استجابة نبات الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) لكميات الماء المضافة حسب مراحل نموه

سيف الدين عبد الرزاق سالم* كامل مطشر الجبوري** طالب محمد حسين السعد***

*مركز دراسات الصحراء-جامعة الانبار

**مركز الهندسة الوراثية – جامعة بغداد

***كلية الزراعة – جامعة الانبار

E-mail:saifdeen1s@yahoo.com

الكلمات المفتاحية: الري، الذرة الصفراء، الجهد المائي، معامل الحساسية.

تاريخ الاستلام: 4 / 3 / 2012 تاريخ القبول: 3 / 4 / 2013

المستخلص:

أجريت تجربة حقلية خلال الموسمين الخريفيين في تربة ذات نسجة مزيجية غرينية بهدف دراسة تأثير مستويات مختلفة من الري خلال مراحل نمو ثلاثة أصناف من الذرة الصفراء في الاستهلاك المائي وحاصل الحبوب ، واستعمال معيار دليل الحساسية للجفاف (S) لتمييز الأصناف الأكثر تحملا للجفاف . نفذت التجربة العاملية باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بثلاثة مكررات. اشتملت التجربة على عاملين: الأول كميات مياه الري المضافة وهي: الري الاعتيادي (المقارنة) (S1)، وتقليل كميات مياه الري المضافة في مراحل نمو النبات الخضري (S2)، التزهير (S3)، النضج (S4)، الخضري + التزهير (S5)، التزهير + النضج (S6)، الخضري + النضج (S7)، وخلال مراحل النمو جميعها (S8) . والثاني ثلاثة أصناف من الذرة الصفراء هي: هجين يوغسلافي (V1) و الهجين اباء 2052 (V2) والتركيبي اباء 5012 (V3) . أضيفت كميات الماء في كل رية اعتمادا على الطريقة الوزنية، وذلك بأخذ نماذج للعمق 0 – 0.4 م من التربة قبل وبعد كل رية. أجريت جميع العمليات الزراعية حسب التوصيات . أظهرت النتائج إن تقليل كميات المياه المضافة خلال النمو الخضري أدت الى خفض دليل المساحة الورقية بنسب تراوحت مابين 21.05– 26.32 %، وخلال التزهير 16.67-27.08%، وخلال النضج 18.65– 27.91%. أدى تقليل كميات المياه المضافة من 676 مم (S1) الى563 (S5) و 487 (S8) إلى حصول أقصى انخفاض في حاصل الحبوب وبنسبة 22.53و 25.48% وأقصى انخفاض في الحاصل البيولوجي بنسبة 18.86 و21.42% على التوالي مقارنة مع الري الاعتيادي الذي أعطى اعلى حاصل حبوب بلغ 6.79 طن هكتار$^{-1}$ وباستهلاك مائي قدره 676 مم عمقا. ان تقليل كميات المياه المضافة خلال جميع مراحل النمو (S8) كان الأكثر حساسية للجفاف 1.00، بينما لم تظهر معاملة الري الاعتيادي اية حساسية للجفاف كونها تلبي متطلبات الاستهلاك المائي للنبات. تفوق الهجين اباء 2052 في حاصله من الحبوب بنسبة 15.44 و 33.77% وحاصله البيولوجي بنسبة 13.20 و29.21% على الصنف التركيبي إباء 5012 والهجين اليوغسلافي على التوالي في متوسط الموسمين. كما تميز بأعلى كفاءة استخدام للماء بلغت 1.16 كغم حبوب م$^{-3}$ ماء. بينما تميز الهجين اليوغسلافي بأنه الاكثر تحملا للجفاف، اذ انخفض دليل حساسيته للجفاف الى 0.79. كان التداخل معنويا في جميع الصفات المدروسة باستثناء دليل الحصاد. يستنتج من هذه الدراسة امكانية استعمال معيار دليل الحساسية للجفاف لتمييز الأصناف الاكثر تحملا للجفاف، وان مرحلة التزهير هي اكثر مراحل النمو حساسية لنقص رطوبة التربة والتي تؤثر في حاصل الحبوب. وان نقص رطوبة التربة عن50% من الماء الجاهز في التربة في اي مرحلة من مراحل النمو له تأثير سلبي في إنتاجية نبات الذرة الصفراء.

RESPONSE OF CORN (*ZEA MAYS* L.) PLANT TO VARIABLE WATER SUPPLY AT DIFFERENT GROWTH STAGES

Saifuldeen A.Salim Center of Desert Studies AL-Anbar Univ.

Kamil M. AL-Gobori Genetic Engineering enter Baghdad Univ.

Talib M.H. AL-Saad College of Agriculture AL-Anbar Univ.

E-mail:saifdeen1s@yahoo.com

Received: 13 / 11 / 2012 **Accepted: 17 / 12 / 2012**

Keywords: Irrigation, Corn, Water stress, Susceptibility index

Abstract

Afield experiment was conducted during two autumn seasons, on silt loam soil texture. The aim was to study the effect of different levels of irrigation during growth stages: Normal irrigation(control) (S1), reducing water amount (eliminating one irrigation) during different plant growth stages: Vegetative (S2), flowering (S3), maturity (S4) , vegetative + flowering (S5) , flowering + maturity (S6) , vegetative + maturity (S7) , and during all growth stages (S8), of three varieties which were: Yugoslavian hybrid, Ipa hybrid 2052, and synthetic Ipa5012, on water consumptive use and grain yield, and using drought susceptibility Index (S) as a criterion index to measure the ability of different Varity to drought tolerant.. Treatments were arranged as factorial experiments with three replications using Randomized Complete Block Design (RCBD).. Amount of water for

each irrigation were calculated based on gravimetric method. Agricultural practices were made according to the recommendations. The results showed that reduced water applied caused reduction in leaf area index (LAI) during vegetative growth (S2), flowering stages (S3) by 21.05 -26.32% and 16.67- 27.08%, respectively. However during maturity (S4) the reduction was 18.65- 27.91% compared with control treatment (S1). Reduction amounts of water applied from 676 mm (S1) to 563 (S5) and 487 mm (S8) resulted in Maximum grain yield reduction by 22.53 and 25.48% ,and in maximum biological yield reduction by 18.68 and 21.42% , respectively as compared with the control treatment. Normal irrigation gave the highest grain yield which was 6.79 ton ha^{-1}., with 676mm of water applied. The plants showed highest drought susceptibility index(S) 1.00 when water supply was reduced during all growth stages (S8). The hybrid Ipa2052 was superior over synthetic Ipa5012 and Yugoslavian hybrid in grain yield by 15.44 and 33.77 %, and in biological yield by 13.20 and 29.21 %, respectively as a mean of seasons, as well as gave the highest water use efficiency which was 1.16 kg grain m^{-3} water. The drought susceptibility index showed that the Yugoslavian hybrid was the most tolerant genotype, and had the lowest value of (S) (0.79). The result also showed a significant interaction between irrigation x Var., on all trait except harvest index (HI). This study suggested the possibility of using (S) for distinguish the most tolerant variety. Also this study indicated that the flowering stage was most susceptible to the stress, which has significant effect on grain yield production . The depletion of moisture less than 50% of available water in the soil during any growth stage had negative effect on the productivity of corn plant.

المقدمة:

تعد دراسات الاستهلاك المائي من الدراسات المهمة في العالم خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتميز بقلة الأمطار وارتفاع نسب التبخر اليومي، وان تحديد الوقت المناسب وكمية مياه الري المضافة حسب مراحل النمو يعد من الوسائل المهمة في الاستخدام الأمثل والفعال للموارد المائية دون ان يؤثر ذلك سلبيا في أنتاج النبات من البذور والمادة الجافة (السعد واخرون، 1988) لقد بحث الري الناقص Deficit irrigation كإستراتيجية أنتاج قيمة ومساعدة في المناطق الجافة عن طريق إضافة الماء المحددة للنبات خلال مراحل النمو الحساسة للجفاف، تهدف الى رفع إنتاجية الماء Water productivity وثبات الحاصل وليس الحد الأقصى (Fereres and Soriano, 2007). اذ أوضحت نتائج البحوث ان الري الناقص زاد بنجاح إنتاجية المياه للعديد من المحاصيل دون ان يسبب انخفاضا" حادا" في الحاصل (Geerts و Raes, 2009)، وقلل أضرار الأمراض الفطرية (Cicogna واخرون، 2005)، وقلل فقد المغذيات من المنطقة الجذرية (Unlu واخرون، 2006) وساعد في تجنب الملوحة (Geerts واخرون، 2008). ولغرض تحقيق الإدارة المثلى للمياه المتوفرة يتطلب تعيين كمية الاستهلاك المائي للنباتات وكذلك معرفة نوع النمط الزراعي المؤثر لغرض السيطرة على المياه من مصادرها حتى وصولها إلى الحقل (Ragab, 1995). ان احتساب القيمة القصوى للاستهلاك المائي يكون دليلا لتقدير معدلات الاستهلاك المائي المحتملة تحت الظروف المناخية المختلفة ومراحل النمو الحرجة للنبات (Cohen و Bresler, 1967) .إذ إن زيادة كمية مياه الري تؤدي إلى رفع كمية الماء المستهلك من قبل النبات وزيادة معدل الإنتاج المادة الجافة (D'Andria واخرون، 1997). وان الاستهلاك المائي لنبات الذرة الصفراء يزداد مع تطور النبات حيث سجلت أعلى كمية للاستهلاك في مرحلة التزهير وعقد الثمار ثم ينخفض مرة أخرى (AL-Saad و AL-Kawaz,1983). يقلل الشد الجفافي حاصل حبوب الذرة الصفراء ومحاصيل الحبوب الأخرى عن طريق تقليل امتصاص الكساء ألخضري للأشعة الفعالة للبناء الضوئي radiation (PAR) Photosynthetically active وتقليل كفاءة استخدام الاشعة (RUE) وتقليل دليل الحصاد Harvest index (HI)، وان الشد المتوسط والقاسي يقلل حاصل الحبوب بنسبة 63 و 85% على التوالي، ويقلل دليل الحصاد وان الجفاف يحدد حاصل الحبوب عن طريق خفض دليل الحصاد (Earl و 2003 Davis,). أظهرت نتائج التجارب ان نقص رطوبة التربة إلى حدود نقطة الذبول لمدة يومين خلال مرحلة تكوين النورات الزهرية أدى إلى انخفاض الحاصل بحدود 20 % ، وفي حالة نقص رطوبة التربة طوال المرحلة الزهرية انخفض الحاصل بحدود 53% (Gardner واخرون، 1981). ويبدو ان زيادة او انخفاض الحاصل ليس بالضرورة مرتبط مع كمية مياه الري الكلية لموسم نمو النبات، بل يعتمد على كميته المضافة خلال مراحل النمو المختلفة (Jalota واخرون، 1985). لقد أوضح Ebdon and (1998 ,Petrovic) إن الاستهلاك المائي للنبات يعتمد على عرض الورقة، وزاوية ميلها، وارتفاع النبات، وطبيعة نموه، وكثافة الجزء الخضري، ومحتوى التربة من الرطوبة، ومدى جاهزية العناصر الغذائية التي تحفز النمو الخضري. إذ إن تعرض النباتات للشد المائي يقلل من توسع واستطالة أوراق النبات مما يؤثر في عملية البناء الضوئي والفعاليات الحيوية الأخرى للنبات (Muchow واخرون، 1986). وان توسع الورقة هو اكثر العمليات حساسية (Alves و Setter, 2004) وان هذه الحساسية يمكن ان تكون في صغر حجم الخلايا وقلة عددها المنتج من قبل مرستيمات الورقة (ardieu واخرون، 2000) اعتمادا" على المرحلة التطورية التي تتعرض عندها الورقة للشد (Alves وSetter, 2002) كما يساهم الشد في تشجيع شيخوخة الاوراق والذي يؤدي الى موتها وتساقطها (De Souza واخرون، 1997). أظهرت الدراسات الحديثة الارتباط القوي بين استطالة الورقة والعمليات الفسيولوجية المختلفة التي تشير الى تأثير الجفاف/ او الحرارة (Welcker واخرون،2007). والتي تتضمن الارتباط الموجب بين معدلات استطالة الورقة وحرارة الورقة والارتباط الخطي السالب القوي بين معدلات استطالة الورقة وعجز الضغط البخاري

والارتباط الخطي السالب القوي بين معدلات استطالة الورقة والجهد المائي للورقة. أشار الزوبعي (1984) إلى إن تعرض نباتات الذرة الصفراء الى الشد الرطوبي في اي طور من اطوار النمو قبل امتلاء الحبوب ادى الى حدوث نقص في المساحة الورقية وحاصل الحبوب. وتوصل العديد من الباحثين (السعد وجماعته، 1988 و Eck, 1986 وAlem,1987) إلى إن تعرض نباتات الذرة الصفراء إلى الشد الرطوبي في فترة التزهير يؤدي إلى خفض حاصل الحبوب. يغير الجفاف نشؤ وطول مدة مرحلة التطور، اذ يقلل مدة نشؤ الزهيرات. وان حدوث الشد خلال مرحلة تطور النورة المذكرة يثبط التحول من مرحلة النمو الخضري الى مرحلة التزهير ويؤخرها (Prasad *et al*.,2006 a)، كما يثبط الشد الجفافي تطور حبوب اللقاح مما يؤدي الى العقم ويقلل فترة تطور العرنوص ear وفترة امتلاء الحبوب ويقلل عددها ويزيد الفترة من عقد الحبوب الى نمو الحبة الكاملة (Prasad واخرون،2008)، وان مدة امتلاء الحبوب تحت ظروف الشد الجفافي ربما ينظم بواسطة شيخوخة الاوراق والتي بدورها يمكن ان تنظم بوساطة حالة النتروجين في النبات (De Souza واخرون، 1997). وان وقت حدوث الشد الجفافي يؤثر كثيرا" في توزيع الكربوهيدرات والنتروجين. وان حدوث الجفاف قبل التزهير مباشرة او اثناء التزهير يسبب زيادة معنوية في إجهاض الزهيرات وعدد اقل من الذور (Prasad واخرون، 1999 وMatsui واخرون، 2001). اما اذا حدث الشد في المراحل المبكرة من تطور الجنين فانه يزيد من معدل الاجهاض ويعود سبب ذلك الى انخفاض الجهد المائي في انسجة الزهيرات (حبوب اللقاح والمبايض)، او نتيجة لانخفاض تجهيز الكربوهيدرات والنتروجين، او يرتبط بالهرمونات النباتية (خصوصا" حامض الابسسك ABA) (Westgateو Peterson, 1993). اذ ينتج حامض ABA بكميات كبيرة في الاوراق تحت ظروف الجفاف ومن السهولة ان ينتقل الى البذور ويؤثر في الجنين اذ يشترك في اعادة انتقال Remobilization المواد الغذائية المخزنة الى الاجنة النامية. ان الجفاف الذي يحدث خلال التزهير يمكن أيضا" ان يقلل من معدلات البناء الضوئي والذي يقلل كميات المواد الممثلة المنقولة الى اعضاء الزهيرة وبالتالي يسبب الاجهاض (Prasad واخرون، 2008). واذا حدث الشد خلال المراحل المتأخرة من التكاثر (بعد الاخصاب) فانه يقلل من حجم البذور وليس عددها والذي يعد المكون النهائي للحاصل .ان حجم البذور يعتمد كثيرا" على جاهزية نواتج البناء المخزنة ، وانه ينخفض بانخفاض كميات المواد الممثلة وتجهيز النتروجين، بالاضافة الى ان الشد يقصر فترة امتلاء البذور والذي ينتج عنها حجم بذور اصغر وحاصل اقل (Prasad واخرون، 2008). وان النباتات التي تتميز بفترة امتلاء اسرع تشجع اعادة انتقال الكربوهيدرات المخزنة والذي يمكن ان يقلل من تأثير الجفاف في الحاصل (Zhange, 1998)، اذ تختلف الأصناف في استجابتها للجفاف، وان هذه الاستجابات يمكن ان تحدث خلال النمو الخضري او التكاثري (Blum, 2005). على الرغم من ان الاستجابات خلال النمو الخضري لا تؤدي دائما" الى زيادة الحاصل لانها لا تتزامن مع التحمل خلال مرحلة التكاثر (حيوية حبوب اللقاح وعقد البذور)(Prasad واخرون، b 2006). وان مرحلة النمو الأكثر حساسية للجفاف في محاصيل الحبوب هي قبل التزهير مباشرة وخلال التزهير، وان اكبر نقص في الحاصل هو عند حدوث الجفاف خلال التزهير مقارنة مع مراحل النمو الاخرى (Valliyodon و Nguyen ,2006). اتفقت اغلب نتائج البحوث على ان الجفاف يحدد حاصل الحبوب عن طريق تحديد عدد البذور اما بوساطة التأثير في كمية المادة الجافة المنتجة خلال التزهير او التأثير غير المباشر في وظائف حبوب اللقاح او المبايض والذي يؤدي الى تقليل عقد البذور، كما يؤثر الجفاف في امتلاء البذور عن طريق تحديد تجهيز المواد الممثلة والذي يؤدي الى حجم بذور اصغر وحاصل اقل (Prasad *et al*., 2008). حدد، (Copper واخرون, 1987) ثلاثة أسس لزيادة كفاءة استخدام الماء هي: تغيير كفاءة النتح، وزيادة التجهيز الكلي للماء على مستوى الحقل ، وتقليل الضائعات المائية من شبكات الري. إذ وجد زيادة في كفاءة استخدام الماء عندما تغطي الأوراق سطح التربة بصورة مبكرة خلال موسم النمو (Phene, 1990 و Fukai و Cooper,1996). بلغ الاستهلاك المائي لنبات الذرة الصفراء حوالي 900 مم موسم$^{-1}$ لإنتاج 8 طن هكتار$^{-1}$ من الحبوب وبكفاءة استهلاك مائي بحدود 1.12 م^{3} كغم حبوب$^{-1}$ AL- (Kawaz واخرون، 1983) اقترح (Fisher واخرون، 1978) (Maurer معامل الحساسية للجفاف Drought Susceptibility Index (S) اذ أظهرت نتائج التجارب فيما بعد ارتباطه مع الحاصل وصفات النبات الأخرى تحت ظروف النمو المثلى للحنطة Fisher and (Wood,1978) والذرة الصفراء (Fisher and 1984 Johnson,) وزهرة الشمس (Gomez *et al* ,1998 و Vannozzi *et al*.,1999). اذ يمكن ان يكون واحدا من المعايير الاكثر استعمالا لتمييز وفصل تأثير جهد الحاصل Yield potential والحساسية للجفاف من الحاصل تحت ظروف الجفاف لكل صنف ، لكي يفسر التأثير الوراثي الخاص كجزء من الاختلافات الكلية تحت ظروف الجفاف . نظرا لاهمية نبات الذرة الصفراء كونه من المحاصيل ثلاثية الغرض، اذ يستعمل لتغذية الانسان والحيوان وفي الصناعات الغذائية ، والتناقص المستمر في مياه نهري دجلة والفرات الواردة الى العراق. لذا اصبح من الضروري تحديد كمية المياه التي يحتاجها النبات فعليا لغرض توفير كميات من المياه يمكن ان تضاف الى مساحات زراعية غير مستغلة تعاني من شحة المياه لاسيما في فصل الصيف ، وعليه فقد اجريت هذه الدراسة بهدف تحديد اهم مراحل النمو حساسية لنقص رطوبة التربة وتأثيرها في الانتاج وتحديد نسبة الرطوبة المثلى للإنتاج، واستعمال معيار معامل الحساسية للجفاف لغرض تحديد الاصناف الاكثر تحملا للجفاف.

المواد وطرائق البحث:

أجريت تجربة حقلية خلال موسمين خريفيين في تربة ذات نسجة مزيجية غرينية ملوحتها 4.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ واسها الهيدروجيني 7.5. نفذت التجربة العاملية بأستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وبثلاثة مكررات . تضمنت التجربة عاملين: الاول حذف رية كاملة خلال مراحل النمو لحين الوصول الى استنزاف 50 -55% على النحو الاتي: معاملة المقارنة (الري الاعتيادي) (S1)، النمو الخضري (S2)، مرحلة التزهير (S3)، مرحلة النضج (S4)، النمو الخضري + التزهير (S5)، التزهير + النضج (S6)، النمو الخضري + النضج (S7)، وخلال مراحل النمو جميعها (S8) . والثاني ثلاثة اصناف من الذرة الصفراء: هجين يوغسلافي (V1)، والهجين اباء 2052 (V2)، والتركيبي اباء5012 (V3). اجريت عمليات الحراثة والتنعيم ثم قسمت ارض التجربة الى الواح مساحتها 3 3x م يتضمن كل منها 5 مروز المسافة بينها 0.75 م ، وبين نبات واخر 0.25 م. زرعت البذور بتأريخ 15 تموز في كلا الموسمين بوضع اربعة بذور في كل جورة خفت الى نبات واحد بعد اسبوعين من الزراعة. اضيفت الاسمدة الكيميائية بمقدار 200 كغم/هكتار$^{-1}$ على هيئة سوبرفوسفات الكالسيوم الثلاثي دفعة واحدة قبل الزراعة و400 كغم هكتار$^{-1}$ من سماد اليوريا على دفعتين: نصف الكمية عند الزراعة والنصف الاخر بعد 5 اسابيع من الزراعة. تم مكافحة حفار ساق الذرة بأستعمال مبيد الديازينون المحبب 10% مادة فعالة بمقدار 6 كغم هكتار$^{-1}$ تلقيما في قلب النبات بعد 20 يوما من الزراعة ولثلاث مرات بفاصلة زمنية قدرها 10 أيام. حصدت النباتا بتأريخ 15 تشرين الثاني. قسمت دورة حياة النبات الى عدة مراحل اعتمادا" على التقسيم الذي اقترحه Hanway(1966) حددت المرحلة الخضرية من 4 اب وحتى بداية التزهير، اما مرحلة التزهير فكانت من بداية ظهور النورات الذكرية وحتى اكتمال النورات الانثوية، فيما حددت المرحلة الاخيرة (النضج) من انتهاء مرحلة التزهير ولغاية قطع الري (رية الفطام). حددت الخصائص الاساسية لتربة الحقل بأخذ عينات من ثلاث مواقع وللطبقات من 0 – 0.15 و 0.15 – 0.30 و 0.30 – 0.40 م. قدر توزيع حجوم دقائق التربة بطريقة الماصة (Day, 1965). وقدرت سعة احتفاظ التربة بالماء للطبقات 0.20 و 0.30 و0.45 و0.60 م وذلك بأخذ عينات غير مثارة وعينت فيها رطوبة التربة على اساس الوزن الجاف وفق طريقة Richard (1965) تحت الشدود 0 و33 و 100 و 1500 كيلوباسكال. كانت الكثافة الظاهرية للعمق 0 – 0.20 م تساوي 1.15 ميكاغرام م$^{-3}$ وللعمق 0.20 – 0.40 م تساوي 1.20 ميكاغرام م$^{-3}$. والمحتوى الرطوبي الحجمي عند الشد 33 كيلوباسكال (السعة الحقلية) يساوي 0.25 سم^3 سم$^{-3}$ والمحتوى الرطوبي الحجمي عند الشد 1500 كيلوباسكال نقطة الذبول يساوي 0.11 سم^3 سم$^{-3}$. تمت عملية الري بأستعمال ماء نهر ذي ايصالية كهربائية 1.14 ديسيسمنز م$^{-1}$ بعد استنزاف 50 – 55 % من الماء الجاهز للنبات. حسبت كميات مياه الري في كل رية اعتمادا" على قياسات المحتوى الرطوبي في التربة بالطريقة الوزنية باستعمال المعادلة الاتية (Kovda *et al*., 1973)

$$d = [\emptyset fc - \emptyset wp]D \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اذ ان:

d = عمق الماء المضاف (م)

Ø f.c= الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية سم^3 سم$^{-3}$

Ø w= الرطوبة الحجمية قبل الري سم^3 سم$^{-3}$

D = عمق التربة (م)

حسبت كمية المياه المراد اضافتها الى الوحدات التجريبية على اساس ترطيب طبقة التربة 0 - 0.20 م للمدة من بداية الزراعة وحتى نهاية مرحلة النمو الخضري .تغيرت حسابات الترطيب الى طبقة التربة من 0 – 0.40 م للمدة من بداية مرحلة التزهير وحتى الحصاد. اختيرت خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية لقياس المساحة الورقية خلال مراحل نمو النبات ، ثم قدر دليل المساحة الورقية (LAI)حسب المعادلة الاتية (Watson,1947):

$$LAI = {}^{LA}/_{GA} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

اذ ان:

LAI = دليل المساحة الورقية

LA = المساحة الورقية (سم^2)

GA = المساحة التي يشغلها النبات (سم^2)

قدر حاصل الحبوب والحاصل البيولوجي من المروز الوسطية لكل وحدة تجريبية وحول الى طن هكتار$^{-1}$ بعد تعديل نسبة الرطوبة في الحبوب الى15 %. قدر دليل الحصاد بأستعمال المعادلة الاتية (Prasad *et al*., 2006 a) :

$$H.I = ({}^{GY}/_{BY})x100 \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

اذ ان :

H.I = دليل الحصاد

GY = حاصل الحبوب (طن هكتار$^{-1}$)

BY = الحاصل البيولوجي (طن هكتار$^{-1}$)

وقدرت كفاءة استخدام الماء حسب المعادلة الاتية (الحديثي،2002):

$$WUE = {}^{GY}/_{WA} \ldots\ldots\ldots (4)$$

اذ ان :

WUE = كفاءة استخدام الماء (كغم حبوب م$^{-3}$ ماء)

GY = حاصل الحبوب (كغم هكتار$^{-1}$)

W.A = الماء المضاف (م^3 هكتار$^{-1}$)

اما معامل الحساسية للجفاف فقد قدر بأستعمال المعادلة الاتية (Vannozzi *et al*., 1999):

$$S = 1 - \frac{(SYd/SYp)}{D} \ldots\ldots\ldots (5)$$

وان D يحسب حسب المعادلة الآتية:

$$D = 1 - (Xa/Xn) \ldots\ldots\ldots (6)$$

اذ ان :

S = معامل الحساسية للجفاف

SYd = حاصل التركيب الوراثي تحت ظروف الجفاف

SYp = حاصل التركيب الوراثي تحت ظروف الري الاعتيادي

D = انخفاض الحاصل تحت ظروف الجفاف للتجربة كاملة

Xd = متوسط حاصل جميع التراكيب الوراثية تحت ظروف الجفاف

Xp = متوسط حاصل جميع التراكيب الوراثية تحت ظروف الري الاعتيادي

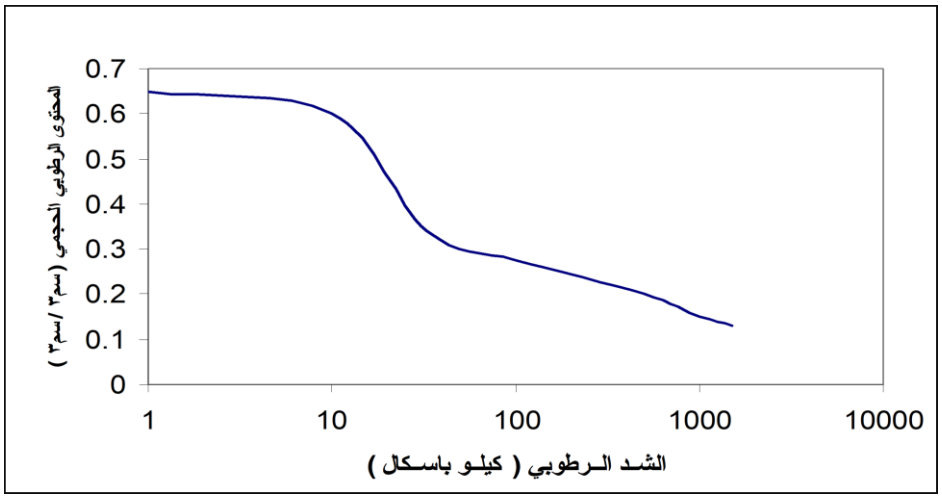
حللت البيانات احصائيا طبقا لطريقة تحليل التباين لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة . تم اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D) للمفاضلة بين المتوسطات الحسابية للمعاملات.

النتائج والمناقشة

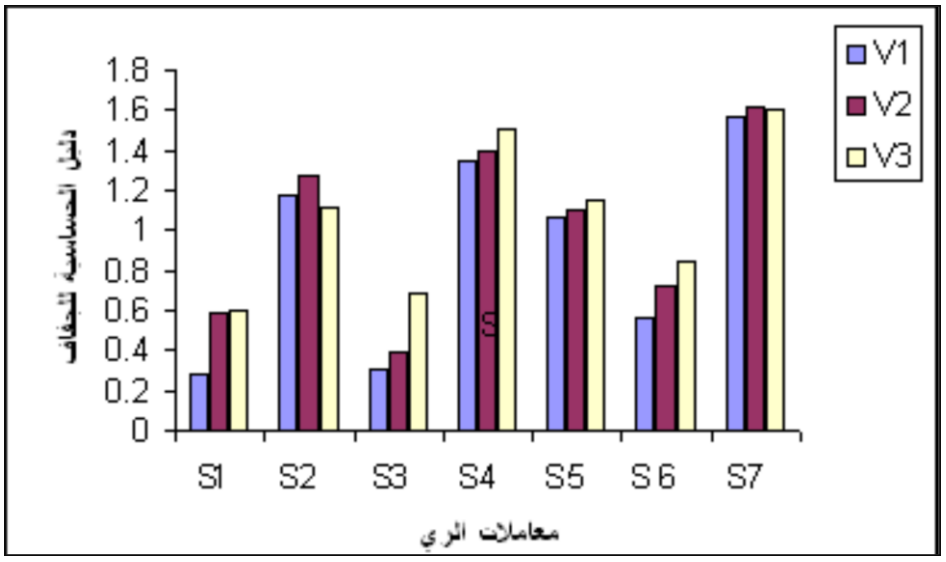
اوضحت نماذج التربة المأخوذة قبل وبعد كل رية خلال موسمي النمو ، بأن كل مستوى من الري حافظ على نسبة معينة من الرطوبة داخل التربة. اذ تبين نتائج جدول1 ان مقدار الرطوبة المتبقية في التربة قبل الري لمعاملات الشد ولجميع مراحل النمو تراوحت مابين 14.5– 15.6% التي تعادل 25 - 33 % من الماء الجاهز في التربة ، في حين ارتفع مقدار الرطوبة لمعاملة الري الاعتيادي الى 16.6 – 18.0 % اي 40 – 50 % من الماء الجاهز في التربة والذي يتم عنده اضافة الماء الى كافة المعاملات باستثناء معاملات قطع الري. اما بعد الري فتوضح النتائج ان لرطوبة التربة عند معاملات الشد لايمكن ان تصل الى حدود السعة الحقلية ، اذ تراوحت ما بين 20.8– 22.0 % وهذا يقارب 70 – 79 % من الماء الجاهز في التربة . بينما وصلت الى السعة الحقلية عند معاملة الري الاعتيادي والتي تراوحت ما بين 23.2 - 24.0 % الذي يعادل 87 – 93 % من الماء الجاهز في التربة . وهذا ما يؤكد عدم وجود عجز مائي في رطوبة التربة لمعاملة المقارنة (الري الاعتيادي) خلال مراحل نمو النبات . وهذا يشير الى ان معاملة الري الاعتيادي المستعملة في هذه التجربة تمثل مقدار الاستهلاك المائي الفعلي لنبات الذرة الصفراء حسب ما أوضحته نتائج باحثين آخرين (السعد وجماعته، 1988) و (1983 , AL-Saad و AL-Kawaz) و (AL-Saad, 1985). تشير نتائج جدول2 الى زيادة دليل المساحة الورقية مع تقدم عمر النبات ووصل الى اعلى حد له عند مرحلة التزهير ثم انخفض خلال مرحلة النضج نتيجة لتوقف تكوين الاوراق وقلة اتساعها كونه من نباتات محدودة النمو وشيخوخة وتساقط عدد من اوراق النبات. ويلاحظ ان تقليل كميات المياه المضافة خفضت من دليل المساحة الورقية بنسب تراوحت ما بين 21.05- 26.32% خلال النمو الخضري (S2)، وما بين 16.67 – 27.08 % خلال مرحلة التزهير (S3) فيما تراوحت ما بين 18.60 – 27.91 % خلال مرحلة النضج (S4) وذلك في متوسط الموسمين. إن للشد تأثير عكسي في المساحة الورقية نتيجة لتأثيره في انقسام واستطالة خلايا النبات، إذ ينخفض معدل توسع الورقة نتيجة لانخفاض عدد وحجم الخلايا (Yasseen, 1994و AL-Omary) و (2000واخرون،Tardieu) وتحديد نمو النبات والذي يؤثر سلبيا في عملية البناء الضوئي (Hsiao, 1973). ويلاحظ ان اعلى انخفاض في دليل المساحة الورقية كان عند تقليل كميات المياه المضافة خلال النمو الخضري ، لهذا يمكن ان تعد هذه المرحلة من اهم مراحل نمو النبات المؤثرة في انتاج المادة الجافة . كان تأثير التداخل معنويا ، بلغ اقل دليل مساحة ورقية 2.6و3.2 و2.8عند تقليل كميات المياه المضافة خلال جميع مراحل نمو الهجين اليوغسلافي، في حين كان اعلى دليل مساحة ورقية للهجين اباء 2052 وصل الى 3.9و4.9 و4.5 عند ريه ريا اعتياديا، وبنسبة زيادة قدرها 17.95 و34.47 و37.78% عند مراحل النمو الخضري (S2) والتزهير (S3) والنضج (S4) على التوالي في متوسط الموسمين (جدول4) . اذ تختلف الاصناف في استجابتها للجفاف ، وان هذه الاستجابة ممكن ان تحدث خلال النمو الخضري او التكاثري (Blume, 2005). نتائج مشابهة حصل عليها السعد وجماعته (1988). تسبب تقليل كميات المياه المضافة خلال مراحل نمو النبات المختلفة في خفض حاصل الحبوب والحاصل البيولوجي معنويا، وبلغ أقصاه عند تقليل كميات المياه المضافة خلال النمو الخضري + الزهري (S5) وخلال جميع مراحل النمو (S8)، وبنسبة انخفاض قدرها 21.53 و25.42 % بالنسبة لحاصل الحبوب و18.68 و21.42% بالنسبة للحاصل البيولوجي عل التوالي في متوسط الموسمين (جدول2) . ويلاحظ ان جميع المعاملات التي حصل فيها تقليل لكميات المياه المضافة خلال مرحلة التزهير أبدت انخفاضا في حاصل الحبوب والحاصل البيولوجي عن معاملات الري الاخرى التي لم يحصل فيها تقليل لكميات مياه الري خلال مرحلة التزهير . لذلك يمكن الاستنتاج بأن مرحلة التزهير هي اكثر مراحل النمو حساسية لنقص رطوبة التربة وهذا ما تؤكده نتائج Valliyodon and Nguyen (2006) بأن مرحلة التزهير هي اكثر مراحل النمو حساسية للجفاف ، وان اكبر نقص في الحاصل هو عندما يحدث الجفاف خلال التزهير مقارنة مع مراحل النمو الاخرى. اذ ان تعريض النباتات الى الشد المائي أثناء مرحلة التزهير يقلل إخصاب وعقد البذور(Prasad *et al*., 1999a و Matsui *et al*., 2001) مما يؤدي الى العقم وتقليل فترة تطور العرنوص ear وفترة امتلاء الحبوب ويقلل عدد الحبوب(Prasad *et al*., 2008). وان اكثر المحاصيل حساسية في هذه المرحلة هو الذرة الصفراء *et al*., (Bennett 1989 و ألحديثي ،2002). يلاحظ ان حدوث الشد خلال النمو الخضري + التزهير (S5) كان اكثر حدة من معاملات الشد الاخرى باستثناء الشد خلال جميع مراحل النمو (S8). اذ ان تكوين منشات الازهار يحدث خلال مرحلة النمو الخضري والذي يحدد عدد الازهار التي سوف تتكون في العرنوص فيما بعد، والتي سوف تتاثر فيها عمليت التلقيح والاخصاب وعقد البذور بالشد الرطوبي خلال مرحلة التزهير. في حين مرحلة النضج كانت اقل حساسية لنقص رطوبة التربة وذلك لكون النبات اوشك على اكمال دورة حياته، بالاضافة الى وجود خزين رطوبي متبقي في التربة من مرحلة التزهير

. وان حدوث الشد خلال تطور النورة المذكرة يثبط التحول من مرحلة النمو الخضري الى مرحلة التزهير ويؤخر في التزهير (Prasad *et al*., 2006a).هذه النتائج جاءت متطابقة مع نتائج (السعد وجماعته، 988). هذا وان الجفاف يحدد الحاصل عن طريق تحديد عدد البذور اما بواسطة التأثير في كمية المادة الجافة المنتجة خلال التزهير، او التأثير غير المباشر في وظائف حبوب اللقاح او المبايض والتي تؤدي الى تقليل عقد البذور بالإضافة الى التأثير في امتلاء البذور عن طريق تقليل تجهيز المواد الممثلة والذي ينتج عنه حجم بذور اصغر وحاصل اقل (Prasad *et al*., 2008). اختلفت الأصناف فيما بينها معنويا في حاصلها من الحبوب وحاصلها البيولوجي، اذ تفوق الهجين اباء2052 بنسبة 15.44 و33.79 % في حاصل الحبوب، وبنسبة 13.20 و29.21% في الحاصل البيولوجي على التركيبي اباء 5012 و الهجين اليوغسلافي على التوالي في متوسط الموسمين (جدول3). وقد يعزى ذلك الى اختلاف التراكيب الوراثية في مدى قدرتها على التفاعل مع الظروف البيئية لاظهار قدراتها الوراثية، نتائج مشابهة حصل عليها ألحديثي (2002). حصل تداخل معنوي (الري x الاصناف) اذ اعطى الهجين اليوغسلافي عند تقليل كميات الري خلال جميع مراحل النمو (S8) اقل حاصل حبوب وحاصل بيولوجي بلغ 4.26 و11.37 طن هكتار$^{-1}$، في حين اعطى الهجين اباء2052 عند ريه ريا اعتياديا اعلى حاصل حبوب وحاصل بيولوجي وصل الى 7.83 و18.84طن هكتار$^{-1}$، وبنسبة زيادة قدرها 83.80 و65.70% على التوالي في متوسط الموسمين (جدول 4) ، ربما لكونه تميز بأعلى دليل مساحة ورقية 3.9 و 4.9 خلال النمو الخضري والتزهير والنضج، على التوالي(جدول2). لم تظهر فروق معنوية بين معاملات الري ولا بين الاصناف في دليل الحصاد (الجدولان 2 و3) وهذا يعني ان نباتات اصناف الذرة المستعملة في هذه التجربة لها كفاءة متشابهة في توزيع المواد الغذائية بين الحبوب واجزاء النبات الاخرى تحت ظروف معاملات الري المختلفة ، تتفق هذه النتائج مع ما وجده ألحديثي (2002). تظهر نتائج جدول 2 ان معاملات الري المختلفة كانت متشابهة في كفاءة استخدام الماء. اذ ذكر(AL-Gobbori *et al*. 1978) أن معاملات الشد لم تختلف عن معاملة الري الاعتيادي في كفاءة استخدام الماء وعزوا ذلك الى ان كمية المياه المضافة كانت مقاربة لقيم الاستهلاك المائي للمحصول. كان الهجين اليوغسلافي اقل الاصناف كفاءة في استخدام الماء (جدول3)، اذ ابدى انخفاضا معنويا عن الهجين اباء 2052 والتركيبي 5012 بنسبة 50 و42% على التوالي واللذان لم يختلفا عن بعضهما في متوسط الموسمين. تتفق هذه النتائج مع ما وجده (ألحديثي، 2002). أوضح (Phene *et al*. 1990) ان ارتفاع كفاءة استخدام الماء بانخفاض كمية مياه الري يعود إلى طبيعة النبات الفسلجية المتعلقة ببذل جهد كبير للاستفادة من جميع المياه المجهزة ليعطي إنتاجية طبيعية. ظهر تداخل معنوي، اذ ادى تقليل كميات المياه المضافة خلال فترة تزهير الهجين اليوغسلافي الى خفض كفاءة استخدام الماء الى 0.75 كغم حبوب م$^{-3}$ ماء، بينما كان الهجين اباء 2052 الاكفأ 1.26 كغم حبوب م$^{-3}$ ماء عند تقليل كميات مياه الري خلال النمو الخضري + النضج (S7)، وبنسبة زيادة قدرها 68 % في متوسط الموسمين (جدول4). يلاحظ وجود تفوق غير معنوي لبعض معاملات الري على معاملة الري الكامل في كفاءة استخدام الماء (الجدولان 2 و4). نتائج مشابهة حصل عليها السعد وجماعته (1988). اختلفت الاصناف في دليل حساسيتها للجفاف، اذ اظهر الهجين اليوغسلافي تحملا للجفاف اكثر من الصنفين الاخرين، بلغت قيمة معامل حساسيته للجفاف0.79 مقارنة مع الهجين اباء2052،0.89 والتركيبي اباء 5012 ، 0.94 على التوالي (جدول3). وبأمكان مربي النبات نقل صفة التحمل هذه من الهجين اليوغسلافي الى الاصناف التي تتميز بحاصلها العالي والتي لا تمتلك صفة التحمل للجفاف. اظهر الهجين اباء 2052 حساسية عالية للجفاف عند تقليل كميات المياه المضافة خلال جميع مراحل نموه (S8) بلغت1.62، فيما ابدى الهجين اليوغسلافي عند تقليل كميات المياه المضافة خلال مرحلة النمو الخضري (S2) اقل دليل حساسية للجفاف بلغ 0.28 ما عدى معاملة الري الاعتيادي (شكل2) . ويلاحظ ان تقليل كميات مياه الري المضافة خلال مرحلة النمو الخضري (S2) او خلال مرحلة النضج (S4) لجميع الاصناف انها اعطت اقل دليل حساسية للجفاف، وهذا يدل على ان هاتين المرحلتين اكثر تحملا للجفاف من مراحل النمو الاخرى يؤكده حاصل الحبوب العالي لهاتين المعاملتين مقارنة مع معاملات الشد الاخرى . ويلاحظ ان مرحلة التزهير تشترك في جميع معاملات الشد اعلاه مما يؤكد ان مرحلة التزهير هي الاكثر حساسية للشد والتي تؤثر في حاصل الحبوب، وعليه يجب تجنب حدوث الشد خلال هذه المرحلة اذا ما اريد الحصول على حاصل عالي من الحبوب. تشير نتائج جدول 5 الى ان جميع معاملات التجربة خلال الموسمين احتاجت الى 111مم من الماء وزعت على اربعة ريات خفيفة (رية التعيير وثلاث ريات بعد الزراعة) لتشجيع الانبات ونمو البادرات (مرحلة الترسيخ) (20 يوما) . تلتها مرحلة النمو الخضري التي تميزت بطولها (44 يوما) التي احتاجت الى اربعة ريات تزداد فيها كميات مياه الري مع زيادة حجم النبات كونه في مرحلة النمو السريع (النمو الاسي)، كما اختلفت كميات المياه المضافة حسب معاملات الري. ويلاحظ ان مرحلة التزهير (22 يوما) احتاجت الى ريتين لقصر فترتها، الا ان كمية المياه المضافة في كل رية كانت اعلى من كمية المياه المضافة في مرحلة النمو الخضري او النضج، كون هذه المرحلة هي المرحلة الحرجة لنبات الذرة الصفراء ويحتاج النبات فيها الى انتاج مواد غذائية اكثر للايفاء بمتطلبات التزهير وعقد البذور التي تصبح مصبات قوية للمواد الغذائية اضافة الى متطلبات نمو اعضاء النبات الاخرى. بينما المرحلة الاخيرة وهي مرحلة النضج (30 يوما) فقد تساوت عدد رياتها مع مرحلة التزهير الا ان كميات مياه الري المضافة كانت اقل مما في مرحلة

التزهير، وذلك بسبب اقتراب النبات من النضج النهائي واصفرار وتساقط عدد من اوراق النبات وانخفاض متطلبات التبخرنتح بسبب انخفاض درجات الحرارة في النصف الثاني من شهر تشرين الاول وبداية شهر تشرين الثاني. بعد ذلك قطع الري لمدة حوالي نصف شهر لاتاحة الفرصة لجفاف العرانيص لغرض حصادها. يستنتج من هذه الدراسة امكانية استعمال معيار دليل الحساسية للجفاف لتمييز الاصناف الاكثر تحملا للجفاف، وان مرحلة التزهير هي اكثر مراحل نمو النبات حساسية لنقص رطوبة التربة والتي تؤثر في حاصل الحبوب. وان نقص رطوبة التربة عن 50 % من الماء الجاهز في اي مرحلة من مراحل النمو له تأثير سلبي في انتاجية نبات الذرة الصفراء.



شكل -1: منحنى الوصف الرطوبي لتربة الحقل



شكل-1: دليل الحساسية للجفاف لأصناف الذرة الصفراء بتأثير معاملات الري .

تقليل **كميات مياه الري في S1= النمو الخضري ، S2= التزهير ، S3 = النضج ، S4 = الخضري + التزهير ، S5 = التزهير + النضج ، S6 = الخضري + النضج ، S7 = جميع مراحل النمو . V1 = الهجين اليوغسلافي ، V2 = الهجين اباء2052 ، V3 = التركيبي اباء5012 .** LSD **0.05=0.24**

جدول-1: يمثل االنسبة المئوية للرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية ونقطة الذبول وما يقابلها ن الماء الجاهز للنبات

النسبة المئوية للرطوبة الحجمية (%)	الماء الجاهز للنبات (%)
25 (السعة الحقلية)	100
22	79
17.5	47
15.3	31
11.0 (نقطة الذبول)	0

جدول-2: تأثير كميات مياه الري المضافة في بعض مؤشرات نمو نبات الذرة الصفراء في متوسط الموسمين .

معاملات الري	دليل المساحة الورقية			حاصل الحبوب (طن/هكتار)	الحاصل البيولوجي (طن/هكتار)	دليل الحصاد(%)	كفاءة استخدام الماء (كغم حبوب/م^3 ماء
	النمو الخضري	التزهير	النضج				
S1	3.8	4.8	4.3	6.79	16.81	40.39	1.00
S2	3.0	4.0	3.7	6.24	15.24	40.94	1.05
S3	3.7	4.2	3.8	5.50	14.49	37.95	0.90
S4	3.8	4.7	4.2	6.28	16.18	38.81	1.00
S5	3.0	3.8	3.4	5.26	13.67	38.47	0.98
S6	2.8	4.2	3.7	5.59	14.69	38.05	0.99
S7	2.8	3.8	3.5	6.01	14.81	40.58	1.09
S8	2.8	3.5	3.1	5.06	13.21	38.30	1.04
LSD0.05	0.7	0.8	0.8	0.45	0.541	NS	NS

= الري الاعتيادي ، تقليل كميات مياه الري في S2= النمو الخضري ، S3= التزهير ، S4 = النضج ، S5 = الخضري + التزهير ، S6 = التزهير + النضج ، S7 = الخضري + النضج ، S8 = جميع مراحل النمو.

جدول3: .تأثير الاصناف في بعض مؤشرات نمو نبات الذرة الصفراء في متوسط الموسمين .

الاصناف	دليل المساحة الورقية			حاصل الحبوب (طن/هكتار)	الحاصل البيولوجي (طن/هكتار)	دليل الحصاد (%)	كفاءة استخدام الماء (كغم حبوب/م^3 ماء	دليل الحساسية للجفاف
	النمو الخضري	التزهير	النضج					
V1	3.2	3.9	3.5	5.03	13.01	38.11	0.58	0.79
v2	3.5	4.3	3.9	6.73	16.81	39.96	1.16	0.89
v3	3.4	4.2	3.8	5.83	14.85	39.29	1.00	0.94
LSD0.05	NS	NS	NS	0.26	0.33	NS	0.20	0.06

V1 = الهجين اليوغسلافي ، V2 = الهجين اباء2052 ، V3= التركيبي اباء5012.

جدول 4 : تأثير التداخل بين معاملات الري والاصناف في بعض مؤشرات نمو نبات الذرة الصفراء في متوسط الموسمين.

الاصناف	معاملات الري دليلا لمساحة الورقية				حاصل الحبوب (طن/هكتار)	*الحاصل البيولوجي (طن/هكتار)*	دليل الحصاد (%)	كفاءة استخدام الماء (كغم حبوب/م^3 ماء
	نموذج	النمو الخضري	التزهير	النضج				
V1	S1	3.8	4.6	4.2	5.68	14.78	38.13	0.84
	S2	2.7	3.7	3.3	5.43	13.41	40.49	0.91
	S3	3.4	3.9	3.6	4.62	12.64	36.55	0.75
	S4	3.9	4.7	4.1	5.40	14.44	37.40	0.86
	S5	2.8	3.4	3.1	4.46	11.72	38.05	0.83
	S6	3.7	4.1	3.6	4.71	12.85	36.65	0.83
	S7	2.6	3.7	3.1	5.17	12.88	40.14	0.94
	S8	2.6	3.2	2.8	4.26	11.37	37.47	0.87
V2	S1	3.9	4.9	4.5	7.83	18.84	41.65	1.16
	S2	3.2	4.0	3.7	7.09	17.10	41.46	1.19
	S3	3.9	4.4	4.0	6.25	16.44	38.02	1.02
	S4	3.8	4.3	4.3	7.35	18.00	40.83	1.17
	S5	3.2	3.7	3.7	6.10	15.66	38.95	1.14
	S6	3.9	3.8	3.8	6.46	16.61	38.89	1.14
	S7	3.1	3.7	3.7	6.93	16.79	41.27	1.26
	S8	3.0	3.3	3.3	5.81	15.00	38.73	1.19
V3	S1	3.8	4.3	4.3	6.85	16.82	40.61	1.01
	S2	3.0	4.0	4.0	6.20	15.22	40.74	1.04
	S3	3.9	3.9	3.9	5.64	14.39	39.92	0.92
	S4	3.7	4.2	4.2	6.10	16.11	37.86	0.97
	S5	3.1	3.5	3.5	5.21	13.63	38.22	0.97
	S6	3.8	3.7	3.7	5.60	14.60	38.36	0.99
	S7	2.8	3.6	3.6	5.92	14.75	40.14	1.08
	S8	2.9	3.1	3.1	5.10	13.26	38.46	1.05
LSD0.05		0.90	1.10	1.00	0.582	0.731	NS	0.21

جدول5: كميات المياه المضافة (مم) حسب مراحل نمو نبات الذرة الصفراء في متوسط الموسمين .

معاملات الري	المرحلة الاولية	مرحلة النمو الخضري					مرحلة التزهير			مرحلة النضج		قطع الري لغرض الحصاد		
	20 يوم، 4 ريات	44يوم،4 ريات					22،يوما ريتان			30 يوما ، ريتان		15يوما		
	-7/12 (مم)	16/9				المجموع (مم)	-9/17	10/8	المجموع	-10/9 10/29		-10/30 11/15	المجموع (مم)	المجموع الكلي (مم)
S1	111	44	51	62	81	238	88	96	184	81	62	-	143	676
S2	111	29	34	41	55	159	88	96	184	81	62	-	143	597
S3	111	44	51	62	81	238	58	65	123	81	62	-	143	615
S4	111	44	51	62	81	238	88	96	184	53	41	-	94	627
S5	111	29	34	41	55	159	58	65	123	81	62	-	143	536
S6	111	44	51	62	81	238	58	65	123	53	41	-	94	566
S7	111	29	34	41	55	159	88	96	184	53	41	-	94	548
S8	111	29	34	41	55	159	58	65	123	53	41	-	94	487

المصادر العربية:

سيف الدين عبد الرزاق سالم ألحديثي، 2002." جدولة الري غير الكامل لمحصول الذرة الصفراء". أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة –جامعة بغداد.

احمد طلال فزع الزوبعي، 1984. "تأثير العجز في مياه الري على محصول الذرة الصفراء في مراحل مختلفة من النمو ". رسالة ماجستير، كلية الزراعة – جامعة بغداد.

طالب محمد حسين السعد و جهاد عبد الجليل الجدة و موفق سعيد نعوم و ختام عابد عبد الهادي، 1988. "استجابة الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) حسب مراحل نموها لكميات مختلفة من مياه الري". مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية، 4 (3):147-159.

REFERENCE:

Alemi, M.H،1987. "The effect of water deficit on yield and agronomic characters" .F.C.A., 33:55-59.

Gubbori,S.A.,AL-Kawaz,G.M.,and Ray,S.B,1978. "Effect of different soil dryness on consumption water use, growth, and yield of broad bean (Vicia faba L.) crop". Technical Bulletin No.57.

AL-Kawaz, G.M., Aboukhaled, A., and Khalid, A. K,1983." Water requirement of higher yield of grain maize (*Zea mays* L.)In central Iraq" .J. Agric. Water Reso. Res., 2:43-54.

AL-Saad , T.M., and AL-Kawaz, G.M, 1983. "Determination of water consumptive use by corn (*Zea mays* L.) and different irrigation levels based on maximum lysimetric evapotranspiration".JAWRR, Vol.2, No.1.

AL-Saad, T. M., Kadhem, F.A., and AL-Kawaz, G.M,1985. "Optimum corn density (Zea mays L.) as related to different irrigation regimes" .JAWRR, Vol.4,No.4.

Alves,A.A.C., and Setter,T.L,2004. "Response of Cassaval leaf area expansion to water deficit: cell proliferation, cell expansion and delayed development". Ann.Bot.(London),94:605-613.

Bennett,J.M., Muttl, L. S.M., Rao, P.S.C., and Jones,J.W,1989. "Interactive effects of nitrogen and water stress on biomass accumulation, nitrogen uptake, and seed yield of maize". Field Crop Res., 19:297-311.

Blum, A, 2005. "Drought resistance, water use efficiency, and yield potential are they compatible ,dissonant, or mutually exclusive" ? Aust.J.Agric. Res., 56:1159-1168.

Cicogna, A., Dietrich, S., Gani, M., Giovanardi, R.,and Sandra, M, 2005. "Use of meteorologicalradar to estimate leaf wetness as data input for application of territorial epidemiological model: agrometeorology2003". Phys. Chem. Earth 30, 201–207.

radar to estimate leaf wetness as data input for application of territorial epidemiological model: agrometeorology

2003. Phys. Chem. Earth 30, 201–207radar to estimate leaf wetness as data input for application of territorial epidemiological model: agrometeorology

2003. Phys. Chem. Earth 30, 201–207.

Cohen,O.P., and Bresler,E,1967."The effect of nonuniform water application on soil moisture content, moisture depletion and irrigation efficiency"S. Soil Sci. Soc. Am.Proc., 31:117-121.

Copper,P.J.M., Goegory,P.J., Tully,D., and Harris,H.C,1987b. "Improving water use efficiency of annual crop in the rainfall farming systems of west Asia and North Africa".Exp.Agric.,23:113-158.

D'Andria,R.,Charand,F.Q., Lavini,A.,and Mori,M,1997." Grain yield and water consumption of ethophon treated corn under different irrigation regimes". Argon., 89: 63-70.

Day,O.R, 1965." Particle fraction and particle size analysis. Part 1.Agron.Mono. 1:545-567.Am.Soc.Agron.Madison.Wisconsin.USA.

De Souza,P.I., Egli,D.B., and Bruening,W.P, 1997." Water stress during filling and leaf senescence in soybean .Argon. J., 89:807-812.

Earl,H.J., and Davis,R.F.2003. "Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize" .Argon. 95:688-996.

Ebdon, J.S., and Petrovic, A.M,1998. "Morphological and growth characteristics of low land high water use Kentucky blue grass cultivars .Crop Sci., 38:143-152.

Eck, H.V, 1986. "Effect of water deficits on yield, yield component, and water use efficiency of irrigation corn". Argon. J., 78:1035-1040.

Feddes, R.A.,Kowalil,P., and Zaradny,H,1978. "Simulation of field water use and crop yield.Pudoc", Wageningen, Simulation Monographs.

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.

Fisher, R.A., and Maurer, R,1978." Drought resistance in spring wheat cultivars .I. Grain yield responses". Australian J.Agric.Res. , 29:897-912.

Fisher, R.A., and Wood, J.T, 1978." Drought resistance in spring wheat cultivars .III. Yield associations with morph physiological traits. Australian J.Agric.Res., 30:1001-1020.

Fisher,K.S., Edmeades,G.O., and Johnson, E.C,1984."Mejoramiento y seleccio'n de mai'z tropical para incremental su resistencia a la sequfa. CIMMYT. El Bata'n , Me'xico , pp.20.

Fukai,S., and Cooper , M,1996."Stress physiology in relation to breeding for drought resistance: A case study of rice. In Physiology of Stress Tolerance in Rice" .pp.122-150(K.J.Lamp ed.)NDUAT,IRRI,Los Banos,Philippines.

Gardner,B.R.,Manrer,R.E.,and Watti,D.G.1981.Relationship between crop temperature and physiological and phonological development of differentially irrigated "corn.Agric.J.,73(4):743-747.

Geerts ,S., and Raes , D,2009." Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity". Agric. Water manage. 96: 1275-1284 .

Geerts ,S., and Raes , D., Garcia,M., Condori,O., Mamani,J., Miranda, R.,Cusicanqui, J., Taboada,C., and Vacher,J,2008 b." Could

deficit irrigation be a sustainable practice for quinoa (*Chen opodium quinoa* willd.) in response to drought stress". Field Crop Res., 108: 150-156.

Gomez-Sanchez,D.,Vannozzi, G.P., Baldini,M., Tahmasebi Enferadi,S., and Delle Vedove,G,1998 . "Effect of soil water availability in sunflower lines derived from interspecific crosses". Italian J. Argon. (In press).(C.F. Vannozzi,G.P.,Baldini,M., and Gomez-anchez,D.1999.Agronomic traits useful in sunflower breeding for drought resistance.HELIA,22(30):97-124.

Hsiao, T.C,1973. "Plant responses to water stress".Annu. Rev. Plant Physiol., 24:519-570.

Hanway, J.J, 1966. "How a corn plant develops .Special Rep. No.48.Iowa State Univ. (Cooperative Ext. Service, Ames, Iowa.

Jalota,S.A.,Prihar,S.S., and Gajri,P.R,1985. "Drainage losses under different irrigation schedules and sensitivity of wheat to water stress". Indian J.Agric.Sci., 55(9):574-581. Vienna.

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

Matsui,T., Omasa,K., and Horie ,T,2001."The difference in sterility due to high temperature during flowering period among Japonica rice varieties". Plant Prod.Sci.,4:90-93.

Muchow,R.C.,Sinclair,T.R.,Bennet,J.M.,and Hammond,L.C, 1986. "Response of leaf nitrogen, and stomatal conduction to water deficits during vegetative growth of field soybean" .Crop Sci.,26:1190-1195.

Phene, C.J., Hutmacher, R. B., Davis ,K.R., and McCormick, R.L,1990b." Two hundred tons per hectare of processing tomatoes, can we reach it". *Hortechnology, 1:17-20.*

Prasad,P.V.V., Staggen borg ,S.A., and Ristic, Z,2008". Impacts of drought and/or heat stress on physiological , development ,growth and yield processes of crop plants. ASA,CSSA, SSSA,677S.Segae Red.,Madison,WI53711,USA,pp.301-355.

Prasad, P.V.V., Boote, K.J., and Allen, Jr .L. H,2006a. "Adverse high temperature effects on pollen viability,seed-set , seed yield and harvest index of grain sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] are more severe at elevated carbon dioxide due to high tissue temoerature.Agric.For". Meteorol., 139:237-251.

Prasad, P.V.V., Boote, K.J., Allen, Jr,L.H., Sheehy,J.E., and Thomas,J.M.G,2006 b . "Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress". Field Crop Res., 95:398-411.

Prasad,P.V.V.,Craufurad,P.O.,and Summer field,R.J,1999a."Sensitivity of peanut to timing of heat stress during reproductive development". Crop Sci., 39:1352-1357

Ragab, R,1995."Toward a continuous operational system estimate the root zone soil moisture from intermittent remotely sensed surface moisture". J. Hydrology, 173: 1- 25.

Richard, L.A,1965."Physical condition of water in soil". In.C.A.Black (ed.) Methods of soil analysis. Part 1.Agron.,9:128-152.Am.Soc.of Agron.Madison.Wisconsin.

Tardieu,F.,Reymond,M., Hamard,P., Granier,C., and Muller,B,2000."Spatial distribution of expansion rate, cell division rate and cell size in maize leaves: A synthesis of the effect of soil water status, evaporative demand and temperature".J.Exp.Bot. 51:1505-1514.

Unlu, M., Kanber,R., Senyigit,U., Onaran,H., and Diker ,K,2006."Trickle and sprinkler irrigation of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the middle Anatolian region in Turkey". Agr. Water Manga. 79:43-71.

Valliyodon,B., and Nguyen,H.T,2006. "Understanding regulator network and engineering for enhanced drought tolerance in plants". Curr.Opin.Plant Biol., 9:189-195

Vannozzi, G.P.,Baldini,M., and Gomez-anchez,D,1999".Agronomic traits useful in sunflower breeding for drought resistance".HELIA,22(30):97-124.

Watson, D.J, 1947."Comparative physiological studies on the growth of field crops I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years" .Annals of Bot., 11:41-76.

Welcker,C., Boussuge,B., Bencivenni,C., Ribaut,J.M., and Tardieu,F,2007."Are source and sink strengths genetically linked in maize plants subjected to water deficit: study of the response of leaf growth and of anthess-silking interval to water deficit".J.Exp.Bot., 58:339-349.

Westage,M.E., and Peterson,C.M,1993. "Flower and pod development in water deficit soybean (*Glycine max* L. Merr.) ".J.Exp.Bot., 258:109-117.

Yasseen ,B.T., and AL-Omary,S.S,1994." An analysis of the effect of water stress on leaf growth and yield of three barley cultivars". Irrig. Sci., 14:157-162.

Zhange,J.,Sui,X., Li,B., Su,B., Li,J., and Zhou,D,1998."An improved water use efficiency for winter wheat grown under reduction irrigation". Field Crop Res., 59:91-98