تأثير تناسق الارواء بمياه الري المالحة على الإنتاج تحت الري الناقص

باسم محمد نصيف الزيدي
قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة
جامعة ذي قار

نوال محمد ججو
كلية الهندسة
جامعة الموصل

المستخلص

استهدفت الدراسة عمل نموذج حاسوبي يتم من خلاله التوصل الى معرفة تأثير تناسق الارواء وملوحة ماء الري والري الناقص على إنتاجية الحقل. أعتمد بناء النموذج على مبدأ الموازنة المائية في الحقل. وقد تم تطبيق النموذج على محصول الذرة الصفراء العروة الخريفية وباعتماد قيم جاهزة للتبخر - نتح المرجعي في الموقع المختار (مشروع ري الجزيرة - نينوى)، وكذلك تم الاعتماد في النموذج على بيانات حقلية منشورة لنتائج توزيع أعماق الماء حول المرشة لأجهزة الري بالرش الثابتة. والفرضية الأساسية التي يعتمد عليها النموذج هي ان كل من ملوحة ماء الري و تناسق الارواء الناتج عن فحص توزيع الماء حول المرشة تعتبر قيم ثابتة لكل الريات خلال الموسم.

أوضحت النتائج إن نسبة النقص في الإنتاج تزداد بزيادة الاستنزاف الرطوبي وملوحة ماء الري وتقل مع زيادة درجة تناسق الارواء، وأن تأثير الأملاح على الإنتاج يكون اكبر بوجود الري الناقص، لذا يتوجب عمل موازنة بين مستوى النقص في الري وملوحة ماء الري على الأنتاج تحت كل حالة من حالات تناسق الارواء. كما أوضحت النتائج إن نسبة ماء البزل(نسبة ماء الغسل LF) تزداد مع تدهور درجة تناسق الارواء لان ضائعات الرشح العميق تزداد مع نقصان التناسق.

الكلمات الدالة: تناسق الارواء، الري الناقص، ملوحة ماء الري، الإنتاج.

Effect of Uniformity of Deficit Irrigation with Saline Water on Production

Abstract

The study aimed towards developing a computer model to be used for evaluating the effect of water distribution uniformity of deficit irrigation with saline water on field crop production. The development of the model is based on the concept of water balance in the field. For the application of the model, corn crop (yellow maize) autumn season is selected using ready data on reference evapotranspiration at the selected field site (North Jazirah Project – Nineva). Moreover, published data on field sprinkler water distribution around sprinkler head of stationary system are used. The main assumption upon which the model is based is that, for a given case, irrigation water distribution and salinity are fixed for all irrigations during the season. The results of the study revealed that the deficit in the yield

ratio increases with the increase in moisture depletion ration and water salinity, but decreases with the increase in the degree of irrigation uniformity. Furthermore, the effect of salinity on production is greater with deficit irrigation, therefore a balance should be sought between deficit irrigation level and water salinity on production under each case of irrigation non-uniformity. Finally, the study showed that the leaching fraction increases as the degree of irrigation uniformity deteriorates because deep percolation losses increase with the reduction in uniformity.

1. المقدمة

إن الحاجة الى زيادة الغذاء والمواد الأولية في العديد من دول العالم يتطلب زيادة رقعة الأراضي الزراعية والذي يؤدي الى زيادة الطلب على المياه لاغراض الري ولا ننسى ان هناك عدة قطاعات منافسة للماء مثل الصناعة والبلديات وغيرها مما يحد من جاهزية المياه لاغراض الري ولهذا يتطلب استخدام المياه بشكل عقلاني وإدارة مشاريع الري بشكل كفوء وذلك لزيادة الإنتاج بالنسبة لوحدة الماء وليس لوحدة الأرض.ان إحدى الوسائل التي يمكن من خلالها الحصول على كفاءة عالية لاستخدام المياه هي الري الناقص Deficit Irrigation والذي يعني إعطاء الماء للمحصول بكميات اقل من حاجته القصوى [6].وبدأ استخدام مبدأ الري الناقص يأخذ نطاق واسع مع مختلف المستويات من النجاحات وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة والذي هدفه تعظيم المردود لوحدة الماء ،وذكر [7] انه في بعض الحالات يمكن استخدام مياه البزل والمياه ذات النوعية المنخفضة لري المحاصيل ذات التحمل العالي للأملاح.وتزداد الحاجة الى تطبيق هذه الوسائل عندما تكون موارد مياه الري محدودة وكلفة الارواء عالية.

يقيم أداء نظم الري الحقلي بمعايير تعكس فعالية جودة استغلال ماء الري ومداها في الحقل، ويعتبر تناسق الارواء هو احد هذه المعايير بسبب عجز أنظمة الري الحالية عن توزيع المياه بالتساوي على نقاط الحقل كافة. ولما كان نقص الارواء وفرطه يؤثران سلباً على إنتاجية المحصول، من هنا بات من الضروري تحديد كفاية الارواء التي توازن بين زيادة إنتاجية المحصول وقيمة الماء المهدور كتخلل عميق[13].

إن تحديد صلاحية المياه لاغراض الري يعتمد على عدة عوامل منها عوامل مناخية وعوامل التربة مثل خواصها الفيزيائية والكيمائية وعوامل تخص المحصول منها التحمل الملحي للنبات وعوامل ادارية تتمثل بمدى استغلال المياه داخل الحقل وتوزيعها ومن ثم علاقتها بإنتاجية المحصول[4].هذه الدراسة تسلط الضوء على بعض من هذه العوامل والتي تهدف الى بناء نموذج حاسوبي لدراسة تاثير تناسق الارواء تحت الري الناقص وملوحة مياه الري على إنتاجية الحقل .

2. وصف النموذج

لقد تم الاعتماد على النموذج المقدم من قبل [10] الذي يقوم بحساب تأثير تناسق الإرواء على الإنتاج تحت الري الناقص، وتم إدخال تأثير ملوحة ماء الري على النموذج. تم تشغيل النموذج على أربع حالات مختلفة لتناسق الارواء وهي(65%،75%،80%و90%) أما بالنسبة لحالات الري الناقص فقد تم الاعتماد على ثلاثة مستويات مختلفة للاستنزاف الرطوبي وهي (70%،80%،90%) من الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية ، و لكل حالة من حالات الاستنزاف الرطوبي تم اخذ عدة مستويات مختلفة لنسب النقص في الري (بعد الارواء مباشرة)، تراوحت بين إعادة إملاء المنطقة الجذرية والى 30% من الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية.أما بالنسبة لملوحة ماء الري فقد تم تشغيل النموذج على

عدة مستويات مختلفة للأملاح وهي مياه (منخفضة- متوسطة- مرتفعة- شديدة) الملوحة وحسب درجة تصنيف المياه لاغراض الري.

وقد تم تطبيق النموذج على محصول الذرة الصفراء العروة الخريفية (موعد زراعتها مطلع شهر تموز وطول موسم النمو 120 يوماً) وباعتماد قيم جاهزة للتبخر- نتح المرجعي في الموقع المختار (مشروع ري الجزيرة - نينوى)، وكذلك تم الاعتماد في النموذج على بيانات حقلية منشورة لنتائج توزيع أعماق الماء حول المرشة لأجهزة الري بالرش الثابتة . والفرضية الأساسية التي يعتمد عليها النموذج هي ان تناسق الارواء الناتج عن فحص توزيع الماء حول المرشة يعتبر ثابتاً لكل الريات خلال الموسم.

يتم حساب معامل تناسق الارواء لنظام الري المعتمد (الري بالرش) بالاعتماد على معامل Christiansen للتناسق وحسب المعادلة الآتية :-

$$Ucc = \left(1 - \frac{\sum_{1}^{n} \left| (x_i - \bar{x}) \right|}{n\bar{x}} \right) \times 100 \qquad (1)$$

إذ إن :-

Ucc: معامل Christiansen للتناسق (%)

x_i: عمق الماء الواصل للأرض والمقاس بمقياس المطر عند أي نقطة (ملم)

$\bar{x}$: معدل أو متوسط الأعماق للقراءات(ملم)

n : عدد نقاط القياس

وقد تم الاعتماد على بيانات حقلية منشورة لنتائج فحص توزيع أعماق الماء حول المرشة أخذت من تجارب حقلية سابقة [8] وبظروف تشغيلية ومناخية مماثلة لظروف الموقع المعتمد في الدراسة، إن الفاصلة المعتمدة للمرشات هي 12م × 18م التي تعد الخلية الأساسية للحقل تحت الدراسة، أما أبعاد وحدة التشبيك المعتمدة لهذه الفاصلة فقد أخذت مساوية إلى 3م×3م.

لقد تم الاعتماد على قيم جاهزة للتبخر- نتح المرجعي التي تحسب على أساس يومي في الموقع المختار وعلى طول موسم النمو للمحصول المعني [15] وذلك لأنها تعتمد بالدرجة الأساس على الموقع والظروف المناخية.

تحسب قيمة التبخر- نتح للمحصول من حاصل ضرب قيمة التبخر- نتح المرجعي بمعامل المحصول كما في المعادلة الاتية :-

$$ET_c = ET_o \times K_c \qquad (2)$$

إذ إن :-

ET_c: التبخر- نتح للمحصول (ملم/يوم)

ET_o: التبخر- نتح المرجعي (ملم/يوم)

K_c: معامل المحصول

وذلك بعد ايجاد معامل المحصول الذي يعتمد على أساس يومي والذي تم الحصول علية من جداول خاصة في نشرة منظمة الغذاء والزراعة الدولية [2] للمحصول المعني (الذرة الصفراء) لبعض مراحل نمو المحصول التي تم تقسيمها الى اربعة مراحل على نحو طريقة منظمة الغذاء والزراعة الدولية [5] وهي المرحلة الابتدائية(15 يوم) ومرحلة التطور (مرحلة النمو الخضري)(35 يوم) والمرحلة الوسطية (مرحلة منتصف الموسم)(45 يوم) والمرحلة الأخيرة(25 يوم) ويختلف طول كل مرحلة من محصول إلى آخر [12].

يتم حساب كمية المياه المتيسرة الكلية في المنطقة الجذرية TAW على أساس يومي وعلى طول موسم النمو، إذ يعتمد على عمق المنطقة الجذرية الفعال وسعة حفظ التربة للماء. و سعة حفظ التربة للماء تعتمد على نوع التربة وعلى فرض أن التربة ذات نسجة طينية غرينية مزيجية وان سعة خزنها للماء هي 1.5 ملم/سم.

تحسب كمية المياه المتيسرة الكلية في المنطقة الجذرية حسب المعادلة الاتية:-

$$TAW = 1000 \times (\theta_{fc} - \theta_{wp}) \times Z_r \qquad (3)$$

إذ إن:-

θ_{fc} : المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية على أساس حجمي

θ_{wp} : المحتوى الرطوبي عند نقطة الذبول على أساس حجمي

Z_r : عمق المنطقة الجذرية (م)

ويعتمد حساب عمق المنطقة الجذرية على أساس يومي فيكون ثابت (25 سم) خلال المرحلة الابتدائية من النمو ثم يزداد خطياً خلال مرحلة التطور منها الى أن يصل الى أقصى قيمة له (135 سم) عند المرحلة الوسطية[5].

بعد ذلك يحسب الماء المتيسر في المنطقة الجذرية على أساس يومي وحسب المعادلة الاتية:-

$$RAW = P \times TAW \qquad (4)$$

إذ إن:-

(p)هي النسبة المئوية من كمية المياه المتيسرة الكلية والتي يستنزفها المحصول من دون أن يعاني من أي إجهاد، و أن نسب الاستنزاف لاتبقى ثابتة على طول موسم النمو بل تتغير يومياً حسب الاستهلاك المائي للمحصول (ET_c) لانها تعتمد على نوع المحصول ومراحل النمو ، إذ إن لكل محصول نسبة استنزاف معينة [5]. وقد قدمت منظمة الفاو FAO قيماً لنسب الاستنزاف المسموح بها(الحرجة) لكل محصول. فمثلاً تكون نسبة الاستنزاف المعتمدة لمحصول الذرة الصفراء هي 55 %.

ويمكن حساب كمية المياه المستنزفة الكلية في المنطقة الجذرية باستخدام معادلة الموازنة المائية لماء التربة الكلي[5] وحسب المعادلة الاتية:-

$$D_{r,i} = D_{r,i-1} - (P - R_o) - I_i + ET_{c,i} + DP_i \quad \text{-GW}_\text{i} \qquad (5)$$

إذ إن :-

$D_{r,i}$: استنزاف ماء التربة في المنطقة الجذرية عند نهاية اليوم (i) (ملم)

$D_{r,i-1}$: استنزاف ماء التربة في المنطقة الجذرية عند نهاية اليوم السابق (i-1) (ملم)

P : الأمطار الساقطة في اليوم (i) (ملم)

R_o : السيح السطحي في اليوم (i) (ملم)

I_i : الري المضاف في اليوم (i) (ملم)

$ET_{c,i}$ **:** التبخر- نتح للمحصول في اليوم (i) (ملم)

DP_i **:** التخلل العميق الخارج من المنطقة الجذرية في اليوم (i) (ملم)

GW_i **:** المياه الجوفية الداخلة الى المنطقة الجذرية في اليوم(i) (ملم)

وبما أن محصول الذرة الصفراء صيفي (العروة الخريفية) والطريقة المستخدمة للارواء هي الري بالرش، لذلك فان تاثير الامطار يهمل، اما بالنسبة الى السيح السطحي وعلى أساس ارتفاع قيمة كفاءة الارواء وايضاً جفاف التربة نتيجة الفرضيات التي اعتمد عليها نموذج الري الناقص لذلك يمكن إهمالهما في حسابات الموازنة المائية،ولقد افترض ان كمية الماء المجهز من المياه الجوفية(GW) تساوي صفر.

3. تأثير الاستنزاف الرطوبي وملوحة ماء الري على التبخر- نتح للمحصول

يتم الاعتماد على معادلة الموازنة المائية لماء التربة الكلي(المعادلة 5)في حساب معامل جهد ماء التربة K_s والذي يعتمد على مقدار المحتوى الرطوبي داخل التربة والذي سوف يكون له الدور الأساس المؤثر على مقدار استنزاف الرطوبة من التربة (D_r) إلى أن تحين الرية التالية ،اذ يعاد تعويض النقص في خزان ماء المنطقة الجذرية،و يحسب معامل جهد ماء التربة من المعادلة الآتية:-

$$K_s = \frac{(TAW - D_r)}{(TAW - RAW)} \qquad (6)$$

إذ إن:-

K_s: معامل جهد ماء التربة(تأثير الاستنزاف الرطوبي على التبخر- نتح)

TAW : الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية (ملم)

RAW : الماء المتيسر في المنطقة الجذرية (ملم)

D_r: إجمالي ماء التربة المستنزف (ملم)

وتصبح قيمة K_s اقل من واحد عندما تكون كمية المياه المستنزفة D_r اكبر من كمية المياه المتيسرة في المنطقة الجذرية RAW.

أما بالنسبة لتأثير ملوحة ماء الري على التبخر- نتح للمحصول فيتم حساب معامل جهد ماء التربة K_s والذي يمثل فقط تأثير تركيز الأملاح داخل المنطقة الجذرية على التبخر- نتح باستخدام الصيغة التالية:-

$$k_s = 1 - \frac{b}{100 * k_y}\left(Ece - Ece_{threshold}\right) \quad (7)$$

إذ إن:

K_s: معامل جهد ماء التربة(تأثير الأملاح على التبخر- نتح)

Ece: التوصيل الكهربائي للمنطقة الجذرية(dS/m)

$Ece_{threshold}$:الحد الحرج لنسبة الاملاح في التربة الذي يسبب خفض بالانتاج(ds/m)

b:النسبة المئوية للإنتاج المتوقع هبوطها عند زيادة Ece وحدة واحدة(ds/m) %.

K_y: معامل استجابة الإنتاج للماء

إن قيمة التوصيل الكهربائي للمنطقة الجذرية يمكن التعبير عنه بدلالة التوصيل الكهربائي لماء الري ونسبة ماء الغسل(Leaching Fraction(LF وباستخدام المعادلة المقدمة من قبل [3] وكالاتي:-

$$Ece = \frac{1 + LF}{LF}\frac{Eciw}{5} \quad (8)$$

Eciw : التوصيل الكهربائي لماء الري (ds/m)

LF:نسبة ماء الغسل(ماء البزل) Leaching fraction (%) والتي تمثل النسبة بين كمية مياه التخلل العميق (deep percolation) أو البزل الى كمية مياه الري الكلية (تبخر- نتح زائدا التخلل العميق) [3] ويمكن التعبير عنها بالمعادلة الاتية:-

$$LF = \frac{Ddw}{Diw} \quad (9)$$

إذ ان:-

Ddw:عمق ماء البزل (ملم)

Diw : عمق ماء الري(ملم)

وذكر [14] انه بالنسبة للترب المتوسطة القوام (التربة المعتمدة في النموذج) يمكن اعتبار كمية المياه الموجودة في التربة عند سعتها الحقلية تساوي نصف كمية المياه الموجودة داخل التربة المشبعة وبذلك يكون تركيز الأملاح في منطقة الجذور عند السعة الحقلية يساوي ضعف تركيز الأملاح في التربة عند تشبعها بالماء .ولقد تم فرض إن المحتوى الرطوبي في المنطقة الجذرية في بداية الموسم هو عند السعة الحقلية.وباعتبار ان التربة المستخدمة في النموذج هي تربة غير ملحية اوقليلة الملوحة (درجة التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينتها المشبعة اقل من 4 ملليموز/سم).

إن التأثير المشترك للأملاح والاستنزاف الرطوبي على التبخر- نتح للمحصول يمكن التعبير عنه باستخدام المعادلة التالية والمقدمة من قبل [5] :-

$$K_S = \left(1 - \frac{b}{100 * k_y}\left(Ece - Ece_{threshold}\right)\right)\left(\frac{TAW - Dr}{TAW - RAW}\right) \quad (10)$$

وتصنف الذرة الصفراء (Zea maize) من المحاصيل ذات الحساسية المتوسطة(المعتدلة) للأملاح وفقا للتصنيف الذي قدمته منظمة(FAO,48)[3].

يتم حساب التبخر- نتح الحقيقي للمحصول من المعادلة الاتية:-

$$ET_{adj} = K_s \times ET_c \qquad (11)$$

إذ إن:-

ET_{adj} : التبخر- نتح الحقيقي(المصحح) للمحصول (ملم/يوم)

K_s: معامل جهد ماء التربة

أكدت [1] على إن قيمة التبخر- نتح للمحصول تتأثر بملوحة التربة ويكون تأثير الاملاح اكبر في حالة ظروف الجفاف (تبخر عالٍ).

يزداد التركيز الملحي في المنطقة الجذرية Ece بزيادة الاستنزاف الرطوبي(نقصان المحتوى الرطوبي)الناتج عن الاستهلاك المائي للنبات (التبخر – نتح ET_c) والذي يعتبر كمذيب للأملاح في المنطقة الجذرية، وعلى هذا الأساس فان قيمة التوصيل الكهربائي للمنطقة الجذرية Ece تحسب على أساس يومي وتزداد بصورة تراكمية إلى أن تحين الرية فتتغير قيمة Ece وفقاً للمعادلة (8).

عندما يكون K_s أقل من واحد، يتم إستخدام ET_{adj} من المعادلة (11) عوضاً عن $ET_{c,i}$ في المعادلة(5)، والتي تطبق على كل خلية (قياس 3م×3م) في الحقل، ثم يحسب معدل نسبة الاستنزاف الرطوبي للحقلAPD في نهاية اليوم الذي تسلسله (i) بموجب المعادلة الاتية:-

$$APD_i=(Dr/TAW)_i \times 100\% \qquad (12)$$

يحين موعد الري عندما تصبح قيمة APD_i أكبر من القيمة القصوى المسموح بها للأستنزاف الرطوبي في المنطقة الجذرية.

يتم حساب نسبة النقص بالإنتاج باستخدام المعادلة المقدمة من قبل منظمة الغذاء والزراعة الدولية [2] المعادلة الآتية:-

$$\left(1-\frac{y_a}{y_m}\right) = K_y \times \left(1-\frac{ET_{adj}}{ET_c}\right) \qquad (13)$$

إذ إن:-

y_a : الإنتاج الحقيقي للمحصول (كغم/هكتار)

y_m : أقصى إنتاج (المتوقع) للمحصول من دون التأثر بجهد ماء التربة (كغم/هكتار)

ET_{adj}: التبخر – نتح الحقيقي(المصحح) للمحصول نتيجة لجهد ماء التربة (ملم/يوم)

ET_c: التبخر- نتح للمحصول للحالة القياسية (من دون تأثير جهد ماء التربة)(ملم/يوم)

K_y: معامل استجابة الإنتاج للماء

ويتوقف عمق الري المضاف على نسبة النقص المعتمدة في عملية الارواء D_i ، حيث يخمن من حاصل ضرب الفرق بين معدل الاستنزاف الرطوبي ونسبة النقص في الري بقيمة المياه المتيسرة الكلية في المنطقة الجذرية TAW على

شرط أن لاتقل نسبة النقص في الري بعد الارواء عن الاستنزاف الرطوبي بمقدار 30%، لان ذلك يؤدي إلى جعل عمق ماء الري المضاف عند الارواء قليل جداً بحيث لايمكن الاستفادة منه من قبل النبات أي إن :-

عمق الري = (معدل نسبة الاستنزاف الرطوبي الأقصى قبل الري مباشرة - نسبة النقص في الري بعد الري مباشرة) × الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية TAW وكما هو موضح في المعادلة الآتية:-

$$I_V = (D^*_r - D_i) \times TAW \qquad (14)$$

إذ إن:-

I_V : معدل عمق الارواء (ملم)

D_r * : معدل نسبة الاستنزاف الرطوبي المعتمد للحقل مباشرة قبل الارواء

D_i : نسبة النقص في الري مباشرة بعد الارواء

TAW: الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية (ملم)

تحتاج الذرة الصفراء إلى كميات كبيرة من الماء خلال موسم النمو ، وان كمية المياه الكلية المطلوبة للإنتاج العالٍ من المحصول تقدر بـ(700-800) ملم ، ويعتمد ذلك على نوع التربة والظروف المناخية، وتتوقف عملية الري خلال الأسبوعين الأخيرين من المرحلة النهائية من النمو لتجنب التأثيرات السلبية للري على إنتاجية المحصول ، من هنا يجب قطع الماء عن الحقل قبل اسبوعين من موعد الحصاد [11] .

4. النتائج والمناقشة

تم تشغيل النموذج الحاسوبي على أربع حالات مختلفة لتناسق الارواء وهي (65%،75%، 80%، 90%) ولكل حالة من هذه الحالات تم الاعتماد على ثلاثة مستويات مختلفة للاستنزاف الرطوبي (70%، 80%، 90%) من الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية ، ولكل حالة من حالات الاستنزاف الرطوبي تم اخذ عدة مستويات مختلفة لنسب النقص في الري (بعد الارواء مباشرة) ، تراوحت بين اعادة املاء المنطقة الجذرية والى 30% من الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية . أما بالنسبة لملوحة ماء الري فقد تم تشغيل النموذج على عدة مستويات مختلفة للأملاح وهي مياه (منخفضة- متوسطة- مرتفعة- شديدة) الملوحة وحسب درجة تصنيف المياه لإغراض الري المعتمدة من قبل[3] و[14] وكالاتي:-

مياه منخفضة الملوحة-إذا احتوت على أملاح بتركيز ذو توصيل كهربائي في حدود (0.7-2) ديسيمنز/م ds/m.

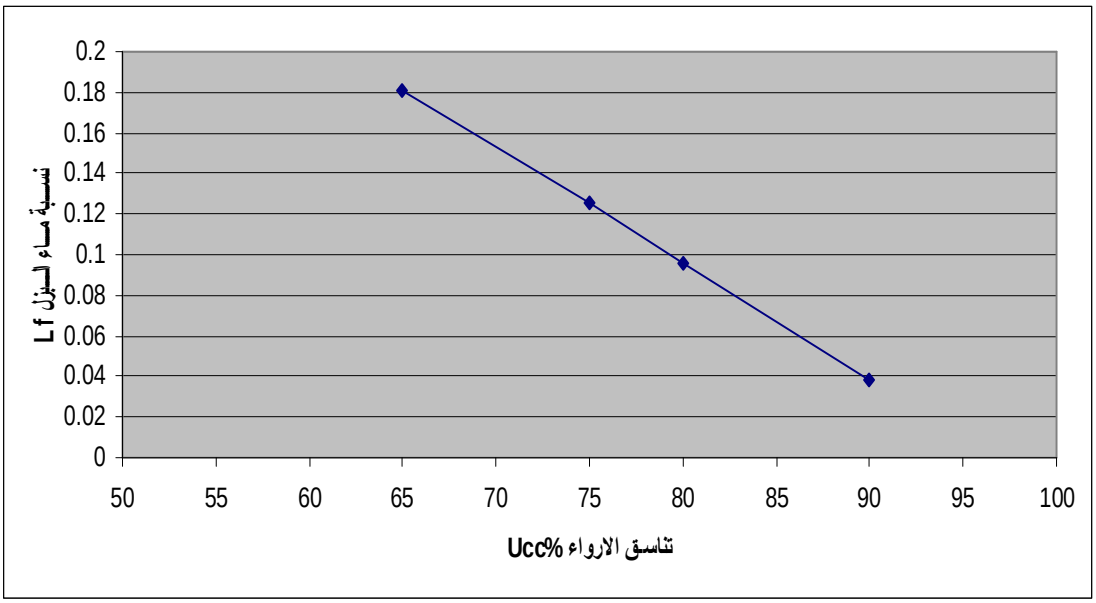
مياه متوسطة الملوحة-إذا احتوت على أملاح بتركيز ذو توصيل كهربائي في حدود(2-10) ديسيمنز/م ds/m.

مياه مرتفعة الملوحة-إذا احتوت على أملاح بتركيز ذو توصيل كهربائي في حدود(10-25) ديسيمنز/م ds/m .

مياه شديدة الملوحة-إذا احتوت على أملاح بتركيز ذو توصيل كهربائي أكثر من (25) ديسيمنز/م ds/m.

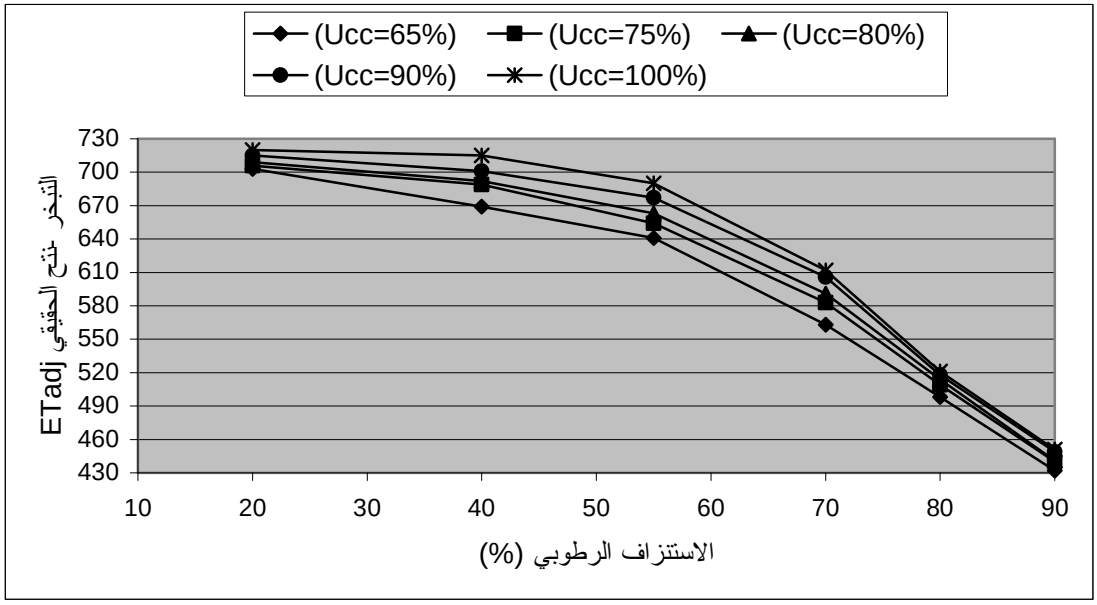
سبق وان تم تعريف نسبة ماء الغسل(البزل) (LF) من قبل [3] بأنها النسبة بين كمية مياه التخلل العميق (deep percolation) أو البزل إلى كمية مياه الري الكلية (التبخر- نتح زائدا التخلل العميق) ،أما متطلبات الغسل (LR) فقد عرفها [9] بأنها كمية المياه المضافة زيادة عن الاستهلاك المائي لغرض غسل الأملاح وإبقاء ملوحة التربة عند مستوى ملحي(توازن ملحي) مقبول، وعلى هذا الأساس فان نسبة ماء البزل (الغسل) تلبي جزءا من متطلبات الغسل او تزيد عنها ويبين الشكل (1) تأثير تناسق الإرواء على نسبة ماء البزل (LF) ،إذ يلاحظ إن نسبة ماء البزل تزداد مع تدهور درجة تناسق الإرواء ويرجع سبب ذلك إلى أن عمق البزل يزداد مع قلة درجة تناسق الارواء على الرغم من وجود الري الناقص

، أي انه حتى لعمق الارواء الذي هو بالأساس غير كاف للمحصول يلاحظ وجود فواقد تخلل عميق (مياه بزل) للحقل وتزداد كلما قلت درجة تناسق توزيع مياه الحقل ،ويعود سبب ذلك الى حصول بعض الأجزاء (المساحات) في الحقل عند الارواء على عمق ماء يزيد عن الاستنزاف الرطوبي لتلك الأجزاء والذي يذهب ضائعات تخلل عميق والتي بدورها تلبي جزء من متطلبات الغسل أو تزيد عنها.وبعبارة أخرى انه حتى في حالة وجود الري الناقص توجد هناك فواقد تخلل عميق (مياه بزل) تلبي جزءاً من متطلبات الغسل ناتجة عن عدم التناسق في توزيع المياه خلال عملية الارواء.

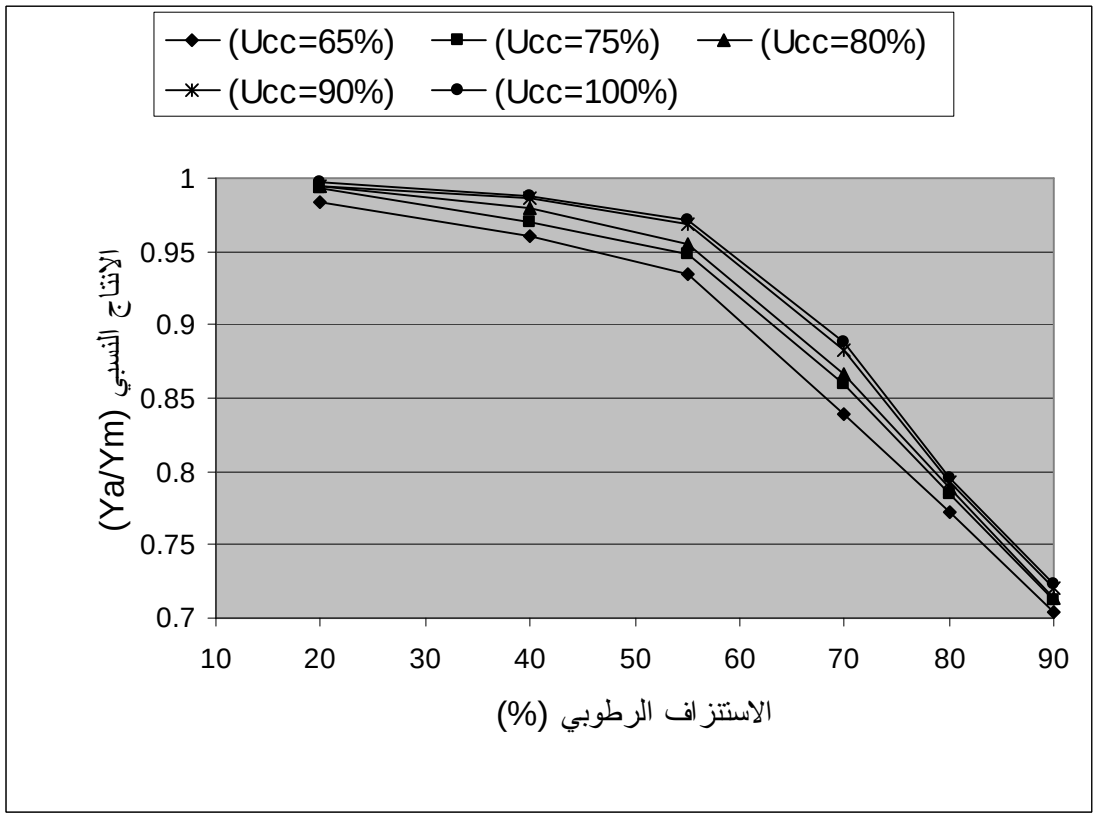


الشكل (1). تأثير تناسق الإرواء على نسبة ماء البزل LF .

تبين الأشكال (2) و (3) تأثير الاستنزاف الرطوبي على التبخر – نتح الحقيقي للمحصول والإنتاج على التوالي وبتأثير درجة تناسق الارواء Ucc إذ يلاحظ وبصورة عامة(دون تأثير الأملاح) إن مع زيادة الاستنزاف الرطوبي يقل التبخر – نتح للمحصول وبالتالي إنتاجيته ولكن هذه النسبة تقل مع زيادة التناسق حتى الوصول الى أعلى قيمة ممكنة للتناسق(Ucc=100%).



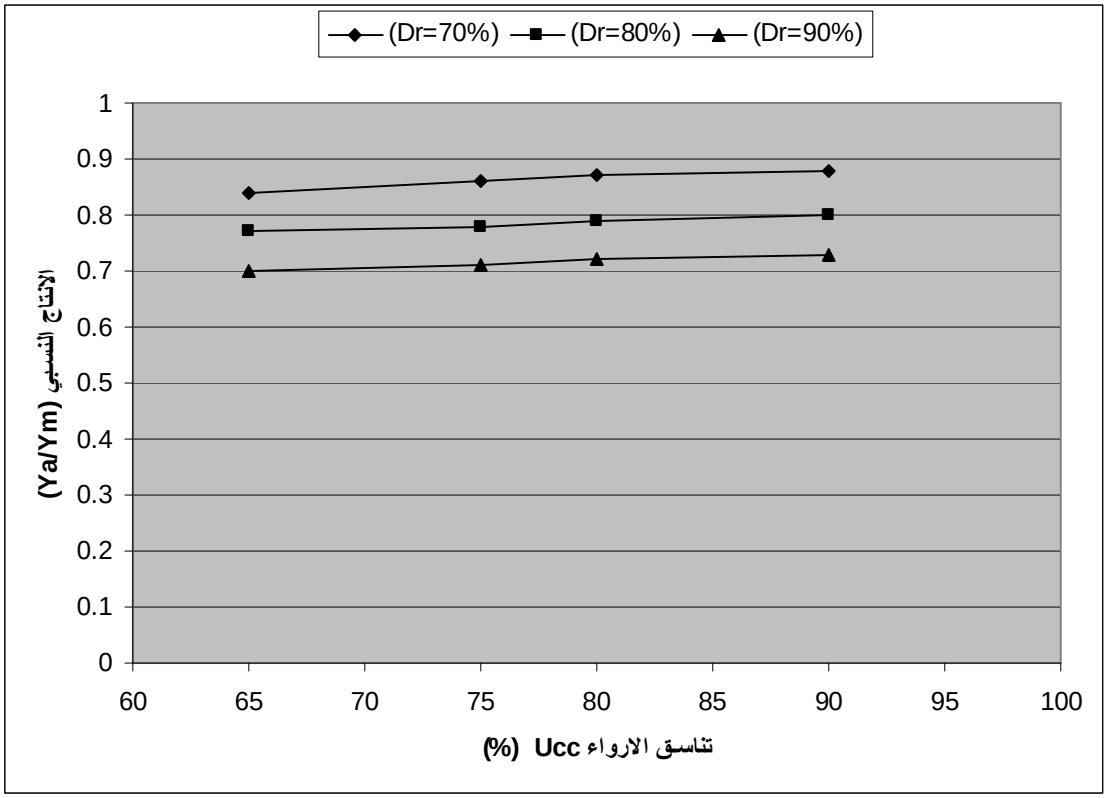
الشكل (2). تأثير الاستنزاف الرطوبي على التبخر- نتح الحقيقي للمحصول .



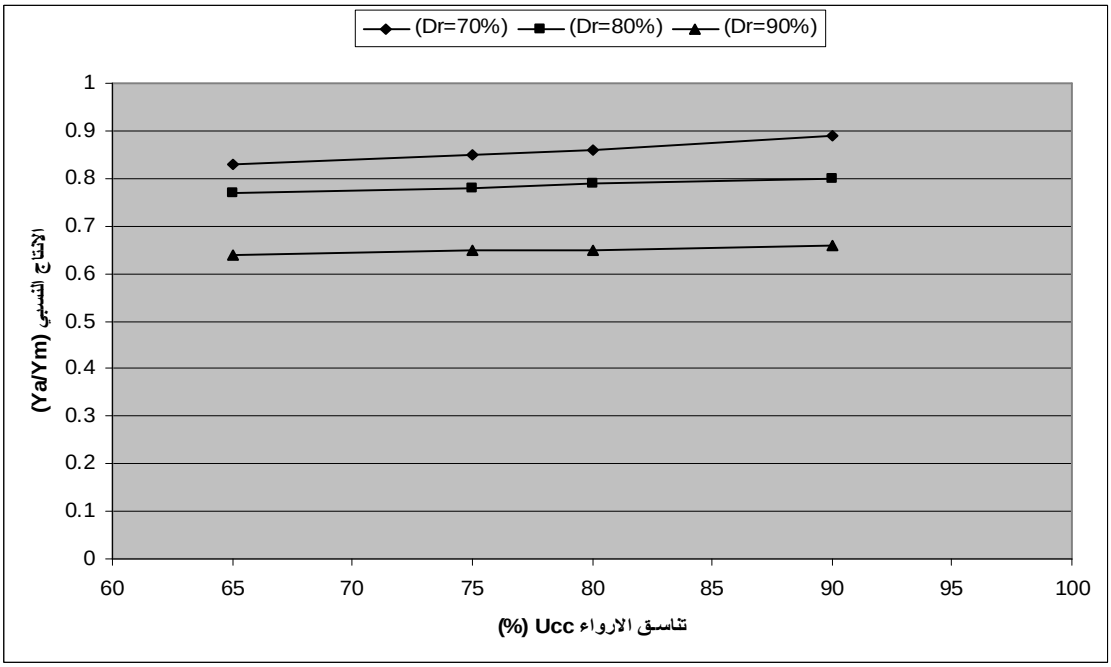
الشكل (3) . تأثير الاستنزاف الرطوبي على الإنتاج النسبي.

أما بالنسبة الى تأثير الأملاح فتعرض الأشكال من (4) الى (7) نتائج تشغيل النموذج تحت مستويات مختلفة من تناسق الارواء والري الناقص وملوحة ماء الري ،حيث يلاحظ إن نسبة النقص في الإنتاج تزداد بزيادة الاستنزاف الرطوبي وملوحة ماء الري وتقل مع زيادة درجة تناسق الارواء. ويكون تأثير الأملاح على الإنتاج اكبر بوجود الري الناقص(الاستنزاف الرطوبي ونسبة النقص في الري) أي انه يراعى عدم إجهاد النبات للمياه عند استخدام المياه

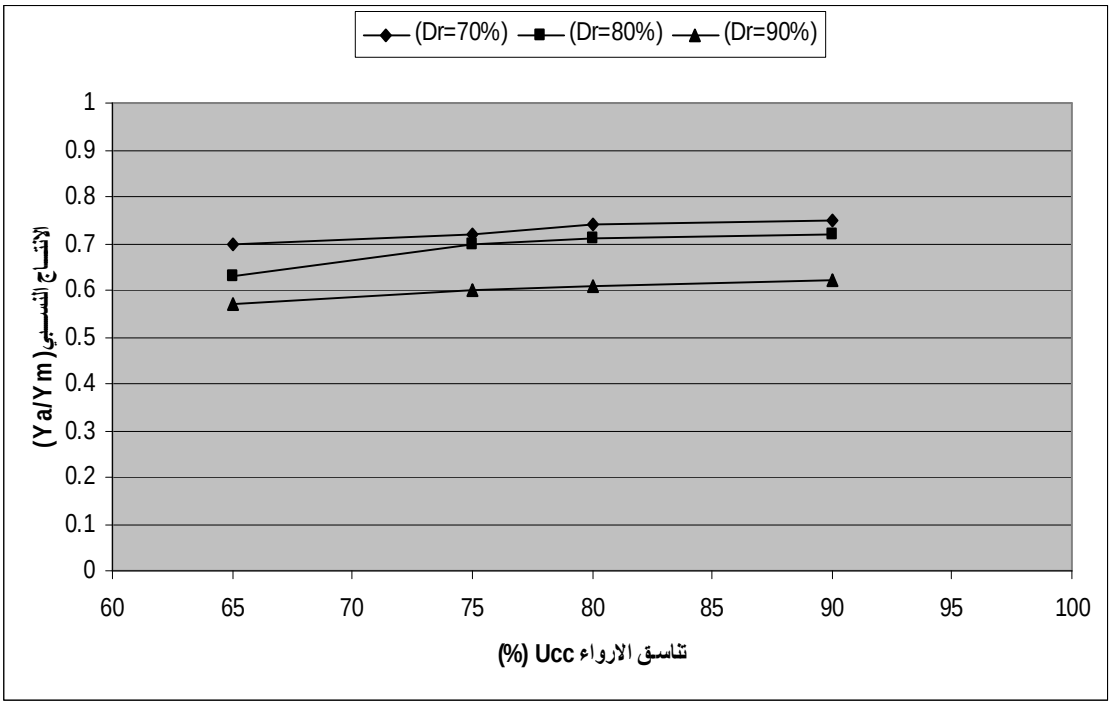
المالحة(مياه البزل) في ري المحاصيل ذات التحمل الملحي المقبول. ويبين الجدول (1) عدد الريات(عدا رية الإنبات) خلال الموسم مع تغير ملوحة ماء الري والري الناقص وبثبات درجة تناسق الارواء.



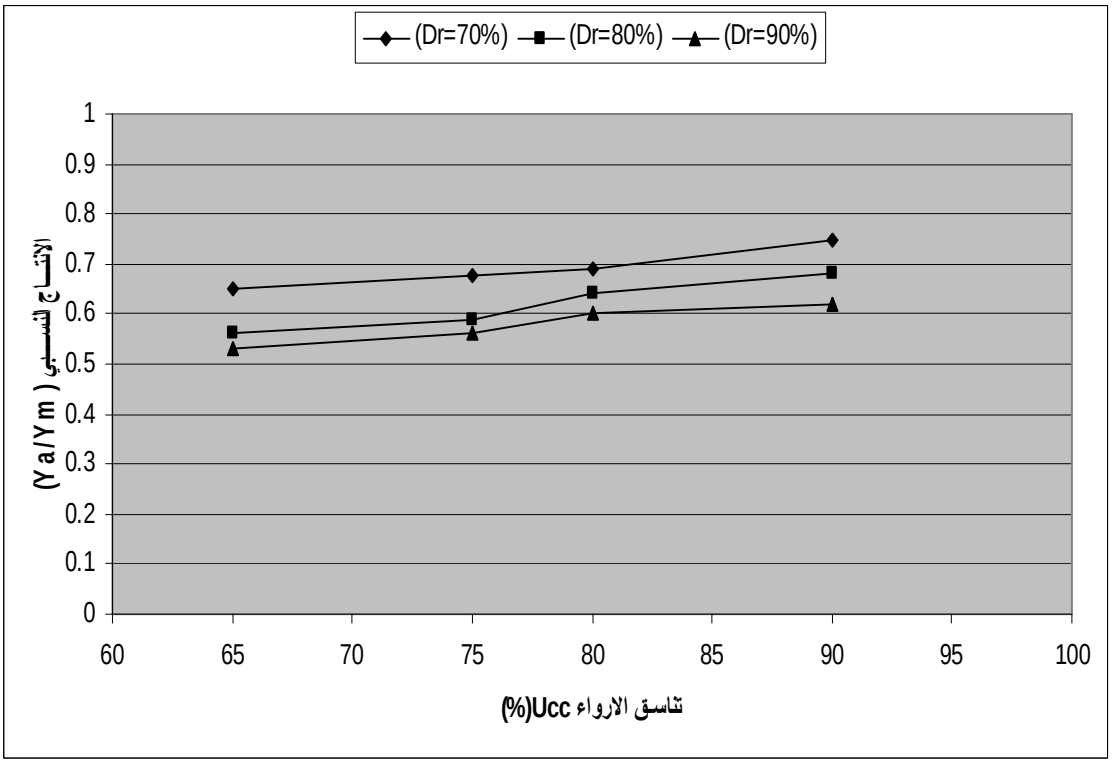
الشكل (4). نتائج تشغيل النموذج بمياه ري منخفضة الملوحة.



الشكل (5) . نتائج تشغيل النموذج بمياه ري متوسطة الملوحة.



الشكل (6). نتائج تشغيل النموذج بمياه ري مرتفعة الملوحة.



الشكل (7). نتائج تشغيل النموذج بمياه ري شديدة الملوحة.

الجدول (1). عدد الريات خلال الموسم .

ملوحة ماء الري	الاستنزاف الرطوبيDr	عدد الريات خلال الموسم لحالة نسبة النقص في الريDi:-						
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
منخفضة	70%	5	5	6	7	8	*	*
	80%	4	4	4	4	4	6	*
	90%	3	3	3	3	3	3	3
متوسطة	70%	4	4	4	4	5	*	*
	80%	3	3	3	3	4	5	*
	90%	2	2	2	2	2	3	3
شديدة	70%	3	4	4	4	5	*	*
	80%	3	3	3	3	4	4	*
	90%	1	1	1	2	2	2	2

* لم تشمل هذه الحالات بالدراسة لأن الفرق بين نسبة الاستنزاف الرطوبي قبل الري وبعده أقل من 30%.

5. الاستنتاجات

تبين من نتائج تشغيل النموذج بان هناك تأثير مباشر للأملاح على النتائج ولجميع الحالات المعتمدة حيث أوضحت النتائج إن نسبة النقص في الإنتاج تزداد بزيادة الاستنزاف الرطوبي وملوحة ماء الري وتقل مع زيادة درجة تناسق الارواء، لان التبخر- نتح الحقيقي للمحصول يزداد بزيادة تناسق الارواء ويقل بزيادة الاستنزاف الرطوبي (الري الناقص) وملوحة ماء الري. ويكون تأثير الأملاح على الإنتاج اكبر بوجود الري الناقص(الاستنزاف الرطوبي ونسبة النقص في الري)، لذا يتوجب زيادة كمية المياه المضافة للمحصول وعدد الريات كلما زادت كمية الأملاح الموجودة في ماء الري للتقليل من نسبة النقص في الإنتاج. وبمعنى آخر تقل كفاءة استخدام الري الناقص بوجود الملوحة في ماء الري.

كما أوضحت النتائج إن نسبة ماء البزل(نسبة ماء الغسل LF) تزداد مع تدهور درجة تناسق الارواء لان ضائعات الرشح العميق تزداد مع نقصان التناسق. ولوحظ أن بزيادة الاستنزاف الرطوبي (70%،80%،90%) وملوحة ماء الري يقل عدد الريات وتزداد الفاصلة بين الريات خلال الموسم بسبب انخفاض معدلات التبخر – نتح الحقيقي للمحصول مع قلة المحتوى الرطوبي وزيادة تركيز الأملاح في المنطقة الجذرية، في حين يزداد عدد الريات مع قلة أعماق المياه المضافة للمنطقة الجذرية (الزيادة في نسبة النقص في الري D_i) ودرجة تناسق توزيعها داخل الحقل خلال عملية الارواء لان الاستنزاف الرطوبي Dr يقل مع زيادة التناسق.

6. المصادر

[1] FAO, (1974) .Crop water requirements .Irrigation and Drainage paper NO.24,Rome ,United Nations.

[2] FAO, (1979) .Yield response to water .Irrigation and Drainage paper NO.33, Rome ,United Nations.

[3] FAO,(1992).The use of saline waters for crop production .Irrigation and Drainage paper NO.48, Rome, United Nations.

[4] FAO, (1992).Waste water treatment and use in agriculture. Irrigation and Drainage paper NO.47, Rome, United Nations.

[5] FAO,(1998).Crop evapotranspiration guidelines computing crop water requirements Irrigation and Drainage paper NO.56, Rome, United Nations.

[6] Kirda, C.(2002). Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. In: Deficit Irrigation Practices. Water Report NO.22. FAO, Rome, Italy.

[7] Ragab, R.(1996).Constraint and applicability of irrigation scheduling under limited water resource, variable rainfall and saline conditions. Water reports NO.8,FAO,Rome.

[8] Yasin, H.I.(1984) .Effect of riser height and pressure on uniformity of water distribution under stationary sprinkler system. M.Sc.,University of Mosul, Iraq, (1984).

[9] الدباغ، عبد الستار يونس وأنغام عزالدين علي(1992)، "هندسة البزل"، دار الكتب للطباعة والنشر،جامعة الموصل.

[10]الزيدي، باسم محمد نصيف(2008)، "تأثير تناسق الارواء في الانتاج تحت الري بالرش الناقص"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل.

[11]اليونس ،عبد الحميد احمد، ومحفوظ عبد القادر محمد(1987) ، "محاصيل الحبوب "، دار الكتب للطباعة والنشر،جامعة الموصل.

[12]جلو، رياض عبد الجليل (2001) ، "استنباط وتقويم هجن فردية مبكرة للزراعة الخريفية من الذرة الصفراء محلياً"، مجلة الزراعة العراقية ، العدد الأول ، المجلد السادس.

[13]حاجم ، احمد يوسف وحقي اسماعيل ياسين (1992) ،" هندسة نظم الري الحقلي"، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، (1992).

[14]سكلا، شارل شكري (1981) ،"هندسة الري والبزل"،المكتبة الوطنية ببغداد، جامعة بغداد،1981.

[15]شيت ، إيمان حازم (2006)،" التخطيط الأمثل للري الناقص في منطقة الجزيرة "، أطروحة دكتوراه ، جامعة الموصل ، كلية الهندسة.

7. قائمة الرموز

الرمز	التعريف	الوحدة
b	النسبة المئوية للإنتاج المتوقع هبوطها عند زيادة Ece وحدة واحدة .	%
D_i	نسبة النقص في الري مباشرة بعد الارواء	%
Diw	عمق ماء الري(ملم)	ملم
Ddw	عمق ماء البزل (ملم)	ملم
Dp	التخلل العميق الخارج من المنطقة الجذرية	ملم
Dr	إجمالي ماء التربة المستنزف	ملم
D_r *	معدل نسبة الاستنزاف الرطوبي المعتمد للحقل مباشرة قبل الارواء	%
Ece	التوصيل الكهربائي للمنطقة الجذرية	ds/m
Eciw	التوصيل الكهربائي لماء الري	ds/m
$Ece_{threshold}$	الحد الحرج لنسبة الأملاح في التربة الذي يسبب خفض بالإنتاج	ds/m
ET_c	التبخر - نتح للمحصول	ملم/يوم
ET_{adj}	التبخر - نتح الحقيقي(المصحح) للمحصول	ملم/يوم
ET_o	التبخر - نتح المرجعي	ملم/يوم
GW	المياه الجوفية الداخلة للمنطقة الجذرية	ملم
I	عمق الري	ملم
Iv	معدل عمق الارواء للحقل	ملم
K_c	معامل المحصول	-
K_s	معامل جهد ماء التربة	-
K_y	معامل استجابة الإنتاج للماء	-
LR	متطلبات الغسل	%
LF	نسبة ماء الغسل	%
n	عدد نقاط القياس أو القراءات	-
P	الأمطار الساقطة	ملم
RAW	الماء المتيسر في المنطقة الجذرية	ملم
TAW	الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية	ملم
Ucc	معامل Christiansen للتناسق	%
y_a	الإنتاج الحقيقي للمحصول	كغم/هكتار
y_m	أقصى إنتاج (المتوقع) للمحصول من دون التأثر بجهد ماء التربة	كغم/هكتار
x_i	عمق الماء الواصل للأرض والمقاس بمقياس المطر عند أي نقطة	ملم
$\bar{x}$	معدل أو متوسط الأعماق للقراءات	ملم

θ_{fc}	المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية على أساس حجمي	-
θ_{wp}	المحتوى الرطوبي عند نقطة الذبول على أساس حجمي	-
Z_r	عمق المنطقة الجذرية	ملم