انتاجية محصول الذرة الصفراء وكفاءة استخدام المياه تحت انظمة الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي بمستويات ري مختلفة*

عبد الامير نجيل صالح كامل مجيد محمد

قسم علوم التربة والمياه وزارة الموارد المائية

المستخلص

نفذت تجربة حقلية باستخدام طريقة الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي لغرض دراسه كفاءة استخدام المياه وانتاجية وتوزيع جذور الذرة الصفراء . كان ذلك في الموسم الخريفي لعام 2004 في محطة ابحاث الرائد (ابو غريب). استخدم تصميم القطاعات كاملة التعشية بثلاثة مكررات ، زرع المحصول على مروز مع اضافة ماء الرى بعمق 700ملم مضافا لها ما نسبته 15% كمتطلبات غسيل للاملاح . استخدمت طريقة الري بالتنقيط السطحي D1 وللتنقيط تحت السطحي SD1 بثلاثة مستويات من اضافة ماء الري وهي 80% و 60% و 40% من معاملة المقارنة . زرعت بذور الذرة الصفراء *Zea mays L.* صنف اباء 3003 في تموز 2004 بكثافة زراعية 53333 نبات . هكتار$^{-1}$. بعد حصاد النباتات في تشرين ثاني حسب معدل الانتاج في وحدة المساحه وطبيعة توزيع الجذور في الاعماق المختلفه وكفاءة استخدام الماء للمعاملات . حققت المعاملة SD1 0.8 اعلى انتاج في وحدة المساحة (9.397 طن. هكتار$^{-1}$) ، بينما اعطت معاملة المقارنه انتاجاً بلغ 8.009 طن. هكتار-1والمعاملة SD1 0.4 بانتاج بلغ (1.826) طن. هكتار-1 . بينت النتائج ان اكثر من 90% من المجموع الجذري ينمو ضمن حجم من التربة بقطر 30 سم وبعمق 40سم. تراوحت اوزان الجذور الجافه للمعاملات بين 27.2غم و 55.3 غم للنبات. بينت النتائج ان المعاملة D1 0.4 قد حققت اعلى قيمة لكفاءة استخدام المياه وهي 2.237كغم. م$^{-3}$ ثم المعاملة D1 0.6بكفاءة استخدام مياه بلغت 1.807كغم.م$^{-3}$. كانت المعاملات من الاعلى الى الاقل كالاتي: SD1 0.6 و SD1 0.8 ومعاملة المقارنة بقيمة 0.995كغم$^{-3}$ ثم معاملة SD1 0.4 باقل قيمة لكفاءة استخدام المياه (0.578 كغم$^{-3}$). بينت نتائج البحث امكانية استخدام نظام الري بالتنقيط السطحي وخاصة في الري التكميلي ولغرض تقليل الهدر في المياه فان الري بالتنقيط السطحي والتنقيط تحت السطحي يساعد في تحقيق كفاءة استخدام ماء عالية من الممكن ان تتم في حاله زراعة الذرة الصفراء وعند اضافه كميات مياه لاتزيد عن 60% من الاستهلاك المائي المتفق عليه في العراق وهو 700 ملم . وهذه الدراسة تجرى لاول مرة فى العراق عن الري بالتنقيط تحت السطحي.

- جزء من اطروحة الدكتوراه للباحث الثاني

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 38 (6) : 21-27 (2007) Thejel & Mohamed

PRODUCTIVITY AND WATER USE EFFICIENCY OF MAIZE UNDER SURFACE AND SUBSURFACE DRIP IRRIGATION

A.A. Thejel K M. Mohamed

ABSTRACT

An experiment was conducted using surface and sub surface drip irrigation to study the water use efficiency and root distribution and productivity of maize . The experiment was carried out in fall season of 2004 at Al-Raad Research Station (Abu-Ghraib) . The experiment was carried out in a completely randomized block design with three replicates. Treatments included control in which the crop planted with furrow irrigation method with water requirement of 700 mm plus 15% for eaching requirement . Surface drip irrigation (DI) and subsurface drip irrigation (SDI) were used with three levels of water requirements, 80% , 60% and 40% of the water control treatments . The seeds of *Zea mays* L. was planted on July with density population of 53333 plant.h"^{1} and harvested in November . Average grain yield , root distribution in the different depths of soil, salt distribution pattern and water use efficiency was measured and calculated . The results of the experiment showed significant difference in grain yield among the treatments . It was 9.397 t/ha for the treatment SDI0.8 , , 8.009 t/ha for the control, and 1.826 t/ha for the SDI0.4 treatment. The results showed that more than 90% of the root system grown in soil volume of 30 cm horizontal and 40 cm in deep with drip irrigation . Weight of day roots were varied from 27.2 to 55.2 gm according to treatments. Highest water use efficiency for the treatment DI 0.4 was 2.237 kg.m"^{3} and with DI 0.6 1.807 kg.m"^{3} . The treatments were from higher to lower water use efficiency were as follows :SDI0.6 > SDI0.8 > control > SDI0.4 The results of this experiment showed that sub drip and drip irrigation system could be used to reduce water losses. The drip and sub drip can leach the salts out of the root zone when only 60% of the water requirement used. High water use efficiency can be reached when maize watered with only 60% of the 700 mm of the water consumptive used that recommended in Iraq.

المقدمة

تعد طريقة الري بالتنقيط تحت السطحي من احدث طرائق الري الموقعي، وهي الاكثر تلبية لمتطلبات عملية الارواء والاكثر كفاءة لمختلف انواع المحاصيل (12). اشار Powell (20) الى تحقيق اعلى انتاج مع افضل كفاءة لاستخدام المياه مقارنة مع اية طريقة اخرى.ان طريقة الري بالتنقيط السطحي تؤدي الى ترطيب سطح التربة ثم الانتشار في العمق ويكون الشكل النهائي للمنطقة المبتلة معتمداً على خصائص التربة ومعدل تصريف المنقط وتأخذ شكلاً اقرب الى نصف الكرة تحت سطح التربة عند المنقط ، بينما في طريقة الري بالتنقيط تحت السطحي يكون شكل المنطقة المبتلة على شكل الكرة (17). اشار Lamm (19) الى انه يجري حالياً التحول من انظمة الري بالرش والمروز الى التنقيط السطحي وتحت السطحي لمساحات واسعة في حقول الذرة الصفراء في الولايات المتحدة وتم توفير كميات للمياه المستخدمة بنسبة 35%-55% مقارنة مع نظم الري بالرش والمروز، وبلغ الانتاج لمعظم حقول الذرة الصفراء في ولاية كانزس الى 16.1 طن. هكتار-1 . ان النتائج الحقلية اكدت نجاح هذه الطريقة في اضافة المياه بكميات صغيرة ومتعددة وادت الى زيادة الانتاج بنسبة لاتقل عن 30% وتوفير المياه بنسبة 6% عند استخدام مياه الصرف الصحي ومياه مخلفات تربية الحيوانات لمنع وصول هذه المياه الى المياه السطحية او الجوفية مما يسبب تلوثها (18). يعبر مصطلح كفاءة استخدام الماء (WUE) عن نسبة حاصل البذور الى كمية الماء المستخدم في الري وتستعمل الوحدة كغم بذور. م-3 بالنسبة لمحصول الذرة الصفراء (22). ذكر Al-Kawaz واخرون (10) ان كفاءة استخدام ماء الذرة الصفراء هو 0.88 كغم. م-3 في حالة الزراعة بكثافة نباتية 53 الف نبات. هكتار-1 ، وبنفس الكثافة النباتية حصل Al-Saad (9) الى كفاءة استخدام قيمته 2.79 كغم. م-3 ماء . كما تم التوصل الى انتاج 7.241 طن. هكتار-1 عند مستوى ري 535 ملم بكفاءة استخدام للماء بلغت 1.35 كغم. م-3 (6). وجد Eck (11) ان كفاءة استخدام الماء كانت بحدود 0.98 – 1.43 كغم. م-3 وبحسب الظروف المتاحة لانتاج المحصول. بين Welbanks (22) ان 61% من مجموع الجذور تقع ضمن العمق (0-30 سم) للذرة الصفراء التي ربما يصل طول جذورها الى طول المجموع الخضري. اما Martinez واخرون (15) فقد بين ان 70% من المجموع الجذري يكون في العمق 0-25 سم عن سطح التربة في الترب جيدة البزل وتصل هذه النسبة الى 56% في الترب ذات البزل الرديء ، ووجد الظفيري (3) ان كثافة توزيع الجذور تركزت في العمق 0-25 سم في التربة ذات النسجة المزيجة الغرينية الطينية

.المواد وطرائق العمل

تم تنفيذ التجربة في محطة ابحاث الرائد التابعة الى المديرية العامة لادارة الموارد المائية (وزارة الموارد المائية) . اختيرت قطعة ارض مستصلحة جزئياً وفيها شبكة بزل مغطاة. تم جمع نماذج من التربة لغرض اجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية والنتائج مبينة في جدول 1. تم تقسيم الحقل الى ثلاثة قطاعات كل منها يتكون من الواح مربعة الشكل بابعاد 3 × 3 متر مع ترك فاصلة بعرض 3 متر بين لوح واخر وكذلك بين قطاع واخر. تمت زراعة 4 خطوط في كل لوح بفاصلة بينية 0.75 متر. وضعت 3-4 بذرات في كل جورة من بذور الذرة الصفراء *Zea mays* L. في تموز 2004 صنف اباء 3003 . اضيفت الاسمدة تلقيماً على جانبي النباتات بمعدل 320 كغم. هكتار-1 نايتروجين على شكل سماد اليوريا وباربع دفعات عند الزراعة ثم كل 20 يوماً تضاف دفعة اخرى. اضيف السماد الفوسفاتي DAP بمعدل 160 كغم فوسفور. هكتار-1 بدفعتين عند الزراعة وبعد 45 يوماً منها . كما اضيف سماد البوتاسيوم على شكل نترات البوتاسيوم بمعدل 140 كغم. هكتار-1 على دفعتين مع الفوسفور.

جدول 1. بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع التجربة.

النسجة	رمل	غرين	طين	الكثافة الظاهرية ميكاغرام. م-3	النسبة المئوية للرطوبة		الايصالية المائية الحقلية م.يوم-1	الملوحة $d.Sm^{-1}$	% المادة العضوية
	غ.كغم-1				الشد 33 باسكال	الشد 1500 باسكال			
مزيجة طينية غرينية	180	490	330	1.45	31.0	15.1	1.8	7.60	0.82

لعدم وجود وحدات قياسية للري بالتنقيط تحت السطحي فقد تم تحوير شبكة ري بالتنقيط لهذا الغرض (7). تم اعتماد قيمة (0.78) كمعامل محصول للذرة الصفراء وتم حساب الاستهلاك المائي بحسب طريقة Kharrufa (12) من معلومات مناخية لمدة 30 سنة. تم الحصول على قيمة 698.28 ملم كاستهلاك مائي للذرة الصفراء واعتمدت القيمة 700 ملم في هذه التجربة ويتفق ذلك مع ما ذكره (4). استخدم تصميم الكاملة التعشية وبثلاثة مكررات. تضمن كل قطاع نوعي الري بالتنقيط السطحي (D1) وتحت السطحي (SD1) واستخدمت معاملات ري هي المقارنة وفيها الزراعة على مروز مع 700 ملم استهلاك مائي. والتنقيط السطحي وتحت السطحي بمستويات 80% و 60% و 40% من الاستهلاك المائي + 15% من القيمة كأحتياجات غسل الاملاح . اعطيت المعاملات الرموز C للمقارنة و D1 0.8 و D1 0.6 و D1 0.4 للري بالتنقيط السطحي و SD1 0.8 ، SD1 0.6 و SD1 0.4 لمعاملات الري بالتنقيط تحت السطحي . بعد الحصاد (تشرين الثاني 2004) تم حساب معدل الانتاج لعينة من 20 نباتاً من كل وحدة تجريبية وللخطوط الوسطى. تركت العرانيص لمدة 14 يوماً للتجفيف الهوائي وبعد الوزن عدل حاصل الحبوب على اساس رطوبة 15.5% (2).تم حساب الوزن الجاف للمجموعة الجذرية في الاعماق المختلفة وللطبقات 0-10 و 10-20 و 20-30 و 30-40 واعمق من 40 سم بالاختيار العشوائي لثلاثة نباتات وثم قطع المجموع الخضري وحفرت حفرة في التربة بابعاد 30 × 30 بعمق 40 سم وحملت كتلة التربة الى حوض ماء وغسلت الجذور العالقة باستخدام تيار ماء قوي ثم جففت الجذور في الفرن على درجة 65 م وزنت واستخرج معدل الوزن (2).

تم حساب كفاءة استخدام الماء الحقلي حسب المعادلة التالية :

$$WUE = \frac{\text{Grain Yield (kg)}}{\text{Water applied (m}^3\text{)}}$$

النتائج والمناقشة

يبين جدول 2 قيم الانتاج للمعاملات المختلفة وكانت قيم الانتاج لمعاملة المقارنة 8.000 طن. هكتار-1 ، اما في معاملة التنقيط السطحي فان الانتاج كان بين 9.170 طن. هكتار-1 لمعاملة D1 0.8 و 7.204 طن. هكتار-1 لمعاملة D1 0.4 . اما في حالة التنقيط تحت السطحي فان الانتاج كان 9.397 طن / هـ للمعاملة SD1 0.8 طن. هكتار-1 وهي اعلى قيمة في المعاملات المختلفة ولكنه انخفض الى ان اختلاف قيم الانتاج يعود الى كمية الماء المضافة فقد تفوقت القيم ذات الاضافات العليا سواء في الري بالتنقيط السطحي او تحت السطحي وانخفض حاصل الحبوب في معاملة الري تحت السطحي SD1 0.4 بسبب قلة الماء المضاف وكذلك بسبب موقع المنقط مابين خطي النباتات اذ من المحتمل ان مثل هذه الكمية من المياه غير كافية للتوزيع الجذري للنباتين على طرفي خط المنقطات (7).

جدول 2 . معدل انتاجية الذرة الصفراء تحت مستويات مختلفة من مياه الري المضافة بطريقة الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي للتجربة.

المعاملة	C	D1 0.8	D1 0.6	D1 0.4	SD1 0.8	SD1 0.6	SD1 0.4
كمية الماء المضاف (ملم)	805	644	483	322	644	483	322
الانتاجية (طن.هكتار$^{-1}$)	8000	9.170	8.729	7.204	9.397	7.182	1.862

يبين جدول 3 توزيع معدل وزن جذور نباتات الذرة الصفراء للمعاملات المختلفة وبحسب الاعماق وتراوحت القيم من 54.2 غم للنبات لمعاملة SD1 0.6 و 30.40 غم لمعاملة SD0.4 و 51.4 غم لمعاملة المقارنة . ان اعلى نسبة من الجذور لكافة المعاملات كانت في العمق 10-20 سم علماً ان اكثر من 90% من وزن الجذور يقع ضمن العمق 10-40 سم . اما نسبة الجذور في العمق 0-30 سم فقد كانت بحدود 77% - 92% وهي اعلى من نسبة 16%-31% التي حصل عليها Welbanks (22) اذ وجد ان نسبة الجذور في مثل هذا العمق هي 61% . ان نتائج التوزيع للجذور في المعاملات المختلفة يعود الى وفرة الماء في الاجزاء العليا من التربة الذي شجع على امتداد الجذور عرضياً بدلاً من امتدادها عمودياً . ذكر حسن (6) ان الجذور تمتد باتجاه المناطق ذات الرطوبة العالية في التربة وتكون الحالة اكثر وضوحاً في محصولي الذرة الصفراء والبيضاء .

جدول 3. التوزيع النسبي لوزن المجموعة الجذرية للاعماق المختلفة من التربة للمعاملات المختلفة من الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي.

المعاملة	معدل وزن الجذور غم للنبات*	النسبة المئوية من وزن الجذور حسب العمق (سم) في مقد التربة				
		10-0	20-10	30-20	40-30	40 <
C	51.4	38	30	22	8	2
DI 0.8	54.1	41	32	19	7	1
DI 0.6	51.2	35	36	15	11	3
DI 0.4	48.8	33	32	16	12	7
SDI 0.8	53.5	31	35	14	13	7
SDI 0.6	54.2	30	35	15	11	9
SDI 0.4	30.4	27	32	18	14	9
$L.S.D_{0.05}$	3.2	2.1	1.4	1.8	1.6	1.5

يبين الجدول (4) قيم كفاءة استخدام المياه للمعاملات المختلفة ، لقد كانت اعلى قيم كفاءة استخدام المياه هي للمعاملة DI 0.4 حيث كانت 2.2375 كغم. $م^{-3}$ واقل كفاءة لاستخدام المياه هي للمعاملة SDI 0.4 حيث كانت 0.5781 كغم. $م^{-3}$ وكانت باقي القيم تتراوح بين تلك القيمتين .

جدول 4. كفاءة استخدام الماء لمحصول الذرة الصفراء تحت مستويات مختلفة من مياه الري المضافة بطريقة الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي .

المعاملة	C	D10.4	D10.6	D10.8	SD10.4	SD10.6	SD10.8
كمية الماء المضاف (ملم)	805	322	483	644	322	483	644
الانتاجية * (طن.هكتار$^{-1}$)	8.000	7.204	8.729	9.170	1.862	7.182	9.397
كفاءة استخدام الماء** (كغم.م$^{-3}$)	0.995	2.237	1.807	1.424	0.578	1.49	1.460
* الفروق معنوية على مستوى 0.05 L.S.D = 0.141							
** الفروق معنوية على مستوى 0.05 L.S.D = 0.579							

يبين جدول 4 قيم كفاءة استخدام الماء للمعاملات المختلفة وهي تشير الى ان القيم في كفاءة استخدام الماء للمعاملات تكون من الاعلى للاوطأ كالاتي :

DI 0.4 > DI 0.6 > SDI 0.6 > SDI > 0.8 > DI 0.8 > C > SDI 0.4

ان هذه القيم تعكس مزايا وكفاءة عملية الاضافة ومدى مقدرتها على توفير النسبة الملائمة من الماء الجاهز وعدم تعريض النباتات للاجهاد. عند العودة الى جدول 4 **يمكن الاستنتاج ان توفر الماء الجاهز للنبات في معظم** المعاملات ساهم في رفع معدلات الانتاجية مقارنة مع معاملة **المقارنة، وبنفس الوقت ساهم في ارتفاع قيمة كفاءة استخدام** الماء. لقد بلغت اعلى انتاجية في معاملة SDI 0.8 نتيجة لتوفر المياه خلال موسم النمو والذي ساهم ايضاً في التقليل من مخاطر ملوحة التربة وابعادها الى الطبقات السطحية بعيداً عن المجموعة الجذرية للنبات وحصل ذلك مع المعاملة DI 0.8 ولكن بشكل مختلف حيث كانت حركة الاملاح باتجاه جانبي والى العمق بعيداً عن المجموعة الجذرية . اما المعاملتان DI 0.6 و SDI 0.6 فقد كانتا متقاربة من المعاملتين DI 0.8 و SDI 0.8 ولكن بشكل اقل في التأثير **من ناحية التوبع الرطوبي وحركة الملوحة الي المناطق الابعد** (7). حققت المعاملتان SDI 0.4 و DI 0.4 نتائج مختلفة تماماً فالمستوى 0.4 من الري (322 ملم) حقق اعلى كفاءة استخدام للماء بلغ 2.237 كغم / م3 مع طريقة الري بالتنقيط

السطحي بينما تحققت اقل كفاءة استخدام للماء (0.578 كغم / م3) مع طريقة الري بالتنقيط تحت السطح اي ان انتاجية وحدة الماء زادت بالطريقة الاولى على الثانية 3.869 مرة وهذه نسبة عالية جداً تؤشر كفاءة الطريقة الاولى وانخفاض كفاءة الطريقة الثانية بسبب معدل الاضافة الواطىء من المياه وموقع المنقط . يعزى هذا الانخفاض الى عدم ملائمة موقع الخط الحامل للمنقطات لطريقة الزراعة وعدم تناسب الابعاد بين خطوط الزراعة وخطوط المنقطات وعدم حدوث تغطية او تداخل مناسب بين المنطقة الجذرية للنبات ومنطقة الابتلال فيما يعكس ارتفاع قيمة كفاءة استخدام الماء مع المعاملة بطريقة الري بالتنقيط السطحي نجاح المنظومة بتزويد المجموعة الجذرية بالماء الجاهز طول مدة نمو المحصول.

حققت المعاملة DI0.4 اعلى كفاءة لاستخدام الماء بالرغم من استخدام (322) ملم فقط من مياه الري والتي تعادل 40% من المقنن المائي الذي تم اعتماده وهو 700 ملم ويعود ذلك الى ان اضافة المياه كانت تصل مباشرة الى المجموعة الجذرية وتقليص الضائعات الى الحد الادنى .

ان قيمة كفاءة استخدام الماء مع المعاملة DI 0.4 تعد عالية مقارنة مع النتائج التي توصل اليها العديد من الباحثين باستثناء الحديثي (1) الذي ذكر ان كفاءة استخدام الماء بلغت 3.6 – 2.3 كغم / م3 عند استخدام مواد مغطية لسطح التربة لتقليل التبخر. بينما اشار ECK (11) الى ان معدل كفاءة استخدام الماء بلغ 1.43 – 0.98 كغم / م3 ، فيما ذكر Tanner and Sinclair (21) ان كفاءة استخدام الماء بلغت 1.8 كغم / م3 في منطقة السهول العظمى وبلغت في بعض الحقول اكثر من 2.3 كغم / م3. اما NASS (16) فقد اشار الى تحقيق كفاءة استخدام بلغت 2.5 كغم / م3 في منطقة Scott County في الولايات المتحدة وعند استخدام كافة الطرائق الحديثة في ادارة المحصول . ان النتائج المستحصلة تؤشر بوضوح امكانية استخدام الري بالتنقيط السطحي او تحت السطحي عندما تكون هنالك شحة في المياه غير كافية لزراعة الذرة الصفراء وهذه الطرائق مناسبة جداً في تقليل الهدر في المياه وفي الري التكميلي .

المصادر

1 –الحديثي ، سيف الدين عبد الرزاق سالم . 2002 . جدولة الري الناقص لمحصول الذرة الصفراء لزيادة كفاءة استخدام المياه . اطروحة دكتوراه . قسم التربة . جامعة بغداد . كلية الزراعة . 144 ص .

2 –الساهوكي ، مدحت مجيد .1990 . الذرة الصفراء انتاجها وتحسينها . جامعة بغداد . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . ع ص . 400 .

3 –الظفيري ، عبد الله علي احمد .1998. تأثير التغطية في التبخر – نتح وعلاقة ذلك برطوبة التربة ونمو حاصل الذرة الصفراء . اطروحة دكتوراه . قسم التربة . كلية الزراعة . جامعة بغداد . 152 ص .

4 –سليمان ، عامر داود ، حسين فياض ومكارم محمد صالح .2002 . دراسة الاستهلاك المائي لبعض المحاصيل الحقلية ، الشركة العامة لبحوث الموارد المائية والتربة . وزارة الري . ع ص . 48 .

5 –فهد ، علي عبد ، احمد حيدر الزبيدي ، خالد بدر حمادي ، احمد الراوي . 2002 . استخدام المياه المالحة للاغراض الزراعية . ندوة الموارد المائية الواقع والافاق – وزارة الري . ع ص . ص 92 .

6 –محمد حسن ، قتيبة .1990 . علاقة التربة بالماء والنبات . جامعة بغداد . وزارة التعليم العالي والبح ت العملي . دار الحكمة للطباعة والنشر . ع ص . 242 .

7 –محمد ، كامل مجيد . 2006 . تأثير استعمال الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي في كفاءة استخدام المياه وانتاجية محصول الذرة الصفراء . اطروحة دكتوراه . قسم التربة . كلية الزراعة . جامعة بغداد . ع ص . 180

8- Al-Kawaz , G.M. , Abu Khaled and A.K. Khalid. 1983. Water requirement of higher yield of grain maize in central Iraq. J. Agric. Water Reso. 2 : 43-54.

9- Al-Saad , T.T. 1979. Research concerning the influence of water supplying degree and that of the density upon the production of maize as grains. The ANALS of Craiova Uni. 10 (20); 103

10- Camp , C.R. 1996. Subsurface drip irrigation. A review . Trans. ASAE 41 (5) : 1353-1367.

11- Eck , H.V. 1986. Effect of water deficit on yield , yield components and water use efficiency of irrigated corn. Agron. J. 78 : 1035-1040.

12- Kharrufa , N.S. 1979. Studies on Crop Consumptive Ui§ of Water in Iraq, Irrigation and Agricultural Development. Published for United Nations by Pergamon Press.pp. 78.
13- Lamm , F. 2002. Advantages and Disadvantages of Subsurface Drip Irrigation . Kansas State University , International Meeting on Advances in Micro Irrigation. Canary , Islands. Pp.132.
14- Lamm , F.R. 2003. Effect of dripline depth on field corn production in Kansas . The 24th Annual International Irrigation Association Exposition and Technical Conference . California , USA, pp. 122.
15- Martinez-Hernandez , J.J. , B. Bar Yosef and U. Kafkafi .1991. Effect of surface and sub surface drip fertigation on corn rooting , uptake , dry matter production and yield . Irrigation Sci. 12 : 153-159.
16- Michael A.M. 1978. Irrigation Theory and Practice. Vikas Publishing House . PVT. LTD.New Delhi. India, pp. 110.
17- NASS . 1999. National Agricultural Statistical Service 1999. Corn for grain 1998 (on line) . www. usda. gov/nass.
18- Phene , C.J. 1999 . Subsurface Drip Irrigation why and how? Irrigation Sci. , 18 : 122-126.
19- Phene , C.J., Yue , I., Ayars , J.E. , Schoneman , R.A.and Meso , B. 1992. Distribution Uniformity of Subsurface Drip Irrigation Systems. ASAE paper No. 92-3509 St. Joseph . MI. 72 pp.
20- Powell , N.L., and F.S. Wright . 1993. Grain yield of subsurface micro irrigated line spacing. Agron . J. 85 : 1164-1170.
21- Tanner , CB. and T.R. Sinclair. 1983. Efficient Water Use in Crop Production. SSSA . Madison , WI, USA, p. 127-134.
22- Welbanks, T. 2003. An ideal root system of a corn plant. Western Conoda, 13 (5): 118-124.