٧٨	١٩٩١م
١٤٦٠٨	٢١٩٢	١٢٤١٦	١٩٩٢م
١٥٣١٤	٢٢٦٤	١٣٠٥٠	١٩٩٣م
١٥٣١٧	٢٢٥٧	١٣٠٦٠	١٩٩٤م
١٤٨١٩	٢٢٥٧	١٢٥٦٢	١٩٩٥م
١٥٣١٧	٢٢٥٨	١٣٠٥٩	١٩٩٦م
١٨٦٦٣	٦٦٥٠	١٢٠١٣	١٩٩٧م
١٨٠٥٤	٦٦٥٠	١١٤٠٢	١٩٩٨م
١٨٢٠٣	٦٧٠٠	١١٦٠٣	١٩٩٩م
١٨٠٠٠	٦٧٥٠	١١٢٥٠	٢٠٠٠م
١٧٠٤٢	—	—	٢٠٠٥م
١٦٤٧٤	—	—	٢٠٠٦م
٢٠٩١٩	—	—	٢٠٠٧م



تعتمد التجمعات السكانية في المدن الكبيرة على إنتاج المياه المحلاة وتعتبر المملكة أكبر منتج لهذه المياه في العالم فهي توفر حالياً ما يقارب ٣ مليون متر مكعب في اليوم والتي تخلط بنسب معينة من مياه الآبار (وزارة المياه والكهرباء، ١٤٢٩هـ).

تشكل مياه الصرف الصحي المعالجة مورداً هاماً يخفف العبء على المياه العذبة، وتستخدم لري المزارع قرب مدينة الرياض، وكذلك لري الحدائق العامة، والمسطحات الخضراء داخل المدن، وتقدر كمية مياه الصرف الصحي المعالجة في المملكة بما يقارب ٥٠٠ مليون متر مكعب في العام يستفاد منها للزراعة حوالي ٥١,٣ مليون متر مكعب (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٢٧هـ)، أما في منطقة الإحساء فإن كمية المياه المعالجة التي تستخدم في مشروع الري والصرف في زيادة مستمرة نتيجة قلة مياه التناييع في المنطقة ومن المتوقع وصول كمية المياه الناتجة من الصرف الصحي لأكثر من ٧٠٠ مليون متر مكعب في العام ١٤٣٥هـ.

ونظراً لأهمية الماء في حياة الناس كافة وخصوصاً للمزارعين فإنه من الضروري لاستمرار إنتاجية التربة الزراعية المحافظة على مستوى معين من الرطوبة في منطقة الجذور بالتربة حيث هذا المستوى لا يحدث أضراراً للنبات سوى بالزيادة لمنع التهوية والتنفس أو النقص لأثرها على نمو النبات ويتم تعويض ما يستهلك من النبات أو يفقد من التربة من عملية الري.

ويعرف الري بأنه إضافة المياه إلى التربة المزروعة بالمحاصيل بطرق وتصاميم مختلفة؛ لمنع الجفاف في عديد من مناطق العالم وخصوصاً الجافة وشبه الجافة. ويمكن أن يعرف الري بأنه تغذية التربة الزراعية صناعياً بالماء لأي من الأسباب التالية: (Hanson and Kite, 1984)

- إضافة الماء للتربة لتزويدها بالرطوبة اللازمة لنمو النبات.
- تأمين المحصول ضد فترات الجفاف قصيرة المدى.

- تبريد التربة و الجو ؛ لكي تكون بيئة ملائمة لنمو النبات.
- تقليل خطر الصقيع بالمناطق التي تتعرض في فترات معينة للصقيع.
- غسل الأملاح من التربة أو تقليلها.

يمثل الري الصناعي على مستوى العالم ما يقارب ١٧٪ من الأراضي الزراعية ولكنه يساهم بأكثر من ٣٠٪ في الإنتاج الزراعي (Hillel, 2000) وتزداد أهمية المساهمة بالري في المناطق الجافة حيث تنخفض الأمطار ويزداد الطلب على مياه الري نتيجة ارتفاع درجة الحرارة و انخفاض الرطوبة.

ووجد أن الري الصناعي منذ أقدم العصور والحضارات القديمة في مصر وسوريا والعراق والهند ، وفي المملكة العربية السعودية تعتبر واحة الأحساء من أقدم الواحات التي شهدت نمواً وتطوراً في أنظمة الري عبر العصور نتيجة لوجود الينابيع الطبيعية العديدة التي استخدمت لغرض الري والإنتاج الزراعي. وتشهد المملكة العربية السعودية تطوراً هائلاً في مجال الري بالأراضي الزراعية وبأنظمة الري المختلفة سوى كانت السطحية أو بالرش أو بالتنقيط السطحي وتحت السطحي (الصور ١،٤ – ١،٧).  
وتختلف أنظمة الري حيث منها القديمة مثل الري بالغمر وأنظمة الري الحديثة جداً مثل الري بالتنقيط تحت السطحي (العمران وآخرون، ١٤٢٥، ١٤٢٩هـ). حيث تم استخدام نظام الري الحديث في البيوت المحمية والحقل المفتوح في إنتاجية الكوسة والطماطم باستخدام مياه عالية الملوحة (Al-Omran et al., 2005) (الصور ١،٤ – ١،٧).



الصورة (١,٤). الري بالتنقيط السطحي للطماطم في الصوب الزجاجية.



الصورة (١,٥). الري بالتقيط تحت السطحي للطماطم في الصوب الزجاجية.



الصورة (١,٦). الري بالتنقيط تحت السطحي للكوسة في الحقل المفتوح.



الصورة (١,٧). الري بالتنقيط السطحي للكوسة في الحقل المفتوح.

## (١,٢) كفاءات مياه الري

## Irrigation Water Efficiencies

يعبر عن كفاءة استخدام المياه بمصطلحات مختلفة معتمدة على طبيعة المدخلات و المخرجات وعن ما تعنيه هذه المصطلحات للمستخدم. فيمكن أن يعبر عن كفاءة مياه الري اقتصادياً بأنها العائد المادي لكل وحدة مالية استثمرت في مياه الري، أما التعريف الفسيولوجي لكفاءة استخدام مياه الري للنبات فهو كمية ثاني أكسيد الكربون المثبت نتيجة التمثيل الضوئي إلى كمية المياه المستخدمة في النتح. أما العاملين في الري فإن كفاءة الري تدل على كيفية الاستفادة من مياه الري المتوفرة بفاعلية وهي الإنتاجية لكل وحدة حجم مياه مستخدمة. وتتأثر هذه الكفاءة بعدة عوامل منها توفر المياه، ودقة التصميم لنظام الري، وطريقة الري، ونوع التربة وخواصها، والإدارة الجيدة في الحقل.

الفوائد المائية قد تحدث في طريقة النقل ونظامها والتوزيع غير المتجانس للماء فوق سطح التربة وفي طريقة الري المستخدمة، فمثلاً الري بالرش يفقد الكثير من الماء عن طريق البخر في المناطق الجافة والحارة.

إن الغرض من الكفاءة وحسابها هو إجراء التحسينات الضرورية لرفع هذه الكفاءة سواءً في أجهزة النقل أم نظام الري إن أمكن والإدارة الجيدة كموعده الري وفترته.

ويمكن تقسيم الكفاءات إلى عدة أقسام منها ما يتعلق بالنقل أو التوصيل أو الإضافة.

## (١,٢,١) كفاءة نقل المياه Water Conveyance Efficiency

وهو اصطلاحاً يستعمل لقياس كفاءة أنظمة نقل المياه التي تضم شبكة الجداول والقنوات الرئيسة والفرعية والحقلية. حيث يعتبر الفقد الناتج عن النقل أكبر

كمية مفقودة لمياه الري خصوصاً في أنظمة الري التقليدية كالثقنات و جداول مياه الري السطحي.

#### (١, ٢, ٢) كفاءة إضافة الماء Water Application Efficiency

بعد وصول الماء إلى الحقل يكون من المهم استخدام الماء بكفاءة عالية قدر الإمكان. حيث يجب المحافظة على الماء في منطقة الجذور بحيث يستفيد منه النبات ويعبر عن هذه الكفاءة بكفاءة إضافة المياه.

#### (١, ٢, ٣) كفاءة استخدام المياه Water use Efficiency

إن كفاءة استخدام المياه من قبل النباتات يمكن أن يعبر عنه بالماء المستخدم فعلياً من قبل النبات إلى ما يضاف إلى الحقل. أو يعبر عنها بالإنتاجية للمحصول القابل للتسويق إلى وحدة المياه المضافة.

#### (١, ٣) تحسين وتطوير أنظمة الري

إن من أبرز وسائل ترشيد استخدام مياه الري هي رفع كفاءة نظم الري المستخدمة مثل نظام الري بالتنقيط أو الرش ، كما أنه يمكن تقليل استهلاك المياه بوسائل أخرى مثل تغطية قنوات الري الكبيرة المكشوفة وتبطينها واستخدام أجهزة قياس الرطوبة في التربة لتحديد مواعيد الري.

لقد تطورت نظم الري في المملكة تطوراً كبيراً فصي التعداد الشامل لسنة ١٩٩٩م (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٢٠هـ) (الجدول ١.٣). احتلت أنظمة الري الحديثة (الري بالرش المحوري والتنقيط) مركز الصدارة، إذ بلغت نسبة المساحة المروية بهذه النظم ٤٧.٦٨٪ من إجمالي المساحة الكلية لعام ١٩٩٩م، ويأتي ذلك نظام الري التقليدي (الغمر) بنسبة ٣٠.٣٪، ثم نظام الري بأكثر من طريقة بنسبة ٢٢.٢٪ خلال نفس العام (الجدول ١.٣). ويتضح من الجدول أن نسبة المساحة المروية بنظام الري

التقليدي تتراوح بين ٣.٧٩٪ في منطقة الحدود الشمالية ونسبة ٩٨.٣٨٪ في منطقة جازان. كما أن أنظمة الري الحديثة منتشرة في أنحاء المملكة حيث تبلغ نسبتها في المنطقة الشرقية حوالي ٨٢.٥٪ من المساحة المروية وفي الجوف ٨٢.١٤٪ وفي تبوك ٦٩.٣٢٪ من المساحة الكلية المروية لكل منطقة.

الجدول (١٣). التوزيع الجغرافي لمساحة الحيازات بالألف هكتار وفقاً لنظم الري المختلفة في المملكة عام ١٩٩٩م.

المنطقة	الري التقليدي		الري الحديث		أكثر من طريقة		الإجمالي
	المساحة	%	المساحة	%	المساحة	%	
الرياض	٣٢,٧٢	١١,٣٥	١٥٤,٩٣	٥٣,٧٤	١٠٠,٦٢	٣٤,٩٠	٢٨٨,٢٦
مكة المكرمة	٤٣,٠١	٩٥,٦٢	٠,٣٨	٠,٨٥	١,٥٨	٣,٥٢	٤٤,٩٨
المدينة المنورة	٢٦,٠١	٩٠,٧٦	٠,٨٥	٢,٩٥	١,٨	٦,٢٨	٢٨,٦٦
القصيم	١١,٦٢	٥,١٦	١٤٣,٣	٦٣,٦٩	٧٠,٠٥	٣١,١٤	٢٢٤,٩٨
الشرقية	١٥,١٨	١٣,٩٢	٩٠,٠٥	٨٢,٥٥	٣,٨٥	٣,٥٣	١٠٩,٠٨
عسير	٢٢,٢٢٠	٩٨,٣١	٠,٢٢	٠,٩٩	٠,١٦	٠,٧٠	٢٢,٥١
تبوك	٣,٣١	٧,٠٢	٣٢,٧	٦٩,٣٢	١١,١٦	٢٣,٦٦	٤٧,١٧
حائل	٩,٩٧	٧,٩	٥٦,٦٠	٤٤,٨٣	٥٩,٦٧	٤٧,٢٧	١٢٦,٢٥
الحدود الشمالية	٠,٠٠٥	٣,٧٩	٠,١	٧٤,٢٤	٠,٠٣	٢١,٩٧	٠,١٣
جازان	١٧٦,٦٨	٩٨,٣٨	٠,٨١	٠,٤٥	٢,٠٩	١,١٦	١٧٩,٥٩
بجدة	٧,٦٥	٥٩,٥٢	٢,٣٠	١٧,٨٥	٢,٩١	٢٢,٦٢	١٢,٨٥
الباحة	٢,٤٨	٩١,٤٢	٠,٠٠٢	٠,٠٧	٠,٢٣	٨,٥١	٢,٧١
الجوف	١٠,٣٧	٩,٨٨	٨٦,٢٠	٨٢,١٤	٨,٣٧	٧,٩٧	١٠٤,٩٤
الإجمالي	٣٦١,٢٤	٣٠,٣٠٠	٥٦٨,٤٤	٤٧,٦٨	٢٦٢,٥٣	٢٢,٠٢	١١٩٢,٢١

المصدر: جمعت وحسبت من وزارة الزراعة والمياه، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، التعداد الزراعي الشامل لعام ١٩٩٩م.

ولعل من أهم التقنيات الحديثة في ترشيد المياه هو نظام الري بالتنقيط ، ولقد حقق بعض المطالب وتلافي بعض العيوب التي ظهرت مع أنظمة الري الأولى. ويعد نظام الري بالتنقيط أحد التطبيقات الحديثة لطرق الري وهو - بلا شك يمثل تقدماً واضحاً في تقنية الري. وتعد المملكة من الدول الرائدة في المنطقة التي طبقت نظام الري بالتنقيط. وبالرغم من عدم توافر إحصائيات شاملة ، إلا أن بعض الأبحاث تؤكد أن نظام الري بالتنقيط بدأ باستخدامه في المملكة مع بداية السبعينيات من القرن العشرين الميلادي استخداماً محدوداً ، وأصبح معروفاً وشائع الاستخدام في نهاية السبعينيات الميلادية من القرن الماضي. وتفيد الإحصائيات الرسمية أن المساحة المروية بالتنقيط في المملكة تطورت من ٦٦٦ هكتار عام ١٩٨١م إلى ٦٧٣٩٩ هكتار عام ١٩٩٩م. ويكثر استخدام نظم التنقيط في ري محاصيل البيوت المحمية والخضروات والفواكه وأشجار الزينة وبعض المسطحات الخضراء.

أما نظام الري بالتنقيط تحت السطحي وهو إضافة مياه الري على عمق ٢٥-٣٥ سم تحت سطح التربة عبر أنابيب التنقيط ويهدف إلى تقليل الماء على سطح التربة وتقليل التبخر ، فلقد تم تطبيقه في الدول المتقدمة للترشيد في مياه الري بالمناطق الجافة والحارة ولم يتم تطبيقه على مستوى المملكة إلا على نطاق محدود جداً.

يجب اختيار طريقة الري المناسبة وفي كثير من الأحيان توجد بعض القيود التي لا تدع مجالاً للاختيار بين طريقة ري وأخرى ، وفي بعض الحالات عندما يكون من الممكن نظرياً تطبيق أكثر من طريقة للري فإن الاختيار يبنى على أساس عدة عوامل يكون فيها العامل الاقتصادي هو المحدد غالباً ولكن ليس دائماً ، وعلى أي حال فإن التصميم الأمثل لنظم الري يعد مطلب ضروري لضمان التجانس الأفضل لتوزيع المياه في الحقل بهدف الاستخدام الأمثل لمياه الري ، وبالتالي للترشيد في المياه.

## (١,٤) كفاءة استخدام المياه في ري النخيل

## (١,٤,١) إنتاج التمور في المملكة

تعتبر النخلة شجرة مهمة في الجزيرة العربية خصوصاً في المملكة العربية السعودية حيث تعتبر المصدر الرئيس للغذاء في البلاد. وتعتبر التمور من أهم المحاصيل الزراعية في المملكة إن لم يكن المحصول الأول من حيث الإنتاج والمساحة (الجدول رقم ١,٤). حيث بلغت المساحة المزروعة في المملكة في ٢٠٠٥ م حوالي ١٥٠ ألف هكتار وإنتاج يقدر ب ٩٧٠ ألف طن. والزيادة في الإنتاج والمساحة نتيجة الدعم الكبير التي تقدمه الحكومة لقطاع النخيل والذي يتمثل في الإعانات التي تقدم عن زراعة الفسائل الجديدة باستخدام طرق الري الحديثة. ويوضح الجدول رقم (١,٥) إنتاج النخيل على مستوى العالم متضمناً معدل إنتاج المملكة ويتضح من الجدول أن إنتاجية التمور على مستوى العالم = ٦,٢٨ طن/هكتار ومصر = ٢٨,٣٩ طن/هكتار والسعودية = ٦,٣٠ طن/هكتار والعراق = ٦,٨٧ طن/هكتار.

## (١,٤,٢) الاحتياجات المائية للنخيل

تعتمد الاحتياجات المائية لأشجار النخيل على الظروف البيئية في المنطقة وهي ترتبط بثلاثة عوامل رئيسة وهي عوامل المناخ والنبات والتربة. ولقد تم تقدير الاحتياجات المائية لأشجار النخيل حيث تراوحت الكمية بين ١٥٠٠٠ متر مكعب للهكتار (وبين ٥٥٠٠٠ متر مكعب للهكتار (Alazba, 2001) بينما أورد (الخطيب وآخرون، ٢٠٠٦م) إن متوسط الاحتياجات المائية للنخيل تتراوح بين ٢٠٠٠٠ - ٣٥٠٠٠ م<sup>٣</sup>/هكتار حسب طريقة الري المتبعة وهي بالتنقيط أو الينابيع أو الغمر (الصور ١,٨ - ١,١٠) للري الحديث لأشجار النخيل.

وتختلف كميات المياه المقدرة للنخيل في دول العالم ، فلقد وجد (Abou-  
 Khaleed *et al.*, 1982) على أشجار نخيل عمرها ٢٠ سنة في العراق بأن المياه المستهلكة  
 السنوية لأصناف المكتوم والبرحي ١٨٠٠٠ م<sup>٢</sup>/هكتار، بينما قدر (Zaid, 2002) الكمية  
 في العراق بين ١٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ وفي الجزائر (١٥٠٠٠-٣٥٠٠٠) ومصر ٢٢٣٠٠ م<sup>٢</sup>/هكتار.

ومن متوسطات إنتاج النخيل على مستوى مناطق المملكة المختلفة (الجدول  
 رقم ١.٤) ومتوسط استهلاك الهكتار الواحد للنخيل والمقدر ب ٢٧٣٣٠ م<sup>٢</sup>/هكتار  
 فقد تم حساب كفاءة إنتاجية المياه للنخيل الموضحة بالجدول (١.٦)، حيث يتضح أن  
 أكبر كفاءة للإنتاج في المنطقة الشرقية وأقلها في مناطق مثل جازان والباحة التي لا  
 يوصى بزراعة النخيل بها.

وللاستمرار في مستوى التنمية الزراعية، يتطلب التخطيط لتحويل  
 مساحات أكبر من الأراضي الزراعية لتروي بأنظمة التنقيط وخاصة تحت  
 السطحي حيث تتفوق هذه الطرق على طرق الري الأخرى، والأهم أنها تناسب  
 البيئة الصحراوية الحارة ونوعية المياه مرتفعة الملوحة نسبياً، ولعله من المفيد أن  
 نعلم أن المساحات المروية بالتنقيط بالنسبة للمساحات المزروعة في كثير من الدول  
 في ازدياد.

وعموماً يمكن من خلال أنظمة الري بالتنقيط تحت السطحي المصممة  
 جيداً توفير كميات من المياه تصل إلى أكثر من ٥٠ ٪ مقارنة بالري السطحي. ولا  
 يتوقف توفير عند المياه فحسب بل هناك توفير في العمالة والطاقة؛ نظراً لأن  
 نظام الري تحت السطحي يعمل عند ضغوط تشغيل منخفضة مقارنة بأنظمة الري  
 المحورية أو الرش.



المجدول رقم (١,٥). متوسط إنتاج النخيل في العالم .

(Erskine et al., 2005)

الدول	الإنتاجية بالطن	%	الدول	الإنتاجية بالطن	%
العالم	٦,٧٤٩,٣٣٥٦	١٠٠	اليمن	٣٢,٥٠٠	٠,٥
مصر	١,١١٥,٠٠٠	١٦,٥	موريتانيا	٢٤,٠٠٠	٠,٤
إيران	٨٥٧,٠٠٠	١٣	شاد	١٨,٠٠٠	٠,٣
السعودية	٨٣٠,٠٠٠	١٢,٣	امريكا	١٧,٦٠٠	٠,٣
الإمارات	٧٦٠,٠٠٠	١١,٣	البحرين	١٦,٥٠٨	٠,٢
باكستان	٦٥٠,٠٠٠	٩,٦	قطر	١٦,٥٠٠	٠,٢
الجزائر	٤٢٠,٠٠٠	٦,٢	الكويت	10,400	٠,٢
العراق	٤٠٠,٠٠٠	٥,٩	تركيا	٩,٤٠٠	٠,١
السودان	٣٣٠,٠٠٠	٤,٩	التيهر	٧,٧٠٠	٠,١
عمان	٢٣٨,٦١١	٣,٥	فلسطين	٥,٥٠٠	٠,١
ليبيا	١٤٠,٠٠٠	٢,١	اسيانيا	٣,٧٣٢	٠,١
الصين	١٣٠,٠٠٠	١,٨	المكسيك	٣٦,٠٠	٠,١
تونس	١١٥,٠٠٠	١,٧	أخرى	٥٣٦,٣٠٥	٧,٩
المغرب	٥٤,٠٠٠	٠,٨			

Source FAO statistics 2003,

(وزارة الزراعة، ٢٠٠٨م)

الجدول (١٦). متوسط إنتاج الفراخ من الفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٠٧م بمناطق المملكة.

المنطقة	الفترة الأولى			الفترة			الفترة			الفترة			المنطقة
	إنتاجية الفراخ	الاحتياجات المائية	كفاءة استخدام المياه كجم/كجم	إنتاجية الفراخ	الاحتياجات المائية	كفاءة استخدام المياه كجم/كجم	إنتاجية الفراخ	الاحتياجات المائية	كفاءة استخدام المياه كجم/كجم	إنتاجية الفراخ	الاحتياجات المائية	كفاءة استخدام المياه كجم/كجم	
الرياض	٢٢.١	٠.٦١	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٦١	٤١.١١	٢٦.١٥	٠.٦١	٤٦.١١	٢٢.٦٥	٠.٦١	٤٦.١١	الرياض
منطقة القصيم	٢٢.١١	٠.٥٧	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٦٣	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٤٧	٤٦	٢٢.٦٥	٠.٦١	٤٦.١١	منطقة القصيم
المنطقة الشرقية	٢٢.١	٠.٣٢	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٦١	٤٦.١٧	٢٦.١٥	٠.٤٣	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٤١	٤٦.١١	المنطقة الشرقية
القصيم	٢٢.١	٠.٢	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.١٧	٤٦.١١	٢٦.١٥	٠.١٧	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.١٧	٤٦.١١	القصيم
الرياض	٢٢.١	٠.٥٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٤	٤٦.١٣	٢٦.١٥	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٥١	٤٦.١١	الرياض
منطقة القصيم	٢٢.١	٠.٣٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٣١	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٣٣	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٣١	٤٦.١١	منطقة القصيم
المنطقة الشرقية	٢٢.١	٠.٦١	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٣١	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٣٤	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٣١	٤٦.١١	المنطقة الشرقية
القصيم	٢٢.١	٠.٦٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٣٣	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٣٤	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٣١	٤٦.١١	القصيم
الرياض	٢٢.١	٠.٥٨	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٤١	٤٦.١١	الرياض
منطقة القصيم	٢٢.١	٠.٦٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٤١	٤٦.١١	منطقة القصيم
المنطقة الشرقية	٢٢.١	٠.٦٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٤١	٤٦.١١	المنطقة الشرقية
القصيم	٢٢.١	٠.٦٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٤٤	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٤١	٤٦.١١	القصيم
الرياض	٢٢.١	٠.٤٧	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٤١	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٣٧	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٣١	٤٦.١١	الرياض
منطقة القصيم	٢٢.١	٠.٣٢	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٣١	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٣١	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٣١	٤٦.١١	منطقة القصيم
المنطقة الشرقية	٢٢.١	٠.٦٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٣٣	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٣٣	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٣١	٤٦.١١	المنطقة الشرقية
القصيم	٢٢.١	٠.٦٥	٣٦.١١	٢٦.١١	٠.٣٣	٤٦.١٥	٢٦.١٥	٠.٣٣	٤٦.١٥	٢٢.٦٥	٠.٣١	٤٦.١١	القصيم



الصورة (١,٨). ري النخيل بالتنقيط السطحي.



الصورة (١,٩). ري النخيل بطريقة التنابع.



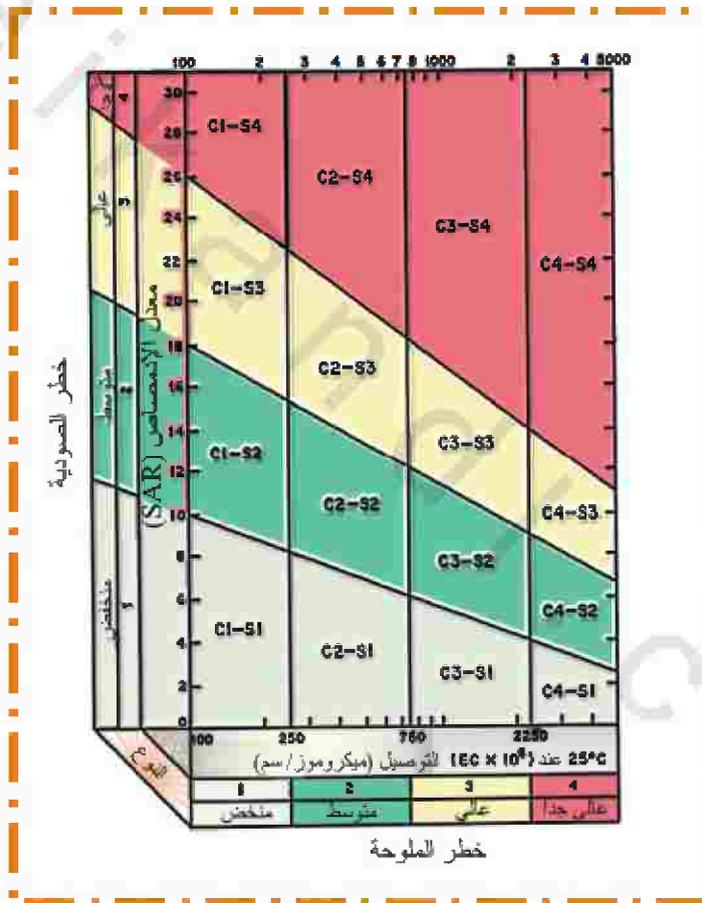
الصورة (١,١٠). ري أشجار النخيل بطريقة الري السطحي.

### (١,٥) نوعية المياه

تعتبر مياه الري احد العوامل الرئيسة المحددة للإنتاج الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة. لذلك تعتبر نوعية هذه المياه عاملاً مهماً في تحديد صلاحية المياه للأغراض الزراعية. وتكمن أهمية دراسة و معرفة نوعية مياه الري في كونها تحدد فيما إذا كانت المياه لا تتسبب في تكوين الترب الملحية أو الصودية أو تسبب سمية للنباتات المروية. فمن المعروف أن مياه الري لها تأثيرات مختلفة على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وعلى النباتات النامية. بعض هذه التأثيرات سلبية و البعض الآخر إيجابية وهذا يعتمد على نوعية و كمية مياه الري المستخدمة.

ومن أهم العوامل التي تحدد نوعية مياه الري التي يمكن استخدامها هو التركيب الكيميائي للماء بالإضافة إلى عوامل أخرى أقل أهمية مثل قوام التربة، نوع المحصول، العوامل الجوية، طريقة الري المستخدمة. وتعد الملوحة وخطورة الصوديوم

من أهم المكونات الأساسية في تحديد مدى صلاحية المياه وسوف يتم التطرق إلى ذلك في الفصول القادمة بشيء من التفصيل. ويمكن الاسترشاد إلى نوعية مياه الري باستخدام التقسيم الذي وضع من قبل معمل الملوحة التابع لوزارة الزراعة الأمريكية رقم ٦٠ لسنة ١٩٥٤م الموضح بالشكل (١,١) وقد قسمت صلاحية المياه حسب ملوحتها إلى التالي:



الشكل (١,١). تقسيم مياه الري الذي وضع من قبل معمل الملوحة التابع لوزارة الزراعة الأمريكية رقم (Richards, 1954) ٦٠ لسنة ١٩٥٤م

١- مياه ذات ملوحة منخفضة ويكون التوصيل الكهربائي لها من ١٠٠ - ٢٥٠ ميكروموز/سم، وتستعمل لري معظم أنواع المزروعات على معظم أنواع الترب.

٢- مياه ذات ملوحة متوسطة ويكون التوصيل الكهربائي لها من ٢٥٠ - ٧٥٠ ميكروموز/سم، ويمكن استعمالها إذا أمكن غسيل الأملاح الزائدة من التربة وتستخدم للنباتات متوسطة التحمل للملوحة.

٣- مياه ذات ملوحة عالية ويكون التوصيل الكهربائي لها من ٧٥٠ - ٢٢٥٠ ميكروموز/سم حيث لا ينصح باستخدام هذه المياه في الترب السيئة الصرف، ويمكن استخدامها في الترب ذات الصرف الجيد والأراضي الجيدة النفاذية وكذلك اختيار النباتات غير الحساسة للملوحة.

٤- مياه ذات ملوحة عالية جداً حيث يكون التوصيل الكهربائي لها أكثر من ٢٢٥٠ ميكروموز/سم، وهذه تعتبر غير صالحة للري تحت الظروف العادية، ولكن يمكن استخدامها تحت ظروف خاصة، عندما تكون التربة جيدة النفاذية مثلاً، ووجود صرف مناسب وكميات مياه ري عالية بحيث تؤمن غسلاً جيداً للأملاح المتراكمة في التربة.

كما أن تأثير الصوديوم قد قسم إلى أربعة أقسام هي :

- ١- مياه قليلة الصوديوم: وتستعمل هذه المياه في ري جميع الترب.
- ٢- مياه متوسطة الصوديوم: قد يسبب هذا النوع من الماء ضرراً على الترب الناعمة القوام، وخاصة تحت ظروف غسيل غير كافية إذا لم يتوافر الجبس في التربة، وتستخدم في الترب الخشنة القوام ذات النفاذية الجيدة.

- ٣- مياه عالية الصوديوم: يمكن أن تحدث ضرراً في معظم الترب ولذلك تتطلب وجود صرف جيد ونسبة غسيل مرتفعة.
- ٤- مياه عالية جداً في نسبة الصوديوم: وهي غير مناسبة لأغراض الري إلا إذا كان التركيز الكلي للأملاح قليلاً أو متوسطاً.
- وتعتبر مياه الري ذات قيم توصيل كهربائي أقل من ٠,٧ ديسمنز/ م (ds/m) صالحة للاستخدام في الري الزراعي بدون مشاكل. ولقد تم تقسيم الماء إلى أربعة أقسام حسب رقم التوصيل الكهربائي كما في الجدول (١,٧).
- وقد قسمت مياه الري إلى أربعة أقسام ذات حدود هامشية لك SAR عن ٢٦ غير مناسبة للري إلا في حالة المستويات المنخفضة من الأملاح في الماء ومع استخدام محسنات للتربة كما في الجدول (١,٨).
- وهناك عدة تقسيمات قديمة لمياه الري تأخذ في الاعتبار بعض خواص الماء كما هو مبين في الجداول (١,٩ - ١,١٣).

(Richards, 1954).

الجدول (١,٧). تقسيم الماء حسب تركيز الأملاح.

الدرجة	خطر الملوحة	التوصيل الكهربائي (ميكروموز/ سم)	الصلاحية للري
١	منخفض	١٠٠-٢٠٠	مناسب لري معظم المحاصيل
٢	متوسط	٢٥٠-٧٥٠	مناسب لري المحاصيل التي تتحمل الملوحة بدرجة متوسطة مع غسيل التربة
٣	مرتفع	٧٥٠-٢٢٥٠	مناسب لري النباتات التي تتحمل الأملاح بدرجة كبيرة مع غسيل التربة على فترات و توافر صرف جيد للتربة
٤	مرتفع جداً	أكثر من ٢٢٥٠	غير مناسبة للري عموماً إلا في حالات خاصة لتوعيه معينة من الترب و النباتات المتحملة جداً للملوحة.

الجدول (١,٨). تقسيم الماء حسب نسبة الصوديوم المدمص. (Richards, 1954).

الدرجة	خطر الملوحة	نسبة الصوديوم المدمص	الصلاحية للري
١	منخفض	صفر - ١٠	مناسب للري ماعدا المحاصيل الحساسة للصوديوم
٢	متوسط	١٠ - ١٨	مناسب للتراب الرملية والعضوية مع توافر صرف جيد للتراب
٣	مرتفع	١٨ - ٢٦	يؤدي استعماله إلى ارتفاع الصوديوم في أغلب الترب ويجب أن يكون الصرف جيد مع استخدام الجبس والمواد العضوية لتحسين ظروف التربة
٤	مرتفع جداً	أكثر من ٢٦	غير مناسب للري عموماً

الجدول (١,٩). تقسيم مياه الري حسب (Wilcox, 1958).

الخاصية	المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة
	ممتازة - جيدة	جيدة - مناسبة	غير مناسبة
التوصيل الكهربائي ( $K \times 10^6$ ) عند ٢٥م	أقل من ١٠٠	١٠٠ - ٣٠٠	أكثر من ٣٠٠
البورون (جزء في المليون)	أقل من ٠,٥	٠,٥ - ٢	أكثر من ٢
الصوديوم (%)	أقل من ٦٠	٦٠ - ٧٥	أكثر من ٧٥
الكلوريد (ملييكافى/لتر)	أقل من ٥	٥ - ١٠	أكثر من ١٠

$$K \times 10^6 = EC \times 10^5$$

$$\%Na = \frac{Na}{TSC}$$

الجدول (١,١٠). الملوحة الفعالة ( $Cl + \frac{1}{2}SO_4$ ) ملييكافى/لتر. (Doneen, 1954).

فئات الماء			حالة التربة	
٣	٢	١		
أكثر من ٥	٣ - ٥	أقل من ٣	قليلة التسرب	ثقيلة القوام
أكثر من ١٠	٥ - ١٠	أقل من ٥	متوسطة التسرب	متوسطة القوام
أكثر من ١٥	٧ - ٥	أقل من ٧	عالية التسرب	خفيفة القوام

الجدول (١،١١). تقسيم المياه حسب الملوحة وكميات الصوديوم المثبتة (RSC). (Dregne, 1969).

التصنيف	$EC \times 10^6$ ميكروموز/اسم	RSC ملليمكالي/لتر
١	صفر - ٧٥	صفر - ١
٢	٧٥ - ٢٢٥٠	١ - ٢,٥
٣	أكثر من ٢٢٥٠	أكثر من ٢,٥

الجدول (١،١٢) الحدود المسموح بها لعنصر البورون في ماء الري. (Rowe and Abdel-Magid, 1995).

مجموعة النباتات الحدود المتوقعة لعنصر البورون (ملجم/لتر)			تصنيف الماء
مقاومة	معتدلة	حساسية	
أقل من ١,٠٠	أقل من ٠,٦٧	أقل من ٠,٣٣	مياه ممتازة
١,٠٠ - ٢,٠٠	٠,٦٧ - ١,٣٣	٠,٣٣ - ٠,٦٧	جيدة
٢,٠٠ - ٣,٠٠	١,٣٣ - ٢,٠٠	٠,٦٧ - ١,٠٠	مسموح بها
٣,٠٠ - ٣,٧٥	٢,٠٠ - ٢,٥٠	١,٠٠ - ١,٢٥	مشكوك بها
أكثر من ٣,٧٥	أكثر من ٢,٥٠	أكثر من ١,٢٥	غير مناسبة

الجدول (١،١٣). تأثير استخدام الري بالررش على النمو الخضري للحاصل. (Tanji, 1990).

تركيز الصوديوم أو الكلوريد (مول/م <sup>٣</sup> ) المسببة لإصابة النباتات			
أقل من ٥	٥ - ١٠	١٠ - ٢٠	أكثر من ٢٠
الجوز	العنب	الرسم	القرنيط
المشمش	التفاح	الشعير	التطن
المواخ	البطاطس	الخيار	عباد الشمس
البرقوق	الظماطم	السمسم	البنجر

ومن التقسيمات المستخدمة حالياً و التي تعتمد في كثير من دول العالم هو تقسيم الفاو لتقييم نوعية مياه الري (Ayers and Westcot, 1985) الجدول رقم ( ١.١٤ ) و الذي يأخذ بعين الاعتبار الملوحة و خطورة مشكلة التسرب الناتجة من زيادة الصوديوم أو قلة الأملاح في مياه الري وكذلك سمية العناصر مثل الصوديوم و الكلوريد و النترات و البورون و البيكربونات و طريقة الري المستخدم. الجدول (١.١٤). معايير جودة مياه الري حسب (Ayers and Westcot, 1985).

التحفظ على استخدام ماء الري			الوحدات	المشكلة المرتبطة بالري
شديد	متوسط	يدون		
الملوحة ( تؤثر على الماء المتاح ) <sup>١</sup>				
$3 <$	$0.7 - 3.0$	$0.7 >$	ديسيمتر / م	EC <sub>w</sub>
$2000 <$	$450 - 2000$	$450$	ملجم / لتر	TDS
التسرب ( تؤثر على تسرب الماء إلى التربة باستخدام EC <sub>w</sub> , SAR )				
EC <sub>w</sub> dSm <sup>-1</sup>			SAR	
$0.2 >$	$0.2 - 0.7$	$0.7 <$	$3 - 0$	
$0.3 >$	$0.3 - 1.2$	$1.2 <$	$6 - 3$	
$0.5 >$	$0.5 - 1.9$	$1.9 <$	$12 - 6$	
$1.3 >$	$1.3 - 2.9$	$2.9 <$	$20 - 12$	
$2.9 >$	$2.9 - 5.0$	$5.0 <$	$40 - 20$	
سمية العناصر ( تؤثر على النبات )				
الصوديوم ( Na <sup>+</sup> )				
$9 <$	$3 - 9$	$3 >$	SAR	الري السطحي
	$3 <$	$3 >$	ملليمكافى / لتر	الري بالرش
الكلوريد ( Cl <sup>-</sup> )				
$10 <$	$4 - 10$	$4 >$	ملليمكافى / لتر	الري السطحي
	$3 <$	$3 >$	ملليمكافى / لتر	الري بالرش
البورون (B)				
$3 <$	$0.7 - 3.0$	$0.7 >$	ملجم / لتر	البورون

تابع الجدول (١،١٤).

تأثيرات مختلفة ( تؤثر على النباتات )				
٣٠ <	٣٠ — ٥	٥ >	ملليجرام / لتر	النيتروجين ( NO <sub>3</sub> - N )
٨,٥ <	٨,٥ — ١,٥	١,٥ >	ملليجرام / لتر	بيكربونات ( HCO <sub>3</sub> )
المدى الطبيعي ( ٨,٤ — ٦,٥ )				رقم الحموضة ( pH )

- ١- أخذت عن لجنة الخبراء بجامعة كاليفورنيا ١٩٧٤.
- ٢- EC<sub>e</sub> هي التوصيل الكهربائي للماء وهو قياس ملوحة الماء ووحداتها ديسيمنز / متر أو ملليموز / سم عند ٢٥ °م. أما TDS فهي الأملاح الكلية الذائبة بوحدات ملليجرام / لتر.
- ٣- SAR تعني نسبة الصوديوم المدمص ويمكن أن يعبر عنها أيضاً بـ R<sub>Na</sub>. وعند قيمة معينة لل SAR فإن معدل التسرب يزداد بزيادة الملوحة. أنظر ( Oster and Schroer, 1979 K Rhoades, 1977 ).
- ٤- للري السطحي فإن أغلب محاصيل الشجر والنباتات الحشبية حساسة للصوديوم والكلور. وأغلب النباتات الحولية غير حساسة. واستخدام الري بالرش بالمناطق الجافة فإن الصوديوم والكلور قد يمتص من الأوراق وبالتالي يؤثران على النباتات.
- ٥- يمكن الرجوع إلى الجداول بكتاب (Ayers and Westcot, 1985)
- ٦- ( NO<sub>3</sub> - N ) تعني النترات كعنصر النيتروجين ويجب قياس ( NH<sub>4</sub> - N ) والنيتروجين العضوي عند استخدام مياه الصرف الصحي.

### ١- الأملاح الكلية

الأملاح الذائبة في الماء هي عادة عبارة عن كاتيونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم وأيونات الكبريتات والكلوريدات والبيكربونات والكريونات. وعادة في المناطق الرطبة الممطرة يندر أن يحتوي ماء الري على قدر من الأملاح يكفي للإضرار الفوري للنبات. بينما في المناطق الصحراوية والجافة فإن تركيز الأملاح في الماء يكون عادة مرتفعاً. وطبيعي فكلما ازداد تركيز الأملاح في ماء الري ازداد تراكم الأملاح في

التربة وزاد الضرر نتيجة تراكم الأملاح فيها أي تتحول إلى أرض ملحية. ويمكن تخفيض أو تجنب تراكم الأملاح في محمول الأرض بالري أو بسقوط الأمطار. وعند تقويم صلاحية الماء للري يجب أن يأخذ في الاعتبار ما يلي:

- مقدار الغسيل المطلوب.

- مستوى التملح الذي يحدث عند استعمال ماء الري.

- تركيز الملوحة في ماء الري الذي يتحملة النبات.

ويعبر عن تركيز الأملاح في ماء الري بوحدات التوصيل الكهربائي (EC) Electrical conductivity وهي ميكروموز / سم  $\mu\text{mho/cm}$  أو ملليموز / سم  $\text{mmho/cm}$ . وباستخدام الوحدات القياسية العالمية S.I. Units ، تكون وحدات التوصيل الكهربائي تبعاً لذلك هي:

سيمنز/ م (s/m) Siemens/meter ، أو ديسيمنز/ م  $\text{decimens/m}$  ويجب

ملاحظة أن:

$$\begin{aligned} \text{ds/m} \times 10^3 \times \mu \text{ S/cm} &= \mu\text{mho/cm} \\ \text{S/m} &= 10 \text{ mmho/cm} \end{aligned}$$

## ٢- تركيز الصوديوم بالنسبة للكالسيوم والمغنيسيوم

إن خطر الصوديوم في ماء الري يعبر عنه كنسبة ادمصاص SAR ويعبر عنها كما يلي:

$$\text{SAR} = [\text{Na}^+]/[\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}]^{0.5} \dots\dots\dots (١.١)$$

حيث تدل الأقواس [ ] على التركيز الكلي للأيونات معبراً عنه بالمليمول/لتر  $\text{mmol liter}^{-1}$  أما إذا كانت قيم تركيز الكاتيونات بالملليمكافئ/ لتر  $\text{meq/L}$  فإن:

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{0.5} \dots\dots\dots (١.٢)$$

عنصر الصوديوم في ماء الري هو العنصر الغالب في الماء ويعمل على تفرق حبيبات الطين والدبال إلى خلق بناء غير مرغوب فيه لنمو النباتات. بينما الكالسيوم والمغنيسيوم يعملان على اكتساب التربة البناء المرغوب فيه والذي يحتفظ من الماء والهواء ما يناسب نمو النبات. وإذا ما كانت كمية الصوديوم في ماء الري أكثر من الكالسيوم والمغنيسيوم فيؤدي ذلك إلى ادمصاص الصوديوم على حبيبات الطين والدبال وبذلك تفرق الحبيبات وتتناثر وتتهدم الحبيبات المتجمعة وإذا ما زادت كمية الكالسيوم والمغنيسيوم عن الصوديوم فإن العنصرين يمنعان الصوديوم من الإدمصاص على سطوح الغرويات في التربة وبذلك يبقى بناء التربة المتجمع المرغوب فيه سليماً.

### ٣- التركيب الأنيوني للماء خاصة الكربونات والبيكربونات

يعتبر البيكربونات من أشد الأيونات ضرراً بالنبات. فقد وجد أن البيكربونات من الأيونات السامة وخاصة لأشجار التفاح والفاول وكثيراً من المحاصيل الأخرى (Eaton, F.M.1950).

### ٤- مركبات عضوية

قد تلوث مياه الري ببعض المبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات الحشائش وغيرها والتي تحتوي على مركبات عضوية. هذه المركبات استخدمت في السنوات الأخيرة على نطاق واسع في الزراعة، ولا بد وأن تعطي لها أهميتها في تقييم صلاحية المياه للري، وأن تحدد تركيز المبيدات في ماء الري والتي يجب ألا تتعداها وإلا أدى ذلك إلى اضطراب النظام الحيوي للتربة والدورات البيولوجية في الأرض مثل دورة النيتروجين والكبريت والكربون. ويفضل أن تكون مياه الري خالية من هذه المبيدات.

### ٥- مواد صلبة عالقة

تم إدخال هذا العامل في تقويم صلاحية المياه للري في السنوات الأخيرة بعد أن تطورت تكنولوجيا وأساليب الري خصوصاً التثقيط السطحي ونحت السطحي. حيث أن وجود المواد العالقة بماء الري قد يكون له تأثير مباشر على نفاذية التربة عند

ازدياد كميتها، وذلك في نظم الري بالغمر والري بالحطوط. كما أن الماء ذو المواد الصلبة قد يتسبب في تكوين قشرة صلبة على سطح التربة تعوق إنبات البذور بالإضافة إلى تقليل نفاذية الماء خلال سطح التربة، نتيجة غلق الفراغات بواسطة المواد الغروية المعلقة. وعندما يكون معدل إضافة الماء أعلى من معدل الرشح فإن هذا يؤدي إلى تجمع الماء على السطح وبالتالي زيادة المخاطر الناتجة من الجريان السطحي وما يتبعها من فقد للمياه والجفاف للتربة.

ويؤثر الماء الذي يحتوي على نسبة عالية من المواد الصلبة العالقة على كفاءة استخدام نظم الري الحديثة مثل الري بالتنقيط حيث إن هذا الماء قد يسبب انسداد فتحات الري (المنقطات) ميكانيكياً مما ينتج عنه عدم انتظام توزيع الماء بالحقل، ولذلك يجب وضع معايير لهذه المواد في مياه الري واتخاذ طرق الإدارة السليمة لهذه المشكلة.

## ٦- المحتوى البكتيري

تم إدخال بعض المعايير الإرشادية إلى حدود تواجد البكتيريا في المياه المستخدمة في الري. ويمكن أن يكون العدد المسموح به أو المرغوب فيه من البكتيريا في ماء الري كما هو في الجدول (١،١٥).

الجدول (١،١٥). حدود تواجد البكتيريا في ماء الري. (نسب، ٢٠٠٧ م).

المكون	الحد المسموح به	الحد المرغوب فيه
البكتريا الكلية Total bacteria المقطرة عند درجة ٢٠°م	١٠٠/١٠٠,٠٠٠ مل	١٠٠/١٠,٠٠٠ مل
البكتريا القولونية Faecal coliforms	١٠٠/١٠٠ مل	صفر/١٠٠ مل
البكتريا الممرضة Enterococci المقطرة عند درجة ٣٥°م	١٠٠/٢٠ مل	صفر/١٠٠ مل

دراسات المياه في مجملها لم تركز على نوعية وخواص مياه الري و يعزى ذلك إلى توفر كميات كبيرة من المياه الصالحة للري، ولكن في ظل نقص الموارد المائية

وتدني نوعيتها نتيجة للاستهلاك الهائل للمياه، أصبح الاهتمام بدراسة نوعية مياه الري مطلب أساسي خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة، وأجريت من أجل ذلك العديد من الدراسات والأبحاث لتقييم وتصنيف مياه الري من حيث الجودة. واعتمدت معظم هذه الدراسات على تقييم جودة مياه الري بالنسبة لمحتواها من الأملاح الكلية الذائبة والتركيب الأيوني لها ومخاطر بعض العناصر التي تسبب سمية للنبات.

وتقع المملكة العربية السعودية ضمن الدول الصحراوية شبه الجافة، والموارد المائية التي تعتمد عليها هي المياه الجوفية التي تتميز بصفة عامة باحتوائها على نسبة من الأملاح الذائبة التي تختلف في كميتها ونوعيتها حسب البيئة المحيطة بها من الطبقات الأرضية. وقد أدى الاستنزاف الهائل للمياه الجوفية إلى تفاقم مشكلة نقص مياه الري ورداءة نوعيتها في معظم المناطق الزراعية بالمملكة. لذلك أولت الجهات المختصة بالمياه أهمية بالغة من أجل المحافظة على ما تبقى من هذه المياه والحد من الاستمرار في استنزافها. ومن الجهود المبذولة في هذا المجال هو وضع السياسة المائية التي تنظم استعمالات المياه الجوفية وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. وللأسف أهمل الجانب المتعلق بالمعايير الأساسية لتحديد صلاحية نوعية مياه الري.

وبصفة عامة هناك بعض الدراسات والأبحاث الخاصة بنوعية المياه الجوفية المستخدمة في الري في المملكة ولكن تعتبر هذه الدراسات قليلة مقارنة بحجم المشكلة. ولزيادة توفير المعلومات عن نوعية مياه الري في بعض مناطق المملكة اتجه بعض الباحثين إلى القيام بدراسات تعتبر إضافة علمية لما هو متوفر. ففي دراسة أجريت لمعرفة نوعية المياه الجوفية المستخدمة في الري في ثماني مناطق زراعية في المملكة وجد (فلاته وآخرون، ١٩٩٩م) إن هذه المياه عالية الملوحة جداً ولكنها منخفضة إلى متوسطة في

نسبة الصوديوم المدمص وحتوي كذلك على تراكيز منخفضة من بيكربونات الصوديوم المتبقية (RSC) إما قيم pH فتراوحت بين ٦.٤-٨.٤ وهذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها في المياه الجوفية وفقاً لتصنيف منظمة الأغذية والزراعة (Ayers and Westcot, 1985). وفي دراسة نوعية بعض المياه الجوفية المستخدمة في المنطقة الوسطى وجد (Al-Omran, 1987) إن معظم مياه الري الجوفية المستخدمة في هذه المنطقة هي مياه متوسطة إلى مرتفعة الملوحة وفقاً لتصنيف الأمريكي (Richards, 1954). وفي دراسة أخرى على نوعية المياه المستخدمة للري في بعض الحقول بالمنطقة الشرقية قام بها (Hussein and Sadiq, 1991) وجد أن تصنيف مياه الري على ضوء الملوحة وخطورة الصوديوم تقع تحت قسم  $C_4 S_2$  وفقاً للتقسيم الأمريكي (Richards, 1954) كذلك وجد (Alaa El-Din et al., 1993) في دراسة لنوعية المياه في ٣٨٨ بئراً أن تركيز الأملاح الكلية الذائبة في مياه الري أعلى من الحد المسموح به (أقل من ٢٠٠٠ ملليجرام/لتر) في ١٩٪ من الآبار المدروسة وإن حوالي ٧٪ من الآبار تحتوي على كميات من النترات تفوق الحدود المسموح بها في مياه الري (Ayers and Westcot, 1985). وفي دراسة لنوعية المياه الجوفية بمنطقة القصيم أجراها (Iqbal et al, 1996) على فترات مختلفة وعلى مدى خمس سنوات لاحظوا حدوث تغيرات في بعض الخواص الكيميائية للمياه المدروسة مثل الملوحة والصودية خلال فترات الدراسة ولم يذكروا السبب في هذا التغير. وفي دراسة تحليلية لخواص تكوينات المياه الجوفية في المملكة (وزارة الزراعة والمياه، ١٩٨٤م) وجدوا (Al-Jaloud and Hussien, 1992) أن هناك ارتباط قوي بين مجموع الأملاح الذائبة (TDS) و التوصيل الكهربائي (EC) وكانت قيمة التلازم ( $r^2 = 0.99$ ) ولم يلاحظ أي ارتباط بين التوصيل الكهربائي ونسبة الصوديوم المدمص (SAR). وفي دراسة أخرى على نوعية مياه الري المستخدمة في المنطقة الوسطى من المملكة وجد (Mee, 1983) أن

المعادلة المستخدمة في العادة لتقدير الكمية الكلية للأملاح الذائبة ( $TDS = 640 \times EC$ ) لا تنطبق على مياه الري الجوفية في المملكة ولذلك اقترح معادلة جديدة توضح العلاقة بين التوصيل الكهربائي و الكمية الكلية للأملاح الذائبة في مياه الري ( فلاته وآخرون، ١٩٩٩ م). وعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$TDS = (EC \times 850) - 200 \dots\dots\dots (١.٣)$$

وفي دراسة مماثلة على نوعية مياه الري بمنطقة الحرج أجراها (Jahangir et al., 1987) اقترحوا معادلة تختلف عن معادلة ( Mee,1983 ) في حساب الكمية الكلية للأملاح الذائبة وهذه المعادلة هي :

$$TDS = (EC \times 823) - 63 \dots\dots\dots (١.٤)$$

وبصفة عامة فإن نتائج الدراسات السابقة تشير إلى أن هناك تدهوراً مستمراً في نوعية مياه الري المستخدمة في معظم المناطق الزراعية في المملكة مما يستلزم متابعة ذلك بإجراء دراسات دورية مستمرة.

### (١,٦) توزيع الماء في الكرة الأرضية

ومن الواضح فإن الماء يمثل الركيزة الأساسية لجميع أنواع الكائنات الحية في أي منطقة ولقد سادت الحضارات بالمناطق التي توفرت فيها المياه مثل الحضارة بمصر أو العراق أو في بعض مناطق المملكة العربية السعودية. ويستخدم الماء في استخدامات أخرى مختلفة بالإضافة إلى الزراعة فكثير من الصناعات تعتمد على الماء والاستخدامات المنزلية بالإضافة إلى أتماط الترفيه المختلفة مثل السباحة وصيد الأسماك

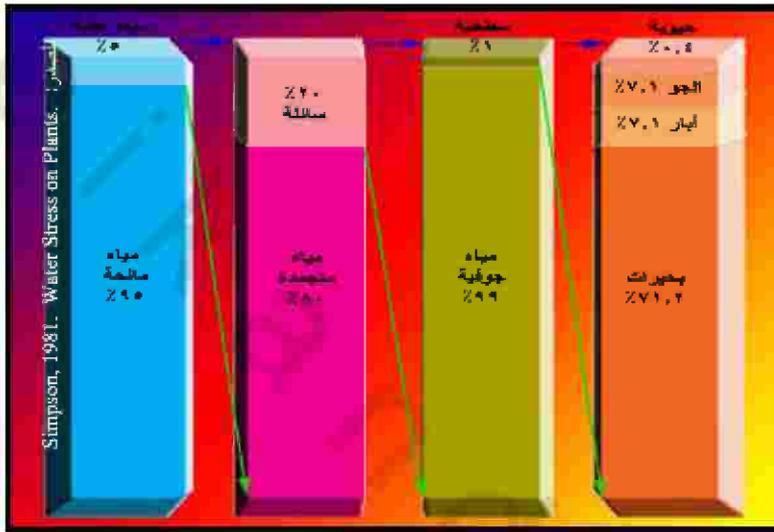
والتجديف والمناظر الجميلة. ويمكن أن نلاحظ أهمية الماء في الترفيه بعد نزول الأمطار على ضواحي منطقة الرياض التي تسري فيها حياة مختلفة عند نزول الأمطار أو جريان السيول حولها. والماء هو أكثر مادة سائدة في الأراضي حيث يغطي أكثر من ثلثي سطح الكرة الأرضية من محيطات وبحار وبحيرات ويوضح الجدول (١،١٦) توزيع الماء في الكرة الأرضية.

الجدول رقم (١،١٦). توزيع الماء في الكرة الأرضية. (Lamb, 1985).

متوسط العمق	النسبة المئوية	١٠٠٠ كيلومتر مكعب	١٠٠٠ ميل مكعب	النوع (المكان)
١،٦ ميل	٩٧،٢	١٣٢٣٠٠٠	٣١٧٠٠٠	المحيطات
٨ بوصة	٠،٠٠٨	١٠٤	٢٥	البحار والبحيرات المالحة
١٩٦ قدم	٢،١٥	٣٠٥٠٠	٧٣٠٠	مياه الجبال الجليدية
٥٢ قدم	٠،٦١	٨٣٥٠	٢٠٠٠	المياه الجوفية
٥،١ بوصة	٠،٠٠٥	٦٧	١٦	مياه الرطوبة في التربة
٩،٦ بوصة	٠،٠٠٩	١٢٥	٣٠	مياه البحيرات العذبة
٠،١٣ بوصة	٠،٠٠٠١	١،٦٧	٠،٤	الأنهار
١ بوصة	٠،٠٠١	١٢،٩	٣،١	مياه الهواء
٢٨،٩ بوصة	٠،٠٢٨	٣٧٥	٩٠	المياه الأخرى (ملحية)
	%١٠٠	١٣٦٢٠٠٠	٣٢٦٠٠٠	المجموع

ومن الملاحظ أن كمية المياه العذبة قليلة جداً على المستوى العالمي ويمثل الشكل (١،٢) نسب نوعية المياه في الكرة الأرضية. تقسم المياه إلى مياه عذبة تقدر بحوالي ٥٪ من

المياه الكلية بالكرة الأرضية والباقي مياه مالحة. وأن ٢٠٪ من هذه المياه العذبة مياه سائلة والباقي متجمدة موجودة بالقطبين الشمالي والجنوبي حيث الاستفادة منها معدومة، كما أن أغلب المياه السائلة هي مياه جوفية موجودة في التكوينات المختلفة من باطن الأرض كما هي المياه في المملكة العربية السعودية والتي لا يوجد بها أنهار.



الشكل (١,٢). نسب أنواع المياه في الكرة الأرضية.

### (١,٧) أسئلة

- س١: ما هي أهم مصادر مياه الري في المملكة العربية السعودية؟ وما هي كمية المياه المستخدمة حالياً في الزراعة وهل بالإمكان خفضها؟
- س٢: ما هي أهم وسائل ترشيد استخدام مياه الري ورفع كفاءة الري؟
- س٣: ارسم شكل يوضح توزيع الماء في الكرة الأرضية مبيناً النسب و الأنواع؟

(١,٨) المراجع

أولاً: المراجع العربية

الخطيب، عبد اللطيف بن علي، وأحمد محمد الجبر و علي محمد الجبر. ٢٠٠٦م. نخيل التمر في المملكة العربية السعودية. وزارة الزراعة، المملكة العربية السعودية.

الطخيس، علي سعد. ١٤١٧ هـ. "مشروع نظام مياه الصرف الصحي المتقاة وإعادة استخدامها". ندوة تقنيات معالجة مياه الصرف وإعادة استخدامها. قسم الهندسة المدنية، كية الهندسة، جامعة الملك سعود. الرياض.

عثمان، مصطفى نوري. ١٤٠١ هـ. الماء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية. مطبوعات تهامة. الرياض.

العمران، عبد رب الرسول موسى، و عبد العزيز شتا، و عبد الرزاق فلاته، و عبد العزيز الحرابي. ١٤٢٥ هـ. "استخدام المحسنات الصناعية و الطبيعية في ترشيد المياه بالمملكة العربية السعودية". التقرير النهائي أت-٢٠-٦٤. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية- الرياض.

العمران، عبد رب الرسول موسى. ١٤٢٩ هـ. الاحتياجات المائية للري و الترشيد. النشر العلمي و المطابع- جامعة الملك سعود- الرياض.

العمران، عبد رب الرسول موسى، و عبد الرزاق فلاته، و عبد العزيز الحرابي، و محمد الوابل، و عبد العزيز شتا. ١٤٢٩ هـ. "إدارة الترب بالزراعة المكثفة في ترشيد المياه بالمملكة العربية السعودية". التقرير النهائي أت-٢٤-٤٧. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية- الرياض.

فلاته، عبد الرزاق محمد، و عبد رب الرسول العمران، و محمود السيد نديم، و مرسى مصطفى مرسى، ١٩٩٩م. "التركيب الكيماوي للمياه الجوفية المستخدمة للري في بعض المناطق الزراعية بالمملكة العربية السعودية". مجلة الإمارات للعلوم الزراعية. ١: ١١-٢٣.

نسيم، ماهر جورجي. ٢٠٠٧م. تحليل وتقويم جودة المياه. منشأة دار المعارف - الإسكندرية - جمهورية مصر العربية.

وزارة الزراعة و المياه. ١٩٨٤م. أطلس المياه في المملكة العربية السعودية. الرياض - المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة. ١٤٢٠هـ. كتاب الإحصاء السنوي - إدارة الإحصاء - الرياض - المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة. ١٤٢٧هـ. كتاب الإحصاء السنوي - إدارة الإحصاء - الرياض - المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة. ١٤٢٩هـ. كتاب الإحصاء السنوي - إدارة الإحصاء - الرياض - المملكة العربية السعودية.

وزارة المياه و الكهرباء. ١٤٢٩هـ. التقرير السنوي. الرياض المملكة العربية السعودية.

#### ثانياً: المراجع الأجنبية

Abou-Khalid, A.; Chaudhry, S. A. and Abdelsalam, S. (1982). "Preliminary results of date palm irrigation experiment in central Iraq". *Date palm journal* 1(2):199-232

Alaa El-Din, M. N., Madany, I. M., Al-Tayaran, A., Al-Jubair, A. H. and Gomaa, A. (1993). *Quality of water from some wells in Saudi Arabia. Water, Air, and Soil Pollution* 66: 135-143.

Alazba, A.A. (2001). Theoretical estimate of palm water requirements using Penman-Monteith model. *ASAE Annual International Meeting*. Paper No. 012100.

Al-Jaloud, A. A. and Hussain, G. (1992). Water quality of different aquifers in Saudi Arabia and its predictive effects on soil properties *Arid Soil Res. and Rehabilitation*. (7): 85-101.

- Al-Omran, M. A. (1987). Evaluation of some irrigation water in central region of Saudi Arabia. *J. Coll. Agric. King Saud Univ.* (9): 363-369.
- irrigation on squash (*Cucubita pepo*) yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Managemet.* 73:43-55.
- Al-Omran, A.M., A.S. Sheta, A.M. Falatah, and A.R. Al-Harbi. (2005). Effect of drip irrigation on squash (*Cucubita pepo*) yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Management*73:43-55
- Ayers, R. S. and Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture*, No 29. FAO. Roma.
- Doneen, L. D. (1954). Salination of soil by salts in the irrigation water. *Trans. Am. Geophysics Union.* 35(60):943-950.
- Dregne, H.E. (1969). Prediction of crop yield from quality of salinity of irrigation water. *New Mexco Agric. Exprt. Sta. Bull.* 543.
- Eaton, F.M. (1950). Significance of carbonates in irrigation water. *Soil Sci.*69:123-133.
- Erskine, W. A.T. Moustafa, A.E. Osman, Z.Lashine A.Nejatian, T.Badawi, and S.M. Ragy. (2005). *Date palm in GCC countries of the Arabian Peninsula*. Internet Documents
- Hanson, B.R, and S.W. Kite. (1984). Irrigation scheduling under saline high water tables. *Transaction of ASCE* 27(5):1430-1434.
- Hillel, D. (2000). *Salinity management for sustainability irrigation: integrating science, environment, and economics*. World Bank, Washington, D.C. USA.
- Hussain, G. and Sadiq, M. (1991). Metal chemistry of irrigation and drainage waters of Al-Ahsa oasis of Saudi Arabia and its effects on soil properties. *Water, Air and Soil Pollution*, (57-58):.773-783.
- Iqbal, M. D., Jahangir, M. and Al-Shareef, A. S. (1996). Chemical characteristic of Saudi ground water, Al-Qassim. *Biol. J. Sci.* (4): 123-140.
- Jahangir, M., Al-Salam, S. A., Al-Mishal, M. I., Farug, I. M., Al-Zahrani, Y. and Al-Sharif, A. S. (1987). Chemical profiling of ground water of Al-Kharj, Saudi Arabia. *Pakistan. J. Sci. Ind. Res.*, 30(12): 9-13.
- Lamb, J.C. (1985). *Water quality and its control*. John Wiley & Son. New York, USA.
- Mee, J. M. (1983). Saudi ground water chemistry and significance. *Arab Gulf. J. Scient. Res.* 1(1):113-120.
- Oster, J. D. and Rhoades, J. D. (1977). Various indices for evaluating the effective salinity and sodicity of irrigation waters, 1-14, in *Proceedings International Salinity Conference*, Texas Technical University, Lubbock. U.S.A.
- Oster, J. D. and Schroer, F. W. (1979). Infiltration as influenced by irrigation water quality. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 444-447.
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. USDA Agric. Handbook No. 60. Washington.

- Rowe, D. R. and I. M. Abdel-Magid. (1995). Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse. CRC Press, Inc. 550pp.
- Tanji, K. K. (1990). Agriculture Salinity Assessment and Management. American Society of Civil Engineers. Manuals and Reports on Engineering Practice Number 71. 619pp.
- Wilcox, L.V. (1958). Water quality criteria. In Doneen, L.O. Ed. Quality of water for irrigation. University of California. Water resources Center. 14:40-45.
- Zaid, A. (2002). Date palm cultivation. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.