تأثير الأستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية في الحاصل والاستهلاك المائي وكفاءة استعمال الماء لنبات الذرة البيضاء *Sorghum bicolor L. Moench* .

باسم حسين فرحان* **عبد الأمير ثجيل صالح****

* قسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة – جامعة بغداد - abc8976@yahoo.com
**أستاذ- مساعد- قسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة – جامعة بغداد .

المستخلص

أجريت تجربة تهدف الى دراسة تأثير نسبة استنزاف الماء الجاهز للنبات وعمق المنطقة المروية في نمو وحاصل الذرة البيضاء مع تقدير الاستهلاك المائي للمحصول تحت ظروف وسط العراق . حيث نفذت تجربة حقلية لزراعة محصول الذرة البيضاء وفق تصميم الألواح المنشقة بثلاثة مكررات. تضمنت الألواح الرئيسة نسب الأستنزاف الرطوبي (T) إذ أضيف ماء الري بعد استنفاذ 50%، 70%، 90% من الماء الجاهز للنبات وتضمنت الألواح الثانوية مستويين من عمق المنطقة المروية هو D1(0-30 سم) من بداية الزراعة الى الحصاد والعمق الثاني D2 0 - 10 سم من الزراعة لغاية بداية مرحلة النمو الخضري ، ثم 0- 20 سم الى بداية التزهير ، ثم 0 -30 سم لغاية النضج الفسيولوجي . وقدر الأستهلاك المائي الفعلي من خلال قياس المحتوى المائي للتربة بعد الري وقبل الرية التالية على طول موسم النمو . تم حساب كفاءة أستعمال الماء الحقلي (WUE_f) والمحصولي (WUE_c) وحساب معامل أستجابة المحصول (K_y). و تم حساب حاصل الحبوب لكل معاملات التجربة.

بينت الدراسة التأثير المعنوي لنسب الأستنزاف الرطوبي والتداخل بين نسب الاستنزاف وعمق المنطقة المروية في حاصل نبات الذرة البيضاء ، أما عمق المنطقة المروية فلم يكن له تأثير معنوي في حاصل الحبوب .إذ بلغ أعلى حاصل حبوب عند المعاملة T1D1، فيما كان أقل حاصل عند المعاملة T3D2. وقد أعطت المعاملة T1D1 أعلى قيمة للتبخر- نتح الفعلي (ET_a) ، انخفض عند العمق الأول للمعاملة T2D1 و T3D1 بنسب توفير للمياه بلغت 17 و31% على الترتيب ، بينما أعطت المعاملة T1D2 اعلى استهلاك مائي للعمق الثاني أنخفض بنسب توفير بلغت 16 و 31 % لمعاملة T2D2 و T3D2 على الترتيب . ولم يكن لمعاملات الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية والتداخل بينهما تأثير معنوي في كفاءة أستعمال الماء الحقلي والمحصولي, وقد أعطت المعاملة T2D2 أعلى قيمة لكفاءة أستعمال الماء الحقلي والمحصولي بلغت 1.06 , 1.09 كغم حبوب.م$^{-3}$ على الترتيب , في حين أعطت معاملة T3D2 أدنى قيمة لكفاءة أستعمال الماء الحقلي والمحصولي بلغت 0.88 ، 0.92 كغم حبوب. م$^{-3}$على الترتيب . أعطت معاملة T3 أعلى قيمة لمعامل استجابة المحصول K_y بلغت 1.05-1.21 للعمقين D1 و D2 على التوالي . مما يعني أن هاتين المعاملتين كانتا أكثر حساسية لنقص الري من بقية المعاملات الأخرى التي تراوحت قيم K_y لها بين 0.63-0.87 .

الكلمات المفتاحية : الأستنزاف الرطوبي ، عمق المنطقة المروية ، الاستهلاك المائي ، كفاءة استعمال الماء ، معامل استجابة المحصول ، الذرة البيضاء .

المقدمة

برزت مشكلة شحة الموارد المائية المتاحة في الأراضي الزراعية المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقع بلدنا ضمنها والتي تتسم بانخفاض معدلات الإمطار وارتفاع معدل التغاير المطري ودرجات الحرارة فضلا عن ارتفاع معدلات التبخر التي تفوق معدلات التساقط . كما إن الانخفاض الحاد في معدل الواردات المائية السنوية لنهري دجلة والفرات وتذبذب مستواهما من

تاريخ تسلم البحث 31 / 12 / 2013 .
تاريخ قبول النشر 22 / 9 / 2014 .
http://www.agriculmag.uodiyala.edu.iq/

موسم لأخر اثر بشكل كبير في تدهور هذه الموارد (AL-shahrabali ، 2009). لذا كان التوجه الى استخدام كمية المياه المتاحة لاستغلال اكبر مساحة هي هدف حقيقي يجب التركيز عليه في تنمية ألزراعة المستديمة للأراضي الجافة وشبه الجافة . و من أهم طرق تحقيق كفاءة عالية لوحدة المساحة هي الري الناقص والذي يمكن أن يكون إستراتيجية جيده لزيادة إنتاجية المياه لوحدة المساحة (Zhang ، 2003) وهو طريقة لزيادة كفاءة أستعمال المياه (WUE) وذلك بتعريض المحصول إلى مستوى معين من الشد في مرحلة معينة من مراحل نمو النبات، أو خلال فصل النمو بأكمله من دون حصول انخفاض معنوي في الحاصل لذا من الضروري معرفة مدى أستجابة المحصول إلى الإجهاد المائي الناجم عن الري الناقص سواء كان خلال مرحلة نمو معينة من موسم النمو أو خلال موسم النمو بأكمله ويحتاج من يمارسها أن يكون على معرفة بمستوى الانخفاض في النتح المسموح به بدون حصول انخفاض معنوي في الإنتاج (Kirda وKanber ، 1999).

إن من الضروري الإرواء وفقاً لمفاهيم حديثة دون تبذير وإسراف للماء باعتماد الشدود الرطوبية الأنسب في ضوء نوع التربة والمحصول المزروع وأن تحقيق الاستغلال الأمثل للمياه وزيادة كفاءة الوحدة المائية يعد ذات اهمية كبيرة في بلد كالعراق ، مما يتطلب الارواء بجدولة مناسبة لظروف التربة والمحصول . كما ان تحديد عمق المنطقة المروية الذي يعتمد على العمق الفعال للمنطقة الجذرية وبحسب مراحل نمو وتطور المحصول تعد آلية مهمة في اختزال كمية المياه المضافة يمكننا استعمالها من أدخال مساحات أخرى للزراعة تستغل فيها كميات المياه الموفرة من عملية الري , حيث تمثل فواقد الري الحقلي أو ما يسمى أيضاً بفواقد الاضافة الجزء الأكبر من فواقد الري السطحي حيث تقدر كفاءة الاضافة في الري السطحي بالدول العربية حوالي 40 - 50 % وتبلغ حوالي 60% من جملة الفواقد الكلية للري السطحي ، وهى تعد بذلك أضعف نقطة في حلقة الري السطحي وتحتاج إلى مجهودات كبيرة لتقليل هذه الفواقد (بلوم وآخرون ، 2002).

المواد وطرائق البحث

نفذت تجربة حقلية لزراعة محصول الذرة البيضاء صنف إنقاذ خلال الموسم الخريفي 2012 في الحقول التابعة للشركة العامة للبستنة والغابات - الزعفرانية / وزارة الزراعة في تربة طينية غرينية وفق تصميم الألواح المنشقة بثلاثة مكررات.زرعت بذور محصول الذرة البيضاء[Sorghum bicolorL. Moench] صنف إنقاذ في الموسم الخريفي بتاريخ 16/ 7 /2012 في خطوط داخل ألواح أبعادها 3×3 م، المسافة بين سطر وأخر0.75 م والمسافة بين جورة وأخرى 0.25 م للحصول على كثافة نباتية مقدارها 53333 نبات.ه$^{-1}$(اليونس , 1993) .وضعت في كل جورة من 4 – 5 بذرات وبعمق يتراوح ما بين0.03–0.05 م. خفت النباتات إلى نبات واحد لكل جورة بعد أسبوعين من الإنبات وأجريت عملية الترقيع. أستعمل مبيد الديازينون المحبب 10% مادة فعالة وبمقدار 6 كغم .هـ$^{-1}$ تلقيماً في قلب النبات وعلى دفعتين الدفعة الأولى بعد 20 يوماً من الإنبات والثانية بعد 15يوماً بعد الدفعة الأولى لمكافحة دودة حفار ساق الذرة *Sesamia cretica lea.*(وزارة الزراعة، 2006) . تم إضافة الأسمدة حسب التوصية السمادية لنبات الذرة البيضاء (النعيمي ، 1999) إذ أضيف السماد الفوسفاتي بشكل TSP (46% P_2O_5) لجميع المعاملات وبمعدل 89 كغم P . هـ$^{-1}$ عند الزراعة. أضيف السماد النتروجيني بشكل يوريا (46%N) لجميع المعاملات بكمية مقدارها 320 كغم N .هـ$^{-1}$ على دفعتين ، الدفعة الأولى بعد 25 يوما من الزراعة والدفعة الثانية بعد 60 يوماً وعند بدء التزهير كما تمت إضافة السماد البوتاسي بشكل كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 (K_2O%26) وبمعدل 83 كغمK.هـ$^{-1}$ وتم تجزئته على ثلاث دفعات بحسب مراحل النمو المختلفة . وأجريت عملية التعشيب يدوياً وبصورة دورية خلال موسم النمو بأكمله. حصدت النباتات بتاريخ 2012/11/10 .

معاملات التجربة

العامل الأول:- عمق المنطقة المروية (D)

تم إجراء عملية الري بعد استنزاف النسبة المقررة من سعة حفظ التربة للماء الجاهز بمستويين لعمق الري.

المعاملة الأولى (D1) :- الري لعمق 0- 3 .0 م طوال موسم النمو ولكافة مراحل النمو المختلفة .

المعاملة الثانية (D2) :- الري لعمق 1. 0 م خلال مرحلة النشوء . ثم لعمق 2 . 0 م خلال مرحلة النمو الخضري . ثم لعمق (3 .0 م) خلال مرحلتي التزهير ونمو الحبة وحتى الحصاد.

العامل الثاني:- نسب استنزاف الماء الجاهز(T)

المعاملة الأولى (T1) : الري عند استنزاف 50% من الماء الجاهز.

المعاملة الثانية (T2) : الري عند استنزاف 70% من الماء الجاهز.

المعاملة الثالثة (T3) : الري عند استنزاف 90% من الماء الجاهز.

جدول 1. تقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للعينات قيد الدراسة للعمق 0 - 0.3 م .

الصفة	الوحدة	القيمة
الرمل	غم.كغم$^{-1}$	58
الغرين		521
الطين		421
النسجة	طينية غرينية	
الكثافة الظاهرية	ميكا غرام. م$^{-3}$	1.34
المحتوى الرطوبي الحجمي (33 كيلو باسكال)	سم^3.سم$^{-3}$	0.34
المحتوى الرطوبي الحجمي (1500كيلوباسكال)		0.14
الماء الجاهز		0.20
المحتوى الرطوبي الحجمي عند نسبة استنفاذ 50 %		0.24
المحتوى الرطوبي الحجمي عند نسبة استنفاذ 70 %		0.20
المحتوى الرطوبي الحجمي عند نسبة استنفاذ 90 %		0.16
الإيصالية الكهربائية (Ec) قبل الزراعة	ديسيسيمنز.م$^{-1}$	1.56
الإيصالية الكهربائية (Ec) بعد الزراعة		2.32
درجة التفاعل (pH)		7.64
الكالسيوم	ملي مول.لتر$^{-1}$	3.6
المغنيسيوم		3.3
الصوديوم		1.81
البوتاسيوم		5.1
الكبريتات		6.23
الكلوريد		8.12
الكربونات		3.0
البيكاربونات		1.3
المادة العضوية	غم .كغم$^{-1}$	18.4
السعة التبادلية الكاتيونية (CEC)	سنتيمول.شحنة.كغم$^{-1}$	11.52

تم تحديد سعة حفظ التربة للماء الجاهز للنبات من الفرق بين سعة حفظ الماء الجاهز للنبات عند السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم . أجريت قياسات المحتوى المائي للتربة بالطريقة الوزنية على كامل أعماق الري المختلفة باستعمال مثقاب أنبوبي خاص بأخذ النماذج (Mini-Auger sampler) قطره 0.02 م وطوله 1م وجففت في جهاز المايكروويف ولمدة خمس عشرة دقيقة بعد ان تم تعيير مدة التجفيف لفرن المايكروويف مع الفرن الكهربائي وفق الطريقة المقترحة من قبل Zein (2002) . أخذت النماذج بشكل

دوري بين ريه وأخرى لحين الوصول إلى المحتوي المائي الذي تتحقق عنده نسبة الاستنزاف اللازمة لإجراء الرية اللاحقة باستثناء ريه الإنبات التي حسبت على أساس المحتوى الرطوبي الابتدائي لإيصال الرطوبة إلى السعة الحقلية وحسبت كمية ماء الري اللازم إضافتها لكل لوح بموجب المعادلة الآتية (Kovda وآخرون ،1973) .

$$d = (\theta_{FC} - \theta_w) D$$

إذ أن: d : عمق الماء المضاف (مم). θ_F : الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية.

θ_w : الرطوبة الحجمية قبل أجراء الري وبعد استنزاف 50 % ,70% ,90% من الماء الجاهز. D : عمق طبقة التربة (م).

حددت مراحل النمو للنبات بحسب Doorenbos وPruitt (1977) , إذ كانت مدد النمو لمراحل النشوء 20 يوماً والنمو الخضري 30 يوماً والتزهير40 يوماً ونضج الحبة 30 يوماً، وكانت مدة نمو الموسم الكامل 120 يوماً . استخدمت أنابيب بلاستيكية مربوطة بمصدر مغذي للماء (مضخة ديزل) مربوطة على خزان أرضي للماء يستلم الماء من نهر دجلة . ربط عداد تصريف ماء (Water meter) لقياس كمية الماء المضافة لكل وحدة تجريبية وتم توزيعها بشكل متجانس للوصول إلى المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية .

استخدمت معادلة التوازن المائي كطريقة مباشرة في حساب الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول وحسب المعادلة الآتية (Allen وآخرون ، 1998) :

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

إذ أن:

I: ماء الري المضاف (مم). P: المطر (مم). C: ارتفاع الماء بالخاصية الشعرية (مم).

ETa: التبخر– نتح الفعلي (مم). D: البزل العميق (مم). R : الجريان السطحي (مم).

ΔS: خزين التربة الرطوبي عند بداية ونهاية الموسم.

وأن كل من : R = 0 (لأن الأرض مستوية والجريان السطحي معدوم تقريباً). C = 0 (المياه الأرضية أعمق من 2.5 م) . D = 0 (الري يتم بحدود نسب الاستنزاف من الماء الجاهز ولعمق معين من طبقة التربة). لذلك تصبح المعادلة كالآتي :

$$I + P = ETa \pm \Delta S$$

تم حساب وزن الحبوب لعشرة نباتات مأخوذة عشوائياً من الخطين الوسطيين واستخرج معدل وزن الحبوب للنبات .أخذ بنظر الاعتبار قياس الصفات الوزنية على أساس رطوبة 12% (Micheal ، 2003).

$$\text{الوزن النهائي (غم)} = \frac{100 - \text{الرطوبة المقاسة (\%)}}{100 - \text{الرطوبة المعدلة (\%)}} \times \text{وزن النموذج (غم)}$$

حللت البيانات بطريقة تحليل التباين وفق تصميم الألواح المنشقة بثلاثة مكررات ولجميع الصفات المدروسة، وتمت مقارنة المتوسطات الحسابية باستخدام اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 0.05 وقد استعمل البرنامج الإحصائي Genestat في إجراء التحليل الإحصائي.

معامل استجابة الحاصل (ky)

تم حساب معامل استجابة الحاصل Ky وحسب المعادلة الاتية (Stewart وآخرون ، 1977):

$$Ky = [1 – (Ya / Ym)] / [1 – (ETa / ETm)]$$

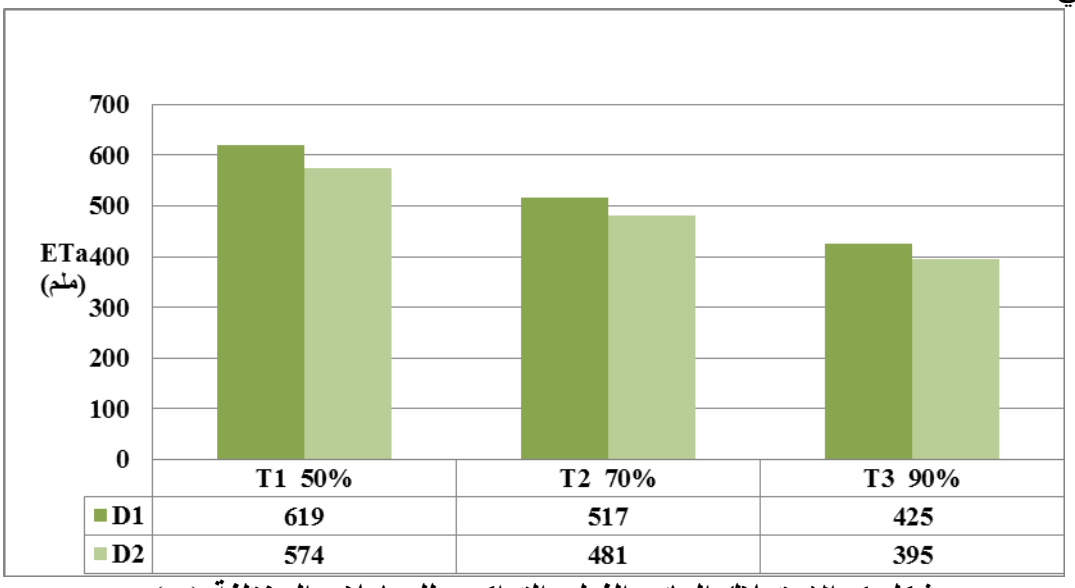
إذ أن:

Ky : معامل استجابة الحاصل.
Ya : الإنتاج الفعلي (طن.ه$^{-1}$).
Ym : الإنتاج الأعظم عند أعلى تبخر– نتح (طن.ه$^{-1}$).
ETa : التبخر– نتح الفعلي (مم).
ETm : التبخر- نتح الأعظم (مم).

النتائج والمناقشة

الاستهلاك المائي الكلي

تبين النتائج في الشكل 1تأثير نسب الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية في الاستهلاك المائي لمحصول الذرة البيضاء خلال موسم التجربة، إذ أن المعاملة T1 أظهرت أعلى قيمة للاستهلاك المائي الفعلي (ETa) إذ بلغ 619 و574 مم . موسم$^{-1}$ وللمعاملتين D1 وD2 على التوالي ، أما في المعاملة T2 فقد كانت قيمة الاستهلاك المائي 517 و481 مم. موسم$^{-1}$ للمعاملتين D1 وD2 على التوالي والمعاملة T3 أقل قيمة للاستهلاك المائي و بلغ 425 ، 395 مم . موسم$^{-1}$ عند العمقين D1 و D2 على التوالي .



شكل 1. الاستهلاك المائي الفعلي التراكمي للمعاملات المختلفة (مم) .

أظهرت معاملة الري عند استنزاف 50% من الماء الجاهز للنبات أعلى استهلاك مائي مقارنة مع معاملتي الري عند استنزاف 70% و 90% وذلك لأن العلاقة بين نسب الاستنزاف الرطوبي والاستهلاك المائي هي علاقة عكسية حيث أن زيادة نسب الاستنزاف الرطوبي تؤدي إلى أن يكون المحتوى الرطوبي للتربة قريباً من نقطة الذبول الدائم أما عند نسب الاستنزاف القليلة فان المحتوى الرطوبي يكون قريباً من السعة الحقلية إذ تتقارب الفترات بين رية وأخرى مما يؤدي إلى زيادة معدل استهلاك الماء بزيادة المحتوى الرطوبي للتربة نتيجة لزيادة التبخر- نتح الفعلي. أظهرت النتائج أن العمق D1 كان أعلى استهلاك مائي مقارنة بالعمق D2 ولكافة المعاملات T1 ، T2 ، T3 وذلك لحصول اختزال في كمية ماء الري المضاف خلال مرحلتي النشوء والنمو الخضري . إذ أمكن توفير 17% و31% من المياه

المضافة في العمقD1 ولكلتا المعاملتين T3 ، T2 مقارنة بالمعاملة T1 ، أما عند العمق D2 فقد تم توفير 16% و31% في المعاملتين T3، T2 على التوالي مقارنة بالمعاملة T1 ولنفس عمق الإرواء .

وقد جاءت قيم الاستهلاك المائي لمعاملات الدراسة ضمن مديات القيم المذكورة في منشورات (FAO ، 2012) والتي تتراوح ما بين 450-750 مم.موسم$^{-1}$لنبات الذرة البيضاء فيما عدا معاملة T3 فأنها كانت أقل من القيم المذكورة بسبب الاجهاد الرطوبي الحاد التي تعرضت له النباتات مما اثر سلبا على الحاصل . أما عند مقارنة قيم الاستهلاك المائي لمعاملة المقارنة في هذه التجربة مع القيم المستحصل عليها في تجارب اخرى في وسط العراق، يلاحظ انها أقل مما حصل عليها عبد الستار و الكواز(1977) ؛ إسماعيل (1984) ؛ الداهري وآخرون (2006) ؛ احمد (2007) إذ بلغت 839 و840 و727 و729 مم. موسم$^{-1}$ على الترتيب، فيما كانت قيم الاستهلاك المائي لمعاملة الري الكامل مقاربة لما حصل عليها توفيق (2006) ؛ صالح (2012) إذ بلغ 577 و 605 مم.موسم$^{-1}$ على الترتيب.

حاصل الحبوب

توضح النتائج في الجدول 2 تأثير نسب الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية والتداخل بينهما في حاصل حبوب الذرة البيضاء إذ يتضح إن لنسب الاستنزاف الرطوبي تأثيراً معنوياً في صفة حاصل الحبوب ، إذ تبين إن زيادة نسب الاستنزاف الرطوبي سبب انخفاضا في متوسط حاصل الحبوب إذ بلغ 3968 كغم.ه$^{-1}$ للمعاملة T3 ، في حين أعطت المعاملة T1 أعلى متوسط لحاصل الحبوب بلغ 6281 كغم.هـ$^{-1}$، و كانت نسب الانخفاض في حاصل الحبوب 14.5 و 36.8% لمعاملات T2 ، T3 على التوالي مقارنة بمعاملة T1 ، وقد يعزى انخفاض حاصل الحبوب عند زيادة نسب الاستنزاف الرطوبي إلى الانخفاض في جاهزية الماء المتيسر للنبات في التربة مما عرض النبات إلى إجهاد مائي سبب بدوره انخفاض معدلات النمو نتيجة لقلة وصول المواد الغذائية الكافية للنمو وتكوين الحبة واختزال المساحة الورقية وهذا يؤثر سلبا في حاصل النبات (فياض وآخرون، 2009), كما أن زيادة مقاومة الثغور لتبادل Co_2 وانغلاقها وانخفاض عملية التمثيل الكاربوني يؤدي الى انخفاض الحاصل والناتج من تناقص واحد أو أكثر من مكونات الحاصل كانخفاض عدد الحبوب بالرأس أو وزن 500 حبة وهذا يتفق مع Sivakumar وآخرين(1979) ؛ Sandoval وآخرين (1989) حيث أشاروا إلى انخفاض حاصل حبوب الذرة البيضاء بتأثير الإجهاد الرطوبي ، وأن انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة يؤدي الى التقليل من فرص إذابة المغذيات وبالتالي ظهور أعراض نقصها على النبات (Neto وآخرون ،2012)، كما أن زراعة المحصول في الموسم الخريفي الذي يتميز بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية المصاحب للإجهاد الرطوبي يكون له دور مهم في خفض الحاصل (Hamayun واخرون ، 2010) .

جدول 2. تأثير الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية والتداخل بينهما في حاصل الحبوب (كغم.هكتار$^{-1}$)

نسب الاستنزاف الرطوبي (T)	عمق المنطقة المروية (D)		المتوسط الحسابي
	D1	D2	
%50 (T1)	6428	6134	6281
%70 (T2)	5562	5180	5371
%90 (T3)	4314	3622	3968
أ . ف . م 0.05	1013.5		989.5
المتوسط الحسابي	5435	4979	
أ . ف . م 0.05	N.S.		

يلاحظ من نتائج الجدول 2 إن حاصل الحبوب لم يتأثر معنوياً بعامل عمق المنطقة المروية ، إذ بلغ معدل حاصل الحبوب لمعاملة العمق D1 (5435) كغم.هـ$^{-1}$ ولمعاملة العمق D2 (4979) كغم.هـ$^{-1}$ ويعزى ذلك الى أن إضافة الماء بحسب توزيع كثافة الجذور خلال مراحل النمو يزيد من كمية مياه الري التي تخزن في منطقة انتشار الجذور الفعالة ويقلل هذا بدوره من الضائعات المائية بالرشح العميق

والجريان السطحي والتبخر من سطح التربة ، من ذلك يمكن أن نستنتج أن اختزال عمق المنطقة المروية في مرحلتي النشوء والنمو الخضري لم يوثر في كمية الحاصل ، مما يشير الى أمكانية الري بأعماق متدرجة و بحسب مرحلة النمو وذلك يمكننا من اختزال كميات المياه المضافة وزيادة كفاءة استعمال الماء من قبل النبات وهذا يتفق مع فالح (2011) ؛ الجبوري (2012) .

كما وجد أن هناك تأثيراً معنوياً للتداخل بين نسب الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية في صفة حاصل حبوب الذرة البيضاء حيث أعطت المعاملة T1D1 أعلى حاصل للحبوب بلغ 6428 كغم. هـ$^{-1}$ في حين أعطت المعاملة T3D2 أقل مستوى لحاصل الحبوب بلغ 3622 كغم.ه$^{-1}$، ويعود ذلك الى أن زيادة الماء الجاهز للنبات في التربة تؤدي الى زيادة أنتاج الحبوب ، حيث أن توفر الماء بدرجة مناسبة وعند شد رطوبي لا يسبب إجهادا كبيرا للنبات والحصول على الماء بيسر وسهولة مما ينعكس بدرجة كبيرة على الحاصل وهذا يتفق مع ما حصل عليه توفيق (2006) .

كفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي Water use efficiency

تبين النتائج في الجدولان 3 و4كفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي خلال مراحل نمو محصول الذرة البيضاء وبتأثير المعاملات المختلفة إذ تقاربت قيم كفاءة أستعمال الماء الحقلي والمحصولي والسبب يعود الى أن كمية المياه المضافة إلى الحقل قريبة إلى كمية الاستهلاك المائي الفعلي ETa للمحصول ولجميع معاملات التجربة وذلك لان إضافة المياه قد اعتمدت نسب استنزاف رطوبي محددة وعمق ري قد تم تحديده تبعا لمرحلة نمو النبات مما أتاح ضبط كميات المياه المضافة وعدم التغلغل العميق لمياه الري مع ملاحظة عدم أمكانية مساهمة الماء الأرضي في التبخر نتح الفعلي للنبات بسبب بعده عن مدى التأثير في الاستهلاك المائي .

جدول3 . تأثير الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية والتداخل بينهما في كفاءة استعمال الماء الحقلي (كغم حبوب. م$^{-3}$) .

نسب الاستنزاف الرطوبي	عمق المنطقة المروية (D)		المتوسط الحسابي
(T)	D1	D2	
%50 (T1)	1.00	1.04	1.02
%70 (T2)	1.05	1.06	1.06
%90 (T3)	0.99	0.88	0.94
أ . ف . م 0.05	N.S.		N.S.
المتوسط الحسابي	1.01	0.99	
أ . ف . م 0.05	N.S.		

أظهرت النتائج المبينة في الجدول (3 , 4) أن عاملي نسب الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية لم يكن لهما تأثير معنوي في كفاءة أستعمال الماء الحقلـــي والمحصولي وكذلك لم يكن للتداخل

جدول 4 . تأثير الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية والتداخل بينهما في كفاءة استعمال الماء المحصولي (كغم حبوب. م$^{-3}$) .

نسب الاستنزاف الرطوبي(T)	عمق المنطقة المروية (D)		المتوسط الحسابي
	D1	D2	
%50 (T1)	1.04	1.07	1.05
%70 (T2)	1.08	1.09	1.08
%90 (T3)	1.02	0.92	0.97
أ . ف . م 0.05	N.S.		N.S.
المتوسط الحسابي	1.04	1.03	
أ . ف . م 0.05	N.S.		

تأثير معنوي في كفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي ويمكن أن يعزى ذلك إلى انخفاض الحاصل الحبوبي بشكل طردي ومعنوي بانخفاض كميات مياه الري وللمعاملات جميعاً مما سبب تقاربا في قيم كفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي .

أعطت نتائج المعاملة T2 أعلى متوسط بلغ 1.06-1.08 كغم حبوب. م$^{-3}$ لكفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي على التوالي . ويمكن أن يعزى سبب هذه الزيادة في قيم كفاءة أستعمال الماء الحقلي والمحصولي عند نسبة الاستنزاف 70% مقارنة بنسبة استنزاف 50% الى انخفاض كمية مياه الري المضافة والتبخر نتح الفعلي حيث أن انخفاض كمية الماء المستعمل نسبة الى ما ينتجه من حاصل حبوبي يؤدي الى ارتفاع في كفاءة استعمال الماء وهذا يتفق مع احمد (2007) فيما أعطت المعاملة T3 أقل متوسطاً لهذه الصفة بلغ 0.94-0.97 كغم حبوب. م$^{-3}$ لكل من كفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي على التوالي, حيث يؤدي تقليل تكرار الري عند نسب الاستنزاف العالية الى زيادة المدة بين الريات والذي يؤدي الى استنزاف رطوبة التربة بشكل كامل مما يعرض النبات للشد المائي الحاد مما ينعكس بدوره على عمليات توسع وانقسام الخلايا , فتقل تبعا لذلك عمليات استطالة الساق وتوسع الأوراق وبالتالي تقل مساحة التمثيل الضوئي والمساحة الورقية وكفاءة الورقة وكذلك مقدرة النبات على نقل نواتج التمثيل بين أجزاء النبات حيث نلاحظ حصول انخفاض الحاصل الحبوبي بشكل طردي بانخفاض كميات مياه الري وللمعاملات المختلفة مما يسبب انخفاضا في كفاءة استعمال الماء ويتفق ذلك مع Saeed و EL-Nadi (1998).

كما يتبين من نتائج الجدولين 3 و4 عدم تأثير عمق المنطقة المروية في كفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي. إذ يلاحظ التقارب في قيم كفاءة استعمال الماء الحقلي للعمقين D1 وD2 بلغت 1.01 - 0.99 كغم حبوب. م$^{-3}$. وكذلك هناك تقارب في قيم كفاءة استعمال الماء المحصولي للعمقين بلغ 1.04 - 1.03 كغم حبوب. م$^{-3}$ للعمقين D1 و D2 على التوالي ، ويعود السبب في ذلك الى عدم وجود فروق معنوية في حاصل الحبوب ولعمقي المنطقة المروية على الرغم من اختلاف كميات المياه المضافة والتبخر نتح الفعلي وبذا تكون هذه الطريقة إحدى عوامل إدارة ري المحصول التي تضمن حاصل حبوب جيد في وحدة المساحة، فضلاً عن توفير كميات مياه تمكننا من زراعة مساحات إضافية أخرى.

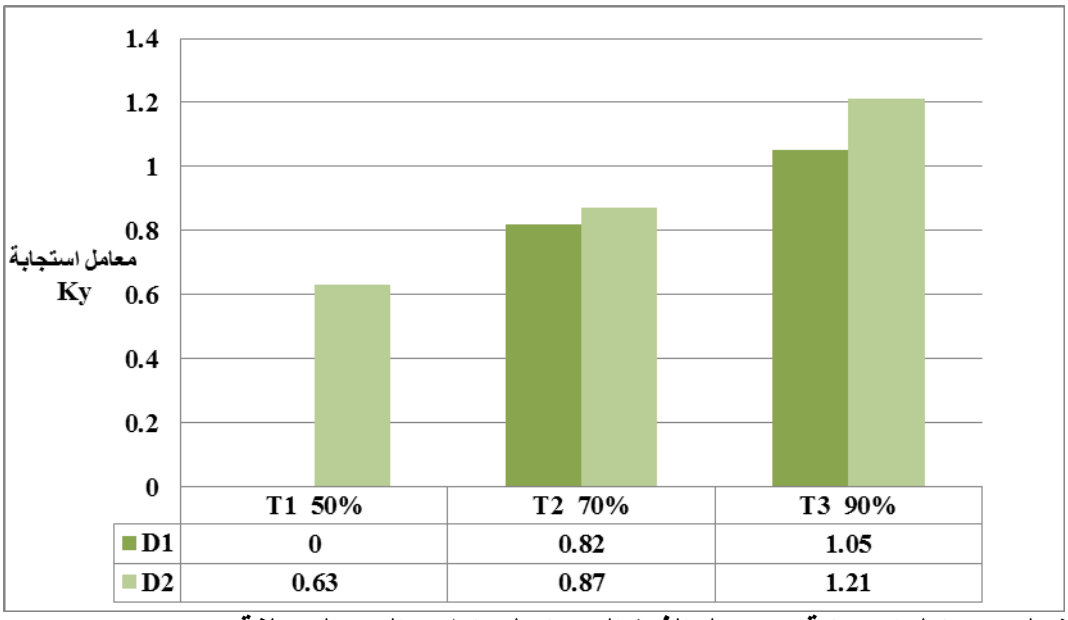
أما تأثير التداخل بين معاملات الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية في كفاءة استعمال الماء الحقلي فإننا نجد أن أعلى قيمة لها كانت عند المعاملة T2D2 بلغت 1.06 كغم حبوب. م$^{-3}$ حيث أعطت أعلى إنتاجية لوحدة المياه ، أما أقل قيمة فقد كانت عند معاملة T3D2 بلغت 0.88 كغم حبوب. م$^{-3}$ ويرجع ذلك الى الانخفاض الكبير في الحاصل الحبوبي مقارنة ببقية المعاملات وهذا يتفق مع Ottman (2010) حيث وجد ان أعلى قيمة لكفاءة استعمال الماء الحقلي والمحصولي للذرة البيضاء العلفية كانت عند معاملة 75% من معاملة الري الكامل في حين ان أدنى قيمة لها كانت عند معاملة 25% من معاملة الري الكامل.

أما تأثير التداخل في كفاءة استعمال الماء المحصولي فقد سلك سلوكا مشابها لكفاءة استعمال الماء الحقلي حيث أن أعلى قيمة لها كانت عند المعاملة T2D2 وبلغت 1.09 كغم حبوب. م$^{-3}$ ويرجع ذلك الى عدم وجود فروقا معنوية في الحاصل الحبوبي مقارنة بمعاملة T2D1 على الرغم من الانخفاض الحاصل في التبخر نتح الفعلي لمعاملة T2D2 مقارنة مع T2D1 مما أشر ارتفاعاً في كفاءة استعمال الماء المحصولي وهذا يتفق مع احمد (2007) ؛ Abdel-Motagally (2010) . اما أقل قيمة لكفاءة استعمال الماء المحصولي فقد كانت عند المعاملة T3D2 بلغت 0.92 كغم حبوب. م$^{-3}$ ويعزى ذلك الى الانخفاض الكبير في الحاصل بنسبة 44 % مما ادى بدوره الى انخفاض كفاءة استعمال الماء المحصولي

معامل استجابة المحصول (K_y)

يمكن قياس مدى حساسية المحصول لنقص الماء من خلال عامل استجابة المحصول K_y (Yield response factor) والذي يمثل العلاقة بين الانخفاض النسبي للحاصل ($1- Ya.Ym^{-1}$) والنقص النسبي للتبخر- نتح الفعلي ($1- ETa.ETm^{-1}$) .

تبين النتائج في الشكل (2) اختلاف قيم معامل أستجابة محصول الذرة البيضاء (Ky) باختلاف عاملي الاستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية . إذ كانت أعلى قيمة لمعاملة T3 بلغـت 1.05-1.21 للعمقين D1 و D2 على التوالي . ويستنتج من ذلك أن هاتين المعاملتين كانتا أكثر حساسيةً لنقص الري من بقية المعاملات الأخرى التي تراوحت قيم K_y لها بين 0.63-0.87 حيث يمكن ترتيب حساسية الذرة البيضاء لنسب الاستنزاف الرطوبي في مراحل النمو المختلفة كالآتي T1 < T2 < T3 مما يعني أن الفقدان في الحاصل لمعاملة T3 يكون أكثر أهمية من الانخفاض في الاستهلاك المائي (Kirda واخرون,1996) ويعود ذلك الى الإجهاد الرطوبي العالي الذي تعرض له نبات الذرة البيضاء وللمراحل جميعا , مما اثر سلبا على حاصل الحبوب وهذا يتفق مع Munamava و Riddoch (2001). و بينت احمد (2007) أن جميع مراحل نمو الذرة البيضاء تعد حساسة للشد المائي ولكن بدرجات متفاوتة .



شكل2. معامل استجابة محصول الذرة البيضاء لمعاملات الري المختلفة .

المصـادر

أحمد، رياض عبد اللطيف. 1987. فسلجة الحاصلات الزراعية ونموها تحت الظروف الجافة (الشد الرطوبي). مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

أحمد، شذى عبد الحسن. 2007. أستجابة صنفين من الذرة البيضاء ***Sorghum bicolor (L.) Moench*** للإجهاد المائي تحت ظروف الحقل. أطروحة دكتوراه. قسم علوم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة . جامعة بغداد.

الجبوري ، لمى صادق.2012. تأثير نسبة الاستنفاذ من الماء الجاهز وعمق الري في مساهمة الماء الأرضي في التبخر- النتح الفعلي وكفاءة استعمال الماء للحنطة ***Triticum aestivum L.*** . رسالة ماجستير. قسم التربة والموارد المائية . كلية الزراعة . جامعة بغداد .

أسماعيل، حميد نشأت. 1984. محاضرة عن الاستهلاك المائي في الوطن العربي، دورة الاحتياجات المائية لمشاريع الري، كلية الهندسة، جامعة بغداد.

الداهري ،عبدالله عبد الجليل ,عصام خضير الحديثي ومحمد مصلح العلواني .2006. تأثير مستويات الشد الرطوبي والمادة العضوية في الحاصل والاستهلاك المائي وكفاءة استعمال الماء لنبات الذرة البيضاء .مجلة الانبار للعلوم الزراعية المجلد:4العدد(1).ص49-60 .

النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 1999. الأسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.

اليونس ، عبد الحميد احمد . 1993 . انتاج وتحسين المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة .جامعة بغداد.

بلوم ، عبد الوهاب ، عصام مصطفى و المصطفى الضرفاوي و خليل عبد الحميد سليمان . 2002. دراسة سبل تطوير الري السطحي والصرف في الدول العربية . ألمنظمة العربية للتنمية الزراعية AOAD. صفحة 46.

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

صالح ،عبد الأمير ثجيل . 2012 . حساب الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل بواسطة معادلة بليني كريدل المعدلة في منطقة أبي غريب.مجلة ديالى للعلوم الزراعية.المجلد(5)العدد(1)ص67-79.

عبد الستار، صفاء ,غازي مجيد الكواز.1977. دليل ري بعض المحاصيل في المنطقة الوسطى من العراق تقرير رقم (10) المؤسسة العامة للتربة واستصلاح الأراضي أبو غريب . جمهورية العراق.

فالح , عدنان شبار .2011.تقدير الاحتياجات المائية لمحصول الذرة الصفراء اعتمادا على مفهوم الري الناقص ومقارنته بالمعادلات المناخية ومقاييس التبخر ,أطروحة دكتوراه .قسم علوم التربة .كلية الزراعة . جامعة بغداد

فياض ، نايف محمود ، احمد مدلول وفوزي محسن علي . 2009. تأثير كمية مياه الري وجدولتها في كفاءة استعمال المياه وبعض مؤشرات النمو وحاصل الذرة الصفراء. مجلة الزراعة العراقية . 14 (**2**) : 174- 182 .

وزارة الزراعة . 2006 . إرشادات في زراعة وإنتاج الذرة البيضاء الهيأة العامة للإرشاد والتعاون الزراعي . مشروع تطوير بحوث الذرة البيضاء .نشرة إرشادية رقم 19.

Abdel-Motagally F.M.F. 2010. Evaluation of water use efficiency under different water regimes in grain sorghum {*Sorghum bicolor, L. Monech*) . *World Journal of Agricultural Sciences*, 6 (5): 499-505.

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

Al-shahrabali, Q. 2009. Surface water resources in Iraq current and future Senarios . Iraq soil salinity and water management conference Baghdad Iraq.15-17: July : 2009.

Doorenbos, J. and W. O. Pruitt. 1977. Crop requirements. Irrig. and Drain. Paper. No. 24, FAO, Rome, Italy.

F.A.O.2012. Crop yield response to water irrigation and drainage paper 66. Food and Agriculture organization of United Nations. , Rome, Italy.

Hamayun , M. , S. K. Khan, Z. K. Shinwari , A. L. Khan , N. Ahmad and I. J. Lee. 2010 . Effect of polyethylene glycol induced drought stress on physio-hormonal attributes of soybean. *Pak. J. Bot.* , 42(2):977-986.

Kirda, C., R. Kanber, and K. Tulucu. 1996. Yield response of cotton, maize, soybean, sugar beet, sunflower and wheat to deficit irrigarion. In: Nuclear Technique to Assess Irrigation Schedules for Field Crops. pp: 243 – 260. IAEA, TECDOC – 888, Vienna.

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.

Kovda, V. A., C. Vanden Berg and R. M. Hangun. 1973. Irrigation, Drainage and Salinity. FAO, UNESCO, London.

Micheal . 2003. Grain sorghum, Harvesting, Drying and Storage. Institute of Food and Agricultural sciences, University of Florida. pp. 8. http://edis.ifas.ufl.edu.

Munamava, M. and I. Riddoch. 2001. Response of three sorghum [sorghum bicolor (L.) Moench] varieties to soil moisture stress at different developmental stages. *S. Afr. J. Plant Soil*., 18(2): 75-79.

Neto J.D., José L. Maciel, Aaron de S. Alves, Benjamin C. Lima Junior,Carlos A. V. de Azevedo and Vera L. A. de Lima.2012. Export of nutrients by guava fruits under different water depths and nitrogen fertilization levels. *ABEAS* - v.27, n.2, p.79-86.

Ottman M. J. .2010.Water Use Efficiency of Forage Sorghum Grown with Sub-optimal Irrigation . College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. Forage and Grain Report.

Saeed, I. A. M. and A. H. El-Nadi. 1998. Forage sorghum yield and water efficiency under variable irrigation. *Irrig. Sci*., 18:67-71.

Sandoval P.M., Victor A. Gonzalez-Hernandez, Leopoldo E. Mendoza-Onofret , And E. M. Engleman.1989. Drought stress effects on the grain yield and panicle development of sorghum. *Can. J. Plant Sci.,* 69: 631-641.

Sivakumar, M. V. K., N. Seetharama, S. Sardar and F. R. Bidinger. 1979. Water relation, growth, and dry matter accumulation of sorghum under post-rainy season conditions. *Agron. J.*, 71: 843-847.

Stewart, J.I., R.H., Cuenca, W.O., Pruitt, R.M. Hagan, and J. Tosso, 1977. Determination and utilization of water production functions for principal california crops. W-67 California Contributing Project Report .Davis, United States of America, University of California.

Zein, A.K. 2002. Rapid determination of soil moisture content by the microwave oven drying method. *Sudan Engineering Society Journal*., 48(40): 43-54.

Zhang, H. 2003. Improving water productivity through deficit irrigation: examples from syria, the north china plain and oregon, USA. CSIRO Plant industry, CAB International, Wembley, Australia.

EFFECT OF MOISTURE DEPLETION RATES AND IRRIGATED ZONE DEPTH ON YIELD , WATER CONSUMPTIVE AND WATER USE EFFICIENCY OF *Sorghum bicolor* L.

Bassim Hussein Farhan **Abdul -Amir Th . Salih***

*Dept. Of Soil and Water Resources - College of Agriculture - University of Baghdad
abc8976@yahoo.com

ABSTRACT

Implemented field experiment to grow the crop sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) class Ingath of the autumn season 2012 in the fields of the General Company for Horticulture and Forestry- Zaafaraniya / Ministry of Agriculture , south of Baghdad. In the soil of silty clay according to design were arranged in a split-plot design with three replications, which included major treatment proportions of moisture depletion as added irrigation water after depleting 50%, 70%, 90% of available water to plant, and included secondary plots the depth of the irrigated zone is D1 (0-30 cm) from the beginning of planting to the harvest and the second depth D2 (0-10 cm) from agriculture to the beginning of the vegetative growth stage, then increase depth of irrigated zone (0-20 cm) to the beginning of flowering, and (0-30 cm) to the end of physiological maturity. This experiment is designed to study the effect of the proportions of moisture depletion and the depth of irrigated zone on the plant growth of sorghum and estimate the water consumption of the crop under conditions of Iraq center . Calculated the amount of water added for each irrigate for compensate depletion moisture during the growing season, depending on measurements of the water content weighted method . Estimate the actual water consumption by measuring the water content of the soil after irrigation and before next irrigate on the length of the growing season. Calculate reference evapotranspiration By the Penman-Monteith modified equation . Calculate the crop coefficient (Kc) , the yield response factor (Ky) and field water use efficiency (WUEf) and crop water use efficiency (WUEc) . Has been studying factor of yield of the main results can be summarized that have been obtained, including the following: The highest grains yield (6428) $kg.h^{-1}$ from at treatment of T1D1, and reached less yield grains (3622) $kg.h^{-1}$ at treatment of T3D2. The treatment T1D1gave highest bio-yield reached 25.187 $ton.h^{-1}$and the T3D2 treatment gave the less bio-yield 11.578 $ton.h^{-1}$. Moisture depletion treatments , depth of the irrigated zone and the interaction between them didn't have a significant impact on (WUEc , WUEf) , treatment T2D2gave the highest value of WUEc , WUEf reached to (1.06, 1.09) kg of $grain.m^{-3}$ respectively, while the treatment T3D2given lower value to WUEc , WUEf reached to (0.88, 0.92) kg of $grain.m^{-3}$, respectively . treatment

T3 gave the highest value of yield response factor Ky reached (1.05 to 1.21) for D1 and D2, respectively. This means that these two treatments were more sensitive to the deficit of irrigation from the rest of the other treatments that Ky values have ranged between (0.63 to 0.87).

Key words : depletion moisture , Irrigated Zone Depth, water consumption , Water use efficiency , Yield Response, Coefficient ,sorghum .

Diyala Agricultural Sciences Journal, 7 (1): 255 – 266. (2015). ISRA impact factor 4.758.
http://www.agriculmag.uodiyala.edu.iq
http://www.iasj.net/iasj?func=issueTOC&isId=4427&uiLanguage=en