أستجابة محصول الذرة الصفراء *Zea mays* L. للري الناقـص خلال مراحل النمو المختلفة *

عدنان شبار فالح * **عبدالامير ثجيل صالح** **

* وزارة العلوم والتكنولوجيا
** كلية الزراعة- جامعة بغداد

المستخلص

تهدف الدراسة الى معرفة أستجابة الذرة الصفراء للري الناقص خـلال مراحـل النمـو المختلفة للمحصول ، وتقدير الاستهلاك المائي للمحصول تحت ظـروف وسـط العـراق (بغداد).أستخدمت تجربة عاملية وفق تصميم القطاعات كاملة التعشـية (R.C.B.D.) وبثلاثـة مكررات.اشتملت التجربة على خمس معاملات : معاملة الري الكامل (Control)الـري عنـد أستنزاف 50 % من الماء الجاهز (بدون أختزال الماء). وأربعـة معـاملات للـري النـاقص (اختزال 30% من كمية المياه المضافة الى معاملة المقارنة) خلال أحدى مراحل نمـو النبـات الرئيسة وكما يأتي : (النشوء T2 و النمو الخضري T3 و التزهير T4 وتكوين الحاصل T5). تمت عملية الري على أساس الاستنزاف الرطوبي للعمق 0 - 20 سم من الزراعة لغايـة بدايـة مرحلة النمو الخضري ، ثم زيد للعمق 0 - 30 سم الى بداية التزهير ، ثم للعمق 0 - 40 سـم لنهاية النضج الفسيولوجي للوصول الى محتوى رطوبي يقترب من السعة الحقلية.قدر الاسـتهلاك المائي الفعلي من خلال قياس المحتوى المائي للتربة بعد الري وقبل الرية التالية على طول موسم النمو . حسب التبخر- نتح المرجعي من خلال مقيـاس التبخر (Atmometer). حسب معامل المحصول (K_c) ومعامل أستجابة المحصول (K_y). درست عوامل نمو المحصول (أرتفـاع النبات ، المساحة الورقية ودليلها ، حاصل المادة الجافة ، حاصل الحبوب).

أظهرت النتائج أن أستخدام الري الناقص قد أدى الى أختزال الاسـتهلاك المـائي الفعلـي لمعاملات الـري المختلفـة بنسـبة مقـدارها 6.0 ، 11.8 ، 10.7 و 7.5 % خـلال مراحـل النشوء،النموالخضري،التزهير وتكوين الحاصل،على التوالي.ازدادت قيم معامل المحصول (K_c) مع تقدم النمو حتى تصل الى أقصى قيمة عند مرحلة التزهير ثم يبدأ بالانخفـاض عنـد مرحلـة تكوين الحاصل والنضج ، من جهة أخرى جاء السلوك نفسه في معاملات الـري النـاقص مـع ملاحظة أنخفاض قيمة المعامل لمرحلة النمو التي تعرضت للشد المائي.تأثرت قيم معامل أستجابة المحصول(K_y) بالري الناقص، أذ بلغت القـيم 0.32،1.96،0.42 و0.13 لمعـاملات الـري الناقص خلال مراحل النشوء،النمو الخضري،التزهير وتكوين الحاصل،على التوالي.هذا يعنـي أن مرحلة النمو الخضري كانت أكثر حساسية للشد المائي مقارنة مع المراحل الأخرى.على الـرغم من أنخفاض كميات الماء المضافة في معاملات الري الناقص خلال مراحل النشـوء والتزهيـر وتكوين الحاصل الا أنها قد أنتجت حاصلا مقاربا لحاصل معاملة الري الكامل حيث بلغ الحاصـل النسبي 96 – 99 % من معاملة الري الكامل (7332 كغم . هكتار$^{-1}$) وغير مختلف عنه معنويا مما يشير الى تحمل تلك المراحل للري الناقص.سلكت خصائص النبات (ارتفاع النبات،المساحة الورقية ودليلها وحاصل المادة الجافة) سلوكا مشابها لحاصل الحبوب .

الكلمات المفتاحية : الذرة الصفراء ، الري الناقص .

- - - - - - - - - - - - - - -

تاريخ استلام البحث 14 / 6 / 2011 .
تاريخ قبول النشر 28 / 8 / 2011 .
مستل أطروحة دكتوراه للباحث الاول .

المقدمة

تتزايد الاحتياجات المدنية والصناعية للمياه في العراق بسبب الزيادة السكانية ، فضلا عن النقص الحاصل في الوارد المائي في الفترة الحالية والقادمة نتيجة أنشاء السدود والمشاريع في تركيا وسوريا يفرض أتخاذ الاجراءات والوسائل لغرض الاستخدام الامثل لهذه
المياه وايجاد التقانات التي تزيد من كفاءة أستخدامها .ان عدم التوازن بين الطلب على المياه والمواد المتاحه دفع الى التفكير في ايجاد سبل ووسائل تسهم في ترشيد استهلاك المياه .ذكر Epperson وأخرون (1993) وNielsen (2002). ان من اهم الوسائل الفعالة في الاستثمار الامثل للمياه هو السيطرة على كمية المياه المعطاة في كل رية وعدد الريات وحسب قابلية التربة لاستيعاب للماء وحاجة النبات في مراحل نموه المختلفة للوصول الى أعلى أنتاجية . لقد برز الاتجاه نحو ترطيب منطقة من الجذر عند أجراء حسابات أضافة الماء عند الري وليس المنطقة الجذرية كاملة بهدف زيادة كفاءة استخدام المياه المستخدمة (Itter وآخرون ، 1996 ؛ Annac وآخرون ، 1996) وهنا سيتم أختزال الفوارق بالرشح العميق الى أقل حد ممكن . أن محدودية المياه المتوفرة يتطلب استحداث وسائل وممارسات في أدارة الري بغية توفير المياه .أشارت عدد من البحاثين Prieto وAngueira (1996) وAnnandale وآخرون (2000) الى مفهوم الري الناقص كتقانة في أدارة المياه تؤدي الى تحسين عمليات الري وأستثمار المياه الامثل وزيادة كفاءة أستخدامها ، وفي هذا المضمار ذكر Kirda وآخرون (1996) وفياض وآخرون (2009) أن تعرض الذرة الصفراء الى شد مائي خلال مراحل نمو محددة لايسبب أختزالا معنويا في حاصل الحبوب وبهذه الطريقة يمكن توفير كمية من المياه يمكن أستغلالها لأغراض التوسع الزراعي (فهد وآخرون ، 2002).

يهدف البحث الحالي الى تحديد الاحتياجات المائية الفعلية لمحصول الذرة الصفراء للموسم الخريفي 2010 تحت معاملات الري الكامل والناقص أعتمادا على مراحل النمو. كما يهدف الى تقدير كفاءة أستخدام المياه ومعامل المحصول نسبة الى التبخر_نتح المرجعي ودراسة بعض مؤشرات النمو

المواد وطرائق البحث

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الخريفي (2010) لتحديد الأحتياجات المائية لمحصول الذرة الصفراء صنف بحوث 106 *Zea mays* L Corn في وسط العراق ودراسة بعض مؤشرات تحمل الشد المائي . يمتاز مناخ منطقة الدراسة بأنه شبه أستوائي قاري مع متوسط درجة حرارة الهواء 22.6 م^0. يصل المعدل السنوي لسقوط الامطار حوالي 150 ملم . ومتوسط سرعة الرياح 3.5 م . ثا والرطوبة النسبية 44 % . أجريت القياسات والتحاليل الاساسية للتربة بأستخدام الطرق القياسية (page وآخرون ، 1982 ؛ Klute وآخرون ، 1986) . جدول (1) يبين بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة . قدرتوزيع حجوم دقائق التربة بطريقة المكثاف ، الكثافة الظاهرية للتربة بطريقة الاسطوانة المعدنية (Core sampler) ، سعة أحتفاظ التربة بالماء تحت الشدود 0 ، 33 ، 100 ، 500 ، 1000 ، 1500 كيلوباسكال وتم حساب محتوى الماء الجاهز من الفرق بين رطوبة التربة عند الشد 33 و 1500 كيلوباسكال . تم الحصول على مستخلص العجينة المشبعة للتربة لغرض تقدير بعض الخصائص الكيميائية : التوصيل الكهربائي (EC_e) ، الأس الهدروجيني (pH)، قدر كل من الكالسيوم والغنيسيوم بطريقة التسحيح مع الفيرسينت (EDTA) 0.01 عياري،الصوديوم والبوتاسيوم بأستخدام جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer) ، الكاربونات والبيكاربونات بطريقة التسحيح مع حامض الكبريتيك 0.01 عياري والكلور بطريقة التسحيح مع نترات الفضة ($AgNO_3$) 0.05 عياري (Adraino وDoner ، 1982) .

جدول 1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المستخدمة في الدراسة .

الخاصية	القيمة
الرمل (غم.كغم$^{-1}$)	257
الغرين (غم.كغم$^{-1}$)	408
الطين (غم.كغم$^{-1}$)	335
نسجة التربة	مزيجة طينية
الكثافة الظاهرية (ميكاغرام.م$^{-3}$)	1.36
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 33 كيلوباسكال (سم^3/سم^3)	0.38
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 1500 كيلوباسكال (سم^3/سم^3)	0.11
المادة العضوية (غم.كغم$^{-1}$)	4.8
الأس الهيدروجيني (pH)	7.6
EC ديسي سيمنز/م	5.4
كاربونات الكالسيوم (غم.كغم$^{-1}$)	274
الكلوريد (ملي مول.لتر$^{-1}$)	2.3
الكبريتات (ملي مول.لتر$^{-1}$)	2.2
الكالسيوم (ملي مول.لتر$^{-1}$)	2.1
المغنيسيوم (ملي مول.لتر$^{-1}$)	1.7
الصوديوم (ملي مول.لتر$^{-1}$)	1.9

أستخدم تصميم القطاعات كاملة التعشية (R.C.B.D.) وبثلاثة مكررات . تمت أحاطة الحقل بالواح حارسة لضمان تهيئة ظروف متجانسة للمعاملات جميعها . زرعت بذور الـذرة الصفراء للموسم الخريفي صنف بحوث 106 في 1 / 8 / 2010 بوضع 3-4 بذور في كل جورة (حفرة) ثم خف الى نبات واحد بعد أسبوعين من الزراعة. المسافة بين خط وآخر 0.75 م وبين جورة وآخرى 0.25 م .أضيف سماد اليوريا بمعدل 400 كغم . هكتار $^{-1}$ وعلى دفعتين : الاولى 200 كغم . هكتار $^{-1}$ مع 260 كغم . هكتار $^{-1}$ من السوبر فوسفات الكالسيوم الثلاثي عند الزراعة .والثانية أضيفت بعد خمسة أسابيع من الزراعة . وقد أجريت عملية التعشيب دوريا وللمعاملات كافة . أستخدم مبيد الديازينون المحبب 10 % لمكافحة حفار ساق الذرة الصفراء .*Sesamia Cretica* Led. حصدت النباتات بتاريخ 6 / 12 / 2010 .

أستخدمت خمس معاملات للري هي **(T1)**: الري الأعتيادي (المقارنة) **،(T2)**: الري الناقص (بأختزال 30% من كمية المياه المضافة لمعاملة المقارنة) خلال مرحلة النشوء **،(T3)**: (بأختزال 30% من كمية المياه المضافة لمعاملة المقارنة) خلال مرحلةالنموالخضري**،(T4)** : الري الناقص (بأختزال 30% من كمية المياه المضافة لمعاملة المقارنة) خلال مرحلة التزهر **و(T5)** : الري الناقص (بأختزال 30% من كمية المياه المضافة لمعاملة المقارنة) خلال مرحلة تكوين الحبوب.

أجريت عملية الري بوساطة شبكة أنابيب بلاستيكية مرنة بقطر 1 أنج مع وضع مانوميتر (Monometer) لضبط كمية الماء المضاف . تتم عملية الري على أساس الأستنزاف الرطوبي للعمق 0 – 20 سم من الزراعة لغاية مرحلة النمو الخضري ، ثم زيد العمق 0– 30 سم الى بداية مرحلة التزهير، ثم زيد العمق 0 – 40 سم لنهاية النضج الفسيولوجي للوصول الى محتوى رطوبي يقترب من السعة الحقلية . لتحديد مواعيد الري وكمياته تم قياس الرطوبة بالطريقة الوزنية الحرارية

للاعماق (0- 20) ، (20-40) ، (40-60) ، (60-80) ، (80-100) سم بعد الري وقبل الريـة التالية . يحسب عمق الماء الواجب أضافته لتعويض الأستنزاف الرطوبي عن السعة الحقلية بأستخدام المعادلة
التالية :

$$d\ [\theta_{F.c}-\theta_{bi}]D \text{----------(1)}$$

حيث أن :
d = عمق الماء المضاف (مم)
O_{fc} = الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية
O_{bi} = الرطوبة الحجمية قبل الري
D = عمق المنطقة الجذرية (سم)

قدر التبخر- نتح الفعلي (الأستهلاك المائي) للمحصول بأستخدام معادلة الموازنة المائية :

$$(I+P+C)-(ETa+D+R)=\pm\Delta S \text{ ----------(2)}$$

حيث أن :
I = الري (مم)
P = المطر (مم)
C = الأرتفاع الشعري (مم)
ET_a = التبخر- نتح (مم)
D = الصرف (مم)
R = السيح السطحي (مم)
ΔS = التغير في خزين ماء التربة

تم حساب التبخر- نتح الفعلي للمحصول عند فواصل الريات خلال موسم النمو بأستخدام المعادلـة التالية :

$$ET_a = (St_1 - St_2) + C - D \text{ ----------(3)}$$

حيث أن :
St_1 = الخزين المائي في طبقات التربة عند الزمن الأول بعد الري (مم)
St_2 = الخزين المائي في طبقات التربة عند الزمن الثاني قبل الرية التالية (مم)
تم أعتمـاد مقياس التبخر (Atmometer) في قياس التبخر- نتح المرجعـي (ET_o) كطريقـة تستخدم لاول مرة في العراق (صورة 1) . كما تم حساب معامـل محصـول الـذرة الصـفراء بأستخدام المعادلة التالية (Allen وأخرون ، 1998) :

$$ET_a = K_c * ET_o \text{ ----------(4)}$$

حيث أن :
ET_o = التبخر- نتح المرجعي (مم)
ET_a = التبخر- نتح الفعلي (مم)
K_c = معامل المحصول

صورة 1. جهاز مقياس التبخر (Atmometer) .

تم حساب معامل أستجابة المحصول من خلال لمعادلة (Stewart وأخرون ، 1977) .

$$ky = [1 - (Ya / Ym)] / [1 - (ETa / ETm)] \quad \text{----------(5)}$$

حيث أن :

K_y= معامل أستجابة المحصول

Y_a = الحاصل الفعلي لمعاملات الري الجزئي (كغم)

Y_m = الحاصل الاعظم (كغم)

ET_a = الاستهلاك المائي الفعلي لمعاملات الري الجزئي (مم)

ET_m = الاستهلاك المائي الاعظم (مم)

تم قياس المساحة الورقية للنباتات في مرحلة التزهير من خلال معادلة (الساهوكي ، 1990) .

$$LSA = 0.65(L)^2 \quad \text{----------(6)}$$

حيث ان :

LSA = المساحة الورقية ($سم^2$)

L = طول الورقة (تحت ورقة العرنوص) (سم)

كما تم قياس دليل المساحة الورقية من خلال معادلة Saxena و Singh (1985) .

$$LAI = \frac{LSA}{AE} \quad \text{----------(7)}$$

أجريت عملية الحصاد بتاريخ 6 / 12 / 2010 وذلك بجمع العرانيص لكل معاملة ومن ثم حصدت النباتات يدويا بمستوى سطح التربة وأجريت عليها العمليات التالية :

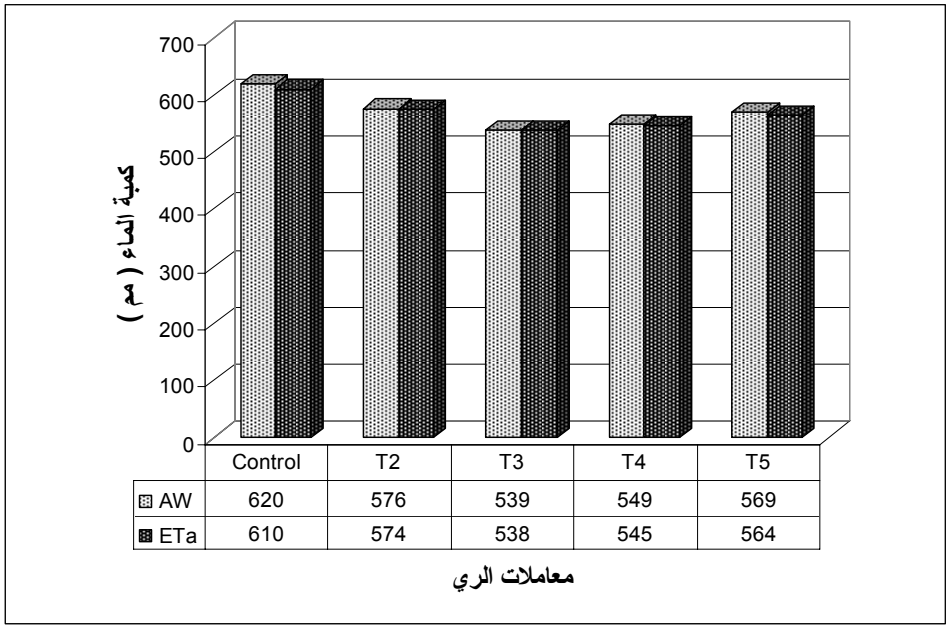
1 . حساب أوزان العرانيص (نسبة الرطوبة 35 %)

2 . تفريط الحبوب وقياس نسبة الرطوبة فيها ثم عدلت الى الرطوبة المعتمدة والبالغة 15 % ، بعد ذلك تم حساب الاوزان النهائية للحبوب .

3 . تم قياس المادة الجافة (الاوراق والسيقان) لكل معاملة لغرض الحصول على الاوزان الجافة خلطت كل معاملة وأخذت عينات عشوائية ووضعت بالفرن على درجة حرارة 65 م ^{0} لمدة يومين لتأكد من جفاف النباتات تماما حتى الوصول الى وزن ثابت .

النتائج والمناقشة

يبين الشكل (1) قيم الاستهلاك المائي الفعلي (ET_a) وكمية مياه الـري المضـافة (AW) لمعاملات الري المختلفة . أظهرت معاملة الري الكامل (المقارنة) أعلى أستهلاك مائي (ET_a) بلغ 610 مم / موسم وأنخفض الى 538 – 574 مم عند معاملات الري الناقص وبنسب أختلفت حسـب مراحل نمو النبات حيث بلغت نسبة الانخفاض 6 ، 12 ، 11 و 8 % عند ممارسة الري الناقص في مراحل النشوء والنمو الخضري والتزهير وتكوين الحاصل ،على التوالي . يعود هذا الـى أخـتلاف كميات الماء الجاهز في التربة ، اذ يزداد معـدل أستهلاك النبات للماء بزيادة المحتـوى الرطـوبي للتربة نتيجة زيادة كمية مياه الـ ـري (William وآخرون ، 1986) .



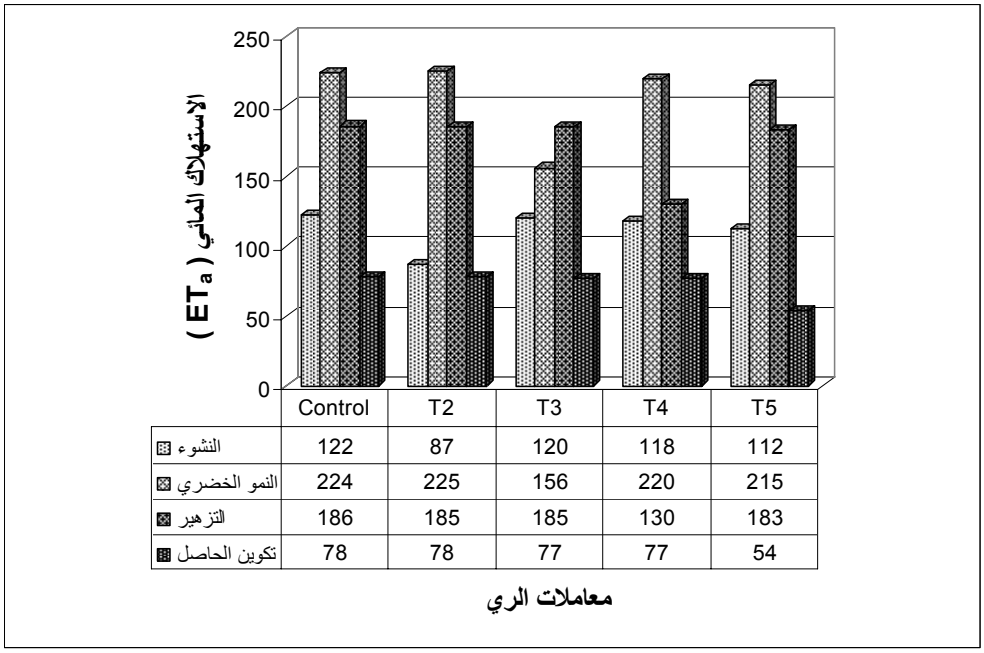
شكل 1. كمية مياه الري المضافة (AW) والاستهلاك المائي الفعلي (ET_a) لمعاملات الري المختلفة .

فقد ذكر كل مـن Al-Hadi (1994) و Boldt وآخـرون (1996) و Wecdsoft وآخـرون (2006) و Heinigre (2000) والحديثي (2002) أن زيادة الاستهلاك المائي لمعاملة الـري الكامل مقارنة مع معاملات الشد المائي تعود الى ان رطوبة التربة عند الري الكامل تكون قريبة مـن السعة الحقلية . من الواضح أن هذه قيم الاستهلاك المائي للذرة الصفراء تقل كثيرا عن تجارب حقلية في وسط العـراق بلغت 850 – 900 ملم (Al-Abu-Khalid و Al-Hassani ، 1982). مـن الجدير بالذكر ان تلك التجارب لم تأخذ بنظر الاعتبار ترطيب المجموع الجذري أو المجموع الجذري

الفعال نتيجة أضافة كمية من المياه تزيد عن الاحتياج المائي الفعلي مما أنعكس في زيادة الصرف العميق او التبخر من سطح التربة .

بلغت مياه الري المضافة (AW) عند معاملة المقارنة 620 مم ، أنخفض الى 539 – 576 مم لمعاملات الري الناقص . وهذا واضح لان معاملة الري الكامل لم تخضع لاختزال الري في حين خضعت معاملات الري الناقص الى أختزال في عمق المنطقة المروية وكمية الماء المضافة خلال مراحل النمو المختلفة . وان أختزال كمية مياه الري بهذا المقدار سبب أختزالا في التبخر- نتح الفعلي (الاستهلاك المائي الفعلي) حوالي 6 – 12 % . ومن ذلك يمكن ملاحظة التقارب بين قيم كمية مياه الري المضافة (AW) وقيم الاستهلاك المائي الفعلي (ET_a) وهذا يمكن ان يكون له علاقة بكفاءة عملية الري وضبطها ، وأستخدام عمق الري حسب مراحل تطور نمو النبات الغى فقدان الماء الى مادون المنطقة الجذرية.

من خلال بيانات الري التي جمعت أثناء مراحل النمو المختلفة وأعتمادا على معادلة الموازنة المائية (2) . لوحظت زيادة في معدل أستهلاك المحصول الفعلي للماء مع تقدم موسم النمو ولجميع معاملات الري (شكل 2) .



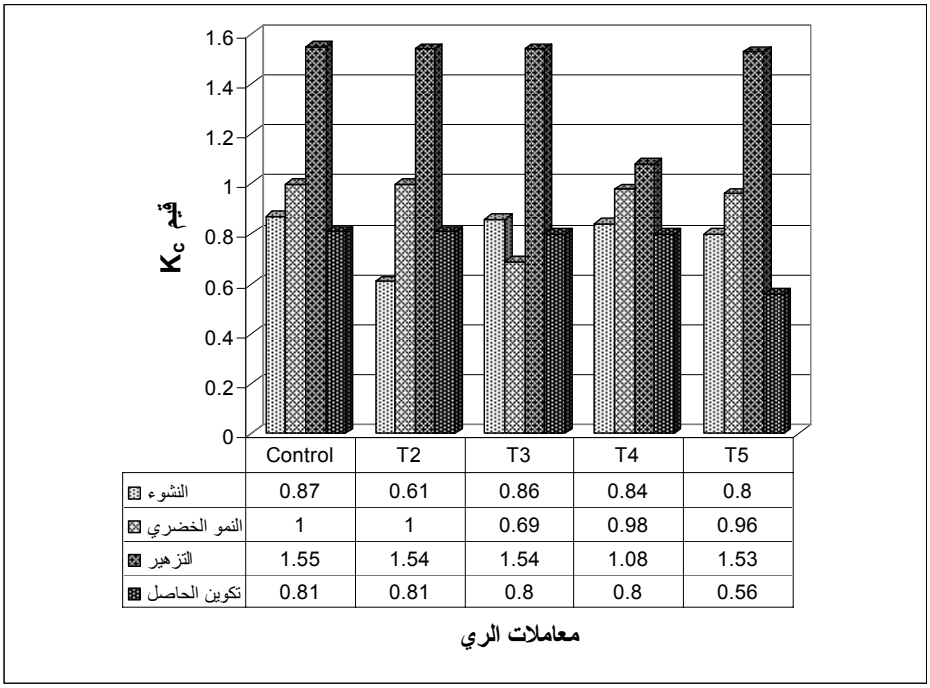
	Control	T2	T3	T4	T5
النشوء	122	87	120	118	112
النمو الخضري	224	225	156	220	215
التزهير	186	185	185	130	183
تكوين الحاصل	78	78	77	77	54

شكل 2. الاستهلاك المائي الفعلي (ET_a) خلال مراحل النمو لمعاملات الري المختلفة .

اذ كانت قيم الاستهلاك المائي قليلة في مرحلة النشوء مقارنة بسائر مراحل النمو وذلك لصغر حجم النبات وانخفاض مساحته الورقية ، ثم حصل أرتفاع كبير في أحتياج النبات للماء في مرحلتي النمو الخضري والتزهير بسبب وصول النباتات الى مساحتها الورقية القصوى وزيادة حاجة النباتات للماء لبناء مواد غذائية أكثر لتلبية متطلبات الازهار وعقد البذور . بعدها حصل أنخفاض في قيم الاستهلاك المائي عند نهاية فترة النمو بسبب أنخفاض أحتياج النبات من الماء لاكتمال تكوين أنسجته وخلاياه وجفاف نسبة عالية من أجزائه . بلغت نسبة الاستهلاك المائي لمعاملة المقارنة في مرحلة النشوء حوالي 20 % من مجموع الاستهلاك المائي ، أرتفعت الى 36.7 % في مرحلة النمو الخضري و 31 % في التزهير ثم أنخفضت الى 12.8 % في مرحلة تكوين الحاصل . لم تختلف هذه النسب عن مثيلاتها في معاملات الري الناقص وبلغت 15-22 % في مرحلة النشوء و 29-39 % في مرحلة النمو الخضري و 24-32 % في مرحلة التزهير و 10-13 % في تكوين الحاصل . على الرغم من أختزال كمية مياه الري لمعاملات الري الناقص خلال مراحل النشوء والتزهير وتكوين الحاصل فأنها

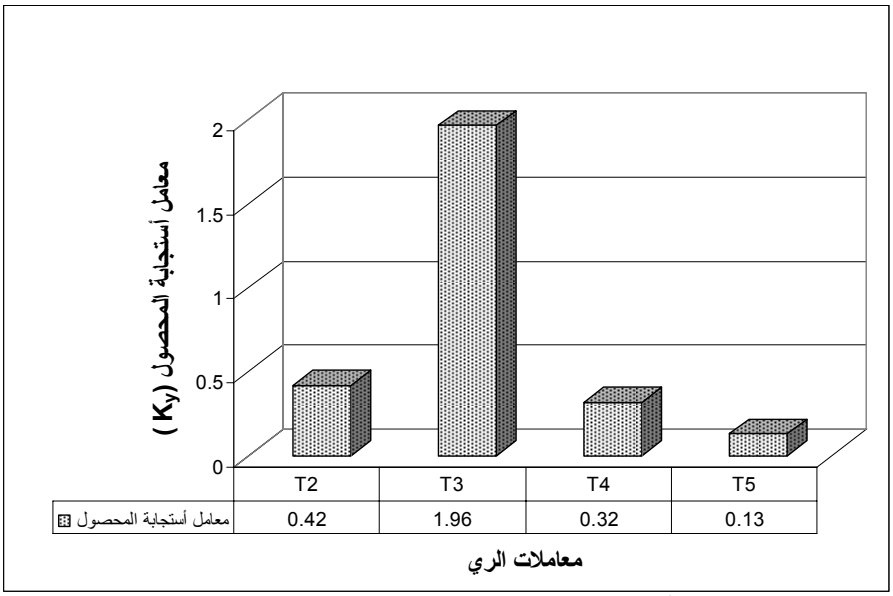
قد أنتجت حاصلا لم يختلف معنويا عن معاملة الـري الكامل (المقارنة) . من هنا يكون بالامكـان ممارسة الري الناقص في أحدى مراحل النمو دون التأثير في كمية الحاصل النهائي مع توفير جـزء من مياه الـري . أشار Kirda وآخرون (1996) و Melvin وآخرون (2005) وفهد وآخـرون (2002) الى أن تعرض نبات الذرة الصفراء الى شد مائي خلال مرحلة تكوين الحاصل لم تؤد الى خفض حاصل الحبوب معنويا وأنه أسهم في توفير 25 % من متطلبات الري . ذكر كل مـن Lauer (2003) و Faci وFereres (1980) وNajy (2009) أن تعرض نبات الذرة الصفراء للشـد المائي أثناء مراحل معينة من نموه يمكن أن يوفر كمية من المياه دون التأثير المعنوي في الحاصـل بسبب عدم حساسية النبات للشد المائي أثناء تلك المراحل (Moutonnet ، 2000).

تراوحت قيم معامل محصول (K_c) الذرة الصـفراء بـين 0.81 الـى 1.55 (شـكل 3). يلاحظ بشكل عام أزدياد قيم معامل المحصول مع تقدم النمو حتى يصل الى أقصى قيمـة لـه عنـد التزهير ثم يبدأ بالانخفاض عند مرحلة تكوين الحاصل والنضج . من جهة أخرى وجد السلوك نفسـه عند معاملات الري الناقص (الشد المائي) مع ملاحظة أنخفاض قيمة المعامل لمرحلة النمـو التـي تعرضت للشد المائي .وجـد كـل مـن Heinigre (2000) و Mahanna وSeglar (2002) أنخفاض معامل المحصول عند حدوث الشد المائي . أشار Doorenbos و Kassam (1986) الى مديات مقاربة لمعامل المحصول لمراحل نمو النبات بأستثناء تلك التي تتعرض للشد المـائي وذلـك بسبب أنخفاض التبخر نتح الفعلي لتلك المعاملات مقارنة مع بقية المعاملات الاخـرى (Pessarakli ، 1999) .



شكل 3. معامل المحصول (K_c) لمعاملات الري المختلفة خلال مراحل النمو المختلفة .

يتسبب الري الناقص في أحداث شد مائي عند ممارسته خلال أية مرحلة من مراحل نمـو النبـات . ولغرض التعبير كميا عن تأثير الشد المائي في النبات من الضـروري أيجـاد قيمـة العلاقـة بـين الانخفاض النسبي للحاصل (Y_a / Y_m) -1 والانخفـاض النسبي للتبخـر نتـح (ET_a / ET_m) -1 (معادلة 5) . يبين الشكل (4) اختلاف قيم معامل اسـتجابة محصـول الـذرة الصـفراء (K_y) باختلاف مراحل النمو المختلفة. إذ كانت أعلى قيمة في مرحلة النمو الخضري وبلغت (1.96).



شكل 4. معامل أستجابة المحصول (K_y) لمعاملات الري المختلفة .

يمكن ترتيب حساسية الذرة الصفراء للشد المائي في مراحل نموها المختلفة كالاتي النمو الخضري > النشوء > التزهير > تكوين الحاصل . هذا يعني أن النبات كان أكثر حساسية للشد المائي في مرحلة النمو الخضري ، يمكن ملاحظة ذلك من قيم (K_y) التي كانت أكبر من واحد . يعني ذلك أن الفقدان في الحاصل يكون أكثر أهمية من النقص في ET (Kird وKanber ، 1999) . أن تعرض نبات الذرة الصفراء للشد المائي خلال مرحلة النمو الخضري قد اثر سلبا على شكل وهيئة الاوراق وأتساع الخلايا مما سبب أنخفاضا في الحاصل (Hsiao ، 1979) . أتفقت النتائج مع ما وجده كل من Tarantino وآخرون (1982) و Eastin وآخرون (1983) و Najy (2009) أن مرحلة النمو الخضري لنبات الذرة الصفراء كانت أكثر حساسية للشد المائي مقارنة بالمراحل الاخرى .

خصائص نمو الذرة الصفراء

يبين جدول (2) تأثير الري الناقص في بعض خصائص النمو وحاصل وكفاءة أستخدام المياه للذرة الصفراء. أذ أعطت معاملة الري الكامل (المقارنة) أعلى متوسط لارتفاع النبات بلغ (171 سم) ، ولم تختلف معنويا عن معاملات الري الناقص كافة بأستثناء معاملة الري الناقص خلال مرحلة النمو الخضري الذي أعطت أقل متوسط لهذه الصفة وصل الى (143 سم) . أن سبب أنخفاض أرتفاع النبات تحت تأثيرالشد المائي (الري الناقص) خلال مرحلة النمو الخضري قد أنعكس سلبا في تثبيط معدل أنقسام واستطالة الخلايا وبالتالي قلة أرتفاع النبات (Hsiao ، 1973). ذكر عدد من الباحثين Eck (1986) و Ottman وآخرون (1996) وHuang وآخرون (2002) أن الشد المائي قد أثر في أرتفاع نبات الذرة الصفراء لاسيما خلال مرحلة النمو الخضري وهذا التأثير قد توقف في مرحلة التزهير .

كما يلاحظ أن معاملة الري الناقص خلال مرحلة النمو الخضري أعطت أوطآ قيم لكل من المساحة الورقية (LSA) ودليل المساحة الورقية (LAI) حيث بلغت (6038 سم ^{2}) و (3.22) ، على التوالي . كانت نسبة الانخفاض في المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية في معاملة الري الناقص خلال مرحلة النمو الخضري (12.1 ، 11.3 و 11.0 و 11.8 %) و (12.3 ، 11.3 و 11.0 و 11.8 %) لكل من المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ، على التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة والري الناقص خلال مراحل النشوء والتزهير وتكوين الحاصل بالتتابع . أن سبب نقصان المساحة الورقية خلال هذه المرحلة يعود الى تزامن حدوث الشد المائي مع مرحلة النمو

وتوسع الاوراق التي أدى إلى اختزال حجم الخلايا بسبب أنخفاض الجهد المائي للنسيج واختزال محتوى الماء النسبي له فقلت مقدرتها على الاستطالة . أشار Boyer (1970) أن الشد المائي خلال مرحلة النمو الخضري يقلل أستطالة الاوراق وتمددها نتيجة لفقدان ضغط الانتفاخ المسلط على جدران الخلايا من الداخل والخارج ، ونتيجة لهذا الفقدان يتأثر نمو خلايا الاوراق وتتوقف أستطالتها مما يؤثر سلبا في زيادة المساحة الورقية . ذكر توفيق (2006) أن حدوث الشد المائي أثناء مرحلة النمو الخضري ادى الى أختزال مساحة الاوراق بسبب اختزال معدل النمو للنبات بشكل عام .

سبب الري الناقص (الشد المائي) خلال مرحلة النمو الخضري أختزالا معنويا في حاصل المادة الجافة بلغت نسبته (18.0 ، 16.0 و 14.0 و 18.0%) مقارنة مع معاملات الري الكامل (المقارنة) والري الناقص خلال مراحل النشوء والتزهير وتكوين الحاصل ، على التوالي (جدول 2) . لم يكن هناك فرق معنوي بين معاملات الري الناقص خلال مراحل النشوء والتزهير وتكوين الحاصل مع معاملة المقارنة التي أعطت أعلى حاصل للمادة الجافة بلغت 7697 كغم . هكتار$^{-1}$. أن سبب الانخفاض في حاصل المادة الجافة عند ممارسة الري الناقص خلال مرحلة النمو الخضري يعود الى ظروف الشد المائي للنبات التي أدت الى خفض النشاط الفسيولوجي لاسيما عملية التمثيل الضوئي والتي أنعكست على خفض أمتصاص الماء والمواد الغذائية (Antolin وSanchez-Diaz ، 1993) . وقد يعود السبب الى تناقص قيم مكونات المادة الجافة كالمساحة الورقية وأرتفاع النبات . تتفق النتائج مع عدد من الباحثين Demnis وآخرون (1984) و Abdelmajid وآخرون (1982) و Saeed وEl-Nadi (1998) الذين وجدوا أنخفاض المادة الجافة للنبات بزيادة الشد المائي .

يشيرجدول (2) الى عدم وجود فروق معنوية في حاصل الحبوب بين معاملة المقارنة ومعاملات الري الناقص عند مراحل النشوء والتزهير وتكوين الحاصل على الرغم من أنخفاض كميات الماء المضافة في معاملات الري الناقص خلال تلك المراحل الا أنها قد أنتجت حاصلا مقاربا لحاصل معاملة المقارنة حيث بلغ حاصلهما النسبي 96 – 99 % من معاملة المقارنة (7332 كغم . هكتار$^{-1}$). ذكر Kirda وأخرون (1996) أن تعرض نبات الذرة الصفراء الى شد مائي خلال مرحلة تكوين الحاصل لم تؤد الى خفض حاصل الحبوب معنويا وأنه أسهم في توفير 34 % من متطلبات الري . كما أشار Leta وRamachandrappa (1999) الى عدم وجود فروق معنوية في حاصل حبوب الذرة الصفراء بين معاملة الري الكامل ومعاملة تعرض النبات للشد المائي خلال مرحلة تكوين الحاصل . أظهرت معاملات الري الناقص عند مرحلة النمو الخضري أوطآ حاصل حبوب بلغ (5632 كغم . هكتار$^{-1}$) مما يدل على حساسية هذه المرحلة لنقص الري. وجد Eck (1986) أن أكبر أنخفاض في الحاصل حدث عند تعرض النبات للشد المائي خلال مرحلة النمو الخضري .و ذكر الباحثين Unger (1988) وPayero وآخرون (2006) ان تعرض النبات للشد المائي لم يكن ذا تأثير معنوي في حاصل الذرة الصفراء خلال مرحلة تكوين الحاصل وعزوا ذلك الى عدم حساسية الذرة الصفراء العالية للشد المائي خلال تلك المرحلة . بينما أشار Mahanna و Seglar (2002) إلى أن مرحلة النمو الخضري لمحصول الذرة الصفراء كانت أكثر حساسية للشد المائي وقد أنخفض حاصلها معنويا مقارنة مع الري الكامل. وأكد ذلك Najy (2009) وHenry وأخرون (2008) و Jinfeny Wang وآخرون (2007) و Sajedi وآخرون (2009).

جدول 2 . خصائص نمو وحاصل الذرة الصفراء للمعاملات المختلفة.

المعاملات	خصائص النمو				
	أرتفاع النبات (سم)	المساحة الورقية (سم^2)	دليل المساحة الورقية	حاصل المادة الجافة (كغم.هكتار$^{-1}$)	حاصل الحبوب (كغم.هكتار$^{-1}$)
T1	171	6872	3.67	7697	7332
T2	170	6807	3.63	7480	7143
T3	144	6038	3.22	6308	5632
T4	169	6788	3.62	7341	7074
T5	171	6844	3.65	7647	7288
LSD $_{0.05}$	5.2	193	0.11	496	344

المصادر

الحديثي ، سيف الدين عبد الرزاق سالم. 2002. جدولة الري الناقص لمحصول الذرة الصفراء لزيادة كفاءة استخدام المياه. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الساهوكي، مدحت مجيد . 1987 . الذرة الصفراء أنتاجها وتحسينها . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي– جامعة بغداد .

توفيق ، حسام الدين احمد. 2006. استجابة الذرة البيضـاء [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] لنقص الري خلال مراحل النمو المختلفة واثر ذلك في توزيع الجذور. اطروحة دكتـوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.

فهد ، علي عبد ، رمزي محمد شهاب ، عبد الحسين وناس علي و علي عباس محمد . 2002 . أدارة ري محصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) لزيادة كفاءة أستخدام المياه فـي وسـط العراق . البحوث الفائزة بجائزة المنظمة العربية للتنمية الزراعية للعام 2002 .(50-72)

فياض ، نايف محمود ، أحمد مدلول محمد و فوزي محسن علي . 2009 . تأثير كمية مياه الري وجدولتها في كفاءة أستعمال المياه وبعض مؤشرات النمو وحاصل الذرة الصفراء . مجلة العلوم الزراعية ، العدد (2) المجلد (14) ص 174-182 .

Abdelmajid, E. A., M. A. Mustafa, and I. Ayed. 1982. Effect of irrigation interval, urea and gypsium on N, P. and uptake by forage sorghum on highly saline sodic clay. Exp. Agric. 18: 177-182.

Abou-Khalid, A. and K. Al-Hassani. 1982. Evaporation and potential evapotranspirtaion under the arid conditions of central Iraq. SOLR. Field Document. No. 32

Adriano,D.C., and H.E. Doner. 1982. Bromine, Chloride and fluorine . In A.l. pag et al;(eds) Methods of soil analysis, Agronomy No.g, .

Al-Hadi , S. S. 1994 . Effect of different soil moisture contents on Barely water consumptive use . Dirasat 5 : 119-131 .

Allen , R. G., Pereira , D. Raes , M. Smith . 1998 . Crop evapotranspiration : guidelines for computing crop water requirements . FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome, Italy.FAO.

Annac , M.S., M. Ali Ul., I.H. Tuzel and D. Anac . 1996 . Optimum irrigation schedules for cotton under deficit irrigation conditions. In: Nuclear Technique to Assess Irrigation schedules for Field Crop, pp.225-241,IAEA TECDOC-888,Vienna.

Annandale ,J.G.,G,S.Campbell., F.C. Olivierand N.Z. Jovanovic .2000. redicting crop water uptake under full and deficit irrigation : An example using pea (*Pisum sativum L. cv. Puget*). Irrig.Sci. 19: 65-72

Antolin, M. C and M. Sanchez-Diaz . 1993 . Effect of temporary droughts on photosynthesis of alfalfa plants . J.Exp.Bot.44: 1341-1349

Bayrak, F. 1979 . Water consumption of maize under Bafra condition. Research Institude of samsum. General publ. No.15 .

Boldt, A. L., D. E. Eisenhauer, D. L. Martin, and G. J. Wilmes. 1996. Irrigation water conservation practices for the central PLATTE VALLEY, Nebraska. Ecosystem proceeding paper.

Boyer, J. S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiol. 46: 233- 235

Dennis, P. G., Y. S. Charles, and G. W. Darrell. 1984. Changes in grain sorghum stomatal and photosynthetic response to moisture stress across growth stages. Crop Sci. 24: 441-446.

Doorenbos, J.and Kassam, A. H. 1986. Yield response to water, FAO, Irrigation And Drainage paper 33, FAO, Rome, Italy.

Eastin, J. D., R. M. Castelberry ., T. J. Gerik., J. H. Hultquist., V. Mahalakshmi., V. B. Ogunlela./ and J. R. Rice . 1983 . physiological aspects of high temperature and water stress . In: C. D. Raper., and P. J. Kramer (ed) . Croption Reaction to Water and Temperature .

Eck, H. V. 1986. Effect of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigation corn. Agron. J. 78: 1035 – 1040.

Epperson, J.E.Hook and Y.Mustafa.1993. Dynamic programming for improving irrigation scheduling strategies of maize .

Faci, J. M ., and E. Fereres . 1980 . Response of grain sorghum to variable water supply under two irrigation frequencies . *Irrigation Science* No: 1, 149-159 .

Farre, I., and J.M. Faci. 2006 . Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolour* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment . Agricultural Water Management .

Heingre, R. W. 2000 . Irrigation and Drought Management . Crop Science Department . URL : http://www.ces.ncsu.edu/plymouth/cropsci/cornguide/Chapter4.html

Henry , H . Igbadun.Baanda A. Salim . Andrew ,K.P.R.Tarimo.Henry and F.Mahoo. 2008 . Effects of deficit irrigation scheduling on yields and soil water balance of irrigated maize .Irrig Sci 27: 11-23 .

Hsiao, T. C. 1979 . Plant response to water stress . Ann.Rev.Plant Physiol. 24: 519-570.

Huang, M., L. Zhong and J. Gallichand.2002. Irrigation treatments for corn with limited water supply in the loess Plateau,China.Canadian Biosystems Engineering.Volume 44, P:129-134.

Itter,B.,F.Maraux,P.Ruelle, and J.M.Deumier.1996.Applicability and limitations of irrigation scheduling methods and techniques.In: Irrigation Scheduling : from theory to Practice ,Proceeding ICIDL\FAO Workshop,Sep .1995 , Rome.Water Report No.8,FAO,Rome.

Jinfeng Wang , Shaozhong Kang , Fusheng Li , Fucang Zhang , Zhijum Li and Jianhua Zhang . 2008 . Effects of alternate partial root-zone irrigation on soil microorganism and maize growth . *Plant Sci*. 302 : 45-52 .

Kang,S., Z. Liang., Y. Pan., P.Shi and J. Zhang.2000. Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area . *Agricultural Water Management* 45 , 267-274 .

Kirda, C., R. Kanber and K. Tulucu. 1996. Yield response of cotton, maize, soybean, sugarbeet, sunflower and wheat to deficit irrigation- In nuclear techniques to assess irrigation schedules for field crops. IAEA. TECDOC. 888: 131-138.

Kirda, C. and R. Kanber . 1999 . Water , no longer a plentiful resource should be used sparingly in irrigated agriculture .In: C.Kirda,P.Moutonnet, C.Hera, and D.R.Nielson (eds). Crop Yield Response to Deficit Irrigation .Dordrecht,The Netherlands ,Kluwer ,Academic Publishers.

Klute,A.,R.C.Dinauer,D.R.Buxton,and J.J.Mortvedt .1986.Methods of Soil Analysis,Agron.99part 1),Madison,Wisconson,USA.

Lauer, J . 2003 . What happens within the corn plant when drought occurs University of Wisconsin Extension . http:/www.uwex.edu/ces/ag/issues/drought2003/corneffect.html.

Leta ,T. and B.K. Ramachandrappa . 1999 . Response of maize to moisture stress at different growth stages in alfisols during summer. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. 32 (3) :201-207 .

Mahanna, B., and B. Seglar . 2002 . Pioneer management information.A management and utilization guide for drought-stressed crops. Pioneer Hibred, URL : Management-corn.htm

http://www.pioneer.com/flashdrought-

Melvin, S.R., J.O. Payero., N.L. Klockhe and J.P. Schneekloth . 2005 . Irrigation management Strategies for Corn to Conserve Water , p.76-83. proceedings of the 17th Annual central plains Irrigation Conference and Exposition .

Moutonnet, P. 2000 . Yields , response factors of field crops to deficit irrigation .Deficit irrigation practices ,FAO.IAEA,joint FAO/IAEA division , Vienna,Austria .

Najy, Aram Sameer . 2009. Response of corn (*Zea mays* L.) to deficit irrigation at different growth stsges. A thesis of master.College of Agriculture. Al-Sulaimani university.

Nielsen, R.L. 2002 . Drought and heat stress effects on corn pollination .Purdue Coop.Ext.Ser.URL: http:// www.agry.purdue.edu/ext/corn/pubs/corn-07.htm.

Ottman, MJ., B.R. Tickes., R.L .Roth. 1996 . Alfalfa yield and stand response to irrigation termination in an arid environment .*Agronomy Journal* 88: 44-48 .

Page,A.I.,R.H.Miller,and D.R.Keeney.1982.Methods of Soil Analysis. part2,Chemical and Microbiological. properties, 2nd. Edition,Agronomy9,Am.Soc.Agron.,Inc,soil Sci.Soc.Am.Inv.,Madison,WI,USA

Payero,J.O., D.Tarkalson., and S.Irmak . 2006 . Corn yield response to different irrigation depths with subsurface drip irrigation ,Annual meeting of the ASCE-EWRI,Omata,Nebraska .

Pessarakli , M. 1999 . Handbook of plant and crop stress .Pub : Marcel Dekker. Page 1256 .

Prieto,D and C.Angueira.1996. Water stress effect on different growing stages for cotton and its influence on yield reduction.In: Nuclear Techniques to Assess Irrigation Scheduling for Field crops.IAEA,TECDOC 888,pp.13-32,Vienna.

Saeed , A .M and A . H . El- Nadi . 1998 . Irrigation effects on growth , yield and water use efficiency of alfalfa . Irrig.Sci.17:63-67 .

Sajedi , N.,A. Ardakani.,A. Naderi., H.Madani and M. Mashhadi . 2009 . Response of maize to nutrients foliar application under water deficit stress conditions . *American Journal of Agricultural and Biological Science* 4 (3): 242-248,2009 .

Saxena , M.C.and Singh , L. 1985.A note on leaf area estimation of intact maize leaf . *Indian J . Agron*. 10 : 457-459 .

Smith , M. 1992 . Cropwat. A computer for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage . Paper 46,Rome,Italy

Stewart, J. I., R. H. Cuenca., W. O. Pruitt., R. M. Hagan and J. Tosse. 1977. Determination and utilization of water production

functions for principal California crops. W-67. Calif. Contrib. ProjRep. University of California Davis. .

Tarantino, E., H. Singh., and W.O. Pruitt . 1982 . The microclimate and evapotranspiration of processing tomatoes under drip and furrow irrigation . Rivistadi Agronomia, 16(1): 21-29 .

Unger, P.W. 1988 . Grain and forage sorghum production with no – tillage on dryland .Agron.J.80: 193-197 .

Weedsoft . 2006 . Corn Growth Stage development . URL: http://weedsoft.unl.edu/documents/GrowthStageModule/Corn/Corn.htm.

William, R., W.R. Kneebone, and I.L. Pepper . 1986 . Consumptive water use by subirrigation turfgrass under desert conditions . *J.Agric. Water Resour*. 5: 2o1-219 .

Zhu H., Y.Lan., M.Lamb and C.Butts . 2007 . Corn Nutritional properties and yield with Surface Drip Irrigation in Topographically Variable fields.Agricultural Engineering International : the CIGRE Journal.Manuscript LW07 005 .Vol.IX .

RESPONSE OF CORN (*Zea mays* L.) TO DEFICIT IRRIGATION AT DIFFERENT GROWTH STSGES.

A . Sh . Falih * **A . Th . Salih** **

* Ministry of Science & Technology

** Agriculture College - University of Baghdad

ABSTRACT

The main objectives of this study were to detect the response of corn to deficit irrigation practices at different growth stages of the crop , and to determine the crop water requirements under middle of Iraq conditions (Baghdad). Randomized Complete Block Design (R.C.B.D.) with three replications was applid to analyzed data. Corn was grown under five irrigation treatments . A control treatment(no water reduction) and four deficit irrigation treatments (reduction 30 % from applied water irrigation to the control treatment (Full irrigation) at main growth stages : (seedling T2 , vegetative growth T3 , flowering T4 and seed maturity T5). The amount of irrigation water required was estimated based on measurement of soil water content by using gravimetric method , to moistening the 0-20 cm from planting up to the vegetation stage , 0-30cm from vegetation stage to the flowering,and 0-40cm from flowering stage up to the end of the growing season.Actual evapotranspiration was estimated by measuring the soil water content after each irrigation and before the next irrigation during the entire growing season.Reference evapotranspiration was estimated from atmometer gauge . Crop factor (K_c) , yield response factor (k_y) , plant height , leaf surface area , leaf area index , dry matter , grain yield were estimated. The result showed that The reduction in actual evapotranspiration for deficit irrigation treatments were

6.0 , 11.8 , 10.7 and 7.5 % at seedling , vegetative growth , flowering and seed maturity ,respectively in comparison to full irrigation treatment . In general , K_c values increased with progress of season, and reached to highest value at flowering stage , then decreased at seed maturity . On other hand , found same behavior in deficit irrigation treatments with notice decreasing value of factor at growth stage that subjected to water stress . The crop response factor (K_y) was affected by deficit irrigation . The Ky values were 0.42 , 1.96 , 0.32 and 0.13 for deficit irrigation at seedling , vegetation growth , flowering and seed maturity stages, respectively. This means that the vegetative growth stage is more sensitive to deficit irrigation than other stages . There is no significant differences in grain yield between the control treatment and deficit irrigation treatments at seedling , flowering and seed maturing stages , their relative yield reached 96-99 % from control treatment This result pointed that stages are law sensitive to water stress . The other plant properties were take similar pattern of those for the grain yield .

Key words: Corn , deficit irrigation .