الفصل السادس

تقييم جودة المياه

(٦,١) تقييم نوعية مياه الري في المملكة

تعتبر مياه الري أحد 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 تسبب 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.

كثير من الدراسات 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 مطلباً أساسياً 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.

(٦,١,١) الخصائص الكيميائية لماء الري

إن معظم المياه المستخدمة للري في المملكة العربية السعودية هي مياه جوفية تحتوي على كميات متفاوتة من الأملاح الذائبة بها. ويعبر عن التركيز الكلي للأملاح الذائبة إما بكمية الأملاح الكلية الموجودة في الماء (ملجم / لتر) أو جزء في المليون (ppm) أو بدرجة التوصيل الكهربي للماء عند درجة حرارة ٢٥مْ ويرمز لها بالرمز (EC) ووحداتها ملليموز / سم أو ديسيمنز / م.

ومن الخصائص الأخرى للماء معرفة كمية الصوديوم الموجودة في الماء، حيث يعتبر الصوديوم من العناصر الضارة للتربة عند زيادة تركيزه خصوصاً في الأراضي بطيئة النفاذية والتي لا تحتوي على صرف جيد. فإضافة مياه الري المحتوية على تركيز مرتفع من عنصر الصوديوم يجعل هذه الأراضي غير منفذة وعند جفافها تصبح صلبة مما قد يؤدي إلى إعاقة الإنبات ونمو البادرات. ومن المصطلحات المستعملة لمعرفة أو الاستدلال على ضرر الصوديوم الموجود في مياه الري هو نسبة الصوديوم المدمص. وتحسب كالتالي:

(٦,١).....Soluble Sodium Percentage (SSP)

$$= \frac{Na^{+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}} * 100$$

(٦,٢)..... Exchangeable Sodium Percentage (ESP)

$$= \frac{100(1 - 0.0126 + 0.01475 \times SAR)}{1 + (1 - 0.0126 + 0.01475 \times SAR)}$$

(٦,٣)..... Sodium Adsorption Ratio (SAR) $= \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$

(٦,٤).....Adjusted Na Adsorption Ratio (adj. SAR) = SAR $\{1 + (8.4 - pH_c)\}$

obeikandl.com

$$(٦,٥).....pH_c = (PK_2 - PK_c) + P(Ca + Mg) + P(HCO_3 + CO_3)$$

جميع التراكيز في المعادلات السابقة تحسب على أساس المليمكافئ / لتر. ولقد تم توضيح كيفية حساب قيم المعادلات في الفصول السابقة بالتفصيل.

(٦,١,٢) طبيعة التربة

في وجود المياه المالحة نسبياً كمياه المملكة العربية السعودية المستخدمة للزراعة فإنه يلزم عمل تحليل للتربة بالإضافة إلى عمل بعض الدراسات على الخصائص الفيزيائية للتربة.

لأهمية ذلك في تحديد مدى صلاحية المياه المستخدمة للري في تلك الأراضي، ولكي نوضح ذلك نفترض أن تربة بها نسبة مرتفعة من الطين، وكذلك تحتوي على نسبة عالية من الصوديوم، فإنه يفضل عدم استخدام مياه ري ذات نسبة مرتفعة من الصوديوم لما يسببه من مشكلات في نفاذية التربة كما سبق شرحها بشيء من التفصيل في الفصل السابق، وعلى العكس من ذلك، فإن التربة الرملية ذات النفاذية المرتفعة فإنه يمكن استخدام مياه ذات ملوحة مرتفعة نسبياً نتيجة لوجود الصرف الطبيعي الجيد في تلك الترب لغسل الأملاح ومنع تراكمها.

(٦,١,٣) نوع المحصول المزروع

تختلف النباتات في درجة تحملها لملوحة مياه الري المستخدم في الزراعة، كما إنها تختلف في تحملها من صنف إلى الآخر من النباتات نفسها، فالقمح مثلاً به أصناف تتحمل الملوحة نسبياً وأخرى لا تتحمل. كذلك تختلف درجة تحمل النباتات للملوحة باختلاف عمر النبات. وعموما فإن فترة الإنبات ونمو البادرات الصغيرة هي أكثر حساسية للملوحة. ولو أخذنا نبات مثل بنجر السكر فإنه شديد الحساسية أثناء مرحلة الإنبات ولكنه يتحمل الملوحة خلال مراحل النمو المتأخر كذلك فإن الشعير يتأثر

خلال فترة الإنبات ويتحمل الملوحة خلال مراحله الأخرى. أما الطماطم والقطن فإنهما أكثر حساسية للملوحة خلال مرحلة البادرات ثم تقل حساسيتهما خلال مرحلة النمو الخضري ثم تزداد خلال مرحلة الإزهار.ولقد اقترحت معادلة تأثير الملوحة على إنتاجية المحاصيل ونسبة الانخفاض في المحصول (Maas and Hoffman, 1977) بالفصل الثالث.

(٦,١,٤) العوامل الجوية (المناخ)

إن العوامل الجوية من العوامل المهمة ، والتي يجب أخذها بعين الاعتبار عند استخدام المياه للري، خصوصاً تلك المياه التي ترتفع فيها كمية الأملاح وبالأخص في المملكة العربة السعودية، حيث تبلغ الحرارة في فترة الصيف ٤٨مْ. ومن المعروف أن درجة الحرارة العالية تؤدي إلى تبخر المياه من التربة والتي ترتفع إلى أعلى بالخاصية الشعرية محملة بالأملاح الذائبة ونتيجة لتبخر هذه المياه فإن الأملاح التي تبقى وتتراكم على سطح التربة مخلفة بقعاً بيضاء في بعض المناطق الزراعية.

(٦,١,٥) طريقة الري المستخدمة

في الظروف الجوية السائدة في معظم مناطق المملكة ونتيجة لاستخدام مياه متوسطة الملوحة فإن الري التقليدي أو السطحي يعتبر من طرق الري الجيدة والمحافظة على إنتاجية التربة. وعند استخدام الري بالخطوط فإنه ينصح بوضع بادرات النباتات مثل الطماطم على حواف المصطبة بدلاً من وضعها في المنتصف حيث تتراكم الأملاح في منطقة الوسط نتيجة الري.

أما طريقة الري بالرش فلها فوائد من حيث تقليل كمية الماء المستخدم للري ورفع كفاءة الري، إلا أن استخدام هذه الطريقة خصوصاً بمياه ذات تركيز مرتفع من

الأملاح قد يسبب تراكم هذه الأملاح على أسطح أوراق النباتات خصوصاً في فصل الصيف نتيجة لارتفاع درجة الحرارة.

ويعتبر الري بالتنقيط من أكفأ طرق الري الحديثة خصوصاً بارتفاع ملوحة مياه الري. وعند استخدام هذه الطريقة في المملكة ونتيجة لارتفاع حرارة الجو في فصل الصيف فإنه يجب التأكد من أن فتحات المنقطات واسعة لكي تعطي تدفقاً عالياً ، وبالتالي منع تراكم الأملاح حول جذور النباتات بعد تبخر الماء من التربة لارتفاع درجة الحرارة. ولعله من الأفضل أن نستعين بالتقسيمات التي وضعت لتقسيم مياه الري، ومن أشهر تلك التقسيمات التقسيم الذي وضع من قبل معمل الملوحة التابع لوزارة الزراعة الأمريكية رقم ٦٠ لسنة ١٩٥٤م الموضح بالشكل (١,١) الموضحة بالفصل الأول و المعادلات المقرونة به أيضا.

والتقسيم المستخدم حالياً لتقيم نوعية مياه الري (Ayers and Westcot, 1985) (الجدول ١,١٤) والمشار إليه في الفصل الأول أيضاً.

(٦,٢) تقييم مياه الري في المملكة العربية السعودية

تقع 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 ثمان مناطق زراعية في المملكة وجد فلاته و آخرون (١٩٩٩م) أن 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) أما 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) أن 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) وجدا 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 ٢٠٠٠ملجرام/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 و الصودية 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,ppm) و التوصيل الكهربائي (EC,dS/m) و كانت قيمة التلازم (r^2 =0.99) و لم يلاحظ أي ارتباط بين التوصيل الكهربائي و نسبة الصوديوم المدمص (SAR) . وفي دراسة أخرى على نوعية مياه الري المستخدمة في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية، وجد (Mee,1983) أن المعادلات المستخدمة في العادة لتقدير الكمية الكلية للأملاح الذائبة

(Richards, 1957) TDS = 640 × EC.....(٦,٦)

أو

(Tanji *et al.*, 1980) TDS = 0.773 EC-208.....(٦,٧)

هذه المعادلات لا تنطبق على مياه الري الجوفية في المملكة ولذلك اقترح (Mee,1983) معادلة جديدة توضح العلاقة بين التوصيل الكهربائي و الكمية الكلية للأملاح الذائبة في مياه الري وعبر عنها بالعلاقة التالية :

TDS = (EC × 8 50)- 200.....(٦,٨)

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 :

TDS= (EC × 823)- 63.....(٦,٩)

وفي دراسة مؤخراً فلقد وجد العمران وآخرون (٢٠٠٥م) بان المعادلة لعدة أبار في منطقة الرياض كما يلي :

$$TDS\ (ppm) = (EC \times 875.8) - 302.3 \quad (r^2 = 0.971) \quad (٦,١٠)$$

حيث EC التوصيل الكهربائي للماء ب (dS/m) عند درجة حرارة ٢٥ م

TDS تركيز الأملاح بالمياه بالمليجرام /لتر لجميع المعادلات السابقة.

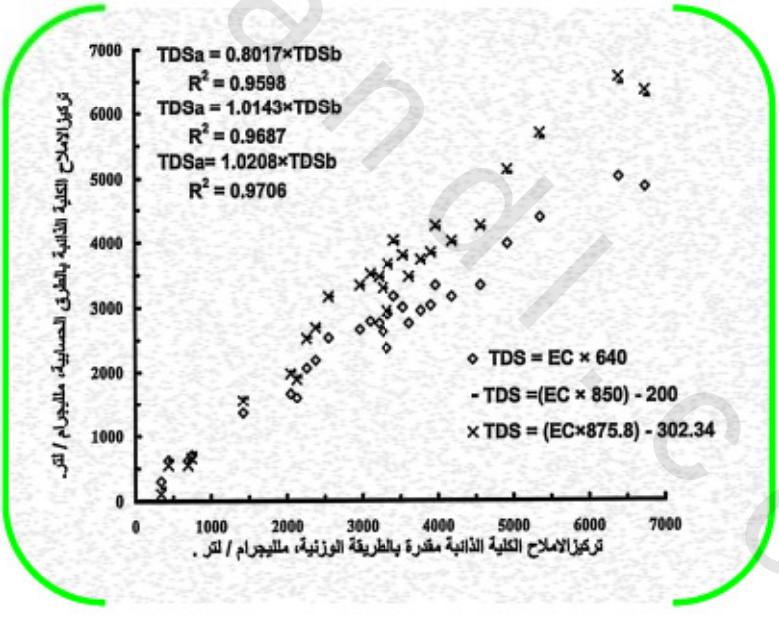
وبصفة عامة فان نتائج الدراسات السابقة تشير إلى إن هناك تدهوراً مستمراً في نوعية مياه الري المستخدمة في معظم المناطق الزراعية في المملكة مما يستلزم متابعه ذلك بإجراء دراسات دورية مستمرة.

وسوف نتطرق إلى آخر دراسة قام بها (المطرود، ٢٠٠٣م) حيث شملت على عدة أبار في منطقة الرياض. حيث جمعت ٢٠٠ عينة مياه من الآبار المستخدمة للري في منطقة الرياض وقيس رقم الحموضة (pH) والتركيز الكلي للأملاح الذائبة في كل عينة وعبر عنها بالتوصيل الكهربائي (EC, dSm^{-1}) وعلى ضوء قيم التوصيل الكهربي قسمت الآبار إلى أربعة مجاميع وتم اختيار ستة أبار ممثلة عن كل مجموعة، وبذلك أصبح عدد الآبار التي تمت دراسة نوعية المياه فيها ٢٤ بئراً. استغرقت مدة الدراسة سنة كاملة قسمت إلى أربع فترات أخذت خلالها عينات المياه وأجريت لها التحاليل والقياسات اللازمة باستخدام الطرق الموصى بها (Page *et al.*, 1982).

تم تقدير الأملاح الكلية الذائبة، الكاتيونات (Ca, Mg, Na, K) والأنيونات (CO_3, HCO_3,Cl, SO_4) والنترات (NO_3^-) والبورون (B) وتم كذلك قياس رقم الحموضة(pH) .

على ضوء نتائج التحليل تم حساب قيم النسبة المئوية للصوديوم الذائب (SSP)، النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP)، ومعدل ادمصاص الصوديوم باستخدام ثلاث معادلات في حساب كل من (SAR, adj.SAR, adj.R_{Na}) وقيمة كربونات الصوديوم المتبقية (RSC)، وقيم الرقم الهيدروجيني المحسوبة (pH_c) حسب المعادلات الموضحة في مقدمة الفصل.

يوضح الشكل (٦,١) العلاقة بين الكمية الكلية للأملاح الذائبة المقدرة بالطريقتين الوزنية والتوصيل الكهربائي والمعادلات المقترحة لذلك. ويبدو واضحاً أن هناك علاقة وثيقة بين الكمية الكلية للأملاح الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية والكمية المعبر عنها بالتوصيل الكهربي وكانت قيم معامل التلازم ($r^2 = 0.9706$) للمعادلة المقترحة في هذه الدراسة و($r^2 = 0.969 , 0.959$) للمعادلة المقترحة من (Richards, 1954) (Mee, 1983) , على التوالي. نلاحظ أن القيم متقاربة جداً ولكن يفضل استخدام المعادلة المقترحة في هذه الدراسة ؛ لأنها أعطت أعلى قيمة لمعامل التلازم ($r^2 = 0.971$) مع الكمية الكلية للأملاح الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية، وتعزى هذه القيمة العالية إلى ارتفاع ملوحة مياه الآبار الجوفية المدروسة.



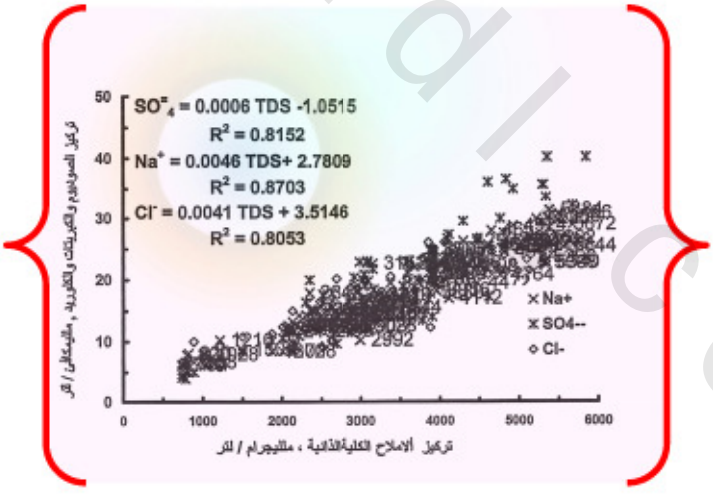
الشكل (٦,١). العلاقة بين تركيز الأملاح الكلية الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية TDSa وتركيز الأملاح الكلية الذائبة محسوبة من المعادلات TDSb في مياه الآبار.

(المطرود، ٢٠٠٣م).

تشير نتائج الدراسة أن أيون الصوديوم هو الكاتيون السائد وقد تجاوز تركيزه في معظم العينات الحد المسموح به في مياه الري .

أما تراكيز الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم فهي تقع ضمن التراكيز العادية والمتوقعة في المياه الجوفية المستخدمة في أغراض الري (Ayers and Westcot, 1985) وبالنسبة للأنيونات فكانت السيادة لأيون الكبريتات في معظم عينات المياه، يليه أنيون الكلوريد الذي تجاوز كثيراً التراكيز الموصى بها في مياه الري (أكثر من ١٠ ملليمكافئ / لتر)، أما تراكيز البيكربونات فهي أقل كثيراً من الحد الحرج (٨,٥ ملليمكافئ / لتر) .(Ayers and Westcot 1985).

يوضح الشكل (٦,٢) العلاقة الخطية بين كمية الأملاح الكلية الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية وتركيز الكاتيون السائد (الصوديوم) والأنيونات السائدة (الكبريتات والكلوريد). وقد بلغت قيمة معامل التلازم بين كمية الأملاح الكلية الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية وبين أيون الصوديوم($r^2 = 0.87$) ، ($r^2 = 0.80$) لأيون الكلوريد و ($r^2 = 0.81$) لأيون الكبريتات. هذا الارتباط يدل على أن هذه الأيونات تشكل مصدراً أساسياً لملوحة مياه الآبار المدروسة.



الشكل (٦,٢). العلاقة بين تركيز الأملاح الكلية الذائبة وتركيز الصوديوم والكلوريد والكبريتات في مياه الآبار. (المطرود، ٢٠٠٣م)..

تراوحت قيم تراكيز عنصر البورون الذائب بين ٠,٦٠ – ٢,٥٥ مليجرام/لتر وتعتبر هذه التراكيز ضمن الحدود الطبيعية لهذا العنصر في المياه الجوفية (Bigger and Nielsen, 1972) وبالإمكان استعمال المياه الحاوية على هذه التراكيز في الري، ولكن يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن مسك عنصر البورون في التربة يمكن أن يؤدي إلى تراكم البورون قد يصل إلى المستوى الضار، لذلك ينصح بإجراء عملية الغسيل للتربة من وقت لآخر للحد من تراكم عنصر البورون في التربة.

وبالنسبة للنترات الذائبة (NO_3^-) فتراوحت قيمها بين (صفر-١٩,٨) مليجرام / لتر وتشير النتائج أن حوالي ٥٠٪ من عينات المياه المدروسة تحتوي على أيون النترات وبتراكيز أعلى من الحد المتوقع في مياه الري (١٠ ملليمكافئ / لتر) حسب التصنيف المقترح من قبل منظمة الأغذية والزراعة (Ayers and Westcot, 1985) ومن المحتمل أن يكون السبب في هذه التراكيز العالية هو الإفراط في استخدام الأسمدة النيتروجينية. و بالرغم من أن أيون النترات من العناصر الضرورية للنبات وليس له تأثير سلبي على خواص التربة، إلا أن وجود كميات كبيرة من النترات تسبب بعض المشاكل منها النمو الخضري الزائد وتأخر نضج المحصول. ومن المعروف أن هذا الأيون سريع الحركة في التربة لذلك يمكن التخلص منه بسهولة لاسيما في الترب الرملية الخفيفة القوام والمنتشرة في معظم المناطق الزراعية بالمملكة.

(٦,٣) تأثير نوعية مياه الري على خواص التربة

(٦,٣,١) مخاطر الصوديوم

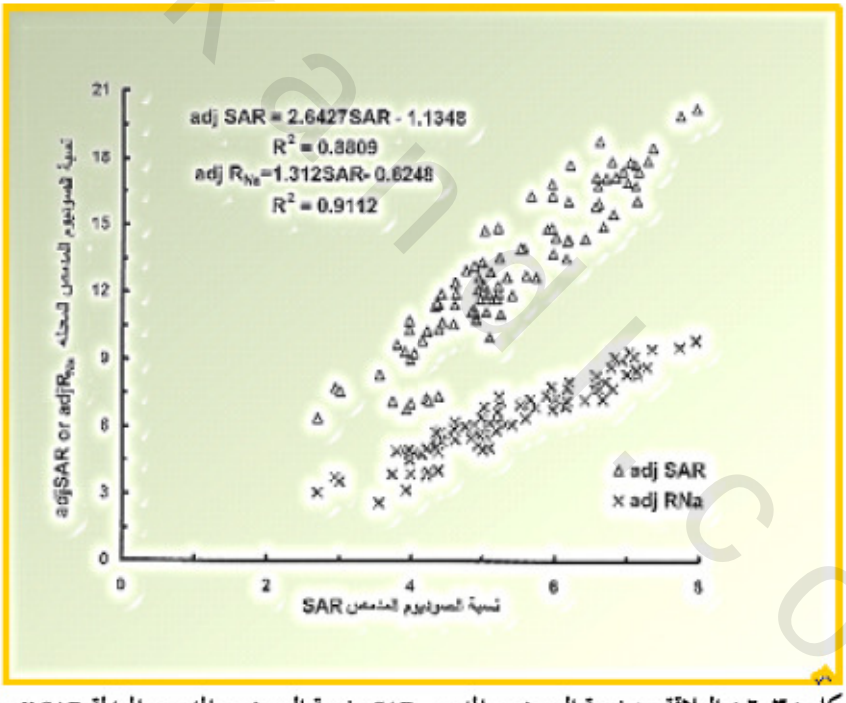
سبق الإشارة إلى أن المياه الجوفية المستخدمة في الري تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح الكلية الذائبة والتي تختلف في كمية ونوعية الأيونات الداخلة في تركيبها. وبالرغم من أن جميع أيونات مياه الري لها تأثير على خواص التربة إلا أن التركيز

على عنصر الصوديوم يعتبر هو الأهم. فاستخدام مياه الري ذات المحتوى المرتفع نسبياً من الصوديوم المدمص (SAR) يؤدي إلى زيادة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في التربة (ESP) وهذا يعتبر مؤشر لمشكلة الصوديوم الناجمة عن استخدام مياه الري سيئة النوعية.

تستخدم قيم نسبة الصوديوم المدمص (SAR) للتعبير عن خطورة الصوديوم؛ لأنها تعتمد على العلاقة الكمية بين الأيونات الذائبة والمدمصة وهذا يساعد على التنبؤ بكمية الصوديوم المتبادل في التربة. ولقد تم استخدام قيم SAR المحسوبة في الدراسة لحساب قيم adjSAR و$adjR_{Na}$ وESP حيث تراوحت قيم SAR بين (٢,٩٤ ـ ٦,١٧) ، وقيم adjSAR تراوحت بين (٧ ـ ١٤,٤٨)، أما قيم $adjR_{Na}$ فتراوحت بين(٣,٩ ـ ٧,٢٥). و تشير هذه النتائج بوضوح إلى ارتفاع قيم adjSAR حيث بلغت حوالي ضعف القيم المتحصل عليها لكل من SAR و $adjR_{Na}$. هذه النتيجة تؤكد الاستنتاج الذي توصل إليه بعض الباحثين في مجال نوعية مياه الري (Oster and Schroer, 1979; Oster and Rhoades, 1977). ومفاده أن استعمال معادلة ادمصاص الصوديوم المعدلة adjSAR تعطي قيما مبالغ فيها عن خطورة الصوديوم في مياه الري ، لذلك ينصح بعدم الاعتماد على النتائج المتحصل عليها من هذه المعادلة.واعتماداً على قيم المعادلتين SAR و adjSAR فإن مياه الآبار في منطقة الرياض لا تسبب زيادة ملحوظة في النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في التربة وفقاً لتصنيف مياه الري المقترح من قبل منظمة الأغذية والزراعة (Ayers and Westcot, 1985).

يوضح الشكل (٦,٣) العلاقة بين ال SAR وكلاً من adjSAR و$adjR_{Na}$. يبدو واضحاً أن معامل التلازم الأقوى ($r^2 = 0.9112$) كان بين SAR و$adjR_{Na}$ والتلازم الأقل ($r^2 = 0.9112$) بين SAR وadjSAR. هذا الارتباط يؤكد ما سبق الإشارة إليه سابقاً عن قوة التقارب بين قيم SAR وقيم $adjR_{Na}$.

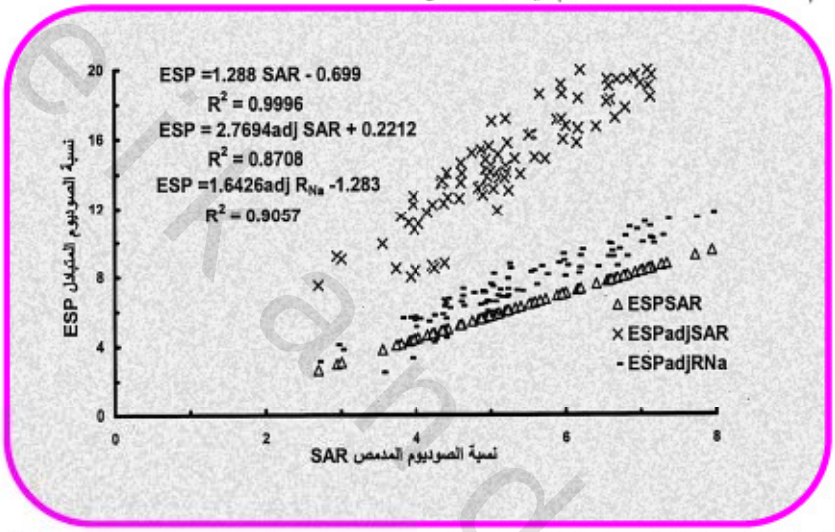
أما بخصوص النسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP في التربة نتيجة لاستخدام مياه الري فقد تم حسابها باستخدام قيم SAR وadjSAR و $adjR_{Na}$ تراوحت قيم الـ ESP المحسوبة من قيمة الـ SAR بين (٢,٩٩ – ٧,٢٧) والمحسوبة من قيمة adjSAR (٨,٣٥ – ١٦,٧٣) والمحسوبة من $adjR_{Na}$ (٤,١ – ٨,٦٢) ويبدو واضحاً أن استخدام الـ adjSAR لحساب ESP أعطت قيماً مرتفعة بينما قيم ESP المحسوبة باستخدام SAR و$_{adj}$RNa كانت ضمن الحدود المسموح بها في مياه الري والبعض منها يقل كثيراً عن الحد الحرج (١٥) والمقترح من معمل الملوحة الأمريكي (Richards, 1954).



الشكل (٦,٣) العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص SAR ونسبة الصوديوم المدمص المعدلة adj SAR .

(المطرود، ٢٠٠٣م).

يوضح الشكل (٦,٤) العلاقة بين الـ ESP المحسوبة باستخدام SAR وadjSAR وadjR$_{Na}$. تشير النتائج إلى قوة التلازم (r^2 = 0.991) بين الـ ESP والـ SAR ، وبين ESP وadjR$_{Na}$ (r^2 = 0.8708) وهذا يؤكد الاستنتاجات السابقة التي توضح أن القيم المتحصل عليها عند استخدام معادلة adjSAR هي قيم لا يمكن الاعتماد عليها في الحكم على خطورة الصوديوم في مياه الري.



الشكل (٦,٤). العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص SAR والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP محسوبة من SAR وadjSAR و adjRNa في مياه الآبار . **(المطرود، ٢٠٠٣م).**

(٦,٤) تأثير نوعية مياه الري على ترسيب الكربونات في التربة

هذه العلاقة لم يشملها أي تصنيف لمياه الري بالرغم من أهميتها حيث أوضحت دراسات أجراها (Langelier, 1936; Rhoades, 1968) أن وجود الكربونات والبيكربونات ذائبين في مياه الري يؤدي إلى ترسيب الكالسيوم الموجود في محلول التربة مما يؤدي إلى سيادة عنصر الصوديوم في محلول التربة والماء وتزداد بذلك مشكلة الصوديوم وترتفع قيمة SAR. في هذه الدراسة استخدم معامل الإشباع (Saturation Index) المعبر عن هذه العلاقة و المشار إليه في الفصل الثاني تبين أن ٦٩٪ من مياه الري

المدروسة لا تؤدي إلى ترسيب $CaCO_3$ في التربة ؛ لأن قيم معامل الإشباع أقل من الصفر(سالبة) و ٣١٪ من مياه الآبار لها القدرة على ترسيب $CaCO_3$. لأن معامل الإشباع أكبر من الصفر(موجبه).

(٦,٥) كربونات الصوديوم المتبقية

أحد المصطلحات المستخدمة لتقييم نوعية مياه الري وقد اقترحه العالم (Eaton,1950) والذي عبر عنها بالتالي :

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg) \quad \text{.....(٦,١١)}$$

ويعبر عن تركيز هذه الأيونات بالملليمكافئ/لتر. وعلى ضوء التقسيم المقترح من (Eaton,1950) تعتبر عينات المياه المدروسة غير صالحة للري ؛ نظراً لأن محتواها من كربونات الصوديوم المتبقية RSC تفوق عشرات المرات أو أكثر من الحدود الموصى بها (أقل من ٢,٥ ملليمكافئ/لتر). ولكن يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار صفات التربة المروية عند تقييم الأثر الضار لكربونات الصوديوم المتبقية ؛ و ذلك لأن بعض مكونات التربة يمكن أن يكون لها دور في تقليل أثر كربونات الصوديوم وذلك من خلال ترسيبها بتفاعلها مع الكالسيوم أو المغنسيوم في التربة (Al-Zubaidi,1976) كذلك الأخذ بعين الاعتبار بعض الخواص الفيزيائية للتربة مثل القوام.

(٦,٧) تصنيف مياه الآبار

وتقسم جودة مياه الري باستخدام: النظام القديم المقترح من قبل معمل الملوحة الأمريكي (Richards, 1954) والنظام الأحدث المقترح من قبل منظمة الأغذية والزراعة (Ayers and Westcot, 1985) وكلا النظامين اعتمدا في التصنيف على التركيز الكلي للأملاح الذائبة والتركيز النسبي للصوديوم وأثره على نفاذية التربة وسمية بعض العناصر.

واعتماداً على التصنيف المقترح من معمل الملوحة الأمريكي وجد أن معظم مياه الري في منطقة الرياض تقع تحت القسم C4 – S1 وهذا يعني أنها مياه عالية الملوحة جداً ولكنها منخفضة في محتواها من الصوديوم. وهناك بعض الآبار الأقل ملوحة ولكنها تشكل نسبة ضئيلة وتقع تحت C_3 – S_1. أي أنها مياه عالية الملوحة ولكنها منخفضة في تراكيز الصوديوم. واستناداً على تصنيف منظمة الأغذية والزراعة وجد أن مياه الري المدروسة تصنف على أنها متوسطة إلى مرتفعة الملوحة ومنخفضة إلى متوسطة في محتواها من الصوديوم.

نستنتج مما سبق أن مشكلة مياه الري في منطقة الرياض تعزى إلى خطورة الملوحة وبالرغم من ذلك فإنه بالإمكان استعمال هذه المياه في الري لاسيما وأن معظم الترب الزراعية في هذه المنطقة هي ترب رملية خفيفة القوام. ولكن ينصح بزيادة كمية مياه الري على فترات متقطعة لضمان الحصول على الاحتياجات الغسيلية ويفضل أن تصاحب عملية الغسيل إضافة بعض المحسنات من وقت لآخر.

والأمثلة التالية عن تقييم جودة المياه:

مثال (١)

عينة مياه ري من منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية تم أخذها عام ٢٠٠٧م كانت تحليلاتها كالتالي والمطلوب تقييم جودتها من حيث إمكانية استخدامها في الري:

EC dSm^{-1}	٥,١٥
Ca^{++}	٣٥٢ ملجم/لتر
Mg^{++}	٢١٠ ملجم/لتر
Na^{+}	٦٠٠ ملجم/لتر
K^{+}	١٢ملجم/لتر
القلوية	٤٢٧ ملجم/لتر
Cl^{-}	٨٥١ ملجم/لتر
SO^{-}_4	١٢٦٢ ملجم/لتر
NO_3-N	٦٨,٣٥ ملجم/لتر
SAR	٦,٢١٤ ملجم/لتر
B	١,٤٠ ملجم/لتر

الحل

بالإشارة إلى جدول تقييم مياه الري (الجدول ١,١٤) يتضح أن:

• ملوحة المياه: عالية جداً في ملوحتها حيث تخفض من جاهزية الماء ويسود فيها كاتيون الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم وهي على صورة أملاح الكلوريدات والكبريتات.

• محتواها من النترات: عالية جداً حيث المسموح به زراعياً حتى ٣٠ ملجم/لتر لذا يؤخذ في الاعتبار عند وضع برنامج للتسميد.

• قيمة الصوديوم المدمص SAR: تعتبر قيمتها عالية في تأثيرها على نفاذية التربة حيث تزيد من رداءة نفاذية التربة وبالتالي تقلل من كمية الماء المخزون في التربة.

• محتواها من البورون: يعتبر متوسط، تؤثر على المحاصيل الحساسة ، عادة يظهر عليها أضرار خفيفة إلى متوسطة.

• محتواها من الكلوريد: يعتبر عالياً جداً، يؤثر على جميع المحاصيل المقاومة للكلوريد.

وعليه فإنه لاينصح باستخدامها للري ولكن يمكن خلطها بمياه جيدة لري بعض المحاصيل التي تتحمل الملوحة.

مثال (٢)

عينة مياه من منطقة الخرج بالمملكة العربية السعودية تم أخذها عام ٢٠٠٦م كانت تحليلاتها كالتالي والمطلوب تقييم جودتها من حيث إمكانية استخدامها في الري أو غيره:

EC dSm^{-1}	٠,٩٠
TDS	٥٨٠ ملجم/لتر
Ca^{++}	٦٦ ملجم/لتر
Mg^{++}	٢٧ ملجم/لتر
Na^{+}	١٦٠ ملجم/لتر
K^{+}	٣٩ملجم/لتر
NO_3-N	٨,٤ ملجم/لتر
Cl^{-}	٨٦ ملجم/لتر
SO^{-}_4	٩٠ ملجم/لتر
B	٠,٩٠ ملجم/لتر
Fe	١,٥٠ ملجم/لتر
Total Hardness	١٢,٣٠
pH	٨,٤
HCO^{-}_3	١٢٠ ملجم/لتر

الحل

حيث إن العينة من مياه الاستخدام البلدي فيمكن استخدامها للري بدون تحفظ مع مراعاة إضافة الأسمدة للحدائق المروية.

مثال (٣)

عينة مياه ري من منطقة شمال الرياض بالمملكة العربية السعودية تم أخذها عام ٢٠٠٧م كانت تحليلاتها كالتالي والمطلوب تقييم جودتها من حيث إمكانية استخدامها في الري:

Open Kandil.com

EC dSm^{-1}	٢,٦٨
Ca^{++}	١٤٠ ملجم/لتر
Mg^{++}	٤٨ ملجم/لتر
Na^{+}	٢٣٠ ملجم/لتر
K^{+}	٨,٩٠ملجم/لتر
Sr^{++}	١٥,٣٠ ملجم/لتر
القلوية	١٣٧,٢٥ ملجم/لتر
Cl^{-}	٤٤٣,٧٥ ملجم/لتر
SO^{-}_{4}	٢٧٨,٤٠ ملجم/لتر
NO_3-N	٢٧,٨٠ ملجم/لتر
CO^{-}_{3}	صفر ملجم/لتر
SAR	٣,٠ ملجم/لتر
B	٠,٦٤ ملجم/لتر

الحل

بالرجوع إلى جدول تقييم مياه الري (الجدول ١.١٤) يتضح أن العينة :

• ملوحة المياه : عالية الملوحة ، يسود بها أملاح الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم وهي على صورة كلوريدات وكبريتات ثم البيكربونات.

• محتواها من النترات : يعتبر متوسط من الناحية الزراعية حيث إنه مناسب حتى ٣٠ملجم/لتر ويجب أخذه في الاعتبار عند التسميد النيتروجيني.

• محتواها من البورون : يعتبر منخفضاً ، وقد يؤثر على النباتات الحساسة للبورون.

• قيمة الصوديوم المدمص SAR : متوسطة التأثير على نفاذية التربة وهو يصنف بأنه ماء قليل الصوديوم.

• محتواها من الكلوريد : يعتبر محتواها عالي.

يمكن استخدامها للري خصوصاً في الأراضي الرملية بالمملكة.

obeikandl.com

(٦,٨) المراجع

أولاً: المراجع العربية

العمران، عبد رب الرسول، عبد الرزاق فلاته وسيف المطرود ٢٠٠٥م. "تقييم نوعية مياه أبار الري في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية. *مجلة جامعة الملك عبد العزيز*. علوم الأرصاد والبيئة وزراعية المناطق الجافة. ١٦(٢): ٢٣-٤٠.

المطرود، سيف بن سعد. ٢٠٠٣م. "تقييم نوعية مياه الري وأثرها على معدل التسرب المائي في منطقة الرياض". *رسالة ماجستير*، كلية الزراعة - جامعة الملك سعود - الرياض.

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

وزارة الزراعة والمياه. (١٩٨٤م). *أطلس المياه في المملكة العربية السعودية*.

ثانياً: المراجع الأجنبية

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.

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.

Alzubaidi, A. (1976). Soil resistance to soda formation of some Iraqi soils. Proceedings of the international conference on managing of saline water for irrigation. Planning for future. Texas Tech. Univ. (333-338).

Ayers, R. S. and Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture, No 29. FAO. Roma.

Biggar, J.W., and D.R. Nielsen. (1972). Irrigation under adverse conditions. In S.A. Tayler and G.L. Ashcroft (Ed). Physical Edaphyolog. Ch.15. Freeman, San Francisco.

Eaton, F.M. (1950). Significance of carbonates in irrigation water. Soil Sci.69:123-133.

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.

Langelier, W. F. (1936). Water Works Assoc. J. Am. 28:1500.

Maas, E. V., and G. J. Hoffman. (1977). Crop salt tolerance. current assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE. 103: 115-132.

Mee, J. M. (1983). Saudi ground water chemistry and significance. Arab Gulf. J. Scient. Res. 1(1):113-120.

Oster, J. D. and Schroer, F. W. (1979). Infiltration as influenced by irrigation water quality. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 444-447.

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.

Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeney. (1982). Methods of soil analysis, Part 2, 2nd edtion. American Society of Agronomy, Madison, Wis.

Rhoades. J. D. (1968). Leaching requirement for exchengable sodium control. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32:625-656.

Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agric. Handbook No. 60. Washington.

Tanji, K. K., J. W. Biggar, R. J. Miller, W. O. Pruitt and G. L. Horner. (1980). Irrigation tailwater management. Final Rep.