ISSN: 1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
العدد الخاص للمؤتمر العلمي الأول
المجلد-2، العدد-2، 2010

جدولة ري محصول الذرة الصفراء باستخدام المياه المالحة ومعامل الغسل

سيف الدين عبد الرزاق سالم
جامعة الانبار - مركز دراسات الصحراء
E-mail:saifdseen1s@yahoo.com

الكلمات المفتاحية: جدولة ري، الذرة الصفراء، المياه المالحة.

تاريخ الاستلام:2009/12/4 تاريخ القبول:2010/6/15

المستخلص:

تم اختيار إضافة 50% اقل ما يمكن من متطلبات الغسل لتقليل الأثر السلبي للمياه الملحية في الزراعة الاروائية. وذلك بتنفيذ تجربة في تربة ذات نسجة مزيجة طينية استخدمت فيها ثلاث نوعيات من المياه هي: مياه نهر (EC = 1.4 و SAR=2.0) ومياه بئر مالحة (EC=4.99 و SAR= 7.5) ومياه مخلوطة بنسبة 1:1 من هذين النوعين (EC=3.1 و SAR=5.0) وذلك لري محصول الذرة الصفراء خلال الموسم الخريفي 2006. حسبت نسبة 50% من متطلبات الغسل لكل نوعية من المياه المستخدمة وفق المعادلات الواردة في دليل نوعية مياه الري الصادر عن منظمة الغذاء والزراعة للأمم المتحدة (FAO) وكانت قيمها 5 و 15 و 30% لكل من مياه النهر والمياه المخلوطة والمياه المالحة على التوالي، تمت عملية الري باستخدام شبكة من الأنابيب الرئيسية والفرعية صممت لهذا الغرض. تمت مراقبة رطوبة التربة باستخدام جهاز تشتت النيترونات.
اظهرت النتائج إن استخدام المياه المخلوطة والمياه المالحة في ري نباتات الذرة الصفراء قد أدت إلى زيادة معنوية في ملوحة التربة السطحية (صفرالى 40سم).بلغت 1.4و1.8 مرة عما كانت عليه قبل الزراعة. حصلت زيادة معنوية في قيمة معامل الكسر في التربة المروية بالمياه المالحة بلغت 68% وانخفاض معنوي في متوسط القطر الموزون مقداره 33% مقارنة مع مياه النهر. أدى استخدام المياه المالحة اختزالا معنويا في الحاصل النسبي لمحصول الذرة الصفراء بلغ 23% مقارنة مع مياه النهر.في حين لم تحصل فروق معنوية بين المياه المخلوطة ومياه النهر في تأثيرهما في معامل الكسر ومتوسط لقطر الموزون والحاصل النسبي. من هذا يتضح إن إضافة 50% من الحد الادني لمتطلبات غسل لم تكن كافية للمحافظة على التوازن الملحي وأهمية زيادة الكميات المضافة من المياه المالحة لاسيما في الترب الناعمة النسجة كتربة الدراسة.

IRRIGATION SCHEDULING OF CORN (*Zea mays* L.) BY USING SALINE WATER AND LEACHING

Saifuldeen A. Salim
University of Anbar – Center of Desert Studies

Key words: Irrigation Scheduling, Corn, Saline Water.

Received: 4/12/2009 **Accepted:15/6/2010**

Abstract:

Less than 50% of leaching requirement application was chosen in order to reduce the negative offect of saline water in irrigation forming by conducting an experiment on clay loam soil, three qualities of water were : river water (Ec 1.4, SAR 2) saline well water (Ec 4.99 ds/m, SAR 7.5), and mixed water with 1:1 ratio from both above mentioned waters (Ec 3.1 ds/m, SAR 5), to irrigate corn plants during fall season (2006). The (50% leaching requirements) for each quality of used waters was calculated based on equation mentioned in FAO irrigation water quality index). Were the values (5,15,30%) for each of (river water, mixed water, saline well water) respectively.

Irrigation practices were applied by using a net of main and sub-main pipes, was designed for this purpose. Soil moisture was monitored by using netron probe device.

The results showed that the use of mixed and saline water to Irrigate corn plants resulted in significant increase in soil surface (0-0.40 m) salinity which was 1.4 and 1.8 times more than pre planting. A significant increases in modulous ofrupture in soil irrigation with saline water, by 68% and a significant decreases in mean weight diameter by 33% compared with river water. Significant reduction by (23%) in relative yield of corn compared with river water, on the other hand no significant reduction was shown between mixed and river water on their effect on modulus of rupture and mean weight diameter and relative yield.

It was calculated that the addition of 50% of minimum leaching fraction was not adequate for maintaining salt balance, and the importance of increasing saline water application, especially is fine-texturel soil like study soil.

المقدمة:

تظهر مشكلة تراكم الأملاح في الأراضي المروية بسبب وجود الأملاح بكميات متفاوتة في جميع مياه الري. حيث إن المحاصيل الزراعية يمكنها أن تمتص جزءا يسيرا" من هذه الأملاح ويؤدي تراكمها في التربة في كثير من الأحيان إلى نتائج سلبية في الحاصل وخصائص التربة (1964,Bernstein). إذ أن التراكيز العالية لملوحة ماء الري لها تأثيرات مباشرة في خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية مما ينشأ وسطا غير ملائم لنمو النبات (1985,Ayers and Wescot) . في هذا الصدد أشار عدد من الباحثين (فهد وجماعته 1999 و 1978,Downton، 1986 وMiyamota et.al إلى إن استخدام مياه مختلفة المحتوى الملحي وبدون وسائل ادارة قد ادى الى ارتفاع ملوحة التربة مما انعكس سلبا على نمو وانتاج المحاصيل الزراعية. لذا يتوجب الحد من تراكم الاملاح في منطقة الجذور او خفض مستوى الملوحة في المحيط الجذري في الاقل الى مستوى يتحمله المحصول. ولضمان ذلك من الضروري ان يكون مقدار المياه المضافة كافيا لتغطية الاحتياجات المائية في عملية التبخر نتح (Evapotranspiration) مضافا اليها متطلبات الغسل. والتي تعرف بانها مياه الري المضافة بكميات اكبر من الاستهلاك المائي للمحصول والتي تعمل على غسل الاملاح والنزول بها الى الى ما دون المنطقة الجذرية لضمان مستوى مقبول للملوحة.

تختلف الملوحة الملوحة المتراكمة مع اختلاف متطلبات الغسل وعمق المنطقة الجذرية. وبشكل عام تزداد الملوحة عند تقليل متطلبات الغسل وزيادة العمق في المنطقة الجذرية. اشار (Oster et.al، 1984)الى زيادة احتياجات مياه الغسل بزيادة ملوحة مياه الري والتربة وحساسية النبات. اشار (1992,Roades et.al) في دراسة قام بها الى العلاقة بين ملوحة التربة (ECe) وملوحة مياه الري (ECiw) ومتطلبات الغسل وذلك لغرض الوصول الى ملوحة ملائمة لنمو النبات في الطبقة الجذرية. يعد مفهوم علاقة الانتاج-ملوحة من المفاهيم الذي يعكس الانخفاض في الحاصل بموجب الملوحة. يفترض المفهوم بانه تحت ظروف الادارة الطبيعية يبقى انتاج المحصول عند حدوده المثلى الى الحد الذي يصل فيه محلول التربة الى عتبة الملوحة. ان الدراسات في هذا المجال محدودة فضلا عن ان نتائجها تعتمد اساسا على الظروف الجوية السائدة وظروف التربة التي تجري فيها التجارب .

تهدف هذه الدراسة الى تحديد اهمية وسائل ادارة الري الخاصة باضافة متطلبات الغسل في تقليل الاثر السلبي للمياه المالحة في الزراعة الاروائية وعلاقة ذلك بالمقنن المائي و مفهوم علاقة الانتاج-ملوحة.

المواد وطرائق العمل:

تم تنفيذ تجربة حقلية في طينية تربة مزيجة . (جدول- 1) يوضح بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة. استخدمت فيها ثلاث نوعيات من المياه لري محصول الذرة الصفراء: مياه نهر ذات توصيل كهربائي 1.4 ديسمينز/م ونسبة امتزاز الصوديوم 2.0 ومياه بئر مالحة ذات توصيل كهربائي 5.0 ديسيمنز/م وسبة امتزاز الصوديوم 7.5 ومياه مخلوطة بنسبة 1:1 من هذين النوعين ذات توصيل كهربائي 3.2 ديسيمنز/م ونسبة امتزاز الصوديوم 5.1.

جدول -1: بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة

الخصائص	القيمة
الرمل(غم/كغم)	300.0
الغرين(غم/كغم)	323.0
الطين(غم/كغم)	377.0
النسجة	مزيجة طينية
الكثافة الظاهرية (ميكاغرام/م^3)	1.34
معدل القطر الموزون (مم)	1.41
معامل الكسر(كيلو باسكال)	392.8
التوصيل الكهربائي(ديسيمنز/م)	3.3
اس الهيدروجين	8.1
نسبة امتزاز الصوديوم (ملي مول$^{-1/2}$)	5.2

اضيفت متطلبات الغسل لكل نوعية من المياه المستخدمة مقدارها 50% من اقل ما يمكن من متطلبات الغسل (Minimum Leaching Requirement) من اجل تقليل الهدر في المياه. وذلك بحسب المعادلات الواردة في دليل نوعية مياه الري الصادر عن منظمة الغذاء والزراعة للامم المتحدة (Ayers and Wescot,1985) :

$$LR = ECiw/(5(ECe - ECiw).....(1)$$

حيث ان : LR= اقل ما يمكن من متطلبات غسل للسيطرة على الملوحة معبرا عنها بكسر عشري

ECiw= ملوحة مياه الري المضافة (ديسيسمنز/م)

ECe= ملوحة التربة (ديسيمنز/م) التي يكون فيها الفقدان 3.2% من الحاصل (1 ديسمينز/م بالنسبة لمحصول الذرة الصفراء تحت ظروف العراق). ومن خلال المعطيات اعلاه يمكن حساب عمق الماء المضاف لغرض تغطية حاجة الاستهلاك للمحصول ومتطلبات الغسل حسب المعادلة الاتية:

$$AW = ET/(1 - LR).....(2)$$

حيث ان : AW= عمق الماء المضاف (مم/موسم)

ET= مجموع الاستهلاك المائي للمحصول (بلغ 500 مم بالنسبة لمحصول الذرة الصفراء)

LR= متطلبات الغسل معبرا عنها بجزء عشري (Fraction).

حسبت متطلبات الغسل (LR) وكمية الماء الواجب اضافتها (AW) لكل نوعية من المياه المستخدمة وكانت (0.05 و526) لمياه النهر و (0.15 و 588) للمياه المخلوطة و (0.30 و734) على التوالي.

أجريت عمليات تحضير الارض وبعد ذلك جرى تسوية الحقل وتقسيمه الى ثلاث قطاعات متساوية مع ترك فاصلة 2.0 م بين القطاعات لغرض السيطرة على حركة الماء والاملاح وقسم كل قطاع الى ثلاث وحات تجريبية ذات ابعاد ض2 X 3 م مع ترك فاصلة بمقدار 2م بينهما. زرعت بذور الصنف 106 بتاريخ 23 تموز في خطوط ،بمسافة 75 سم بين خط واخر، وبين جورة واخرى 25 سم.

استعملت انابيب معدنية بقطر 5سم ربطت في نهاياتها عدادات لقياس تصريف الماء المضاف لكل لوح. ربطت شبكة الانابيب الفرعية مع انابيب رئيسة قطرها 7.5 سم مربوطة إلى مضخة ديزل منصوبة على خزان ماء ارضي مبطن ذو ابعاد 1.5x25x23 م يستلم الماء من نهر دجلة مصدرا" لمياه الري. تم حساب عمق الماء الواجب اضافتة بأستعمال المعادلة الاتية:

$$d = (\theta fc - \theta bi)\ D \qquad (3)$$

أذ أن

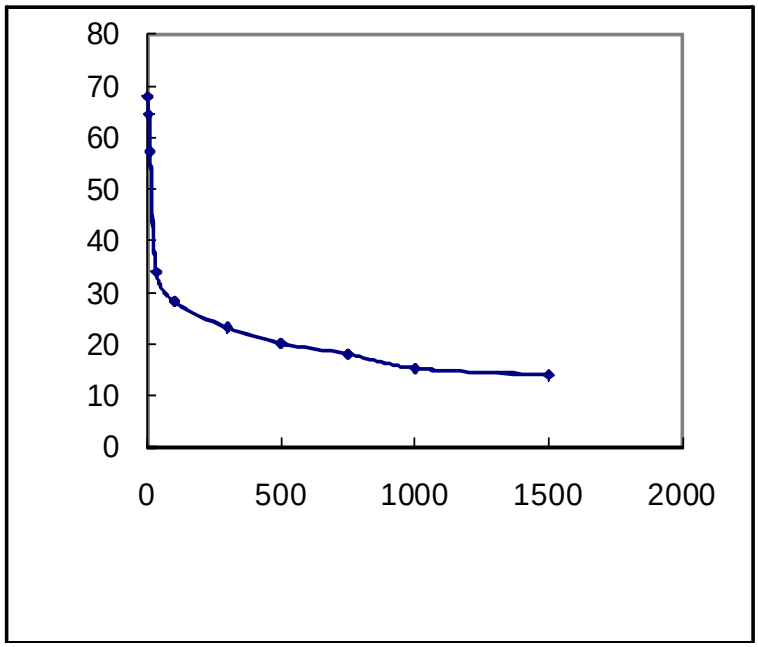
d= عمق الماء المضاف (مم)

θ_{fc} = الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية

θ_{bi} = الرطوبة الحجمية قبل الري

D = عمق التربة عند الحد الاسفل المجموع الجذري الفعال

استعمل مقياس الرطوبة النيتروني نوع CPN(503 DRHydroprobe) في قياس المحتوى الرطوبي للتربة. تم تعيير المقياس حقليا" بمقارنة نسبة العد عند العمق المطلوب إلى العد القياسي مع محتوى الرطوبة الحجمي و استنبطت المعادلة الآتية من المعايرة الحقلية:-



أذ أن
θ = المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة
CR = نسبة العد (قراءة المقياس في التربة / القراءة القياسية في الماء)
استعملت المعادلة (3) لايجاد المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة عند العمق المحدد والزمن المحدد من بيانات نسبة العد. حدد الماء الجاهز من خلال منحنى المواصفات الرطوبية (شكل1).

الاستهلاك المائي:

أستعملت معادلة التوازن المائي (معادلة 3) في حساب الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول(ET_a) بتقدير الخزين المائي في منطقة الجذور الفعالة (0 -20 .0 م) من بداية الموسم إلى نهاية النمو الخضري و 0-0.4 م عند فترتي التزهير وتكوين الحاصل) بوساطة الفرق بين ريتين (جميع القياسات بالملمتر) وكالاتي:

$$\Delta s = (P+I+C)-(ET_a+R+D) \qquad (3)$$

أذ أن:
ΔS = التغير في مخزون التربة المائي
P = كمية الامطار (مم)
I = الري (مم)
C = حركة الماء بالخاصية الشعرية (مم)
ET_a =الاستهلاك المائي الفعلي
R = السيح (مم)
D = الرشح العميق (مم)

التبخر المرجعي (ET_o) والتبخر من حوض التبخر (E_p):

تم اعتماد معادلة بنمان مونتيث (معادلة 4) في قياس الاستهلاك المائي المرجعي وذلك اعتمادا على برنامج (1992,Cropwat,Smith)

أذ أن:
ET_o = التبخر نتح المرجعي للمحصول (مم / يوم)
Rn = صافي الاشعاع عند سطح المحصول (ميكاجول / م ^{2} يوم)
G = تدفق حرارة التربة (ميكاجول / م ^{2} يوم)
T = متوسط درجة الحرارة (م^0)

$$ET_o = \frac{\left(0.408 \times \Delta(R_n - G) + \gamma\left(\frac{900}{T+273} U_2 (e_a - e_d)\right)\right)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \qquad (4)$$

U2 = سرعة الريح مقاسة عند ارتفاع 2م (م / ثانية)
ea-ed= النقص في ضغط البخار (كيلو باسكال)
Δ= أنحدار منحنى ضغط البخار (كيلو باسكال/ م^0)
Y = ثابت الرطوبة (كيلو باسكال/ م^0)
900 = عامل تحويل

كان قياس كمية الماء المتبخر موقعيا" بأستخدام حوض التبخر صنف-A(Kirdaوأخرون،1997) وحسب ثابت المحصول(K_c) لبنات الذرة الصفراء باستعمال المعادلات الاتية:

$$ETa = Kp * Epan \qquad (5)$$

$$ETa = Kc * ETo \qquad (6)$$

$$ETa = Kcp * Epan \qquad (7)$$

إذ أن :
ET_a = التبخر نتح الفعلي (مم)
K_p = ثابت حوض التبخر ويعتمد على سرعة الرياح والرطوبة النسبية
E_{pan} = التبخر من حوض التبخر (مم)
ET_o = التبخر نتح المرجعي محسوبا بمعادلة بنمان-مونتيث (مم)
Kc_p = ثابت حوض التبخر للمحصول
K_c =ثابت المحصول

قدرت كفاءة استخدام الماء الحقلي والمحصولي حسب المعادلتين الاتيتين:

$$WUEf = Yield / ET_a \qquad (8)$$

$$WUEf = Yield / Waterapplied \qquad (9)$$

أذ أن:
WUE_f = كفاءة استخدام الماء الحقلي (كغم/م^3)
WUE_c = كفاءة استخدام الماء المحصولي (كغم/م^3)

Yield = حاصل الحبوب (كغم)
ET_a = التبخر نتح الفعلي (مم)

حيث ان:

K_c = معامل المحصول
ET_a وK_{pan} = عرفت سابقاً

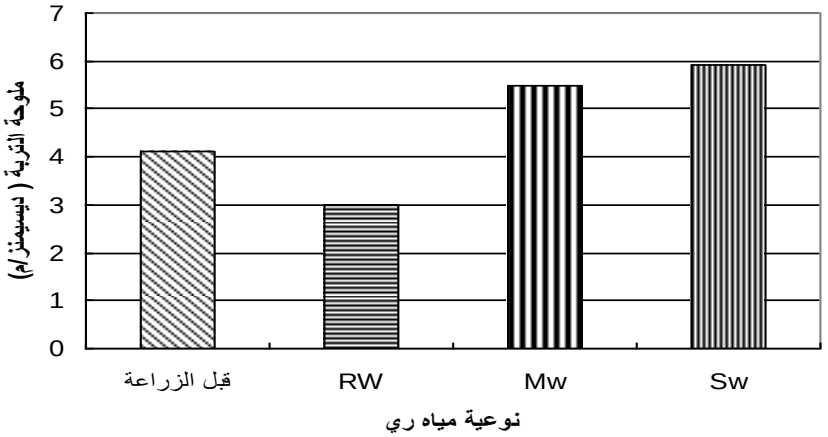
قدر مفهوم علاقة الانتاج-ملوحة باستخدام المعادلة الاتية:
أذ أن:

Ya = الحاصل الفعلي
Ym = الانتاج الاعظم المتوقع عندما تكون ECe <ECe threshold
ECe = متوسط ملوحة مستخلص العجينة المشبعة للمنطقة الجذرية (ديسيمنز/م)
ECthreshold =الايصالية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة عند عتبة مستخلص العجينة عند الانخفاض الأول لإنتاج المحصول دون الإنتاج الأعظم [Ym ديسيمنز/م]
b= الاختزال في الإنتاج لكل وحدة زيادة في [ECe Ym ديسيمنز/م]

النتائج والمناقشة:

يبين (شكل-2) إن استخدام المياه المخلوطة والمياه المالحة في ري محصول الذرة الصفراء قد أدى إلى زيادة ملوحة التربة بشكل معنوي بلغت 1.4 و 1.8 مرة عما كانت عليه قبل الزراعة وذلك في طبقة التربة السطحية (صفر – 0.40م).
يعزى سبب ذلك إلى ارتفاع معدلات التبخرنتح في شهر تموز إلى منتصف شهر أيلول بسبب ارتفاع درجات الحرارة التي بلغ متوسطها 39م^0 (جدول- 1). أدت درجات الحرارة المرتفعة إلى المساعدة في تجمع الأملاح في التربة وقللت من فرص الغسل، فضلا عن استخدام 50% من حد الادني لمتطلبات الغسل.

وفي هذا المجال فانه من الضروري جدولة الري بإضافة أعماق مياه ري تتعدى عمق المنطقة الجذرية عند استخدام مياه مالحة ، وخاصة في الترب ناعمة النسجة كترب الدراسة. يتفق هذا مع ما وجده (Oster and Robinsion, 1984و (1992,Roades et al) الذين أوضحوا بأنه يفضل زيادة أعماق مياه الري عند استخدام متطلبات غسل اقل من 50% تؤدي إلى خفض الملوحة عن المستويات التي كانت عليها. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (مهدي،1995) الذي لاحظ زيادة ملوحة التربة السطحية (0-0.30 م) في تجربة حقلية استخدمت فيها مياه تراوحت ملوحتها 1.4 إلى 5.3 ديسيمنز/م عند ري محصول الحنطة في تربة ذات نسجة طينية غرينية. يبين (جدول-3) تأثير نوعيات مياه الري المختلفة في الكثافة الظاهرية ومعامل الكسر ومتوسط القطر الموزون لطبقة التربة السطحية (صفر-0.20م) بعد حصاد محصول الذرة الصفراء. لم تظهر فروق معنوية بين نوعيات مياه الري المستخدمة في تأثيرها في كثافة التربة الظاهرية، إذ تراوحت بين 1.34 و 1.37 ميكاغرام/م^3 بعد الحصاد.
أدى استخدام المياه المالحة إلى انخفاض متوسط القطر الموزون بلغ مقداره 33% مقارنة مع مياه النهر. من الجهة الأخرى لم تظهر فروقا معنوية بين المياه المخلوطة ومياه النهر في تأثيرهما في معامل الكسرومتوسط القطر الموزون.
يعود سبب تأثير المياه المالحة إلى زيادة تركيز الأملاح ونسبة امتزاز الصوديوم الممتز تعمل على تشتت دقائق التربة وتكوين طبقة متصلبة في سطح التربة. أشارت بعض الدراسات (عبود 1998 ; النايلسي 1997 ; Rengasmy et al 1984,) إلى إن زيادة تركيز الصوديوم يؤدي إلى تحطيم التجمعات وتقليل متوسط القطر الموزون نتيجة عملية التي يحدثها ايون الصوديوم وان هناك ارتباطا معنويا موجبا بين تركيز الصوديوم ونسبة التفريق الذاتي للطين في طبقات التربة السطحية وتحت السطحية.

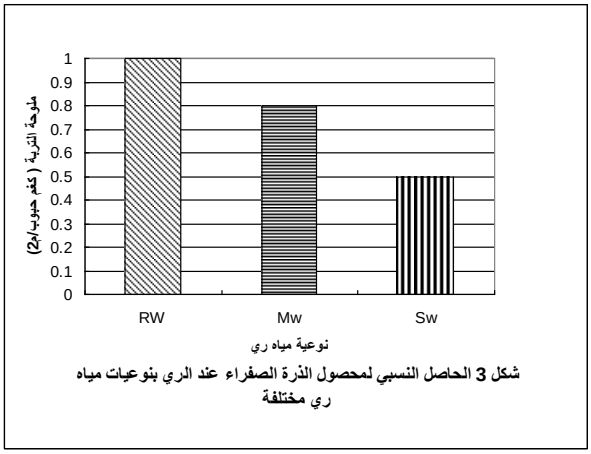


شكل 2 التوصيل الكهربائي (ديسيمنز /م) لمستخلص العجينة المشبعة قبل الزراعة وبعد حصاد محصول الذرة الصفراء لطبقة التربة السطحية لمعاملات الري (صفر-0.4 م)

جدول 3: الكثافة الظاهرية ومعامل الكسر ومتوسط القطر الموزون بعد حصاد محصول الذرة الصفراء.

نوعية مياه الري	الكثافة الظاهرية(ميكاغرام/م)	معامل الكسر (كيلوباسكال)	متوسط القطر الموزون(مم)
مياه نهر	1.32a	394.2b	1.38a
مياه مخلوطة	1.35a	420.1b	1.30a
مياه مالحة	1.36a	650a	0.91b
LSD0.05	NS	42.1	0.14

اظهرت نوعيات مياه الري المستخدمة حصول انخفاض معنوي في الحاصل النسبي لحبوب الذرة الصفراء بلغ 30% مقارنة مع مياه النهر(شكل3). أوضحت بعض الدراسات (Hamdy 199;Mass and Nieman 1978) الى تأثير الأملاح في جاهزية الماء للنبات والتي تعمل على اختزالالتبخرنتح فضلا عن الألفة العالية بين الماء والأملاح، يتطلب بدوره طاقة إضافية لاستخلاص الماء علاوة على تأثير الملوحة غير المباشر في بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والتي تنعكس على التربة كوسط لنمو النباتRoades et.al) (1992).



شكل 3 الحاصل النسبي لمحصول الذرة الصفراء عند الري بنوعيات مياه ري مختلفة

جدول-4: التبخرنتح المرجعي (ET_o) المحسوب على أساس معادلة بنمان مونتيث –FAO المطورة والتبخر من حوض التبخر صنف–A من الزراعة الى الحصاد.

الاشهر	التبخرنتح المرجعي(ET_0) (مم)	التبخر من حوض التبخر صنف (A) (مم)
تموز	76.32	49
اب	165.23	150
ايلول	139.2	127
تشرين اول	147.56	86.1
تشرين ثاني	76.95	41.36

يظهر (جدول-4) التبخرنتح المرجعي (ET_o) المحسوب على اساس معادلة بنمان مونتيث –FAO المطورة والتبخر من حوض التبخر صنف-A . يلاحظ بان أعلى تبخرنتح مرجعي كان في شهر أب بلغ 165.23 مم. فيما بلغ أعلى تبخر من حوض التبخر 150 مم في شهر أب أيضا وهذا يعود إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة في هذا الشهر مقارنة مع بقية الأشهر من السنة(جدول-5).

جدول 5: درجات الحرارة العظمى والصغرى والمتوسط (م^0) لموسم الزراعة

الاشهر	درجة الحرارة العظمى(م^0)	درجة االحرارة الصغرى(م^0)	المتوسط (م^0)
تموز	43.53	24.31	33.92
اب	43.6	24.31	34
ايلول	38.6	19.1	29.0
تشرين اول	34	13.6	23.8
تشرين ثاني	23.38	6.99	15

أدى استخدام نوعيات مياه مختلفة إلى حصول انخفاض معنوي في حاصل الحبوب نتيجة استخدام مياه مالحة مقارنة بمعاملة المقارنة و بنسبة 30.5% والتي لم تظهر فروق معنوية بينها وبين معاملة استخدام مياه مخلوطة ، يعزى ذلك ربما إلى إن استخدام متطلب غسل 0.15 قد أدى إلى زيادة عمق الماء المضاف الذي أدى بدوره إلى إزاحة الأملاح خارج حيز الجذور مما قلل من التأثير الضار للأملاح (فهد وآخرون، 1999). ظهر انخفاض معنوي في كفاءة استخدام الماء بنسبة 31 و 37.5% عند استخدام مياه مخلوطة ومياه مالحة ، على التوالي. يعزى سبب ذلك ربما إلى الاختلافات في معامل الغسل والاختلافات في حاصل الحبوب والى استهلاكهما لأعماق مياه متفاوتة.

قدرت قيم علاقة الإنتاج-ملوحة (b) من المعادلة 10 ، اذ بلغت قيمتها للمياه المخلوطة -47.5 ، فيما بلغت -50 للمياه المالحة.

جدول-6: الاختلاف في كفاءة استخدام الماء الحقلي والمحصولي وحاصل البذور لمحصول الذرة الصفراء بسبب اختلاف نوعية مياه الري

المعاملات نوعية مياه الري	حاصل الحبوب (طن/هكتار)	كفاءة استخدام الماء (كغم حبوب/م^3 ماء)	علاقة الانتاج-ملوحة(b)معادلة 10
مياه نهر	8.500a	1.6a	-
مياه مخلوطة	5.900b	1.0b	-50
مياه مالحة	7.900ac	1.11bc	-47.5
$LSD_{0.05}$	1.79	0.15	

المصادر العربية:

1-النابلسي، يحيى،1997. تأثير مياه الصرف وتواتر الري ونوع المحصول على الخواص الكيمياوية للتربة. مجلة البحوث الزراعية العربية، المجلد الاول.
2-عبد، مهدي عبد الكاظم،1995. دراسة نوعية مياه نهر صدام وامكانية استخدامها في الزراعة. اطروحة دكتوراهكلية الزراعة والغابات- جامعة الموصل- العراق.
3-عبود، هادي ياسر،1998. تأثير ملوحة التربة ونسبة المغنيسيوم الى الكالسيوم في مياه الري على بعض صفات التربة وجاهزية بعض العناصر الغذائية. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة –جامعة بغداد، العراق
4-فهد، علي عبد و رمزي محمد شهاب و عبد الحسين وناس علي،1999. ادارة عملية ري محصول الذرة الصفراء باستخدام المياه المالحة. المجلة العربية لادارة مياه الري، (1): 46-52.

المصادر الانكليزية:

1-Ayers. R.S. and D.W. Westcote, 1985. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage. Paper (29 Rev.1) FAO, Rome, Italy.
2-Bernstien, L. ,1964. Osmotic adjustment of plant to saline media. Amer. J. of Botany, 48: 909-918.
3-Dinar,A.. ; J. Letey and H. Vaux ,1986. Optimal ratios of saline and non-saline water for crop production. Soil Sci. Soc.Amer. J., 50: 440.
4-Downton, W. J.S. (1978). Growth and flowering in salt-stressed avocadro tress. Aust. J. Agric. Res., 29:523-534.
5-Hamdy, A.. ,1998. Saline irrigation management for sustainable use, In sustainable use of non conventional water resources in the Mediterranean region. Advanced short course. Pp: 91-144. April 1998. Aleppo-Syria.
6-Letey, J. S. ,1993. Relationship between salinity and efficient water use. Irrig. Sci., 14:75-84.
7-Mass, E.V. and R.H. Nieman. ,1978. Physiology of plant tolerance to salinity. In tolerance to suboptimal land conditions. Amer. Soc. Agron. Madison, Wis. Pp. 277-298.
8-Miyamota, S.; G. j. Hoffman and F.E. Robinson, 1984. Dealing with salinity. California Agric., 38:29-32.
9-Oster, J. D.; G. j. hoffman and F.E. Robinson, 1984. Dealing with salinity. California. Agric., 38:29-32.
10-Rengasmy, P.; R.S.B.Greene ; G. W. ford and A.. H. Mehanni, 1984. Identification of disperse behaviors and the management of Red-Brown earth's. Aust. J. Soil. Res., 22:1-19.
11-Roades, J.D.; A. Kandiah and A.M. Mashadi, 1992. The use of saline water for crop production, FAO. Irrigation and Drainage. Paper 48. Rome, Italy.