

## تقييم دالة الرشح تحت ظروف الري بالرشاح

لمنطقة شمال شرق الخضراء - ليبيا

علي العقاب اخنيفر\*

محمد عبد الكريم الحبوني\*

DOI: <https://doi.org/10.54172/mjsc.v7i1.414>

### الملخص

أجريت هذه الدراسة لمعرفة سلوك دالة الرشح من رية لأخرى على مدى الموسم تحت ظروف الري بالرشاح لمنطقة شمال شرق الخضراء والتي تتميز تربتها بالقوام الثقيل من الطيني إلى الطمي الطيني . وقد وجد من التجربة أن خصائص رشح التربة تتغير من رية لأخرى على مدى الموسم ، وأن لزيادة عدد الريات خلال الموسم تأثيرا تناقصيا ولزيادة الفترة بين الريات تأثيرا تزايديا على خصائص رشح التربة المروية . وقد تم استخدام معادلة (Phillip, 1957) لوصف خصائص رشح التربة . كما تم استخدام نموذج القصور الذاتي المضمحل (zero-inertia) لما عرف به من دقة في محاكاة خصائص الري السطحي لاستنباط خصائص الرشح فوجد أن الارتباط جيد في معظم الحالات . هذا وقد تم استنباط معادلتين تجريبتين إحداهما لعلاقة المتغير (k) في معادلة (Phillip, 1957) مع رطوبة التربة وترتيب الريه خلال الموسم والثانية لعلاقة المتغير (k) مع الفترة بين الريات وترتيب الريه خلال الموسم .

\* قسم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة عمر المختار ، البيضاء ، ص . ب . 919 ، ليبيا .

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسماع الإبداعي CC BY-NC 4.0 المختار للعلوم العدد السابع 2000م

## المقدمة

السطحي تعتبر متدنية فإن هناك مجالا كبيرا للعمل على تحسينها من خلال تطوير مفاهيم التصميم والإدارة . وتعتبر كفاءة الري المصاحبة لهذا النوع من نظم الري منخفضة عادة بسبب الإدارة غير الجيدة أو التصميم الرديء للنظام حيث أن أغلب كفاءات الإضافة للنظم السطحية تتراوح بين 20-60% (Clemmens and Strelkoff; 1979) .

ومن أهم المشاكل الرئيسية المصاحبة لنظم الري السطحي عدم تجانس إضافة المياه ، والمياه الزائدة وبالتالي ارتفاع مستوى الماء الأرضي ومستوى الأملاح وهذان معا يشكلان تهديدا خطيرا لإنتاج المحاصيل المروية وصيانة الأراضي . وكنتيحة لتأثر الأراضي الزراعية بمستوى الماء الأرضي المرتفع وظروف التملح فإن حل هذه المشاكل يكون مكلفا ومبهدا للوقت ، وهناك مجال كبير لتخفيض بعض هذه التأثيرات من خلال التحسينات في تصميم نظام الري وإدارته . هذا وقد أظهرت الدراسات الحديثة أنه يمكن استخدام النماذج الرياضية لمحاكاة الري السطحي وذلك لتطوير معايير التصميم واستراتيجية الإدارة لأفضل استخدام لمياه الري (Maheshwari and McMahon; 1993) .

إن أحد المداخل الهامة لهذه النماذج هو خواص رشح التربة والذي يؤثر على تقدم المياه على سطح التربة خلال الري وبالتالي التأثير على عمق

يعتبر الماء من أهم العوامل الأساسية المحددة للإنتاج الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة وذلك بسبب محدودية مصادر المياه وتوسع الرقعة الزراعية وازدياد الطلب عليه في الصناعة والاستهلاك البشري ، ونظرا للزيادة المستمرة في النمو السكاني في العالم والذي يعني أن المياه المطلوبة للاستخدامات الصناعية والزراعية والمنزلية وكذلك توليد الطاقة سوف تزداد فعليا ، وبما أن الزراعة تعتبر وإلى حد بعيد المستهلك الأكبر للمياه في العالم فإنه من الضروري المحافظة على كل قطرة مياه ورفع كفاءة استخدامها في هذا المجال .

ويعرف الري عموما بأنه إضافة المياه إلى التربة لتوفير الرطوبة اللازمة لنمو النبات ويعني كذلك الإضافة الصناعية للمياه لغرض إنتاج المحصول . وهناك ملايين الهكتارات من الأراضي المروية في العالم ولكن جزء منها هو الذي يروى بتقنيات متقدمة مثل طرق الري بالرش والتنقيط حيث أن كلفة الطاقة والظروف الاقتصادية السائدة في معظم الأقطار سوف تجعل الري السطحي (الذي هو أحد أنواع الري) مفضلا على الطرق الأخرى في المستقبل ولذلك فإن أية مساع لتحسين الزراعة المروية على مستوى عالمي سوف تنصب على طرق الري السطحي (Holzapfel and Marino; 1987) .

وحيث أن كفاءة الري في نظم الري

الري . ومن ناحية ثانية ، فإن هذه التغييرات يجب أن تنعكس في تصميم نظام الري وإدارته ، ومن الخطأ استخدام دالة رشح وحيدة على مدى الموسم الأمر الذي يعتبر شائعا في تصميم نظم الري .

ولقد ذكر Ikhneifer ، (1984) أن تقييم النتائج باستخدام دالة رشح ثابتة لكل الريات خلال الموسم سوف يقود إلى نتائج مظلمة ، وأشار إلى أن نتائج تقييم الإنتاج وكفاءة الإضافة كانت أقل في النتائج المتنبأ بها باستخدام دالة رشح ثابتة وأن نسبة الرشح العميق ونسبة الجريان السطحي كانتا مرتفعتين كثيرا لو قورنت النتائج باستخدام دالة رشح متغيرة من رية لأخرى خلال الموسم . كما أشار الباحث إلى أن نتائج التقييم باستخدام دالة رشح ثابتة خلال الموسم لا يعطي تنبؤا دقيقا بالإنتاج أو بكفاءة الري ، حيث وجد أنه بمقارنة النتائج باستخدام دالة رشح متغيرة خلال الموسم وأخرى ثابتة أن كفاءة الري تحسنت معنويا في حالة استخدام دالة الرشح المتغيرة ، حيث أن كفاءة الإضافة ازدادت بحوالي 1.7-2 مرة ونسبتي الجريان السطحي (PRO) والرشح العميق (PDP) تناقصتا بحوالي أكثر من 50% عند استخدام دالة رشح متغيرة .

كما أن دراسات Skogerboe وآخرون (1982) و Shafique وآخرون (1983) ، أشارت إلى أن دالة الرشح تتغير خلال الموسم من

الرشح وتجانس إضافة المياه فوق الحقل وكثيرا ما تختلف هذه الخصائص زمنيا ومكانيا . إن العديد من البحوث الهامة تم إجراؤها في الماضي لوصف طرق تقدير خصائص الرشح للترب المتشققة وغير المتشققة وتطويرها .

(Phillip, 1957; Talsma, 1969; Smiles, 1976; Collis – George, 1980; McIntyre et al., 1982; Bonell and Williams, 1986). ولكن إلى الآن لا توجد طريقة من هذه الطرق مناسبة وموثوقا فيها للاستخدام من قبل مصمم نظام الري (Merriam and Clemmens, 1985) .

ويعرف الرشح عادة بأنه حركة المياه من فوق سطح التربة إلى داخلها ويعتبر من أهم العمليات المحددة لتصميم نظم الري حيث أنه يتحكم أساسا في كمية المياه الداخلة إلى خزان التربة بالإضافة إلى تقدم المياه فوق الحقل وانحسارها . إن الإخفاق في اختيار دالة رشح مناسبة يمكن أن يؤدي إلى توزيع غير متجانس للمياه في الحقل أو إلى فقد كميات إضافية من المياه على صورة الرشح العميق أو الجريان السطحي أو نقص المياه عند بعض أجزاء الحقل أو كلها . من المعروف أن خواص التربة يمكن أن تختلف من نقطة لأخرى ، ويمكن كذلك أن تتغير من رية لأخرى خلال الموسم بسبب الفروقات في المحتوى الرطوبي للتربة ، تضاعف التربة ، حال السطح وحركة حبيبات التربة . وهذا التغيير في خصائص الرشح يمكن أن يؤثر على توزيع المياه وبالتالي على كفاءة

بين خطي طول 10' 20° و 29' 20° وخطي عرض 40' 31° و 56' 31° وترتفع حوالي 60 مترا عن سطح البحر وتبلغ مساحتها حوالي 1600 متر مربع . تم تقسيم المنطقة إلى أربع شرائح بطول 80 مترا وحوالي 5 أمتار تقريبا في العرض لكل شريحة .

تمت زراعة هذه الشرائح بمحصول الدخن (*Pennisetum typhoideum*) Millet يوم 1997/5/1 ، والذي بدوره كان العامل المستنزف لرطوبة التربة فقط دون أخذ أية قياسات نباتية سواء أثناء الموسم أو بعد نهايته . تم بذر حوالي 30 كجم هكتار<sup>-1</sup> ، حيث زرعت كل شريحة بعدد 10 خطوط على امتداد طولها والمسافة بين الخط والآخر حوالي 30سم ، مع مراعاة ترك مسافة على جانبي كل شريحة ومنتصفها (حوالي 50سم) لتسهيل الحركة وإجراء عمليات التعشيب وبعض الاختبارات الحقلية مثل قياس الرشح وقرئات الرطوبة ومتابعة التقدم والانحسار . كما تم تسميد هذه الشرائح بسماد فوسفات الأمونيوم النائية (DAP) بمعدل 300 كجم هكتار<sup>-1</sup> ، وتم رفع منطقة الدراسة مساحيا باستخدام جهاز التسوية ، كما تم إجراء بعض التقديرات الفيزيائية لمنطقة الدراسة مثل الكثافة الظاهرية ، السعة الحقلية ونقطة الذبول . حيث تتميز ترب هذه المنطقة بالقوام الثقيل من الطيني إلى الطمي الطيني والمصنفة تحت رتبة ترب المناطق الجافة (Aridisols) .

رية لأخرى ، ولقد اعتمدوا في تحليلاتهم على أن معاملات معادلة كوستياكوف المعدلة (a, c) غالبا ثابتة لنوع التربة المحدد وأن أغلب المتغيرات وزنا هو المعامل (k) والذي تتناقص قيمته مع حدوث كل رية خلال الموسم . وبالتالي فإنه يجب وبطريقة ما تصميم كل رية خلال الموسم تصميمًا مثاليا وتعتبر الخطوة الأولى في هذه العملية هي وصف متغيرات الرشح بدقة لكل رية خلال الموسم (Childs et al., 1993) .

تعتبر هذه الدراسة مساهمة لتحسين إدارة الري وتجهيز أحد العناصر المطلوبة لتصميم نظم الري ويمكن تلخيص أهداف الدراسة في الآتي :

- 1- الحصول على معلومات الرشح التي تعتبر ضرورية في تصميم نظم الري .
- 2- تحديد دالة الرشح المتغيرة لنظام الري بالشرائح لمنطقة شمال شرق الخضراء .
- 3- تحديد مدى تغير دالة الرشح من رية لأخرى خلال الموسم لنظام الري بالشرائح .

### المواد وطرق البحث

تم إجراء التجربة في إحدى المزارع التابعة لقسم البحوث الزراعية بجهاز استثمار مياه المرحلة الأولى للنهر الصناعي العظيم – بمنطقة سهل بنغازي باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة . تقع منطقة الدراسة إلى الجنوب من مدينة بنغازي

وتم قياس معدل التدفق بواسطة عداد مياه (كل دورة تمثل 100 لتر) ، كما وضعت أوتاد خشبية بفواصل مقدارها 10 أمتار في الاتجاه الطولي للشريحة ، مع مراعاة وضع أكثر من وتد في الموقع الواحد لتفادي مشكلة عدم استواء الشرائح حيث أن ذلك يؤثر على معدل تقدم المياه وانحسارها . تم إطلاق المياه بالتصريف المطلوب عند بداية كل شريحة مع تسجيل زمن الري من بداية هذا التدفق بواسطة ساعة توقيت ثم متابعة تقدم جبهة المياه وتسجيل زمن وصولها لكل محطة على امتداد كل شريحة إلى أن تصل إلى نهاية الحقل حيث النهاية مغلقة ويستمر الري إلى أن يتم استيفاء احتياجات الحقل المائية ، بعد ذلك يتم غلق التدفق الداخلى وتسجيل زمن هذا الإغلاق ( $t_{co}$ ) ثم متابعة اختفاء (انحسار) جبهة المياه من على سطح الأرض من محطة لأخرى حتى الاختفاء الكلي للمياه من على سطح الأرض وعند تلك اللحظة تكون عملية الري قد انتهت بالكامل .

### النتائج والمناقشة

#### تحليل بيانات الرش

تعتبر بيانات الرش من أهم المعلومات المطلوبة في تصميم نظم الري السطحي ، وتحدد الإشارة إلى أن طبيعة التدفق خلال أي جسم مسامي تستدعي وصول معدل التدفق خلاله إلى حالة اتزان تعتمد على خواص الجسم الفيزيائية ، لذلك فإن معدل الرش خلال سطح التربة يقترب بعد مضي فترة زمنية طويلة من البلل المستمر من قيمة ثابتة تساوي تقريبا التوصيل الهيدروليكي للتربة السطحية ، ولذلك تم اختيار معادلة كوستياكوف المعدلة للتعبير عن هذه الخاصية :

$$z = kt^a + ct \quad (1)$$

$$\frac{dz}{dt} = i = kat^{(a-1)} + c \quad (2)$$

وبذلك تعتبر قيمة ( $i$ ) تساوي تقريبا قيمة ( $c$ ) عندما تكون قيم ( $t$ ) كبيرة .

حيث أن  $z =$  العمق التراكمي للمياه الداخلة للتربة (cumulative infiltrated depth)

عند زمن ( $t$ )

كما تمت متابعة الرطوبة بواسطة جهاز تشتت النيوترونات (والذي تمت معايرته لتربة الحقل) قبل الري مباشرة وبعد 48 ساعة من انتهاء عملية الري للأعماق من 15-75 سم أما بالنسبة للطبقة السطحية 0-15 سم فقد تم تقديرها بالطريقة الوزنية نظرا لعدم دقة الجهاز المستخدم في هذه الطبقة . أما خصائص رشح التربة فقد تم قياسها بواسطة جهاز الاسطوانة المزدوجة قبل كل رية ، وهو

وتوضح الأشكال البيانية (1) و (2) نتائج الرش الحقلية للشريحتين الأولى والثانية ، كما يوضح الجدول (1) قيم ( $k$ ) الأصلية (غير المعدلة) لنفس الشريحتين . ونظرا للقصور المصاحب لاستخدام هذه الطريقة ، فقد ذكر (Larry, 1988) أن معلومات الرش المتحصل عليها باستخدام الإسطوانة المزدوجة قد لا تتفق مع الكميات الفعلية للمياه الراشحة أثناء الري فإنه يجب تعديل هذه النتائج بواسطة طريقة التعديل المقترحة من قبل (Merriam and Keller, 1978) حتى يتم الحصول على تصور حقيقي لخصائص رشح التربة أثناء الري . وتتلخص هذه الطريقة :

في الآتي :

من معرفة حجوم المياه المضافة لكل رية ومساحة كل شريحة يتم الحصول على متوسط عمق المياه الراشحة أثناء الري ومن بيانات التقدم والانحسار الخاصة بكل رية في كل شريحة يتم الحصول على متوسط الزمن المتاح للرشح (الفرق بين زمن الانحسار وزمن التقدم عند كل محطة) ويبين الجدول (2) نتائج هذه الحسابات للشريحتين الأولى والثانية . وبعد رسم علاقة ( $z - ct$ ) لكل رية مع الزمن على ورق بياني لوغاريتمي نحصل على علاقة خطية ، ومن معرفة متوسط الزمن المتاح للرشح (المحور الأفقي) ومن حساب قيمة ( $z - ct$ ) (المحور

$i =$  معدل التسرب عند زمن  $t$

$a, c, k =$  معاملات الرشح

وبناء على ما تحصل عليه (Shafique and Skogerboe, 1983) من تحليل بيانات الرشح للتجربة التي قاما بها ، فقد وجد أن المتغير ( $a$ ) في معادلة كوستياكوف المعدلة لم يتغير تغيرا معنويا من رية لأخرى على مدى الموسم ، في حين انعكست معظم التغيرات في أعماق الرشح المتراكمة أساسا في قيمة المعامل ( $k$ ) ، وعليه يمكن تثبيت قيمة ( $a$ ) في حدود 0.5 استنادا لمعادلة (Phillip, 1957) . ووضع القيمة الحقيقية للمعامل ( $a$ ) له عدة مزايا أهمها :

- 1- يقلل من عدد المعاملات في التصميم وإدارة الري .
- 2- يمكن الحصول على القيمة الفعلية للمعامل ( $c$ ) .
- 3- يمكن الحصول على القيمة الفعلية للمعامل ( $k$ ) .
- 4- يمكن إجراء تقييم حقيقي للريات أثناء الموسم .

وبناء على ما تقدم فإن المعادلة المقترحة لتحليل بيانات الرشح هي معادلة (Phillip, 1957) التي تأخذ الصورة الآتية :

$$z = kt^{(1/2)} + ct \quad (3)$$



الجدول 1 قيم  $k$  غير المعدلة للشريحتين الأولى والثانية

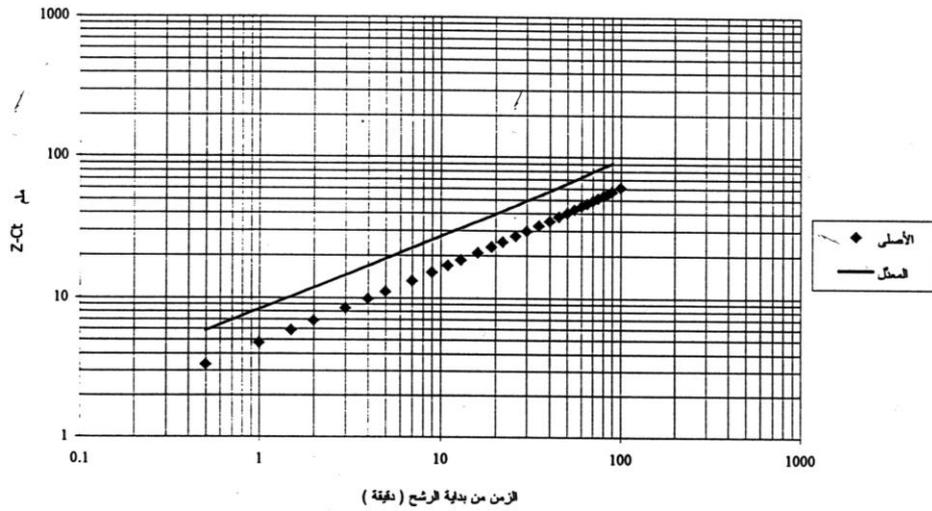
الشريحة الثانية (قيمة $k$ متر / دقيقة <sup>3</sup> )	الشريحة الأولى (قيمة $k$ متر / دقيقة <sup>3</sup> )	رقم الريّة
0.00541	0.00461	1
0.00218	0.00159	2
0.00189	0.00154	3
0.00267	0.00149	4
0.00245	0.00160	5
0.00165	0.00122	6
0.00236	0.00249	7
0.00216	0.00239	8
0.00164	0.00199	9
0.00126	0.00148	10
0.00120	0.00282	11

الرأسي) حيث يتم التعويض عن قيمة  $z$  بمتوسط عمق المياه الراشحة أثناء الري ،  $t$  بمتوسط الزمن المتاح للرشح نحصل على نقطة على المحور الرأسي ومن نقطة التقاء هاتين القيمتين يتم مد خط مواز لخط البيانات الأصلية ومن النقطة التي يتقاطع فيها هذا الخط مع محور الصادات يتم الحصول على قيمة  $k$  المعدلة الخاصة بكل ريّة ويوضح الشكل (3) طريقة التصحيح الخاصة بالشريحة الأولى للريّة الأولى والجدول (3) يوضح قيم  $k$  المعدلة الخاصة بكل ريّة للشريحتين الأولى والثانية . وكما ذكرنا سابقا من أن التربة غالبا ما تصل إلى قيمة شبه ثابتة بعد فترة زمنية كافية من الري تعرف بمعدل الرشح الأساسي (Elliott et al., 1983) ، وبالنظر للنتائج التي تم الحصول عليها من اختبارات الرشح بواسطة جهاز الاسطوانة المزدوجة فقد تم الحصول على أفضل تطابق للنتائج الحقلية وبقيمة تتلاءم مع قوام التربة ، حيث تراوح قوام التربة لمنطقة الدراسة من طيني إلى طمي طيني ، وبناء على ما ذكره (Walker, 1989) ، والنتائج الحقلية فقد تم اعتماد قيمة  $c$  حوالي 0.00015 (متر / دقيقة) .

تقييم دالة الرشح تحت ظروف الري بالرشائح

الجدول 2 متوسط عمق الرشح ومتوسط الزمن المتاح للرشح لكل رية للشريحتين الأولى والثانية

رقم الريه	الشريحة الأولى		الشريحة الثانية	
	متوسط عمق الرشح (سم)	متوسط الزمن المتاح للرشح (دقيقة)	متوسط عمق الرشح (سم)	متوسط الزمن المتاح للرشح (دقيقة)
1	8.84	87	9.08	78
2	8.04	136	9.08	184
3	4.36	73	5.51	98
4	3.28	68	3.90	82
5	2.82	61	3.70	76
6	3.71	65	4.44	84
7	8.07	130	7.65	125
8	8.07	148	7.65	146
9	8.07	147	7.65	142
10	8.07	182	7.65	184
11	8.07	256	7.65	232



الشكل 3 طريقة تصحيح نتائج الاسطوانة المزدوجة للشريحة الأولى - للرية الأولى

الجدول 3 قيم  $k$  المعدلة للشريحتين الأولى والثانية

رقم الريّة	الشريحة الأولى (قيمة $k$ متر / دقيقة <sup>3</sup> )	الشريحة الثانية (قيمة $k$ متر / دقيقة <sup>3</sup> )
1	0.0081	0.0090
2	0.0051	0.0047
3	0.0038	0.0041
4	0.0027	0.0029
5	0.0024	0.0029
6	0.0034	0.0035
7	0.0054	0.0052
8	0.0048	0.0045
9	0.0048	0.0046
10	0.0040	0.0036
11	0.0026	0.0027

## تقييم نتائج الرش باستخدام نموذج القصور

## الذاتي المضمحل

أظهرت الدراسات الحديثة أن نماذج الري السطحي يمكن استخدامها وبكفاءة لتطوير معايير التصميم واستراتيجية الإدارة لأفضل استخدام لمياه الري (Maheshwari and McMahon 1993). ومن أهم مداخل هذه النماذج خصائص رشح التربة والتي تؤثر على تقدم المياه على سطح التربة خلال الري وبالتالي التأثير على عمق الرشح وتجانس إضافة المياه في الحقل.

وبناء على ذلك فقد تم تقييم نتائج الرش التي تم الحصول عليها بواسطة جهاز الاسطوانة المزدوجة باستخدام نموذج القصور الذاتي

المضمحل (zero-inertia)، والذي يعتبر من أكفأ الوسائل للتنبؤ بمعدلات التقدم والانحسار في الري بالرشائح. حيث تم اختبار كفاءة هذا النموذج للرشائح المغلقة من نهايتها ووجد أنه يصف التقدم والانحسار بكفاءة عالية، هذا ما أشارت إليه النتائج التي تحصل عليها (Clemmens, 1979)، والنتائج غير المنشورة للدراسة التي قام بها مكتب المياه العربي للاستشارات والخدمات (1993). كما تم اختبار صلاحية النموذج للرشائح المفتوحة من نهايتها ووجد أنه يصف مرحلة التقدم والانحسار بكفاءة عالية أيضاً (Holzapfel et al., 1984). وقد وجد أن الارتباط بين نتائج التقدم والانحسار الفعلية والمتنبأ بها بهذا النموذج جيد وإلى حد بعيد في معظم

الحالات .

حيث أن : قيمة  $c = 0.00015$  متر / دقيقة

قيمة  $k =$  المتوسطة للريّة الأولى =

$0.0085$  متر / دقيقة<sup>0,5</sup>

قيمة  $k$  المتوسطة للريّة الحادية عشرة =

$0.0028$  متر / دقيقة<sup>0,5</sup>

نجد أن متوسط عمق الرشح المتراكم بعد حوالي

120 دقيقة حوالي 111.1 ملم في بداية الموسم ،

في حين انخفض هذا المقدار في نهاية الموسم

إلى حوالي 48.70ملم . كما نلاحظ من النتائج

السابقة أن متوسط الزمن المتاح للرشح

(infiltration opportunity time) (الفرق بين

زمن الانحسار وزمن التقدم عند كل محطة) للرشائح

### تقييم دالة الرشح خلال الموسم

يتبين من نتائج الاختبارات أن دالة

الرشح والمتمثلة في قيمة المعامل  $k$  متغيرة من ريّة

لأخرى على مدى الموسم ، فقد حدث تناقص في

قيمة هذا المتغير من ريّة لأخرى والجدول (4) يوضح

تغير قيمة  $k$  من ريّة لأخرى على مدى الموسم

للرشائح الأربع بإيجاد متوسط قيمة ( $k$ ) لكل ريّة

للرشائح الأربع والتعويض عنها في معادلة (Phillip,

1957) التي تم استخدامها لوصف الرشح كالتالي :

$$\bar{z} = kt^{(1/2)} + ct \quad (3)$$

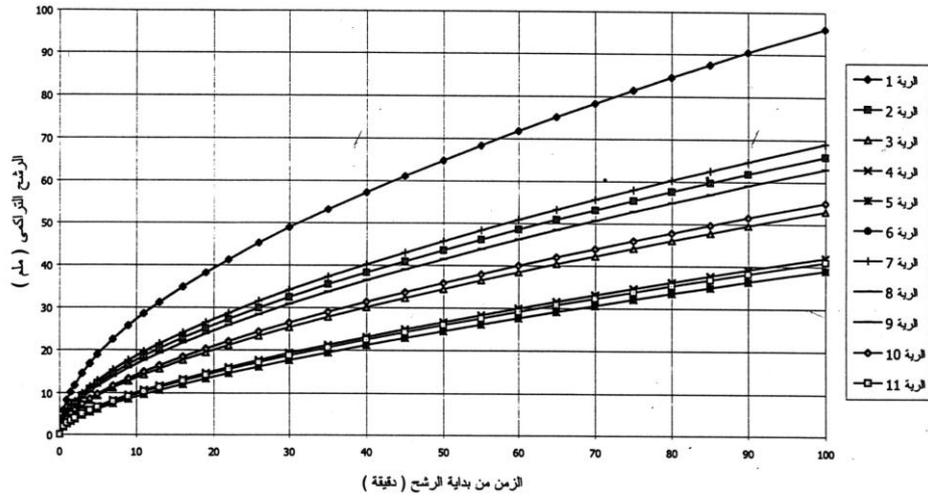
الجدول 4 قيمة ( $k$ ) مع عدد الريات (متر / دقيقة<sup>0,5</sup>)

رقم الريّة	الشريحة الأولى	الشريحة الثانية	الشريحة الثالثة	الشريحة الرابعة
1	0.0081	0.0090	0.0095	0.0075
2	0.0051	0.0047	0.0047	0.0055
3	0.0038	0.0041	0.0036	*
4	0.0027	0.0029	0.0030	0.0033
5	0.0024	0.0029	0.0027	0.0027
6	0.0034	0.0035	0.0035	0.0034
7	0.0054	0.0052	0.0053	0.0057
8	0.0048	0.0045	0.0045	0.0051
9	0.0048	0.0046	0.0045	0.0048
10	0.0040	0.0036	0.0038	0.0040
11	0.0026	0.0027	0.0031	0.0028

\* حدوث انهيار للسد في نهاية الشريحة

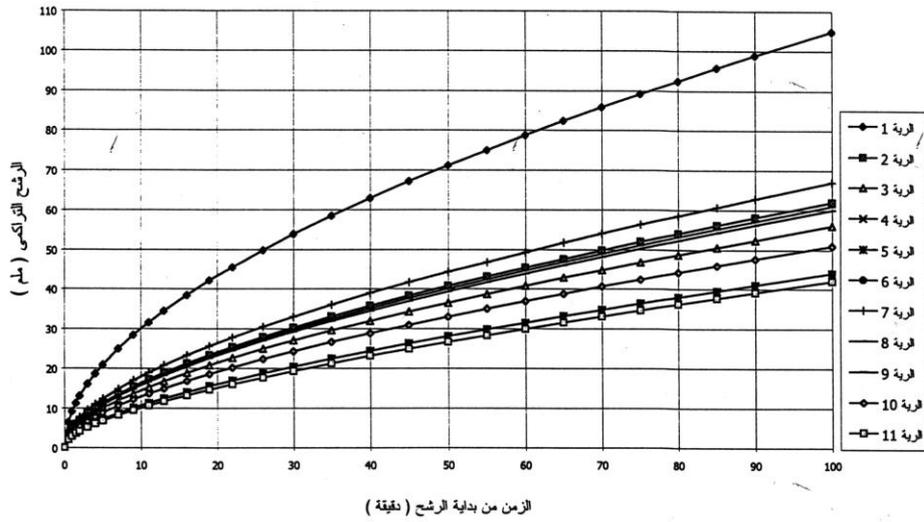
الأربع قد ازداد وبوضوح من الريّة الأولى إلى الريّة الثانية فقد كان متوسط الزمن المتاح للرشح للريّة

الأولى حوالي (84) دقيقة في حين ازدادت هذه القيمة في الريّة الثانية إلى حوالي (160) دقيقة وهذا يتفق مع ما نشره Stegman و Linderman (971) ، ويمكن أن يكون ذلك بسبب منع تسرب التربة الناشئ عن ترسب الأحمال العالقة في مياه الري والقشرة الصلبة السطحية التي تتكون على السطح عقب الريّة الأولى وكذلك حركة الجزئيات الدقيقة في قطاع التربة مما يؤدي إلى تغيير ترتيب هذه الجزئيات وبالتالي تغيير خصائص رشح التربة وكذلك قد يعود إلى مستوى رطوبة التربة عند الريّة . وبالتعويض عن قيمة ( $k$ ) الخاصة بكل ريّة عند قيم مختلفة للزمن ( $t$ ) في معادلة (Phillip, 1957) (المعادلة رقم 3) نحصل على دالة الرشح الممثلة لكل ريّة خلال



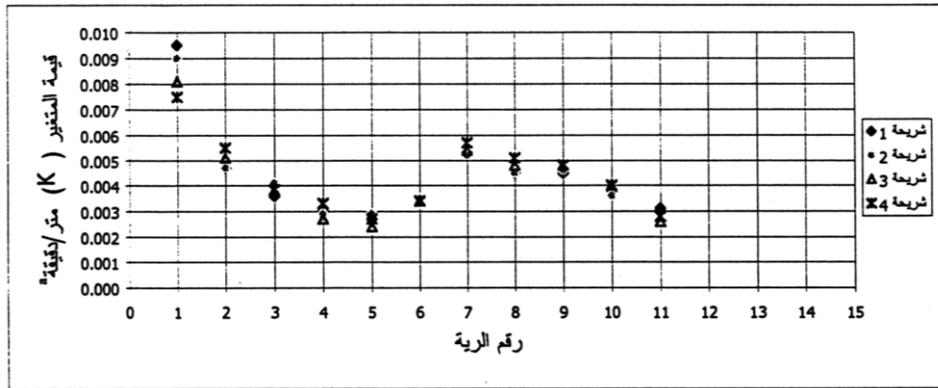
شكل 4 تغير دالة الرشح من ريّة لأخرى على مدى الموسم للشريحة الأولى

تقييم دالة الرشح تحت ظروف الري بالشرائح



شكل 5 تغير دالة الرشح من ربة لأخرى على مدى الموسم للشريحة الثانية

كما يلاحظ أن المحتوى الرطوبي الابتدائي رشح المياه داخل قطاع التربة . حيث أن معدلات للتربة يعتبر أحد العوامل الهامة التي تؤثر في معدلات الرشح تكون مرتفعة في حالة المحتوى



الشكل 6 العلاقة بين المتغير (k) وعدد الريات

الرطوبي الأكثر جفافا . وإذا ما استمر الرشح لفترة الهيدروليكي المشبع للطبقة السطحية ( $K_s$ ) بغض طويلة فإن معدل الرشح سيقترّب أخيرا من التوصيل النظر عن المحتوى الرطوبي الابتدائي . ويرجع هذا

$$\begin{aligned} b_2 &= 3.6 \\ b_3 &= 0.037 \\ b_4 &= 1.45 \\ k(1) &= 0.0085 \\ R^2 &= 0.95 \end{aligned}$$

كما أن للفترة بين الريات ( $T$ ) أثرا هاما كذلك ، ويلاحظ ذلك واضحا في زيادة قيمة المتغير ( $k$ ) بزيادة الفترة بين الريات ، فقد حدث ارتفاع مفاجئ في متوسط قيمة المتغير ( $k$ ) من 0.0034 (متر / دقيقة<sup>أ</sup>) للرية السادسة لجميع الشرائح إلى 0.0054 (متر / دقيقة<sup>أ</sup>) للرية السابعة لكل الشرائح ، وقد كان ذلك بسبب زيادة الفترة بين الريات التي وصلت إلى حوالي 23 يوما ، كما يلاحظ أنه بعد الرية السابعة قد حدث انخفاض في متوسط قيمة هذا المتغير من رية لأخرى مع ملاحظة أن هذا الانخفاض قليل بالنسبة إلى مقدار الانخفاض في الريات الأولى . هذا وقد تم إيجاد معادلة تجريبية لعلاقة متوسط قيمة المتغير ( $k$ ) مع رقم الرية ( $i$ ) والفترة بين الريات ( $T$ ) وقد أخذت هذه المعادلة الصيغة الآتية :

$$k(i) = k(1) - b_5 i^{b_6} - b_7 T^{b_8} \quad (5) \quad (i > 1)$$

حيث أن :  $k(i)$  : قيمة المتغير  $k$  للرية رقم  $i$  (متر / دقيقة<sup>أ</sup>)

(1)  $k$  : قيمة المتغير  $k$  في بداية الموسم

(متر / دقيقة<sup>أ</sup>)

$i$  : رقم الرية

الارتفاع في معدلات الرشح إلى زيادة الانحدار في الجهد الهيدروليكي والسعة التخزينية العالية للمياه ، وبالتالي زيادة حركة المياه من طبقة لأخرى خاصة في الفترات الأولى لعملية الرشح والتي تتمثل في قيمة المتغير  $k$  كما أن لترتيب الرية خلال الموسم أثرا واضحا كذلك فقد حدث انخفاض حاد في متوسط قيمة ( $k$ ) للشرائح الأربع بعد الرية الأولى ثم أصبح هذا الانخفاض قليا نسبيا في الريات اللاحقة كما هو موضح في الشكل (6) .

وقد تم الحصول على معادلة تجريبية تربط بين قيمة هذا المتغير ورقم الرية ( $i$ ) ورطوبة التربة ( $M$ ) أخذت الصيغة الآتية :

$$k(i) = k(1) - b_1 i^{b_2} - b_3 M^{b_4} \quad (4) \quad (i > 1)$$

حيث أن :  $k(i)$  : قيمة المتغير  $k$  للرية رقم  $i$  (متر / دقيقة<sup>أ</sup>)

$k(1)$  : قيمة المتغير  $k$  في بداية الموسم

(متر / دقيقة<sup>أ</sup>)

$i$  : رقم الرية

$M$  : متوسط رطوبة التربة للطبقة

السطحية (0-30) سم قبل الري

(% على أساس الحجم)

$b_1, b_2, b_3, b_4$  : ثوابت تجريبية

حيث :

$$b_1 = 4.56 \times 10^{-7}$$

الحقل يدار على مستوى مزرعة صغيرة فإنه بإمكان المزارع تثبيت المشاديد في مزرعته وبالتالي يمكنه متابعة رطوبة التربة بسهولة ، وبالتالي فإنه بمعرفة رطوبة التربة على أساس الحجم للطبقة السطحية ورقم الريه فإنه يمكن الحصول على قيمة المتغير  $(k)$  .

أما بالنسبة للمعادلة (5) فإنه يمكن تطبيقها في الموسم الصيفي فقط حيث أنها أخذت في الاعتبار الفترة بين الريات  $(T)$  والتي تختلف اختلافا واضحا عما إذا كان الموسم صيفيا أو شتويا وذلك لاختلاف معدلات البخر - نتح خلال الموسم والتي تكون عالية خلال الموسم الصيفي إذا ما قورنت بالموسم الشتوي وبالتالي التأثير على رطوبة التربة ومعدل استهلاك الماء لليوم الواحد ومن ثم التأثير على معدل الرشح والمتمثل في قيمة المتغير  $(k)$  .

$T$  : الفترة بين الريات (بالأيام)

ثوابت تجريبية  $b_5, b_7, b_6, b_8$

حيث :

$$b_5 = 4.1 \times 10^{-10}$$

$$b_6 = 6.33$$

$$b_7 = 0.008$$

$$b_8 = -0.27$$

$$k(1) = 0.0085$$

$$R^2 = 0.87$$

ويوضح الجدول (5) قيم رطوبة التربة قبل كل رية والفترة بين الريات والتي بناء عليها تم اشتقاق المعادلتين التجريبتين السابقتين .

فيما يخص المعادلة (4) فإنه يمكن تطبيقها إذا ما تم تحديد نسبة الرطوبة في التربة للطبقة السطحية (0-30) سم ، ويتم ذلك بواسطة جهاز تشتت النيوترونات الذي يجهز تقديرا سريعا لقيمة الرطوبة في التربة هذا إذا كان الحقل يدار على مستوى مشروع زراعي كبير ، أما إذا كان

الجدول 5 قيم رطوبة التربة قبل الري والفترة بين الريات

رقم الريّة	الفترة بين الريات (بالأيام)	رطوبة التربة قبل الري (% حجمية)
1	-	0.215
2	9	0.223
3	6	0.238
4	5	0.250
5	3	0.263
6	7	0.230
7	23	0.186
8	14	0.186
9	12	0.174
10	13	0.175
11	13	0.164

## الاستنتاجات

التربة .

- 1- إن معدلات الرش المستخدمة لتصميم نظم -3 الري السطحي يجب أن تكون هي تلك المتحصل عليها تحت ظروف الحقل الفعلية .
  - 2- إن جهاز الاسطوانة المزدوجة لا يعطي تصورا -4 حقيقيا لخصائص رشح التربة أثناء الري بالشرائح ، ولذلك يجب تعديل النتائج حسب الطريقة المذكورة إذا ما تم استخدام هذا الجهاز كوسيلة لتقدير خصائص رشح
- إن دالة الرشح تتغير من رية لأخرى على مدى الموسم وهذه التغيرات يجب أن تنعكس في إدارة نظام الري .
- تلعب كل من رطوبة التربة وترتيب الريّة خلال الموسم والفترة بين الريات دورا هاما في تحديد خصائص رشح التربة خلال الموسم ويمكن أن تستخدم للتنبؤ بخصائص رشح التربة خلال الموسم .

---

**Infiltration function evaluation under border-strip irrigation conditions to Al-Khadra North East area in Libya.**

**Mohamed A. Mumen and Ali A. Ikhneifer\***

---

**Abstract**

This study was conducted to determine the behavior of the infiltration function along the growing season under border-strip irrigation conditions for clayey to clay loam textured soils of Al-Khadra Northeast area. The results showed that the soil infiltration characteristics have changed from one irrigation to another during the growing season. There was a decreasing effect due to the number of irrigations and an increasing effect due to the irrigation interval on the soil infiltration characteristics. Phillip's equation (1957) was used to describe the soil infiltration characteristics and the Zero-Inertia model was used to simulate the infiltration characteristics. Best correlation coefficient was found between actual and predicted infiltration data in most cases. Consequently, two empirical formulas were developed, the first for the variable ( $k$ ) in Phillip's equation with soil moisture and number of irrigations along the season and the second for the variable ( $k$ ) with irrigation interval and number of irrigations during the season.

**المراجع**

- Bonell, M., and Williams, J. 1986. *The two parameters of the Philip infiltration equation: their properties and Spatial and temporal heterogeneity in a red earth of tropical semi-arid Queensland.* J. Hydro., Amsterdam, the Netherlands, 87, 9-31.
- Childs, J. L.; Wallender, W. W. and Hopmans, J.W. 1993. "Spatial and Seasonal Variation of furrow Infiltration "J. Irrig. and Drain. Div 119 (1) 74-90.
- Clemmens, A. J. and T. Strelkoff. 1979. *Dimensionless advance for level basin irrigation.* Journal of the Irrig. and Drain. Div., ASCE, 105 (1R3) 259 - 273

---

\* Omar AL-Mukhtar University, P. O. Box 919 EL-Beida – Libya.

- Clemmens, A. J. 1979. *Verification of the zero inertia model for border irrigation*. Transactions of the ASAE 22 (6):1306-1309.
- Collis-George, N. 1980. *A pragmatic method to determine the parameters that characterize ponded infiltration*. Australian J. Soil Res., 18, 11-117.
- Elliott, R.L., W. R. Walker, and G. V. Skogerboe. 1983. *Zero-Inertia modeling of furrow irrigation advance* Journal of Irrig. And Drain. Div., ASCE, 108(1R3):179-195.
- Holzapfel, E. A. and Marino M. A. 1987. *“Surface Irrigation Nonlinear Optimization models”*. Journal of Irrig. And Drain. Div., ASCE, 113 (3): 379-392.
- Holzapfel, E., A., Marino, M., A. and Chavez-Morales, J. 1984. *Border Irrigation Model Selection*. Transactions of ASAE 1811-1816.
- Ikhneifer, A. A. 1984. *Connecting furrow irrigation hydraulics and Corn growth Simulation models for irrigation Scheduling*. Unpublished Ph.D. dissertation, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- Larry, G. James, 1988. *Principles of farm Irrigation System Design*, John Willy & Sons, New York.
- Linderman, G. L., and Stegman, E. C. 1971. *Seasonal Variation of hydraulic parameters and their influence upon Surface irrigation application efficiency* “Trans. ASAE, 14 (5), 914-918, 923.
- Maheshwari, B. Ligand McMahon, T. A. 1993. *Performance evaluation of border irrigation models for Southeast Australia: Part I, Advance and Recession characteristics*. Journal at Agricultural Engineering Research. 54,67-87.
- McIntyre, D. S., Loveday, J., and Watson, C. L. 1982. *Field Studies of water and Salt movement in an irrigated Swelling clay Soil. I: Infiltration during ponding*. Australian J. Soil Res., 20, 8 1-90.
- Merriam, J. L., and Keller, 1978. *Farm Irrigation evaluation*. A guide for management. 3<sup>rd</sup> ed. Utah State Univ. Logan 285.P.
- Merriam, J. L., and Clemmens, A. J. 1985. *Time rated infiltrated depth families*. Proc. Devel. And Mgmt Aspects of Irrig. and Drain. Sys., Irrig. and Drain. Div. Spee. Conf., ASCE, New York, N.Y., 67-74.
- Phillip, J. R. 1957. *The theory of infiltration: 4*. Soil Science, Vol. 84, pp. 257-264.
- Shafique, M. S. and G. V. Skogerboe. 1983. *Impact of seasonal infiltration function variation on furrow irrigation performance*. Paper presented at the National Conference on Advances in Infiltration, Sponsored by the ASAE, Chicago, Illinois, December 12-13.
- Skogerboe, G. V., M. S. Shafique, J. Jacob, N. Garrido, G. Bristol and G. Bargsten. 1982. *Monitoring and evaluation of on-farm irrigation improvements in the Grand Valley*

- Salinity Control Project during the 1981 irrigation season.* Dept. of Agr. And Chem. Eng., CSU, Fort Collins, Colorado.
- Smiles, D. E. 1976. *On the validity of the theory of flow in Saturated Swelling materials.* Australian J. Soil. Res., 14, 389–395.
- Talsma, T. 1969 *In Situ measurement of Sorptivity.* Australian J. Soil Res., 7, 269–276.
- Walker, W. R. 1989. *Guidelines for designing and evaluating Surface irrigation Systems* FAO irrigation and drainage paper 45, FAO, Rome.
- مكتب المياه العربي للاستشارات والخدمات .  
1993 . خرائط تصميم الري السطحي .  
الجزءان الأول والثاني . بنغازي . نتائج غير  
منشورة .