معايير النمو وحاصل الذرة الصفراء بالري المتبادل وعمق الزراعة

جواد علي حمود مدحت الساهوكي

قسم علوم المحاصيل الحقلية

كلية الزراعة / جامعة بغداد

المستخلص

طبقت تجربة حقلية على صنف بحوث ١٠٦ من الذرة الصفراء في حقل قسم علوم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة / جامعة بغداد للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩. تضمنت التجربة اختبار تأثير الري المتبادل للمروز بالمقارنة مع ري المروز والألواح أسبوعياً وكل أسبوعين تحت أعماق زراعة ٦و١٢و١٨ سم. أوضحت النتائج تماثل تأثير معظم المعاملات في الموسمين الربيعي والخريفي. أعطت بيانات الموسم الخريفي للري المتبادل وري المروز أسبوعياً معدل نمو نبات ١٢.٦ و١٥.٨ غم/م^{٢}/يوم وحاصل حبوب ٥.٩ و٧.٦ طن/هـ، ونال كل منهما معدل ماء ري ٣٦٠٠ و ٦٦٠٠ م^{٣}/هـ (٣٦٠ و٦٦٠ ملم للموسم، بالتتابع). أما الري كل أسبوعين للمروز والألواح فقد أعطيا معدل نمو نبات ١٠.٨ و١٠.٠ غم/م^{٢}/يوم وحاصل حبوب ٤.٨ و٤.٥ طن/هـ، ونال كل منهما معدل ماء ري ٣٦٠٠ م^{٣}/هـ. أما معدلات أعماق الزراعة ٦ و١٢ و١٨ سم فقد أعطت معدل نمو نبات ١٢.٤ و١٣.٣ و١٣.١ غم/م^{٢}/يوم ومعدل حاصل حبوب ٥.٨ و٦.١ و٥.٩ طن/هـ، وذلك تحت نفس كمية ماء الري بحسب المعاملات. كانت أفضل توليفة من الري المتبادل مع العمق ١٨ سم إذ أعطت معدل نمو نبات ١٣.٦ غم/م^{٢}/يوم وحاصل حبوب ٦.٢ طن/هـ، فيما كان أعلى حاصل حبوب ٨.٢ و٨.٤ طن/هـ لتوليفة ري المروز أسبوعيا وعمق الزراعة ١٢ و١٨ سم في الموسمين الربيعي والخريفي، بالتتابع. بالنظر إلى هذه النتائج، فان اعتماد الري المتبادل يوفر معدل نصف ماء الري تقريبا، إذ أعطى نسبة ٧٧% من حاصل حبوب المروز المروية أسبوعيا بضعف كمية الماء، لذلك نوصي باعتماد عمق الزراعة ١٢ سم، وذلك لسهولة هجمات الطيور على العمق ٦ سم مع احتمال زيادة الاضطجاع، وعدم اكتمال البزوغ لدى الزراعة بعمق ١٨سم، فيما يمكن اختبار فائدة العمق ١٨ سم لدى تطبيق مثل هذه الاختبارات في الترب الرملية.

جزء من اطروحة ماجستير للباحث الاول.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 42 (1):1-12,2011 Hamood& Elsahookie

YIELD OF MAIZE UNDER SKIP IRRIGATION AND PLANTING DEPTH

Jawad. A. Hamood M.M. Elsahookie

Dept. of Field Crop Sci.

Coll. of Agric/Univ. of Baghdad

ABSTRACT

A field experiment for two seasons was conducted on maize cv. Buhooth-106 in 2009. This was on the Field Crops Res. Sta. of the College of Agriculture, University of Baghdad to determine the influence of skip irrigation and planting depths; 6, 12, and 18 cm in growth and yield of maize. Irrigation treatments were, skip irrigation, furrow and row plantings irrigated weekly and two weeks. Data of spring and fall plantings were similar in response to irrigation treatments and planting depths. Results of fall planting showed that skip irrigation and furrow planting irrigated weekly gave plant growth rate (CGR) 12.6 and 15.8 g/m^2/d, grain yield 5.9 and 7.6 t/ha, respectively. These two treatments were given 3600 and 6600 m^{3}water/ha. However, furrow and row plantings irrigated every two weeks, gave CGR 10.8 and 10.0 g/m^2/d, grain yield 4.8 and 4.5 t/ha, respectively. Planting depths of 6, 12, and 18 cm gave CGR 12.4, 13.3, and 13.1 g/m^2/d, grain yield 5.8, 6.1, and 5.9 t/ha, respectively. Skip irrigation with 18 cm deep, gave CGR 13.6 g/m^2/d, grain yield 6.2 t/ha. Whereas, highest grain yields (8.2&8.4 t/ha) were obtained from furrow planting irrigated weekly with 12 and 18 cm deep, in spring and fall, respectively. According to these results, skip irrigation gave grain yield 77% of that obtained from furrow planting irrigated weekly. This implies that skip irrigation saved less than 50% of irrigation water. It was recommended to use skip irrigation for maize production and planting 12 cm deep in areas of water shortage. Planting 18 cm deep could be tested in future on soils of sandy texture.

Part of MSc. thesis of first author.

المقدمة

الماء هو العامل الأساسي المحدد لأنظمة الزراعة في العالم، وهو أحد خمسة أسس لوجود الحياة على هذا الكوكب مع الهواء والضوء والمعادن والكلوروفيل. فإذا أخذنا الكتلة المائية على كوكب الأرض بأنها ١٠٠% فان ٩٧% منها في المحيطات والبحار، وتبقى ٣% منها ٢% في ثلوج القطبين، ويبقى ١%، منها ٩٨%ماء ارضي، فيبقى ٢% من ١% لمياه الأنهار أي ما يعادل ٠.٠٠٠٢ من كتلة الماء الكلية، ويرى الهيدرولوجيون أن هذه النسبة تكفي لثلاثة أضعاف السكان اليوم فيما لو استخدمت بصورة جيدة (٢١). بناء على هذا، فان الحياة ملازمة حتما لضرورة وجود الماء بالصورة والكمية التي تحتاجها تلك الأحياء. تحتل الزراعة في العالم النسبة الأعلى في استخدام الماء. يقدر ما يحتاجه إنتاج كيلو غرام واحد من الحنطة بحوالي ١٢٠٠ كغم (لتر)ماء، أما أذا أخذنا الذرة الصفراء في بيئة تنتج معدل ٨ طن/هـ وتروى ١٢ رية بعمق ٨ سم فقط، فان كل كيلو غرام واحد منها سيحتاج أيضا ١٢٠٠ كغم من الماء (٢٨). كانت كمية ماء نهري دجلة والفرات الداخلة إلى الأراضي العراقية قبل سنين بمعدل ٣٦ مليار م^3 سنويا، وأصبحت اليوم ١٨ مليارم^3 فقط. فيما يكون خزين المياه في السدود العراقية اقل من ٥.٥ مليار م^3 و الخزين المتجدد للمياه الجوفية بحدود ٧ مليارم^3 سنويا، يستخدم منه حوالي ٣ مليارم^3 سنويا، وما يبقى منه (٤ مليارم^3) هو أكثر من خزين بحيرة الحبانية (٣.٣ مليارم^3) (٣). عليه يجب العمل على توفير إدارة جيدة لمياه الري وتطوير أصناف من المحاصيل لها المقدرة على تحمل الجفاف وإجراء عمليات خدمة التربة والمحصول للحفاظ على أفضل استخدام للثروة المائية، فضلاً عن استخدام طريقة ري ذات تقنين عالٍ للماء، مثل الرش والتنقيط والري المتبادل لبعض المحاصيل.

تحتل الذرة الصفراء (***Zea mays L.***) مرتبة هامة في حياة الإنسان والحيوان، إذ بلغ معدل إنتاجيتها العالمي ٦ طن/هـ وفي الولايات المتحدة بين ٩-١٠ طن/هـ وأعلى إنتاج في مزرعة متميزة فيها ٢٤ طن/هـ (١٤). هذا وعلى الرغم من دراسة كفاءة أداء محصول الذرة الصفراء تحت الري المتبادل في بيئات وأنظمة إدارة ري معينة فإن هناك حاجة إلى دراسة أكثر وتحت بيئات واسعة لأجل معرفة العيوب المحتملة واقتراح التعديلات لتحسين كفاءة الإنتاج. عند تعرض نبات الذرة الصفراء للجهد المائي من خلال إطالة فترة الري من ٥ أيام إلى ٧ أو ٩ أيام قل حاصل حبوبها بمقدار ٢٨.٧%-٥٣.٧% نتيجة لقلة الإخصاب (13). قدرت كفاءة الري في ١١٨ دولة عام ١٩٩٠ بأنها بحدود ٤٣% فقط ، وان رفع هذه النسبة إلى ٧٠% مثلا سوف يوفر حوالي ٥٠% من الماء للمساعدة في التوسع الأفقي وبما يعادل ٩٤٤ كم^3 من الماء سنوياً (٢٩). كان هدف هذا البحث معرفة معايير النمو والحاصل للذرة الصفراء تحت الري التقليدي والري المتبادل وتحت أعماق زراعة مختلفة بهدف معرفة الحالة المثلى للحصول على أفضل حاصل حبوب تحت اقل احتياج مائي ممكن.

المواد والطرائق

حضرت قطعة ارض مناسبة في حقل أبحاث قسم علوم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة / جامعة بغداد. حرثت الأرض بالمحراث المطرحي القلاب ونعمت وقسمت إلى وحدات تجريبية متماثلة، إذ كانت المروز بأبعاد ١٣.٣٥ م×١.٨ م والألواح بأبعاد ٦ م×٤ م. وزعت الوحدات التجريبية عشوائيا بحسب تصميم القوالب الكاملة المعشاة بترتيب الألواح المنشقة بأربعة مكررات. سقي الحقل رية التعيير بعد تسوية ارض الوحدات التجريبية جيداً. عملت الجور باستخدام قضيب معدني وضعت عليه علامات الأعماق المطلوبة (٦ و١٢ و١٨سم). استخدم شريط قياس ولوحة من الخشب عليها علامات للمسافة بين جورة وأخرى بمقدار ١٦ سم وبين خط وأخر ٩٠ سم. استخدم صنف الذرة الصفراء بحوث ١٠٦، وضعت منه بذرتان أو ثلاث في كل جورة، وبعد التأكد من استقرار البذور عند العمق المقرر غطيت بالتراب الناعم. تمت الزراعة في ٢٠٠٩/٣/١٤ للموسم

الربيعي و٢٠٠٩/٧/٢٧ للموسم الخريفي. أجريت عمليات خدمة التربة والمحصول كافة بحسب التوصيات المعتمدة. سقيت ارض التجربة بعد الزراعة رية أخرى لضمان البزوغ. أزيلت الأدغال من الحقل يدويا كلما دعت الحاجة خلال الموسم. أضيف الدايازينون (١٠% مادة فعالة) بمقدار ٦ كغم/هـ للوقاية من حشرة حفار الساق (***Sesamia critica***). خفت النباتات في الجورة الواحدة إلى نبات واحد بعد ثلاثة أسابيع من البزوغ لنحصل على كثافة نباتية بحدود ٦٩ الف نبات/هـ. أزيلت الفروع الجانبية التي تظهر مع الساق الرئيسي. شملت التجربة الزراعة في مروز ري متبادل (Skip irrigation) وفي مروز تروى أسبوعيا وفي مروز تروى كل أسبوعين والزراعة في خطوط داخل ألواح تروى أسبوعيا وفي ألواح تروى كل أسبوعين وشملت معاملات الأعماق أعماق الزراعة ٦ و١٢ و١٨ سم. سقي الحقل باعتماد عداد ماء ربط على مضخة الماء المثبتة على البئر في الحقل. قيس المحتوى الرطوبي لتربة كل معاملة من معاملات الري في منتصف الأشهر نيسان ومايس وحزيران للموسم الربيعي ومنتصف شهري أيلول وتشرين الأول في الموسم الخريفي وعلى عمق ٢٥-٣٠ سم بحسب الطريقة الوزنية (5). أخذت القراءات اللازمة على أربعة نباتات حددت عشوائيا عند النضج من كل وحدة تجريبية، أخذت النباتات وجففت هوائيا لحين ثبات الوزن. حسب عليها عدد العرانيص ثم فرطت يدوياً لحساب عدد بذور كل عرنوص، وأخذت أوزان البذور لكل وحدة تجريبية استخرج معدل نمو المحصول بقسمة مجموع المادة الجافة في المعاملة على عدد أيام موسم النمو التي حددت من الرية إلى النضج الفسلجي. بوبت البيانات في جداول مناسبة، وحللت إحصائيا بحسب التصميم المستخدم وللصفات التي ستظهر في جداول النتائج.

النتائج والمناقشة

معدل نمو النبات

يؤثر نقص الماء الجاهز للنبات بصورة مباشرة في استطالة الخلايا وانقسامها ومما ينعكس على معدل النمو، ذلك أن مفهوم جاهزية الماء هو المفتاح لإدارة عمليات ري ناجحة لأداء جيد للمحصول (19). تفوقت معاملة ري المروز أسبوعيا في الموسم الربيعي في معدل النمو في وحدة المساحة (١٧.٧ غم/م^2/يوم) على بعض المعاملات الأخرى (جدول ١)، فيما تماثلت معدلات النمو للري المتبادل مع الري كل أسبوعين في المروز والألواح، وكذلك ري الألواح أسبوعياً التي نالت ضعف كمية ماء الري (جدول ١). تماثلت أعماق الزراعة في معدلات نموها في الموسمين الربيعي والخريفي، إذ كان أعلاها رقما في الربيعي (١٥.٦) والخريفي (١٣.٣) للعمق ١٢ سم. إن ذلك ربما يوحي إلى القارئ لأول وهلة أن أعماق الزراعة لم تؤثر في معدلات معايير النمو إلا أنها ليست كذلك، فلو أخذنا قيم التوليفات في معدلات النمو بين أعماق الزراعة ومعاملات الري، لوجدنا تفوق الري المتبادل عند العمق ١٨ سم على ري المروز والألواح كل أسبوعين، وتماثلت ذات المعاملة مع الري أسبوعياً للمروز والألواح في الموسم الربيعي. تماثلت توليفة ري المروز أسبوعياً مع عمق الزراعة ١٨ سم أو تميزت على معظم التداخلات الأخرى في الموسمين الربيعي والخريفي، مما يؤكد ملائمة الزراعة العميقة (١٢ و١٨ سم) بشكل عام وصلاحيتها لتحمل الجفاف أفضل من العمق ٦ سم مع معاملات الري المذكورة. ربما يعود ذلك إلى وفرة الماء حول الجذور لتلك الأعماق بصورة أفضل مما هو عليه عند العمق ٦ سم، وذلك يعود إلى طبيعة انتشار جذور النبات وتوزيعها بحسب عمق الزراعة. تماثلت معاملتا ري الألواح والمروز أسبوعيا في الموسم الخريفي وتميزت معاملة الري المتبادل على ري الألواح كل أسبوعين. تؤثر رطوبة التربة بصورة مباشرة وغير مباشرة في حركة المغذيات عند توفر كمية من الماء الجاهز في المنطقة الجذرية وتهوية جيدة للحصول على أفضل نمو للنبات (27)، وبذا نجد أن نمو النبات يرتبط بصورة وثيقة مع وفرة الرطوبة حول المجموع الجذري.

جدول ١. معدل نمو نباتات الذرة الصفراء (غم /م^{٢} /يوم) تحت تأثير معاملات الري وأعماق الزراعة للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩.

معاملات الري	الموسم الربيعي				الموسم الخريفي			
	أعماق الزراعة (سم)			المعدل	أعماق الزراعة (سم)			المعدل
	٦	١٢	١٨		٦	١٢	١٨	
الري المتبادل	١٤.١	13.5	١٦.٣	١٤.٦	١٢.٣	١١.٩	١٣.٦	١٢.٦
ري المروز أسبوعيا	١٥.٥	٢٠.٥	١٧.٢	١٧.٧	١٣.٤	١٦.٨	١٧.٢	١٥.٨
ري المروز كل أسبوعين	١٤.٢	١٦.٩	١٢.٣	١٤.٥	٩.٣	١٣.٢	٩.٩	١٠.٨
ري الألواح أسبوعيا	١٤.٥	١٥.١	١٥.٣	١٥.٠	١٧.٠	١٣.٥	١٥.٦	١٥.٤
ري الألواح كل أسبوعين	١٥.٠	١٢.١	١١.١	١٢.٧	٩.٧	١٠.٩	٩.٤	١٠.٠
ا.ف.م ٥%	٣.٧			٢.٨	٤			٢.٤
المعدل	١٤.٧	١٥.٦	١٤.٤		١٢.٤	١٣.٣	١٣.١	
ا.ف.م ٥%	غ.م				غ.م			

المادة الجافة

تمثل المادة الجافة الفرق بين عمليات البناء والهدم المرتبطة بمعدل التمثيل الكاربوني. يعتمد الوزن الجاف الكلي للنبات على معدل النمو وطول موسم النمو تحت متغيرات بيئية أهمها الإشعاع اليومي ودرجة الحرارة وعوامل النمو وأهمها الماء (23). أعطت معاملة ري المروز أسبوعيا أعلى معدل لمجموع المادة الجافة في الموسم الربيعي وتماثلت مع معاملة ري الألواح أسبوعيا على الرغم من اقتراب الفرق بينهما من المعنوية، فيما تميزت على معاملات الري الأخرى التي لم تختلف فيما بينها (جدول ٢). إن قلة المادة الجافة الكلية اللازمة لنمو النبات وتشكل أعضائه وإنتاجيته ناتج من تراجع عمليات التمثيل الكاربوني للأوراق التي تُغلق فيها الثغور نتيجة قلة الماء لاسيما مع ارتفاع درجة الحرارة (22). لم يظهر اختلاف معنوي بين أعماق الزراعة الثلاثة لكن تأثيرها كان واضحا بتداخلاتها مع معاملات الري. تميزت توليفة عمق الزراعة ١٢ سم (في الموسم الربيعي) مع ري المروز أسبوعيا بأعلى قيمة للمادة الجافة (٣٠٢ غم/نبات) على معظم قيم التوليفات فيما أعطت توليفة ري الألواح كل أسبوعين مع العمق ١٨ سم أوطأ معدل للمادة الجافة (١٦٤ غم/نبات). يزداد الوزن الجاف للنبات عادة عند وفرة ماء الري والعناصر وعوامل النمو الأخرى، وقلة الإجهاد المائي على التعديل الازموزي والأكسدة الضوئية وفعالية الإنزيمات. تماثلت قيم المادة الجافة لري الألواح والمروز أسبوعيا في الموسم الخريفي وتفوقت على ري الألواح والمروز كل أسبوعين، وتميز الري المتبادل الذي أعطى معدل مادة جافة (١٨٣ غم/نبات) على ري الألواح كل أسبوعين الذي أعطى أوطأ قيمة (١٤٦ غم/نبات)، إذ يؤدي الإجهاد المائي إلى خفض إنتاج الكتلة الجافة نتيجة لقلة التمثيل الكاربوني (32). إن هذا الانخفاض لم يلاحظ على النباتات في معاملة الري المتبادل مما يشير إلى قلة تعرض نباتاتها إلى الشد المائي بالمقارنة مع ري الألواح كل أسبوعين على الرغم من استلامها نصف كمية الماء. إن أهم نتيجة في الري المتبادل تأتي من تفوق مادته الجافة عند العمق ١٨ سم بالمقارنة مع ري الألواح والمروز كل أسبوعين في الموسم الربيعي وري الألواح كل أسبوعين في الموسم الخريفي. ماثلت نتائج أعماق الزراعة في الموسم الخريفي مثيلاتها في الموسم الربيعي.

جدول ٢. معدل مجموع المادة الجافة للذرة الصفراء (غم /نبات) تحت تأثير معاملات الري وأعماق الزراعة للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩(المادة الجافة = قش + حبوب).

معاملات الري	الموسم الربيعي				الموسم الخريفي			
	أعماق الزراعة (سم)			المعدل	أعماق الزراعة (سم)			المعدل
	٦	١٢	١٨		٦	١٢	١٨	
الري المتبادل	٢٠٧	١٩٩	٢٤٠	٢١٥	١٧٩	١٧٣	١٩٨	١٨٣
ري المروز أسبوعيا	٢٢٩	٣٠٢	٢٥٤	٢٦١	١٩٦	٢٤٤	٢٥١	٢٣٠
ري المروز كل أسبوعين	٢١٠	٢٥٠	١٨١	٢١٣	١٣٥	١٩٣	١٤٥	١٥٨
ري الألواح أسبوعيا	٢١٤	٢٢٢	٢٢٦	٢٢١	٢٤٩	١٩٧	٢٢٧	٢٢٤
ري الألواح كل أسبوعين	٢٢١	١٧٩	١٦٤	١٨٨	١٤٢	١٦٠	١٣٧	١٤٦
ا.ف.م ٥%	٥٥			٤٢	٥٨			٣٥
المعدل	٢١٦	٢٣٠	٢١٣		١٨٠	١٩٣	١٩٢	
ا.ف.م ٥%	غ.م				غ.م			

معدل عدد العرانيص للنبات

تمثل هذه الصفة أحد مكونات الحاصل الوراثية المظهرية الرئيسية. تشير النتائج إلى عدم وجود تأثير معنوي لمعاملات الري في عدد العرانيص للنبات في الموسم الربيعي، إذ تراوح عدد العرانيص بين ١.٠٨ و٠.٩٣ لمعاملتي ري المروز أسبوعيا وري الألواح كل أسبوعين، بالتتابع (جدول ٣). أثرت أعماق الزراعة في معدل عدد العرانيص بتميز العمق ١٢ سم معنويا على العمق ١٨ سم في الموسمين الربيعي والخريفي. كانت أفضل التوليفات في الموسم الربيعي عند العمق ١٢ سم وري المروز أسبوعيا وكل أسبوعين ومن دون فرق معنوي بينهما (١.٢٥ عرنوص للنبات)، متفوقة على بعض المعاملات، في حين كانت أوطأ قيمة (٠.٦٨) لتوليفة الري كل أسبوعين للمروز والألواح مع العمق ١٨ سم. أما في الموسم الخريفي فقد تماثل الري أسبوعيا للمروز والألواح مع الري المتبادل وتفوقا معنويا على الري كل أسبوعين للمروز والألواح. يقل عدد العرانيص عند زيادة الإجهاد المائي نتيجة لقلة وصول المواد الايضية إلى العرنوص المتكون حديثا وهذا يتفق مع ما وجده Duriex وآخرون (١١) من ان زيادة عدد العرانيص للأصناف المتعددة العرنوص يكون نتيجة لزيادة طاقة النبات تحت الظروف البيئية الجيدة ووفرة الماء. لم يظهر أي فرق معنوي لتوليفات العمق ٦ و١٢ سم مع جميع معاملات الري في حين تميز العمق ١٨ سم للري المتبادل وري أسبوعيا للمروز والألواح عند العمق نفسه مع الري كل أسبوعين للمروز. يؤدي تعدد العرانيص إلى إضعاف المجموع الجذري والساق لكنه مع ذلك يبقي الحاصل الكلي للنبات المتعدد العرانيص متفوقاً على النبات الحاوي لعرنوص واحد (20).

جدول ٣. معدل عدد العرانيص لنباتات الذرة الصفراء تحت تأثير معاملات الري وأعماق الزراعة للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩.

	الموسم الربيعي	الموسم الخريفي

معاملات الري	أعماق الزراعة (سم)			المعدل	أعماق الزراعة (سم)			المعدل
	٦	١٢	١٨		٦	١٢	١٨	
الري المتبادل	١.٠٠	١.٠٠	١.١٨	١.٠٦	١.٠٦	١.٠٦	١.٠٦	١.٠٦
ري المروز أسبوعيا	٠.٩٣	١.٢٥	١.٠٦	١.٠٨	١.٠٦	١.١٨	١.١٢	١.١٢
ري المروز كل أسبوعين	١.٠٦	١.٢٥	٠.٦٨	١.٠٠	١.٠٠	١.٠٠	٠.٧٥	٠.٩٢
ري الألواح أسبوعيا	١.١٨	١.٠٠	٠.٩٣	١.٠٤	١.٠٦	١.٠٦	١.١٢	١.٠٨
ري الألواح كل أسبوعين	١.١٢	١.٠٠	٠.٦٨	٠.٩٣	١.٠٠	١.٠٦	٠.٨٧	٠.٩٨
ا.ف.م ٥%	٠.٣٣			غ.م	٠.٢١			٠.١٤
المعدل	١.٠٦	١.١٠	٠.٩١		١.٠٣	١.٠٧	٠.٩٨	
ا.ف.م ٥%	٠.١٤				٠.٠٩			

معدل عدد حبوب العرنوص

يزداد عدد الحبوب في العرنوص بزيادة ثابت مقدرة النظام (system capacity constant = SCC) للصنف المزروع وبتداخله مع عوامل النمو المتاحة لاسيما خلال مدة التزهير ولغاية تكوين الحبوب ونموها. أظهرت معاملة ري الألواح كل أسبوعين انخفاضا معنويا عن جميع معاملات الري الأخرى (جدول ٤)، قد يعود سبب الانخفاض إلى عدم إتاحة الفرصة الكافية للإخصاب نتيجة التأثير العكسي للجفاف وتداخله مع درجات الحرارة في تلك المدة وهذا يتفق مع ما وجده السعد وآخرون (١) من أن ارتفاع درجة الحرارة أثر في نسبة الإخصاب نتيجة لجفاف حبوب اللقاح، أو نتيجة تعرض النبات للإجهاد المائي في مرحلة التزهير فأدى ذلك إلى اضطراب العمليات الفسلجية في النبات لقلة الماء الوارد إلى المبايض (26، ٣٠)، كذلك فان مكونات ثابت مقدرة النظام (TDM عالي، ونمو نبات أسرع) يؤثران في تقليص المدة بين التزهير الذكري والأنثوي في النبات، إذ كانت تلك المدة في الهجين ١-٣ أيام، وللسلالة ٥-٩ أيام، فأعطى الهجين معدل ٩٢٣ حبة نتيجة اكتمال الإخصاب في عرنوص النبات، ومعدل ٦٣٤ حبة لنبات السلالة نتيجة للمدة الطويلة بين التزهير الذكري والأنثوي (16). تميز الري المتبادل معنويا في عدد حبوب العرنوص (٤١٠ حبة) على ري الألواح كل أسبوعين (٢٩٠ حبة) مما يوضح الدور الايجابي لهذه الطريقة على الألواح في توفير الماء للنبات، فيما لم تختلف طرائق الري الأخرى بعضها عن بعض في هذه الصفة. كذلك فان أعماق الزراعة لم تختلف فيما بينها في هذه الصفة للموسمين الربيعي والخريفي، إلا أن العمق ١٢ سم اقترب من المعنوية عن العمق ١٨ سم في الموسم الربيعي. أعطى العمق ١٢ سم مع الري أسبوعيا للمروز والألواح قيماً (٥٧٨ و٥١٩ حبة) تفوقت على قيم معظم معاملات الري في الموسم الربيعي. أما في الموسم الخريفي فقد تميزت توليفة العمق ١٨ سم مع ري المروز أسبوعيا على معظم التوليفات الأخرى (جدول ٤). تماثل الري أسبوعيا للمروز والألواح في الموسم الخريفي مع الري المتبادل وتفوقا معنويا على الري كل أسبوعين للألواح، مما يدل على عدم حصول شد مائي عالٍ ليؤثر سلبا في عدد المبايض المخصبة وبالتالي عدد حبوب العرنوص.

جدول ٤. معدل عدد حبوب عرنوص الذرة الصفراء تحت تأثير معاملات الري وأعماق الزراعة للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩.

	الموسم الربيعي	الموسم الخريفي

معاملات الري	أعماق الزراعة (سم)			المعدل	أعماق الزراعة (سم)			المعدل
	٦	١٢	١٨		٦	١٢	١٨	
الري المتبادل	٤٥٦	٤١٠	٣٦٣	٤١٠	٥١٣	٤٥٣	٤٤٦	٤٧١
ري المروز أسبوعيا	٤٩٣	٥٧٨	٤٦٦	٥١٢	٤٧٦	٤٦٦	٦١٣	٥١٨
ري المروز كل أسبوعين	٤١٤	٤١٦	٤٥٧	٤٢٩	٣٨٣	٤٥٦	٤٧٨	٤٣٩
ري الألواح أسبوعيا	٣٩٩	٥١٩	٤٠٤	٤٤١	٥٤٣	٤٩٥	٤٦١	٥٠٠
ري الألواح كل أسبوعين	٢٨٨	٢٨٦	٢٩٦	٢٩٠	٤١٩	٤٠٥	٤٠٤	٤٠٩
ا.ف.م ٥%	١٤١			١١٨	١٤٤			٩٨
المعدل	٤١٠	٤٤٢	٣٩٧		٤٦٧	٤٥٥	٤٨٠	
ا.ف.م ٥%	غ.م				غ.م			

معدل وزن الحبة

يزداد وزن الحبة خلال المراحل التكاثرية للنبات بدءاً بالتزهير وحتى الوصول إلى مرحلة النضج الفسلجي (7). أظهرت النتائج عدم وجود اختلاف معنوي بين معاملات الري في الموسمين الربيعي والخريفي، قد يعزى تماثل معاملات الري في وزن الحبة إلى انخفاض معدل امتلاء الحبة، إذ إن حصول تباين في مدة امتلاء الحبة يؤثر في عدد العرانيص ووزن الحبوب (٧). تميز العمق ١٨ سم معنويا عن الأعماق ٦ و١٢ سم في الموسم الربيعي. تماثلت أعماق الزراعة في الموسم الخريفي على الرغم من إعطاء العمق ١٨ سم أعلى قيمة. يتأثر وزن الحبة بمحتواها من أنواع البروتينات والمركبات الأخرى تحت الإجهاد المائي (١٠) وأن انخفاض المحتوى المائي يسبب زيادة البرولين، إذ يقل وزن الحبة بسبب انخفاض انقسام خلايا السويداء لقلة تراكم المادة الجافة بتأثير الإجهاد المائي في المدة الفعالة لامتلاء الحبة (8). كانت أفضل التوليفات في الموسم الربيعي هي للعمق ١٨ سم مع ري الألواح أسبوعيا والري المتبادل متفوقة على توليفة العمق ٦ سم مع ري الألواح أسبوعيا فيما تماثلت معظم التوليفات الأخرى فيما بينها. أما في الموسم الخريفي فقد أعطت توليفة العمق ١٢ سم وري المروز أسبوعيا أعلى معدل لوزن الحبة (٢٠٢ ملغم) فيما كانت أوطأ قيمة (١٥٤ ملغم) لتوليفة العمق ٦ سم مع ري الألواح كل أسبوعين. يزداد وزن الحبة نتيجة لامتلاك النبات (SCC) عالٍ يسمح بانتقال اكبر للمواد الايضية والعناصر من المصدر إلى المصب خلال مدة امتلاء الحبة، حيث ان اختلاف استجابة معايير النمو وحاصل الحبوب للنبات يرتبط بآلية امتصاص العناصر وانتقالها في أجزاء النبات وانعكاسها على العمليات الفسلجية تحت تأثير الإجهاد المائي (٣١). يلاحظ من بيانات جدول ٥ ان معدل وزن الحبة سلك سلوكاً متماثلاً بتأثير معاملات الري وأعماق الزراعة، الأمر الذي يبين شدة توارث وزن الحبة بالمقارنة مع مكونات الحاصل الأخرى.

جدول ٥. معدل وزن حبة الذرة الصفراء (ملغم) تحت تأثير معاملات الري وأعماق الزراعة للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩.

	الموسم الربيعي	الموسم الخريفي

معاملات الري	أعماق الزراعة (سم)			المعدل	أعماق الزراعة (سم)			المعدل
	٦	١٢	١٨		٦	١٢	١٨	
الري المتبادل	١٥٨	١٥٥	١٧٨	١٦٤	١٥٦	١٦٢	١٨٨	١٦٩
ري المروز أسبوعيا	١٦٥	١٦٨	١٦٥	١٦٦	١٨١	٢٠٢	١٧٥	١٨٦
ري المروز كل أسبوعين	١٥٨	١٥٩	١٦٢	١٦٠	١٥٦	١٨٠	١٧٩	١٧٢
ري الألواح أسبوعيا	١٤٤	١٥١	١٨٦	١٦٠	١٩٨	١٦٥	١٩٥	١٨٦
ري الألواح كل أسبوعين	١٦٨	١٤٧	١٧٢	١٦٢	١٥٤	١٨١	١٦٥	١٦٧
ا.ف.م ٥%	٣٢			غ.م	٣٦			غ.م
المعدل	١٥٨	١٥٦	١٧٣		١٦٩	١٧٨	١٨١	
ا.ف.م ٥%	١٢				غ.م			

معدل حاصل الحبوب

يرتبط حاصل حبوب النبات بمكونات الحاصل، كما ترتبط الأخيرة مع تحت مكونات الحاصل. يتحكم ثابت مقدرة النظام لنبات صنف المحصول بمعدلات النمو ونسبة التجزئة من الجزء الخضري إلى الجزء التكاثري. أعطت معاملة الري المتبادل وري المروز أسبوعيا وكل أسبوعين في الموسم الربيعي معدل نمو للنبات ١٤.٦ و١٧.٧ و١٤.٥ غم/م^{٢}/يوم، بالتتابع، وأعطت في الخريفي معدل ١٢.٦ و١٥.٨ و١٠.٨ غم/م^{٢}/يوم، بالتتابع،(جدول ١). لقد اثر ذلك في معدل التمثيل الكاربوني وتجمع المادة الجافة إذ أعطت المعاملات المذكورة في الموسم الربيعي معدل مادة جافة ٢١٥ و٢٦١ و٢١٣ غم/نبات، وللموسم الخريفي ١٨٣ و٢٣٠ و١٥٨ غم/نبات، بالتتابع (جدول ٢). تتأثر إنتاجية المحصول بمعدل النمو الواطئ (٢٥) الذي يقلل من عملية التمثيل الكاربوني وتجمع المادة الجافة الذي ينعكس سلبا على حاصل الحبوب (١٢). أعطت معاملة الري المتبادل وري المروز أسبوعيا وكل أسبوعين معدل حاصل حبوب في الربيعي ٤.٩ و٦.٣ و٤.٧ طن/هـ، فيما أعطت في الخريفي معدل ٥.٩ و٧.٦ و٤.٨ طن/هـ، بالتتابع (جدول ٦). لقد أعطى الري المتبادل وري المروز أسبوعيا (كما ذكرنا) معدل عدد حبوب للعرنوص ٤١٠ و٥١٢ وعدد عرانيص للنبات ١.٠٦ و١.٠٨ في الموسم الربيعي، وأعطتا معدل عدد حبوب في العرنوص ٤٧١ و٥١٨ (جدول ٤) وعدد عرانيص للنبات ١.٠٦ و١.١٢ في الخريفي، بالتتابع (جدول ٣). إن مثل هذه النتائج تتفق مع ما وجده Bolanos و Edmeades (6) من أن عدد الحبوب كان أفضل مكون لزيادة الحاصل تحت ظروف الإجهاد المائي، حينما درسَ الارتباطات بين حاصل الحبوب ومكوناته، إذ كان ارتباط الحاصل مع معدل عدد الحبوب عالياً (r=0.90) ولعدد العرانيص كذلك (r=0.77) فيما كان لوزن الحبة (r=0.46). يتأثر وزن الحبة بمعدل عدد الحبوب المتكونة نتيجة لتنافسها على المواد الايضية المتوافرة لها واعتمادها على نشاط الصنف المزروع (24) وامتلاكه (SCC) عالٍ (15). أن اختزال كمية ماء الري إلى ٣٣% من الري الكامل قد خفض حاصل الحبوب في وحدة المساحة بنسبة ٥٢% تحت كفاءة استخدام ماء ١.٢١ كغم حبوب/م^{٣} (١٨). فإذا أخذنا حاصل حبوب معاملة الري المتبادل في هذا البحث ٥.٩ طن/هـ تحت كفاءة استخدام الماء ٦٤٧ لتر ماء/كغم، وري المروز أسبوعيا ٧.٦ طن/هـ بكفاءة استخدام ماء ٩٢١ لتر ماء/كغم، فان الأول قد أعطى نسبة انخفاض في حاصل الحبوب بمعدل ٢٣%، يتفق هذا المبدأ مع ما وجده Elsahookie وآخرون (١٧) باعتماد طريقة الري المتبادل في مروز للحصول على نفس الحاصل للري أسبوعيا وبنصف كمية الماء تقريباً. وبذا فهي ما زالت معاملة جديرة بالاهتمام والتطبيق، وربما يمكن تطبيقها لاحقا على مروز ذات عرض ٨٠ و١٢٠ و١٦٠ سم وتحت أعماق ري مختلفة لمعرفة كفاءة

الري المتبادل ونسبة حاصله إلى حاصل معاملات كفاية الري في المناطق التي تعاني من شحة ماء الري لقد نالت معاملة الري المتبادل معدل ٣٦٠٠م^{3} ماء/هـ (٣٦٠ ملم في الموسم)، فيما نالت معاملة الري أسبوعياً للمروز معدل ٦٦٠٠م^{3} ماء/هـ (٦٦٠ ملم في الموسم)، الأمر الذي يوضح مقدرة نباتات المحصول للري المتبادل في هذا البحث على إنتاج حاصل معتدل تحت كمية الري المحدودة بالمقارنة مع مثيلتها المروية أسبوعيا. أعطى العمق ١٢سم أعلى معدل لحاصل الحبوب (٥.٣ و٦.١) طن/هـ للموسمين الربيعي والخريفي، بالتتابع، وتميز معنويا على العمق ١٨ سم في الموسم الربيعي الذي أعطى ٤.٣ طن/هـ، وتماثلت أعماق الزراعة في الموسم الخريفي. أعطت توليفة العمق ١٢ سم مع ري المروز أسبوعيا معدل حاصل حبوب ٨.٢ طن/هـ في الموسم الربيعي وتميزت عن معظم التوليفات الأخرى. أما في الموسم الخريفي فقد تفوق العمق ١٨ سم مع ري المروز أسبوعياً بإعطائه ٨.٤ طن/هـ. يرتبط تحمل النبات للشد المائي وإنتاج الحاصل بدرجة تعمق وتفرع المجموع الجذري، وهذا ما أكده باحثون آخرون (٤ ، ٩) من أن حاصل الحبوب للذرة الصفراء المزروعة بأعماق اقل، قد انخفض عن تلك المزروعة بأعماق ابعد. أعطت توليفة العمق ١٨ سم مع ري الألواح كل أسبوعين أوطأ حاصل حبوب (٢.٣ و٣.٨ طن/هـ) في الموسمين الربيعي والخريفي، بالتتابع، نتيجة لانخفاض اغلب صفات النمو المدروسة للتوليفة أعلاه. لقد شخص المطلبي (٢) تربة نفس الحقل التي طبقت فيها هذه التجربة من حيث الشد الرطوبي ونسبة الماء في التربة، وكانت نسب الرطوبة في التربة ١٨.٦% و ١٨.٠% و ١٦.٩% و ١٦.٥% للشدود المائية ٦.٠ و٧.٠ و٩.٠ و١١.٠ دسي ميكا باسكال، على الترتيب، فيما كانت نسبة الماء في التربة عند ٣ دسي ميكا باسكال ٣٠.٤% وعند إشباع التربة ٥٢.٢%. عليه، فانه يمكن معرفة حالة الشد المائي الذي تعرضت له نباتات المحصول بحسب المعاملات المدروسة في هذا البحث. لقد كانت نسب الماء في التربة قبل الري في معاملات الري المتبادل والري كل أسبوعين للمروز والألواح ١٣.٣و١١.٨ و١١.٩ في الموسم الربيعي و١٣.٣و١٢.٩و١٢.٢في الموسم الخريفي، فيما كانت للري أسبوعيا للمروز والألواح ١٦.٠ و١٥.٦ في الربيعي و١٦.٨ و١٧.٠في الخريفي (جدول ٨)، عليه فان حالات الشد أصبحت واضحة في المعاملات المذكورة، وبذا فانه إذا علمنا إن نسبة الشد ٦ دسي ميكا باسكال يجب أن يروى عندها المحصول فانه يمكن للنبات أن يمتص الماء حتى عند ٨ دسي ميكا باسكال، فان ذلك يوضح معاناة النبات للشد المائي تحت بعض معاملات الري . كانت الأوزان الجافة لجذر النبات بمعدل ٨.١ غم و١٢.٠ غم للري المتبادل والري الأسبوعي للمروز في الربيعي، فيما كانت ٦.١ غم و٥.٤ غم في الموسم الخريفي (جدول ٧). لقد اختلف الوزن الجاف للجذر كما أوضحنا يحسب اختلاف معاملات الري، وبذا فان النباتات سوف تكون تحت الشد إذا بلغت نسبة الرطوبة في التربة عند المجموع الجذري بحدود ١٧%، (حوالي ٩ دسي ميكا باسكال)، وتحت شد اقل عند رطوبة ١٨% في التربة (٧ دسي ميكا باسكال)، وبذا فان تربة الجذر التي رطوبتها بنسبة ١٨% فأكثر تكون نباتاتها في وضع جيد بعيدا نسبيا عن الضرر السلبي للشد المائي.

جدول ٦. معدل حاصل الحبوب للذرة الصفراء (طن / هـ) تحت تأثير معاملات الري وأعماق الزراعة للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩.

	الموسم الربيعي	الموسم الخريفي

معاملات الري	أعماق الزراعة (سم)			المعدل	أعماق الزراعة (سم)			المعدل
	٦	١٢	١٨		٦	١٢	١٨	
الري المتبادل	٥.١	٤.٢	٥.٣	٤.٩	٥.٨	٥.٦	٦.٢	٥.٩
ري المروز أسبوعيا	٥.٢	٨.٢	٥.٥	٦.٣	٦.٤	٧.٨	٨.٤	٧.٦
ري المروز كل أسبوعين	٤.٨	٥.٨	٣.٥	٤.٧	٤.٠	٥.٩	٤.٤	٤.٨
ري الألواح أسبوعيا	٤.٩	٥.٥	٤.٩	٥.١	٨.٠	٦.٠	٦.٧	٦.٩
ري الألواح كل أسبوعين	٤.٠	٢.٨	٢.٣	٣.٠	٤.٥	٥.٣	٣.٨	٤.٥
ا.ف.م ٥%	٢.٣			١.٨	٢.٣			١.٤
المعدل	٤.٨	٥.٣	٤.٣		٥.٨	٦.١	٥.٩	
ا.ف.م ٥%	٠.٧				غ.م			

جدول ٧. الوزن الجاف للجذور تحت تأثير معاملات الري وأعماق الزراعة للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩. أُخذت عينات فردية كملاحظات.

معاملات الري	الموسم الربيعي				الموسم الخريفي			
	أعماق الزراعة (سم)			المعدل	أعماق الزراعة (سم)			المعدل
	٦	١٢	١٨		٦	١٢	١٨	
الري المتبادل	١٠.٤	٦.٢	٧.٧	٨.١	٧.١	٥.٧	٥.٥	٦.١
ري المروز أسبوعيا	١٣.٨	١٠.٤	١٣.٠	١٢.٤	٧.٢	٤.١	٤.٩	٥.٤
ري المروز كل أسبوعين	٧.٠	٨.٤	٨.١	٧.٨	٣.٧	٣.٠	٦.٩	٤.٥
ري الألواح أسبوعيا	٦.١	٨.٨	١١.٦	٨.٨	٥.١	٥.٣	١١.٥	٧.٣
ري الألواح كل أسبوعين	٦.٢	٦.٥	٦.٦	٦.٤	٩.٠	٦.١	٣.٢	٦.١
المعدل	٨.٧	٨.٠	٩.٤		٦.٤	٤.٨	٦.٤	

جدول ٨. نسب الرطوبة المئوية (الطريقة الوزنية) في التربة لمعاملات الري عند العمق ٢٠-٣٠ سم والتي أخذت قبل الرية اللاحقة بحسب الأشهر للموسمين الربيعي والخريفي ٢٠٠٩.

معاملات الري	الموسم الربيعي	المعدل	الموسم الخريفي	المعدل

	التاريخ			التاريخ		
	٤/١٨	٥/١٧	٦/١٤		٩/١٦	١٠/١٤	
الري المتبادل الجانب المروي	١٧.٠	١٥.٧	١٤.٣	١٥.٦	١٥.٨	١٧.٦	١٦.٧
الري المتبادل الجانب المقابل	١٣.٨	١٣.١	١٣.١	١٣.٣	١٢.٣	١٤.٣	١٣.٣
ري المروز أسبوعيا	١٤.٢	١٦.٩	١٧.١	١٦.٠	١٥.٥	١٨.١	١٦.٨
ري المروز كل أسبوعين	١٠.٥	١٢.٥	١٢.٦	١١.٨	١٢.٨	١٣.٠	١٢.٩
ري الألواح أسبوعيا	١٦.١	١٦.٥	١٤.٤	١٥.٦	١٥.٧	١٨.٤	١٧.٠
ري الألواح كل أسبوعين	١١.٦	١٢.٥	١١.٧	١١.٩	١١.٩	١٢.٥	١٢.٢

المصادر

١- السعد، طالب محمد وفوزي عبد الحسين وغازي مجيد الكواز. ١٩٨٥. انسب كثافة نباتية لمحصول الذرة الصفراء بالعلاقة مع مستويات مختلفة من الري. مجلس البحث العلمي – مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية. ٤(٤):٢٤٣-٢٥٧.

٢- المطلبي، سلام عبد الحسين مسلم. ١٩٨٧. استجابة الذرة الصفراء لفترة الري وعمق الزراعة. رسالة ماجستير – قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد. ع ص ٦٢.

٣- حسن، قتيبة محمد. ٢٠١٠. التعامل مع شحة المياه. مجلة الزراعة العراقية الارشادية، العدد ٢: ٢٦-٣١.

4- Badhoria, B.S., G.C. Aggrawal, and B.R. Iripathi. 1983. Emergence and seedling vigor of maize as influenced by soil moisture content, seed soaking, planting depth and variety. Indian J. of Agron. (1):73-75.

5- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis. Physical properties. Am. Soc. of Agron. Inc Publisher, Madison, Wisconsin. USA.

6- Bolanos, J., and G.O. Edmeades. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield biomass, and radiation utilization. Field Crops Res. 31:233-252.

7- Chappman, S.C., and G.O. Edmeades. 2001. Selection improves drought tolerance in tropical maize populations: II. Direct and correlated responses among secondary traits. Crop Sci. 39:1315-1324.

8- Cheikh, N.C., and R.J. Jones. 1994. Disruption of maize kernel growth and development by heat stress: Role of cytokinin/ abscisec acid balance. Plant Physiol. 106:45-51.

9- Dechev, I. 1984. Influence of the depth of sowing seeds of some maize hybrids on field germination and depth of tillering node formation (after Field Crop Abst. 1984, 37(11) 7676.

10- Deronde, J.A., A.V. Mescht, and H.S.F. Styen. 2000. Proline accumulation in response to drought and heat stress in cotton. Afric. Crop Sci. 8(1):82-91.

11- Duriex, R.P., E.J. Kamprath, and R.H. Moll. 1993. Yield contribution of apical and sub apical ears in prolific and non prolific corn. Agron. J. 85:606-610.

12- Edmeades, G.O., J. Bolanos, S.C. Chappman, H.R. Lafitte, and M. Banziger. 1999. Selection improves drought tolerance in tropical maize population: I. Gains biomass grain yield and harvest index. Crop Sci. 39:1306-1315.

13- Elmuttalibi, S.A., and M.M. Elsahookie. 1990. Impact of irrigation interval and planting depth on growth and yield of maize: I. Effect on growth of root, stem, and leaves. The Iraqi J. Agric. Sci. 21(2):96-110.

14- Elsahookie, M.M. 1990. Maize Breeding and Production. Mosul Press, Iraq, pp. 400.

15- Elsahookie, M.M. 2004. Approaches of selection and breeding for higher yield crops. The Iraqi J. Agric. Sci. 35(1):71-78.

16- Elsahookie, M. M. 2007. Dimensions of SCC theory in a maize inbred- hybrid

comparison. The Iraqi J. Agric. Sci. 38 (1): 128-137.
17- Elsahookie, M.M., A. Mahmood, and F. Oraha. 2006. Skip irrigation, variability of tassel and silk, and leaf removal relationship to maize grain yield. The Iraqi J. Agric. Sci. 37(1):123-182.
18- Falkenmark, M., and J. Rockstrom. 2004. Balancing Water Humans and Nature. Earthscan, U.K, London.
19- Hillel, D. 1990. Role of irrigation in agricultural system. In B. A. Stewart, and D. R. Nielson (eds.). Irrigation of Agricultural Crops. ASA. CSSA. SSSA. Monograph, Madison, WI. P. 5-29.
20- Jampatonga, S., L.L. Darrahb, G.F. Krause, and B.D. Barryd. 2000. Effect of one and two eared selection on stalk strength and other characters in maize. Crop Sci. 40:605-611.
21- Jenks, M.A., P.A. Hasegawa, and S. Mohan Jain. 2007. Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops, Springer, The Netherlands, pp. 817.
22- Jones, H.G. 1998. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. J. Exp. Bot. 49, 387-398.
23- Jones, C.A., and J.R. Kiniry (eds.). 1986. CERES - Maize. A simulation model of maize growth and development. College Station, Texas A&M University Press. pp.194.
24- Lucas, B., and M.E. Otequi. 2001. Maize kernel weight response of traits for improve crop yields in water-limited environments. Adv. Agron. 43:107-135.
25- Marino, R., L. Gianfranceschi, C. Frova, M.E. PE, and M.Sari- Gorla.2004. Gene expression profiling in response to water stress in maize developing kernels by DNA microarray technology. Proceeding of the XL VIII Italian Society of Agriculture Genetics-SIFV-SIGA Joint Meeting Lecce Italy. Ephrath, Hesketh. (one page poster).
26- Mark, E., M.E. Westgate, and L. Derba. 1989. Response of the reproductive tissue to water deficits at anthesis and mid-grain fill. Plant Physiol. 91: 862 – 867.
27- Phene, C. J., B. Itier, and R. J. Reginato. 1990. Sensing irrigation needs. Proc. 3rd National Irrigation Symposium ASAE Publication 04-90. p. 429-443
28- Pierre, W.H., D. Kirkham, J. Pesek, and R. Shaw (eds). 1966. Plant Environment and Efficient Water Use. ASA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 295.
29- Seckler, D., U. Amarasinghe, D. Molden, R. de Silva, and R. Barker. 1998. World Water Demand and Supply 1990 to 2025. Intl. Water Management Institute, Res. Rep. 9, Intl. Water Management Institute, Colombo, Srilanka. pp. 40.
30- Setter, T.L., B.A. Flannigan, and J. Melkonian. 2001. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize. Shaozhong alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agricultural Water Management. 45: 267-274.
31- Stone, L.R., D.E. Goodrum, M.N. Jaafar, and A.H. Khan. 2001. Rooting front and water depletion in depths in grain sorghum and sunflower. Agron. J. 43:1105-1110.
32- Zinselmeier, C., M.J. Lauer, M.E. Westgate, and J.S. Boyer. 1995. Reversing drought induced losses in grain yield sucrose maintains embryo growth in maize. Crop Sci. 35:1390-1400.