مجلة
الإسكندرية
للتبادل العلمي

مجلد ٢٧ | أكتوبر - ديسمبر | ٢٠٠٦

# تقدير الاحتياجات الغسيلية للمحاصيل الرئيسية المزروعة في واحة الأحساء و دورها في المحافظة على الموارد المائية و البيئية

عبد الرحمن بن محمد المديني [١]

## الملخص العربي

يتوقف النشاط الزراعي في واحة الأحساء، التي تعتبر من أكبر وأقدم الواحات الزراعية في المملكة العربية السعودية، على عملية الري التي يتم تأمين متطلباتها المائية من عدة مصادر أهمها المياه الجوفية التي تؤمن ما لا يقل عن ٦٧%. تتميز هذه المياه الجوفية بالملوحة العالية (C3) حيث EC تتراوح بين ٠,٧٥ الى ٢,٢٥ ديسي سيمز/متر إلى العالية جداً (C4) حيث EC تتراوح بين ٢,٢٥ الى ٥ ديسي سيمز/متر بناءً على تصنيف إدارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية (USDA)، مما يشير إلى ضرورة غسل الأملاح دورياً إلى خارج القطاع الجذري للتحكم في ملوحة التربة، حيث يتحقق ذلك بإضافة كمية زائدة من الماء مع ماء الري لتأمين الاحتياجات الغسيلية. تهدف هذه الورقة إلى تقدير الاحتياجات الغسيلية للمحاصيل الزراعية الرئيسية في واحة الأحساء باستخدام النموذج الرياضي لماس وهوفمان (١٩٧٧) و الذي يحدد العلاقة بين الإنتاج النسبي للمحصول مع قدرته على مقاومة الملوحة و قيمة ملوحة مستخلص التربة. أوضحت النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة اختلاف الاحتياجات الغسيلية للمحاصيل المزروعة في الواحة بما يتناسب مع قدرتها على مقاومة الملوحة و إنتاجها النسبي. مقارنة بقيم المتطلبات المائية الفسيولوجية لهذه المحاصيل، فقد تراوحت قيم أجزاء الغسيل ( Leaching fractions) المحسوبة بين ٠,١٢ و ٠,٦٠ و بين ٠,٢٩ و ٢,١٩ عند قيم إنتاج نسبي ٥٠% و ١٠٠%، على التوالي. تشير هذه النتائج إلى ضرورة الأخذ في الاعتبار ترشيد استهلاك المياه، خاصةً الجوفية، عند اختيار الاحتياجات الغسيلية للمحافظة على التربة من التملح. بالإضافة إلى أن القيم العالية من أجزاء الغسيل ستزيد من احتمالية غسيل العناصر الغذائية من قطاع التربة و بالتالي تلوث المحيط البيئي.

## المقدمة

تغطي المملكة العربية السعودية مساحة شاسعة تقدر بحوالي ٢,٢٥ مليون كيلومتراً مربعاً حيث تقع في نطاق المناطق الجافة (Arid zone) وتتميز بشدة الحرارة و ندرة الأمطار و شح المياه السطحية. هذه الظروف المناخية والمائية جعلت المملكة تعتمد في سد متطلباتها المائية على المياه الجوفية التي تحصل عليها من مصادر متجددة وأخرى غير متجددة، يستهلك معظمها للأغراض الزراعية التي تستخدم كميات تتجاوز تقريباً أربعة أمثال تلك الكميات المستخدمة للأغراض الأخرى كالاستخدام المدني، الصناعي أو غيرها ( و Ministry of Agriculture and Water (MAW), 1984; AL-Ibrahim, 1990; 1991 ; العمود، ٢٠٠٠). حيث تقدر كمية المياه المستخدمة في الزراعة بـ ٦,٣ مليار متر مكعب أي حوالي ٨٦% من كمية المياه المتاحة (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٠١).

---

[١] أستاذ خصوبة التربة و إدارة البيئة المشارك، قسم المصادر الطبيعية و البيئية، كلية العلوم الزراعية والأغذية، جامعة الملك فيصل

بريد اليكتروني: AALMADINI@KFU.EDU.SA

استلام البحث في ٢٠ يونيو ٢٠٠٦، الموافقة على النشر في ٢٣ أكتوبر ٢٠٠٦.

كمية كبيرة من هذه المياه المستهلكة للأغراض الزراعية تستخدم لغسيل الأملاح من التربة للحد من تملحها عن طريق تحقيق التوازن الملحي في منطقة جذور النباتات المتزرعة، حيث أن ملوحة التربة هي أحد العوامل الهامة في تحديد القدرة الإنتاجية للتربة في كثير من المناطق الزراعية بالمملكة العربية السعودية (Duheash, et al. 1977; Bashour, et al. 1983; MAW 1985 & 1995). أن واحة الأحساء بالمملكة تعتبر من المناطق الزراعية التي تعاني بصورة رئيسية من ظاهرة ارتفاع ملوحة التربة (Jenkins, 1976; Al-Barrak, 1986; Abo-Rady, 1987; Al-Barrak and Al-Badawi, 1988; Al-Barrak, 1990)، حيث أدت هذه المشكلة الي انتشار السبخات التي تغطي ما يقارب ٢٠% من مساحة الواحة الإجمالية (El-Prince, 1982).

و لتحقيق الزراعة المستدامة في المناطق التي تعاني من ظاهرة تملح التربة، يلزم إتباع إدارة مائية تعنى بالمحافظة على مستوى من ملوحة قطاع التربة في نطاق يتناسب مع قدرة النباتات النامية على مقاومة الملوحة وذلك عن طريق عملية غسل الأملاح إلى خارج القطاع الجذري ، حيث تعتبر هذه العملية الأكثر شيوعاً (Richards, 1954; Rhoades, 1974; Keren, 2000). و عادةً تنحز هذه العملية بإضافة كمية ماء زائدة عن الاحتياجات الفسيولوجية للنبات النامي (البخر- نتح، Evapotranspiration, ET) (Richards, 1954; Rowell, 1988).

تسمى أيضاً هذه الكمية الزائدة من ماء الري و المضافة لأغراض غسيل الأملاح بالاحتياجات الغسيلية (Leaching requirements, LR)، والتي يتم حسابها عادةً على أساس مستويات ملوحة ماء الري ($EC_{iw}$) وملوحة ماء الصرف ($EC_{dw}$) (Richards, 1954; Rhoades, 1974; Smedema and Rycroft, 1983). لكن، في الغالب يعترض هذه الطريقة الحسابية عائق عملي يتمثل في صعوبة معرفة قيمة $EC_{dw}$ قبل البدء في ري الحقل المستزرع (المعتاد هو أن تؤخذ هذه القيمة مساوية تقريبا لأقصي محتوي ملحي مقبول وهو ما يساوي أيضا الحد الأقصى لتحمل المحصول للملوحة). لذا، لجأ الباحثون المهتمون بالتحكم في ملوحة التربة بالاعتماد على قيم ملوحة مستخلص التربة ($EC_e$) و التي يمكن تقدرها قبل الزراعة (Rhoades, 1974; Smedema and Rycroft, 1983; Rowell, 1988; Ayers and Westcot, 1989). يضاف لذلك أن $EC_e$ هي عامل مؤثر على نمو النبات و بالتالي على إنتاجه النسبي (relative yield, RY) و مكونات إنتاجه (yield components) (Bernstein, 1975; Mass and Hoffman, 1977; Rowell, 1988; El-Haddad and O'Leary, 1994; Keren, 2000).

## اهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير الاحتياجات الغسيلية لأهم المحاصيل الزراعية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية باستخدام نموذج ماس وهوفمان الرياضي (Mass and Hoffman, 1977) والذي يحدد العلاقة بين الإنتاج النسبي (RY) للنبات النامي مع قدرته على مقاومة الملوحة و مع ملوحة مستخلص التربة ($EC_e$). كما تشمل هذه الدراسة أيضاً مناقشة لأهمية الإدارة المائية في الواحة وعلاقتها ببرامج ترشيد استهلاك المياه والمحافظة على المحيط البيئي من التلوث.

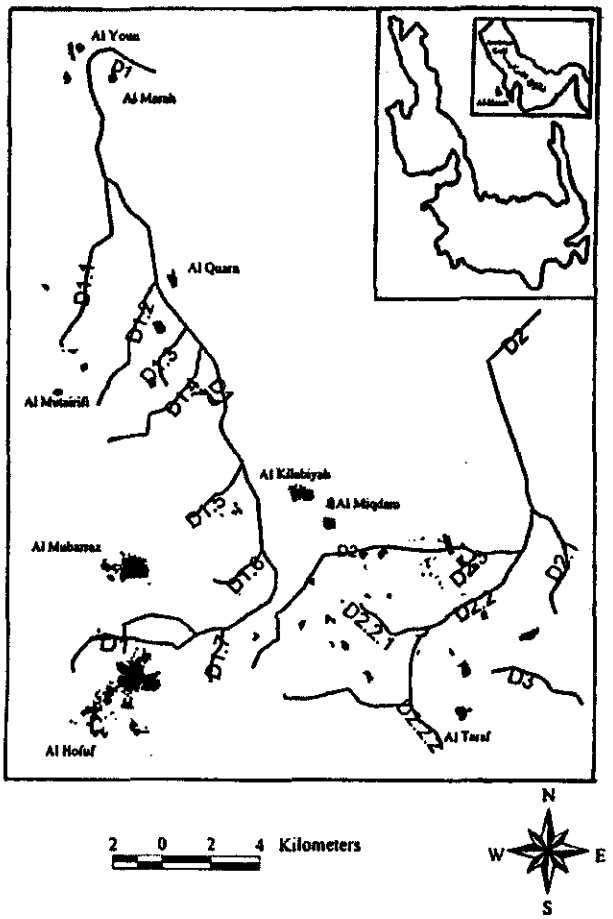
## الأدوات والطريقة:

### ١-وصف منطقة الدراسة:

تعتبر واحة الأحساء من أقدم واكبر الواحات الزراعية في المملكة العربية السعودية. تقع الواحة في المنطقة الشرقية على بعد ٤٠ كم تقريباً غرب الخليج العربي و حوالي ١٣٠ كم جنوب مدينة الدمام و بين دائرتي العرض ′21 °25 و ′٢٥ °37 شمالاً و خطي الطول ′33 °49 و ′46 °49 شرقاً على شكل الحرف اللاتيني "L" (شكل ١).

تتوزع في الواحة أكثر من ٢٤ X ١٠ $^{٣}$ وحدة زراعية تغطي ٨,٢٠ X ١٠ $^{٣}$ هكتار من مساحة الواحة الإجمالية التي تبلغ ١٦ X ١٠ $^{٣}$ هكتار، حيث تسود المزارع ذات المساحة الصغيرة التي تبلغ ٤ هكتار أو أقل و بنسبة تزيد عن ٩٦% من إجمالي المزارع و بما يعادل تقريباً ٦٣% من إجمالي مساحة الواحة (الطاهر، ١٩٩٩؛ الكويتي و آخرون ٢٠٠٢).

يتوقف النشاط الزراعي في الواحة أساساً على عملية الري التي يتم تأمين مياهها من عدة مصادر أهمها المياه الجوفية التي تغذي ما لا




**شكل ١. خارطة واحة الأحساء العامة وموقعها من الخليج العربي مع شبكة المصارف الرئيسية (D) .**

يقل عن ٦٧% من إجمالي مياه الري، فيما يتم تأمين باقي الاحتياجات المائية من مياه الصرف الصحي المعالجة و مياه الصرف الزراعي (الكويتي و آخرون ٢٠٠٢). تتصف هذه المياه الجوفية المستخدمة في ري المحاصيل المزروعة بالملوحة العالية (C3) إلى العالية جداً (C4) وذلك بناءً على أسس تصنيف إدارة الزراعة في الولايات المتحدة الأمريكية (القصيبي و المديني ٢٠٠٠ و Hussain, 1982; Etewy, et al., 1983; Al-Hawas 2002). أوضح القصيبي و المديني (٢٠٠٠) أن قيمة ملوحة ماء الري من المياه الجوفية في الواحة تتراوح بين ١,٤٨ و ٢,٧٥ ديسي سيمنز/ متر و بمتوسط عام يبلغ ٢,١٩ ديسي سيمنز/ متر (± ٠,٣٣ ديسي سيمنز/ متر).

و تتنوع الزراعة في واحة الأحساء و التي تضم أشجار الفاكهة و الحمضيات ، الخضار أو المحاصيل الحقلية و العلفية. جدول (١) يتضمن قائمة المحاصيل الزراعية الرئيسة في الواحة، تم جمعها من عدة مراجع و إدراجها بالصورة الموضحة في الجدول بناءً على خبرة الباحث. كما تضمن الجدول تصنيف المحاصيل حسب نوعها و أسمائها العلمية و العربية و الإنجليزية. كما يضم أيضاً صنف كل منها لمقاومة الملوحة (Class of salinity tolerance) (Mass and Hoffman, 1977; Mass, 1986).

وتتراوح قيم EC ترب منطقة الاحساء بين ١,٢ و ٩,٧ ديسي سيمنز/متر وقيم الـ pH بين ٦,٥ و ٨,٣ وتراوحت قيم SAR بين ٣ و ٢٩ في مستخلص عجينة التربة المشبعة في الطبقة السطحية من ترب تحت الزراعة وترب غير مزروعة ويغلب على القوام السائد عموما الرملي واللومي رملي وبالتالي يعتبر الماء المتاح قليل جدا حيث يتراوح بين ٤ – ٦ %. تختلف صفات المياه الجوفية طبقا للطبقة الحاملة للمياه وبعدها عن سطح التربة وتختلف صفات مياه الصرف الزراعي طبقا لبعدها وقربها من مصدر تلوث ومواعيد إضافة الأسمدة ونوعيتها والجدول ٢ يوضح بعض من صفات الكيميائية للمياه الجوفية ومياه الصرف الزراعي.

**٢-طريقة حساب الاحتياجات الغسيلية:**

تتم عملية غسيل أملاح التربة إلى خارج القطاع الجذري (إلى قناة الصرف مثلاً) بإضافة كمية ماء زائدة (جزء الغسيل leaching fraction, LF) عن الحاجة الفسيولوجية للنبات النامي (ET).

تسمى هذه الطريقة أيضاً بالاحتياجات الغسيلية ( leaching requirements, LR) و التي تحسب عادةً بالصيغة الرياضية الموضحة في المعادلة التالية ( Richards, 1954; Rhoades, 1974; Smedema and Racroft, 1983):

$$LF = EC_{iw} / EC_{dw} \qquad [1]$$

حيث أن $EC_{iw}$ و $EC_{dw}$ هي قيم ملوحة ماء الري وملوحة ماء الصرف، على التوالي.

أوضحت الدراسات السابقة أن قيم $EC_{dw}$ المنصرف من الحقل تمثل مستوى ملوحة مستخلص تربة الحقل نفسه ($EC_e$) ( Rhoades, 1974; Smedema and Racroft, 1983; Rowell, 1988; Ayers and Westcot; 1989)، مما يعني إمكانية إحلال قيمة $EC_e$ مكان قيمة $EC_{dw}$ في المعادلة رقم (١) لنفس الحقل الزراعي. بناءً على ذلك يمكن إعادة صياغة المعادلة رقم (١) على

جدول ١. قائمة المحاصيل الزراعية الرئيسية في واحة الأحساء وقدرتها على مقاومة الملوحة.

| نوع المحصول | اسم المحصول | | | صنف مقاومته الملوحة * |
|---|---|---|---|---|
| | العربي | الإنجليزي | العلمي | |
| فواكه (Fruit) | نخيل | Date Palm | *Phoenix dactylifera* | T |
| | عنب | Grape | *Vitis vinifera L.* | MS |
| أعلاف (Forage) | برسيم | Alfalfa | *Medicago sativa* | MS |
| | شعير أعلاف | Barley | *Hordeum vulgare* | MT |
| | ذرة أعلاف | Forage Corn | *Zea mays* | MS |
| حبوب (Grains) | قمح | Wheat | *Titicum aestivvum* | MT |
| | شعير حبوب | Barley | *Hordeum vulgare* | T |
| | أرز | Rice | *Oryza sativa* | MS |
| | ذرة حبوب | Corn | *Zea mays* | MS |
| خضار (Vegetable) | بصل | Onion | *Allium cepa* | S |
| | بطاطس | Potato | *Solanum tubersum* | MS |
| | جزر | Carrot | *Daucus carota* | S |
| | خس | Lettuce | *Lactuca sativa* | MS |
| | خيار | Cucumber | *Cucumis sativus* | MS |
| | بازلاء | Cowpeas/ peas | *Vigina unguiculata* | MS |
| | فاصولياء | Common bean | *Phaseolus vulgaris* | S |
| | فول | Broad bean | *Vicia faba* | MS |
| | فول الصويا | Soybean | *Glycine Max* | MT |
| | فلفل | Pepper | *Capsicum annum* | MS |
| | كرنب | Cabbage | *Brassica oleracea capitata* | MS |
| | طماطم | Tomato | *Lycopersicom esculentum mill.* | MT |

● تشير الرموز إلى صنف مقامة المحصول للملوحة وهي على النحو التالي: **S** حساس (Sensitive)، **MS** متوسط الحساسية (Moderately sensitive)، **MT** متوسط المقاومة (Moderately tolerant) و **T** مقاوم (Tolerant).

جدول ٢. بعض من الصفات الكيميائية للمياه الجوفية ومياه الصرف الزراعي في منطقة الدراسة

| الصفة | مياه جوفية | مياه صرف زراعي |
|---|---|---|
| EC ديسي سيمنز / م | ١,٤٨ – ٢,٧٥ | ٦,٨ |
| pH | ٦,٩ – ٧,٨ | ٦,٣ |
| SAR | ١,٧٩ – ٨,٩٦ | ١٤,٥ |

النحو الموضح في المعادلة التالية:

$$LF = EC_{iw} / EC_e \qquad [2]$$

يضاف إلى ذلك أن قيمة $EC_e$ هي عامل محدد لإنتاج المحصول كماً ونوعاً (Bernstein, 1975; El-Hadda and O'Leary, 1994; Keren, 2000). و لقد اقترح Mass and Hoffman (1977) أن الإنتاج النسبي (RY: Relatively yield) للنبات النامي هو دالة لقدرة هذا النبات على مقاومة الملوحة و أيضاً لملوحة مستخلص التربة ($EC_e$) التي ينمو عليها، حيث لخص الباحثان ذلك في النموذج الرياضي التالي:

$$RY = 100 - B\,(EC_e - A) \qquad [3]$$

حيث تمثل A و B مقدار القيمة الحرجة (Threshold) والميل (Slope) للعلاقة بين قيم RY و $EC_e$، على التوالي. وتعتمد هذه المعادلة علي رسم العلاقة بين المحصول وملوحة مستخلص التربة وعموما تتحمل المحاصيل الملوحة الي المستوي الحرج الذي بعده يقل المحصول تقريبا بشكل خطي كلما زاد مستوي التركيزات الملحية وبناء علي ذلك تم تحديد أربعة أقسام (حدود) لتحمل الملوحة. اختيرت حدود القسم الواحد لمعدلات تحمل الملوحة لمقربة عائلة أو مجموعة المحنيات الخطية التي تمثل أغلبية المحاصيل المسجلة والأقسام هي حساسة و متوسطة الحساسية ومتوسطة المقاومة ومقاومة مع وجود استثناءات قليلة فعند تخطي المنحنيات الخطية لتحمل الملوحة لكل محصول حدود القسم تؤخذ علي أساس الملوحة الأقل ويقدر المحصول علي أساس تحمله الملوحة في المستويات المنخفضة حيث عائد المحصول يكون مقبول تجاريا. وحدود كل قسم من أقسام المقاومة تختلف طبقا للمحصول النسبي.

ومن النموذج الرياضي (المعادلة رقم ٣ ) يمكن استنتاج قيمة $EC_e$ المناسبة لنمو المحصول و ذلك على النحو الموضح في المعادلة التالية:

$$EC_e = \{(100 - RY) / B\} + A \qquad [4]$$

لذا، باستخدام قيم A و B لكل محصول ( Mass and Hoffman, 1977) في المعادلة رقم (٤)، يمكن حساب قيم $EC_e$ المناسبة للمحاصيل الزراعية الرئيسية المستزرعة في واحة الأحساء (الجدول ١) و ذلك عند قيم الإنتاج النسبي (RY) (٥٠% و ٦٠%، ٧٠%، ٨٠%، ٩٠%، ١٠٠%RY). تمثل القيمة ١٠٠% أعلى قيمة RY يمكن الحصول عليها في منطقة الدراسة، فيما تمثل قيمة ٥٠% الحد الاقتصادي الأدنى RY لأياً من المحاصيل المستزرعة (Mass and Hoffman, 1977). بناءً على ذلك يمكن حساب قيم LF لكل محصول عند هذه النسب من الإنتاج النسبي باستخدام المعادلة رقم (٢) مع اعتبار أن قيمة $EC_{iw}$ تعادل ٢,١٩ ديسي سيمنز/ متر و التي تمثل قيمة متوسط ملوحة ماء السري في الواحة (القصيبي و المديني، ٢٠٠٠). و تم حساب LF لهذه المحاصيل عند هذه القيم من الإنتاج النسبي (RY) بغرض استنباط قيمها عند مستويات إنتاجية اقتصادية تحقق للمزارع كسباً مادياً مناسباً و تضمن تفاعله مع المقترحات التي يمكن استنتاجها لتطبيق الإدارة المائية الملائمة لظروف التربة و المياه في واحة الأحساء بالمملكة و يحافظ على المحيط البيئي.

## النتائج والمناقشة

يتضمن الجدول (٣) ملخص قيم ملوحة مستخلص التربة ($EC_e$) المستنبطة حسابياً من المعادلة رقم (٤) بناءً على قيم A و B (Mass and Hoffman, 1977) و ذلك عند قيم الإنتاج النسبي المئوية (RY) تحت الدراسة (50%, 60%, 70%, 80%, 90% و 100%RY) لكل محصول مزروع في واحة الأحساء. يتضح من الجدول التباين الكبير بين قيم $EC_e$ و التي تتراوح بين 1.00 ديسي سيمنز/ متر عند 100%RY لمحصولي الجزر و الفاصوليا (المصنفان حساس (S) و متوسط المقاومة للملوحة (MT)، على التوالي) و 18.00 ديسي سيمنز/ متر عند 50%RY لمحصول الشعير المستزرع لغرض إنتاج الحبوب (مقاوم للملوحة؛ T).

كما يلاحظ أيضاً من جدول رقم (٣) أن معظم قيم $EC_e$ تزيد عن ٤ ديسي سيمنز/ متر، مما يشير إلى دور مياه الري الجوفية في الواحة في تملح التربة و هو ما حذر منه باحثون (القصيبي و المديني ٢٠٠٠ و Etewy, et al., 1983; Al-Hawas 2002)، و يتفق مع ما أكد عليه آخرون من ضرورة تبني أساليب زراعية تضمن عدم تراكم الأملاح في القطاع الجذري أثناء النشاط الزراعي الذي يتوقف على الري بالمياه الجوفية (Allison, 1964; Rhoades, 1985; Ayers and Westcot, 1989; Keren, 2000).

تعتبر عملية غسيل الأملاح من القطاع الجذري من أهم الأساليب الزراعية التطبيقية الموصى بها للتحكم في ملوحة التربة بغرض منع تملحها (Richards, 1954; Rhoades, 1974, Keren, 2000). جدول (٤) يحتوي ملخص القيم المحسوبة (المعادلة رقم ٢) لجزء الماء المضاف لغسيل الأملاح (LF) من القطاع الجذري للمحاصيل الزراعية المستزرعة في واحة الأحساء حسب النسبة المئوية لإنتاجها النسبي (RY) التي تتراوح بين 50%RY و 100%RY. يتضح من الجدول التباين في قيم LF و التي ترتبط بعلاقة طردية مع قيم RY لكافة المحاصيل في الواحة. كما يتبين من الجدول أن كميات المياه المضافة لأغراض غسيل الأملاح (LF) عند قيم 100%RY للمحاصيل الحساسة (S) و غالب المحاصيل متوسطة الحساسية (MS) تعادل أو تزيد عن كميات المياه المضافة لسد احتياجات المحصول الفسيولوجية (ET) (أي أن $LF \leq ET$) و لتصل إلى قيم أكثر من الضعفين لمحصولي الجزر و الفاصوليا (LF = 2.19)، اللذان يصنفان محصولان حساسان (S). على العكس من ذلك، فإن المحاصيل المقاومة و متوسطة المقاومة للملوحة (T و MT، على التوالي) تتطلب قيم LF أقل من 0.55، يستثنى من ذلك فقط محصول الطماطم (MT) الذي تطلب قيمة LF تعادل 0.88.

توضح هذه النتائج لقيم LF (جدول ٤) أهمية استزراع المحاصيل المقاومة و متوسطة المقاومة للملوحة للحصول على نسب إنتاجية عالية (RY)، الأمر الذي أكده كثير من المهتمين بالدراسات المتعلقة باستخدام مياه الري عالية الملوحة (Richards, 1954; Allison, 1964; Rhoades, 1985; Ayers and Westcot, 1989; Keren, 2000; Tyagi, et. al, 2005). كما يمكن القول بأن قيم LF المتحصل عليها في هذه الدراسة (جدول ٤) تشير إلى إمكانية استزراع كافة المحاصيل المتعارف عليها في واحة الأحساء (جدول ١)، و لكن بقيم RY مختلفة. هذا يعني إمكانية تحقيق التنوع الزراعي الذي يؤمن الجدوى الاقتصادية لمزارعي الواحة و استدامة النشاط الزراعي فيها، و لكن يتحتم التأكيد على ضرورة عدم الوصول بإنتاج كافة هذه المحاصيل إلى القيم العليا أخذاً بالاعتبار الحاجة إلى المحافظة على مياه الري الجوفية و التي تعاني من التدهور المستمر (الدخيل و السفرجلاني، ٢٠٠٥).

. ما سبق يقودنا إلى ضرورة التأكيد على إتباع إدارة مائية حقلية جيدة تحقق الانتشار المتماثل لماء الري في قطاع التربة مع المراقبة الدورية لملوحة القطاع الجذري في ظل وجود نظام صرف عالي الفاعلية (Dinar, et. al 1985). و يمكن التأكيد أيضاً بأنه ليس من الضروري إضافة ماء الري بكميات كبيرة لتحقيق هذه الإدارة المائية الحقلية (Hoffman, et. al 1984; Abu-Awwad, 2001). أوضح(Beltran, 1999) أن الاستخدام المستدام للمياه المالح في الزراعة المروية يتطلب التحكم في ملوحة التربة حقلياً مع خفض

جدول ٣. قيم ملوحة مستخلص التربة ($EC_e$) المتوقعة حسب قيم الإنتاج النسبي (RY) للمحاصيل الرئيسية في واحة الأحساء، المملكة العربية السعودية.

| اسم المحصول | | قيمة | قيمة | قيم $EC_e$ عند مختلف قيم RY تحت الدراسة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العربي | الإنجليزي | *B | *A | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| نخيل | Date Palm | 3.6 | 4.0 | 17.89 | 15.11 | 12.33 | 9.56 | 6.78 | 4.00 |
| عنب | Grape | 9.6 | 1.5 | 6.71 | 5.67 | 4.63 | 3.58 | 2.54 | 1.50 |
| برسيم | Alfalfa | 7.3 | 2.0 | 8.85 | 7.48 | 6.11 | 4.74 | 3.37 | 2.00 |
| شعير أعلاف | Forage Barley | ٧,١ | 6.0 | 13.04 | 11.63 | 10.23 | 8.82 | 7.41 | 6.00 |
| ذرة اعلاف | Forage Corn | 7.4 | 1.5 | 8.26 | 6.91 | 5.55 | 4.20 | 2.85 | 1.50 |
| قمح | Wheat | 7.1 | 6.0 | 13.04 | 11.63 | 10.23 | 8.82 | 7.41 | 6.00 |
| شعير حبوب | Grain Barley | ٥,٠ | 8.0 | 18.00 | 16.00 | 14.00 | 12.00 | 10.00 | 8.00 |
| أرز | Rice | 12 | 3.0 | 7.17 | 6.33 | 5.50 | 4.67 | 3.83 | 3.00 |
| ذرة حبوب | Grain Corn | 12 | 1.7 | 5.87 | 5.03 | 4.20 | 3.37 | 2.53 | 1.70 |
| بصل | Onion | 16 | 1.2 | 4.33 | 3.70 | 3.08 | 2.45 | 1.83 | 1.20 |
| بطاطس | Potato | 12 | 1.7 | 5.87 | 5.03 | 4.20 | 3.37 | 2.53 | 1.70 |
| جزر | Carrot | 14 | 1.0 | 4.57 | 3.86 | 3.14 | 2.43 | 1.71 | 1.00 |
| خس | Lettuce | 13 | 1.3 | 5.15 | 4.38 | 3.61 | 2.84 | 2.07 | 1.30 |
| خيار | Cucumber | 13 | 2.5 | 6.35 | 5.58 | 4.81 | 4.04 | 3.27 | 2.50 |
| بازلاء | Peas | 14 | 1.3 | 4.87 | 4.16 | 3.44 | 2.73 | 2.01 | 1.30 |
| فاصوليا | Com. Bean | 19 | 1.0 | 3.63 | 3.11 | 2.58 | 2.05 | 1.53 | 1.00 |
| فول | Broad Bean | 9.6 | 1.6 | 6.81 | 5.77 | 4.73 | 3.68 | 2.64 | 1.60 |
| فول الصويا | Soybean | 20 | 5.0 | 7.50 | 7.00 | 6.50 | 6.00 | 5.50 | 5.00 |
| فلفل | Pepper | 14 | 1.5 | 5.07 | 4.36 | 3.64 | 2.93 | 2.21 | 1.50 |
| كرنب | Cabbage | 9.7 | 1.8 | 6.95 | 5.92 | 4.89 | 3.86 | 2.83 | 1.80 |
| طماطم | Tomato | 9.9 | 2.5 | 7.55 | 6.54 | 5.53 | 4.52 | 3.51 | 2.50 |

● قيمة كل من A و B مأخوذة من Mass and Hoffman (1977).

جدول ٤. قيم جزء الماء المضاف لغسيل الأملاح (LF) من القطاع الجذري حسب قيم الإنتاج النسبي (RY) للمحاصيل الرئيسية في واحة الأحساء.

| اسم المحصول | | قيم LF عند مختلف قيم RY تحت الدراسة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العربي | الإنجليزي | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| نخيل | Date Palm | 0.12 | 0.14 | 0.18 | 0.23 | 0.32 | 0.55 |
| عنب | Grape | 0.33 | 0.39 | 0.47 | 0.61 | 0.86 | 1.46 |
| برسيم | Alfalfa | 0.25 | 0.29 | 0.36 | 0.46 | 0.65 | 1.10 |
| شعير أعلاف | Forage Barley | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.25 | 0.30 | 0.37 |
| ذرة أعلاف | Forage Corn | 0.27 | 0.32 | 0.39 | 0.52 | 0.77 | 1.46 |
| قمح | Wheat | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.25 | 0.30 | 0.37 |
| شعير حبوب | Grain Barley | 0.12 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.22 | 0.27 |
| أرز | Rice | 0.31 | 0.35 | 0.40 | 0.47 | 0.57 | 0.73 |
| ذرة حبوب | Forage Corn | 0.37 | 0.44 | 0.52 | 0.65 | 0.86 | 1.26 |
| بصل | Onion | 0.51 | 0.59 | 0.71 | 0.89 | 1.20 | 1.83 |
| بطاطس | Potato | 0.37 | 0.44 | 0.52 | 0.65 | 0.86 | 1.29 |
| جزر | Carrot | 0.48 | 0.57 | 0.70 | 0.90 | 1.28 | 2.19 |
| خس | Lettuce | 0.43 | 0.50 | 0.61 | 0.77 | 1.06 | 1.68 |
| خيار | Cucumber | 0.35 | 0.39 | 0.46 | 0.54 | 0.67 | 0.88 |
| بازلاء | Peas | 0.45 | 0.53 | 0.64 | 0.80 | 1.09 | 1.68 |
| فاصوليا | Com. Bean | 0.60 | 0.71 | 0.85 | 1.07 | 1.43 | 2.19 |
| فول | Broad bean | 0.32 | 0.38 | 0.46 | 0.59 | 0.83 | 1.37 |
| فول الصويا | Soybean | 0.29 | 0.31 | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.44 |
| فلفل | Pepper | 0.43 | 0.50 | 0.60 | 0.75 | 0.99 | 1.46 |
| كرنب | Cabbage | 0.31 | 0.37 | 0.45 | 0.57 | 0.77 | 1.22 |
| طماطم | Tomato | 0.29 | 0.33 | 0.40 | 0.48 | 0.62 | 0.88 |

كميات ماء الصرف و التخلص منه بطريقة تضمن الحد من آثاره السلبية المؤدية إلى تلوث المصادر المائية في المصارف أو في نهاياتها المائية. كما دلت الدراسات ( Hoffman, et. al 1984; Xiuling, 1999) أن خفض كميات مياه الري يؤدي إلى خفض الأملاح المضافة للتربة بواسطة هذه المياه.

كما أن الجدولة الجيدة لاضافة مياه الري وطريقة إضافتها تعتبر من العوامل الهامة في الحد من التلوث البيئي بالعناصر المغسولة من قطاع التربة ( Almadini, 1997; Causape, et al., 2004; Hofman and van Cleemput, 2004). و قد لاحظ Causape, et al. (2004 ) أن إدارة الري و التسميد تعتبر أيضا عاملاً حرجاً في التحكم في كلا من الأملاح و العناصر الغذائية المفقودة بالغسيل (كالنيتروجين في صورة نترات، $NO_3$-N) من قطاع التربة. مما يشير إلى الدور الفاعل لممارسات الري و الصرف في التأثير على فقد $NO_3$-N بالغسيل.

أوضحت الدراسات التي أجريت في واحة الأحساء أنه توجد اختلافات مكانية في مستوى تركيز العناصر الغذائية (النترات ($NO_3^-$) و الفوسفات ($PO_4^{3-}$)) في المصارف الرئيسية بالواحة و أن مستوى تركيزها مرتفع نسبياً (30-70 ملجم $NO_3$ / لتر و 0.55-1.52 ملجم $PO_4$ / لتر) (Almadini, 2001). يؤكد هذا الأمر على ضرورة إتباع إدارة مائية و سمادية تعمل على خفض فقد هذه العناصر بالغسيل و بالتالي الحد من تلوث المحيط البيئي. لذا، يمكن الاستنتاج مما سبق أن إضافة كميات كبيرة من مياه الري سيؤدي إلى زيادة احتمالية غسيل العناصر الغذائية من قطاع التربة مما يعتبر هدراً اقتصادياً بالإضافة إلى أنه مصدراً لزيادة تلوث المحيط البيئي في الواحة.

## الاستنتاج و الخلاصة

مما سبق يتضح أهمية إتباع إدارة مائية تعنى بغسيل الأملاح دورياً من قطاع التربة في واحة الأحساء للحد من تملح التربة و الذي يعود غالباً إلى استخدام مياه الري ذات النوعية المالحة في الواحة. كما تبي أيضاً إمكانية استزراع كافة المحاصيل المتعارف عليها بين مزارعي الواحة اقتصادياً و لكن بقيم إنتاج نسبي مختلفة تتناسب قيم الاحتياجات الغسيلية لكل منها، الأمر الذي يبرز أهمية معرفة هذه الاحتياجات الغسيلية و التي تختلف من محصول لآخر.

يضاف إلى ذلك أهمية الأخذ في الاعتبار، كما تبين من مناقشة نتائج هذه الدراسة، عدم الحاجة لإضافة كميات كبيرة من مياه الري لتحقيق هذه الاحتياجات الغسيلية للمحاصيل للحصول على قيم إنتاج نسبي عالية و ذلك بهدف ترشيد استخدام مياه الري الجوفية و للحد من هدرها الذي سيؤدي أيضاً إلى الحد من تلوث المحيط البيئي في الواحة.

## المراجع


الدخيل، يوسف يعقوب و السفرجلاني، عبدالرحمن (٢٠٠٥). دراسة النمط التاريخي للتغيرات في جودة مياه ينابيع واحة الأحساء. مجلة الإنتاجية و التنمية (بحوث زراعية) ١٠ (٢): ٢١١-٢٢٥.

الطاهر، عبدالله أحمد سعد (١٩٩٩). الأحساء: دراسة جغرافية. مطابع الحسني الحديثة، الأحساء، المملكة العربية السعودية.

العمود، أحمد إبراهيم (٢٠٠٠). تطور الري في المملكة العربية السعودية خلال العقدين الماضيين. ورقة علمية مقدمة في مؤتمر: "تنمية الموارد المائية والزراعية في عهد خادم الحرمين الشريفين الملك فهد بن عبدالعزيز" تنظيم كلية العلوم الزراعية الأغذية، جامعة الملك فيصل، الأحساء، المملكة العربية السعودية.

القصيبي، عبدالله موسى و المديني، عبدالرحمن محمد (٢٠٠٠). تقسيم نوعية ماء الري في واحة الأحساء واستخداماته الزراعية. المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل: العلوم الأساسية والتطبيقية 1 (1): 87-102.

الكويتي، خ. ع. ؛ الظفر، م. س و سيد أحمد، س. م. (٢٠٠٢). دور مشروع الري والصرف بالأحساء في المحافظة على واحة الأحساء خلال حكم خادم الحرمين الشريفين. ورقة علمية مقدمة في مؤتمر: "تنمية الموارد المائية والزراعية في عهد خادم الحرمين الشريفين الملك فهد بن عبدالعزيز" تنظيم كلية العلوم الزراعية الأغذية، جامعة الملك فيصل، الأحساء، المملكة العربية السعودية.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة تقويم مناهج إدارة واستخدام الموارد المائية في الزراعة العربية — نوفمبر (تشرين ثاني) ٢٠٠١.

Abo-Rady, M. D. K. (1987). Morphology and composition of some soils under date palm cultivation in Al-Hassa oasis, Saudi Arabia. Arab Gulf J. Scientific Research Agric. Biol. Sci. B5 (3): 379-389.

Abu-Awwad, A. M. (2001). Influence of different water quantities and qualities on lemon trees and soil salt distribution at the Jordan Valley. Agricultural Water Management 52, 53-71.

Al-Barrak, S. and M. Al-Badawi (1988). Properties of some salt affected soils in Al-Ahsa, Saudi Arabia. Arid Soil Research and Rehabilitation 2: 85-95.

Al-Barrak, S. (1986). Properties and classification of some oasis soils of Al-Ahsa, Saudi Arabia. Arab Gulf Journal of Scientific Research 4, 349-359.

Al-Barrak, S. A. (1990). Characteristics of some soils under date palm in Al-Hassa Eastern oasis, Saudi Arabia. J. King Saud Univ., Agric. Sci. 2 (1): 115-130.

Al-Hawas, I. A. (2002). Irrigation water quality evaluation of Al-Hassa springs and its predictive effects on soil properties. Pakistan Journal of Biological Sciences 5 (6): 651-655.

Al-Ibrahim, A. A. (1990). Water use in Saudi Arabia: problems and policy implications. Journal of Water Resources Planning and Management 116, 375-388.

Al-Ibrahim, A. A. (1991). Excessive use of groundwater resources in Saudi Arabia: Impacts and policy options. AMBIO 20, 34-37.

Allison, L. E. (1964). Salinity in realation to irrigation. Advances in Agronomy 16, 139-180.

Almadini, A. M. (1997). Nitrogen Mineralization and Leaching Losses from Farm-yard Manure under Simulated Centre Pivot Irrigation. Ph. D. Thesis, Cranfield University, UK.

Almadini, A. M. (2001). Spatial Variability of Nitrate and Phosphate Concentrations in Waters from Main Drainage Canals at Al-Hassa Oasis, KSA. Damascus University Journal for Agricl. Scies. 17 (2): 98-109.

Ayers, R. S. and D. W. Westcot (1989). Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29 (rev. 1), FAO, Rome.

Bashour, I. I., A. S. Al-Mashhady, J. D. Prasad, T. Miller, and M. Mazroa (1983). Morphology and composition of soils under cultivation in Saudi Arabia. Geoderma 29, 327-340.

Beltran, J. M. (1999). Irrigation with saline water: Benefits and environmental impact. Agricultural Water Management 40: 183-194.

Bernstein, L. (1975). Crop growth and salinity. In: Drainage for Agriculture (Edited, J. van Schilfgaarde), Monograph no. 17, ASA, Madison, WI, USA. Pp. 39-44.

Causape, J., D. Quliez and R. Aragues (2004). Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level: II. Salt and nitrate loades in irrigation return flows. Agricultural Water Management 70: 211-228.

Dinar, A., J. Letey, and K. C. Knapp (1985). Economic evaluation of salinity, drainage and non-uniformity of infiltrated irriation water. Agricultural Water Management 10, 221-223.

Duheash, O., I. A. M. Lucas, A. G. Chamberlain, R. J. Williams and J. Farnworth (1977). Analyses of some Saudi soils and associated crops. Joint Agricl. Research and Development Proj., Univ. Col. of North Walse, Bangor, U.K. and Min. of Agric. and Water, Saudi Arabia. Pub. No. 88.

El-Prince, A. M. (1982). The search for suitable land for cultivation in the Eastern Province. Final Report Submitted to Saudi Arabian National Center for Science and Technology, Riyadh, KSA. Project No. Ar-1-018.

El-Haddad H. El-S. and J. W. O'Leary (1994). Effect of salinity and K/Na ratio of irrigation water on growth and solute content of Atriplex amnicola and Sorghum bicolor. Irrigation Science 14: 127-133.

Etewy, H., M. Assed, S. Al-Barrak and A. M. Turjoman (1983). Water quality and soil characteristics as related to irrigation and drainage in Al-Hassa area. A paper presented in "The Sixth Conference on the Biological Aspects of Saudi Arabia" Held in College of Science, King Abdulaziz University, Jeddah, KSA, March 1-3, 1983. pp. 489-811.

Hoffman, G. L., J. D. Oster, E. V. Maas, J. D. Rhoades, and J. van Schilfgaarde (1984). Minimizing salt in drain water by irrigation management: Leaching studies with alfalfa. Agricultural Water Management 9, 89-104.

Hofman, G. and O. Van Cleemput, (2004). Soil and Plant Nitrogen. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.

Hussain, Z. (1982). Problems of irrigated agriculture in Al-Hassa, Saudi Arabia. Agricultural Water Management 5: 359-374.

Jenkins, D. A. (1976). Observation on the soils of the agricultural research centre, Hofuf, Saudi Arabia. Joint Agricl. Research and Development Proj., Univ. Col. of North Walse, Bangor, U.K. and Min. of Agric. and Water, Saudi Arabia. Pub. No. 66.

Keren, R. (2000). Salinity. In: Handbook of Soil Science (Edited, M. E. Sumner), CRC Press Boca Raton, Florida, USA. pp. G3-g25.

Mass, E. V. and G. J. Hoffman (1977). Crop salt tolerance: Current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE 103: 115-134.

Mass, E. V. (1986). Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research 1 (1): 12-26.

Ministry of Agriculture and Water (MAW) (1984). Water Atlas of Saudi Arabia. Prepared by: Ministry of Agriculture and Water in Cooperation with the Saudi Arabian-United States Joint Commission on Economic Cooperation, Riyadh.

MAW (1985). General Soil Map of the Kingdom of Saudi Arabia. Land Management Department of Ministry of Agriculture and Water in Cooperation with the Saudi Arabian-United States Joint Commission on Economic Cooperation, Riyadh.

MAW (1995). The Land Resources. Land Management Department, Ministry of Agriculture and Water, Riyadh, KSA.

Rhoades, J. D. (1974). Drainage for salinity control. In: Drainage for Agriculture (Edited, J. van Schilfgaarde), Monograph no. 17, ASA, Madison, WI, USA. Pp. 433-461.

Rhoades, J. D. (1985). Salt problems from increased irrigation efficiency. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 11: 218-229.

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

Rowell, D. L. (1988). Management of irrigated saline and sodic soils. In: Russell's Soil Conditions and Plant Growth (11th Edition). (Edited, A. Wild). Longman Scientific and Technical, Essex, England. pp. 927-951.

Smedema, L. K. and D. W. Rycroft, (1983). Land Drainage: Planning and Design of Agricultural Drainage Systems. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

Tyagi, N. K., A. Agrawal, R. Sakthivadivel and S. K. Ambast (2005). Water management decisions on small farms under scarce canal water supply: A case study from NW India. Agricultural Water Management, (In Press) available on line: www.sciencedirect.com

Xiuling, F. S. C. (1999). Rationally utilizing water resources to control soil salinity in irrigation districts. In: Sustaining the Global Farm: The 10th International Soil Conservation Organization Meeting (Eds.: D. E. Stott, R. H. Mohtar and G. C. Steinhardt), Held at Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, pp. 1134-1138.

## SUMMARY

# Estimating Leaching Requirements for Main Crops in Al-Hassa Oasis and Its Role in Water and Environmental Conservation

Abdulrahman Mohammad Almadini

Al-Hassa oasis is a major agricultural area, is the oldest and the largest oasis in the Kingdom of Saudi Arabia. In the oasis, agricultural activities greatly depend upon irrigation with 67% of the total irrigation water provided from the deep groundwater. The quality of this water varies between highly salinity (C3), where EC varied between 0.75 and 2.25 dS $m^{-1}$, and very highly salinity (C4), where EC varied between 2.25 and 5 dS $m^{-1}$, based on the classification of the US Department of Agriculture. Such water quality requires a salt leaching process during irrigation to sustain the productivity. The aim of this paper is to estimate the leaching requirements for the major crops grown in the Al-Hassa oasis using the Mass and Hoffman's mathematical model (1977), which relates the relative yield of growing plants to their salinity resistance and the salinity value of soil extract. Results showed that there are noticeable differences in the estimated values of the leaching requirements for the common crops grown in the oasis. These differences correlated well with the salinity tolerance of the crops and their relative yields (RY). The values varied between 0.12 and 0.60 at 50% RY and between 0.29 and 2.19 at 100% RY. This suggests that water conservation ought to be considered when deciding the leaching requirements to control soil salinity. It is obvious addition that, adopting the high values of leaching fractions will enhance the losses of nutrients, causing an environmental pollution.