نمذجة تأثير مناوبة نوعية مياه الري بمتطلبات غسل مختلفة على تجمع الأملاح والإنتاجية لمحصول الذرة البيضاء

عمر مقداد عبد الغني محمود
مدرس مساعد

المستخلص

تم بناء أنموذج حاسوبي بلغة(MATLAB) لدراسة تأثير كل من مستويات ملوحة ماء الري 20,15,12dS/m بأسلوب الري المتبع على تجمع الأملاح في التربة و الإنتاجية: الري المستمر بالمياه المالحة و الري المتناوب بطرائق وأساليب مختلفة من الإرواء (رية نقية : ريتان مالحة) و(رية نقية : رية مالحة) و(ريتان نقية : رية مالحة) والرية النقية تمثل ملوحة ماء نهر دجلة 0.47dS/m ، ولكل أسلوب استخدم فيه متطلبات غسل (0, 0.05، 0.1، 0.15، 0.2، 0.25، 0.3)، يعتمد عمل الأنموذج الحاسوبي على مبدأ الموازنة المائية والملحية. وقد تم تطبيق الأنموذج الحاسوبي على محصول الذرة البيضاء وهو محصول صيفي ويعتبر من المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة. بينت النتائج ان التراكم الملحي يتباين باختلاف أسلوب الري المستخدم، وان كمية الأملاح المتراكمة في التربة تزداد باستخدام الري المستمر، في حين استخدام الري المتناوب يؤدي إلى خفض تراكم الأملاح وبالتالي يؤدي هذا إلى زيادة الإنتاج وان كمية النقصان في تراكم الأملاح تعتمد على أسلوب الري المتناوب ومتطلبات الغسل المستخدم ، كما تم صياغة معادلات رياضياتية لإيجاد الزيادة أو النقصان للإنتاج الحقيقي والتبخر- نتح النسبي نتيجة تأثير كمية المياه المالحة والنقية المضافة تحت ظروف ومحددات منطقة الدراسة.

مفتاح الكلمات: غسل، ملوحة، ري مستمر، ري متناوب، إنتاجية

Modeling Effect of Irrigation Water quality Frequency with difference Leaching requirement on the salts accumulation and yield for sorghum

Omar Mkdad Abdul Guny Mahmood
Ass. lecturer

A Computer model is made in (MATLAB) language to study the effect of irrigation water salinity levels 20,15,12 dS/m irrigation applied by continuous irrigation with saline water and alternant irrigation by different methods (pure irrigation : saline two irrigation),(pure irrigation : saline irrigation) and (pure two irrigation : saline irrigation). Pure irrigation represents Tigris River salt water 0.47dS / m. Each method used the Leaching requirements (0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, and 0.3), The model depends on the principle of balancing water and salt. The computer model has been applied to the sorghum crop; a summer crop which endures medium salinity. The results show that the accumulation of salt varies according to the differences in irrigation style. The amount of salts accumulated in the soil increased by using the continuous irrigation, while the use of alternant irrigation led to reduced accumulation of salts and thus led to increased production. The amount of decrease in the accumulation of salts depends on the method of alternant irrigation and leaching requirements used. Mathematical equations have been formulation to find out the increase or decrease in the real Yield and relative evaporation transpiration as a result of the influence of the amount of salt water and pure water additives under the conditions and limitations of the study area

Keywords: Leaching, salinity**,** continuous irrigation**,** alternant irrigation**,** Yield

أستلم: 14 - 2 – 2011 **قبل: 23 – 10- 2011**

المقدمة

ان مشكلة نوعية المياه هي مشكلة رئيسية والعراق يعاني في كثير من مناطقه من كثرة المياه المالحة ونقص المياه العذبة لذلك لابد من إجراء دراسات عديدة حول عملية استخدام المياه المالحة في الإرواء واحد تلك الطرائق المستخدمة هي طريقة الري المتناوب بمياه مالحة، تلك الطريقة تعمل على تقليل تملح التربة وبالتالي تزيد من إنتاجية المحصول.

أكد [7] على كيفية إدارة المياه المالحة وذلك الري ثلاث مرات بمياه مالحة ثم تليها رية واحدة بمياه عذبة. استنتج [10] انه للأمطار أهمية كبيرة في خفض ملوحة التربة عند استخدام مياه الابار المالحة في الري التكميلي .

استخدم [2] نظام الري الثنائي المقترح حيث أضيفت الاحتياجات المائية بدفعتين الأولى استخدمت فيها مياه بزل مالحة 6dS/m، لإتمام طور التقدم للدفعة الأولى، أما الدفعة الثانية اللازمة لإتمام الاحتياجات المائية الإروائية فجهزت من مياه ري عذبة 0.9dS/m، بينت النتائج انه هنالك تفوق لمعامل نظام الري الثنائي في التأثير على تركيز الأيونات الذائبة للعمق 30-60 سم للمسافة 10م فقط والعمق الثالث لجميع المسافات على طول المرز.

أجرى [9] تجارب حقلية في ترب مالحة لحساب تأثير الري بمستويات مختلة من إضافة المياه بالنسبة للاستهلاك المائي للمحصول ، بينت النتائج انه عند إضافة كمية المياه بنسبة 100% من الاستهلاك المائي للمحصول فان كفاءة استخدام مياه الري تكون اقل منه عند إضافة كمية المياه بنسبة 50% من الاستهلاك المائي للمحصول. ووجد ان جدولة الإرواء جيدة لمحصول الشعير عند إضافة مياه مالحة بنسبة 100% و80% من الاستهلاك المائي للمحصول تحت ظروف منطقة البحر الأبيض المتوسط القاحلة.

بين [3] في تجاربه الحقلية إن أسلوب الري بالتناوب يمكن أن يوفر فرصة نجاح اكبر لاستخدامات المياه المالحة في الزراعة وبأضرار اقل، حيث إن هذا الأسلوب سبب تراكم ملحي غير معنوي للأملاح في التربة مع تدهور بسيط ومحدود في الخصائص الفيزيائية لتربة الاهوار، فضلاً عن حدوث اختزال محدود في نمو المحصول والاستهلاك المائي ، ولكنهُ أدى من جهة أخرى إلى توفير كمية من المياه العذبة.

الهدف من الدراسة هو عمل برنامج حاسوبي لتوظيفه في معالجة قلة المياه العذبة وسوء استخدامها وذلك من خلال استخدام أسلوب الري المتناوب لمتطلبات غسل مختلفة ومعرفة مدى تأثير هذا الأسلوب على تراكم الأملاح والإنتاجية و كفاءة استخدام مياه الري.

اختلفت هذه الدراسة عن الدراسات السابقة حيث ان كافة الدراسات السابقة استخدمت تجارب حقلية في أسلوب الري المتناوب والمستمر ولكميات ثابتة في الإرواء و لأسلوب واحد للري المتناوب بينما الدراسات الحالية فقد تم بناء أنموذج حاسوبي يعتمد على قوانين منظمة الغذاء والزراعة لمناقشة تأثير تغير أسلوب الري على تراكم الأملاح والإنتاجية ولمتطلبات غسل مختلفة وكذلك تبيان تأثير تغير أسلوب الري على كفاءة استخدام مياه الري ومن ثم التوصل إلى معادلات رياضياتية تربط الإنتاج الحقيقي مع كمية المياه المضافة المالحة والنقية.

طريقة البحث

تتضمن طريقة البحث حساب التبخر- نتح الحقيقي من خلال أجراء عملية التصحيح لقيمة معامل المحصول المنفرد حسب الظروف المناخية لمنطقة الموصل وحساب معامل الجهد نتيجة تراكم الأملاح في التربة ومقدار الزيادة والنقصان في الإنتاجية نتيجة الأسلوب المستخدم في الإرواء .

تبخر- نتح الحقيقي للمحصول ET_{Cadj}:

يتم حساب التبخر – نتح الحقيقي من حاصل ضرب التبخر-نتح للمحصول ET_c في معامل الجهد ويعادل التبخر-نتح الحقيقي للمحصول التبخر-نتح للمحصول عندما لا يوجد تأثير لتلك الجهود ويمكن حساب التبخر- نتح الحقيقي للمحصول من خلال المعادلة (1) لـ [4].

$$ET_{c\ adj} = ET_c \times Ks \quad \text{----------} \quad (1)$$

حيث إن :

$ET_{c\ adj}$: التبخر- نتح الحقيقي للمحصول.(ملم/يوم).

ET_c : التبخر – نتح للمحصول (ملم / يوم).

Ks : معامل الجهد.

ويمكن التعبير عن تأثير الجهد على الاستهلاك المائي للمحصول ET_c من خلال المعادلة (2). حيث ان الحد الأول يكون واحد عندما لا يوجد تأثير للملوحة على المحصول ويقل عن الواحد بزيادة الملوحة عن الحد المسموح بينما الحد الثاني متعلق بجهد المياه فيكون قيمته واحد عندما لا يوجد تأثير لجهد ماء التربة.

$$K_S = \left(1 - \frac{b}{K_Y\ 100}(ECe - ECe\ th)\right) \left(\frac{(TAW - Dr)}{(1-P)TAW}\right) \quad \text{---------- (2)}$$

حيث ان:
Dr : الاستنزاف الرطوبي.
TAW : الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية (ملم)
P : نسبة الاستنزاف الحرج بقيمة 0.55
K_Y: معامل استجابة الإنتاج للماء بقيمة 1.
ECe: معدل التوصيل الكهربائي لمستخلص الإشباع للمنطقة الجذرية.[ds/m].
ECe_{th}: معدل التوصيل الكهربائي لمستخلص الإشباع عند العتبة لـ ECe،عندما تنخفض إنتاجية المحصول عن Y_m.[ds/m].
b: نسبة النقص في الإنتاجية على وحدة الزيادة في ECe (% / dS/m).
قيمة Ky و ECe_{th} و b و Ym لمحصول الذرة البيضاء 1 و 6.8dS/m و16dS/m على التوالي لـ[4]
من خلال المعادلة (3) نحسب التبخر- نتح للمحصول والناتج من حاصل ضرب معامل المحصول في التبخر – نتح المرجعي [4].

$$ET_C = ET_O\ K_C \quad \text{---------- (3)}$$

حيث ان:
ET_o : التبخر نتح المرجعي (ملم/يوم).
K_c: معامل المحصول.
الجدول (1) يبين مراحل تطور معامل المحصول الوحيد حسب مراحل النمو ($K_{c\ initial}$,$K_{c\ mid}$, $K_{c\ late}$) ومعدل أقصى ارتفاع للمحصول عند الظروف المناخية القياسية (U=2m/s , $RHmin$=45%) .

الجدول (1): معامل المحصول للظروف القياسية ومعدل ارتفاع النبات (h) [4] .

المحصول	معامل المحصول الأولي($K_{c\ initial}$)	معامل المحصول الوسطي($K_{c\ mid}$)	معامل المحصول النهائي($K_{c\ late}$)	h(متر)
الذرة البيضاء	0.4	1.05	0.55	1.5

يتم تصحيح ($K_{c\ mid}$, $K_{c\ late}$) بالاعتماد على البيانات المناخية حيث تم إجراء عملية التصحيح حسب الظروف المناخية لمنطقة الموصل باستخدام معادلة (4) لـ[4].

$$K_{c(mid,late)} = K_{c(table)} + [0.04\times(U_2 - 2) - 0.004(RH_{\min} - 45)]\times\left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad \text{---- (4)}$$

حيث إن:
$K_{c(mid,late)}$: قيمة معامل المحصول عند فترة منتصف الموسم أو نهاية الموسم الزراعي المصححة.
$K_{c(Table)}$: قيمة معامل المحصول عند فترة منتصف الموسم أو نهاية الموسم الزراعي من جدول(1).
U_2: معدل سرعة الرياح خلال مرحلة منتصف الموسم أو نهاية الموسم الزراعي عند ارتفاع 2 متر (m/s)
RH_{min}: معدل الرطوبة النسبية الصغرى خلال مرحلة منتصف الموسم أو نهاية الموسم الزراعي(%).
h: معدل ارتفاع النبات (م) من [4].

أما عملية حساب معامل المحصول للمرحلة الابتدائية فتؤخذ من منحنيات خاصة تعتمد على معدل التبخر- نتح المرجعي خلال تلك المرحلة وفاصلة الإرواء المعتمدة ، فضلاً عن نوع التربة والظروف المناخية [4].

الجدول (2): قيم معامل المحصول المصححة لمراحل النمو.

المحصول	معامل المحصول الأولي ($K_{c\ initial}$)	معامل المحصول الوسطي ($K_{c\ mid}$)	معامل المحصول النهائي ($K_{c\ late}$)
الذرة البيضاء	0.7	1.12	0.57

تم استخدام طريقة معادلة بينمان مونتيث (5) لـ[4] لحساب التبخر - نتح الكامن حيث تعد هذه الطريقة دقيقة أكثر من غيرها من الطرائق ويمكن تطبيقها على البيانات المناخية الكاملة أو الناقصة .

$$ET_{\circ} = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad \text{---------- (5)}$$

حيث إنّ:

$ET_{\circ}$: التبخر نتح الكامن (ملم/يوم).

T : معدل درجة الحرارة اليومية ($^{\circ}$م).

R_n : صافي الإشعاع الشمسي عند سطح النبات (ميكاجول/م ^{2} يوم).

G : كثافة تدفق حرارة التربة (ميكاجول/م ^{2} يوم).

es : ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال).

ea : ضغط البخار الفعلي (كيلو باسكال).

$es - ea$: النقص في ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال).

Δ : ميل منحني ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال/ $^{\circ}$م).

γ : ثابت القياس الرطوبي (كيلو باسكال/ $^{\circ}$م).

حساب الملوحة:

تم الاعتماد على معادلة (6) لـ [5] لحساب الملوحة في التربة والتي تعتمد في الأساس على الموازنة الملحية. والذي يمكن من خلالها حساب الملوحة لمستويات مختلفة من مياه الري المضافة.

$$ECs_{(i)} = [ECi \times a] + [ECs_{(i-1)} \times (1-a)] \quad \text{---------- (6)}$$

$ECs_{(i)}$: معدل التوصيل الكهربائي للتربة عند الإرواء [dS/m].

ECi : التوصيل الكهربائي لماء الري المضاف [dS/m].

$ECs_{(i-1)}$: معدل التوصيل الكهربائي للتربة قبل الإرواء[dS/m].

a : نسبة الماء المستخدم من الري إلى العمق الكلي(ماء الري+ ماء التربة) (ملم/ملم)

النقص بالإنتاج

يتم حساب نسبة النقص بالإنتاج باستخدام المعادلة المقدمة من قبل منظمة الغذاء والزراعة الدولية [6] المعادلة (7) ، والتي تعتمد على ET_c و ET_{cadj} الموسمي ومعامل استجابة الإنتاج للماء.

$$\left(\frac{Y_m - Y_a}{Y_m}\right) = K_Y \left(\frac{ET_C - ET_{cadj}}{ET_C}\right) \quad \text{---------- (7)}$$

حيث إن:

Y_a : إنتاجية المحصول الفعلية (كغم).

Y_m: أقصى إنتاجية للمحصول (كغم).

K_Y : معامل استجابة الإنتاج للماء.

تغير عمق المنطقة الجذرية خلال نمو المحصول

بينت منظمة الغذاء والزراعة الدولية [4] يكون العمق ثابت للمنطقة الجذرية خلال المرحلة الابتدائية من النمو (Zr_{Min}) ، ثم يزداد خطياً خلال مرحلة التطور من النمو إلى أن يصل إلى أقصى قيمة له (Zr_{Max}) خلال المرحلة الوسطية من النمو.

$$Zr = Zr_{Min} + (Zr_{Min} - Zr_{Max}) \frac{J - J_{start}}{J_{Max} - J_{start}} \quad \text{---------- (8)}$$

حيث إن:
Zr_{Min} : عمق المنطقة الجذرية خلال المرحلة الابتدائية(ملم) 200 ملم
Zr_{Max} : أقصى عمق للجذور(ملم) 1000ملم.
J : اليوم الحالي بعد الزِراعَة.
J_{Start} : عدد الأيام الى مرحلة بدء تطور المحصول 20 يوم.
J_{Max} : عدد الأيام إلى فترة الإنضاج 55 يوم.

عمق ماء الري المضاف

لحساب عمق ماء الري لكل رية تم الاعتماد على المعادلة (9) والتي تعتمد على قيم متطلبات الغسل المفروضة و الاستنزاف الرطوبي [1]

$$Di = \frac{D_r}{1 - LR} \quad \text{---------- (9)}$$

LR : متطلبات الغسل.

كفاءة استخدام مياه الري

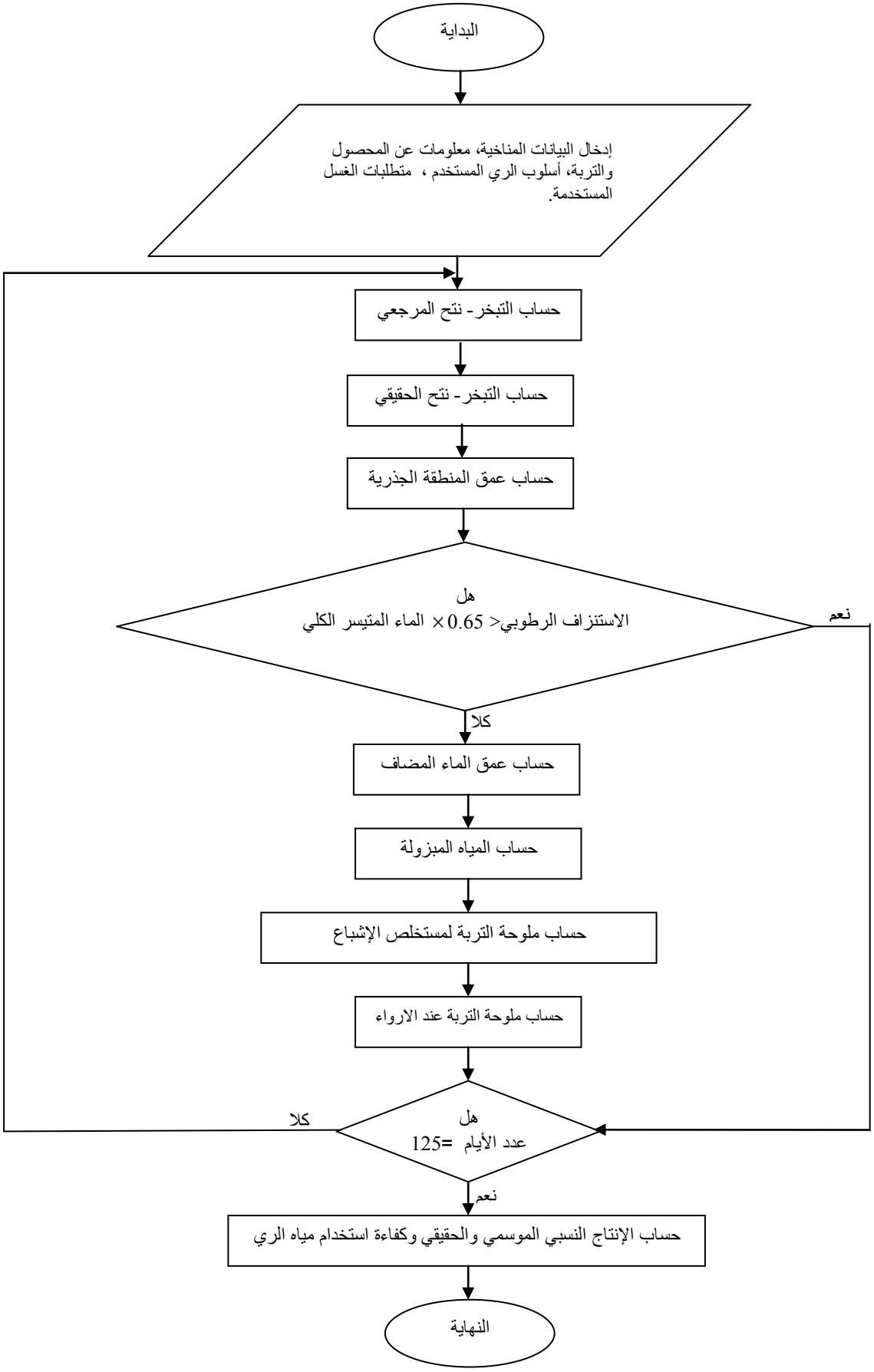
توجد عدة معايير للتعبير عن كفاءة استخدام المياه داخل الحقل ، ولكن سوف يتم الاعتماد على المعادلة (10) للتعبير عن كفاءة استخدام المياه والتي تمثل النسبة بين الإنتاج الحقيقي إلى إجمالي عمق ماء الري المضاف.[8]

$$WUE = \frac{Ya}{Ii} \quad \textbf{(10)} \text{ ----------}$$

WUE: كفاءة استخدام المياه (كغم/هكتار/ملم)
Ii : إجمالي عمق ماء الري المضاف (ملم)

جدولة الإرواء :

تعتمد جدولة الإرواء على توفر البيانات عن المناخ و المحصول والتربة. حيث تم اعتماد البيانات المناخية لمدينة الموصل و تحليل نسجة التربة لمنطقة قرب الرشيدية وكانت متوسطة النسجة، المحتوى الرطوبي لها عند نقطة الذبول والسعة الحقلية والتشبع (15%) و (30%) و (49%) على التوالي، ومعدل ملوحة التربة المشبعة الأولية لها 2dS/m وتم فرض على أساس ان التربة عند السعة الحقلية في بداية الموسم. إن جدولة الري تعني اختيار التوقيت المناسب للإرواء، وعمق ماء الري المطلوب إضافته إلى المحصول لتعويض النقص الحاصل في الماء والناتج عن الاستهلاك المائي للنبات . حيث تم استخدام متطلبات غسل مختلفة (0.2،0.25،0.3،0،0.05،0.1،0.15) لكل موسم نمو، اي ان كمية المياه المضافة قد تجاوزت السعة الحقلية وذلك لملاحظة مقدار تغير الأملاح في مقد التربة ومدى تأثير ذلك على الإنتاجية، أما موعد الرية يحين عندما يصل الاستنزاف الرطوبي إلى حد معين من الماء المتيسر الكلي والذي يبلغ 65% من الماء المتيسر الكلي أي ان تأثير جهد الماء قد يكون معدوم أو قليل جدا والمؤثر على الإنتاجية هو معامل ملوحة ماء الري فقط، وذلك لتباين تأثير أسلوب الري المتبع ومتطلبات الغسل على ملوحة التربة والإنتاجية, تم استخدام أساليب مختلفة في الإرواء ري مستمر بمياه مالحة وري متناوب من مياه نقية (نهر دجلة) ومياه مالحة، حيث ان أسلوب الري المتناوب المستخدم (رية نقية : ريتان مالحة) (رية نقية : رية مالحة) (ريتان نقية : رية مالحة)، ولكل أسلوب من هذه الأساليب تم استخدام متطلبات غسل مختلفة. والشكل (1) يبين المخطط الانسيابي العام للأنموذج الحاسوبي.



الشكل(1): المخطط الانسيابي للأنموذج الحاسوبي

المناقشة

تأثير أسلوب الري على تراكم الأملاح في التربة:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من الأنموذج الحاسوبي جدول (3) نلاحظ بأنه عند استخدام الري المتناوب فان معدل تراكم الأملاح في التربة نهاية الموسم سوف يقل مقارنة مع الري المستمر بمياه مالحة، وان كمية الأملاح في التربة تقل بزيادة عدد الريات النقية حيث عند استخدام أسلوب (ريتان نقية : رية مالحة) يكون تراكم الأملاح نهاية الموسم اقل من (رية نقية : رية مالحة) وعند استخدام أسلوب (رية نقية : رية مالحة) يكون تراكم الأملاح اقل من (رية نقية : ريتان مالحة).

نلاحظ من خلال الشكل (2) انه عند استخدام الري المستمر بمياه مالحة من دون غسل لـ 12)dS/m) و 15)dS/m) و20)dS/m) يؤدي إلى زيادة تراكم الأملاح بشكل كبير وذلك لان الملوحة الأولية للتربة 2dS/m اقل من معدل التوصيل الكهربائي لماء الري المضاف، وعند استخدام الري المتناوب يقل تراكم الأملاح في التربة نهاية الموسم مقارنة مع الري المستمر بمياه مالحة، ويقل تراكم الأملاح في التربة بزيادة متطلبات الغسل بالنسبة للري المتناوب لكافة معدلات التوصيل الكهربائية لماء الري المالحة 12)dS/m) و 15)dS/m) و20)dS/m) . كما ان مقدار قلة تراكم الأملاح يختلف باختلاف أسلوب الري المتناوب المستخدم حيث انه كلما ازدادت عدد الريات النقية فان تراكم الأملاح في التربة سوف يقل.

بينت النتائج ان مقدار انخفاض النسبة المئوية لتراكم الأملاح عند استخدام أسلوب الري المتناوب بزيادة متطلبات الغسل خلال موسم نمو كامل مقارنة مع الري المستمر بمياه مالحة تتراوح من (16% إلى 26%) ومن (27% إلى 38%) ومن (13% إلى 16%) لأسلوب إرواء مستخدم (رية نقية : ريتان مالحة)، و من (26% إلى 37%) ومن (41% إلى 52%) ومن (31% إلى 44%) لأسلوب إرواء مستخدم (رية نقية : رية مالحة)، و من (55% إلى 69%) ومن (51% إلى 66%) ومن (45% إلى 61%) لأسلوب إرواء مستخدم (ريتان نقية : رية مالحة) لمعدلات التوصيل الكهربائية 12)dS/m) و15)dS/m)و20)dS/m) على التوالي.

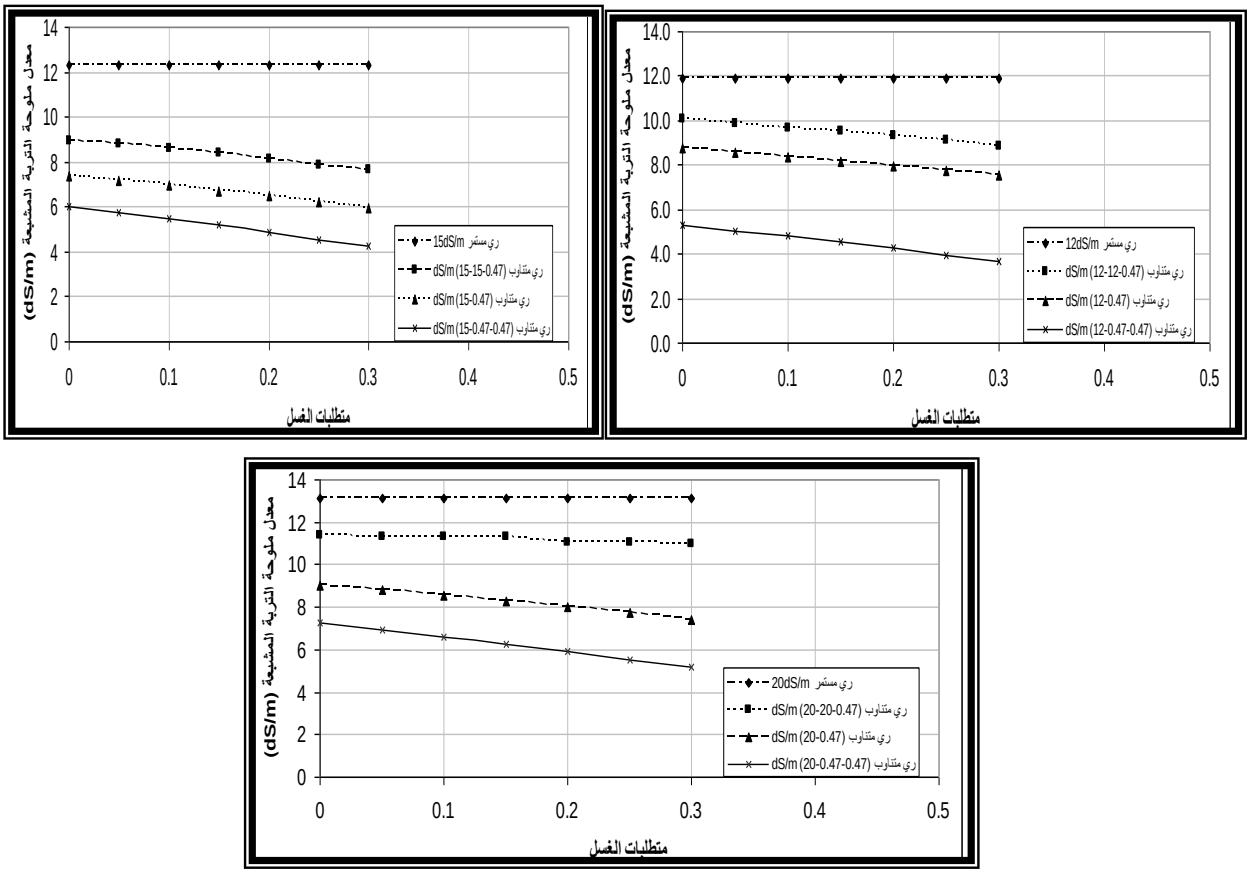
تأثير أسلوب الري على الإنتاج النسبي:

نلاحظ من خلال الشكل (3) انه عند استخدام الري المتناوب فان الإنتاج النسبي يكون اكبر منه عند استخدام الري المستمر بمياه مالحة وذلك بسبب قلة تأثير تراكم الأملاح في التربة. لذا نلاحظ انه عند استخدام أسلوب (رية نقية : ريتان مالحة) تكون الإنتاجية اكبر منه عند استخدام الري المستمر بمياه مالحة وعند استخدام (رية نقية : رية مالحة) يعطي إنتاج اكبر من أسلوب (رية نقية : ريتان مالحة) والـ (ريتان نقية : رية مالحة) يكون الإنتاجية اكبر من استخدام (رية نقية : رية مالحة). كما نلاحظ بأنه عند زيادة متطلبات الغسل فان التغير في الإنتاجية يكون قليل جداً او معدوم(كما في أسلوب الري المتناوب (ريتان نقية : رية مالحة) لمعدل التوصيل الكهربائي 12 و15 dS/m.) والسبب في ذلك ان استخدام أسلوب الري المتناوب من دون غسل او بمتطلبات غسل قليلة يكون مجدي في تقليل تأثير تراكم الأملاح في التربة على الإنتاجية.

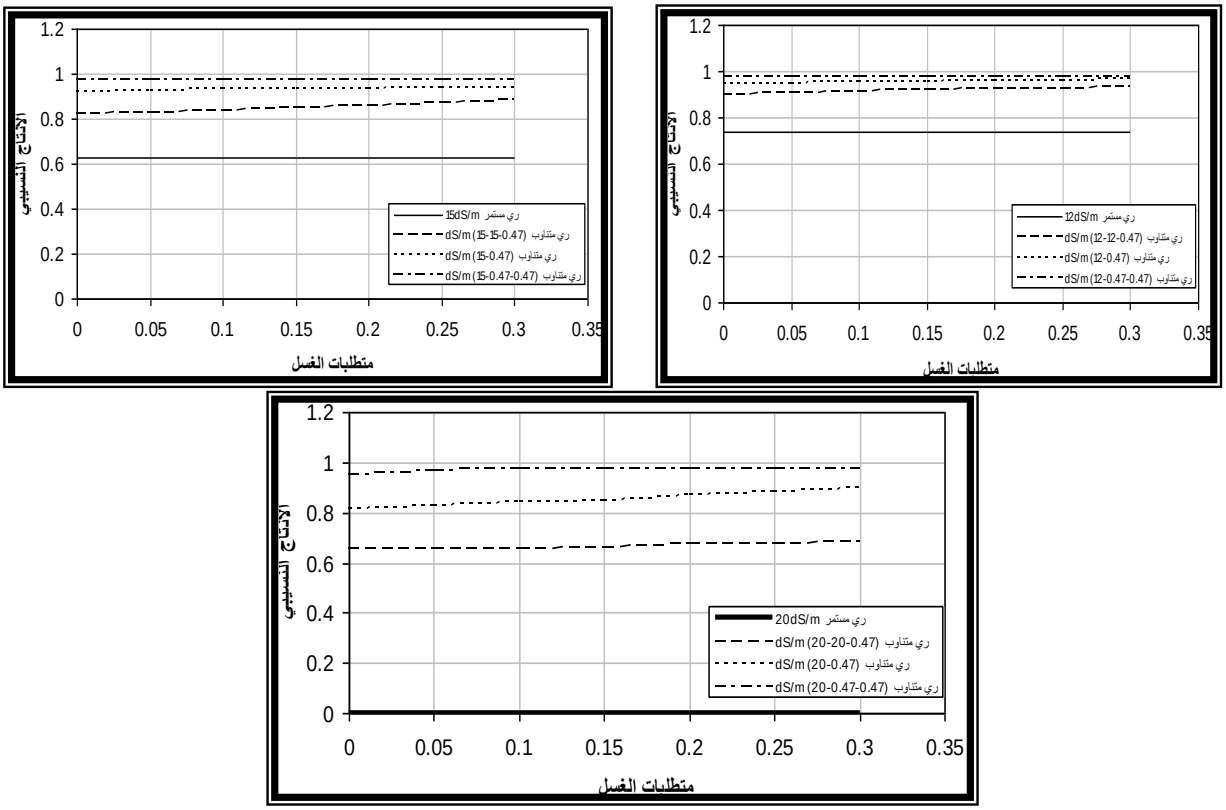
بينت النتائج ان مقدار ارتفاع النسبة المئوية للإنتاج النسبي عند استخدام أسلوب الري المتناوب بزيادة متطلبات الغسل خلال موسم نمو كامل مقارنة مع الري المستمر بمياه مالحة تكون من (16%- 19%) ومن (19.5%-25%) ومن (65%-67%) عند استخدام أسلوب (رية نقية : ريتان مالحة) ، ومن (20%-22%) ومن (29%-31 %) ومن (81%-89%) عند استخدام أسلوب (رية نقية : رية مالحة)، ومن (24%-24%) ومن (35%-35%) ومن (95%-97%) عند استخدام أسلوب (ريتان نقية : رية مالحة) لمعدلات التوصيل الكهربائية (12و 15 و 20) dS/m على التوالي.

نلاحظ من خلال النتائج انه عند استخدام الري المستمر بمياه مالحة 20dS/m فان الإنتاجية تكون صفر وباستخدام أسلوب الري المتناوب فان الزيادة في الإنتاجية تكون كبيرة، وتختلف الزيادة في الإنتاجية باختلاف أسلوب الري المتناوب المستخدم حيث تزداد الإنتاجية بزيادة عدد الريات النقية المستخدمة.

نستنتج مما سبق ان تأثير زيادة متطلبات الغسل على تراكم الأملاح والإنتاجية يكون قليل مقارنة مع تغير أسلوب الري المتناوب أي كلما زادت عدد الريات النقية بالنسبة للريات المالحة في الري المتناوب كلما قل تراكم الأملاح وازدادت الإنتاجية.



الشكل(2) : معدل ملوحة التربة المشبعة نهاية الموسم بزيادة متطلبات الغسل ولأساليب مختلفة في الإرواء



الشكل(3) : الإنتاج النسبي الموسمي نهاية الموسم بزيادة متطلبات الغسل ولأساليب مختلفة في الإرواء

الجدول(3): نتائج الأنموذج الحاسوبي للري المستمر بمياه مالحة والمتناوب ولمتطلبات غسل مختلفة.

أسلوب الإرواء	متطلبات الغسل	إجمالي عمق ماء الري(ملم)	الإنتاج النسبي الموسمي	الإنتاج الحقيقي (كغم/هكتار)	معدل ملوحة التربة المشبعة (dS/m)	الاستهلاك المائي الحقيقي (ملم)	الماء المبزول (ملم)
12	0	403.85	0.74	3140.75	11.89	414.83	0.00
12-12-0.47	0	489.95	0.90	3821.66	10.03	504.76	0.00
12-12-0.47	0.05	497.53	0.90	3840.21	9.83	507.21	8.89
12-12-0.47	0.1	508.68	0.91	3866.79	9.67	510.72	18.84
12-12-0.47	0.15	521.23	0.92	3894.93	9.50	514.44	30.02
12-12-0.47	0.2	531.22	0.92	3917.92	9.34	517.48	41.78
12-12-0.47	0.25	544.06	0.93	3941.54	9.07	520.60	55.95
12-12-0.47	0.3	561.14	0.93	3961.84	8.84	523.28	72.26
12-0.47	0	490.98	0.94	4009.13	8.74	529.52	0.00
12-0.47	0.05	502.79	0.95	4020.91	8.57	531.08	11.81
12-0.47	0.1	515.92	0.95	4033.46	8.38	532.74	24.94
12-0.47	0.15	530.59	0.95	4046.84	8.19	534.51	39.61
12-0.47	0.2	547.09	0.96	4061.09	7.98	536.39	56.11
12-0.47	0.25	565.80	0.96	4076.25	7.75	538.39	74.82
12-0.47	0.3	587.17	0.96	4092.38	7.51	540.52	96.19
12-0.47-0.47	0	490.98	0.97	4140.73	5.30	546.91	0.00
12-0.47-0.47	0.05	510.49	0.97	4140.73	5.05	546.91	19.51
12-0.47-0.47	0.1	532.16	0.97	4140.73	4.80	546.91	41.18
12-0.47-0.47	0.15	556.38	0.97	4140.73	4.53	546.91	65.40
12-0.47-0.47	0.2	583.64	0.97	4140.73	4.26	546.91	92.65
12-0.47-0.47	0.25	614.52	0.97	4140.73	3.97	546.91	123.54
12-0.47-0.47	0.3	649.82	0.97	4140.73	3.69	546.91	158.84
15	0	337.74	0.63	2665.05	12.34	352.00	0.00
15-15-047	0	388.92	0.82	3493.59	8.96	461.43	0.00
15-15-047	0.05	398.49	0.83	3524.27	8.77	465.49	8.82
15-15-047	0.1	409.21	0.84	3557.55	8.57	469.88	18.71
15-15-047	0.15	418.41	0.85	3598.52	8.36	475.29	29.44
15-15-047	0.2	431.94	0.86	3638.68	8.13	480.59	41.96
15-15-047	0.25	447.40	0.87	3682.50	7.88	486.38	56.32
15-15-047	0.3	461.31	0.88	3739.79	7.62	493.95	71.75
15-0.47	0	390.34	0.92	3912.05	7.34	516.70	0.00
15-0.47	0.05	403.03	0.93	3932.94	7.15	519.46	11.78
15-0.47	0.1	417.23	0.93	3954.80	6.94	522.35	24.97
15-0.47	0.15	428.73	0.93	3955.77	6.72	522.48	39.18
15-0.47	0.2	446.57	0.93	3964.98	6.48	523.69	55.81
15-0.47	0.25	466.77	0.94	3974.01	6.22	524.89	74.82
15-0.47	0.3	488.15	0.94	3974.01	5.95	524.89	96.19
15-0.47-0.47	0	490.98	0.97	4140.73	6.04	546.91	0.00
15-0.47-0.47	0.05	510.49	0.97	4140.73	5.76	546.91	19.51
15-0.47-0.47	0.1	532.16	0.97	4140.73	5.48	546.91	41.18
15-0.47-0.47	0.15	556.38	0.97	4140.73	5.18	546.91	65.40
15-0.47-0.47	0.2	583.64	0.97	4140.73	4.87	546.91	92.65
15-0.47-0.47	0.25	614.52	0.97	4140.73	4.56	546.91	123.54
15-0.47-0.47	0.3	649.82	0.97	4140.73	4.24	546.91	158.84
20	0	272.28	0.00	0.00	13.11	272.28	0.00
20-20-0.47	0	301.39	0.65	2760.92	11.35	364.66	0.00
20-20-0.47	0.05	305.96	0.65	2771.92	11.32	366.11	3.91
20-20-0.47	0.1	311.04	0.66	2784.03	11.30	367.71	8.26
20-20-0.47	0.15	316.70	0.66	2797.37	11.28	369.47	13.13
20-20-0.47	0.2	318.71	0.67	2845.53	11.07	375.84	18.62

24.85	378.01	11.04	2861.98	0.67	325.90	0.25	20-20-0.47
31.98	380.44	11.00	2880.36	0.68	334.09	0.3	20-20-0.47
0.00	456.85	9.05	3458.87	0.81	388.87	0	20-0.47
11.61	463.02	8.82	3505.58	0.82	399.65	0.05	20-0.47
24.71	469.22	8.57	3552.54	0.84	414.57	0.1	20-0.47
39.16	476.69	8.31	3609.11	0.85	428.57	0.15	20-0.47
55.34	485.33	8.03	3674.54	0.86	444.18	0.2	20-0.47
73.58	494.77	7.74	3746.01	0.88	461.80	0.25	20-0.47
95.61	503.17	7.40	3809.58	0.90	486.21	0.3	20-0.47
0.00	531.95	7.27	4027.51	0.95	491.54	0	20-0.47-0.47
19.46	539.94	6.95	4087.96	0.96	509.53	0.05	20-0.47-0.47
41.05	545.78	6.61	4132.20	0.97	530.91	0.1	20-0.47-0.47
65.40	546.91	6.27	4140.73	0.97	556.38	0.15	20-0.47-0.47
92.65	546.91	5.91	4140.73	0.97	583.64	0.2	20-0.47-0.47
123.54	546.91	5.54	4140.73	0.97	614.52	0.25	20-0.47-0.47
158.84	546.91	5.15	4140.73	0.97	649.82	0.3	20-0.47-0.47

تأثير أسلوب الري على كفاءة استخدام مياه الري.

نلاحظ الجدولين(4) و(5)انه عند استخدام معدل التوصيل الكهربائي للرية المالحة 12 dS/m و 15dS/m فان كفاءة استخدام مياه الري المتناوب اكبر من الري المستمر عندما تكون متطلبات الغسل صفر وكلما كانت عدد الريات النقية مستخدمة أكثر سوف يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام مياه الري المتناوب. أي ان معامل أسلوب الري المستخدمة (ريتان ماء نقي : رية مالحة) تعطي كفاءة استخدام مياه ري اكبر من (رية نقية : رية مالحة) و كفاءة استخدام مياه الري للـ (رية نقية : رية مالحة) اكبر من (رية نقية : ريتان مالحة) عند تساوي عدد الريات خلال موسم النمو. الا ان كفاءة استخدام مياه الري (ريتان ماء نقي : رية مالحة) اقل من (رية نقية : رية مالحة) و(رية نقية : ريتان مالحة) لمتطلبات الغسل من (15%-30%) للجدول(4) ولكافة متطلبات الغسل للجدول (5) والسبب يعود إلى إن عدد الريات المستخدمة خلال موسم النمو في أسلوب (رية نقية : رية مالحة) و(رية نقية : ريتان مالحة) اقل من (ريتان ماء نقي : رية مالحة) وبذلك تكون كمية المياه المضافة قليلة، وان قلة عدد الريات يرجع إلى تأثير تراكم الأملاح بشكل كبير في التربة وبذلك سوف يحتاج النبات إلى فترة زمنية أطول للوصول إلى الاستنزاف المطلوب نتيجة أسلوب جدولة الإرواء المتبع وهو الوصول إلى الاستنزاف المطلوب وعنده يتم الإرواء. ونلاحظ من خلال النتائج انه كلما ازدادت متطلبات الغسل كلما قلت كفاءة استخدام المياه لكافة معدلات التوصيل الكهربائي لماء الري.

وبذلك يمكن ان نستنتج ان كفاءة استخدام مياه الري للري المتناوب اكبر من الري المستمر بمياه مالحة عند تساوي عدد الريات الكلية خلال موسم النمو (مياه مالحة ونقية)، وان زيادة عدد الريات النقية عند استخدام الري المتناوب سوف تزداد كفاءة استخدام مياه الري. كما ان كفاءة استخدام مياه الري تقل بزيادة متطلبات الغسل.

الجدول(4): كفاءة استخدام مياه الري للري المستمر والمتناوب لمعدل التوصيل الكهربائي 12dS/m

كفاءة استخدام مياه الري المستمر بمياه مالحة(كغم/م3)	كفاءة استخدام مياه الري المتناوب بمتطلبات الغسل (كغم/م3)			
	متطلبات الغسل	12-12-0.47	12-0.47	12-0.47-0.47
0.78	0	0.78	0.82	0.84
	0.05	0.77	0.80	0.81
	0.1	0.76	0.78	0.78
	0.15	0.75	0.76	0.74
	0.2	0.74	0.74	0.71
	0.25	0.72	0.72	0.67
	0.3	0.71	0.70	0.64

الجدول(5): كفاءة استخدام مياه الري للري المستمر والمتناوب لمعدل التوصيل الكهربائي 15dS/m

كفاءة استخدام مياه الري المستمر بمياه مالحة(كغم/م3)	كفاءة استخدام مياه الري المتناوب بمتطلبات الغسل (كغم/م3)			
	متطلبات الغسل	15-15-0.47	15-0.47	15-0.47-0.47
0.63	0	0.90	1.00	0.84
	0.05	0.88	0.98	0.81
	0.1	0.87	0.95	0.78
	0.15	0.86	0.92	0.74
	0.2	0.84	0.89	0.71
	0.25	0.82	0.85	0.67
	0.3	0.81	0.81	0.64

إيجاد العلاقة بين الإنتاجية مع المياه المالحة والنقية.

من خلال النتائج جدول(7) والتي تمثل كمية مياه الري المضافة النقية والمالحة والإنتاجية لمتطلبات غسل مختلفة ولأساليب مختلفة في الإرواء خلال موسم نمو كامل. تم إيجاد علاقة تربط بين الإنتاج الحقيقي مع المياه المالحة والنقية معادلة (11) حيث تم استخدم برنامج Spss لإيجاد علاقة خطية حيث كان معامل التحديد R^2 لتلك المعادلة (0.8، 0.93، 0.99) لمعدلات التوصيل الكهربائي(12 و 15 و 20) dS/m على التوالي.

$$Ya = A + BW1 + CW2 \quad \text{---------- (11)}$$

W1 :كمية المياه المضافة من نهر دجلة خلال موسم نمو كامل(ملم)

W2 :كمية المياه المضافة للرية المالحة خلال موسم نمو كامل(ملم)

A,B,C : ثوابت تعتمد على نوع المحصول ومعدل التوصيل الكهربائي للرية المالحة وظروف المنطقة.

حيث لوحظ من خلال النتائج التي تم الحصول عليها الجدول (6) ان ثابت C يعطي إشارة سالبة وان تلك القيمة تزداد بزيادة معدل التوصيل الكهربائي للرية المالحة مما يؤدي إلى قلة الإنتاج الحقيقي.

ان محددات المعادلة (11) مشتقة لظروف ومحددات منطقة الدراسة ولمحصول الذرة البيضاء، كما انه لا يمكن استخدام المعادلة في ظروف الري الناقص (أي تأثير جهد قلة المياه الناتج عن قلة مستويات الري أو زيادة الاستنزاف الرطوبي).

كما يمكن حساب التبخر- نتح النسبي لمحصول الذرة البيضاء من خلال المعادلة (12) والناتجة من تعويض (11) مع (7) إذا علم كمية المياه المضافة (مالحة ونقية) والإنتاج الحقيقي دون تأثير المياه المالحة.

$$\frac{ETcadj}{ET_C} = 1 - [(1 - \frac{(A + BW1 + CW2)}{Ym}) \frac{1}{Ky}] \quad \text{---------- (12)}$$

بما ان قيمة *Ky* لمحصول الذرة البيضاء يساوي 1 تصبح المعادلة كالآتي.

$$\frac{ETcadj}{ET_C} = \frac{(A + BW1 + CW2)}{Ym} \quad \text{---------- (13)}$$

الجدول(6): معدل التوصيل الكهربائي للرية المالحة و المعادلات المستنتجة ومعامل التحديد لها.

معدل التوصيل الكهربائي للرية المالحة dS/m	معامل التحديد	المعادلة
12	0.8	$Ya = 3901.88 + 0.672\ W1 - 0.324\ W2$
15	0.93	$Ya = 4694.88 + 0.144\ W1 - 4.92\ W2$
20	0.99	$Ya = 3046.839 + 1.22\ W1 - 8.332\ W2$

تم إجراء اختبار (T- Test) من نوع (Independent Samples) ببرنامج SPSS على مدى صلاحية استخدام المعادلات التي تم استنتاجها من الجدول (6) مع نتائج الأنموذج الحاسوبي لنفس كمية المياه المضافة من المياه المالحة والنقية ولنفس أساليب الإرواء المستخدمة ولقيم لم تدخل في تكوين المعادلات في الجدول (6)، بينت النتائج انه لا توجد فروقات معنوية بمستوى دلالة 5% أي حدود الثقة 95% (P-Value > α) وبذلك نجاح تلك المعادلات.

الجدول (7) : الإنتاج الحقيقي من الأنموذج الحاسوبي والمعادلات المستنتجة لعدة كمية مضافة من مياه الري النقية والمالحة.

أسلوب الإرواء	ماء نقي	ماء مالح	الإنتاج الحقيقي	الإنتاج الحقيقي (المعادلة)	أسلوب الإرواء	ماء نقي	ماء مالح	الإنتاج الحقيقي	الإنتاج الحقيقي (المعادلة)
0.47-12	224.4	266.5	4009.1	4008.3	0.47-15-15	209.8	222.1	3638.7	3632.2
0.47-12	236.3	266.5	4020.9	4004.4	0.47-15-15	225.3	222.1	3682.5	3634.4
0.47-12	249.4	266.5	4033.5	4000.2	0.47-15-15	239.2	222.1	3739.8	3636.4
0.47-12	264.1	266.5	4046.8	3995.4	0.47-0.47-15	370.6	120.4	4140.7	4156.0
0.47-12	280.6	266.5	4061.1	3990.1	0.47-0.47-15	390.1	120.4	4140.7	4158.9
0.47-12	299.3	266.5	4076.3	3984.0	0.47-0.47-15	411.8	120.4	4140.7	4162.0
0.47-12	320.6	266.5	4092.4	3977.1	0.47-0.47-15	436.0	120.4	4140.7	4165.5
0.47-12-12	168.5	321.5	3821.7	4063.3	0.47-0.47-15	463.3	120.4	4140.7	4169.4
0.47-12-12	177.9	319.6	3840.2	4059.0	0.47-0.47-15	494.2	120.4	4140.7	4173.8
0.47-12-12	188.4	320.3	3866.8	4056.1	0.47-0.47-15	529.5	120.4	4140.7	4178.9
0.47-12-12	200.1	321.1	3894.9	4052.8	0.47-20	221.4	167.5	3458.9	3499.9
0.47-12-12	208.9	322.3	3917.9	4050.8	0.47-20	232.1	167.5	3505.6	3513.0
0.47-12-12	223.8	320.3	3941.5	4044.6	0.47-20	247.1	167.5	3552.5	3531.2
0.47-12-12	240.9	320.3	3961.8	4039.1	0.47-20	261.1	167.5	3609.1	3548.3
0.47-0.47-12	370.6	120.4	4140.7	3862.7	0.47-20	276.7	167.5	3674.5	3567.4
0.47-0.47-12	390.1	120.4	4140.7	3856.4	0.47-20	294.3	167.5	3746.0	3588.8
0.47-0.47-12	411.8	120.4	4140.7	3849.3	0.47-20	318.7	167.0	3735.2	3622.8
0.47-0.47-12	436.0	120.4	4140.7	3841.5	0.47-20-20	74.2	227.2	2760.9	2822.7
0.47-0.47-12	463.3	120.4	4140.7	3832.7	0.47-20-20	78.1	227.8	2771.9	2822.7
0.47-0.47-12	494.2	120.4	4140.7	3822.7	0.47-20-20	82.6	228.5	2784.0	2822.7
0.47-0.47-12	529.5	120.4	4140.7	3811.2	0.47-20-20	87.5	229.2	2797.4	2822.8
0.47-15	222.8	167.5	3912.1	3902.9	0.47-20-20	93.1	225.6	2845.5	2859.2
0.47-15	235.5	167.5	3932.9	3904.7	0.47-20-20	99.4	226.5	2862.0	2859.6
0.47-15	249.7	167.5	3954.8	3906.7	0.47-20-20	106.6	227.5	2880.4	2860.3
0.47-15	261.2	167.5	3955.8	3908.4	0.47-0.47-20	371.2	120.4	4027.5	4075.3
0.47-15	279.1	167.5	3965.0	3911.0	0.47-0.47-20	389.2	120.4	4088.0	4097.2
0.47-15	299.3	167.5	3974.0	3913.9	0.47-0.47-20	410.5	120.4	4132.2	4123.3
0.47-15	320.6	167.5	3974.0	3916.9	0.47-0.47-20	436.0	120.4	4140.7	4154.4
0.47-15-15	166.8	222.1	3493.6	3626.0	0.47-0.47-20	463.3	120.4	4140.7	4187.6
0.47-15-15	176.4	222.1	3524.3	3627.4	0.47-0.47-20	494.2	120.4	4140.7	4225.3
0.47-15-15	187.1	222.1	3557.5	3628.9	0.47-0.47-20	529.5	120.4	4140.7	4268.4
0.47-15-15	196.3	222.1	3598.5	3630.3					

القيم التي لم يتم استنتاج المعادلات منها بل استخدمت في المقارنة بين نتائج الأنموذج الحاسوبي ومعادلات جدول (6).

الاستنتاجات

1- نستنتج بان معدل الملوحة للتربة المشبعة نهاية الموسم عند استخدام أسلوب الري المتناوب اقل من استخدام الري المستمر، وان قلة تراكم الأملاح تعتمد على أسلوب الري المتناوب المستخدم، كما ان معدل ملوحة التربة المشبعة نهاية الموسم تقل بزيادة متطلبات الغسل في حالة استخدام أسلوب الري المتناوب عندما يكون تأثير الريات النقية اكبر من الريات المالحة.

2- يزداد الإنتاج النسبي عند استخدام الري المتناوب عنه في حال استخدام الري المستمر وان مقدار الزيادة تعتمد على أسلوب الري المتناوب و زيادة متطلبات الغسل. بينت النتائج ان مقدار الزيادة في الإنتاج النسبي عند استخدام الري المتناوب مقارنة مع الري المستمر عالية جدا في حالة الريات المالحة العالية كما في حالة استخدام الرية المالحة 20dS/m

حيث تراوحت الزيادة من (65%-67%) ومن(81%-89%) ومن (95%-97%) حسب أسلوب الري المتناوب و متطلبات الغسل.

3- ان تأثير زيادة متطلبات الغسل على تراكم الأملاح والإنتاجية يكون قليل مقارنة مع تغير أسلوب الري المتناوب أي كلما زادت عدد الريات النقية بالنسبة للريات المالحة في الري المتناوب كلما قل تراكم الأملاح وازدادت الإنتاجية.

4- ان كفاءة استخدام مياه الري للري المتناوب اكبر من الري المستمر عند تساوي عدد الريات الكلية، وان زيادة عدد الريات النقية عند استخدام الري المتناوب سوف تزداد كفاءة استخدام مياه الري. وان كفاءة استخدام مياه الري تقل بزيادة متطلبات الغسل.

5- صياغة معادلة رياضياتية (11) و(13) لإيجاد الزيادة او النقصان للإنتاج الحقيقي والتبخر- نتح النسبي نتيجة تأثير كمية المياه المالحة والنقية المضافة بالنسبة لمحصول الذرة البيضاء تحت ظروف ومحددات منطقة الدراسة.

المصادر

1- **الزبيدي، احمد حيدر، (1989)**. "ملوحة التربة- الأسس النظرية والتطبيقية-". جامعة بغداد، بيت الحكمة.

2-**القيسي، شفيق جلاب سالم، الجميلي، عبود محمد هزيم(2002)**، " تقليل تأثير ملوحة ماء الري باستخدام نظام ري ثنائي مقترح" ، البحوث الفائزة بجائزة المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

3- **الموسوي، كوثر عزيز حميد، (2007)** "تأثير مناوبة نوعية مياه الري ومحتوى رطوبة التربة في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة هور الحمار والاستهلاك المائي لمحصول الذرة " ، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، كلية الزراعة.

4- **Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M., (1998).** " Crop Evapotranspiration- Guidelines for Computing Crop Water Requirements ". FAO Irrigation and Drainage paper No.56, Rome, Italy

5- **Ayer, R. S. and Westcot, D. W., (1989).** "Water Quality for Agriculture". FAO Irrigation and Drainage paper No.29.

6- **Doorenbos, J. and Kassam, A. H., (1979).** "Yield Response to Water". FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33.

7- **EL-sharaway, Mostafa M. O., and Elboraie, F. M., (1997).** " Use saline Water for Irrigation" Organized by university of Ain Sham. Soil Sci. Soc. 406-418.

8- **Kirda, C., (2002).** "Deficit Irrigation Scheduling Based on Plant Growth Stages Showing Water Stress Tolerance", Deficit irrigation practices, WWW. Org/Docrep/004/Y 3655E/ Y 3655e 03-htm

9- **Nagaz, K., Toumi, I., Masmoudi, M. M. and Mechlia, N. B., (2008)**" soil Salinity and barley production under Full and Deficit Irrigation with saline Water in Arid condition of southern Tunisia". Research Journal of Agronomy 2(3): 90-95.

10- **Thomas, J. R., Salinas F. G. and Oerther, G. F., (1981)**" Use of Saline Water for Supplemental Irrigation of Sugarcane" Agronomy. J. Vol.111 : 182-187.

تم اجراء البحث فى كلية ألهندسة = جامعة ألموصل