صلاحية بعض معادلات التسرب في المساقي تحت تأثير التغاير في التصاريف [+]

نادية احمد الخيرو [*]

المستخلص:

إن تصميم نظام مثالي وإدارة ري كفوءة يتطلب معرفة تفصيلية وتقدير دقيق لخصائص ارتشاح التربة في أي مشروع لأنها الخطوة الأولى والاهم في تصميم نظم الري وخصوصا ري المساقي . ان الدراسة الحالية تبحث في تأثير قيمة معدل التصريف الداخل إلى المسقى على قيمة معدل الارتشاح حيث تم إجراء عدة تجارب في منطقة زراعية على مساقي مستوية أطوالها 30 متر في تربة (مزيجيةغرينية) وبثلاث تصاريف مختلفه هي (0.5, 1, 1.5) لتر/ثانية على التوالي حيث تم تسجيل بيانات زمن تقدم الماء في المسقى على مسافات متساوية (5متر) على طول المسقى لإيجاد دالة التقدم لكل تصريف , ثم استخدام طريقة الجريان الداخل والخارج لقياس معدل تشرب الماء في المسقى للتصاريف الثلاثة أيضا وإيجاد دوال معدل التشرب وعمق التشرب . تبين النتائج تأثير قيمة التصريف على دوال التقدم و دوال معدل التشرب للماء الداخل إلى المسقى , وعند اختبار مدى تكيف وملائمة بعض معادلات الارتشاح المعروفة تبين إن معادلة كوستاكوف الأصلية تعطي أفضل أداء وأكثرها تكيفا مع البيانات الحقلية لهذا النوع من التربة وتليها معادلة هورتون ثم معادلة كوستاكوف المطورة.

الكلمات الدالة: الارتشاح ,التشرب ,ري المساقي.

VALIDITY OF SOME INFILTRATION EQUATIONS TO THE EFFECT OF FLOW RATES VARIATION

Nadia Ahmed

Abstract:

The ideal system design and efficient irrigation management requires a detailed knowledge and accurate assessment of the soil infiltration characteristics because it is the first and most important step in the design of irrigation systems, especially the furrow irrigation system. The current study searched in the affect of the flow rate in furrow irrigation on the infiltration rate. where several experiments conducted in a rural area on level furrow of (30m) length in silty loam soil with three different flow rates of (0.5, 1, 1.5) L/ s respectively, water phase advance is recorded with equal distances of 5m with time is recorded then the inflow outflow method is used to measure the intake rate and accumulated intake rate functions for the three flow rates. The results show the influence of flow rate on the advance of water in the furrow and also on the intake rate functions. When testing the validity of some known infiltration equations, it is concluded that the original Kostiakofe equation is the best one among types and followed by Horton equation and developed Kostiakofe equation.

Key words: Infiltration, Intake rate, Furrow irrigation

[+] تاريخ إستلام البحث 2013/3/11 ، تاريخ قبول النشر 2014/4/3

[*] مدرس مساعد / المعهد التقني / الموصل

المقدمة:

بدأ تاريخ الري بإضافة الماء إلى الأرض المروية باستخدام النظام السطحي أكثر الطرق استخداما وأوسعها انتشارا كونها ملائمة لأنواع متباينة من الترب ومن التضاريس.

تشترك طرق الري السطحي بثلاث عوامل مهمة وهي حجم التصريف المائي والمساحة المروية ومعدل التسرب(الارتشاح)ولضمان تجانس توزيع مياه الري يجب تعديل حجم التصريف المائي والمساحة المروية في ضوء معدل التسرب دائما بحيث يكفي هذا التصريف لتغطية المساحة المروية قبل أن يتسرب جزء كبير عند بداية موضع الري منه عند نهايته ,وعليه فان سعة التسرب يمكن أن يعبر عنها بأنها قابلية التربة على امتصاص الماء الداخل إليها أو المعدل الأقصى الذي يمكن للتربة أن تمتصه من الماء تحت ظروف معينة وهذا يكون في بداية عملية التسرب خاصة عندما تكون التربة جافة في بداية الري ثم يقل التسرب تدريجيا مع الزمن ويصل في النهاية إلى معدل ثابت يتوقف على خواص التربة يسمى معدل التسرب النهائي أو الثابت (Basic infiltration) [1] , [2].

يعتبر الري بالمساقي (الخطوط)هو احد أساليب الري السطحي ذات الكفاءة العالية مقارنة بأساليب الري السطحي الأخرى لذلك أصبح الآن الأكثر انتشارا[3] , [4] وذكر [5] بان أعظم تحدي يواجه العاملين في إدارة الري هو في ري المساقي حيث تلعب التربة دورا مركزيا في تحديد تشرب الماء إلى منطقة الجذور لذا تصبح خصائص الارتشاح هي العامل المسيطر على مراحل الري والمؤثر جدا في إدارته, ولأجل تصميم نظام ري مثالي وإدارة ري كفوءة يتطلب ذلك معرفة تفصيلية وتقدير دقيق لخصائص الارتشاح لأنها الخطوة الأولى والاهم في تصميم نظام الري بالمساقي[5].

إن ظاهرة التشرب في المساقي معقدة للغاية بسبب الشكل الهندسي للمقطع العرضي للمسقى فضلا عن كون الجريان على امتداد المسقى غير مستقر وغير منتظم[1],وهي ظاهرة ثنائية البعد حيث يتحرك الماء أفقيا (تحت تأثير قوى الشد الشعري)وشاقوليا (تحت تأثير قوى الشد الشعري والجاذبية) [6] لذا توجب التعامل مع التشرب في المساقي معاملة تختلف عن الأنواع الأخرى لنظم الري السطحي حيث يحدث التشرب في المسقى على طول محيط البلل لذا يجب التعبير عن معدل التسرب (الغيض)بمصطلح (معدل التشرب Intake rate) بدلا من (infiltration) يشير إلى حدوث الغيض من سطح غير مستو كما هو في ري المساقي ويجب أن يعبر عنه كعمق مكافئ للماء المتسرب فوق مساحة الحقل السطحية[6]لقد أكد[2]وجود علاقات كمية بين معدلات رشح التربة وزمن التقدم والتسرب العميق داخل التربة وهي العوامل التي ينبغي لمهندس التصميم أن يكون على دراية كافية بها لأجل اختبار مواصفات التصميم الكفوء لنظام الري والتربة المستخدمة فيه.

نظرا للأهمية البالغة لخصائص التشرب لذا وجب اختيار الطريقة المناسبة لقياس التشرب في التربة حيث توجد طرق عديدة منها طريقة المسقى المسدود ,طريقة النقطتين ,وطريقة المسقى المفتوح(الجريان الداخل والخارج). لقد أكد [7]على أن الاستعانة ببيانات كثيفة وخصوصا بيانات السيح السطحي من طريقة الجريان الداخل والخارج تساعد في الحصول على نتائج أفضل لتصميم ونمذجة نظم الري لأنها الطريقة التي تناسب كل أنواع نظم الري ,كما بين[2]إن القياس الأمثل للبيانات المطلوبة يجب أن يكون في الحقل حيث سيعمل نظام الري .

ولما كانت البحوث الميدانية المحلية قليلة في هذا المجال. ولغرض دراسة تأثير مستويات مختلفة من معدلات التصريف على صلاحية خصائص معادلات التشرب ومدى ملاءمتها لتقييم خصائص التشرب في المساقي فقد اعتمدت في هذه الدراسة طريقة المسقى المفتوح(طوله 30 متر) لتربة ذات نسجه مزيجيه غرينية مع دوال وصف خصائص التشرب لكل من (كوستاكوف الأصلية , كوستاكوف المطورة ,ومعادلة هورتون) وهي معادلات تستند إلى مفاهيم بسيطة للتعبير عن كمية التشرب بدلالة الزمن أو ببعض صفات التربة وهي كالأتي:-

معادلة كوستاكوف الأصلية

تعد معادلة كوستاكوف (1932) من أقدم المعادلات الوصفية التجريبية لوصف الارتشاح في التربة وهي كالأتي:-

$$I_F = ct^{\alpha} \quad \text{---------- (1)}$$

حيث:

I_F= معدل التشرب (ملم/دقيقه)

t = الزمن (دقيقه)

C, α= ثوابت رشح التربة

تستخدم هذه ألمعادله بنجاح في الترب ذات ألنسجه الناعمة وذات نسبة رطوبة ابتدائية واطئه نسبيا وترتبط قيمة الثابت (c) فيها بصفات ألتربه السطحية بينما ترتبط قيمة (α) بنسجة ألتربه ورطوبتها الابتدائية[6], [9] .

معادلة كوستاكوف ألمطوره

طورت معادلة كوستاكوف بإضافة حد ثابت (P_o) الذي يمثل معدل الارتشاح النهائي (التشرب النهائي) للتغلب على ضعف المعادلة (1)من الناحية النظرية لأنها لاتعتمد على المحتوى الرطوبي للتربة وأنها ناجحة في وصف الارتشاح خلال الساعات الأولى فقط من عملية الارتشاح ولكنها من الناحية النظرية إذا استمرت عملية الارتشاح لفترة زمنية طويلة يؤول معدل التشرب إلى الصفر وهذا غير صحيح في حين انه يتوقع أن يصل الارتشاح إلى معدل ثابت في نهاية عملية التشرب [1] , [2] لذا تم تعديل المعادلة وأصبحت على الصورة التالية:-

$$I_F = ct^{\alpha} + P_0 \quad \text{---------- (2)}$$

حيث P_o = ثابت يمثل معدل التشرب النهائي للتربة بعد زمن تسرب عالي(ملم/دقيقة)

معادلة هورتون:-

وضع هورتون (1939-1940) معادلة لوصف تغير سرعة الرشح مع الزمن وهي:-

$$I_F = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad \text{----------(3)}$$

حيث:-

I_F = سرعة الرشح اللحظية (ملم/دقيقه)

f_o = سرعة الرشح الابتدائية (ملم/دقيقه)

f_c = سرعة الرشح النهائية (ملم/دقيقه)

k = ثابت يعتمد على نوع التربة

وهي تعتبر معادلة تجريبية شبه منطقية وتعطي وصفا كاملا لخصائص الغيض [9] , [10]

طريقة العمل:

تم اختيار موقع لغرض عمل مساقي خاصة لإجراء التجارب عليها حيث بدأ العمل بجمع عينات من التربة من عدة مواقع على طول موقع المسقى المقترح وأجريت الفحوصات الخاصة لغرض تحديد نسجة التربة وجدول (1) يوضح نتائج التحليل الفيزيائي لمكونات التربة وتبين أنها من نوع (مزيجيه غرينية), بعدها تم عمل مساقي حقلية مستوية بطول (30متر)ومقطع عرضي موضح في شكل(1) ثم تم تثبيت أوتاد على مسافات متساوية على طول المسقى كل 5 متر وذلك لغرض تسجيل زمن تقدم جبهة الماء في المسقى عند كل محطة وعلى طول المسقى كما موضح في جدول (2) .

تم اختيار ثلاثة تصاريف لاختبار صلاحية معادلات التشرب في المساقي وهي (0.5, 1, 1.5) لتر/ثانية على التوالي حيث تم تشغيل كل تصريف على مسقى خاص به طوال فترة القياسات وتم التحكم وضبط قيمة التصريف الداخل باستخدام خزان مائي يعمل بشحنة ضغط ثابتة ومن خلاله تم سحب انابيب مسيطر عليها بواسطة صمامات لاعطاء التصاريف المطلوبة , وقبل البدء بالتجربة أخذت عينات من تربة كل مسقى على حده لتحديد قيمة الرطوبة الابتدائية وكانت قيمها (6.8, 5.9, 3.5)% للتصاريف الثلاثة وسبب الاختلاف يعود الى تفاوت الفتره الزمنية التي تم اجراء التجارب فيها على كل مسقى ولكل تصريف ثم تلاها إعطاء التصريف المطلوب دخوله إلى المسقى وتسجيل بيانات تقدم جبهة الماء مع الزمن لكل المعاملات قيد الدراسة عند كل (5 متر)وعلى طول المسقى حيث سجلت بيانات الزمن مقابل مسافة التقدم والتي استخدمت في تقييم دوال تقدم الماء مع الزمن في المساقي والموضحة في جدول (2) وللتصاريف الثلاثة المذكورة في التجربة . بعدها تم تسجيل البيانات الخاصة لحساب التشرب في المساقي حيث سجلت بيانات السيح السطحي (Run off) مع الزمن التراكمي بعد بداية خروج الماء عند نهاية المسقى باستخدام اناء معلوم الحجم وساعة توقيت لتسجيل الوقت اللازم لملئ هذا الاناء. إن زمن بداية التشرب (zero time) يؤشر عند وصول جبهة تقدم الماء إلى منتصف المسقى وذلك عملا بما اشار اليه [1] حيث اعتبر ان وصول الماء المتقدم الى نصف طول مضمار المسقى الذي هو تحت الفحص يعد بداية زمن التشرب في عموم ذلك المضمار بالاعتماد على مبدأ انه في انظمة الري السيحي مثل (الاحواض, المساقي)لايمكن ان يتحقق فيها كفاءة ارواء اكثر من 50% الى60% لعموم طول مضمار الري, واستمر تسجيل البيانات ولكافة المعاملات لحين ثبوت قيم الجريان السطحي الخارج من المسقى تقريبا مما يعني وصول التربة إلى استقرار معدل التشرب لفترات زمنية مناسبة والجدول (3)يوضح نموذج البيانات الحقلية لتسجيل السيح السطحي ولحساب معدل التشرب في المساقي وللتصاريف (0.5, 1,1.5)لتر/ثانية على التوالي. استغرق العمل في كل تجربة للوصول إلى حالة استقرار التشرب زمنا قدره (200 دقيقة) للتصريف (0.5 لتر/ثانية) , بينما استغرق العمل في تجربتي التصاريف (1,1.5) لتر/ثانية زمنا قدره (100,150) دقيقة على التوالي.

النتائج والمناقشة:

في شكل (2) أظهرت النتائج أن سرعة تقدم الماء تتناسب عكسيا مع الزيادة في قيمة أس الزمن وان معامل الارتباط (R^2) لهذه كانت قيمته (0.997, 0.995, 0.985) للتصاريف الثلاثة على التوالي وهذا يدل على قوة ارتباط تأثير التصريف على دالة تقدم جبهة الماء في المساقي والذي يتوافق مع ماذكره [8], [14], [15] بان شكل دالة تقدم جبهة الماء يتأثر بشكل واضح بتغير معدل الجريان الداخل للمسقى وان معدل تصريف الماء الداخل من أكثر العوامل تأثيرا في كفاءة الري بالمساقي.

لغرض تقييم ملائمة معادلات التشرب مثلت البيانات المقاسة حقليا استنادا للمعادلة $I_F = ct^{\alpha}$ ولأجل احتساب قيمة معدل التشرب I_F استخدمت المعادلة التالية:

$$I_{Ff} = q_{in} - q_{out} \quad \text{----------(4)}$$

حيث:-

I_{Ff} = معدل التشرب (لتر/دقيقة/30 متر) على طول المسقى

q_{in}= معدل الجريان الداخل (لتر/دقيقة)

q_{out}= معدل الجريان الخارج (لتر/دقيقة).

لما كانت قيمة (I_{Ff}) مقاسة حقليا بالوحدات (لتر/دقيقة/30 متر) ولكون التشرب في المساقي يختلف عن التشرب الرأسي في بقية أنواع نظم الري السطحي الأخرى (الأحواض والأشرطة-----الخ) ولغرض تحويل عمق التشرب المطلوب في المسقى إلى عمق مكافئ (I_F) وبوحدات (ملم/دقيقة) لذا توجب حساب المحيط المبتل للمساقي قيد الدراسة للتصاريف الثلاثة بالاعتماد على العلاقة التالية[2] , [8], [13] :

$$P = 0.265 \left[Qn / S^{0.5} \right]^{0.425} + 0.227 \quad \text{----------(5)}$$

حيث:

P=المحيط المبلل المعدل (متر)

Q= معدل التصريف (لتر/ثانية)

n= معامل مانينج للخشونة وعادة تستخدم القيمة (n=0.4) لتصميم نظم الري

S= ميل المسقى=0.02776729 (م/م)

وكانت قيم (P) للمعاملات قيد الدراسة (0.242, 0.247, 0.251) متر للتصاريف (0.5, 1, 1.5) لتر/ثانية على التوالي كما موضح قي الجدول (4). يليها تطبيق المعادلة التالية لإيجاد قيمة (I_F):

$$I_F = \frac{I_{Ff}}{L * P} \quad \text{----------(6)}$$

حيث:

I_F = معدل التشرب (ملم/دقيقه)

I_{Ff} = معدل التشرب الكلي للمسقى (لتر/دقيقة)

L = طول المسقى (متر)

P = محيط البلل المعدل المحسوب من المعادلة 5 (متر)

الجدول (3) يوضح النتائج النهائية لاحتساب الزمن التراكمي ومعدل التشرب لكل معاملة لإيجاد الدوال التي تمثل معدل التشرب للتربة للتصاريف الثلاثة والموضحة في جدول (5) وبإجراء التكامل الرياضي لدوال التشرب تم إيجاد دالة عمق التشرب التراكمي لكل تصريف جدول(5) وشكل (4).

الجدول (5) والشكل (3) يبين قوة الارتباط العالية بين البيانات الحقلية لدوال التشرب مع التصاريف المستخدمة حيث اعطت قيم R^2 (0.817 , 0.96, 0.99)للتصاريف قيد الدراسة ,وعند استخدام البيانات الحقلية مع معادلة كوستاكوف الاصلية ,كوستاكوف المطورة ومعادلة هورتون اعطت جميع العلاقات قيم ل R^2 عالية جدا كما موضح في الجدول (6)

لغرض تقييم أداء وملائمة معادلات التشرب (كوستاكوف الأصلية , , كوستاكوف المطورة ,ومعادلة هورتون) . مع بيانات التشرب الحقلية المقاسة قيد الدراسة ثم اعتماد المعايير الإحصائية والأدائية وهي معدل الخطأ المطلق (MAE),وأقصى خطأ مطلق (MAXE) وجذر مربع الخطأ(RMSE) [15] وهي كالأتي:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} abs\ (If_{field} - If_{cal}) \quad \text{----------} \quad (7)$$

$$MAXE = MAX\ (abs\ (If_{field} - If_{cal}))_{i=1}^{n} \quad \text{----------} \quad (8)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum \frac{(If_{field} - If_{cal})^2}{n}} \quad \text{----------} \quad (9)$$

حيث:

I_{Ffield} = معدل الغيض المقاس فعليا في الحقل (ملم/دقيقه)

I_{Fcal}. . = معدل الغيض محسوبا بالمعادلات الواردة في البحث (ملم/دقيقه)

n =عدد البيانات

وجدول (7)يبين قيم المعايير الإحصائية التي تم اعتمادها لغرض مقارنة الأداء حيث أظهرت النتائج أن معدل الخطأ وجذر مربع الخطأ لنموذج كوستاكوف الأصلية أعطى اقل قيمة لهذه المعايير مما يعني أن معادلة كوستاكوف الأصلية أكثر ملائمة لتمثيل بيانات معادلة الارتشاح في المساقي في الحقل مع زيادة قيمة التصريف من 0.5 لتر/ثا إلى 1 لتر/ثا. وهذا يتوافق مع ماذكره [9], [15], [17], [18],وجاءت معادلة هورتون بالدرجة الثانية مع وجود حدود لزيادة التصريف من (0.5) لتر/ثا إلى(1) لتر/ثا , أما عند زيادة التصريف إلى (1.5)لتر/ثا فان تمثيل هذه المعادلة سيكون اقل وهذا يتوافق مع مالاحظه وذكره [19], [20] بان المعادلات التجريبية (كوستاكوف وهورتون) المستخدمة لوصف الغيض والتنبؤ به تحقق توافقا عاليا مع قيم الغيض المقاس حقليا.

بينما أظهرت معادلة كوستاكوف المطورة أعلى قيم للمعايير الإحصائية مقارنة بمعادلة كوستاكوف الأصلية و هورتون وعليه فهي اقل ملائمة لتمثيل بيانات معادلة الارتشاح في المساقي خصوصا أنها تتعامل مع معدل التشرب الأساس الذي تصله التربة بعد زمن ري كبير نسبيا وهذا يتفق مع ماذكره[1],[8].

الاستنتاجات والتوصيات

من خلال التجارب التي أجريت تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية والتي تمثل حصيلة العمل الحقلي والنظري:-

1. إن قيم معدل التشرب المحسوب من المعادلات التجريبية أظهرت توافق مع قيم معدل التشرب المقاس حقليا حيث أعطت معادلة كوستاكوف الأصلية التجريبية توافقا عاليا ثم تليها في درجة التوافق معادلة هورتون التجريبية شبه المنطقية . وعليه نوصي بما يلي:-
2. اجراء تجارب مماثلة وبتطبيق معادلات اخرى مثل معادلة Philip ومعادلة Green-Ampt ومعادلة Holtan
3. إجراء تجارب مماثلة لمناطق أخرى ولأنواع مختلفة من الترب ليصبح لدينا بيانات تفصيلية كافية لتكوين قاعدة بيانات عن خواص أنواع الترب العراقية بالإضافة إلى الجداول التي سوف تساعد في الحصول على المعاملات والثوابت التي تسهل حل المعادلات التي تساعد وتساهم في اتخاذ قرارات صحيحة عند تخطيط وتصميم مشاريعنا المستقبلية.

المصادر :

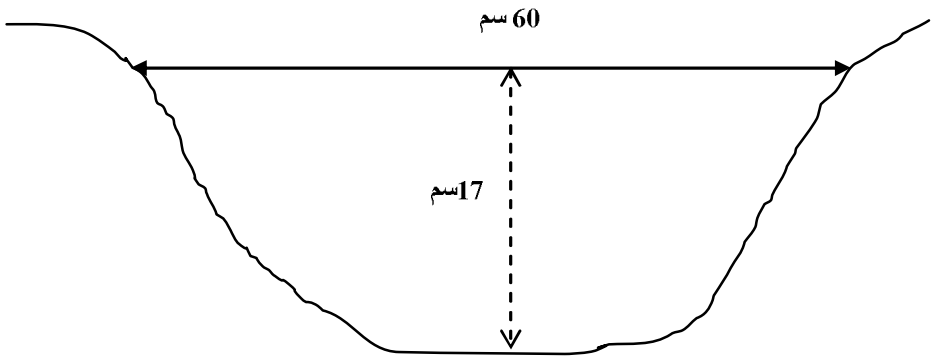
1. حاجم ,احمد يوسف وحقي إسماعيل ياسين.(*هندسة نظم الري الحقلي*). دار الكتب للطباعة والنشر, جامعة الموصل. 1992
2. ريتشارد اتش كوينكا (*تصميم نظم الري " المنظور الهندسي"*) مترجم. إدارة النشر العلمي والمطابع,جامعة الملك سعود.1989
3. سالم اللويزي.دراسة سبل تطوير الري السطحي والصرف في الدول العربية.المنظمة العربية للتنمية الزراعية 2009.
4. كمال حسنى حنفي عامر." إمكانية تحسين الري السطحي ذي النهاية المغلقة على أشجار العنب المتباعدة" . . *Misr.Ag.Eng.*, 26(2): 836- 865,2009
5. Tekin Kara, Kadir Ersin."Using Empirical Equations to Determine Appropriate Furrow Length Under Field Condition". *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11(2):220-225. ISSN 1028-8880. 2008
6. الطيف ,نبيل إبراهيم وعصام خضير ألحديثي .(*الري أساسياته وتطبيقاته*) وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ,جامعة بغداد. 1988
7. N.w.Mazibuko et al."The effect of different furrow irrigation regimes on infiltration and sugarcane yield at ubombo". *Proc S Aft Sug Technol Ass* (2002) 76:196-206.2002
8. Hamed Ebrahimian et al."Evaluation of various quick methods for estimating furrow and border infiltration parameters". *Irrig.Sci* 28:479-488. 2010
9. الابيجي ,هادي عبد الأمير *مقارنة نماذج مختلفة للتنبؤ بغيض الماء لترب مختلفة في محافظة نينوى*. رسالة ماجستير- قسم التربة والمياه – جامعة الموصل . 2005.
10. درادكة , خليفة عبد الحافظ.(*هيدرولوجية المياه الجوفية ومبادئ في المياه السطحية*).جامعة البلقاء التطبيقية. 1999
11. T.S. Lee and W.R. Walker."Evaluation of infiltration in furrow irrigation part 2: Basic infiltration rate". *Pertanika J.Sci. & Technol.*1 (1):119-124. 1993
12. A.M.Amer and K.H.Amer ."Surface irrigation management in relation to water infiltration and distribution in soil". *Soil & water Res.*, 5, (3):75-87. 2010
13. Wynn R.Walker et al. "Development of the revised USDA-NRCS intake families for Surface irrigation" .*Agricultural water management* 85,157-164. 2006
14. WEI Yongxia and ZHAO Yusen. Study on applicability of 3 infiltration models in the west semiarid region of Heilongjiang pr ovince, (2007).
15. V.Ampas and E.Baltas."Optimization of the furrow irrigation efficiency". *Global NEST*.vol, 11.No4.pp566-574. 2009.
16. George W.Snedecor and William G.Cochran. *Statistical Method*, The Iowa State University press Ames, Iowa, U.S.A. 1974

17. Iain H.Hume."Determination of infiltration characteristics by volume balance for border check irrigation". *Agricultural water management*.23 (1):23-39. 1993

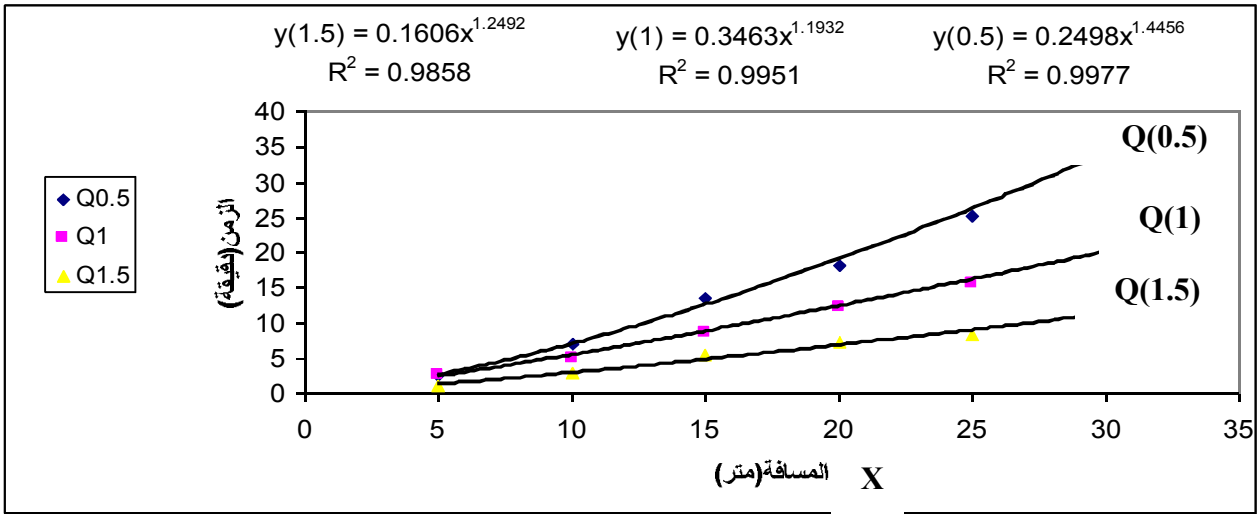
18. علاء كامل رؤوف. *تقييم الطرق الحقلية لقياس الارتشاح*. رسالة ماجستير – قسم التربة والمياه – جامعة الموصل . 1999

19. ألحديثي , عصام خضير . *التنبؤ بالغيض الحقلي من قياسات امتصاصية التربة مختبريا* . أطروحة دكتوراه,كلية الزراعة –جامعة بغداد–العراق. 1993

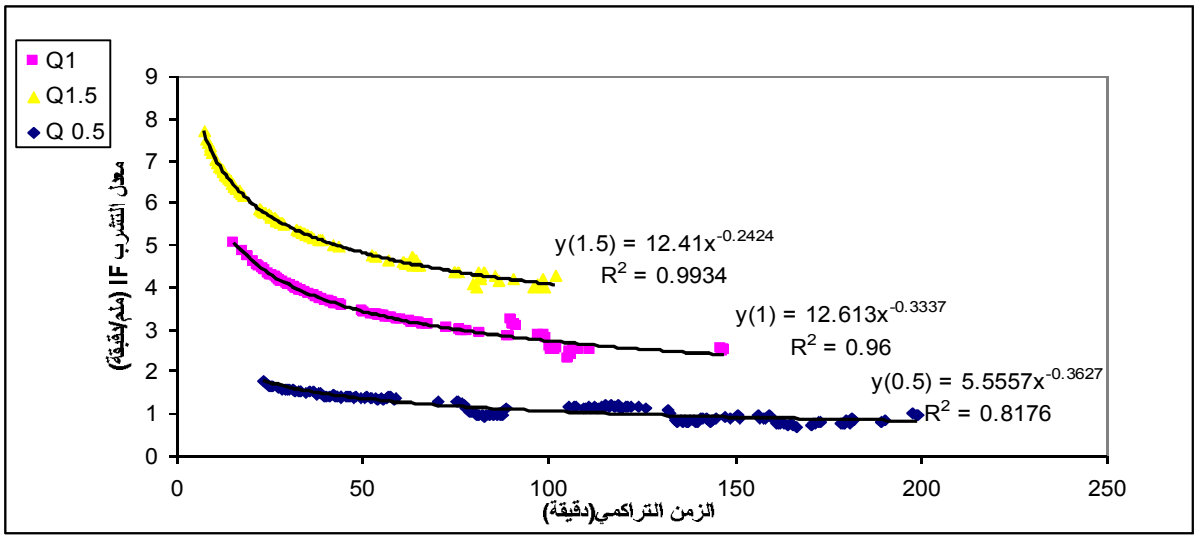
20. ألحديثي, عبد الخالق نعمة .*علاقة الغيض–السيح السطحي في المستجمعات الصغيرة لحصاد المياه*. . أطروحة دكتوراه,كلية الزراعة –جامعة بغداد–العراق. 2001.



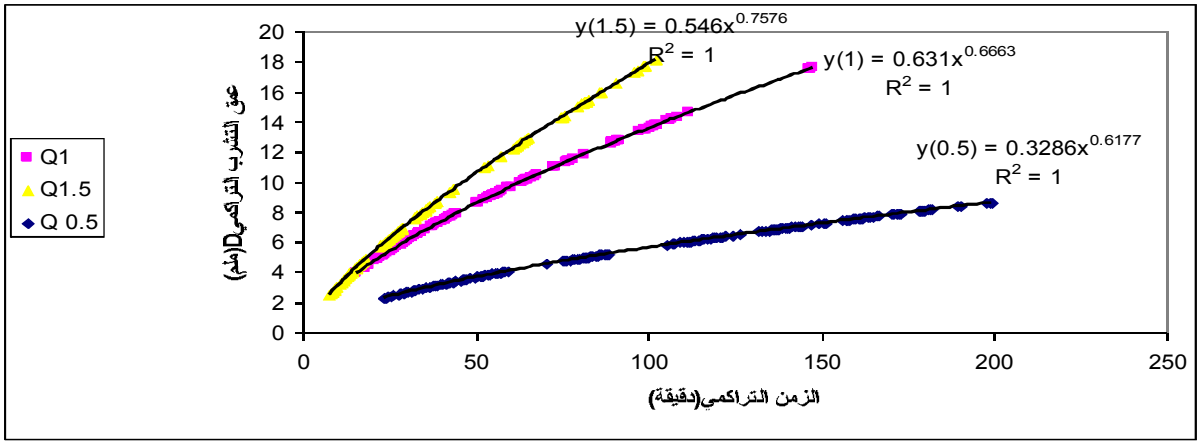
الشكل(1): يبين إبعاد المقطع العرضي للمسقى



الشكل (2): يمثل علاقة تقدم جبهة الماء مع الزمن للتصاريف الثلاثة



شكل (3): علاقة معدل التشرب مع الزمن للتصاريف الثلاثة



شكل (4): علاقة عمق التشرب التراكمي مع الزمن للتصاريف الثلاثة

جدول (1): يبين نتائج مفصولات تربة موقع الدراسة

نوع التربة	النسبة المئوية لمفصولات التربة %		
	طين	غرين	رمل
مزيجيه غرينية silty loam	36	53	11

جدول (2): بيانات تقدم جبهة الماء في المساقي للتصاريف الثلاثة

المسافة (متر)	زمن تقدم جبهة الماء (دقيقة)		
	0.5 لتر/ثا	1 لتر/ثا	1.5لتر/ثا
5	2.5	2.5	1.1
10	7.03	5	2.96
15	13.58	8.66	5.51
20	18.25	12.33	7.2
25	25.2	15.58	8.2
30	34.58	21.5	10.43

جدول (3): جزء من البيانات الحقلية للتصاريف الثلاثة

الزمن(دقيقه)	التصريف (0.5) لتر/ثانية		التصريف (1) لتر/ثانية		التصريف (1.5) لتر/ثانية	
	العمق التراكمي	معدل التشرب	العمق التراكمي	معدل التشرب	العمق التراكمي	معدل التشرب
	(ملم)	ملم/دقيقه	(ملم)	ملم/دقيقه	(ملم)	ملم/دقيقه
35.6	2.98	1.51	6.81	3.82	8.10	5.22
45	3.46	1.42	7.91	3.55	9.56	4.87
55	3.92	1.34	9.15	3.30	11.33	4.65
65	4.17	1.32	10.2	3.12	12.90	4.50
80	4.94	0.96	11.82	2.90	15.18	3.98
90	5.23	1.12	12.65	3.24	16.56	4.21
100	5.83	1.10	13.60	2.58	18.12	4.20
125	6.52	1.15	15.77	2.54		
150	7.27	0.95	17.57	2.51		
175	7.92	0.82				
200	8.65	0.90				

* البيانات الواردة في الجدول تبين جزء قليل جداً من أكثر من 100 قراءة لكل تجربة تم تسجيلها حقلياً ورسمت بيانياً

جدول (4): يبين قيم محيط البلل (P) للتصاريف الثلاثة

التصريف (لتر/ثا)	Wetted parameter (P) (متر)
0.5	0.242
1	0.247
1.5	0.251

جدول (5): يبين دوال التقدم ودوال معدل التشرب والتشرب التراكمي للبيانات الحقلية للتصاريف الثلاثة

التصريف (لتر/ثا)	دالة التقدم $x=at^b$	دالة معدل التشرب $I_F = ct^{\alpha}$	دالة التشرب التراكمي $D=kt^m$
0.5	$X=0.2498t^{1.4456}$	$I_F=5.5557t^{-0.3627}$	$D=0.3286t^{0.6177}$
1	$X=0.3463t^{1.1932}$	$I_F=12.613t^{-0.3337}$	$D=0.631t^{0.6663}$
1.5	$X=0.1606t^{1.2424}$	$I_F=12.41t^{-0.2424}$	$D=0.546t^{0.7576}$

جدول (6): يبين دوال معدل التشرب للبيانات الحقلية ومعادلات كوستاكوف الأصلية و المطورة و معادلة هورتون

التصريف (لتر/ثا)	بيانات الحقل التجريبية	معادلة كوستاكوف الأصلية $I_F = ct^{\alpha}$	معادلة كوستاكوف المطورة $I_F = ct^{\alpha} + Po$	معادلة هورتون $I_F = fc + (fo - fc)\, e^{-kt}$
0.5	$I_F=5.5557t^{-0.3627}$ $R^2=0.8176$	$I_F=5.5557t^{-0.3627}$ $R^2=1$	$I_F=5.5038t^{-0.2406}$ $R^2=0.997$	$I_F=4.3027t^{-0.3706}$ $R^2=0.9232$
1	$I_F=12.613t^{-0.3337}$ $R^2=0.96$	$I_F=12.613t^{-0.3337}$ $R^2=1$	$I_F=12.532t^{-0.1948}$ $R^2=0.988$	$I_F=18.288t^{-0.4105}$ $R^2=0.9947$
1.5	$I_F=12.41t^{-0.2424}$ $R^2=0.9934$	$I_F=12.41t^{-0.2424}$ $R^2=1$	$I_F=14.985t^{-0.441}$ $R^2=0.9988$	$I_F=9.429t^{-0.1866}$ $R^2=0.9946$

جدول (7): المعايير الإحصائية المستخدمة للمقارنة بين معادلات حساب معدل التشرب الثلاث

المعايير	معادلة كوستاكوف الأصلية	معادلة كوستاكوف المطورة	معادلة هورتون	التصريف(لتر/ثا)
R^2	1	0.997	0.9232	0.5
MAE	0.0926	0.7538	0.3144	0.5
MAXE	0.4336	0.9459	0.8497	0.5
RMSE	0.1126	0.762	0.3498	0.5
R^2	1	0.9984	0.9947	1
MAE	0.0471	2.4048	0.3049	1
MAXE	0.4415	2.7593	0.3703	1
RMSE	0.1019	2.4069	0.3514	1
R^2	1	0.9988	0.9946	1.5
MAE	0.0236	3.6992	0.4687	1.5
MAXE	0.2982	3.9982	1.3746	1.5
RMSE	0.0617	3.6997	0.5533	1.5