التنبؤ بغيض الماء الحقلي بالاعتماد على بعض خصائص التربة الفيزيائية

إبراهيم أحمد هدرس الصميدعي[1]* ورمزي محمد شهاب* وضياء عبد محمد التميمي**

* قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة / جامعة تكريت

** قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة / جامعة ديالى

الخلاصــة

أجريت دراسة حقلية في منطقة زراعية تقع ضمن قضاء المقدادية – محافظة ديالى بين خطي طول44 – 46 شرقاً وخطي عرض 33 – 35 شمالاً، لغرض تحديد الخاصية أو الخواص الفيزيائية ذات التأثير الأكبر للتنبؤ بالغيض الحقلي. أنجزت القياسات الحقلية في ستة مواقع مختلفة في خواصها الفيزيائية. قيس غيض الماء في التربة باستعمال جهاز الحلقتين المزدوجتين. استخدم أنموذج الانحدار التدريجي (stepwise regression model)، ولتحديد أفضل معادلة للغيض الحقلي استخدم مفهوم فرق متوسط فاصلة الثقة (mean difference confidence interval) لمقارنة قيم الغيض الحقلي مع تلك المقدرة من معادلات الانحدار. واستعمل أيضاً مفهوم بلاند – التمان (Bland – Altman) لرسم التوافق بين قيم الغيض الحقلية مع تلك المتوقعة.

بينت النتائج أن التنبؤ بمعدل الغيض الحقلي (i) أعتمد على معدل الغيض المختبري (Li) والرطوبة الابتدائية للتربة (Θ_{mi}) والرطوبة الحجمية عند شد 33 كيلو باسكال (Θ_{33}) و 1500 كيلوباسكال(Θ_{1500}) للتربة لأنموذج الانحدار الخطي ذات المتغيرات الأربعة

$$i = - 0.04177 + 0.53303\ Li + 0.00210\ \Theta_{mi} + 0.15584\ \Theta_{33} + - 0.10032\ \Theta_{1500}$$

وبمعامل تحديد R^2 = 1.00 والجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ RMSE = 0.0 وبذلك يمكن اعتمادها بقوة في توقع الغيض الحقلي. واظهرت النتائج ايضاً أن قيم الغيض المقدرة تزداد بمقدار 0.214 أو تقل بمقدار 0.213 عن قيم الغيض المقاسة حقلياً.

الكلمات المفتاحية :
التنبؤ ، غيض الماء الحقلي ، خصائص التربة الفيزيائية.

للمراسلة :
ابراهيم احمد هدرس الصميدعي
قسم علوم التربة والموارد المائية – كلية الزراعة – جامعة تكريت– **العراق.**

Prediction of Field Water Infiltration Based on Soil Physical Characteristics

Ibrahim A.Hidres Al-Somaedai* ; Ramzi M. Shihab* and Deia A.Mohammed Al-Tamimi**
*College of Agriculture - Tikrit University ** College of Agriculture Diyala University

ABSTRACT

A field study was conducted in the agricultural area located at the town of Al – Muqdadiya- Diyala province (Longitudes 44 – 46 East, Latitudes 33 – 35 North). The purpose of the study is to determine, the most effective soil properties on the prediction of field infiltration. Measurements were achieved in six different sites in duding their soil textures and other soil characteristics. Infiltration was measured by using a double ring infiltrometer. A stepwise regression method was applied in order to determine the best field infiltration rating equation. Mean difference confidence interval approach was used to compare the infiltration values predicted by models with these values measured by field data. Additionally, the Bland – Altman approach was used to plot the agreement between the two methods values.

Results showed that the predicted of field infiltration rate (i) was depend on laboratory infiltration rate (Li), initial soil volumetric moisture content volumetric moisture elementary soil (Θmi), soil moisture at content 33 kPa (Θ_{33}),and 1500 kPa(Θ_{1500}) according to the fallowing linear regression model.

$$i = - 0.04177 + 0.53303\ Li + 0.00210\ \Theta_{mi} + 0.15584\ \Theta_{33} + - 0.10032\ \Theta_{1500}$$

with R^2 = 1.00 and RMSE = 0.0 can be adopted strongly in predicting infiltration field results and also the results showed that the predicted infiltration values increase and decrease by measured field infiltration rate.

Key words:
Prediction, Field Water Infiltration, Soil Physical Characteristics.

Correspondence:
Hbrahim A. Al=Somaedai
College of Agriculture - Tikrit University-
IRAQ.

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول

المقدمة :

يطلق على حركة الماء من سطح التربة عمودياً إلى الأسفل بالغيض (Infiltration). تسمى الكمية الكلية للماء التي تدخل للتربة في زمن معين بالغيض التراكمي أو الكلي (Accumulated Infiltration)، ويمثل بوحدات طول، أما معدل الغيض (Infiltration rate) فيمثل حجم الماء المار خلال سطح التربة لوحدة المساحة وفي وحدة زمن ووحداته هي وحدات (طول / زمن) أي وحدات سرعة (عبد الرحمن واخرون ،2011). يعد حساب الغيض ضرورياً في تخمين تقدم الماء وانحساره في نظم الري السطحي والسيح والتعرية إضافة إلى كمية الغيض الحاصلة خلال عملية الري (حسين وآخرون، 2010). تعتمد عملية الغيض على خصائص التربة المختلفة، والتوزيع الابتدائي للماء في التربة قبل الري فضلاً عن حركة الماء على سطح التربة وعمق الماء فوق سطحها. كل هذه الخصائص والظروف تختلف على مستوى الحقل وبذلك فأنها تؤدي الى تغاير كبير في الغيض على مستوى الحقل (Rashidi وآخرون، 2014). ولأن قياس الغيض يتطلب وقتاً كبيراً للتنبؤ بمعدل غيض الماء في التربة يجب أن تكون التقانة المستخدمة للتنبؤ بالغيض الحقلي ملائمة ويمكن تطبيقها بالاعتماد على خصائص التربة والحقل. إن صياغة أنموذج غيض بسيط يستند إلى خصائص التربة يمكن قياسها مختبرياً بطرائق سهلة وممكنة سيوفر بلا شك في الإمكانيات والجهود التي تبذل في تقدير غيض الماء في التربة حقلياً. جرت العديد من المحاولات لتقدير الغيض من بعض خصائص التربة وخاصة نسجتها. والأساس في ذلك هو تكوين علاقة تجريبية بين خصائص التربة والغيض المراد تقديره، وهذا يمكن إنجازه بوساطة العديد من النماذج الرياضية مثل الانحدار الخطي المتعدد وغيرها من النماذج (Ekhmaj، 2010 و Sarmadian وآخرون 2014). بالرغم من أن الكثير من العمل البحثي قد أنجز والذي يبين العلاقة بين غيض ماء التربة وخصائصها المختلفة الاخرى، الا أن القليل جداً من البحوث قد أنجزت للتنبؤ بالغيض اعتماداً على خصائص التربة المختلفة. لذا فان هذه الدراسة تهدف إلى التنبؤ بالغيض الحقلي بدلالة الخصائص الفيزيائية للتربة باستخدام أنموذج الانحدار التدريجي وبعض المفاهيم الاحصائية الاخرى.

المواد وطرائق العمل :

حددت ستة مواقع مختلفة في نسجتها وخصائصها الفيزيائية الاخرى في قضاء المقدادية ضمن محافظة ديالى والتي تقع بين خطي طول 44 – 46 شرقاً، وخطي عرض 33 – 35 شمالاً. استخدمت طريقة الاسطوانة المزدوجة Double ring (infiltrometer) لقياس غيض الماء للمواقع المختارة، وحسب الطريقة الموصوفة من قبل Parr و Bertrand (1960). بلغ قطر الحلقة الصغيرة 30 سم والحلقة الكبيرة 60 سم وارتفاع كل منهما 25 سم. أخذت عينات تربة من مواقع الدارسة التي تم قياس الغيض فيها حقلياً وجففت هوائياً ثم مررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم بعد طحنها بواسطة مطرقة خشبية. هيئت أعمدة زجاجية ذات قطر 2.3 سم وطول 25 سم، وضعت طبقة من الصوف الزجاجي وحصى ناعم أسفل كل عمود لمنع عبور التربة خارج العمود ثم عبئت التربة في الاعمدة بطريقة بحيث تم الحصول على كثافة ظاهرية مساوية للحقل تقريباً. أضيف الماء الى سطح كل عمود باستخدام دورق زجاجي سعة 100 مل وكان ارتفاع عمود الماء فوق سطح الاعمدة 1 سم. وبعد ان تم تهيئة الاعمدة تم قياس عمق ماء الغيض مع الزمن فضلاً عن قياس تقدم جبهة الابتلال في الاعمدة مع الزمن.

أخذت عينات تربة بصورة عشوائية من المواقع المختلفة لترب الدراسة من الطبقة السطحية للعمق 0 - 30 سم ثم مزجت جيداً و جففت هوائيا ونعمت بمطرقة خشبية ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم، أخذت منها عينة لكل موقع ولجميع ترب المستخدمة في الدراسة لغرض قياس الخصائص الفيزيائية و الكيميائية المختلفة (الجدولان 1 و 2).

جدول 1. بعض الصفات الفيزيائية للترب المستعملة في الدراسة

ت	الغرين	الطين	الرمل	صنف النسجة	معدل الغيض الحقلي (سم/دقيقة)	معدل الغيض المختبري (سم/ دقيقة)	الرطوبة الابتدائية (%)	الكثافة الظاهرية (ميكاغرام.م^{3})	التجمعات الثابتة بالماء (%)	الايصالية المائية المشبعة (سم/ دقيقة)	المسامية (%)	الرطوبة الحجمية عند33 كيلو باسكال	الرطوبة الحجمية عند1500 كيلو باسكال
	(غم/ كغم)												
1	97.6	88.8	813.6	رملية مزيجة	0.313	0.625	5.50	1.37	13.6	0.1086	49.00	0.098	0.052
2	236.0	124.0	640.0	مزيجة رملية	0.052	0.073	11.08	1.32	33.8	0.01	51.00	0.150	0.078
3	317.6	208.8	473.6	مزيجة	0.062	0.033	11.10	1.42	15.5	0.0026	47.00	0.512	0.186
4	337.6	388.8	273.6	مزيجة طينية	0.046	0.005	17.40	1.42	25.6	0.0007	47.00	0.462	0.232
5	536.0	404.0	60.0	طينية غرينية	0.040	0.013	18.84	1.52	32.1	0.0023	43.00	0.355	0.201
6	296.0	624.0	80.0	طينية	0.033	0.015	15.98	1.39	26.5	0.00036	48.00	0.354	0.221

جدول 2. بعض الصفات الكيميائية للترب المستعملة في الدراسة

ت	النسجة	PH	EC 1:1	المادة العضوية	معادن الكاربونات	الجبس	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	K^{+1}	Cl^{-1}	HCO_3^{-1}	$CO_3^{=}$	$SO_4^{=}$	السعة التبادلية للأيونات الموجبة
			ديسي سيمنز/ م	(غم. كغم$^{-1}$)			ملي مول لتر$^{-1}$								سنتمول. شحنة.كغم$^{-1}$
1	رملية مزيجة	7.80	1.15	5.17	379	0. 44	4.0	2.0	1.259	0.396	4.2	1.8	–	4.4	14.93
2	مزيجة رملية	7.84	3.84	22.77	241	0. 6	11.2	7.2	1.765	0.906	6.6	3.2	–	14.0	19.12
3	مزيجة	7.96	8.48	16.21	174	4.3	34.6	9.4	1.503	0.619	5.6	2.6	–	43.2	24.35
4	مزيجة طينية	7.68	4.91	10.35	252	2.9	20.6	18.4	3.532	0.286	5.4	2.2	–	38.6	22.13
5	طينية غرينية	7.86	3.18	19.32	282	19.6	7.8	10.2	2.01	0.219	4.6	3.8	–	16.0	21.23
6	طينية	7.71	4.02	14.44	260	21.5	7.2	11.8	3.36	0.268	4.4	3.6	–	17.0	21.88

أنموذج الانحدار التدريجي (stepwise regression model)

استخدم أنموذج الانحدار التدريجي (Stepwise regression) لإيجاد أفضل معادلة انحدار وذلك باستخدام برنامج SAS للتنبؤ بالغيض الحقلي من خصائص التربة المختلفة، ومن خلال معادلة الانحدار الخطي المبين في المعادلة الآتية:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots\ldots\ldots b_nx_n \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

إذ أن Y : المتغير المعتمد أو التابع (معدل غيض الماء في التربة المقاس حقلياً (سم/دقيقة).

x_1 و x_2 و .... x_n : المتغير المستقل (يمثل أي خاصية فيزيائية أو كيميائية مقاسة مختبرياً).

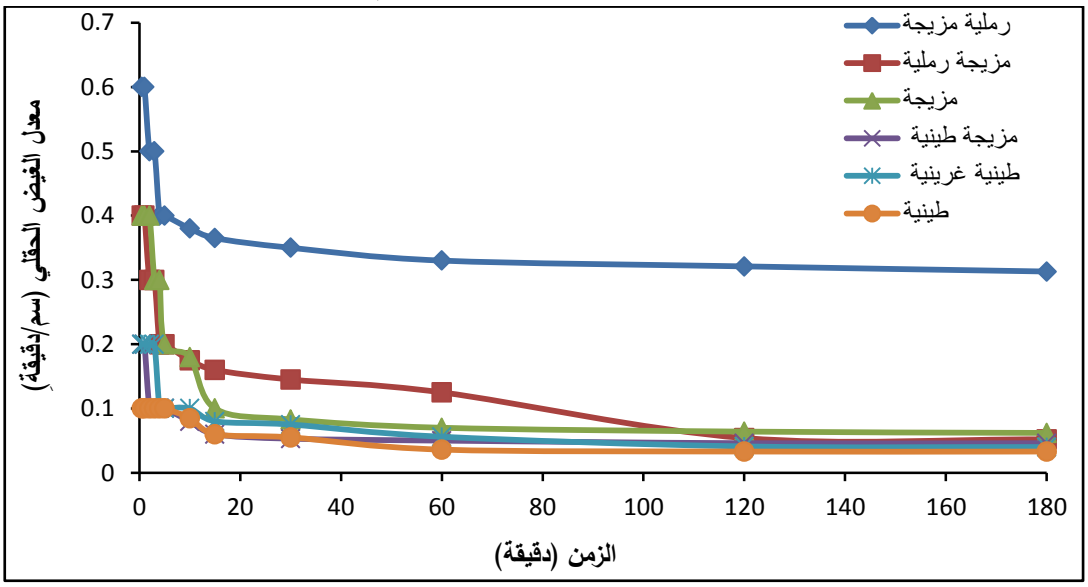
b_1 و b_2 و ..... b_n : قيم معاملات الانحدار.

يستخدم هذا الأنموذج لتحديد أهم المتغيرات المستقلة، ومن خلال استبعاد المتغيرات المستقلة الأخرى التي ليس لها تأثيرٌ معنويٌ أو تأثير قليل في تحسين القدرة التنبؤية للبرنامج. ومن ثم يمكن تطبيق برنامج الانحدار التدريجي، والذي يستند على إدخال المتغيرات واحداً تلو الآخر حسب نسبة الجزء الذي يعزى اليه تفسير الاختلافات الكلية في المتغير التابع، أو يدخل كل المتغيرات في المعادلة وبالتدريج يلغي المتغيرات باستخدام اختبار F-Test أيضاً، ويتم الحذف اذا كانت قيمة F المحسوبة أقل من قيمة FOUT، المعيار الغيابي Pout اللازم تحقيقه. وتظهر أهمية تطبيق هذا البرنامج لأنه أحد طرائق علاج مشكلة الارتباط الخطي أو الذاتي بين المتغيرات المستقلة فضلاً عن ترتيب المتغيرات حسب أهميتها في تفسير المتغير التابع.

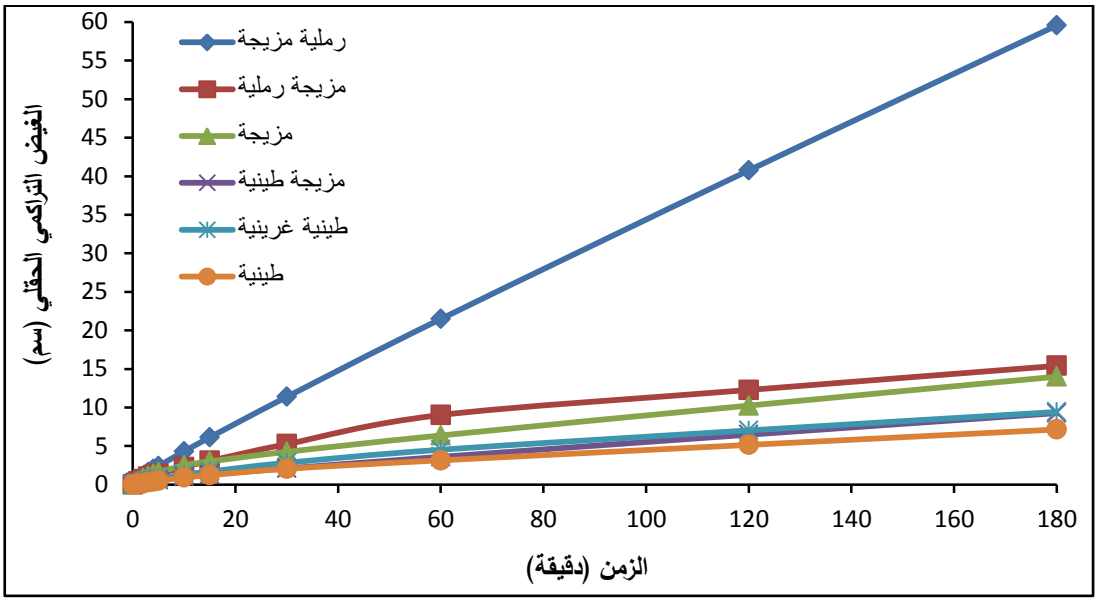
أدخلت قيم الغيض المختبري ومحتوى الغرين والطين والرمل والكثافة الظاهرية والتجمعات الثابتة بالماء والرطوبة الابتدائية والرطوبة عند شد 33 و1500 كيلو باسكال في الأنموذج للحصول على الخاصية الأكثر تأثيراً في الغيض الحقلي.

النتائج والمناقشة :

تبين النتائج في الشكلين 1 و2 معدل الغيض الحقلي والغيض التراكمي لترب الدراسة، إذ توجد هنالك فروقات في معدل الغيض باختلاف نسجه التربة والصفات الأخرى، يعزى سبب اختلاف معدل الغيض إلى نسجة التربة اذ تفوقت التربة الخشنة النسجة على بقية الترب بسبب انخفاض نسبة الطين وكبر حجوم المسامات وبالتالي سهولة حركة الماء فيها (Micheal، 1978 و Skaggs وآخرون، 1980 و Jarris و Messing، 1995 و FAO، 2003).



شكل 1. العلاقة بين معدل الغيض والزمن لترب مختلفة النسجة



شكل 2. العلاقة بين الغيض التراكمي والزمن لترب مختلفة النسجة

تبين النتائج في الجدول 3 معادلات الانحدار إذ تبين هنالك أربع صفات فيزيائية لها تأثير في معدل الغيض المقاس حقلياً والصفة التي كان لها أكبر تأثير هو معدل الغيض المختبري والذي بلغت قيمة R^2 0.9910 وقيمة RMSE 0.0230.

جدول 3. العلاقة بين صفات التربة الفيزيائية ومعدل الغيض المقاس حقلياً

الأنموذج	معادلات الانحدار	R^2	RMSE
1	$i = 0.345029 + 0.443695\ Li$	0.9910	0.0230
2	$i = -0.01917 + 0.51003\ Li + 0.13039\ \Theta_{mi}$	0.9987	0.0093
3	$i = -0.04649 + 0.54050\ Li + 0.00135\ \Theta_{mi} + 0.14630\ \Theta_{33}$	0.9998	0.0036
4	$i = -0.04177 + 0.53303\ Li + 0.00210\ \Theta_{mi} + 0.15584\ \Theta_{33} - 0.10032\ \Theta_{1500}$	1.00	0.0000

i = معدل الغيض الحقلي Li = معدل الغيض المختبري Θ_{1500} = الرطوبة الحجمية عند 1500 كيلو باسكال Θ_{33} = الرطوبة الحجمية عند 33 كيلو باسكال Θ_{mi} = الرطوبة الوزنية الابتدائية

وعند إدخال الرطوبة الوزنية الابتدائية مع معدل الغيض المقاس مختبرياً أدت الى زيادة قيمة R^2 اذ بلغت 0.9987 وانخفاض قيمة RMSE لتصل الى 0.0093. وعند إدخال الرطوبة الحجمية عند 33 كيلو باسكال مع معدل الغيض المقاس مختبرياً والرطوبة الابتدائية أدت إلى زيادة قيمة R^2 والتي بلغت 0.9998 وانخفاض قيمة RMSE اذ بلغت 0.0036. وعند إدخال الرطوبة الحجمية عند 1500 كيلو باسكال مع الصفات الثلاثة السابقة بلغت قيمة R^2 1.00 وقيمة RMSE صفر. إن سبب كون قيم الغيض المختبري أعطت أعلى ارتباط مع الغيض الحقلي يعود إلى أن تعبئة اعمدة التربة كان بكثافة ظاهرية مساوية لترب الحقل وكان محاكاة لواقع الحقل تقريباً مما أدى إلى تقارب نتائج الغيض في الحالتين، وهذا يبين امكانية التنبؤ بالغيض من نتائج الغيض المختبري.

يبين جدول 4 قيم R^2 للخصائص الفيزيائية الداخلة في البرنامج كل على حدة، إذ تبين أن الخصائص اختلفت في إمكانية التنبؤ بالغيض الحقلي وكان ترتيبها كالاتي: الغيض المختبري > الرطوبة الحجمية عند 1500 كيلو باسكال > الرطوبة الحجمية عند 33 كيلو باسكال > الرطوبة

الوزنية الابتدائية> الرمل > الغرين > التجمعات الثابتة بالماء > الطين > الكثافة الظاهرية. مما سبق يتبين أن المعادلة التي يمكن اعتمادها في التنبؤ بالغيض الحقلي هي

$$i = 0.04177 + 0.53303\ Li + 0.00210\ \Theta_{mi} + 0.15584\ \Theta_{33} + -0.10032\ \Theta_{1500} \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

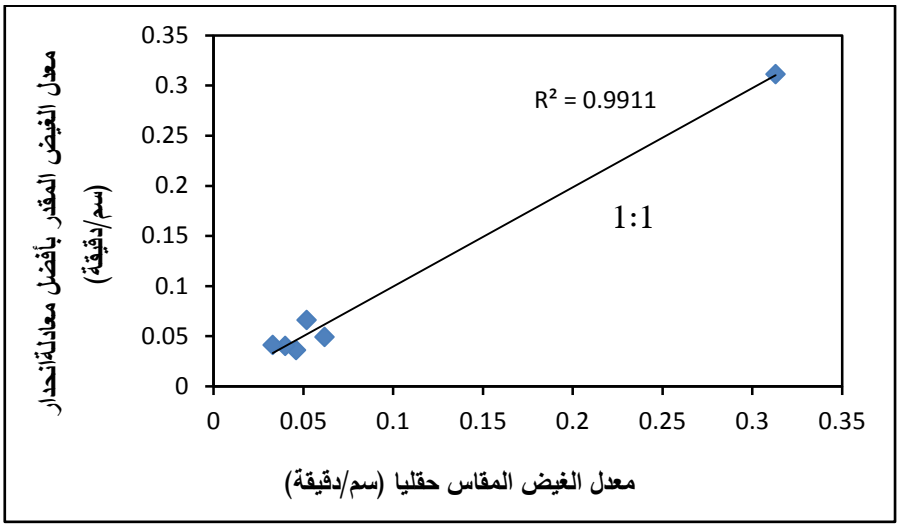
ان لنسجه التربة دور كبير في عملية غيض الماء في التربة ولكن لم يظهر دورها كما كان متوقعاً (جدول 4) والسبب ربما يعود إلى دخولها ضمنياً في علاقة الغيض المختبري مع الغيض الحقلي لذلك لم يظهر تأثيرها وخاصة الطين والرمل، كما أن البرنامج المستعمل (الانحدار التدريجي) يعزل تأثير الصفات فيما بينها لذلك يمكن أن يكون لنسجة التربة تأثير قوي في الصفات الفيزيائية الأخرى التي أثرت في الغيض الحقلي.

جدول 4. قيم معامل تحديد (R^2) الصفات الفيزيائية الداخلة في البرنامج

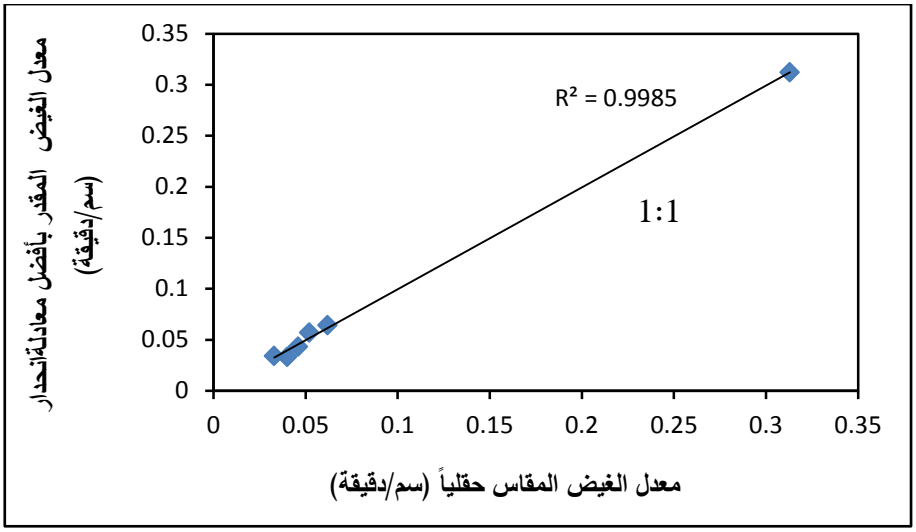
الصفات الفيزيائية	رمز كل صفة	R^2
معدل الغيض المختبري	Li	0.991
الغرين	Si	0.522
الطين	Ca	0.347
الرمل	Sa	0.533
الكثافة الظاهرية	Pd	0.084
التجمعات الثابتة بالماء	Ag	0.454
الرطوبة الوزنية الابتدائية	Θ_{mi}	0.650
الرطوبة الحجمية عند 33 كيلو باسكال	Θ_{33}	0.660
الرطوبة الحجمية عند 1500 كيلو باسكال	Θ_{1500}	0.828

إن النتائج أعلاه لم تتفق مع نتائج Smerdon وآخرون، (1988) وMustafa وآخرون (2003) و Walker (2004) و Walker وBusman، (1990) وRashidi وآخرون (2014) و Refahi Mohammadi (2006) و Holzapfal وآخرون(1988). الذين بينوا أن لنسجه التربة هي العامل الأكثر تأثيراً في الغيض الحقلي. يعود سبب تأثير الرطوبة الوزنية الابتدائية ورطوبة التربة عند حدود السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم إلى أن الامتصاصية (S) تزداد بانخفاض رطوبة التربة (Jury وHorton، 2004). كما أن التربة الرطبة تقلل انحدارات السحب (Suction gradients) في بداية دخول الماء ما تلبث ان تتلاشى سريعاً(Hillel، 2004). فضلاً عن أن التربة يمكن ان تتمدد بزيادة رطوبة التربة نتيجة لوجود معادن الاطيان خاصة مجموعة السمكتايت مسببة انخفاض حجوم المسامات (Shukla، 2014).

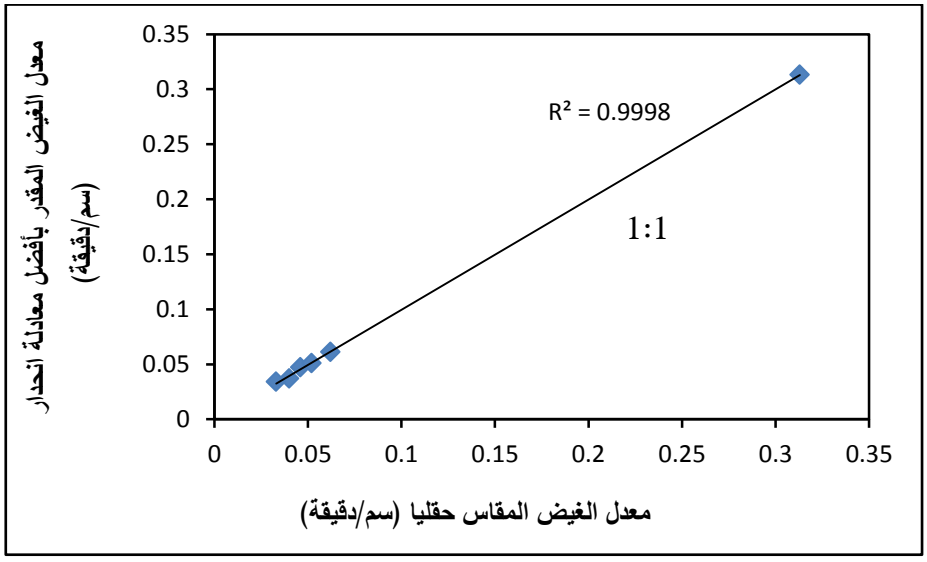
عند مقارنة قيم معدل الغيض الناتج من الانموذج في المعادلات 1 – 4 مع قيم معدل الغيض الحقلي من خلال خط التساوي (1:1) (الاشكال 3 – 6). تبين هذه الاشكال أن قيمتا معدل الغيض قد تقاربتا مع بعضهما البعض بالانتقال من معادلة إلى أخرى لحين وقوع جميع النقاط على خط التساوي (شكل 6) وان قيم R^2 قد ازدادت ايضاً لتبلغ 1.00 عند استعمال المعادلة 4 (جدول 3).



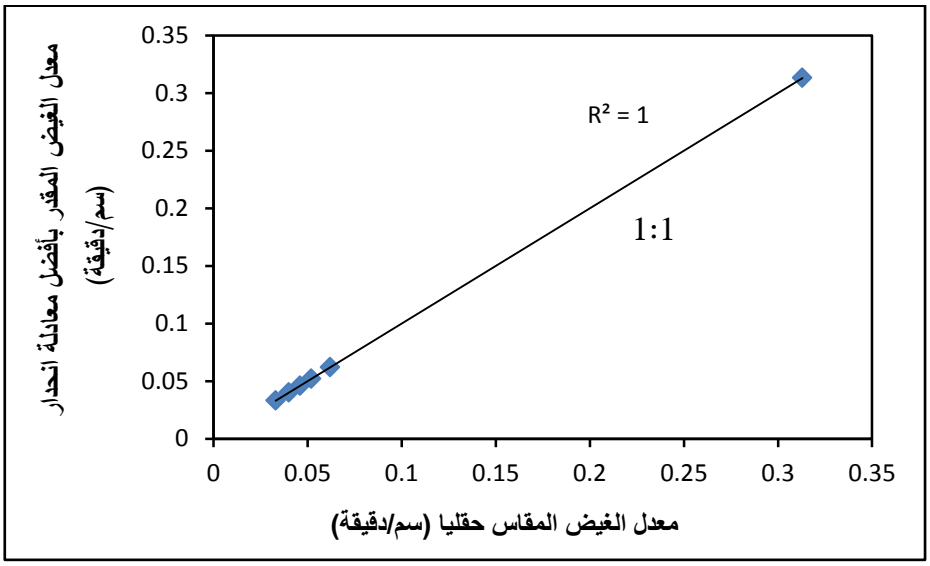
شكل3. معدل الغيض المقاس حقليا مع معدل الغيض المحسوب بمعادلة الانحدار الأولى



شكل4. معدل الغيض المقاس حقليا مع معدل الغيض المقاس بمعادلة الانحدار الثانية

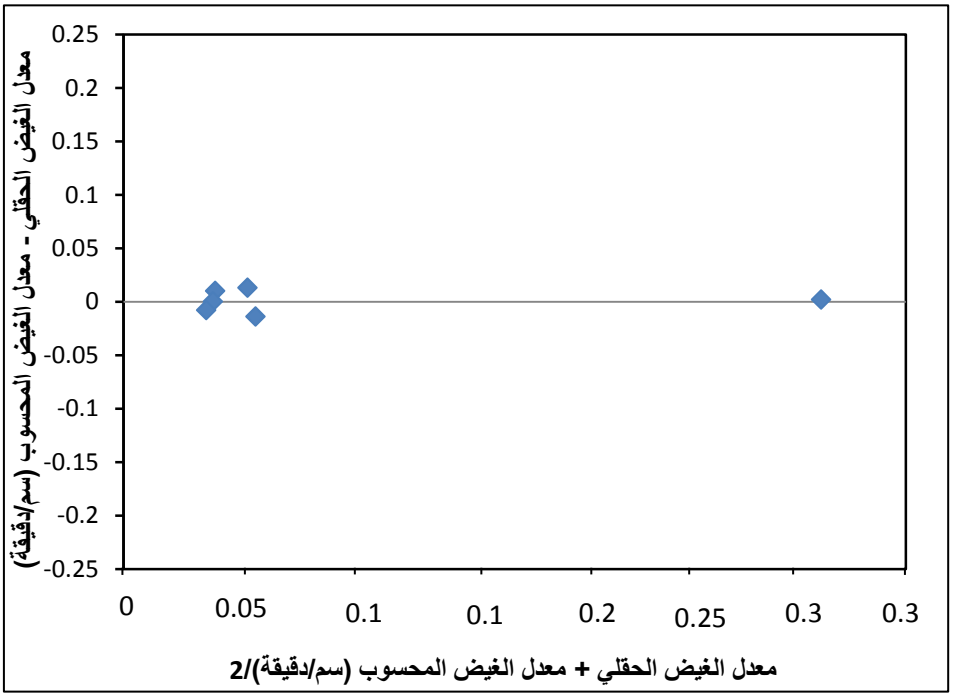


شكل5. معدل الغيض المقاس حقليا مع معدل الغيض المحسوب بمعادلة الانحدار الثالثة

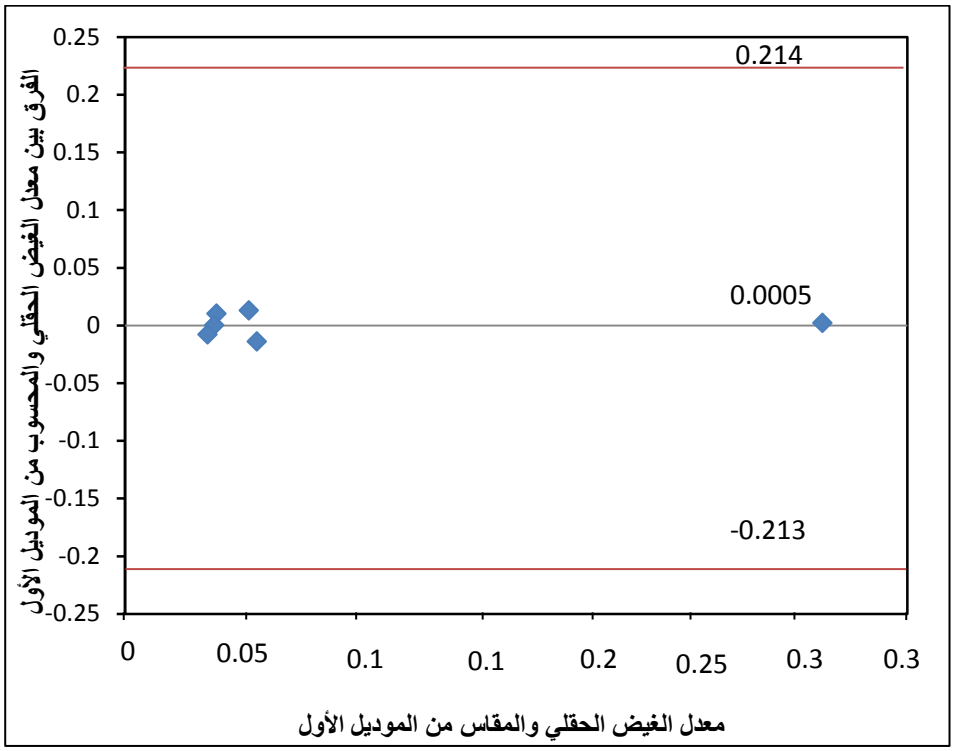


شكل6. معدل الغيض المقاس حقليا مع معدل الغيض المحسوب معادلة الانحدار الرابعة

ولتمثيل البيانات بشكل آخر، رسم الفرق بين معدل الغيض الحقلي ومعدل الغيض المحسوب مقابل متوسطا تهما (شكل 7)، إذ يظهر هذا الشكل التوافق بشكل أفضل مقارنة مع التوافق المبين في شكل 3، (اجريت الحسابات باستخدام الأنموذج الأول فقط المتعلق بالغيض المختبري) إذ يظهر اي قيم متطرفة يمكن أن تحصل. وعند استخدام حدود ثقة قدرها 95% وعند اضافتها الى شكل 7 نحصل على نتائج أفضل لتمثيل البيانات من خلال النقاط الشاذة عند حدود الثقة هذه (شكل 8).



شكل7. معدل الغيض الحقلي و معدل الغيض المحسوب من الموديل الأول



شكل 8. فروقات معدل الغيض

إن المتوقع هنا أن معظم الفروقات بين القراءتين تقع بين d^- - 1.96 sd و d^- + 1.96 sd وإن توزيعها يكون طبيعياً بين هاتين القيمتين اذ ان d^- = 0.0005 و Sd = (0.214 و - 0.213) لأن القسم الاكبر من التغاير بين القراءتين قد ازيل من خلال الفروقات، وهذا يسمى حدود التوافق (Bland و Altman، 1999 و Rashidi وآخرون، 2014). أن متوسط الفرق في معدل الغيض (الحقلي – المقدر) بلغ 0.0005 سم /دقيقة (شكل 8)، وإن الانحراف القياسي (Sd) بلغ 0.109 سم/دقيقة وبذلك نحصل على حدود الثقة 95% من خلال :

d^- - 1.96 sd = 0.0005 – (1.96× 0.109) = - 0.213 سم/دقيقة

d^-+ 1.96 sd = 0.0005 + (1.96 × 0.109) = 0.214 سم/دقيقة

لذلك فإن معدل الغيض المقدر بالمعادلة الأولى ربما يكون أكبر بمقدار 0.214 أو أقل بمقدار 0.213 سم/ دقيقة عن قيم الغيض المقاس حقلياً (شكل 8).

الاستنتاجات :

أستعمل أنموذج الانحدار التدريجي للتنبؤ بمعدل الغيض الحقلي (i) المعتمد على خصائص التربة الفيزيائية. بينت النتائج أن الفروقات بين القيم الغيض المقاسة والمتوقعة لم تكن معنوية احصائياً. لذلك فإن أنموذج الانحدار الخطي ذات المتغيرات لأربع المعتمدة معدل الغيض المختبري (Li) والرطوبة الوزنية الابتدائية (Θ_{mi}) والرطوبة الحجمية عند 33 (Θ_{33}) و1500 كيلو باسكال (Θ_{1500}).

$$i = 0.04177 + 0.53303\ Li + 0.00210\ \Theta_{mi} + 0.15584\ \Theta_{33} + -0.10032\ \Theta_{1500} \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

ذات R^2 = 1.00 RMSE = 0.0 أعطى طريقة سهلة واقتصادية ومختصرة للتنبؤ بمعدل الغيض الحقلي.

المصادر :

حسين، محمد حسن وهادي عبد الامير، سعد سلمان، سحر أديب وسندس صالح.2010. دراسة الرشح (الغيض) وبعض الصفات الفيزيائية و الكيميائية في الموقع المقترح لحقل تجارب كلية الزراعية – جامعة بابل – مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 2(4): 143 – 157.

عبدالرحمن، جمال ناصر و عبدالله حسين الشيخلي. 2011. تأثير فترة ومستوى الري وتصريف المنقط على معدل الغيض في الترب الطينية. مجلة العلوم الزراعية العراقية – 42 (عدد خاص) 108 – 125.

Bland, J. M. and D. G. Altman, 1999. Measuring agreement in method comparison studies. Statistical Methods in Med. Res. 8(2): 135 – 160.

Ekhmaj, A. I. 2010. Predicting soil infiltration rate using Artificial Neural Network. Int. conf. Environ. Eng. App. (ICEEA 2010)

Food and Agriculture Organization (FAO). 2003. Irrigation Water management. Training Manual. Washington. Website: http://www.fao.org.

Hillel, D. 2004. Introduction to Enviromenlal Soil Physics. Academic Press Amsterdam, Boston. Elsevier.

Holzapfel, E., M. Marino, A. Valenzuela and F. Diaz, 1988. Comparison of infiltration measuring methods for surface irrigation. J. Irrig. Drain. Eng. 114(1): 130 – 142.

Jarris, N. J., Messing, I., 1995. Near – saturated hydraulic conductivity in soils of contrasting texture measured by tension infiltrometer. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 27 – 34.

Jury, W., and R. Horton. 2004. Soil Physics. sixth edition. John Wilay Sons Inc.

Micheal, A. M. 1978. Irrigation Theory and Practice. Vikas Publishing House Pvt ., Ltd., New Delhi, India.

Mohammadi, M. H., and H. G. Refahi. 2006. Estimation of infiltration through soil physical characteristics. J. Iran. Agric. Sci. 36: 1391 – 1398.

Mustafa, O.S., M. Arshah, I. Sattar and S. Ali, 2003. Adoption of Kostiakov model to determine the soil infiltration for surface irrigation methods under local conditions. Inter. J Agric. Bio. 5(1): 40 – 42.

Parr, J.F. and A. R. Bertrand. 1960. Water infiltration into soils. Adv. Agron.12: 311 – 363.

Rashidi, M. and A. Ahmadbeyki and A. Hajiaghaei, 2014. Prediction of soil Infiltrion Rate Based on Some Physical Propertise of soil. Am – Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 14(12): 1359 – 1367.

Sarmadian, F., R. Taghizadeh-Mehrhardi. 2014. Estimation of infiltration rate and deep percplation water using feed-forward neural networks in Gorgan Province. Eurasian . Soil Sci. (3): 1 – 6.

Shukla, M. K. 2014. Soil Physics, An Intraduction CRC Press, Taylor and Francis Group. Boca Raton, London, New York.

Skaggs, R. W., D. E. Miller and R. H. Brooks. 1980. Soil water. Part 1- properties. In M. E. Jensen (ed.). Design and Operation of Farm Irrigation Systems. ASAE Monograph No. 3. PP: 77 – 123.

Smerdon, E. T., A. W. Blav and D. L. Reddel**.** 1988. Infiltration from irrigation advance data ıı experimental. J. Irrig. Drain. Eng, 114: 4 – 17.

Walker, W. R. and J. Busman, 1990. Real time estimation of furrow irrigation. J. Irrig. . Drain. Eng., ASCE, 116: 299 – 317.

Walker, W. R., 2004. Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design: Guide and Technical Documentation. Department of Biological and Irrigation Engineering. Utah State University, Logan, Utah.