

تقييم اداء جريان الري الموجي في المروز القصيرة تحت ظروف الترب الجبسية

رمزي محمد شهاب ومعتصم سمين علي اوجاغ¹

قسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة تكريت

الخلاصة

الكلمات المفتاحية : الري الموجي ، ترب جبسية ، تقييم اداء.
للمراسلة : معتصم سمين علي اوجاغ
البريد الالكتروني: sunodunanen88@yahoo.com

نفذت تجربة حقلية بهدف تقييم اداء الجريان الموجي مقارنة بالجريان المستمر في مروز قصيرة تحت ظروف الترب الجبسية. اجريت التجربة في محطة ابحاث قسم علوم التربة والموارد المائية التابعة لكلية الزراعة في جامعة تكريت خلال المدة 2014/2/1 الى 2014/6/1. صنفت تربة الحقل بانها Typic Calcigysids ، قسم حقل الدراسة الى 18 مرزاً بطول 60 متر. وكانت جميع المروز بعرض 0.70 م وبعمق 0.20 م ومسودة النهاية وذات انحدار بلغ 1.0 % . استعملت المعاملات الاتية 1 - تصريفان من الماء بلغا 0.74 و 1.1 لتر/ثا. 2 - جريان مستمر. 3- جريان موجي بزمني دورة بلغا 16 دقيقة (نسبة دورة 1/4) و 24 دقيقة (نسبة دورة 1/6). انجزت التجربة بثلاث مكررات وباستخدام تصميم القطاعات العشوائي الكامل (RCBD). قيس تقدم الماء وانحساره على طول 6 نقاط لكل المروز. قيس ايضا تجانس توزيع الماء على طول المرز في ثلاث مواقع ولثلاثة اعماق وهي 0 - 0.1 و 0.1 - 0.2 و 0.2 - 0.3 م وذلك لكل من كتف وقعر المرز ، وحسبت كفاءة اضافة الماء وتجانس توزيع الماء ونسبة التخلل العميق ومقدار الادخار بالماء. اظهرت النتائج ان زمن تقدم الماء الى نهاية المرز كان اكبر للجريان المستمر مقارنة بالجريان الموجي. فقد بلغ 15.5 دقيقة للتصريف 0.74 لتر / ثا مقابل 13.2 و 12.9 دقيقة للجريان الموجي لنسبة الدورة 1/4 و 1/6 على التتابع. في حين بلغ 11.0 دقيقة مقابل 9.3 و 9.5 للتصريف 1.1 لتر/ثا لكلا نسبتي الدورة على التتابع. ادى الري الموجي الى (ادخار) كميات كبيرة من المياه بين 13.3 - 15.8 % بالاعتماد على التصريف المستخدم وزمن الدورة وطول المرز. ادى الري الموجي الى زيادة كفاءة الري اذ تراوحت بين 81.2 - 88 % باختلاف معاملات الري الموجي مقارنة مع 75 - 77 % للري المستمر. ادى الري الموجي الى زيادة تجانس توزيع الماء في مقد التربة للعمق 0.3 م اذ بلغ تجانس التوزيع بين 78 الى 88 % للري الموجي للمعاملات جميعها مقارنة مع 78 - 80 % للري المستمر. كما قلل الري الموجي الفقد بالتخلل العميق والذي تراوح بين 14 الى 19 % مقابل 23 الى 24 % للري المستمر.

Assessment of Surge Irrigation Flow Performance in Short Furrow Under Gypsiferous Soil Conditions.

Ramzi M. Shihab and Moatasem S. Ali Awjagh

Soil Sci. and Water Resources - College of Agriculture - Tikrit University - Iraq

ABSTRACT

Key word:
Surge Irrigation,
gypsiferous soil,
performance evaluation.

Correspondence:
Moatasem S. Ali Awjagh

E-mail:
sunodunanen88@yahoo.com

A field experiment was conducted from 1/2/2014 to 1/6/2015 to assess the performance of surge flow irrigation compared with continuous flow in short furrow irrigation system under gypsiferous soils conditions. The experiment was established at research station of soil and water Resources Department, College of Agriculture, Tikrit University field of study was divided into 18 furrows length of 60 m.

The furrow with was 0.70 m and width and 0.20 m in depth and slope was 1.0 % the end. The treatments were 1: two discharges used 0.74 and 1.1 l/ sec. 2: continuous flow irrigation and 3 : surge flow irrigation with tow cycle times, 16 and 24 min. 1/4 cycle ratio was tested for the cycle time of 16 min and 1/6 for the cycle time of 24 min. The advance and recession time was monitored at 6 points along the furrows. Also, the soil moisture content was measured at three location.

¹البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

In each location three depths were measured, 0.0 – 0.1, 0.1 – 0.2, and 0.2 – 0.3 m at shoulder and bollow of each furrow. The water application efficiency, distribution uniformity of water deep percolation ratio and water saving were measured. The results can summarized as follows. Time of water advance to the end of the furrow was higher for continuous compared with surge flow. For continuous flow 15.5 min for 0.74 L/ sec discharge compared with 13.2 and 12.9 min for surge flow 1/4 and 1/6 cycle ratio, respectively. Whereas , for 1.1 L/sec , the advance time was 11.0 min compared with 9.3 and 9.5 min. Surge flow irrigation caused higher water saving. The amounts from 13.3 – 15.8 % depending on discharge, cycle time, cycle ratio and furrow length. Surge flow irrigation caused a significant increasing in application efficiency. It was 81 – 88 % for surge compared with 75 – 77 % for continuous for all treatments. Surge flow irrigation caused an increasing in DU. Generally it was ranged from 78 - 88 % for surge flow compared with 78 – 80 % for continuous. Also, surge flow reduce DPR. It was 14 – 19 % and 23 – 24 % for surge and continuous flow, respectively.

المقدمة:

تُروى معظم التربة في العراق بالري السطحي، وان طرائق الري السطحي معظمها تكون منخفضة الكفاءة. ومن هذه الطرائق طريقة ري المروز والتي تستعمل بكثرة في العراق. وتترافق مع هذه الطريقة مشاكل مختلفة مثل فقد الماء بالسيح والتخلل العميق وانخفاض تجانس توزيع الماء المضاف، اذ تبلغ كفاءة الري بطريقة المروز في احسن الاحوال 60 – 70 % . ان تقليل السيح والتخلل العميق يمكن ان يزيد من كفاءة هذه الطريقة. ولذلك فان العديد من وسائل الادارة قد طورت للتقليل من مفقودات الماء خلال عملية الري. ومن هذه الوسائل اضافة الماء بشكل دفعات او موجات متقطعة (Stringham) (intermittent) (Keller ، 1979) يشكل ري موجي. يعني الري الموجي اضافة الماء بشكل متقطع الى مسار الري لمدة زمنية قصيرة نسبيا من الفتح on والغلق off والتي تمتد من دقائق قليلة الى ساعات عدة (Coolidge واخرون ، 1982) . عرف Stringham (1988) إضافة ماء الري بشكل متقطع الى مسارات الري، وذلك بابتكار سلسلة من ازمان الفتح والغلق بشكل ثابت أو متغير. وقد بين Osman واخرون (2003) أن الري الموجي هو واحد من الطرائق الجديدة في الري السطحي والذي يؤدي دورا مهما في أداء الري السيجي. استخدم الري الموجي بشكل جذري لتغيير وتحسين الأسلوب القديم المتبع في الري السطحي من خلال التقدم السريع للماء على طول المرز وتحقيق توزيع رطوبي متجانس مع العمق وباختلافات قليلة في عمق الفيض عند بداية ونهاية المرز، كذلك خفض في كمية المياه المطلوبة فضلاً عن تقليل فقدان الماء بالتسرب العميق (Rodriguez واخرون ، 2004) . يكون التأثير الكبير للري الموجي خلال الري الاولي نتيجة حصول انضمام التربة (consolidation) والغلق السطحي للتربة واعادة توزيع الماء الغائض. ذكر (Blair و Smerdon ، 1987) ان هناك عدداً من العوامل التي تؤثر في الجريان الموجي منها النسجة، وزمن الدورة، ونسبة الدورة، والتصريف، وطول مضمار الري، وخصائص التربة. بدأ تطبيق نظام الري الموجي في بلغاريا ثم في جامعة يوتا بالولايات المتحدة الامريكية ثم انتشر الى دول اخرى مثل استراليا والبرتغال وتتصف الحقول التي تستخدم الري الموجي بالمروز الطويلة من 300 – 1700 م (Ismail ، 2004) .

قام Mostafazadeh-Fard واخرون (2006) بتطوير وتقييم اسلوب جريان الري الموجي في المروز وقد تم تطبيق النظام آليا وبدقة وذلك بالاعتماد على المعلومات التي اعطيت للنظام وكان تقدم الماء اسرع في جريان الري الموجي مقارنة مع الري المستمر عند استخدام التصريف نفسه لكلا اسلوبي الري. ويعد هذا الاسلوب من احدث المعالجات المتبعة في تهذيب كثير من نقاط الضعف التي يعاني منها الري السطحي التقليدي كالمضائعات المائية سيحا والضائعات بالتخلل العميق، فضلا عن أن اسلوب الري الموجي يمكن أن يخفض من مفقودات مياه الري ويحسن اداء الري. بين Valipour (2013) ان طريقة الري الموجي تمكنت من رفع كفاءة الري بمقدار 80 % وخفض الجريان الضائعات بمقدار 16.6 % .

ادت الابحاث التي انجزت الى توفير بعض المعلومات اللازمة لاستخدام مثل هذا النوع من الري في الحقول ذات المروز الطويلة. اما امكانية تطبيق هذا النظام في الحقول ذات المروز القصيرة وفي ترب ذات خصائص متغيرة كالترب الجبسية كما هو الحال في العراق لا يزال يحتاج الى المزيد من البحث، لذلك كان الهدف من اجراء الدراسة تقييم اداء الجريان الموجي مقارنة بالجريان المستمر تحت ظروف الترب الجبسية.

مواد وطرائق البحث :

نفذت تجربة حقلية في محطة البحوث التابعة لقسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة تكريت، والتي تقع ضمن خط العرض ($34^{\circ}40'43.68''$) شمالاً. وخطي طول ($43^{\circ}39'18''$) و ($43^{\circ}38'42''$) شرقاً وارتفاع 129 متر عن مستوى سطح البحر. ويحدها شرقاً نهر دجلة ومن الغرب الطريق العام موصل - بغداد، صنفت تربة الحقل بانها Typic Calcigysids (Soil Survey staff، 2006). يمتاز موقع الدراسة بطبوغرافية مستوية مزروعة سابقاً بمحصول الحنطة. اجريت القياسات والتحليل الاساسية للتربة للعمق 0 - 0.3 م باستخدام الطرائق القياسية الواردة في Page واخرون (1982) و Klute واخرون (1986). جدول 1 يبين بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. اجريت عملية الحرارة المتعامدة باستعمال المحراث القلاب وقُسم الحقل 18 مرواً، وزعت المروز التي كانت مسدودة النهاية بواقع ثلاث مكررات لكل معاملة. اعتمدت المعاملات الاتية وهي التصريف : اختير تصريفان هما 0.74 و 1.1 لتر/ثانية مع الاخذ بالاعتبار عدم حصول تعرية (Podmoar واخرون، 1982 و Ismail، 2004). وزمن الدورة (Cycle time, CT): وهو الزمن الكلي للفتح والغلق اذ اختير زمانان 16 و 24 دقيقة لنسبتي دورة. و نسبة الدورة (Cycle ratio, CR): وهو زمن الفتح الكلي نسبة الى زمن الدورة الكلي. اختيرت نسبتا دورة 1/4 و 1/6، ففي النسبة الاولى كان زمن الفتح فيه 4 دقائق وزمن الغلق 12 دقيقة للموجة الواحدة. اما النسبة الثانية فقد بلغ زمن الفتح فيه 4 دقائق وزمن الغلق 20 دقيقة. كان زمن الموجة الثانية مفتوحاً لحين وصول الماء الى نهاية المرز لإتمام طور التقدم. بلغ عدد المعاملات 6 وبثلاث مكررات، وزعت وفق التصميم العشوائي الكامل (RCBD) (الساهوكي، و هيب، 1990). استخدم ماء بئر مجاور للحقل اذ نقلت المياه بوساطة انابيب بقطر 3 انج الى خزانات بسعة 3 م³. اضيف الماء الى المروز عن طريق المضخة وبالتصريف المطلوب وقد تم التحكم بذلك بوساطة صمامات عند الحد الفاصل بين الخزان والمضخة وعند نهاية الانابيب.

تم التعبير عن تجانس توزيع الماء في المرز وذلك بالاعتماد على معدل المحتوى الرطوبي لثلاثة مواقع على طول المرز وهي بداية ومنتصف ونهاية المرز. ومعدل المحتوى الرطوبي للموقع هو عبارة عن معدل المحتوى الرطوبي لثلاثة اعماق 0.0 - 0.1 و 0.1 - 0.2 و 0.2 - 0.3 م وذلك لكل من كتف وقعر المرز.

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للترب :

اجريت القياسات والتحليلات الأولية لتربة الحقل (جدول 1) وذلك بأخذ عينات من التربة وعلى عمق 0-0.3 م من خمسة مواقع من الحقل لدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية الأولية للتربة. جففت عينات التربة هوائياً ومررت خلال منخل قطر فتحاته 2 ملم ثم قدرت الخصائص الآتية: قيس المحتوى الرطوبي عند الشدود المختلفة وذلك باستخدام جهاز أقراص الضغط (Pressure Plate Apparatus). قدرت الكثافة الظاهرية باستعمال طريقة المدرة (Clod method) والموصوفة من قبل Blake (1965). قدرت الكثافة الحقيقية من العلاقة المذكورة في الرسم (2010) وهي علاقة إحصائية مستنبطة من نتائج دراسات مختلفة تربط العلاقة بين الكثافة الحقيقية ونسبة الجبس في التربة. حسبت المسامية الكلية للتربة بتطبيق العلاقة بين الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية والموصوفة من قبل Hillel (1982). قدر الجبس بطريقة التخفيف الموصوفة من قبل الزبيدي وآخرون (1981). و قدرت معادن كاربونات الكالسيوم باستعمال الطريقة الوزنية إذ استعمل حامض الهيدروكلوريك (HCl) تركيز 3 عياري حسب

طريقة Richards ، (1954). قدرت الايصالية الكهربائية والأس الهيدروجيني للتربة (pH) في مستخلص التربة مع الماء المقطر حسب الطريقة الواردة في Richards ، (1954) . قدرت السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC) بطريقة أزرق المثل المبسطة بحسب طريقة Savant (1994). قدرت الأيونات الذائبة (الكالسيوم والمغنيسيوم) بوساطة التسحيح مع الفيرسنت والصوديوم والبوتاسيوم باستعمال جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer) والكلوريدات بوساطة التسحيح مع نترات الفضة. اجريت جميع التقديرات المذكورة أعلاه حسب الطرائق الموصوفة من قبل Richards (1954).

جدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة

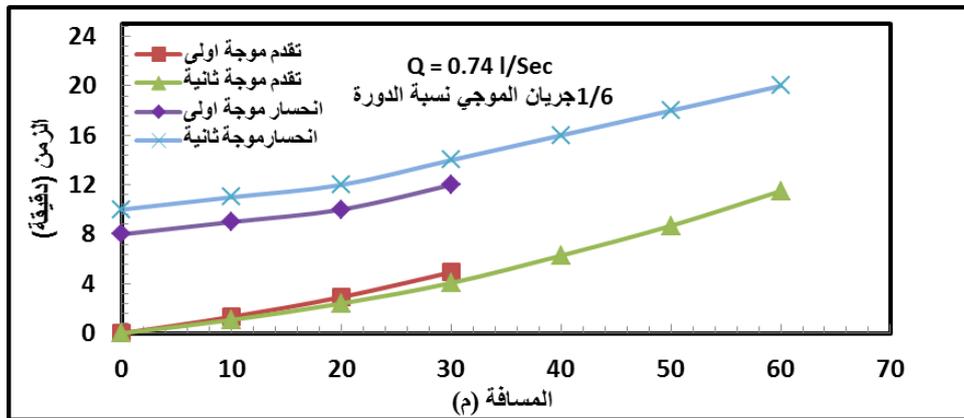
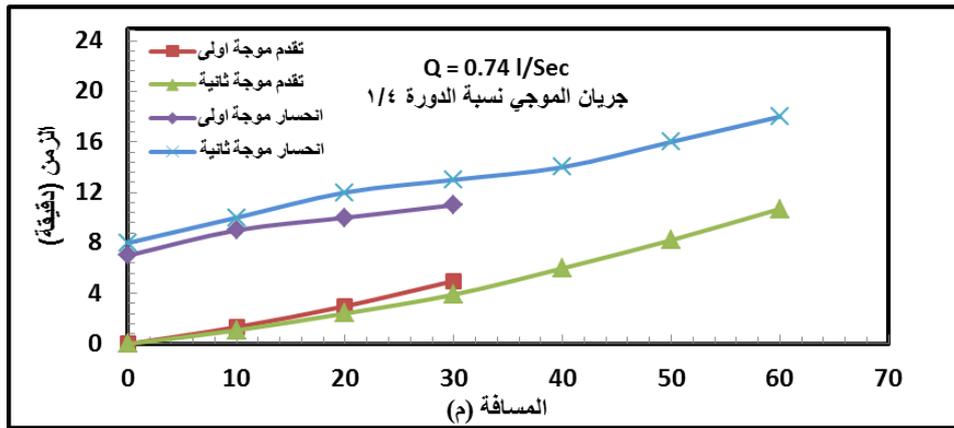
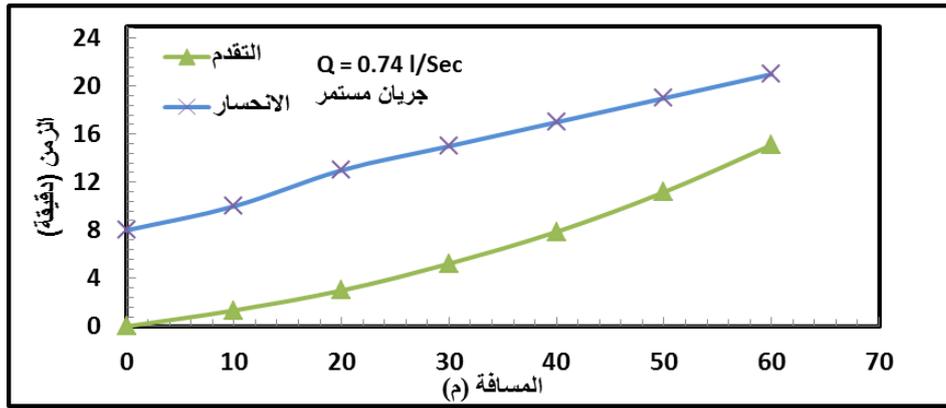
الخاصية	الوحدات	الكمية
الرمل	غم. كغم ¹⁻	586
الغرين	غم. كغم ¹⁻	192.5
الطين	غم كغم ¹⁻	221.5
نسجة التربة	—	SCL
الكثافة الظاهرية	ميكا. غرام م ³⁻	1.51
الكثافة الحقيقية	ميكا. غرام م ³⁻	2.6
المسامية	(%)	41.9
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 33 كيلو باسكال	سم ³ . سم ³⁻	0.39
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 1500 كيلو باسكال	سم ³ . سم ³⁻	0.12
الايصالية الكهربائية (EC)	ديسي. سيمنز م ¹⁻	3.02
الأس الهيدروجيني (pH)	—	7.82
معادن الكاربونات	غم. كغم ¹⁻	213.3
السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC)	سنتمول. كغم ¹⁻	13.72
الجبس	غم. كغم ¹⁻	150
المغنسيوم	ملي مول. لتر ¹⁻	6.8
الصوديوم	ملي مول. لتر ¹⁻	5.44
البوتاسيوم	ملي مول. لتر ¹⁻	1.26
الكالسيوم	ملي مول. لتر ¹⁻	3.17
الكلوريدات	ملي مول. لتر ¹⁻	2.3

النتائج والمناقشة :

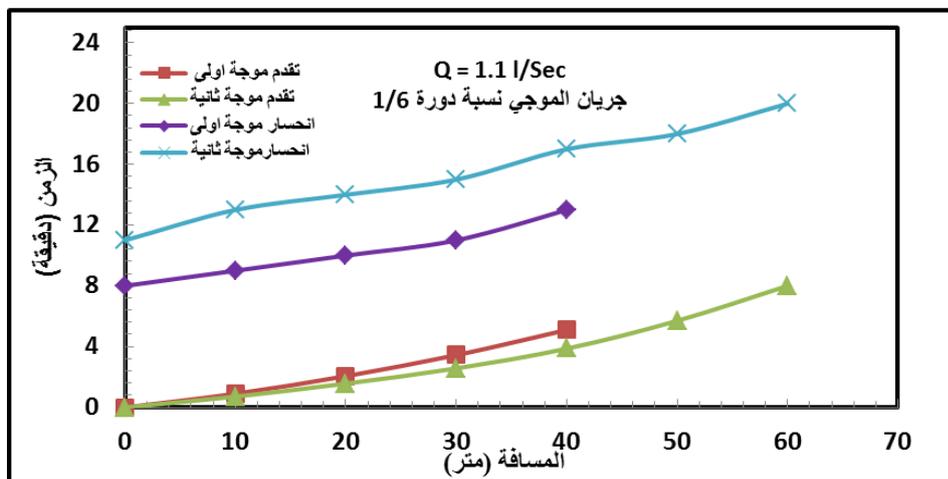
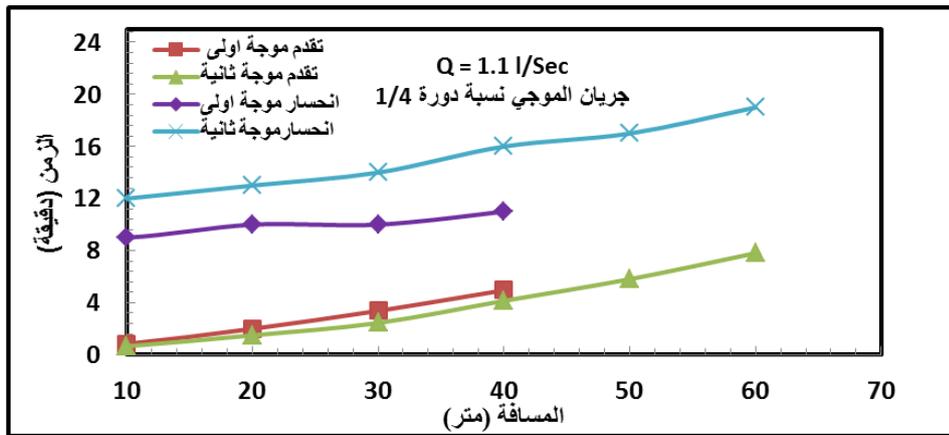
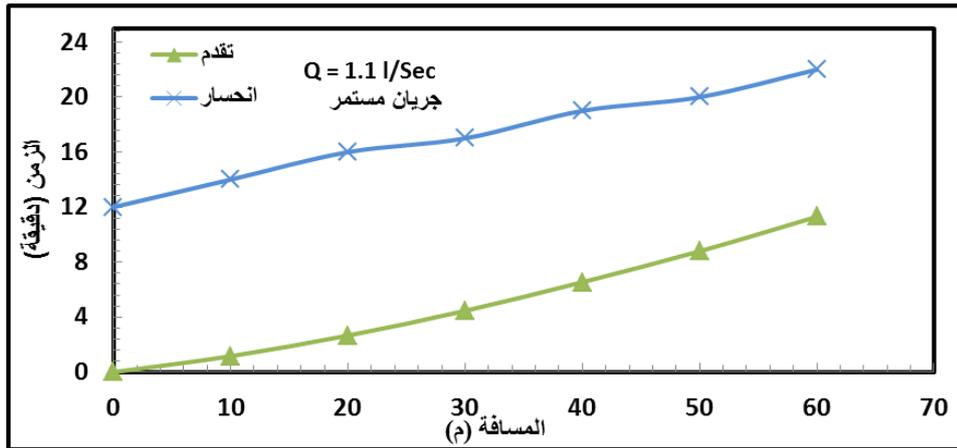
عدد الدورات والتوزيع الرطوبي :

يبين الشكلان 1 و 2 منحنيات التقدم والانحسار للري المستمر والري الموجي لكل موجة للتصريفين 0.74 و 1.1 لتر/ ثا على التتابع. اذ تبين النتائج ان الماء تقدم الى نهاية المرز بموجتين ولجميع المعاملات. ففي الموجة الاولى تقدم الماء الى مسافة 30 و 40 م لكلا التصريفين على التتابع، في حين وصل الماء الى نهاية المرز في الموجة الثانية. ان استخدام الموجة الاولى من الري ولفترة 4 دقائق ثم قطع الري بعد ذلك لمدة زمنية بلغت 12 او 20 دقيقة ادى الى تقليل زمن التقدم في الموجة اللاحقة ولزمن الري الكلي، وان الآلية المسؤولة عن ذلك هي تقليل معدلات الغيض في الجزء الرطب من الحقل مما سمح بتقدم اسرع للماء

بالحركة باتجاه نهاية الحقل. ان الاسباب المحتملة في ذلك هي اعادة توزيع الماء في التربة وانضمام التربة وحصول الغلق السطحي وملئ التشققات نتيجة حركة وانتقال الطين والجبس وترسيبها على محيط المرز مسببا التقشر (crust)، فضلا عن الانفجارات الهوائية بين حبيبات التربة نتيجة انحباس الهواء (Valipour ، 2013). الا ان وجود الجبس بنسبة عالية (حوالي 400 غم / كغم) في مقد التربة وخاصة في الاخود ادى الى اعاقه حركة الماء بشكلها المتوقع في الري الموجي وسلكت بذلك التربة الجبسية سلوك الترب الخشنة النسجة، وهذا بدوره ادى الى تجانس افضل لتوزيع الماء في المرز وان شكل منحى الانحسار كان اقرب الى حالة التوازي مع منحى التقدم وبذلك فان زمن فرصة الغيض كان متقاربا. وبالرغم من ذلك فان زمن الانحسار كان اطول في حالة الري المستمر مقارنة مع الري الموجي (الشكلان 1 و 2) وربما يعود ذلك الى التغير في خشونة سطح المرز نتيجة لذوبان الجبس وحصول التخسفات. كما ان استخدام مروز قصيرة ربما ادى الى تقليل تأثير الجبس في حالة الري الموجي. يعتمد انتظام توزيع الماء في الري الموجي على عدد الموجات اللازمة لإيصال الماء الى نهاية المرز، وبالاعتماد على الاسس التي اقترتها (USDI ، 1993) لجريان الري الموجي فان عدد الموجات الموصى بها لدفع الماء الى نهاية المرز تتراوح بين 4 الى 6 موجات، وهذا العدد من الموجات يتوقع ان يؤدي الى كفاءة ري اعلى ومن ثم تجانس توزيع اعلى. الا ان نتائج بحثنا هذا لم تكن متوافقة مع نتائج USDI. ففي جميع الحالات حصل التجانس وتوزيع الماء في موجتين فقط على الرغم من ان الموجة الثانية لم تأخذ بنسبة الدورة وزمن الدورة نفسها التي اخذتها الموجة الاولى. فقد بلغ زمن الموجة الثانية لنسبة الدورة 1/4 (8.9 دقيقة) في حين بلغ نسبة الدورة 1/6 (9.2 دقيقة) وذلك للتصريف 0.74 لتر/ثا ، وبلغ 5.3 و 5.5 دقيقة للتصريف 1.1 لتر/ ثا . كما مبين في الجدول (2). ان سبب اعتماد موجتين فقط يعود الى ان قعر المرز (الاخود) بلغت نسبة الجبس فيه كمعدل حوالي 40 % ، ولذلك فان اضافة الموجة الاولى من الماء بزمن فتح قدره 4 دقائق ادى الى تبلل التربة وذوبان الجبس ومن ثم حركته وانتقاله العمودي والافقي في مقد التربة مما ادى الى غلق المسامات وانخفاض تشرب الماء في المرز. وهذا ادى الى وصول الماء الى في المرز 30 - 40 متر بسبب ان التربة كانت جافة وذات كثافة ظاهرية مرتفعة وان الماء تحرك نتيجة لتأثير جهد الهيكل. وعند زمن القطع البالغ 12 و 20 دقيقة فان الماء توزع في التربة وازدادت بذلك مدة تماسه مع الجبس مما ادى الى ذوبان الجبس نتيجة لألفته مع الماء. وعند اضافة الموجة الثانية زاد زمن تقدم الماء لحين وصول الماء الى نهاية المرز وهذا ادى الى زيادة ذوبان الجبس وحصول التخسفات مما ازيد بذلك تشرب الماء وعدم دفعه الى نهاية المرز. وهكذا تكررت العملية لمرات عدة، وحصل الشيء نفسه في الموجة الثالثة والرابعة (اجريت تجارب عدة حقلية لتحديد عدد الموجات الملائمة في الترب الجبسية في هذا البحث) مما استدعى ان يعطى زمن اطول للموجة الثانية ولكلا التصريفين كما مر ذكره، لكي يضمن وصول الماء الى نهاية المرز بالموجة الثانية وعدم اعتماد اكثر من موجتين. ولكي يتم تجاوز ذلك فقد اعطي وقت اطول للموجة الثانية لضمان وصول الماء نهاية المرز مع المحافظة على كفاءة اعلى وكمية ماء مضافة اقل مقارنة بالري المستمر. هناك ربما سبب اخر منع وصول الماء الى نهاية المرز هو حصول ظاهرة تسمى الخزن الميت (dead storage) ففي مرحلة الفتح (on-time) فان الماء يغيض ويملا مساحات الخزن الميتة للمرز او ما يسمى بالجزء غير المتحرك من الماء (immobile fraction) والذي يكون محصورا في المسامات المغلقة في تجمعات التربة (soil aggregates) (Predelus واخرون ، 2014) وعند زمن القطع (off-time) فان الماء يغيض في التربة ويصبح المرز فارغا. وعند الموجة القادمة من الماء يتم اعادة ملئ مناطق الغمر السطحي (surface ponding) الناتجة من خشونة وعدم انتظام المرز وهذا يحصل قبل ان يستطيع الجريان التقدم الى الامام في الجزء الجاف من المرز. ويعتمد الخزن الميت او الجزء غير المتحرك من الماء على هندسة وخشونة وانحدار وطول المرز. ففي خلال زمن الفتح البالغ 4 دقائق فان نسبة كبيرة من الموجة المضافة من الماء تذهب للخزن السطحي والغيض والجزء القليل المتبقي من الماء يتقدم في المرز. ان هذه الظاهرة مهمة جدا لتحديد الطول الاقصى للمرز وعلاقته بحجم التصريف وزمن الدورة ونسبة الدورة (Ismail ، 2004). وقد وجد Bishop واخرون (1981) و Coolidge واخرون ، (1982) نتائج مشابهة لذلك.



شكل 1. منحنى التقدم والانحسار للجريان المستمر والموجي للتصريف الاول.



شكل 2. منحني التقدم والانحسار للجريان المستمر والموجي للتصريف الثاني.

جدول 2. تأثير التصريف زمن الدورة ونسبة الدورة في زمن تقدم الماء.

التصريف (لتر/ثانية)	زمن الدورة (دقيقة)	نسبة الدورة	عدد الموجات	زمن الماء الكلي (دقيقة)	زمن الموجة الثانية (دقيقة)	كمية الماء (لتر)
0.74	-	مستمر	-	15.5	-	688
	16	1/4	2	12.9	8.9	572
	24	1/6	2	13.2	9.2	586
1.1	-	مستمر	-	11.0	-	726
	16	1/4	2	9.3	5.3	613
	24	1/6	2	9.5	5.5	627

يبين الجدولان 3 و 4 التوزيع الرطوبي للمعاملات المختلفة وذلك للمروز ذات الطول 60 متر. اذ يتضح ان هناك تجانسا جيدا للتوزيع الرطوبي عند التصريف الاول لجريان الري المستمر والموجي فقد بلغت نسبة الرطوبة الوزنية معدلا للأعماق الثلاثة في الجريان المستمر 18.1 و 16.2 و 14.9 % عند كتف المرز و 21.8 و 20 و 17.5 % عند القعر وبكمية ماء كلية مضافة مقدارها 688 لتر. اما بالنسبة للجريان الموجي لزمن دورة 16 دقيقة فقد بلغت 16.7 و 17.2 و 15.5 % عند كتف المرز و 20.7 و 21.9 و 18.3 % عند القعر وبكمية ماء بلغت 572 لتر. وعند زمن الدورة 24 دقيقة قد بلغ عند كتف المرز 17.6 و 16.2 و 14.7 % وعند القعر 21.2 و 19.9 و 17.1 % وبكمية ماء بلغت 568 لتر. اما بالنسبة للتصريف 1.1 لتر/ ثا فقد كان الري الموجي لنسبة الدورة 1/4 افضل تجانسا من نسبة الدورة 1/6 وكذلك من المستمر، وان توزيع رطوبة التربة كان متجانسا ولكن قيم معدلات الرطوبة كانت اعلى بالتصريف 0.74 لتر/ ثا . ان اعادة توزيع الماء الغائض في مقد التربة خلال مدة القطع (off-time) سببه الخاصية الشعرية غير المتوازنة وقوى الجذب التي تعمل على الماء الذي يغيض. تستمر عملية اعادة توزيع الماء لحين الوصول الى حالة التوازن وهذه العملية تؤدي الى تقدم جبهة الابتلال في مقد التربة مسببة حصول الضغط الشعري سالب (negative capillary pressure) بالقرب من السطح في المنطقة التي كانت مشبعة سابقا. وهذا الضغط السالب يخفض الايصالية المائية لسطح التربة بحيث يكون الانخفاض عاليا بما يكفي لمعادلة او موازنة تأثير زيادة الانحدار المائي بسبب اعادة توزيع الماء.

جدول 3. المحتوى الرطوبي لبداية ومنتصف ونهاية قعر المرز (الاحدود) وكتفه للتصريف 0.74 لتر للمعاملات المختلفة.

المحتوى الرطوبي (%)				الموقع	معاملات الري
النهاية	الوسط	البداية	العمق		
11.5	12.6	13.4	10	كتف المرز	0.74 لتر/ثانية مستمر
15.2	17	17.9	20		
18.1	19	23	30		
14.9	16.2	18.1	المعدل		
20	23.8	26	10	قعر المرز	
17.3	18.4	21.8	20		
15.2	17.8	17.6	30		
17.5	20	21.8	المعدل		
المحتوى الرطوبي (%)				الموقع	معاملات الري
النهاية	الوسط	البداية	العمق		
11	12.4	12.1	10	كتف المرز	0.74 لتر/ثانية موجي نسبة دورة 1/4
16.8	17.9	17.4	20		
18.9	21.3	20.7	30		
15.5	17.2	16.7	المعدل		
20.6	24.9	24.7	10	قعر المرز	
18.2	21.7	19.9	20		
16.3	19.3	18.3	30		
18.3	21.9	20.9	المعدل		
المحتوى الرطوبي (%)				الموقع	معاملات الري
النهاية	الوسط	البداية	العمق		
11	11.6	12.4	10	كتف المرز	لتر/ثانية 0.74 موجي نسبة دورة 1/6
16.1	17.7	18.6	20		
17	19.5	22	30		
14.7	16.2	17.6	المعدل		
20.2	24.3	25.6	10	قعر المرز	
16.4	18.7	20.1	20		
14.6	18.6	18.1	30		
17.1	19.9	21.2	المعدل		

جدول 4. المحتوى الرطوبي لبداية ومنتصف ونهاية قعر المرز (الاخدود) وكتفه للتصريف 1.1 لتر للمعاملات المختلفة.

المحتوى الرطوبي (%)				الموقع	معاملات الري
النهاية	الوسط	البداية	العمق		
10	12	12.8	10	كتف المرز	1.1 لتر/ثانية مستمر
15.1	17.3	18.2	20		
17.3	18.3	21.7	30		
14.1	15.8	17.5	المعدل		
19.8	23.8	25.8	10	قعر المرز	
17.3	18.4	21.9	20		
15	17.3	18.9	30		
17.3	19.8	22.2	المعدل		
المحتوى الرطوبي (%)				الموقع	معاملات الري
النهاية	الوسط	البداية	العمق		
11	12.6	12.3	10	كتف المرز	1.1 لتر/ثانية موجي نسبة دورة 1/4
17.1	18.9	18.6	20		
21.2	24	23.4	30		
16.4	18.5	18.1	المعدل		
24.4	27.3	27	10	قعر المرز	
20.9	23.4	22.8	20		
16.9	19.5	18.6	30		
20.7	23.4	22.8	المعدل		
المحتوى الرطوبي (%)				الموقع	معاملات الري
النهاية	الوسط	البداية	العمق		
10	12.7	11.8	10	كتف المرز	1.1 لتر/ثانية موجي نسبة دورة 1/6
16	19.6	17.7	20		
18.1	22.9	21.5	30		
14.7	18.4	17.0	المعدل		
20	25.8	24.2	10	قعر المرز	
17.6	21.7	20.7	20		
15	19.8	18.3	30		
17.5	22.4	21.9	المعدل		

التصريف ونسبة وزمن الدورة:

يوضح جدول 5 نسبة توفير (الادخار) الماء للري الموجي مقارنة بالري المستمر باختلاف التصريف وزمن الدورة. حيث يتبين بان الري الموجي لتصريف 0.74 لتر/ثا كان اقل توفيراً للماء مقارنة لتصريف 1.1 لتر/ثا. قد حقق نسبة توفير بالماء بلغت 14.2 % لزمن الدورة 16 ونسبة الدورة 1/4 في حين حقق نسبة التوفير للماء بلغت 13.3 % لزمن الدورة 24 ونسبة الدورة 1/6. اما التصريف 1.1 لتر/ثانية فقد حقق نسبة توفير بلغت 15.8 % لزمن الدورة 16 دقيقة ونسبة الدورة 1/4 في حين حقق نسبة توفير بلغت 13.7 % بالنسبة لزمن الدورة 24 دقيقة ونسبة الدورة 1/6. كما ان هناك فروقات في نسبة توفير الماء ما بين زمن الدورة 16 دقيقة وزمن الدورة 24 دقيقة ولكلا التصريفين . اذ اظهرت النتائج ان نسبة التوفير كان اكبر لنسبة الدورة 1/4 مقارنة لنسبة الدورة 1/6 لكلا التصريفين. كما توضح النتائج بان هناك فروقات في نسبة توفير الماء بالنسبة للري الموجي لزمني الدورة 16 و 24 دقيقة. وبالرغم من قلة كميات الماء المتوفرة عن طريق استخدام الري الموجي مقارنة بالري المستمر الا انها تعد كميات لا بأس بها عند تطبيق هذا النوع من الري وبمساحات واسعة من الترب الجبسية. اذ يمكن توفير كميات اكبر من الماء عند تطبيق هذا النمط من الري .

جدول 5. نسبة توفير الماء للري الموجي نسبة للري المستمر باختلاف التصريف وزمن الدورة

التصريف (لتر / ثانية)	نسبة الدورة	كمية الماء (لتر)	مقدار التوفير بالماء (لتر)	توفير الماء (%)
0.74	مستمر	675	-	-
	موجي 1/4	575	100	14.2
	موجي 1/6	585	90	13.3
1.1	مستمر	730	-	-
	موجي 1/4	615	115	15.8
	موجي 1/6	630	100	13.7

المعايير المستعملة في تقييم اداء الدراسة :

ان الهدف من التقييم هو تحديد كفاءة الري الموجي مقارنة بالري المستمر وفي هذه الدراسة حدد العمق اللازم للتقييم الري الى العمق 0.3 م من سطح التربة وقد استعمل هذا العمق لحساب معايير التقييم. وقد حدد هذا العمق اعتماداً على عمق جذور النبات في الترب الجبسية لان معظم الجزء الفعال من الجذور تتركز في هذا العمق بسبب الارتفاع الحاد في نسبة الجبس كلما زاد العمق مسبباً محدوداً كبيراً لنمو وتغلغل الجذور في الترب الجبسية. يبين جدول 6 عدداً من المعايير لتقييم كفاءة الري الموجي. ان معاملة زمن الدورة 16 دقيقة ونسبة الدورة 1/4 قد حققت افضل كفاءة اضافة بلغت 88.0 و 85.7 % لكلا التصريفين على التتابع. في حين حققت معاملة الجريان المستمر اقل كفاءة اضافة بلغت 75.1 و 77.1 % على التتابع. ان كفاءة الاضافة لوحدها لا تكفي بالغرض المطلوب من التقييم لأنها تصف جزءاً من الحالة وليس كلها ولذلك يجب تحديد نسبة التخلل العميق الذي يحدد مقدار الماء المفقود خارج منطقة الجذور فضلاً عن بقية المعايير. لذلك فان النسبة 1/4 حققت اقل نسبة تخلل عميق بلغ 12.0 و 14.1 % مقارنة بمعاملة الجريان المستمر حيث بلغ 24.9 و 23.19 % . اما بالنسبة لمعدل عمق الماء المضاف فقد بلغت اعلى قيمة 24.2 مم لمعاملة الجريان المستمر في حين بلغ معاملة الجريان الموجي لزمن دورة 16 دقيقة اقل قيمة 19.1 مم. اما بالنسبة للغيض الاساس فقد كان معدل الغيض 0.009 م³ / دقيقة لمعاملات الري الموجي في حين بلغ 0.010 و 0.011

م³ / دقيقة/م للري المستمر للتصريفين. اما بالنسبة لتجانس التوزيع المائي فقد كان اعلى معدل للتجانس 88.4 % لجريان الري الموجي لزمن دورة 16 دقيقة للتصريف 0.74 لتر/ ثا في حين قد بلغ اقل تجانس 77.9 % الجريان المستمر.

جدول 6. كفاءة الري المستمر والموجي لزمني الدورة.

تجانس التوزيع %	معدل الغيض الاساسي (م ² /دقيقة)	الماء المغاوض لعمق 30 سم (%)	معدل عمق الماء المضاف (مم)	نسبة التخلل العميق (%)	كفاءة الاضافة %	حجم الماء المضاف (لتر)	زمن الفتح الماء (دقيقة)	نسبة الدورة	زمن الدورة (دقيقة)	التصريف (لتر/ ثانية)
77.9	0.0100	8.89	22.9	24.9	75.1	688	15.5	مستمر	–	0.74
88.4	0.0090	8.98	19.1	12.0	88.0	572	12.9	1/4	16	
78.1	0.0090	8.14	19.5	19.0	81.2	580	13.2	1/6	24	
80.2	0.0110	8.58	24.2	23.1	77.1	726	11.0	مستمر	–	1.1
86.6	0.0098	10.1	20.5	14.1	85.7	613	9.3	1/4	16	
78.7	0.0097	8.96	20.9	18.2	81.9	627	9.5	1/6	24	

المصادر:

- الريستم، منتصر ناجي عبد الله خضير. 2010. تقييم دوال نقل الماء أثناء الغيض الأفقي والعمودي لنوعيتي المياه في ترب ذات محتوى جبسي مختلف. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة تكريت.
- الزبيدي، احمد حيدر وعبد العزيز البر زنجي وعفاف صالح. 1981. تقييم طرق مختلفة لتقدير الجبس في الترب الجبسية في العراق. مجلة العلوم الزراعية العراقية، مجلد (16).
- الساهاوكي، مدحت مجيد و وهيب، كريمة محمد. 1990. تصميم القطاعات كامل العشوائية. تطبيقات في تحليل وتصميم التجارب. جامعة بغداد - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. ص 221-245.
- Blair, A.W. and E. T. Smerdon. 1987** . Modeling surge flow irrigation infiltration. J. Irrig. Drain. Eng. ASCE. 113(4): 497-515.
- Blake, G.R. 1965**. Bulk density .In : C.A . Black et al. (eds.). Methods of Soil Analysis , part 1. Agron.9:371-373. Am. Soc. Agron. Madison. WI.
- Coolidge, P.S., W.R. Walker. and A. A. Bishop. 1982**. Advance and runoff - surge flow furrow irrigation. J. Irrig Drain. Div. ASCE. 108 (1) : 35-41.
- Hillel , D. 1980**. Fundamentals of Soil Physics. Elsevier Academic Press, Amsterdam . New York.
- Mostafazadeh-Fard, B., Y. Osroosh and S. Eslamian. 2006**. Development and evaluation of an automatic surge flow irrigation system. Agric. Soc. Sci. 2 (3): 129-132.
- Osman Saleem, M., A. Muhammad. S. Imran, and A. Saqib. 2003**. Adoption of -Kostiakov model to determine the soil infiltration for surface irrigation methods under local conditions. Int. J. Agric. Biol., 5: 43-45.
- Podmore, T. H., H. R. Duke 1982**. Field evaluation of surge irrigation. ASAE paper No.82-2102. St. Joseph. ML. pp 15.
- Predelus, D., L. Lassabatere, A. P. Coutinho, C. Louis, T. Brichart, E. B. Slimene, T. Winiarski, and R. A. Jaramillo. 2014**. Tracing water flow and colloidal particles transfer in unsaturated soil. J. Water Resour. Protect. 6 : 696 – 709.
- Rodriguez, J. A., A. Diaz. J. A. Reyesn and R. Pujols. 2004** . Comparison between surge irrigation and conventional furrow irrigation for covered black tobacco cultivation in a Ferralsol soil. Spanish J. Agri. Res. 2 (3): 445-458.

- Savant, N. K. 1994.** Simplified methylene blue method for rapid determination of cation exchange capacity of mineral soils .Soil Sci. Plant Anal.25: 3357-3364.
- Soil Survey Staff, 2006 .** Keys to soil Taxonomy. 7th Edition. USDA. NRCS. Washington, D. C.
- Stringham, G. E. and J. Keller 1979.** Surge flow for automatic irrigation. ASCE, Irrigation and Drainage Division. Special Conference, Albuquerque, New Mexico, pp. 132-142.
- Stringham, G. E. 1988.** Surge flow irrigation, final report of the Western Regional Research Project W-I63, Utah Agricultural Experimental Station, Utah State University, Logan, Utah, Research Bulletin 515, pp. 92.
- USDI-1993.** Report of the United States Department of Interior, Bureau of Reclamation Cooperative Agreement for Surge flow irrigation Research and Development.
- Valipour, M. 2013.** Increasing irrigation efficiency by management strategies cutback surge irrigation. *ARPJ. Agric. Biol. Sci.* 8 (1).
- Bishop, A. A., W.R., Walker. N.L., Allen. and G.J., Poole. 1981.** Furrow advance rates under surge flow systems. *J. Irrig. Drain. Division. ASCE*, 107: 257-264.
- Ismail, S. M., 2004.** Effectiveness of surge flow irrigation in Egypt: Water use efficiency in field crop production. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University and UNESCOIHE institute for water Education, the Netherlands.
- Klute, A., R. C. Dinauer, D. R. Buxton, and J. J. Mortvedt. 1986.** Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd Ed. Madison, WI. USA.
- Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeny. 1982.** Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd Ed. Agron. 9. ASA, SSSA, Madison. WI. USA.