

الاحتياجات المائية للذرة الصفراء (*Zea mays* L.) تحت ظروف جدول الري الكامل و الري الناقص

سيف الدين عبدالرزاق سالم وعلي عبد فهد¹

الخلاصة

نُفذت تجربة حقلية في محطة أبحاث قسم التربة والمياه، وزارة العلوم والتكنولوجيا (مُنظمة الطاقة الذرية سابقاً)، على 30 كم جنوب شرق بغداد بهدف تحديد الاحتياجات المائية لمحصول الذرة الصفراء (العروة الربيعية) عام 2000 تحت ظروف جدول الري الكامل والري الناقص. أُستعمل تصميم القطع المنشقة حيث كانت القطع الرئيسية مخصصة لمعاملات الري في المستوى الكامل والناقص والقطع الثانوية لصفين من الذرة الصفراء، وهما الصنف التركيبي إباء 5012 والصنف الهجين إباء 2052. مُعاملة الري الكامل كانت على أساس ري المحصول عند استنزاف 50-55% من الماء المُتاح (available water) وهي مُعاملة المُقارنة ومُعاملات الري الناقص كانت على أساس نقصان رية واحدة في كل مرحلة من المراحل الأربع الآتية: (1) النشوء (2) النمو الخضري (3) التزهير (4) تكوين الحبوب. أُستعمل مقياس الرطوبة النيتروني لتحديد درجة رطوبة التربة ومنها تحديد ميعاد الري ومقداره لكل المعاملات المذكورة. تحدد الاستهلاك المائي وهو نفس البخر نتج الفعلي (ETa) من معادلة التوازن المائي (water balance) والتبخر المرجعي (ETo) من معادلة بنمان مونثيث من برنامج (Cropwat, Smith, 1992) كما تم قياس التبخر من الماء المطلق من وعاء التبخر (Epan). أفادت نتائج الدراسة أن أعلى استهلاك مائي (ETa) للصنف التركيبي وذلك بسبب الري الكامل ثم تلتها مُعاملات الري الناقص وقد تزامن هذا الاستهلاك العالي مع مرحلة النمو الخضري وأيضاً زاد الاستهلاك المائي بالري الكامل بمقدار تراوح بين 3 و10% بالنسبة لمعاملات الري الناقص. أما في حالة الصنف الهجين فقد تسبب الري الناقص في خفض الاستهلاك المائي بنسبة 3-11%. بلغت مُساهمة الماء الأرضي (sub-surface Drainage Water) من 9 إلى 13% من مجموع الاستهلاك المائي للصنف التركيبي والصنف الهجين بين 10 و15% حسب معاملات الري. بلغ البخرنتج المرجعي (ETo) 911 مم في الموسم (129 يوماً) بينما كان من وعاء التبخر (حوض البخر Ep) 1'222 مم لنفس الموسم. تسببت معاملات الري الناقص في مرحلتي التزهير وتكوين الحبوب في خفض محصول الحبوب بنسبة 72 و24% على التوالي (مقارنة بالري الكامل). كما تسبب الري الناقص أيضاً في خفض كفاءة استخدام الماء الحقل (Field irrigation efficiency) وفي خفض كفاءة الري المُحصولي (Crop water efficiency) بنسبة 31 و38% على التوالي (بالمُقارنة مع الري الكامل).

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء؛ الاحتياج المائي؛ الري؛ كفاءة استخدام الماء.

المقدمة

يحتاج الطلب المُتزايد على الغذاء إلى الاهتمام بعمليات إدارة التربة والمحصول لغرض الاستعمال الأمثل للماء والذي يُعد من أكثر العوامل أهميّة في إنتاج المحاصيل (Hillel, 1999). تُشكل الأراضي المرورية حوالي 20% من الأراضي المزروعة في العالم وتساهم بحوالي 35-40% من الانتاج الكلي للمحاصيل (Kirda et al., 1997) ولكون الإنتاج يُعتبر عالياً في وحدة المساحة تحت الظروف المرورية فإن الاستثمارات الزراعية تُعتبر من الأولويات من خلال الاستعمال الكفوء لمياه الري المُتوفرة والتي ترتبط أيضاً بتحسين خصوبة التربة.

من المعلوم أن الأمطار ومياه الري تُؤدي إلى زيادة خزين ماء التربة في المنطقة الجذرية وأن زيادة كمية المياه المُضافة يرافقه زيادة في كمية المياه المُتاحة (available water) للنبات الى الحد حتى لا يتعرّض النبات إلى أي جهد مائي. ونتيجة لذلك لا زالت ممارسات الري التقليدي تميل إلى الإضافة الزائدة للمياه لكي يُحقق خزين مائي أعلى من المُستوى المطلوب في التربة الأمر الذي يُؤدي إلى ضائعات مائية كبيرة بسبب الرشح العميق وبدوره يُؤدي إلى ارتفاع مناسيب الماء الأرضي وتعاضم مُشكلة الملوحة (Hillel, 1999) مع احتمال التغدق (water logging) وزيادة المفقود بالتبخر من سطح التربة أيضاً ولذلك فإن الري التفاضلي Differential irrigation يُعتبر من الممارسات المُفيدة في إدارة المياه خلال المراحل الأكثر تحملاً للشد الرطوبي (Soil moisture tension) دون

التأثير في نوعية وكمية المحاصيل (Prathpar & Qure-shi, 1999).

ومن التقانات المفيدة أيضاً استعمال رجح الموروز (Cut back furrows) والري الموجي (Surge flow furrows) وأعادة استعمال المياه السطحية المُستعملة (water re-use tail) وأنظمة الري بالرش والتنقيط وخفض مُعدلات التبخر من سطح التربة بواسطة المُعاملات الحقلية (Agronomic practices) كما يُحقق الري التفاضلي خفض مُعدل البخرنتج (Kirda et al., 1999) وعلى هذا الأساس يمكن قبول خسائر قليلة في كمية الحاصل واستخدام ما يتوفر من مياه الري لزراعة مساحات اضافية (Cracium & Cracium, 1996) ولذلك أُعطيت هذه التقنية عدة تسميات منها الري الناقص أو التبخرنتج الناقص أو المحدود (English and Nakamura, 1988).

قُدّر الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء في وسط العراق بحوالي 605-740 مم للمُعاملات الجافة والرطوبة (Al-Nakshabandi and Ismail, 1972) وحوالي 850-900 مم (Abu-Khalid and Al-Hassani, 1982). أما تحت ظروف الري الناقص فقد تراوح بين 366-416 مم (فهد وآخرون، 2005)، إذ تختلف استجابة الذرة الصفراء لظروف الشد الرطوبي باختلاف مراحل النمو والظروف البيئية المرافقة. فقد أدى تعرض الذرة الصفراء إلى نقص الماء في أي طور من أطوار النمو قبل امتلاء الحبوب إلى انخفاض الحاصل. وفي ظروف أخرى أدى تعرض نباتات هذا المحصول للشد الرطوبي في طور النمو الخضري إلى تكوين عرانيص صغيرة مقارنة مع تعرضها إلى الشد الرطوبي في أي طور من أطوار النمو الأخرى

¹ مركز التربة والموارد المائية، وزارة العلوم والتكنولوجيا، ص.ب. 765، بغداد، جمهورية العراق. بريد إلكتروني: saifdeen1@yahoo.com

تم تعبير المقياس حقلياً بمُقارنة نسبة العد عند العمق المطلوب إلى العد القياسي مع مُحتوى الرطوبة الحجمي واستنبطت المعادلة الآتية من المعايرة الحقلية:

$$\phi = 0.1966 + 0.9154CR \quad (1)$$

إذ أن

$$\phi = \text{المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة}$$

$CR =$ نسبة العد (قراءة المقياس في التربة/القراءة القياسية في الماء)

أُستعملت المعادلة (1) لإيجاد المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة عند العمق المحدد والزمن المحدد من بيانات نسبة العد. أُستعملت أنابيب معدنية بقطر 5 سم ربطت في نهاياتها عدادات لقياس تصريف الماء المُضاف لكل قطعة. ربطت شبكة الانابيب الفرعية مع انابيب رئيسة قطرها 7.5 سم مربوطة إلى مضخة ديزل منصوبة على خزان ماء ارضي مبطن ذو ابعاد $1.5 \times 25 \times 23$ م يستلم الماء من نهر دجلة مصدراً لمياه الري توصيلها الكهربائي 1.4 ديسي سيمنز/م. تم حساب عمق الماء الواجب اضافته بأستعمال المعادلة الآتية:

$$d = (\phi_{fc} - \phi_{bi}) D \quad (2)$$

إذ أن

$$d = \text{عمق الماء المضاف (مم)}$$

$$\phi_{fc} = \text{الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية (سم}^3/\text{سم}^3)$$

$$\phi_{bi} = \text{الرطوبة الحجمية قبل الري (سم}^3/\text{سم}^3)$$

$D =$ عمق التربة عند الحد الاسفل المجموع الجذري الفعال (مم)

تمت مراقبة منسوب الماء الارضي وملوحته واخذت القراءات اسبوعياً في بداية فترة النمو ولغاية الحصاد من ثلاثة آبار مراقبة من مواقع مُختلفة من حقل الدراسة.

الاستهلاك المائي

أُستعملت معادلة التوازن المائي (معادلة 3) في حساب الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول (ETA) بتقدير الخزين المائي في منطقة الجذور الفعالة (0-0.20 م) من بداية الموسم إلى نهاية النمو الخضري و0-0.4 م عند فترتي التزهير وتكوين الحاصل) بوساطة الفرق بين ريتين وكالاتي:

$$\Delta s = (P+I+C) - (ETa+R+D) \quad (3)$$

إذ أن:

$$\Delta s = \text{التغير في مخزون التربة المائي (مم)}$$

$$P = \text{كمية الامطار (مم)}$$

$$I = \text{الري (مم)}$$

$$C = \text{حركة الماء بالخاصية الشعرية (مم)}$$

$$ETa = \text{الاستهلاك المائي الفعلي (مم)}$$

$$R = \text{السيح (مم)}$$

$$D = \text{الرشح العميق (مم)}$$

$$\text{التبخّر المرجعي (ETo) والتبخّر من حوض التبخّر (Ep)}$$

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

(Coubely and Willy, 1986)، في حين كان تعرض نباتات الذرة الصفراء في فترة التزهير أو التلقيح أكثر تأثيراً في خفض حاصل الحبوب (Eck, 1986)، وأن تعرض نباتات الذرة الصفراء إلى ظروف الشد الرطوبي من شأنه أن يقلل من كمية الماء المستهلك ويزيد من كفاءة استخدام الماء (Water use efficiency) (السعد وآخرون، 1985).

تهدف هذه الدراسة إلى:

- (1) تحديد الاحتياجات المائية الفعلية لخصنيين من الذرة الصفراء خلال الموسم الربيعي تحت الري الكامل والري الناقص خلال مراحل النمو المختلفة للمحصول.
- (2) معرفة كفاءة استخدام المياه الحقلية والمحصولية.
- (3) تحديد ثابت المحصول (Kc) المحسوب على أساس نسبة المفقود عن طريق البخرنتح (Evapotranspiration) إلى المفقود المرجعي للبخر (ETo) بطريقة بنمان- مونتيث (Smith, 1992) ومُقارنته بثابت حوض التبخر (Kp).

مواد وطرق العمل

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الربيعي 2001 في محطة أبحاث قسم التربة والمياه، التي تقع وسط العراق على خط عرض $33^\circ 14'$ شمالاً وخط طول $44^\circ 4'$ شرقاً وعلى ارتفاع 34م عن مستوى سطح البحر، صنفت التربة بأنها رسوبية، Fine loamy mixed, hyperthermic typic torrffluevents نسجة التربة للطبقة 0-0.30 م مزيجة طينية (الرمل= 306 والغرين= 327 والطين = 367 جم/كجم) وكثافتها الظاهرية 1.44 ميكا جرام/م³.

استعمل تصميم القطع المنشفة بثلاث مكررات حيث احتلت معاملات الري القطع الرئيسية بينما اشتملت القطع الثانوية على الأصناف. أتبعَت كافة عمليات خدمة التربة والمحصول الموصى بها لزراعة الذرة الصفراء، تركت فاصلة 2م بين كل قطعة وأخرى لمنع تحرك ماء الري من قطعة إلى أخرى. زُرعت البذور بتاريخ 2001/3/14 وحُصدت النباتات في 2001/7/20 طول الموسم (129 يوماً). حُلَّت البيانات إحصائياً وباستخدام برنامج Mstat وعلى المستوى 5% للمُقارنة بين متوسطات خمسة معاملات مُختلفة وهما: (1) مُعاملة الري الاعتيادي (المُقارنة، C).

- معاملات قطع ريه واحدة في كل من مرحلة النشوء ومرحلة النمو الخضري ومرحلة التزهير ومرحلة تكوين الحاصل (S1، S2، S3، S4)، على التوالي تمت عملية الري عند استنزاف 50-55% من الماء الجاهز للعمق 0-0.20م من الزراعة إلى نهاية النمو الخضري. وقد زيد عمق ماء الري على أساس الاستنزاف الرطوبي للعمق 0-0.40م خلال فترتي التزهير وتكوين الحاصل للوصول إلى محتوى رطوبي يقترب من السعة الحقلية.

جدولة الري والاستنزاف الرطوبي

استعمل مقياس الرطوبة النيتروني نوع CPN (Hydroprobe DR503) في قياس المحتوى الرطوبي للتربة.

جدول 1. الاستهلاك المائي الفعلي وعوامل الموازنة المائية لمحصول الذرة الصفراء (الصفنات التركيبية إباء 2052 والهجين إباء 5012) تحت الري الكامل والناقص للموسم الربيعي 2001

المعاملات	الرمز	الماء المضاف (مم)	مساهمة الماء الأرضي	الاستهلاك المائي (مم)
الصفنات التركيبية إباء 2052				
الري الكامل	C	334	75.0	436
القطع عند النشوء	S1	334	76.2	437
القطع عند النمو الخضري	S2	300	96.3	423
القطع عند التزهير	S3	288	104.9	420
القطع عند تكوين الحاصل	S4	285	81.0	393
LSD _{0.05}				2.86
الصفنات التركيبية إباء 2052				
الري الكامل	C	334	94.2	455
القطع عند النشوء	S1	334	92.8	454
القطع عند النمو الخضري	S2	300	115.3	442
القطع عند التزهير	S3	288	126.3	441
القطع عند تكوين الحاصل	S4	285	98.80	411
LSD _{0.05}				2.86

معاملة المقارنة كانت قريبة من السعة الحقلية، وتزامن سقوط الأمطار مع الري الناقص في مرحلة النشوء. سلك الصنف الهجين سلوكاً مشابهاً وبلغ أعلى استهلاك مائي 455 و454 مم عند معاملتي المقارنة والري الناقص عند النشوء بينما انخفض في الري الناقص في مراحل النمو الخضري والتزهير وتكوين الحبوب بنسبة 3 و3 و11% على التوالي. ويلاحظ أن الاستهلاك المائي للصنف التركيبي كان أقل من الصنف الهجين في جميع مراحل النمو.

بلغ عدد الريات لكل من الصنفين المذكورين لمعاملة الري الكامل 11 رية في حالة الري الناقص في كل مراحل النمو 10 ريات وقد تشابه مقدار الماء المضاف لكل من الصنفين على النحو التالي: عند الري الكامل والقطع عند النشوء كان المقدار 334 مم وعند النمو الخضري كان 300 مم وعند التزهير 288 مم وعند تكوين الحبوب 285 مم وكان الاختلاف فقط في مساهمة الماء الأرضي وأيضاً في الاستهلاك المائي مع عدم وجود اختلاف في المفقود عن طريق الرش العميق. ويعزى التساوي في مقدار الماء المضاف إلى سقوط الأمطار في مرحلة النمو الخضري والتزهير حيث بلغ المطر الضعيف 26 مم. كانت مساهمة الماء الأرضي في الاحتياج المائي للصنف التركيبي 9 و9 و8 و10 و13% فيما بلغت المساهمة للصنف الهجين 11 و13 و10 و15 و15% لمعاملات المقارنة والري الناقص في مراحل نمو النبات على التوالي. ويلاحظ ارتفاع مساهمة الماء الأرضي في معاملات الري الناقص مع تقدم عمر النبات وامتداد الجذور عن معاملات الري الكامل لكلا الصنفين وربما يرجع ذلك إلى أن الري الناقص أدى إلى زيادة عمق الجذور واستخلاص كميات من الماء الأرضي لتلبية متطلبات البخر نتح. استخلص الصنف الهجين مقدار أعلى من الماء الأرضي. ولكن ذلك يقل كثيراً عما وجدته باحثون آخرون إذ بلغت 605-858 مم في المعاملات الجافة والرطبة في

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

إذ أن:

$$ET_o = \text{التبخر نتح المرجعي للمحصول (مم/يوم)}$$

$$R_n = \text{صافي الاشعاع عند سطح المحصول (ميكا جول/م² يوم)}$$

$$G = \text{تدفق حرارة التربة (ميكا جول/م² يوم)}$$

$$T = \text{متوسط درجة الحرارة (م)}$$

$$U_2 = \text{سرعة الرياح مقاسة عند ارتفاع 2م (م/ثانية)}$$

$$e_a - e_d = \text{النقص في ضغط البخار (كيلو باسكال)}$$

$$\Delta = \text{أنحدار منحني ضغط البخار (كيلو باسكال/م)}$$

$$\mu = \text{ثابت الرطوبة (كيلو باسكال/م)}$$

$$900 = \text{عامل تحويل}$$

كان قياس كمية الماء المتبخر موقعياً باستخدام حوض التبخر صنف A (Kirda et al., 1997) وحسب ثابت المحصول (Kc) لبنات الذرة الصفراء باستعمال المعادلات الآتية:

$$ET_o = K_p * E_{pan} \quad (5)$$

$$ET_a = K_c * ET_o \quad (6)$$

$$ET_a = K_{cp} * E_{pan} \quad (7)$$

إذ أن:

$$ET_o = \text{التبخر نتح المرجعي محسوباً بمعادلة بنمان-مونتيث (مم)}$$

$$ET_a = \text{التبخر نتح الفعلي (مم)}$$

$$K_p = \text{ثابت حوض التبخر ويعتمد على سرعة الرياح والرطوبة النسبية}$$

$$K_{pan} = \text{التبخر من حوض التبخر (مم)}$$

$$K_{cp} = \text{ثابت حوض التبخر للمحصول}$$

$$K_c = \text{ثابت المحصول}$$

قُدِّرَت كفاءة استخدام الماء الحقلية والمحصولية حسب المعادلتين الآتيتين:

$$WUE_f = \text{Yield} / ET_a \quad (8)$$

$$WUE_f = \text{Yield} / \text{waterapplied} \quad (9)$$

إذ أن:

$$WUE_f = \text{كفاءة استخدام الماء الحقلية (كغم/م³)}$$

$$WUE_c = \text{كفاءة استخدام الماء المحصولية (كغم/م³)}$$

$$\text{Yield} = \text{حاصل الحبوب (كغم)}$$

$$ET_a = \text{التبخر نتح الفعلي (مم)}$$

النتائج والمناقشة

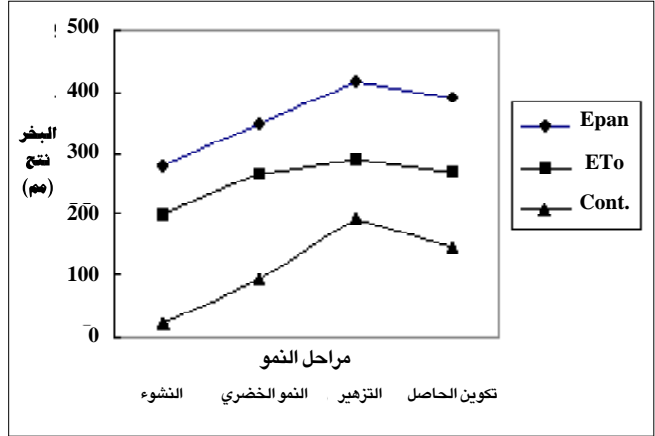
يتبين من جدول (1) عدم وجود فروق معنوية في الاستهلاك المائي للصنف التركيبي بين معاملتي المقارنة والري الناقص عند مرحلة النشوء الذي بلغ 436 و437 مم على التوالي. وفي الوقت نفسه ازداد الفرق بنسبة 3 و4 و10% في هاتين المعاملتين عن معاملات الري الناقص في مراحل النمو الخضري والتزهير وتكوين الحاصل. إن سبب ذلك يعود إلى أن نسبة الرطوبة عند

جدول 2. الاختلاف في كفاءة استخدام الماء الحقلية والمحصولية وحاصل البذور لمحصول الذرة الصفراء بسبب اختلاف معاملات الري واختلاف الأصناف

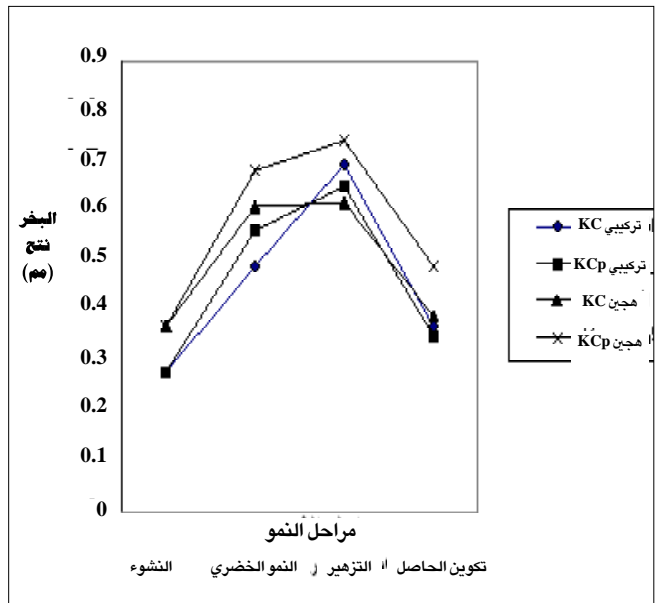
كفاءة استخدام الماء (كغم حبوب / م ³ ماء)		حاصل الحبوب (ص / هكتار)	المعاملات الري
المحصولي	الحقلية		
مُعاملات الري			
0.8a	1.09a	3.1a	C
0.7a	0.94a	2.7ab	S1
0.8a	1.06a	2.8ab	S2
0.5b	0.75b	1.8c	S3
0.7a	1.01a	2.5b	S4
0.15	0.19	0.56	LSD0.05
الأصناف			
0.76	0.90	2.7	V1
0.67	0.99	2.5	V2
م.غ	م.غ	م.غ	LSD0.05

بنسبة 72 و 24% على التوالي مقارنةً مع معاملة المقارنة. يُعتبر محصول الذرة الصفراء من المحاصيل الحساسة للري الناقص في مرحلة التزهير، خصوصاً إذا تزامن ذلك مع ظروف جوية جافة وهذا ما يحصل في حالة المحصول في العروة الربيعية، في العراق إذ يؤدي ارتفاع درجات الحرارة خلال فترة التزهير إلى انخفاض عدد الزهيرات المخسبة وزيادة الحبوب المجهضة مما يؤثر سلباً في حاصل الحبوب (ضاييف، 1991). أظهرت معاملة الري الناقص في مرحلة التزهير انخفاضاً معنوياً في كفاءة استخدام الماء المحصولي والحقلية التي لم يكن الفرق بينها معنوية إذ بلغت نسبة الانخفاض في كفاءة استخدام الماء المحصولي 38 و 29 و 38 و 29% عن معاملة المقارنة ومعاملات الري في مراحل النشوء والخضري وتكوين الحبوب، على التوالي فيما بلغت نسبة الانخفاض في كفاءة استخدام الماء الحقلية لنفس المعاملات المذكورة 31 و 20 و 29 و 26% على التوالي.

إن سبب هذا الانخفاض هو انخفاض حاصل الحبوب (معنوياً) في مرحلة التزهير لعدم توافر التلقيح الكافي نظراً لتزامن فترة التزهير مع ارتفاع درجات الحرارة مما يؤدي إلى تيبس حبوب اللقاح وقلة فعاليتها للاخصاب (السعد والكواز، 1983 و 1989). لم يختلف الصنفان عن بعضهما (معنوياً) في كفاءة استخدام الماء المحصولي والحقلية وذلك لعدم اختلافهما في حاصل الحبوب واستهلاكهما لأعماق مياه متقاربة. تراوحت قيم معامل المحصول (Kc) لمعاملة المقارنة للصنف التركيبي بين 0.28 و 0.67 لمراحل النمو المختلفة (جدول 3) كما تراوحت هذه القيمة للصنف الهجين بين 0.37 و 0.62. وقد ازدادت قيمة ثابت المحصول مع تقدم النمو النبات حتى مرحلة التزهير ثم يبدأ الانخفاض في مرحلة تكوين الحاصل والنضج التام (Doorenbos and Kassam, 1986). وكانت قيمة المعامل في هذه التجربة مقاربة من القيمة التي حصل عليها سعد الدين (1987) لمحصول الذرة الصفراء في



شكل 1. التبخر من حوض التبخر (Epan) والتبخر المرجعي (ETo) والتبخر - نتج الفعلي (Ea) لمعاملة المقارنة.



شكل 2. معامل المحصول المحسوب من معادلة بنمان مونتيث المعدلة وحوض التبخر للصنف التركيبي 5012 والصنف الهجين 2052.

أبي غريب (Al-Nakshabandi and Ismail, 1972) و 850-900 مم في الخالص (Abu-Khalid and Al-Hassani, 1982) وكانت قريبة من القيم التي حصل عليها (فهد وآخرون، 2005) في التويته.

بلغ البخرنتج المرجعي ETo (محسوباً من معادلة بنمان- مونتيث المعدلة) 911 مم والتبخر من حوض التبخر Ep (مقاس من حوض التبخر صنف A) 1222 مم في موسم نمو المحصول (شكل 1) والسبب في زيادة قيم ETo عن ETo هو أن التبخر يكون مستمر وذلك على غير الظروف في حالة حساب ETo وفي حالة المفقود عن طريق البخرنتج ETo. وأوضحت هذه التجربة أن مقدار البخرنتج المرجعي (ETo) لموسم النمو كان مقداره 911 مم التبخر من حوض التبخر Ep وكان بمقدار 1222 مم. هذه النتائج مشابهة لنتائج (الزويبي، 1981 و William and Pepper, 1986 والمراد، 2000).

يتضح من جدول (2) حصول انخفاض معنوي في حاصل الحبوب عند الري الناقص في مرحلتي التزهير وتكوين الحبوب

3. تحت ظروف هذه التجربة الاحتياجات المائية للصنف الهجين إباء 5012 كانت أعلى من الاحتياجات المائية للصنف التركيبي إباء 2052 بنسبة 5%.
4. سد الماء الأرضي جزء من متطلبات التبخر نتج لكلا الصنفين حتى في حالة الري الكامل إلا أن الصنف الهجين تفوق على الصنف التركيبي من الذرة الصفراء في الاستفادة من الماء الأرضي.

المراجع

- المрад، حسين علي شهاب. 2000b. الاستهلاك المائي لمحصول الشعير تحت تأثير نقص رطوبة التربة وإضافة المخلفات العضوية. مجلة الزراعة العراقية. 5 (2)، 47.
- الزويبي، محمد صالح هلوش. 1981. الإشباع المائي للحنطة وتأثير الري التكميلي بالرش على الإنتاج. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل، العراق.
- السعد، طالب محمد فوزي عبد الحسين وغازي مجيد الكواز. 1985. أنسب كثافة نباتية لمحصول الذرة الصفراء بالعلاقة مع مستويات مختلفة من الري. مجلس البحث العلمي، مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية. 4 (4)، 257.
- سعد الدين، شروق محمد كاظم. 1987. تأثير الكثافة النباتية والشد الرطوبي على الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد، العراق.
- ضاييف عبد الأمير ومحمد غفار احمد ومحمد علي حسين الفلاحى وعبد مسربت أحمد. 1991. استجابة مجاميع النضج المختلفة من الذرة الصفراء للزراعة الربيعية والخريفية. مجلة اباء للأبحاث الزراعية. مجلد 61 عدد 1.
- فهد، علي عبد وسيف الدين عبد الرزاق الحديثي وكامل مطشر مالح. 2005. الاحتياج المائي لمحصول الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) تحت الري الكامل والناقص. دراسات، العلوم الزراعية، 32، 3.

Abu-Khalid, A. and Al-Hassani, A. 1982. Evaporation and potential evapotranspiration under the arid conditions of central Iraq. SOLR, Field Doc. No. 32, Baghdad, Iraq.

Al-Nakshabandi, G. A. and Ismail, H. N. 1972. The transpiration corn. J. Agric. Sci. Camb. 79, 501.

Caricun, I. and Craciun, M. 1996. Water and nitrogen use efficiency under limited water supply for maize to increase land productivity. In nuclear techniques to assess irrigation schedules for field crops. IAEA. TECDOC-888. p 203-210. Corn. J. Agric. Sci., 79, 501.

Coubely, N. and Willy, D. G. 1986. Effect of moisture stress and fertilizer level on corn growth characteristics. Agron. Abs. (annual meeting 1986). p 109.

Doorenbos, J., Kassam, A. H. 1986. Yield response to

- جدول 3. مُعامل المحصول (Kc) المحسوب على أساس معادلة (بنمان مونتيث المعدلة) وحوض التبخر (Kcp) لمعاملة المقارنة للصنفين التركيبي والهجين

مرحلة نمو النبات	معامل المحصول (Kc)	معامل حوض التبخر للمحصول (Kcp)
الصنف التركيبي إباء 2052		
النشوء	0.28	0.28
النمو الخضري	0.49	0.56
التزهير	0.67	0.65
تكوين الحاصل	0.37	0.35
الصنف التركيبي إباء 5012		
النشوء	0.37	0.37
النمو الخضري	0.60	0.68
التزهير	0.62	0.74
تكوين الحاصل	0.39	0.49

منطقة أبي غريب التي بلغت 0.7 والقيم التي حصل عليها فهد وآخرون (2003) في منطقة التويثة لهذا محصول المزرع في العروة الخريفية حيث تراوحت قيمة ثابت المحصول بين 0.45 و0.83 للصنف التركيبي إباء 2052 و0.47 و0.85 للصنف الهجين إباء 5012 وأدت معاملات الري الناقص إلى خفض قيم ثابت المحصول عن معاملة المقارنة. إن ارتفاع قيمة ثابت المحصول عند معاملة المقارنة هو إلى زيادة الماء المتاح للنبات حيث كان ذلك قريباً من السعة الحقلية مما أدى إلى زيادة الماء المستهلك خلال فترة نمو المحصول.

كانت القيمة لمعامل حوض التبخر للمحصول (Kcp) لكلا الصنفين مشابهة لقيمة معامل المحصول (Kc) حسب مراحل النمو إلا أن هذه القيمة كانت أقل للصنف التركيبي التي تراوحت بين 0.28 و0.65 بينما كانت القيم للصنف الهجين أعلى وتراوحت بين 0.37 و0.74 (شكل 2) وسبب الاختلاف بين الصنفين هو ارتفاع الاستهلاك المائي للصنف الهجين بالمقارنة مع الصنف التركيبي (جدول 1).

الاستنتاج

1. الري الناقص أحد الوسائل المفيدة في ترشيد استخدام مياه الري وذلك في حالة المحاصيل التي تتحمل درجة من جفاف التربة أو ما يعرف بالعطش أو الشد المائي المرتفع (High soil moisture stress) خلال مراحل النمو الخضري حيث لا يتأثر إنتاج الحاصل من الحبوب اقتصادياً في هذه المرحلة وأن يكون الري في مرحلتى التزهير وتكوين الحبوب بالمستوى المطلوب وهذا ما يُعرف بالري التفاضلي (Differential irrigation).
2. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن الذرة الصفراء من المحاصيل التي تتأثر سلباً في إنتاج الحبوب إذا كان الري ناقصاً خاصة في مرحلة الازهار وتكوين الحاصل.

- Mark, E. Westgate and Derba L. Thomson Grant.1989. Response of the reproductive tissue to water deficit at anthesis and mid-grain fill. *Plant Physiol.* 91, 862.
- Prathapar, S. A. and Qureshi, A. S. 1999. Modeling the effects of deficit irrigation on the soil salinity, depth to water table, and transpiration in semi-arid zones with monsoon rains. *Water Resour. Develop.* 15, 141.
- Smith, M. 1992. Cropwat. A computer for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage. Paper 46, Rome, Italy.
- William, R. Kneebone and Pepper. Lan, L. 1986. Consumptive water use by subirrigation turtgrasses unde desert conditions. *J. Agric. Water Reso.* 5, 201.
- water. FAO. Irrigation Drainage Paper, p 33. FAO, Rome.
- Eck, H. V. 1986. Effect of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigation corn. *Agron. J.* 78, 1035.
- English, M. and Nakamura, B. 1988. Effect of deifict irrigation and irrigation frequency on wheat yield, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering.* 115 (2), 175.
- Hillel, D. 1999. Role of Irrigation in Agriculture system. Stewart, B.A. and D.R. Nielson (eds). *Irrigation of Agricultural Crops.* ASA. CSSA. SSSA. Monograph, Madison Wasc.P., 5.
- Kirda. R. Kanber, K. Tulucu. 1996. Yield response of cotton, maize, Soybean, Sugarbeet, sunflower and wheat to defici irrigation.

Consumptive Water Use of Corn (*Zea mays* L.) under Full and Deficient Irrigation

Saif Al-Deen R. Salim and Ali A. Fahad¹

Summary

A field experiment was conducted at the Experimental Research Station, Soil and water Department, Ministry of Science and Technology Previously Iraqi Atomic Energy Commission 30km south east of Baghdad, to estimate water requirement and water use efficiency of two varieties of corn during the Spring season of 2001. The irrigation treatments were: (1) Full irrigation applied after the depletion of 50-55% of available water. Four other irrigation treatments (incomplete irrigation) each of which was one irrigation short of the number applied at full irrigation. The incomplete irrigation treatments were applied during: (1) the stage of emergence (2) vegetative phase (3) flowering phase and (4) grain development phase. The two varieties of corn were: (1) Synthetic IPA5012 and (2) Hybrid IPA2052.

The experimental design was split plot; the main plots were allocated for the irrigation treatments and the sub-plots for the varieties. Irrigation was delivered when 50-55% of available moisture was depleted. The neutron soil moisture probe was used to determine soil moisture content and time of irrigation delivery.

Evapotranspiration (ETa) was determined by the water balance equation, reference evaporation (ETo) by Penman-Monteith equation (CropWat, Smith, 1992). Pan evaporation (Epan) was also measured during the experimental period of 129 days (growing season).

The results showed that for the synthetic variety the highest rate of water use (ETa) was under full irrigation followed by the treatments of incomplete irrigation during the vegetative stage. ETa for full irrigation was higher than the treatments of incomplete irrigation by 3 to 10% and for the hybrid variety by 3 to 11%. The contribution of deep drainage towards water loss was between 9 and 13% for the synthetic variety and for the hybrid between 10 and 15%.

Reference evaporation (ETo) was 911mm for the whole season (129 days) while pan evaporation (Ep) was 1'222mm for the whole season. Incomplete irrigation reduced grain yield when applied during the flowing phase or the phase of grain development by 24 and 72% respectively. Incomplete irrigation also reduced field and crop irrigation efficiencies by 31 and 38%, respectively.

¹ Soil and Water Resources Center, Minis. of Sci. and Techn. P. O. Box 765 Baghdad, Iraq. E-mail:saifdeen1@yahoo.com