تاثير طرائق الري في توزيع رطوبة التربة و انتاجية المياه والذرة الصفراء

طارق كمال مسعود
مدرس مساعد
قسم علوم التربة والموارد المائية – كلية الزراعة – جامعة بغداد
tareqmasood@coagri.uobaghdad.edu.iq

المستخلص

اجريت تجربة حقلية للموسم الربيعي 2015 في ناحية الرشيد جنوب بغداد لدراسة التوزيع الرطوبي عند تطبيق طرائق ري المروز الضحلة وري الاحواض وفي كفاءة استعمال المياه وحاصل الذرة الصفراء. طبقت في التجربة اربع طرائق للري شملت ري احواض 100% (مقارنة) وري احواض 70% (من عمق الري لمعاملة المقارنة) وري مروز تقليدي وري مروز ضحلة. اوضحت نتائج التوزيع الرطوبي الحجمي ان معاملة ري المروز الضحلة اعطت انخفاض في المحتوى الرطوبي وبنسبة انخفاض 14.7 و18.3% للعمق 0–10سم و10–20 سم على الترتيب قياساً بمعاملة ري الاحواض التقليدي وفي الوقت ذاته اختلفت بقية المعاملات في التوزيع الرطوبي عن معاملة القياس . بينت النتائج ان طرائق ري المروز التقليدي و ري المروز الضحلة وري الاحواض 70% قد خفضت عمق ماء الري بنسبة 33و 28 و30% على الترتيب بالقياس الى معاملة ري الاحواض التقليدي (884 مم موسم$^{-1}$). تشير النتائج الى تفوق معاملة ري المروز التقليدي و بزيادة معنوية في حاصل حبوب الذرة الصفراء على بقية المعاملات عدا الاحواض التقليدي ، وفي كفاءة استعمال الماء تفوقت طريقة ري المروز التقليدي معنويا على جميع المعاملات وبنسبة زيادة 80% عن الري التقليدي، ولم تكن هناك اختلافات معنوية لبقية المعاملات عن الري التقليدي. وبهذا يكون الري عند تطبيق الري الاحواض 70% والمروز الضحلة اكثر ربحية مقارنة بتحقيق حاصل اعلى عند استعمال الري التقليدي.

كلمات مفتاحية: مروز ضحلة، كفاءة استعمال المياه ، 70% ري احواض

EFFECT OF IRRIGATION METHODS ON WATER CONTENT DISTRIBUTION, WATER AND CORN PRODUCTIVITY

T. K. Masood
Assist. Lecturer
Department of Soil Science and Water Resources – College of Agriculture - University of Baghdad
tareqmasood@coagri.uobaghdad.edu.iq

ABSTRACT

Field experiment was carried out during spring seasons of 2015 in AL-Rasheed township southern of Baghdad, Iraq to study the effects of irrigation methods on water content distribution, water use efficiency and yield of corn. Four surface irrigation treatments were used: 100% conventional basin (control), 70% of control treatment basin irrigation, Conventional furrow and shallow furrow. Water content distribution results showed that shallow furrow irrigation decreased moisture content to 14.7, 18.3 % for 0-10 and 10-20 cm depth respectively, compared to conventional basin irrigation. The result showed that treatments of conventional furrow, shallow furrow and 70% basin irrigation reduced the depth of added water in rate of 33, 28 and 30%, respectively comperd to control treatment (884mm season^{-1}). Conventional furrow irrigation significantly increased corn grain yield to all treatments except conventional basin. In the mean while, other treatment did not differ from the conventional irrigation method. Water use efficiency of conventional furrow irrigation was significantly higher than all other treatments with 80% increment than others. Thus the 70% basin irrigation and shallow furrow irrigation is more productive yield when compared with traditional irrigation.

Keywords: shallow furrow, water use efficiency, 70% basin irrigation

المقدمة

تعد المياه المورد الطبيعي الاكثر وفره على الكرة الارضية، لكن كمية قليلة منه بحدود 2.53% هي مياه عذبة تستخدم لاغراض الزراعة والصناعة والاستخدام المنزلي، وان القسم الاكبر من هذه المياه تكون محجوزه في الجليد او مياه جوفية، وتعد موارد مائية غير متجدده، فضلاً عن التغير المناخي خطره في تسريع الجفاف والتصحر مما يؤدي الى ضياع الاراضي الزراعية ونقص الانتاج الزراعي وامدادت المياه مما يعرض المياه العذبة لخطر الاستنفاد (17). لذا لابد من زيادة انتاجية المياه (كفاءة استعمال المياه) والتي عرفت على انها كمية الانتاج لكل وحدة من المياه المضافة، مما يجعلها متاحة لاستخدامات أخرى (10). ومن الطرائق الرئيسة لتحسين إنتاجية المياه هو تطوير أصناف من المحاصيل الزراعية لا تتطلب كميات كبيرة من المياه ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة فضلا عن استخدام اسلوب الري بالمياه العذبة والمالحة، فضلاً عن استخدام الادارة الجيدة لطرائق الري والزراعة المناسبة واستثمار المياه العائده من الري والصناعة في زراعة مساحات اضافية(1 و6 و14). لذا لابد من التفكير في احداث تغيرات في نمط الري ولاسيما انظمة الري غير التقليديه والزراعة للتقليل الماء المضاف دون تأثر الانتاج. فقد استخدم ALI واخرون (2) طرائق الري الناقص اي قطع الري بعد كل ريتين متتاليتين واستخدام الزراعة الكثيفة او المتداخلة (محصول بقولي مع محصول الذرة الصفراء) بكمية مياه الري نفسها لكلا المحصولين فضلاً عن الحد من التسميد الزائد وزيادة انتاجية وحدة المساحة، في حين استخدمت طرائق الري الجزئي المتبادل لنظام الجذور دون اي انخفاض في الانتاج (8 و9 و12 و13 و16). كما ان تغير نمط الزراعة لكي يتلائم مع التغيرات التي تطرأ على طريقة الري ضرورة ملحة فقد طبقت طريقة الري بالمروز، اذ يعد ري المروز احدى الممارسات الزراعية للتقليل تأثير الاملاح، إذ تنتقل الاملاح وتتجمع عند قمة المرز تبعاً لطبيعة حركة الماء عندما تكون معدلات التبخر من سطح التربة عالية، وهذا يجعل الجذور النباتية بعيدة عن التأثير المباشرة للاملاح ولاسيما المروز الضحلة (3 و7 و11). استخدم Masood (14) المروز الضحلة في الزراعة واكدت النتائج التي حصل عليها ان هذه الطريقة فعالة وناجعة في خفض الاحتياج المائي بنسبة 28% وزيادة في حاصل الحنطة تصل الى 22% مقارنة بطريقة الري التقليدي. وعند دراسة التوزيع الملحي في المروز الضحلة ومقارنتها مع الري التقليدي انخفضت ملوحة التربة عند الطبقة 0–10 و10–20 سم لقمة المروز الضحلة في حين كانت هناك زيادة عند القعر(3). ولما كانت نتائج المروز الضحلة جيدة في خفض الاحتياج المائي والدراسات محدودة في هذا الاتجاه لذا لابد من دراسة التوزيع الرطوبي تحت هذا النظام، اذ يعد ذات اهميه في تحديد كمية ومعدل اضافة الماء للتربة فضلاً عن برامج التشغيل والارواء.

المواد والطرائق

نفذت تجربة حقلية للموسم الربيعي 2015 في ناحية الرشيد جنوب بغداد، في تربة مزيجة غرينية مصنفة الى مستوى تحت المجاميع العظمى Typic Torrifluvent. اخذت عينات من تربة الحقل قبل الزراعة، لغرض تحديد خصائصها ويبين جدول 1 الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة الحقل قبل الزراعة، قدرت الخصائص الفيزيائية وفق ما ورد في Black(5) والخصائص الكيميائية وفق ما جاء في Page وآخرون (15).

جدول 1. الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الصفات	القيم
$EC_{1:1}$ (دسي سيمنز م$^{-1}$)	4.9
pH	7.48
النتروجين الجاهز(ملغم عنصر كغم$^{-1}$ تربة)	23.0
الفسفور الجاهز(ملغم عنصر كغم$^{-1}$ تربة)	15.0
البوتاسيوم الجاهز(ملغم عنصر كغم$^{-1}$ تربة)	151
الرمل (غرام كغم$^{-1}$)	292
الغرين(غرام كغم$^{-1}$)	500
الطين(غرام كغم$^{-1}$)	208
نسجة التربة	Silt loam
السعة الحقلية (سم^3 سم$^{-3}$)	0.390
نقطة الذبول الدائم (سم^3 سم$^{-3}$)	0.123
الماء الجاهز(سم^3 سم$^{-3}$)	0.267
الكثافة الظاهرية(ميكاغرام م$^{-3}$)	1.3

حرثت تربة موقع التجربة حراثة متعامدة بوساطة المحراث المطرحي القلاب ثم اجريت عمليات التعديل والتسوية. قسم الحقل الى ثلاثة قطاعات رئيسة وقسمت القطاعات الى وحدات تجريبية، مساحة الوحدة التجريبية 6 م^2 (3 × 2 م) وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة وبثلاثة مكررات. المروز التقليدية كانت المسافة بينها 0.75 م وبعرض 0.50

م وبعمق 0.20 م، والمروز الضحلة كانت المسافة بين مرز واخر 0.35 م وبعرض 0.25 م وبعمق 0.15 م وفق ما ورد في (14). شملت التجربة طرائق الري الاتية : ري احواض تقليدي 100% (من عمق ماء الري)، ويتم الارواء عند استنفاد رطوبي 50% من الماء الجاهز بحسب معادلة Allen وآخرون (4) الاتية:

$$d= (\theta_{f.c} - \theta_w)D \ldots [1]$$

اذ ان d يمثل عمق ماء الري (مم) و $\theta_{f.c}$ الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية (سم^3 سم$^{-3}$) وθ_w الرطوبة الحجمية قبل الري (سم^3 سم$^{-3}$) و D عمق المجموع الجذري (مم). اذ اخذت العينات لتقدير المحتوى الرطوبي قبل كل رية، وبحسب الطريقة الوزنية. وابعاد الاحواض هي 3×2 م مستوية السطح وبدون انحدار محاطة بكتوف ارتفاعها 0.30 م. و ري احواض 70%: اضافة 70% من عمق الماء المضاف لمعاملة الري التقليدي، و ري مروز تقليدي: عمق ماء الري لمعاملة ري الاحواض التقليدي × 0.67 (نسبة الاختزال بالمساحة)، و ري مروز ضحلة: اضافة عمق ماء الري نفسه لمعاملة الري التقليدي × 0.72 (نسبة الاختزال بالمساحة). وتحسب نسبة الاختزال بالمساحة من خلال العلاقة التالية:

نسبة الاختزال=المحيط المبتل للمرز/عرض المرز الكلي ،(اي نسبة الاختزال للمروز=0.75/0.50= 0.67 ، وهكذا للمروز الضحلة).

زرعت بذور الذرة الصفراء صنف 5018 في الحقل بتاريخ 2015/4/18 على خطوط المسافة بين خط واخر 0.75 م وبين نبات واخر 0.25 م لمعاملتي اري الاحواض التقليدي 100% و70%، وعلى جانب المرز للمسافة نفسها اعلاه لمعاملة ري المروز التقليدي، وفي قعر المرز للمسافات نفسها (اي بين مرز ضحل واخر) عند تطبيق المروز الضحلة. اضيفت الاسمدة النتروجينية بمعدل 200 كغم N هـ$^{-1}$ على دفعتين، واضيفت الاسمدة الفوسفاتية بمعدل 40 كغم P هـ$^{-1}$ والاسمدة البوتاسية بمعدل 50 كغم K هـ$^{-1}$ دفعة واحدة . قدر حاصل الحبوب الكلي من متوسط حاصل الوحدة التجريبية بعد تفريط العرانيص ومن ثم التحويل الى كغم هـ$^{-1}$. حسبت انتاجية المياه (كغم هـ$^{-1}$ مم$^{-1}$) من المعادلة الاتية:

انتاجية المياه= حاصل الحبوب (كغم هـ$^{-1}$)/عمق الماء المضاف (مم) [2]

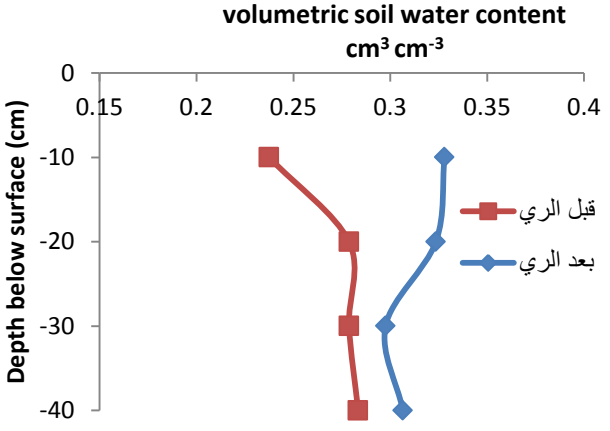
قدرت المساحة الاضافية التي يمكن استثمارها بتطبيق المعادلة الاتية (14):

مساحة الارض الاضافية التي يمكن استثمارها (هـ) =نسبة الماء الموفر × المساحة(هـ) ..... [3]

قدرت رطوبة التربة عند منتصف الموسم، بعد الري بـ24 ساعة (بتاريخ 2015/6/15) وقبل الرية اللاحقة (2015/6/19)، اذ اخذت العينات من الاعماق 0–10 و10–20 و20–30 و30–40 سم عموديا لجميع المعاملات وافقيا لمعاملات ري المروز التقليدي 0 و15 و30 سم (قمة وجانب وقعر المرز التقليدي) و0 و15 سم (قمة وقعر) للمروز الضحلة. حللت البيانات احصائياً وتم مقارنة المتوسطات عند اختبار اقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5%.

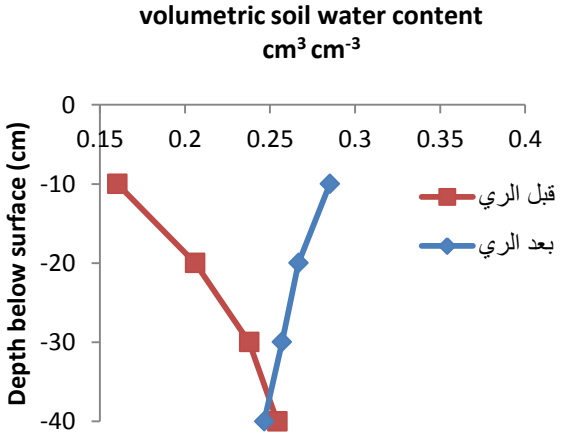
النتائج والمناقشة

يبين شكل1 التوزيع الرطوبي الحجمي في مقد التربة وللاعماق 0–40 سم من سطح التربة ولمعاملة ري الاحواض التقليدي. اذ يتضح ان اعلى محتوى رطوبي بعد الري بـ24 ساعة كان عند العمق 0–10 10–20 سم اذ بلغ 0.327 و0.323 سم^3 سم$^{-3}$ على الترتيب. وانخفض المحتوى الرطوبي عند الطبقة تحت السطحية 20–30 و30–40 سم، في حين اختلف التوزيع الرطوبي خلال مدة مابين الريتين (بعد 4 ايام) اي قبل الريه اللاحقة، اذ بلغ اعلى محتوى عند الطبقات 20–30 و30–40 سم وبنسبة زيادة عن الطبقة السطحية 19%، وهذا يعود الى زيادة التبخر من سطح التربة، فضلاً عن زيادة الاستهلاك المائي.



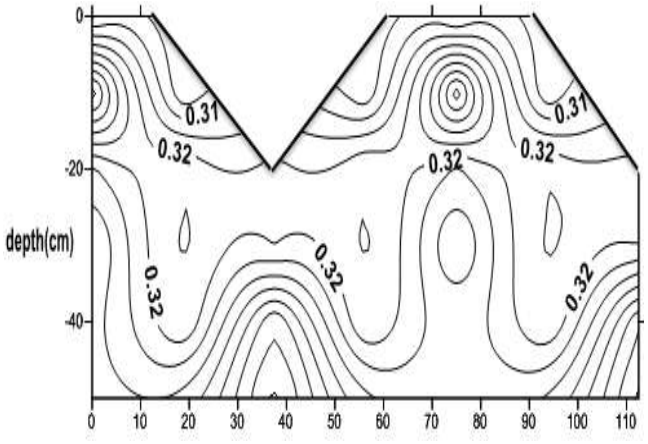
شكل 1. التوزيع الرطوبي لمقد التربة لمعاملة الري الاحواض التقليدي بعد الري وقبل الرية اللاحقة.

عند تطبيق ري الاحواض 70% اختلف التوزيع الرطوبي عن الري الاحواض التقليدي شكل 2، اذ انخفض المحتوى الرطوبي للطبقة السطحية بعد الريه قياسا الى الري الاحواض التقليدي وبنسبة انخفاض 12.8% للعمق 0–10 سم وهذ يعود الى انخفاض عمق ماء الري. كما يلاحظ من الشكل ان اعلى محتوى رطوبي كان 0.285 سم^3 سم$^{-3}$ عند العمق 0–10 سم وانخفض المحتوى تدريجيا مع العمق. وفي الوقت نفسه ازداد المحتوى تدريجيا مع العمق قبل الريه اللاحقة ، اذ كان 0.160 سم^3 سم$^{-3}$ وعند العمق 30–40 سم بلغ 0.254 سم^3 سم$^{-3}$ وهي قيمة مقاربة للمحتوى بعد الري بـ24 ساعة. وهذا يعود الى انخفاض عمق ماء الري، فضلا عن ان اضافة مياه الري تتم لعمق 30 سم.

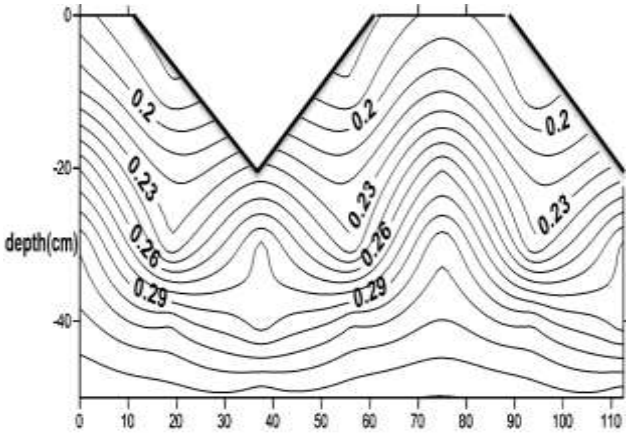


شكل 2. التوزيع الرطوبي لمقد التربة لمعاملة الري الاحواض 70% بعد الري وقبل الرية اللاحقة.

يبين شكل 3 التوزيع الرطوبي الحجمي لمعاملة المروز التقليدي بعد عملية الري بـ24 ساعة، اذ بلغ 0.348 سم^3.سم$^{-3}$ وهو اعلى محتوى رطوبي عند العمق 10–20 سم عن قمة المرز، وفي الوقت ذاته انخفض المحتوى الرطوبي عند سطح التربة وبجانب خطوط الزراعة نتيجة سحب الماء من قبل النبات وزيادة التبخر من سطح التربة، كما انخفض المحتوى الرطوبي الى ادنى قيمة له عند العمق 30–40 سم اذ بلغ 0.284 سم^{3}سم$^{-3}$ وهذا يعزى الى ان الماء المضاف هو لحد العمق 30 سم بحسب معادلة 1. وعدم وصول الماء الى الاعماق تحت سطحية، اذ ان الحراثة هي للعمق 0–30سم، فضلاً عن موقع اخذ العينة تحت قمة المرز هو لغاية 40 سم من سطح التربة، وعند رسم الخطوط الكنتورية فأن برنامج Surfer 10 قدر محتوى رطوبي للعمق 40–50 سم تحت قمة المرز بنفس المحتوى الرطوبي للعمق 30–40 سم لعدم وجود قراءات لهذا العمق، مما يلاحظ اختلاف في التوزيع الرطوبي بالقياس الى اسفل قعر المرز. وبعد فترة زمنية معينة اي قبل الرية اللاحقة انخفض المحتوى الرطوبي عند سطح التربة اذ بلغ في قمة المرز 0.194 سم^{3}سم$^{-3}$ وهذا قد يعود الى زيادة التبخر من سطح التربة فضلاً عن عدم الري لتلك المنطقة. ويلاحظ هناك زيادة تدريجية في المحتوى الرطوبي مع العمق شكل 4.



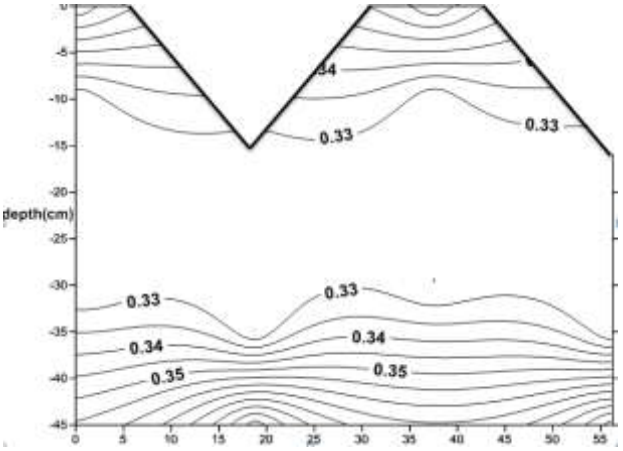
شكل 3. التوزيع الرطوبي الحجمي (سم^{3}سم$^{-3}$) لمقد التربة لمعاملة الري المروز التقليدي بعد الري مع العمق(سم)



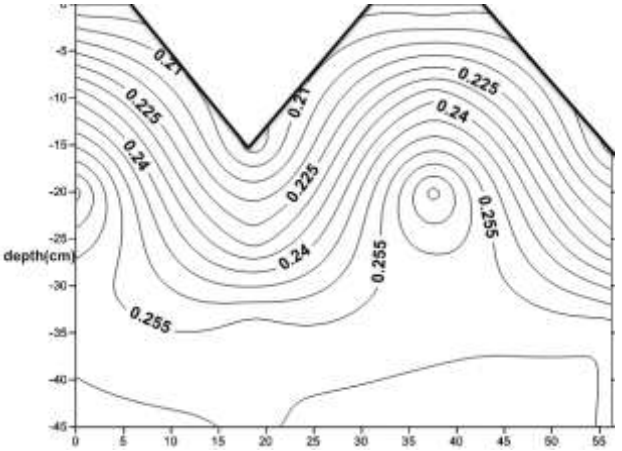
شكل 4. التوزيع الرطوبي الحجمي (سم^{3}سم$^{-3}$) لمقد التربة لمعاملة الري المروز التقليدي قبل الريه اللاحقة مع العمق(سم)

يبين شكل 5 التوزيع الرطوبي لمقد التربة ولمعاملة ري المروز الضحلة اذ تراوح المحتوى الرطوبي بعد الريه ما بين 0.326 و0.388 سم^3.سم$^{-3}$ ، اذ يلاحظ هناك اتصال للمحتوى الرطوبي اسفل قمة وقعر المرز الضحل وقبل الرية اللاحقة اختلف التوزيع الرطوبي، اذ اوضحت النتائج ان هناك زيادة في المحتوى الرطوبي مع العمق، وفي الوقت نفسه هناك خزين رطوبي تحت قمة المرز وللعمق20–30 و30–40 سم اذ بلغ 0.272 0.276 سم^3.سم$^{-3}$ على الترتيب . في حين كانت

اقل قيم المحتوى الرطوبي هو عند سطح المرز (المحيط المبتل للمرز) بسبب زيادة الاستهلاك المائي و التبخر من سطح التربة شكل 6. من خلال نتائج التوزيع الرطوبي الحجمي لمعاملات الري المختلفة يتضح ان معاملة المروز الضحلة اعطت اقل انخفاض في المحتوى الرطوبي مقارنة بمعاملة ري الاحواض التقليدي اذ بلغ الانخفاض 14.7 و18.3% للعمق 0–10سم و10–20 سم على الترتيب. في حين اعطت معاملة ري الاحواض 70% اعلى انخفاض في المحتوى الرطوبي الحجمي اذ بلغ الانخفاض 32.4 و25.8 % للعمق 0–10 و10–20 سم على الترتيب.



شكل 5. التوزيع الرطوبي الحجمي (سم^{3}سم$^{-3}$) لمقد التربة لمعاملة الري المروز الضحلة مع العمق بعد الري.



شكل 6. التوزيع الرطوبي الحجمي (سم^{3}سم$^{-3}$) لمقد التربة لمعاملة الري المروز الضحلة مع العمق قبل الريه اللاحقة.

اظهرت النتائج جدول 2 ان ري الاحواض التقليدي استهلك عمق ماء اعلى من معاملات الري الاخرى اذ بلغ 884 مم في الموسم. انخفض عمق ماء الري المضاف الى ادنى قيمة لها عند تطبيق ري المروز التقليدي (592 مم موسم$^{-1}$)، وفي الوقت ذاته بلغت نسبة الانخفاض في عمق الري 33% بالقياس الى الري التقليدي. اما معاملات ري المروز الضحلة وري الاحواض 70% فقد بلغ عمق الماء 636 و 618 مم موسم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض عن الري التقليدي 28 و30% على الترتيب. يعزى انخفاض عمق ماء الري المستعمل في الري الاحواض 70% او المروز الضحلة الى اختزال في عمق ماء الري لطريقة ري الاحواض 70% كما يلاحظ تباين كمية الماء المضاف تبعاً لاختلاف الطريقة او الاسلوب ونسبة الاختزال في مساحة الترطيب. ويتضح ان تطبيق ري المروز التقليدي والمروز الضحلة وري الاحواض 70% قد وفرت كمية ماء ري خلال موسم نمو الذرة الصفراء بلغت 2920 و2480 و2660 م^3.هـ$^{-1}$ بالقياس الى الري التقليدي على الترتيب. ولحساب المساحة التي يمكن استثمارها من توفير المياه يمكن تطبيق معادلة [3]. يتضح ان تطبيق طريقة ري المروز التقليدي والمروز الضحلة وري الاحواض 70% يمكن التوسع في الزراعة الافقية للمورد المائي نفسه بمساحه مقدارها 0.49 و0.39 و0.43 هكتار على الترتيب.

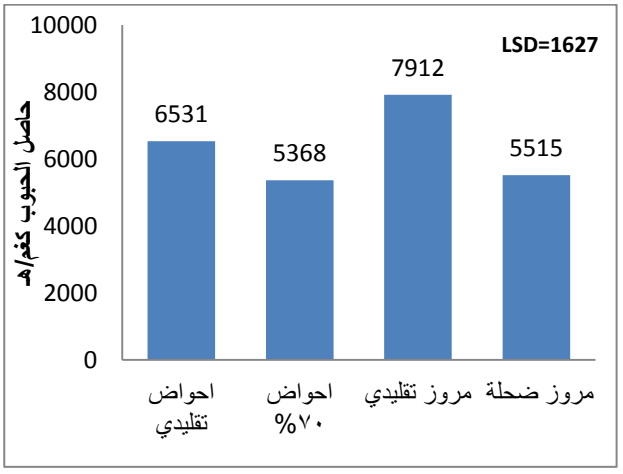
جدول 2. تأثير معاملات الري المختلفة في عمق الماء المضاف وكمية الماء الموفر ومساحة الارض التي يمكن استثمارها

معاملات التجربة	عمق الماء المضاف (مم)	كمية الماء المضاف (م^3 هـ$^{-1}$)	كمية الماء الموفر (م^3 هـ$^{-1}$)	نسبة الماء الموفر*	مساحة الارض الاضافية (هـ)
ري احواض تقليدي	884	8840	0	0	0
ري احواض 70%	618	6180	2660	0.43	0.43
ري مروز تقليدي	592	5920	2920	0.49	0.49
ري مروز ضحلة	636	6360	2480	0.39	0.39

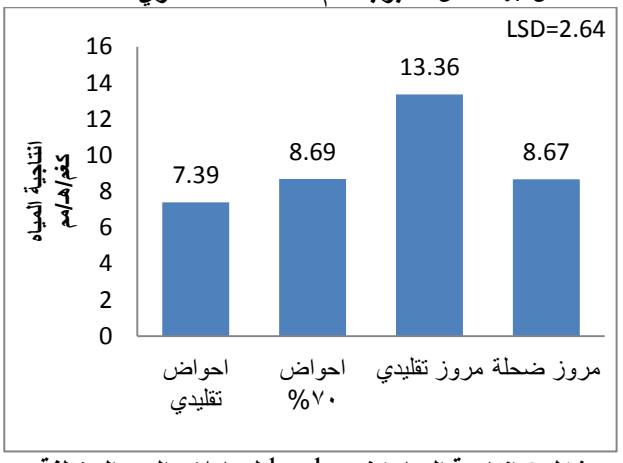
*نسبة الماء الموفر = كمية الماء الموفر(م^3.هـ$^{-1}$)/كمية المياه المستعملة للمعاملة (م^3.هـ$^{-1}$)

يبين شكل 7 تاثير معاملات الري المختلفة في حاصل حبوب الذرة الصفراء، اذ تشير النتائج الى تفوق معاملة ري المروز التقليدي(7912 كغم هـ$^{-1}$) معنويا على جميع المعاملات عدا بمعاملة ري الاحواض التقليدي (6531 كغم هـ$^{-1}$)، والتي اعطت زيادة بحاصل نسبي مقدارة 121%. في حين انخفض الحاصل النسبي لمعاملة ري الاحواض 70% التي بلغت 5368 كغم هـ$^{-1}$ والمروز الضحلة 5515 كغم هـ$^{-1}$ وبشكل غير معنوي اذ تراوح بين 82 و84% عن الري التقليدي . وهذا قد يعزى الى دور اسلوب ري المروز في زيادة الانتاج، اذ تعد طريقة ملائمه لنمو المجموع الجذري، فضلا عن خفض ملوحة التربة وذلك من خلال حركة الاملاح باتجاه قمة المروز. يبين شكل 8 تاثير طرائق الري في كفاءة استعمال

المياه اذ بلغت 7.39 و8.69 و13.36 و 8.67 كغم هـ$^{-1}$ مم$^{-1}$ لمعاملات ري الاحواض التقليدي وري الاحواض 70% وري المروز التقليدي وري المروز الضحلة على الترتيب. اذ تشير النتائج تفوق معاملة ري المروز التقليدي معنويا بنسبة زيادة 80% بالقياس الى ري الاحواض التقليدي، وفي الوقت نفسه اعطت معاملة ري الاحواض 70% والمروز الضحلة زيادة غير معنويه تراوحت بين 17.6 و 17.3 % بالقياس الى الري الاحواض التقليدي. تعزى زيادة كفاءة استعمال المياه الى دور طريقة ري المروز التقليدية في زيادة الانتاج، فضلا عن انخفاض عمق ماء الري. فضلاً عن احتفاظ مقد التربة بمحتوى الرطوبي جيد ولاسيما المروز الضحلة ويعد انخفاض كفاءة استعمال الماء لمعاملة الري التقليدي بسبب زيادة كمية مياه الري المضافة، والتي ادت الى زيادة غسل المغذيات اسفل المنطقة الجذرية. بينت نتائج البحث اشارات واضحة حول تطبيق ري المروز التقليدي والمروز الضحلة ودورها في رفع انتاجية المياه والذرة الصفراء.



شكل 7. حاصل الحبوب كغم هـ$^{-1}$ لمعاملات الري المختلفة



شكل 8.انتاجية المياه كغم هـ$^{-1}$ مم$^{-1}$ لمعاملات الري المختلفة

REFERENCES

1.AL-Bayati, A.H. 2006. Effect of alternating irrigation with different salinity water on the growth and yield of some corn genotypes(*Zea mays* L.) AL-Taqani Journal. 19(3):1-15.

2.Ali, N.S., A.S.Atee and T.K. Masood. 2016. Effect of nitrogen application and amount of water on yield of intercropped Maize -Mung bean and water productivity. Journal of Agricultural Research and Innovative Technologies. 1(1):1-16.

3.Ati, A.S., K. Makey and T.K. Masood. 2016. Effect of irrigation system basin and furrow in saline distributions patterns and productivity corn (*Zea mays* L.) Journal of Agriculture and Veterinary Science. 9(5):31-38.

4.Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage. Paper 65, Rome. 300pp.

5.Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis. Part (1). Physical and Mineralogical Soil Properties. Am. Soc. Agronomy. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA

6.Boelee E (ed) 2011. Ecosystems for water and food security. Nairobi: United Nations Environment Program; Colombo: International Water Management Institute.

7.Hamdy, A. and R. Ragab. 2003. Sustainable Use non – Conventional Water Resources in Agriculture. In. Ragab Ragab (ed). Proceedings of an International Workshop Cairo, Egypt, December 8-10,2003.

8.Kang, S., P. Shi, Y. Pan. Z. Liang, X.T. Hu and J. Zhang. 2000. Soil water distribution, uniformity and water-use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrig. Sci. 19: 181-190.

9.Kang, S., Z. Liang, Y. Pan, P. Shi and J. Zhang. 2000. Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agri. Water Manag. 45: 267-274.

10.Kirda, C. 2002. Deficit Irrigation Scheduling Based on Plant Growth Stages Showing Water Stress Tolerance. Deficit Irrigation Practices, FAO. 102pp.

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

12.Masood, T. K. and N. T. Mahdi. 2013. The role of alternate partial irrigation and organic matter on water consumptive use and yield of

sunflower (*Helianthus annuus* L.). . Irqi J.Soil.Sci. 13(1):51-59.
13.Masood, T. K. and N. T. Mahdi. 2015. The impact of partial irrigation during sunflower phonological stages and crop factor. Egy. J. App. Sci. 30(5):198-213.
14.Masood, T.K. 2015. Irrigation methods and anti-transpiration as related to wheat and water productivity. The Iraqi J. Agric. Sci. 46(6): 1016-1022.
15.Page, A. L.; R. H. Miller, and D. R. Kenney. 1982. Methods of Soil Analysis Part 2, 2nd edition Chemical Properties. Agronomy No. 9. Am. Soc. Agron. Madison, Wiscosin.
16.Rafiee, M. and G.Shakarami. 2010. Water use efficiency of corn as affected by every other furrow irrigation and planting density. World App. Sci. J. 11 (7): 826-829.
17.Tignino, M. 2010. Water, international peace, and security. international review of the red cross.92(879):647-674