الفصل الأول

مياه الري في المملكة العربية السعودية

(١,١) المياه والري

يعتبر الماء هو العنصر الأساس لأي كائن (وَجَعَلْنَا 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.

obeikandi.com

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 لقلة 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 أيضا 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 والمحافظة عليها، ومن خلال أهمية هذا الموضوع في ظل واقع يشير إلى زيادة سرعة استنزافها وهي محدودة التغذية والمصادر، وحتى يمكن الابتعاد 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).

وبترتيب 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 مايقارب 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، وهى إما أن تكون مياه جوفية ضحلة (غير عميقة) و إما مياه جوفية عميقة المصدر الأساسي للمياه المستخدمة للري.وبصفة عامة يمكن أيضا تصنيفها إلى مياه جوفية قابلة التجديد، ومياه جوفية غير قابلة للتجديد (الطخيس، ١٤١٧هـ).

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

(وزارة المياه والكهرباء، ١٤٢٩هـ)

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

تابع الجدول (١,١).

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

obeikandl.com

الجدول (١,٢). تقدير المساحة المحصولية لجميع المحاصيل حسب مناطق المملكة. (وزارة الزراعة، ١٤٢٩هـ) .

جمع المواسم	١٩٩٨	١٩٩٩	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧
المناطق	المساحة بالهكتار									
الرياض	٣٦٦٦٠٥	٢٨٣١٥٦	٢٥٥٨٨٣	٣٠٤٥٤٢	٣١٩٠٠٦	٣٤٤٤٣٨	٣١٤٢٦٤	٢٨٦٢٦٤	٢٧٥٩٨٢	٢٨٣٧١٧
مكة المكرمة	٧٧٣٥٥	٤٥٨٦٠	٥٣١٩١	٤٥٠٢٥	٤٥٣١١	٤١٩٤١	٣٧٦٩٧	٣٨٢٣٧	٣٩٩١٢	٤٢٠٧٧
المدينة المنورة	١٨٠٩٣	٢٨٠٨٣	٢٧٨٦٤	٢٨٣٠٢	٢٨٥٠٥	٢٨٤٩٠	٢٨٨٣٨	٢٩٥٥١	٢٩٨٤٢	٣٠٦٧٠
القصيم	١٨٧٨٥	٢٢٩٤٢١	٢٢٩٤٠٦	٢٢٣٢٠٨	٢٣٧٠٨٠	٢٣٤١١٥	٢٠٤٩٥٠	١٩٢٥٤٤	١٧٤٩٨٢	١٦٤٧٤٠
الشرقية	٣٣٠٥٠	١٣٠١٥٨	٩٥٩١٠	١٠٥٩٣٨	٨٧٦٨٦	٨١٨٩٩	٦٨١٥٣	٦٩٢٩٧	٧١٩١١	٦٧٩٩٤
عسير	٤٧٧٠٨	٢١٩٧٧	٣٨٢٣٢	٢٦٢٩٩	٢٢٥٠٨	٢٢٦٩٥	٢٢٠٣٨	٢١٠٢٣	٢٠٣٦٨	٢١٠٥٤
تبوك	٤٧٣٧٤	٥٧٣٢٢	٥٥٠٣٤	٥١٢٥٦	٥٣٣٠١	٥٣٧٣٣	٥٧٩١٠	٥٥٤٥٩	٥٣٤٣٧	٥٦٢٦٤
حائل	٩١٦٩٦	١٢٧٢٤١	١١٧٣٢١	٨٦٥٩٩	٨٧٤٧٧	٩٢٦٤١	١١٠٩٦٢	١٢٠٨٨٩	١١٥٤٤٣	١١٨٥٤٥
الحدود الشمالية	١٢٨٠	١٤٠	١٧٣	١٨٣	١٤٤	١٢٥	٩٨	١٢١	١٥٨	١٥١
جازان	١٩٩٤٨٠	١٨١٠١٣	١٥٧٢١٨	١٩٧١٢٩	١٨٦٣٥٠	١٥٧٧٤٧	١٤٨٤٥٠	١٢٠٢٦٨	١١٧٠٣٢	١١٣٥٥٨
نجران	١٣٦٢٨	١٣٠٥٤	١٤٧٧٣	١٤٠٨٧	١٣٢١٢	١٢٢٨٦	١٢١٨٥	١٣١٠٧	١١٧٤٧	١١٤٣٠
الباحة	٩٢٠٢	٣٠٢٨	٦٣٨٢	٢٥٨٨	٢٧١٩	٢٩٢٧	٣٤٥٩	٣٥٨٤	٥٠٢٣	٤٤٥٠
الجوف	٣٧٧٣٧	١٠٣٠٥٤	٦٨٥٦٢	١٢٦٤٢٣	١٤١٠٥٣	١٤٣٠٠٠	١٦٣٧٣٧	١٥٦٣٨٣	١٥٨٣١٨	١٦٠٣٠٨
المملكة	١١٣٠٤٩٣	١٢٢٦٥٠٧	١١١٩٩٤٩	١٢١١٥٧٩	١٢٢٤٥٠٢	١٢١٦٠٣٨	١١٧٢٧٤٢	١١٠٩٧٢٨	١٠٧٤١٥٥	١٠٧٤٩٥٨

obeikandl.com

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

تشكل مياه الصرف الصحي المعالجة موردا هاما 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 للزارعة 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 الينابيع 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 الإحساء من أقدم الواحات التي شهدت نمواً وتطورا 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 بالتنقيط 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، و الإدارة الجيدة في الحقل.

الفواقد 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 كموعد 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 اصطلاحا يستعمل لقياس كفاءة أنظمة نقل المياه التي تضم شبكة الجداول والقنوات الرئيسة والفرعية و الحقلية. حيث يعتبر الفقد الناتج عن النقل أكبر

كمية مفقودة لمياه الري خصوصاً في أنظمة الري التقليدية كالقنوات 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 ففي 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، ويلي 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 (١,٣). 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
نجران	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 و تقليل 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 مجالا للاختيار بين طريقة ري وأخرى، وفي بعض الحالات عندما يكون من الممكن نظريا تطبيق أكثر من طريقه للري فإن الاختيار يبنى على أساس عدة عوامل يكون فيها العامل الاقتصادي هو المحدد غالبا ولكن ليس دائما، 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 خصوصا 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 و المساحة (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 و السعودية = ٦,٣٠ طن/هكتار و العراق = 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 و النبات و التربة. 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^3/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 ١٨٠٠٠م^{٣}/هكتار، بينما قدر (Zaid, 2002) الكمية في العراق بين ١٥٠٠٠- ٢٠٠٠٠ وفي الجزائر (١٥٠٠٠-٣٥٠٠٠) ومصر ٢٢٣٠٠ م^{٣}/هكتار.

ومن متوسطات إنتاج النخيل على مستوى مناطق المملكة المختلفة (الجدول رقم ١,٤) ومتوسط استهلاك الهكتار الواحد للنخيل و المقدر ب ٢٧٣٣٠ م^{٣}/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 و الباحة 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.

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

الجدول (١,٤). المساحة المزروعة والإنتاج للنخيل في مناطق المملكة المختلفة المساحة بالهكتار و الإنتاج بالطن. (وزارة الزراعة ، ١٤٢٧هـ)

	٢٠٠٧م		٢٠٠٦م		٢٠٠٥م		٢٠٠٤م		٢٠٠٣م		٢٠٠٢م		٢٠٠١م	
المنطقة	الإنتاجية	المساحة	الإنتاجية	المساحة	الإنتاجية	المساحة	الإنتاجية	المساحة	الإنتاجية	المساحة	الإنتاجية	المساحة	الإنتاجية	المساحة
الرياض	٢٢٩٤٣٣	٤٠٩٧١	٢٢٢٩٧٢	٣٩٦٦٣	٢٢٣٢٩٠	٣٨٤٠٩	٢١٣٠٦٥	٣٧٣٦١	٢١٢٣٩٨	٣٣١٢٨	٢٠٩٩٣٨	٣٣٤٣٢	٢٠٧٧٠٦	٣٣٥٥٢
مكة	٥٩٦٦٦	١٠٩٩٧	٦٣٠٢٨	١٠٠٥٠	٦٤٦٨٠	١٠٦٨٦	٦٩٠٠٢	٩٧٧٣	٦٨١٠٩	٨٩٨١	٦٩٧٣٤	٩٠٧٢	٦٣٣٠٥	٩١٩١
المدينة	١٢٣٥٩١	١٩٠١٩	١١٧٥٣٥	١٨٥٢٩	١٠٠٩٩١	١٩٣٨٤	١٠٠٩٠٦	١٨٨١٩	٩٨٦٦٤	١٨١٩٩	٩٠٢٩٨	١٧٥٣٦	٩٠٦٩٧	١٧١٨١
القصيم	١٧٦٥١٦	٣٧٢٧٢	١٧٢٢٨٣	٣٤٨٢١	١٧٢٨٦٣	٣٤١٧٦	١٦٠٨٤٤	٣٥٨٠٨	١٣٨٤٧٠	٣٤٢٧٧	١٣٠٠٤١	٣٤٤٠٢	١٢٦٤٥١	٣٣٧٢٨
الشرقية	١٤١٢٧٤	١٣٢٨٨	١٣٦٤١١	١٢٨١٩	١٣٤٧٣٥	١١٢٢١	١٢٩٧١١	١١٦٣٩	١١٨٦٦٧	١١٠٤٣	١٠٤٢٦٩	١١٧٦٦	١٠٣٤٧٠	١٢٠٨٥
عسير	٣٩١٢٦	٥٧١٢	٤٥٥٦٤	٦٣١٠	٥٠٢٨٩	٦٥٦٩	٧٢٦٦٦	٧١٥٤	٨٠٤٤٤	٨٣٩٢	٨٢٨٠٢	٨٠١٦	٨٠٩١٤	٨٠٦١
تبوك	٢٩٦٩٧	٢٦٣٠	٣٣١١١	٢٩٨٨	٤٤٥٨٢	٣٩٥٢	٣٠٠٧٨	٤٤٣٧	٢٩٦٩١	٤٦٧٨	٢٧٨١٦	٤٧١٥	٢٧٣٠٠	٤٤٦٤
حائل	١٠٧٧١٥	١٦٤٥٦	١٠٧٣٣٧	١٧٧٢٨	١٠٤٠٠١	١٧٠٠٠	٩٧٢٨٤	١٤٨٨٩	٨٥١٥٩	١٣٩٧٩	٦٨٢٣٢	١٢٩٢٤	٦٩٠٤٩	١٢٦٥٣
الشمالية	٧٩	١١	٥٦	٩	١٠١	١٢	٦٩	١٤	٨٤	١٢	٦٦	٨	٦١	١٧
جازان	٢٢٨	٢٣١	١٩٨	٢٠٧	٢٤٣	١٨٦	٢٢١	١٦٦	٢٩٨	٢٠٥	١٣٠	٣١٨	١٤٧	٣١٨
نجران	٢٠٠٣٤	٣١٢٤	٢٠١٠٦	٣١٤٣	٢٠١٣١	٣١٤٦	١٧٩٢٢	٣٣٩٠	١٤١٢٥	٣٤٣٨	١٣٤٦٢	٣٠٤٥	١٣٤٢٦	٣٠٧٨
الباحة	٥٩٢٥	١٤١١	٦٧١١	١٤٩٦	٥٠٢٧	١٢٥٣	٣٥١٧	٩٦٣	٢٧٢٩	٧١٢	٣٠٠٦	٦٨٠	٣٥١٢	٦٩٨
الجوف	٤٩٢٦٢	٤٦١٢	٥١٧٢٤	٤٦٣٩	٤٩٥٥٤	٤٧٥٠	٤٥٩٧٨	٤٣٨٩	٣٥٢٥١	٤٣٧٨	٢٩٧٤٦	٤٠٦٥	٣١٨٤٩	٤٠٧٣
المملكة	٩٨٢٥٤٦	١٥٥٧٣٤	٩٧٧٠٣٦	١٥٢٤٠٢	٩٧٠٤٨٨	١٥٠٧٤٤	٩٤١١٩٣	١٤٨٨٠١	٨٨٤٠٨٨	١٤١٤٢١	٨٢٩٥٤٠	١٣٩٩٧٩	٨١٧٨٨٧	١٣٩٠٩٩

obeikandl.com

الجدول 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	النيجر	٧,٧٠٠	٠,١
عمان	٢٣٨,٦١١	٣,٥	فلسطين	٥,٥٠٠	٠,١
ليبيا	١٤٠,٠٠٠	٢,١	اسبانيا	٣,٧٣٢	٠,١
الصين	١٢٠,٠٠٠	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,

obeikandl.com

الجدول (١,٦). متوسط إنتاج الفواكه عن الفترة من ٢٠٠٣ ــ ٢٠٠٧م بمناطق المملكة.

(وزارة الزراعة، ٢٠٠٨م).

المناطق	العنب			الموالح			التمور			فواكه أخرى		
	كفاءة استخدام المياه كجم/م٣	الاحتياجات المائية	الإنتاجية الهكتار	كفاءة استخدام المياه كجم/م٣	الاحتياجات المائية	الإنتاجية الهكتار	كفاءة استخدام المياه كجم/م٣	الاحتياجات المائية	الإنتاجية الهكتار	كفاءة استخدام المياه كجم/م٣	الاحتياجات المائية	الإنتاجية الهكتار
الرياض	٠,٦٢	٢٣,٣٨	١٤,٤٦	٠,٦٨	٣٠,٩٥	٨,٦١	٠,٢١	٢٧,٦٦	٥,٨١	٠,٢٦	٢٣,٩	٦,٢٤
مكة المكرمة	١,١١	٢٣,٣٨	٢٦	٠,٤٧	٣٠,٩٥	١٤,٦٥	٠,٢٣	٢٧,٦٦	٦,٤٣	٠,٥٧	٢٣,٩	١٣,٦٢
المدينة المنورة	٠,٣١	٢٣,٣٨	٧,٢٨	٠,٢٣	٣٠,٩٥	٧,٠٧	٠,٢١	٢٧,٦٦	٥,٧٧	٠,٣٢	٢٣,٩	٧,٦٨
القصيم	١,٠٢	٢٣,٣٨	٢٣,٨٧	٠,٢٧	٣٠,٩٥	٨,٢٦	٠,١٧	٢٧,٦٦	٤,٦٦	٠,٣	٢٣,٩	٧,٢٥
الشرقية	٠,٧٨	٢٣,٣٨	١٨,٢٩	٠,٩٤	٣٠,٩٥	٢٩,١٢	٠,٤	٢٧,٦٦	١١,٠٦	٠,٥٨	٢٣,٩	١٣,٩٣
عسير	٠,٤١	٢٣,٣٨	٩,٥٧	٠,٣٣	٣٠,٩٥	١٠,٢٠٧	٠,٣١	٢٧,٦٦	٨,٤٤	٠,٣٧	٢٣,٩	٨,٨٨
تبوك	٠,٥٨	٢٣,٣٨	١٣,٥٥	٠,٧٤	٣٠,٩٥	٢٢,٨	٠,٣٢	٢٧,٦٦	٨,٩٥	٠,٢٦	٢٣,٩	٦,٢١
حائل	٠,٣٨	٢٣,٣٨	٨,٩	٠,٤٩	٣٠,٩٥	١٥,٣٢	٠,٢٣	٢٧,٦٦	٦,٢٦	٠,٢٨	٢٣,٩	٦,٦٣
الحدود الشمالية	٠,٤١	٢٣,٣٨	٩,٦٦	٠,٠٨	٣٠,٩٥	٢,٤٢	٠,٢٤	٢٧,٦٦	٦,٧١	٠,٠٨	٢٣,٩	٢,٠١
جازان	٠	٢٣,٣٨	٠	٠,١١	٣٠,٩٥	٣,٣٤	٠,٠٤	٢٧,٦٦	١,١٩	٠,٢٥	٢٣,٩	٦,٠١
نجران	٠,٧٦	٢٣,٣٨	١٧,٦٨	٠,٤٧	٣٠,٩٥	١٤,٤٩	٠,٢١	٢٧,٦٦	٥,٦٨	٠,٢٦	٢٣,٩	٦,٣٢
الباحة	٠,٤٦	٢٣,٣٨	١٠,٦٤	٠,٣٧	٣٠,٩٥	١١,٣٦	٠,١٥	٢٧,٦٦	٤,١	٠,٤٧	٢٣,٩	١١,١٩
الجوف	٠,٦٣	٢٣,٣٨	١٤,٧٣	٠,٥١	٣٠,٩٥	١٥,٧	٠,٣٧	٢٧,٦٦	١٠,١٨	٠,١٣	٢٣,٩	٣,١٩
المملكة	٠,٥٣	٢٣,٣٨	١٢,٣١	٠,٤٣	٣٠,٩٥	١٣,٣١	٠,٢٣	٢٧,٦٦	٦,٣٥	٠,٢٥	٢٣,٩	٥,٨٩

obeikandl.com

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

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

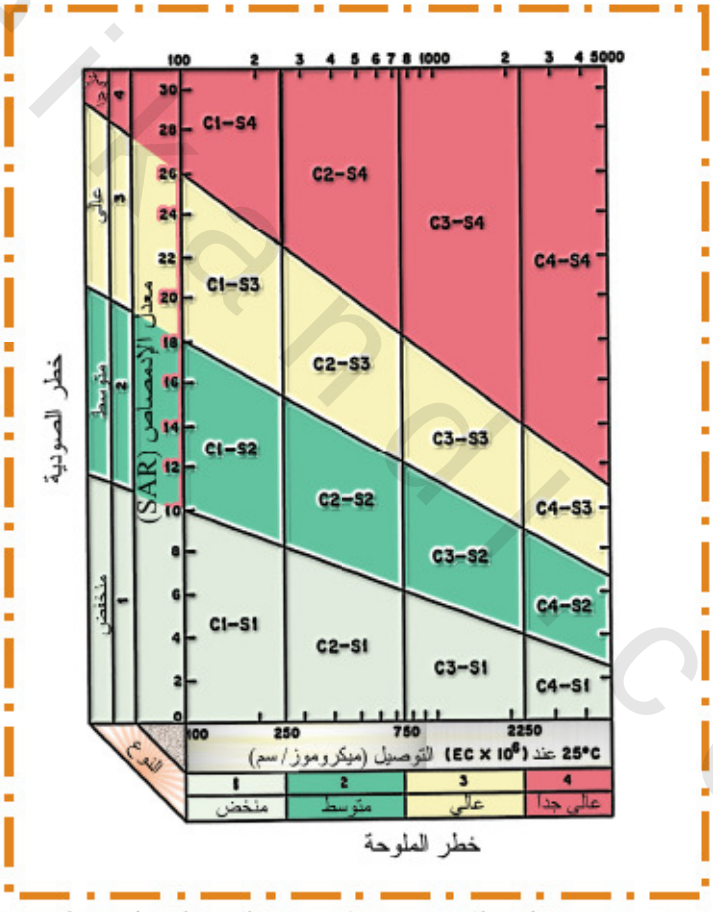
الصورة (١,١٠). ري أشجار النخيل بطريقة الري السطحي.

(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 و الكيميائية 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 ٦٠ لسنة ١٩٥٤م (Richards, 1954)

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 الكهربي 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 غسيلاً 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 للـ 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).

الجدول (١,٧). تقسيم الماء حسب تركيز الأملاح. (Richards, 1954).

الدرجة	خطر الملوحة	التوصيل الكهربائي (ميكروموز/ سم)	الصلاحية للري
١	منخفض	١٠٠-٢٠٠	مناسب لري معظم المحاصيل
٢	متوسط	٢٥٠-٧٥٠	مناسب لري الحاصلات التي تتحمل الملحية 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 لنوعية 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 للترب الرملية والعضوية مع توافر صرف جيد للتربة
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 ــ جيدة	جيدة ــ مناسبة	غير مناسبة
التوصيل الكهربي ($K \times 10^5$) عند ٢٥°م	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 (ملليمكافئ/لتر)	أقل من ٥	٥ – ١٠	أكثر من ١٠

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

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

الجدول (١,١٠). الملوحة الفعالة (Cl- + ½ SO=4) ملليمكافئ/لتر. (Doneen, 1954)

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

obeikandl.com

الجدول (١,١١). تقسيم المياه حسب الملوحة وكربونات الصوديوم المتبقية (RSC). (Dregne, 1969).

التصنيف	EC × 10^6 ميكروموز/سم	RSC ملليمكافئ/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).

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

الجدول (١,١٣). تأثير استخدام الري بالرش على النمو الخضري للمحاصيل . (Tanji, 1990).

تركيز الصوديوم أو الكلوريد (مول/م^3) المسببة لإصابة النباتات			
أقل من ٥	٥ – ١٠	١٠ – ٢٠	أكبر من ٢٠
الجوز	العنب	البرسيم	القرنبيط
المشمش	الفلفل	الشعير	القطن
الموالح	البطاطس	الخيار	عباد الشمس
البرقوق	الطماطم	السمسم	البنجر

obeikandl.com

ومن التقسيمات المستخدمة حالياً و التي تعتمد في كثير من دول العالم هو تقسيم الفاو لتقيم 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).

المشكلة المرتبطة بالري	الوحدات	التحفظ على أستخدام ماء الري		
		بدون	متوسط	شديد
الملوحة (تؤثر على الماء المتاح)[٢]				
EC_w	ديسيمتر / م	< ٠,٧	٠,٧ ــ ٣,٠	> ٣
TDS	ملجرام / لتر	٤٥٠	٤٥٠ ــ ٢٠٠٠	> ٢٠٠٠
التسرب (تؤثر على تسرب الماء إلى التربة باستخدام EC_w , SAR)				
	SAR	EC_w dSm^{-1}		
	٠ ــ ٣	< ٠,٧	٠,٧ ــ ٠,٢	> ٠,٢
	٣ ــ ٦	< ١,٢	١,٢ ــ ٠,٣	> ٠,٣
	٦ ــ ١٢	< ١,٩	١,٩ ــ ٠,٥	> ٠,٥
	١٢ ــ ٢٠	< ٢,٩	٢,٩ ــ ١,٣	> ١,٣
	٢٠ ــ ٤٠	< ٥,٠	٥,٠ ــ ٢,٩	> ٢,٩
سمية العناصر (تؤثر على النبات)				
الصوديوم (Na^+)				
الري السطحي	SAR	< ٣	٣ ــ ٩	> ٩
الري بالرش	ملليمكافئ/لتر	< ٣	< ٣	
الكلوريد (Cl^-)				
الري السطحي	ملليمكافئ/لتر	< ٤	٤ ــ ١٠	> ١٠
الري بالرش	ملليمكافئ/لتر	< ٣	< ٣	
البورون (B)				
البورون	ملجم/لتر	< ٠,٧	٠,٧ ــ ٣,٠	> ٣

obeikandl.com

تابع الجدول (١,١٤).

تأثيرات مختلفة (تؤثر على النباتات)				
النيتروجين (NO_3^- - N)	ملليجرام / لتر	< ٥	٥ ــ ٣٠	> ٣٠
بيكربونات (HCO_3^-)	ملليجرام / لتر	< ١,٥	١,٥ ــ ٨,٥	> ٨,٥
رقم الحموضة (pH)	المدى الطبيعي (٦,٥ ــ ٨,٤)			

١- أخذت عن لجنة الخبراء بجامعة كاليفورنيا ١٩٧٤.

٢- EC_w هي التوصيل الكهربي 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 R_{Na}. وعند قيمة معينة للـ SAR فإن معدل التسرب يزداد بزيادة الملوحة. أنظر (Oster and Schroer,1979 K Rhoades, 1977).

٤- للري السطحي فأن أغلب محاصيل الشجر والنباتات الخشبية 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_3^- – N)تعني النترات كعنصر النيتروجين ويجب قياس (NH_4^+ – 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 والكربونات. 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 محلول الأرض بالري أو بسقوط الأمطار. وعند تقويم صلاحية الماء للري يجب أن يأخذ في الاعتبار ما يلي:

- مقدار الغسيل المطلوب.
- مستوى التمليح الذي يحدث عند استعمال ماء الري.
- تركيز الملوحة في ماء الري الذي يتحمله النبات.

ويعبر عن تركيز الأملاح في ماء الري بوحدات التوصيل الكهربائي (EC) Electrical conductivity وهي ميكروموز/ سم µmho/cm أو ملليموز/ سم 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 decimens/m ويجب ملاحظة أن:

$$ds/m \times 10^{-3} \times \mu\ S/cm = \mu mho/cm$$
$$S/m = 10\ mmho/cm$$

٢- تركيز الصوديوم بالنسبة للكالسيوم والمغنيسيوم

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

$$SAR = [Na^+]/[Ca^{2+} + Mg^{2+}]^{0.5} \quad (١,١)$$

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

$$SAR = Na^+/[(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{0.5} \quad (١,٢)$$

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 تتفرق الحبيبات وتتنافر 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 والفول وكثيراً من المحاصيل الأخرى (Eaton, F.M.1950).

٤- مركبات عضوية

قد تتلوث 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، ولابد 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 التنقيط السطحي وتحت 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 بالخطوط. 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 وانجراف 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. (نسيم، ٢٠٠٧م).

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

دراسات المياه في مجملها لم تركز على نوعية و خواص 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 و الأبحاث لتقييم وتصنيف مياه الري من حيث الجودة. واعتمدت معظم هذه الدراسات على تقييم جودة مياه الري بالنسبة لمحتواها من الأملاح الكلية الذائبة و التركيب الأيوني لها ومخاطر بعض العناصر التي تسبب سمية للنبات.

وتقع المملكة العربية السعودية ضمن الدول الصحراوية شبه الجافة، و الموارد المائية التي تعتمد عليها هي المياه الجوفية التي تتميز بصفة عامة باحتوائها على نسبة من الأملاح الذائبة التي تختلف في كميتها و نوعيتها 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 و الحد من الاستمرار في استنزافها. و من الجهود المبذولة في هذا المجال هو وضع السياسة المائية التي تنظم استعمالات المياه الجوفية و إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. وللأسف أهمل الجانب المتعلق بالمعايير الأساسية لتحديد صلاحية نوعية مياه الري.

وبصفة عامة هناك بعض الدراسات و الأبحاث 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 و لكنها منخفضة إلى متوسطة في

نسبة الصوديوم المدمص و تحتوي 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 و الزراعة (Ayers and Westcot,1985). وفي دراسة لنوعية 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 للتصنيف 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 ٢٠٠٠مليجرام/لتر) في ١٩٪ من الآبار المدروسة وان 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) وجدا (Al-Jaloud and Hussien,1992) أن هناك ارتباط قوي بين مجموع الأملاح الذائبة (TDS) و التوصيل الكهربائي (EC) و كانت قيمة التلازم (r^2 =0.99) و لم يلاحظا أي ارتباط بين التوصيل الكهربائي و نسبة 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 × 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، ١٩٩٩م). وعبر عنها بالعلاقة التالية :

(١,٣).....TDS = (EC × 8 50)- 200

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

(١,٤).....TDS= (EC × 823)- 63

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 أنماط الترفيه المختلفة مثل السباحة وصيد الأسماك

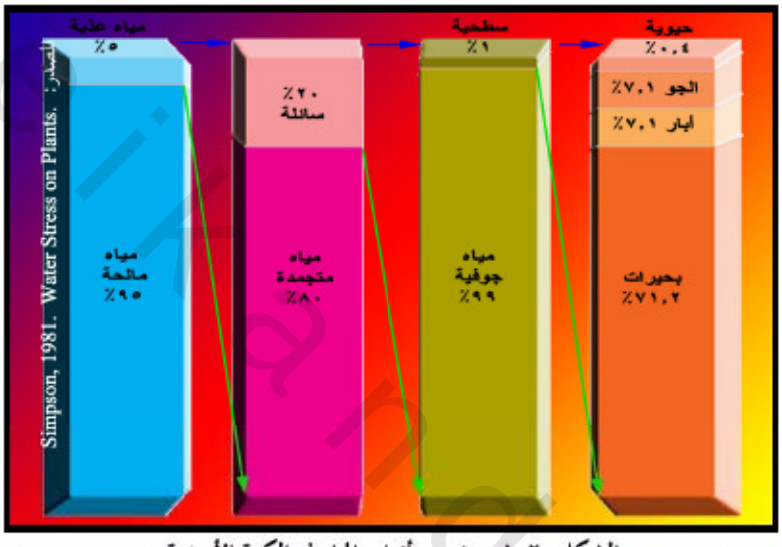
والتجديف والمناظر الجميلة. ويمكن أن نلاحظ أهمية الماء في الترفيه بعد نزول الأمطار على ضواحي منطقة الرياض التي تسري فيها حياة مختلفة عند نزول الأمطار أو جريان السيول حولها. والماء هو أكثر مادة سائدة في الأراضي حيث يغطي أكثر من ثلثي سطح الكرة الأرضية من محيطات وبحار وبحيرات ويوضح الجدول (١,١٦) توزيع الماء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

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

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

ومن الملاحظ أن كمية المياه العذبة قليلة جداً على المستوى العالمي و يمثل 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: ماهي أهم مصادر مياه الري في المملكة العربية السعودية؟ وماهي 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 الارضية مبيناً النسب و الانواع؟

(١,٨) المراجع

أولاً: المراجع العربية

الخطيب، عبد اللطيف بن علي، و أحمد 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 المنقاة و إعادة استخدمها". *ندوة تقنيات معالجة مياه الصرف و إعادة استخدمها*. 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 الحربي. 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 والترشيد*. النشر العلمي و المطابع- جامعة الملك سعود- الرياض.

العمران، عبد رب الرسول موسى، و عبد الرزاق فلاته، و عبد العزيز الحربي، 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.

obeikandl.com

فلاته، عبد الرزاق محمد، و عبد رب الرسول العمران، و محمود السيد نديم، و مرسي مصطفى مرسي. 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 - الأسكندرية - جمهورية مصر العربية.

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

وزارة الزراعة. ١٤٢٠هـ. *كتاب الإحصاء السنوي*– أدارة 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.

obeikandl.com

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 Management73:43-55

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 Practic 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 Agricutural Organization of the United Nations, Rome.

obeikandl.com