مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية ، المجلد ١٧، العدد (١)، لسنة ٢٠٢١

College of Basic Education Researchers Journal
ISSN: 7452-1992 *Vol. (17), No.(1), (2021)*

الاستهلاك المائي لمحصول الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L.) تحت ظروف الري الجزئي للمنطقة الجذرية في تربة جبسية*

سلوان جهاد صالح الحياني **أ.م.د. أوس ممدوح خيرو**

جامعة تكريت/ كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية

(قدم للنشر في ٢٠٢٠/١٢/١ ، قبل للنشر في ٢٠٢١/١/٤)

ملخص البحث:

نفذت تجربة حقلية لدراسة تأثير الري الجزئي للمنطقة الجذرية في نمو وحاصل الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L.) تحت ظروف الترب الجبسية، خلال الموسم الخريفي ٢٠١٩ في محطة أبحاث قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة– جامعة تكريت. تقع المحطة على خط عرض ً ٤٩ َ٣٤ ° ٤٠ شمالاً وخط طول ً ٤٠ َ٤٣ ° ٣٨ شرقاً وعلى إرتفاع ١٢٩م عن مستوى سطح البحر. تضمنت التجربة ثلاث معاملات للري ، الري التقليدي الكامل ، الري الجزئي الثابت ،الري الجزئي المتناوب (I_1او I_2او I_3) وتم تطبيق هذه المعاملات خلال مراحل النمو الاربعة النشوء و النمو الخضري والتزهير وتكوين الحبوب (S_1و S_2و S_3 وS_4) زرعت بذور الذرة البيضاء بتاريخ ٢١/٧/٢٠١٩ وحصدت بتاريخ ١١/٢٠١٩ /٢٠. اظهرت النتائج ان الاستهلاك المائي بلغ ٧٥٤.٣ و ٦٢٩.٠ و ٦٠٩.٧ و ٧٠٦.٣ و ٦٩٤.٣ مم موسم$^{-1}$ لمعاملات الري الكامل والري الجزئي في مراحل النشوء والنمو الخضري والتزهير وتكوين الحبوب على الترتيب كما اعطت المعاملة S_2 I_3 اعلى كفاءة استعمال ماء بلغت ٠.٩٤ كغم م$^{-3}$ واعطت معاملات الري الكامل اعلى انتاجية مياه بلغ معدلها ١.٤٣ م^3 كغم$^{-1}$.

الكلمات المفتاحية: الاستهلاك المائي، الري الجزئي ، كفاءة استعمال الماء، انتاجية المياه، الذرة البيضاء ، الترب الجبسية.

(*) مستل من رسالة ماجستير الباحث الاول.

مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية ، المجلد ١٧، العدد (١)، لسنة ٢٠٢١

College of Basic Education Researchers Journal
ISSN: 7452-1992 *Vol. (17), No.(1), (2021)*

Water Consumptive Use of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under Partial Root Zone Irrigation in a Gypsifereous Soil

Salwan J. S. Al-Hayani **Asst. Prof. Awss M. Khairo , ph.D**
University of Tikrit/ College of Agriculture/ Dept. of Soil Sciences and Water Resources

Abstract:

A field experiment was carried out to study the effect of partial root zone irrigation on growth and yield of sorghum (Sorghum bicolor L.) in a gypsifereous Soil , at the experimental station of the college of Agriculture, Tikrit university, located at 34°40 49 and 43° 38 40 longitude and 129m above sea level . The experiment was conducted with a Randomized complete Block Pesign (RCBD). The Irrigation treatments Included Conventional Irrigation, Fixed Partial Root-Zone Irrigation and Alternate Partial Root-Zone Irrigation (I_1 , I_2 , I_3). were applied during one of the four growth stages, which are the emergence phase, the vegetative phase, the flowering stage and seeds development (S_1 , S_2 , S_3 , S_4). Sorghum seeds (var. Inkath) were sown during the autumn season on 7/21/2019 and harvested on 11/20/2019 . The results showed that water consumption of the sorghum was 754.3,629.0,609.7,706.3 and 694.3 mm.season $^{-1}$ highest for full irrigation, prd irrigation in emergence , vegetative, the flowering and seeds development stages respectively. I_3 S_2 treatment were highest, 0.94 kg m^{-3} In comparison with anther all treatments .Mean of full irrigation were highest 1.43 m^{-3} kg^{-1} In comparison with anther all treatments.

Keywords: water consumption use, partial root zone irrigation PRD , water use efficiencies, water productivity ,Sorghum, gypsiferous soil.

المقدمة:

يمثل الاستهلاك المائي للمحصول مجموع ما يستهلكه النبات من الماء في عمليتي النتح من النبات والتبخر من سطح التربة ويضاف اليه الماء المستهلك في بناء أنسجة النبات أو ما يتبقى مخزوناً داخل النبات، وبما أن الماء الذي يستهلك في بناء أنسجة النبات لا يتجاوز ٢-١% من مجموع التبخر والنتح لذا فانه يهمل عند حساب الاستهلاك المائي، كما يطلق على الاستهلاك المائي في كثير من الأحيان تبخرنتح (Evapotranspiration(ET (عبدالحميد وآخرون، ٢٠١٢) يتأثر الاستهلاك المائي بعوامل عدة تأتي في مقدمتها عوامل المناخ (درجة الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار وسرعة الرياح والاشعاع الشمسي) وعوامل أُخرى تتعلق بالمحصول (نوعه ومرحلة نموه وحجم مجموعه الخضري والجذري ، ومدة نمو النبات او طول موسم النمو ونوع أوراقه وشكلها) فضلاً عن طريقة الري المستعملة (Whitty et al, 2008 , Kisekka et al, 2010). كما إنَّ نوع التربة وصفاتها وسعتها على مسك الماء فضلاً عن خصائص مائية أُخرى يمكن أن تؤثر في الاستهلاك المائي للمحصول (Kassam and Smith, 2001 , (Edraki et al, 2003. كذلك المحتوى الرطوبي التربة ضمن المنطقة الجذرية للنبات فضلاً عن عوامل أُخرى من الممكن أن تؤثر أيضاً في الاستهلاك المائي منها موعد الزراعة والكثافة النباتية , Assefa et al ((2010

يعد حوض التبخر صنف A المستخدم من قبل مكتب الأنواء الجوية في الولايات المتحدة الأمريكية الاكثر شيوعاً في حساب التبخر إذ يخضع لنفس العوامل التي تؤثر في النتح من النباتات ، يصنع حوض التبخر من الحديد المغلون أو الالمنيوم بقطر ١٢٠ سم وعمق ٢٥ سم ويثبت عند إستخدامه على مشبك خشبي يسمح بحركة الهواء من أسفله مع المحافظة على المنطقة خالية من الأعشاب والأدغال، يملأ الحوض بالماء إلى عمق ٢٠ سم ويقاس مستوى الماء فيه خلال مقياس مثبت في بئر تهدئة مرتبط به ويحسب التبخر من فرق المناسيب مع الاخذ بنظر الاعتبار كمية الأمطار الساقطة خلال مدة القياس (Savva and Frenken,2002). ان قيم التبخر من حوض التبخر(E_{pan}) لا تمثل القيم حقيقة لمقدار التبخرنتح، حيث وضعت معاملات لتحويل مقدار التبخر المقاس من الحوض ليقارب التبخر الحاصل من النباتات وهذه المعاملات هي K_p وهو معامل حوض التبخر الذي تختلف

قيمته تبعاً لنوع الحوض والغطاء النباتي للمنطقة المحيط بالحوض وطبيعة سطح التربة (Savva and Frenken, 2002). تتميز أحواض التبخر بسهولتها في حساب التبخر ورخص ثمنها كما لا تتطلب عمليات صيانة كبيرة.

الري الجزئي للمنطقة الجذرية هو اسلوب حديث محور عن الري الناقص يهدف إلى توفير المياه وتحسين كفاءة إستعمال المياه من غير أن يتأثر الحاصل (Li et al, 2007). إذ بين (Marsal et al 2008) أن الري الجزئي لمنطقة الجذور هو اسلوب ري جديد مستند على ترطيب نصف المنطقة الجذرية وتجفيف النصف الآخر، ويطبق هذا الاسلوب بطريقتين الاولى يكون الترطيب والتجفيف فيها بشكل متناوب أي ان الجزء الذي يتم ريه يترك جافاً في الرية اللاحقة وبالعكس بالنسبة للجزء المقابل، وفي الطريقة الثانية يستمر ري أحد نصفي المنطقة الجذرية طيلة موسم النمو أو في أحد مراحل النمو فيما يبقى النصف الاخر جافاً (Hu et al ,2009). إن تجفيف المنطقة الجذرية يحفز جذر النبات على إفراز حامض الابسسيك (Abscisic acid ABA) من الجذر الى المجموع الخضري ليغلق الثغور ويقلل من فقدان الماء، وأن حامض الابسسيك هرمون يعمل على تنظيم فتح وغلق الثغور ينتقل من الجذورمع الماء في الخشب (xylem) إلى الجزء الخضري، إذ يعمل الإغلاق الجزئي للثغور على حماية الأنسجة النباتية من فقدان محتواها المائي عن طريق تقليل النتح والذي يؤدي فيما بعد إلى حفظ المياه وهي إحدى طرق تأقلم النبات مع ظروف نقص المياه، وفي الوقت نفسه يكون دور الجذر في الجزء الرطب من المنطقة الجذرية للمحافظة على إستقرار إرتفاع الماء في الجزء الخضري , Zegbe et al, 2006 , Kang and Zhang, 2004) , Liu et al, 2006 , Schachtman and Goodger ,2008) كما أوضح Kumar et al (2019) أن أهم محددات تطبيق الري الجزئي كلفة تنفيذه المرتفعة نسبياً كما تتطلب عملية إدارة الري حقليا مهارات عالية إذ أن الادارة غير الجيدة ممكن أن تؤدي إلى فقدان جزء من الحاصل وعدم تحقيق الجدوى الاقتصادية المطلوبة.

الذرة البيضاء أحد محاصيل الجنس Sorghum الذي يتبع العائلة النجيلية (Graminae) Poiceae) وهي من المحاصيل الغذائية المهمة في المناطق الجافة وشبه الجافة2004, Prasad and Staggenborg)). وتأتي في المرتبة الخامسة بعد القمح والارز والذرة الصفراء والشعير من حيث المساحة المزروعة وألاهمية الاقتصادية (الياس عويل و آخرون ، ٢٠١٤).

تعد كفاءة إستعمال الماء هو أحد المؤشرات المهمة لتقييم إدارة الري بسبب النقص الحاصل في مصادر المياه العذبة في مناطق واسعة من العالم ، إذ لا يراعى إنتاج الغلة فقط في مثل هذه الظروف(Barideh et al ,2018).

إن تقليل كمية مياه الري اوتقليل مساحة الابتلال ربما تكون ذات نتائج مؤكدة في زيادة كفاءة إستعمال الماء كما في حالة الري بالمرزوز مقارنة بنظم الري الري السطحي الاخرى (Freres and Orgaz , 2004).

تعرف الترب الجبسية بأنها الترب التي تحتوي على أفق جبسي بسمك لا يقل عن ١٥سم ضمن المتر الأول من سطح التربة، ويكون محتواه الجبسي يفوق الافق الذي يليه بما لا يقل عن ٥% ، وأن حاصل ضرب سُمكه (سم) في النسبة المئوية للجبس يكون مساوي أو يزيد على ١٥٠ (Soil survey staff ٢٠٠٦،).تتصف الترب الجبسية ببناء غير ثابت وتعرض بنيتها للانهيار، إذ تتصف تجمعاتها بالضعف، كما تكون دقائقها الأولية ضعيفة في قابليتها على التجمع لضعف قوة التماسك التي بين هذه الدقائق مع بعضها، فضلاً عن إنخفاض سعتها التبادلية للايونات الموجبة (Petrukhin et al 1989 , FAO ,1990).

لذا يهدف البحث الى دراسة الاستهلاك المائي لمحصول الذرة البيضاء والمحسوب على اساس التبخر من حوض التبخر تحت ظروف الري الجزئي للمنطقة الجذرية في تربة جبسية

المواد وطرائق العمل:

نفذت تجربة حقلية لدراسة الاحتياجات المائية لمحصول الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L.) تحت ظروف الري الجزئي للمجموع الجذري، خلال الموسم الخريفي ٢٠١٩ في محطة أبحاث قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة– جامعة تكريت. تقع المحطة على خط عرض ً ٤٩ َ٣٤ ° ٤٠ شمالاً وخط طول ً ٤٠ َ٤٣ ° ٣٨ شرقاً وعلى إرتفاع ١٢٩م عن مستوى سطح البحر، ويحدها شرقاً نهر دجلة ومن الغرب الطريق العام (موصل– بغداد). يمتاز موقع الدراسة بطبوغرافية مستوية ، أخذت القياسات والتحليلات الأولية لتربة الحقل وذلك بأخذ عينات من التربة وعلى عمق(٠– ٠.٣) م ، جففت العينات هوائياً ومررت خلال منخل قطر فتحاته ٢ ملم ثم قدرت الخصائص لدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية الأولية للتربة وحسب الطرق الواردة في 1958)) Jackson وBlack، 1965)) و Page، 1982)) وكما مبين في الجدول (١).

نفذت تجربة وفق تصميم القطاعات العشوائي الكامل وبثلاثة مكررات، تضمنت التجربة الحقلية ثلاثة معاملات للري هي :

١– الري التقليدي الكامل I_1 (Conventional Irrigation, CI) تروى النباتات من خلال خطي أنابيب للري بالتنقيط على جانبي النبات بحيث تغطي الاحتياجات المائية لمحصول الذرة البيضاء.

٢-الري الجزئي الثابت (Fixed Partial Root-Zone Irrigation, FPRI I_2) للمجموع الجذري للنبات ٥٠% من كمية ماء الري ، تروى النباتات من احد جانبي المجموع الجذري في احد مراحل النمو المبينة في ادناه.

٣- الري الجزئي المتناوب Alternate Partial Root-Zone Irrigation, APRI (I_3) (للمجموع الجذري للنبات ٥٠% من كمية ماء الري ، تروى النباتات من احد جانبي المجموع الجذري مع غلق المنقط من الجانب الآخر وفي الرية التالية تروى من الجانب الذي لم يروى سابقاً ويغلق المنقط الاخر وهكذا بالتناوب في إحدى مراحل النمو المبينة في أدناه. تم تطبيق معاملات الري الثلاثة خلال إحدى مراحل النمو الأربعة وهي مرحلة النشوء 21) S_1 يوماً) ومرحلة النمو الخضري 35 (S_2يوماً(ومرحلة التزهير 15) S_3 يوماً) ومرحلة تكوين الحبوب 30) S_4 يوماً) وأُستعمل البرنامج الاحصائي SAS في تحليل البيانات إحصائياً ومقارنة المتوسطات عند أختبار أقل فرق معنوي (LSD)عند مستوى٥% (المحمدي و المحمدي، ٢٠١٢).

زرعت بذور الذرة البيضاء صنف (انقاذ) للموسم الخريفي في ٢١/٧/٢٠١٩ بواقع٤-٣ بذور في كل جورة ثم أُجريت عملية الترقيع والخف إلى نبات واحد بعد عشرة أيام من البزوغ بلغت المسافة بين خط وآخر ٨٠ سم وبين جورة وآخرى ٢٥ سم. أُضيف سماد اليوريا (٤٦% N) بمعدل ٢٠٠ كغم N . هكتار$^{-١}$ وعلى دفعتين أُضيفت الدفعة الأُولى بواقع ١٠٠ كغم N. هكتار$^{-١}$ و ١٦٠ كغم P . هكتار$^{-١}$ من سماد السوبرفوسفات الثلاثي (٢١% P) و١٢٠ كغم K. هكتار$^{-١}$ من سماد كبريتات البوتاسيوم (٤٣% K) عند الزراعة وقد أُضيفت الأسمدة وفق الجرعات المذكورة آنفاً في جورة تبعد ١٠ سم عن خط الزراعة وبعمق ١٠ سم وضمن منطقة الابتلال. أُضيفت الدفعة الثانية من السماد النايتروجيني بعد (٣٠ يوماً) من البزوغ. أُجريت عملية التعشيب دورياً وللمعاملات كافة. (تم مكافحة حفار ساق الذرة *Sesamia Cretica* L. بإستعمال مبيد الديازينون المحبب ١٠% مادة فعالة وبواقع ٦ كغ. هكتار$^{-١}$ تلقيماً في قلب النبات ولمرتين بعد (٢٠ و٤٠ يوماً) من البزوغ (البرزنجي ٢٠٠٦،)، وتم الحصاد في ٢٠/١١/٢٠١٩.

جدول ١: بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الدراسة

الخاصية	الوحدات	الكمية
*نسجة التربة	—	—

الكثافة الظاهرية	ميكا غرام م$^{-٣}$	١.٤
الكثافة الحقيقية	ميكا غرام م$^{-٣}$	٢.٦
المسامية	(%)	٤٢.٣
المحتوى الرطوبي الحجمي عند ٣٣ كيلو باسكال	سم^{٣} سم$^{-٣}$	٠.٣٩
المحتوى الرطوبي الحجمي عند ١٥٠٠ كيلو باسكال	سم^{٣} سم$^{-٣}$	٠.١٣
الماء الجاهز	سم^{٣} سم$^{-٣}$	٠.٢٦
الايصالية الكهربائية ECe	ديسي سيمنز م$^{-١}$	٢.٨٥
الأس الهيدروجيني pH	—	٧.٠١
المادة العضويةOM	غم كغم$^{-١}$	٦.٣٥
الجبس	غم كغم$^{-١}$	١٨٦.٧
المغنسيوم	ملي مول لتر$^{-١}$	٦.٦
الصوديوم	ملي مول لتر$^{-١}$	٥.٥٩
البوتاسيوم	ملي مول لتر$^{-١}$	١.٧٥
الكالسيوم	ملي مول لتر$^{-١}$	٢.٨٣
الكلوريدات	ملي مول لتر$^{-١}$	٢.١
سعة تبادل الايون الموجب (CEC)	سنتمول كغم$^{-١}$	١٣.٩١

*لم يكن بالامكان تقدير النسجة نتيجة لحصول ترسيب بسبب ارتفاع نسبة الجبس في التربة

إستخدم حوض التبخر القياسي صنف A (Pan Evaporation class A) : لتحديد الاحتياجات المائية للمحصول ، تم قياس كمية الماء المتبخرة موقعياً (E_p) بإستخدام حوض التبخر صنف A وذلك بأخذ القراءات يومياً (ملحق١).حسب التبخر نتح المرجعي (ET_o) بإستخدام المعادلة الآتية (Allen et al ١٩٩٨،):

$$ET_o = E_{pan} \times K_p \quad \text{.....(1)}$$

إذ أن:

ET_o: التبخر نتح المرجعي (مم).

E_{pan}: التبخر من حوض التبخر (مم).

K_p: معامل الحوض وقدره ٠.٧٥ (Doorenbos and Pruitt, 1977).

وحسب معامل المحصول (Kc) من المعادلة الآتية (Allen et al ١٩٩٨،):

$$ET_a = ET_o \times K_c \quad \text{.....(2)}$$

إذ أن:

ET_a: التبخر نتح الفعلي (مم).

ET_o: التبخر نتح المرجعي (مم).

K_c: معامل المحصول (بدون وحدات).

E_{pan}: التبخر من حوض التبخر (مم).

K_{cp} : معامل حوض التبخر للمحصول

- حسبت كفاءة استعمال الماء الحقلي (WUE_f) من خلال المعادلة الآتية: (Lee ,2012).

$$WUE_f = Y / WA \quad \text{.....(٣)}$$

إذ أن:

WUE_f : كفاءة إستعمال الماء الحقلي (كغم م$^{-٣}$).

Y : حاصل الحبوب (كغم).

AW : كمية المياه المضافة في عملية الري (م^{٣} موسم $^{-١}$).

WUE_C : كفاءة استعمال الماء المحصولي (كغم م $^{-٣}$).

ET_a : التبخر نتح الفعلي (م^{٣} موسم$^{-١}$).

- وحسبت إنتاجية المياه (Water productivity) من قسمة الإستهلاك المائي الفعلي من قبل النبات على حاصل الحبوب (et al Naroua ٢٠١٤،)

(WP = ETa / Y .....4)

إذ أن:

WP = إنتاجية المياه (م كغم$^{-١}$).

- حسب الزمن اللازم لكل رية من خلال المعادلة :

(t = A * dw / Q .....5)

t = زمن الرية (ثانية)

A = مساحة اللوح (م^{٢})

dw = عمق الماء المضاف بالاعتماد على المتبخر من حوض التبخر (E_p)

Q = تصريف منظومة الري (م^{٣} ثانية$^{-١}$)

النتائج والمناقشة:

١: الاستهلاك المائي لمحصول الذرة البيضاء الكلي وخلال مراحل النمو :

يبين جدول ٢)) الاستهلاك المائي الفعلي لمحصول الذرة البيضاء المحسوب من خلال حوض التبخر اذ ازداد الاستهلاك المائي من مرحلة النشوء الى مرحلة النمو الخضري وذلك مرتبط بزيادة نمو النبات وزيادة مساحته الورقية و زيادة حجمه مع زيادة مجموعه الجذري فضلاً عن تأثير الظروف المناخية المتمثلة بإرتفاع درجات الحرارة وزيادة ساعات السطوع وإنخفاض الرطوبة النسبية (ملحق١) . كما أعطت مرحلة النمو الخضري أعلى إستهلاك مائي للنبات

واعلى اختزال لماء الري عند تطبيق الري الجزئي وذلك لطول هذه المرحلة مقارنة بمراحل نمو النبات الاخرى فضلاً عن زيادة الاحتياجات المائية للمحصول خلال هذه المرحلة كما ان هذه المرحلة استلمت اكبر عدد من الريات خلال موسم النمو وهذا ما ذكر ايضاً (توفيق ، ٢٠٠٦ و مطلك ، ٢٠١٤) لمحصول الذرة البيضاء و(فالح ، ٢٠١١ و خيرو والقيسي ، ٢٠١٧ و الجبوري ، ٢٠١٩) لمحصول الذرة الصـــفراء.

يستمر الاستهلاك المائي للمحصول خلال مرحلة التزهير رغم قصر المدة الزمنية التي تمثلها من عمر النبات لسد حاجة النبات المتزايدة للمياه لبناء الانسجة والتزهير ثم تقل كمية الأستهلاك المائي خلال تقدم النبات بالنمو وصولاً الى مرحلة تكوين الحبوب مقارنة بمراحل نموه الأولى نتيجة انخفاض الاحتياجات المائية بسبب اكتمال نمو وتكوين انسجة النبات وجفاف جزء من اجزاءه بلغ الاستهلاك المائي الكلي للمحصول ٧٥٤.٣ مم .م$^{-١}$ وقد ذكر إسماعيل (١٩٨٨) أن الاستهلاك المائي للذرة البيضاء يتراوح بين ٧٨٣ – ٩٨٤ مم .م$^{-١}$ وحسب طريقة الري والظروف البيئية السائدة بينما حصل توفيق (٢٠٠٦) على إستهلاك مائي بلغ ٥٧٧.٥ مم .م$^{-١}$ وتوصل مطلك (٢٠١٤) إلى إستهلاك مائي تراوح بين ٥٧٦.٨– ٥٧٣.٩ مم .م$^{-١}$ لموسمي تنفيذ البحث ، كما ذكر فرحان وصالح (٢٠١٥) أن الأستهلاك المائي يتراوح بين ٥٧٤– ٦١٩ مم .م$^{-١}$ وحسب عمق الري بين ٠.١ و ٠.٣ م ، ربما يكون التباين الحاصل في قيم الاستهلاك المائي ناتج عن تنوع طرق الري المتبعة و مساحة الترطيب من سطح التربة خلال عملية الري ونسبة المجموع الجذري الفعال الذي يتم ترطيبه فضلاً عن الظروف المناخية المحيطة وخصائص التربة (FAO,2012)

جدول (٢)الاستهلاك المائي الفعلي لمحصول الذرة البيضاء الكلي وخلال مراحل نمو النبات

مرحلة النمو	عدد الريات	عمق ماء الري (مم موسم$^{-١}$)	المطر (مم)	العمق الكلي للماء المضاف (مم موسم$^{-١}$)	عمق الماء المضاف لمعاملات الري الجزئي
مرحلة النشوء	17	250.8	0	250.8	125.5
مرحلة النمو الخضري	25	288.6	0	288.6	144.0

مرحلة التزهير	10	95.5	0	95.5	47.5
مرحلة تكوين الحبوب	16	103.3	16.1	119.4	59.4
المجموع	68	738.2	16.1	754.3	- ,

٣: تأثير الري الجزئي في كفاءة استعمال الماء كغم م$^{-3}$ لمحصول الذرة البيضاء :

يوضح جدول٣)) تأثير طريقة الري الجزئي الثابت والمتناوب في كفاءة استعمال الماء لمحصول الذرة البيضاء، إن تطبيق الري الجزئي أدى الى حصول زيادة معنوية في كفاءة إستعمال الماء سواء كان التطبيق ثابتاً أو بالتناوب فقد بلغت نسبة الزيادة ٧.٢٤ و ٢٧.٥٣% للري الثابت والمتناوب مقارنة بالري الكامل على جانبي المنطقة الجذرية على الترتيب ويمكن أن يعزى ذلك إلى أن تطبيق الري الجزئي الثابت و المتناوب قلل من كمية مياه الري المستعملة كما أنه قلل الضائعات المائية وبالتالي زاد في كفاءة إستعمال الماء. (Hu et al ,2011 و٢٠١٢ ،et al Alkhaldi). كما أن تقليل كمية ماء الري المضاف في المنطقة الجذرية يمكن أن يقلل من المتطلبات المائية للمحصول بسبب نقص الماء والذي يمكن أن يكون أحد أسباب رفع كفاءة المحصول في استعمال الماء (Fereres and Soriano, 2007)

كما إرتفعت كفاءة الري بنسبة ١٨.٩١% عند تطبيق الري المتناوب مقارنة بالري الثابت ويمكن أن يعزى ذلك الى إنخفاض مساحة الترطيب لسطح التربة عند الري يؤدي إلى تقليل التبخر كما أن تطبيق الري المتناوب لأحد جانبي المجموع الجذري يسبب انخفاضاً في إمتصاص الماء من الجزء غير المروي مما يقلل من كمية النتح وهذا بمجموعه يقلل من الأستهلاك المائي للمحصول مع عدم تأثر الحاصل (جدول ٤) ويرفع كفاءة إستعمال الماء لمعاملات الري المتناوب مقارنةً بالري الثابت ٢٠٠٨) ، Ghasemi and Sepaskhah).

أما تأثير مراحل النمو في كفاءة إستعمال الماء ، يتضح من خلال جدول ٣)) أن كفاءة إستعمال بلغت أعلى قيمة لها ٠.٨٠ كغم م$^{-3}$ خلال مرحلة تكوين الحبوب ولم تختلف معنوياً عن مرحلة النمو الخضري إلا أنها تفوقت

معنوياً وبنفس النسبة ٣.٤٤% مقارنةً بمرحلتي النشوء والتزهير إذ كانت قيمتهما متشابهة ويمكن أن يعزى ذلك إلى طول مرحلة النمو الخضري وارتفاع الاحتياجات المائية للمحصول خلال هذه المرحلة (جدول (٢ مع ما رافق ذلك من إرتفاع في درجات الحرارة وزيادة ساعات سطوع الشمس وسرعة حركة الرياح خلال هذه المرحلة من مراحل نمو النبات (ملحق ١) فإن تطبيق الري الجزئي خلال هذه المرحلة تجعل النبات يبذل جهدا أكبر لامتصاص المياه وبكفاءة أعلى من خلال تحفيز الجذور لإمتصاص كمية أكبر من المياه المجهزة في عملية الري مما يؤدي فيما بعد الى زيادة كفاءة إستعمل الماء (Phene et al, 1990) و (خيرو، ٢٠١٧)

أما مرحلة تكوين الحبوب فان النبات في هذه المرحلة يتجه فيها نحو إنهاء فعاليته الحيوية وانهاء دورة حياته (Nobel, 2019) لذا فان تطبيق الري الجزئي في هذه المرحلة لايكون لها تأثير كبير في خفض الفعالية النباتية أو تراكم المواد في الحبوب وخفض الحاصل يقابل ذلك خفض في كمية الماء المضاف وهذا الذي يؤدي إلى زيادة كفاءة إستعمال الماء خلال هذه المرحلة.اما التأثير المتداخل للري الجزئي مع مراحل النمو في كفاءة إستعمال الماء فيتضح من الجدول أيضاً تفوق المعاملة I_3 S_4 على جميع معاملة الدراسة وبنسبة زيادة بلغت ٣٦.٢٣% بالمقارنة مع معاملات الري الكامل خلال مراحل النمو الخضري والتزهير وتكوين الحبوب والتي كانت قيمها متشابهة. وبشكل عام أن الري الجزئي المتناوب زاد من كفاءة إستعمال الماء عند تطبيقه مع جميع مراحل نمو النبات ويمكن أن يعزى ذلك إلى كون الري الجزئي المتناوب يؤثر في تقليل تبخر الماء من سطح التربة نتيجة تقليل مساحة السطح المعرضة للتبخر فضلا عن دور الري المتناوب في تقليل كمية المياه التي تفقد من النبات بالنتح وبالتالي تقليل الإستهلاك المائي والذي ينعكس وبشكل كبير في زيادة كفاءة إستعمال الماء (Hu etal, 2011) أما تطبيق الري الجزئي الثابت فقد زاد من كفاءة إستعمال الماء عند تطبيقه في مرحلتي النمو الخضري وإكتمال النمو عند مقارنته بالري الكامل للمنطقة الجذرية عدا المعاملة I_2 S_1 و I_2 S_3 والتي لم تختلف معنوياً مع معاملات الري الكامل

جدول ((٣ تأثير الري الجزئي في كفاءة استعمال الماء كغم م$^{-3}$ لمحصول الذرة البيضاء

S / I	S_1	S_2	S_3	S_4	المعدل
I_1	٠.٧٠	٠.٦٩	٠.٦٩	٠.٦٩	٠.٦٩
I_2	٠.٧٠	٠.٧٥	٠.٧٢	٠.٨٠	٠.٧٤
I_3	٠.٨٤	٠.٩٤	٠.٨٣	٠.٩١	٠.٨٨
المعدل	٠.٧٤	٠.٧٩	٠.٧٤	٠.٨٠	

LSD	I	S	I * S
٠.٠٥	٠.٠٢	٠.٠٢	٠.٠٣

جدول (٤) معاملات البحث و حاصل الحبوب لمحصول الذرة البيضاء (كغم هكتار$^{-1}$)

ت	المعاملة	الحاصل كغم هكتار$^{-1}$	ت	المعاملة	الحاصل كغم هكتار$^{-1}$
1	I_1S_1	5296.34	7	I_2S_3	4804.73
2	I_1S_2	5244.78	8	I_2S_4	4898.68
3	I_1S_3	5234.82	9	I_3S_1	5432.45
4	I_1S_4	5259.41	10	I_3S_2	5156.43
5	I_2S_1	4493.18	11	I_3S_3	5471.38
6	I_2S_2	4109.21	12	I_3S_4	5567.69

٣ : تأثير الري الجزئي للمنطقة الجذرية في انتاجية المياه كغم م$^{-3}$ لمحصول الذرة البيضاء :

يبين جدول٥)) تأثير الري الجزئي الثابت والمتناوب في إنتاجية المياه لمحصول الذرة البيضاء، اذ يتضح من خلال الجدول أن تطبيق الري الجزئي أدى إلى حصول إنخفاض معنوي في إنتاجية المياه للري الجزئي المتناوب بنسبة بلغت ٢١.٦٧% بينما لم يكن الفرق بين الري الجزئي الثابت ومعاملة الري الكامل معنوياً يمكن يعزى ذلك إلى

تقيل حجم الماء المضاف خلال عملية الري عند تطبيق الري الجزئي تعتبر طريقة لترشيد إستهلاك ماء الري فضلاًعن دوره في تقليل التبخر نتح والذي يؤثر بشكل كبيرفي إنتاجية المياه (Davies, 2002) كما تسبب تطبيق الري الجزئي المتناوب في خفض إنتاجية المياه بنسبة ١٥.٧٨% مقارنة بالري الجزئي الثابت،كانت إنتاجية المياه متقاربة بين مراحل النمو ولم يكن الفرق فيما بينها معنوياً أما معاملات التأثير المتداخل لتطبيق الري الجزئي مع مراحل النمو فيتضح من خلال جدول (٥) ايضاً أن معاملات الري الكامل أعطت أعلى انتاجية للمياه ولم تختلف معنوياً مع تطبيق الري الجزئي الثابت عدا معاملة تطبيقه خلال مرحلة تكوين الحبوب كما أعطت معاملات الري الجزئي الثابت قيم متفوقة معنوياً مقارنة بمعاملة الري الجزئي المتناوب إذ بلغت نسبة الزيادة ٢١.٣٦ و ٢٠.٤٥% عند تطبيقه خلال مرحلتي النشوء والنمو الخضري ، بينما لم يكن الفرق بين التطبيقين معنوياً خلال مرحلتي التزهير وتكوين الحبوب. يمكن أن يعزى ذلك الى أن تطبيق الري الجزئي قلل من كمية المياه المضافة في عملية الري لتلبية الاحتياجات المائية للمحصول وما يرافق ذلك التطبيق من تقليل للضائعات المائية عن طريقة تقليل المساحة السطحية المبتلة خلال عملية الري (Kang and Zhang ,2004) كما أن المعاملة I_3S_4 أعطت أعلى حاصل جدول ٤ وكل ذلك له تأثير في إنتاجية المياه.

جدول (٥) تأثير الري الجزئي في انتاجية المياه م^3 كغم$^{-1}$ لمحصول الذرة البيضاء

S / I	S_1	S_2	S_3	S_4	**المعدل**
I_1	١.٤٢	١.٤٣	١.٤٤	١.٤٣	١.٤٣
I_2	١.٤٢	١.٣٢	١.٣٧	١.٢٤	١.٣٣
I_3	١.١٧	١.٠٥	١.٢٠	١.٠٩	١.١٢
المعدل	١.٣٣	١.٢٦	١.٣٣	١.٢٥	

LSD	I	S	I * S
٠.٠٥	٠.١٢	٠.١٥	٠.١٩

ملحق ١. **العناصر المناخية خلال مدة الدراسة (الموسم الزراعي ٢٠١٩)**

الشهر	فترة عشرة ايام	درجات الحرارة (م°)		مدة السطوع (ساعة.يوم$^{-1}$)	سرعة الرياح (كم.ساعة$^{-1}$)	الرطوبة النسبية (%)	الامطار
		العظمى	الصغرى				
تموز	١	٤٣.٥٢	٢٥.٥٤	١٢.٢٢	٢٥٦	٢٤.١١	٠
	٢	٤٣.٤٥	٢٥.٤٥	١٢.٦١	٢٢٧	٢٥.٤٦	٠
	٣	٤٣.٢٨	٢٥.٦٧	١٢.٤٥	٢٤٨	٢٥.٦٢	٠
اب	١	٤٢.٨٢	٢٣.٣٣	١١.٧٢	٢٥٨	٢٨.٣١	٠
	٢	٤٣.٣٧	٢٤.٦٧	١١.٧٨	١٧٣	٢٤.٧١	٠
	٣	٤٣.٦٩	٢٤.٣٤	١١.٢٣	١٥٦	٢٧.٨٣	٠
ايلول	١	٤١.٧٢	٢٢.٨٧	١١.٠٥	١٨٢	٢٦.١٩	٠
	٢	٤٠.٨٢	١٩.٣٤	١٠.٩٨	١٦٣	٣٢.١٣	٠
	٣	٣٨.٦٢	١٨.٣٢	١٠.٢٢	١٧٢	٣٤.٤٤	٠
تشرين اول	١	٣٤.٣٥	١٥.٩٨	٩.٦٥	١٨٢	٣٣.٧٦	٠
	٢	٣٢.٧٩	١٤.٥٣	٩.٤٨	١٤٤	٣٣.٧٣	١٦.٠
	٣	٣٠.٣٣	١٠.٣٤	٨.٨٢	١٣٣	٣٥.٤١	٠
تشرين ثاني	١	٢٥.٢٣	١٤.٨٣	٥.٥٣	١٥٤	٤٥.٢٨	٠.١
	٢	٢٤.٦١	١٢.٩٢	٥.٧٦	١٢٦	٦٥.٣٧	٠
	٣	٢٢.٦٧	١٢.٠٢	٥.٨٩	١١٧	٦٧.٦٣	٠

المصادر:

ابو النصر هاشم عبد الحميد ، عصمت حسن عطية، الفيزياء والارصاد الزراعية، كلية الزراعة جامعة بنها، ٢٠١٢ ،ص١٦٩- ١٧٠.

البرزنجي، زكريا محمود محمد .٢٠٠٦. الفترة الحرجة لمكافحة الادغال في محصول الذرة الصفراء (*Zea myas* L.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

توفيق ، حسام الدين احمد.٢٠٠٦. استجابة الذرة البيضاء [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] لنقص الري خلال مراحل النمو المختلفة واثر ذلك في توزيع الجذور. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.

خيرو، أوس ممدوح وعبد الوهاب عبد الرزاق القيسي،٢٠١٧. الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء تحت ظروف الري الناقص في تربة جبسية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية مجلد ١٧، العدد ٤: ١٦٨-١٧٨.

خيرو، أوس ممدوح.٢٠١٧. تاثير الري الناقص والسماد الفوسفاتي في نمو وحاصل الذرة الصفراء في تربة جبسية .مجلة الزراعة العراقية /المؤتمر العلمي الاول لمكافحة التصحر – دائرة البحوث الزراعية – وزارة الزراعة العراقية : ١(١) ١٨٨-١٩٧

شوقي خليل فتحي الجبوري ، ٢٠١٩. استجابة ثلاث اصناف تركيبية من الذرة الصفراء لمستويات الري وحامض الاسكوربيك في ظروف الترب الجبسية. اطروحة دكتوراه / كلية الزراعة – جامعة بغداد.

صالح ، عبدالامير ثجيل و باسم حسن فرحان ، ٢٠١٥. تأثير الأستنزاف الرطوبي وعمق المنطقة المروية في الحاصل والاستهلاك المائي وكفاءة استعمال الماء لنبات الذرة البيضاء Sorghum bicolor L. Moench **مجلة ديالى للعلوم الزراعية. ٧(١.(**

فالح، عدنان شبار. ٢٠١١. تقدير الأحتياجات المائية لمحصول الذرة الصفراء أعتمادا على الري الناقص ومقارنته بالمعادلات المناخية ومقاييس التبخر. اطروحة دكتوراه. قسم علوم التربة والموارد المائية. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق.

ليث خليل اسماعيل ، ١٩٨٨، الري والبزل ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل

المحمدي، شاكر مصلح وفاضل مصلح المحمدي. ٢٠١٢. الإحصاء وتصميم التجارب، دار أسامة للنشر والتوزيع. عمان- الأردن. ع ص ٣٧٦.

مطلك،نعيم عبد الله الصبيحي. ٢٠١٤. تأثيرالـري الناقص ومستويات السماد البوتاسي في نمو وحاصل الذرة البيضاء الحبوبية *Sorghum bicolor* (L.) Moench..اطروحة دكتوراه. . قسم علوم التربة والموارد المائية. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق الموصل..

الياس عويل، سعود شهاب. ٢٠١٤. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية إدارة بحوث المحاصيل قسم بحوث الذرة ،٢٠١٤. الجمهورية العربية السورية

Alkhaldi, A., Aldarir , A.N., Janat, M., Wahbi,A., and Arslan,A., 2012. Effect of regulated deficit irrigation and partial root-zone drying on some quantitative indicators and the efficiency of adding nitrogen fertilizer to (Zea mays L.) by using N15 isotope. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 12 (9): 1223-1235.

Assefa, Y., Staggenborg, S. A., and Prasad, V. P. V., 2010. Grain sorghum water requirement and responses to drought stress: A review. Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2010-1109-01-RV.

Black, C. A. 1965., Methods of soils analysis. Amer. Soc. Of Agron Inc. U.S.A.

Davies, W.J., Wilkinson, S., and Loveys, B., 2002. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. New Phytol. 153, 449–460.

Edraki, M., Humphreys, E. and Connell, N.O., 2003. Soil water dynamics of the water balance for irrigation Lucerne in southern NSW. CSIRO land and water, Griffith Technical Report 41/03. 1-22.

F.A.O., 1990. Management of gypsiferous soils, bulletin, No:62. FAO. Rome, Ital.

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

Fereres, E., and Soriano, M.A., 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Special issue on 'Integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress' J. Exp. Bot. 58: 147–159.

Hu, T, Kang, S., Li, F., and Zhang, J., Effects of partial root-zone irrigation on the nitrogen absorption and utilization of maize. Agric. Water Manag. **2009**, 96, 208–214. In:D. Hillel, ed.Advances in irrigation,Vo l u m e 2, p. 61-93. New York, United States of America, Academic Press.

Hu, T, Kang,S., Li, F., and Zhang, J., 2011. Effects of partial root-zone irrigation hydraulic conductivity in the soil-root system of maize plants. J. Exp. Bot. 62 (12): 4163-4172.

Jackson,M.L.,1958. Soil chemical analysis. Prentis-Hall Inc. Engl ,Cliffs , 11: 188- 196.

Kang, S.Z.,and Zhang,J.H., 2004. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. J. Experimental Botany. 55: 2437-2446 .

Kassam, A., and Smith. M. 2001. FAO methodologies on crop water use and crop water productivity. Expert meeting on crop water productivity. Paper No, CWP-M07. P. 1-18.

Kisekka, I., Migliaccio, K.W., Dukes, M.D., Schaffer, B., Crane, J.C., and Morgan, K., 2010.Evaportranspiration-based irrigation for agriculture : sources of evapotranspiration data for irrigation scheduling in Florida. University of Florida. Gainesville. AE455:pp. 4.

Kumar, S., Bhamini, K., Kumari. P. and Raj. R. 2019. Effect of Partial Root-Zone Drying(PRD)Irrigation in Fruit Crops: A Review. Int.J.Curr.Microbiol.App. Sci.8(11):807-813.doi: https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.811.095.

Li, F., Liang, J., Kang. Sh, and Zhang. J., 2007. Benefits of alternate partial root-zone irrigation on growth, water and nitrogen use efficiencies modified by fertilization and soil water status in maize. Plant and Soil. 295: 279-291.

Liu, F., Shahnazari, A., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E. and Jensen, C.R. 2006. Physiological Responses of Potato (Solanum tuberosum L.) to Partial Root-Zone Drying: ABA Signalling, Leaf Gas Exchange, and Water Use Efficiency. Journal of Experimental Botany, 57, 3727-3735. https://doi.org/10.1093/jxb/erl131

Marsal, J., Mata. M ., Campo. J.D, Arbones. A, Vallverdu. X, Girona. J, and Olivo. **N., 2008**. Evaluation of partial root-zone drying for potential field use as a deficit irrigation technique in commercial vineyards according to two different pipeline layouts.Irrig.Sci.26:347–356.

Nobel, **P.S.,2019**. Physicochemical and Environmental Plant Physiology.5th addition. Academic press.

Orgaz, F. and Fereres. E., 2004. Riego. In: El Cultivo del Olivo, 4th edition (eds. Barranco D, Fernandez-Escobar R, Rallo L). Coedicion Junta de And .E. MundiPrensa. pp. 285-306.

Page, A.L., R.H. Miller and (Eds) Keency. D.R., 1982. Chemical and microbiological properties. 2nd edition. Am. Soc. Agron. Wisconsin, USA.

Petrukhin, V. P., 1989. "Collapse and suffusion deformations in gypsy soil," In Proc. of 12th Int. Conf. of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rio de Janerio, Vol. 1, 639-642.

Phene, C. J., Itier,B., and Reginato, R.J.,1990. Sensing irrigation needs In. Proc. 3rd National Irrigation Symposium , ASAE publication. 429 – 443.

Prasad, P.V,, and Scott.A.,**Staggenborg**., **2004**. GROWTH AND PRODUCTION OF SORGHUM AND MILLETS. SOILS, PLANT GROWTH AND CROP PRODUCTION . Vol.II: *Growth and Production of Sorghum and Millets.*

Rahman. B., Sina.B., Mohamad M., and Vahid. R.,2018. Effects of Partial Root-Zone Irrigation on theWater Use Efficiency and Root Water and Nitrate Uptake of Corn. Water.10, 526; doi:10.3390/w10040526 .

SAVVA,A.P and FRENKEN. K.,2002. Crop Water Requirements and Irrigation Scheduling .FAO Irrigation Manual .Module 4.

Schachtman, D.P. and. Goodger. J.Q.D., 2008. Chemical root to shoot signaling under drought. Trends in Plant Science. 13(6): 281-287.

Soil survey staff ., 2006. Keys to Taxonomy N.R.C.S., USDA, Govern, printing Office. Washington D.C.

Whitty, E.B., Wright, D.L. and Chambliss. C.G., 2008. Water use and irrigation management of agronomic crops 1. University of Florida. SSAGR155. P. 6.

Zegbe, J.A., Behboudian, M.H. and Clothier. B.E., 2006. Responses of 'Petopride' processing tomato to partial rootzone drying at different phenological stages. Irrig. Sci. 24: 203-210.