بحث أصلي (Re f. 2088)

ب إبراهيم ، ع يعقوب

تجارب حول حساب البعد المصرفي بدلالة الشقوق المتشكلة في الترب الطينية

المستخلص : بينت الدراسات المخبرية والحقلية الخاصة بالترب الطينية أن الشقوق التي تتشكل في هذه الترب في فترة الجفاف ، والتي تزول بشكل شبه كامل عند ترطيب التربة ، من الممكن إستخدامها في تحسين كفاءة الصرف وذلك بالمحافظة على وجود هذه الشقوق وإستمرار تأثيرها الإيجابي في التربة خلال فترة الرطوبة المرتفعة ، وذلك لكونها تلعب دوراً كأقنية الصرف العمودية في التربة. إن الإستفادة من هذه الظاهرة يبقى منقوصاً إذا لم يتم إعتماد ذلك في المعادلات التي تدرس البعد المصرفي. في هذا البحث تم إجراء تعديل لمعادلة إرنست التي تستخدم في تحديد المسافات بين المصارف والقيم الحدية لها بإدخال نسبة الطين في التربة كمتغير في المعادلة .

كلمات مدخلية: الترب الطينية ، الشقوق ، الصرف الزراعي ، البعد المصرفي ، معادلة إنست – تعديل .

Field and Laboratory Evaluation of the Impact of Heavy Clay Soil Cracks

B Ibrahim and A Yacoub

Abstract: Field and Laboratory evaluation of the impact of soil cracking on drainage and improvement of hydraulic conductivity of the heavy clay soil was conducted on the clay soils of Lattakia (region of Mediterranean).This research was to investigate the spatial and temporal variability of water movement in cracking field soil and study the impact of cracks as vertical drains in soil and to develop a correction factor for equation of drainage spacing.

Keywords: Clay soil, Cracks, Drainage, Vertical drains, Equation.

المقدمة

تلعب شبكات الصرف الزراعي دوراً هاماً في المناطق الرطبة والتي تعاني من إرتفاع مستوى الماء الأرضي ، الأمر الذي يجعل من الضروري الإهتمام بها ودراسة كفاءة عملها والمحافظة عليها ، لأن أي خلل في عمل أي جزء من أجزائها قد يؤدي إلى أضرار إقتصادية ومادية كبيرة ، وأن أكثر ما يسبب ذلك هو إنسداد المصارف الناجم عن إنتقال التربة إلى داخل المصرف وإستقرارها ضمن مقطعه ، مما يؤدي إلى إنخفاض كفاءة عمله وأحياناً تعطيله تماماً.

تعاني حوالي 3500 هكتار من ترب حوض السن في منطقتي (بخضرمو والشراشير) في ساحل جمهورية سوريا من إرتفاع منسوب الماء الأرضي وإنخفاض فعالية الصرف نتيجة زيادة معدل الطين في هذه الترب مع تميزها بخاصيتي الإنكماش والإنتفاخ ، وهذا ما يؤثر سلباً على إمكانية زراعة هذه الترب بشكل مكثف وبالمحاصيل الإقتصادية المناسبة . إن نجاح عملية الصرف الزراعي في التربة الطينية يتعلق بطبيعة التربة و بشبكة الصرف المستخدمة ومدى دقة حساب أبعادها لتناسب مواصفات التربة المراد إجراء عملية الصرف الزراعي لها. من أجل الوصول إلى مواصفات مناسبة لشبكات الصرف في الترب الطينية المتشققة في الساحل السوري ، كان لابد من مراعاة أثر شقوق التربة في زيادة فعالية الصرف في هذه الترب . وذلك كما أشار(إبراهيم ، يعقوب ، والضرير2000) بملء شقوق التربة بمادة نفوذه ، وهذا ما يحدث أحياناً في بعض ترب المناطق الجافة بشكل طبيعي (Blume, 1987). حيث إن وجود مثل هذه الشقوق يؤدي إلى تحسين أداء شبكات الصرف في هذا النوع من الترب ، وذلك عن طريق إستخدامها كأقنية صرف عمودي مساعدة لشبكة الصرف في التخلص من ماء التربة الزائد ، وخفض مستوى الماء الأرضي إلى الحد المطلوب ، وخلال فترة زمنية محددة . وهذا ما بينه (Yong ,1985) أيضا في تجاربه.

تعاني الترب الطينية في الساحل السوري من إرتفاع الماء الأرضي خلال فصل الشتاء والفترات التي يتم فيها تحضير التربة للزراعة وأحياناً أثناء خدمة المحصول . تتميز هذه الترب بإرتفاع نسبة الطين فيها ، مع الإشارة إلى أن هذه الترب من النوع المتشقق. حيث تتحدد ظاهرتي التشقق والإنكماش فيها حسب مقدار التغير في حجم التربة. وذلك بإستخدام معامل الإنكماش

.(Cole) Coefficient of linear extresibility

$$Cole = Lf - Ltr / Ltr$$

حيث :

Lf: طول مقطع التربة عينة الدراسة ، عند توتر مائي33 Kpa.

Ltr: طول نفس المكان عند الجفاف.

وذلك كما ذكر سبارجارين(Spaargaren ، 1994).

تؤثر ظاهرتي التشقق والإنكماش في الترب الطينية على نسبة المسامات المختلفة فيها حيث تتزايد نسبة المسامات الكبيرة بالمقارنة مع المتوسطة ، الأمر الذي يؤثر بشكل غير مباشر على فعالية الصرف في هذا النوع من الترب (1998 ,Schachtschabel).

بشار إبراهيم ، عبد الله يعقوب
كلية الزراعة - جامعة دمشق
ص . ب : 30621 دمشق
هاتف: 5132450 ، 5133340
فاكس : 5116352
البريد الإلكتروني: Bibrahim@scs-net.org

الهدف من البحث

من أجل إظهار أثر شقوق التربة والإستفادة منها في زيادة فعالية إستخدام شبكات الصرف في المنطقة المعنية ، لا بد من دراسة الطريقة المناسبة لإدخال أثر هذه الشقوق كمتغير في المعادلة المعتمدة لتحديد الأبعاد المصرفية . فهنا يجب أولاً دراسة العلاقة بين نسبة الطين في التربة ، على إعتباره سبب ظهور الشقوق فيها ، وبين أبعاد الشقوق المتشكلة في التربة وأثر الأخيرة على تغير معدل التدفق في شبكات الصرف . وبعدها يمكن إستنتاج الأساس المعتمد في تعديل معادلة حساب البعد المصرفي بما يتفق مع الإستنتاجات المتعلقة بالشقوق في التربة.

ومن الجدير بالذكر ، أن الشقوق التي تتشكل في التربة والتي تمتد إلى قرب المصارف ، هي التي يكون لها الأثر المباشر في زيادة معامل التدفق إلى المصارف.

المواد والطرق

تمت دراسة مقطع ترابي في منطقة التجارب بقرية (بخضرمو) في الساحل السوري ، وتم في نفس الوقت وفي مخابر كلية الزراعة بجامعة دمشق ، إجراء بعض التحاليل الكيميائية كنسبة الأنيونات والكاتيونات في التربة ، حيث قيس pH التربة بإستعمال جهازقياس pH على مستخلص التربة 1:1,5:1 المحضرين لهذه الغاية .

كذلك أستعمل جزء آخر من المستخلص 5:1 لقياس الناقلية الكهربائية EC بإستعمال جهاز قياس الناقلية . وقدرت الكربونات بطريقة المعايرة المعروفة (HCl,NaOH) ، وقدر الكلور في مستخلص التربة بالطريقة الحجمية (ترسيب الكلور بواسطة محلول نترات الفضة) ، وتم تقديركل من الكبريتات والكالسيوم والمغنيزيوم بإستخدام الفيرسينات (E.D.T.A.) ، أما الصوديوم فقد قدر بطريقة اللهب ، هذا إضافةً إلى تحديد نسبة المادة العضوية في التربة عينة الدراسة بطريقة العالم (TYURIN) بواسطة ثنائي كرومات البوتاسيوم ، والتي كانت قيمتها أعلى مايمكن في الطبقة السطحية للتربة . وحدد معامل الناقلية الكهربائية كمدلول لتحديد ظروف الملوحة في التربة وهذا مايظهره الجدول (1) و الجدول (2) الذي يبين قيم معامل الانكماش (Cole) للتربة موضع الدراسة . والتي تم تحديدها مخبرياً ، وكانت قيمتها مرتفعة وصلت حتى (0.06) الأمر الذي إنعكس بشكل إيجابي على تشكل الشقوق وقيم التدفق.وبالتالي على كفاءة الصرف (أنظر الجدولين 4 ,5) .

الجدول (1) التحليل الكيميائي لعينة تربة من منطقة بخضرمو

العمق سم	pH	pH	EC ms/c	Org. matter	$CaCo_3$	بعض الكاتيونات والأنيونات في التربة me/100g soil				
	1:1	1:5	1:5	%	%	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	Cl^{-}	So_4
0-22	7.8	7.6	0.12	2.48	22.5	2.0	0.06	0.2	1.5	0.02
65-22	8.0	7.7	0.14	2.0	11.0	2.0	0.06	0.25	1.1	0.21
55-115	8.1	7.9	0.15	1.6	10.0	1.47	0.4	0.47	1.9	0.26
115-150	7.9	7.9	0.16	0.7	5.0	1.98	0.3	0.49	0.87	0.9

الجدول (2) متوسط قيمة المعامل Cole لتربة بخضرمو

المعاملة	بخضرمو		
	Lr	Lr	Cole
1	10	9.5	0.052
2	10	904	0.06
3	10	9.4	0.06
4	10	9.4	0.06
المتوسط	10	9.46	0.058

طريقة العمل

تم إختبار 21 عينة من الترب من مناطق مختلفة وتم تحليلها ميكانيكياً بطريقة الهيدروميتر (الترسيب لمعلق التربة المستندة على قانون ستوكس) ، (سرعة ترسب حبيبات التربة المفردة تتناسب طرداً مع مربع أنصاف أقطارها) وكانت ذات نسب متفاوتة من الطين كما في الجدول (3). الأمر الذي انعكس بشكل مباشر على عرض الشقوق المتشكلة في هذه الترب (أنظر جدول 4).

الجدول (3) التحليل الميكانيكي لعينات التربة المدروسة

عينة التربة	نسبة الطين %	نسبة الطمي %	نسبة الرمل %
1	12.0	18.0	70.0
2	14.0	24.0	62.0
3	16.5	31.0	52.5
4	18.0	34.0	48.0
5	18.9	35.0	46.1
6	19.5	33.5	47.0
7	19.0	34.0	47.0
8	24.0	33.9	42.1
9	25.0	38.5	36.5
10	25.5	39.0	35.5
11	25.9	41.2	32.9
12	28.0	38.0	34.0
13	29.8	36.0	34.2
14	32.0	38.0	34.0
15	36.6	29.8	33.6
16	38.0	22.5	39.5
17	39.0	37.1	23.5
18	39.9	17.6	42.5
19	42.0	26.0	32.0
20	44.5	28.0	27.5
21	49.0	24.0	27.0

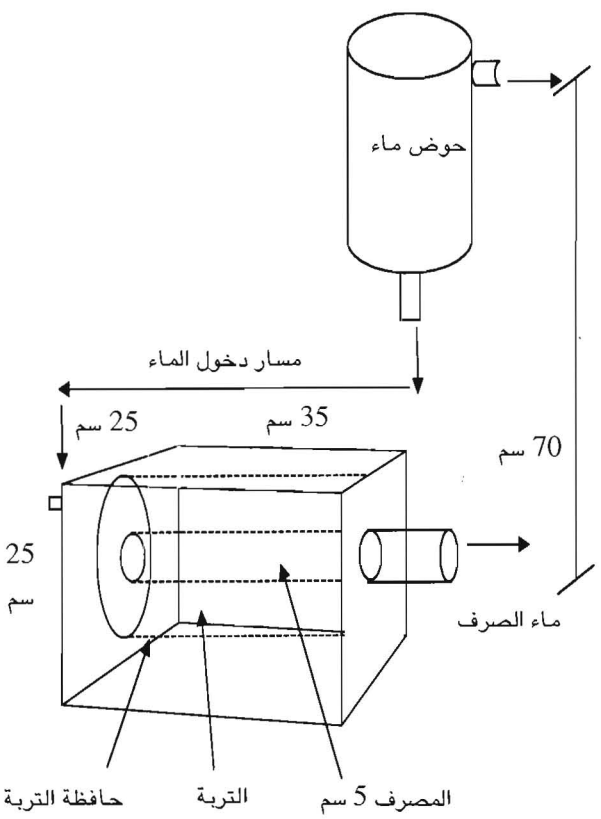
الجدول (4) نسبة الطين في التربة وتغير عرض الشقوق بتغير نسبة الطين فيها

رقم التربة	نسبة الطين %	عرض الشقوق (المكررات) سم 1	2	3	4	المتوسط
1	12.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.05
2	14.00	0.01	0.01	0.10	0.01	0.07
3	16.50	0.20	0.10	0.20	0.10	0.15
4	18.00	0.20	0.10	0.20	0.20	0.17
5	18.90	0.20	0.10	0.20	0.25	0.18
6	19.50	0.20	0.20	0.20	0.15	0.18
7	19.00	0.20	0.20	0.20	0.10	0.17
8	24.00	0.20	0.20	0.25	0.25	0.22
9	25.00	0.20	0.25	0.25	0.23	0.23
10	25.50	0.20	0.25	0.25	0.25	0.24
11	25.90	0.22	0.25	0.23	0.25	0.24
12	28.00	0.30	0.35	0.35	0.38	0.34
13	29.80	0.40	0.40	0.38	0.35	0.38
14	32.00	0.55	0.50	0.50	0.50	0.51
15	36.60	0.70	0.77	0.80	0.80	0.76
16	38.00	0.75	0.75	0.80	0.80	0.78
17	39.00	0.76	0.75	0.80	0.80	0.78
18	39.90	0.77	0.77	0.80	0.80	0.78
19	42.00	0.80	0.88	0.88	0.87	0.85
20	44.50	0.88	0.87	0.88	0.90	0.86
21	49.00	0.90	0.91	0.91	0.93	0.91

لقد تم في هذه الترب دراسة أثر شقوق التربة المملوءة بمادة نفوذه (طف بركاني) على معدل التدفق ، والطف البركاني هو صخر حطامي متفتت سائب نشأ بالتبرد السريع للمهل (الماغما) مع خروج الغازات بغزارة مسببة تشكل مسامات متداخلة مع بعضها البعض ، ولسبب هذا التبرد السريع لقطع المهل (الماغما) المنفوخة تشكل الخفاف الزجاجي المسامي . والطف أسود اللون أو رصاصي . مؤلف من ثاني أوكسيدالسيليسيوم (SIO_2)حتى 70% وأوكسيد الألمنيوم (AL_2O_3) حتى 15% . ويبلغ الوزن الحجمي له 400-1400 كغ/م^3 والمسامية 80% وحد المتانة على الضغط 4-20 كغ/سم^2 والقساوةالسطحية 6.

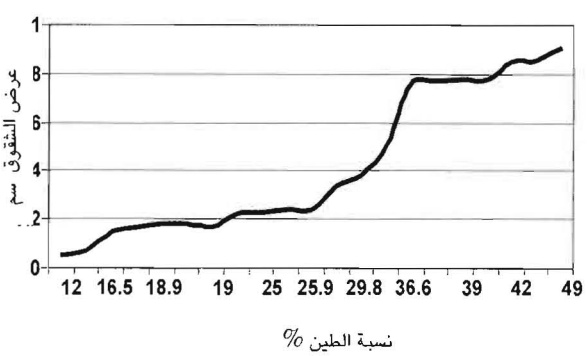
ويستعمل كعازل للحرارة في أرضيات المباني وأسقفها ، ويتوفربشكل طبيعي وشبه مجاني في جنوب سورية ، حيث إستخدم لهذا الغرض موديل مخبري كما هو موضح في الشكل (1) والذي يتألف من حوض مغلق مكعب الشكل بأبعاد (35 × 25 × 25سم) وهذه الأبعاد مناسبة لما تم إعتماده سابقاً " الشقوق الأكثر تأثيراً على معدل التدفق هي المتشكلة بالقرب من أنبوب الصرف" .

تم وضع أنبوب صرف بقطر 5 سم وطول 35 سم ، محاطاً بإسطوانة قطرها 24 سم ، تملأ بالتربة المحضرة مخبرياً وتوضع بين المصرف والأسطوانة ، يغلق الحوض بشكل كامل ويتصل بخزان ، كمصدر للتغذية المائية ، يتم ضبط إرتفاع الماء في الخزان بشكل ثابت ويتناسب مع الضاغط الهيدروليكي المطلوب والذي يبلغ 70سم . ويمثل هذا الموديل المخبري التربة المدروسة بوجود المصارف المغطاة ويمكننا من دراسة حركة الماء الشعاعية في التربة ، (الحركة الشعاعية تمثل الجزء من خطوط الجريان القريبة من أنبوب الصرف والمتجهة نحوه من إتجاهات عدة) ، وتحديد مدى تأثير شقوق التربة الواصلة إلى قرب المصرف الفرعي على معدلات التدفق . ومن الجدير بالذكر ، أنه يتم ترطيب التربة المستخدمة ، ضمن الحوض قبل إجراء القياسات عليها ثم تترك لتجف بشكل كامل الى أن تتشكل الشقوق فيها ، وتملأ الشقوق بالمادة النفوذه (طف بركاني) وبعدها يتم بدء التجربة بإجراء أربع قياسات لمعدلات التدفق مقدرة مل/الدقيقة وهكذا لكل الترب عينة الدراسة .

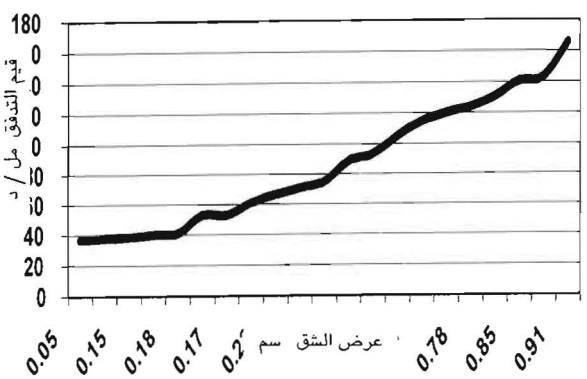


شكل (1) :مقطع طولي و مخطط عمل النموذج المخبري

لقد درست أيضاً ، العلاقة القائمة بين نسبة الطين وعرض الشقوق المتشكلة في الترب المذكورة سابقاً عند التجفيف ، وإستخدمت لهذا الغرض أطباق زجاجية بقطر 10 سم ، ملء الطبق بالتربة بأربع مكررات لكل نسبة من نسب الطين في التربة ، ورطبت التربة في كل المكررات ولجميع الترب المدروسة إلى حد الإشباع ، وتركت لتجف في فرن كهربائي على حرارة 105 درجة مئوية وبعدها تم قياس عرض الشقوق المتشكلة في العينات موضع الدراسة. (أنظر جدول 4) .



المخطط (1) : متوسط عرض الشقوق و علاقتها بنسبة الطين في التربة.



المخطط (2) : متوسط قيم التدفق و علاقتها بعرض الشقوق.

الجدول (5) نسبة الطين في التربة وتغير معدلات التدفق بتغير نسبة الطين فيها

رقم التربة	نسبة الطين	التدفق ملم/د				المتوسط
	%	1	2	3	4	
1	12.0	38	36	36	36	36.5
2	14.0	39	36	38	37	37.8
3	16.5	39	39	39	38	38.7
4	18.0	40	40	41	40	40.2
5	18.9	40	42	42	41	41.2
6	19.5	51	53	53	55	53.0
7	19.0	55	52	54	51	53.0
8	24.0	60	62	62	61	61.2
9	25.0	68	68	66	64	66.5
10	25.5	72	71	71	70	7.01
11	25.9	78	77	73	73	75.2
12	28.0	89	88	88	90	88.7
13	29.8	96	94	92	92	93.5
14	32.0	105	104	107	104	105.0
15	36.6	112	114	115	118	114.75
16	38.0	120	122	120	119	120.25
17	39.0	125	125	124	122	124.0
18	39.9	130	131	132	130	130.75
19	42.0	140	141	142	140	140.75
20	44.5	145	142	144	143	143.5
21	49.0	162	165	165	170	165.5

الاستنتاجات والنتائج

يظهر كل من الجدول (4) والمخطط البياني (1) العلاقة بين نسبة الطين في التربة وعرض الشقوق المتشكلة فيها . كما ويظهر كل من الجدول (5) والمخطط البياني(2) العلاقة شبه الطردية بين قيم التدفق وعرض الشقوق و نسبة الطين في التربة .

لقد أجري تحليل إحصائي للنتائج التي تم الحصول عليها وذلك بتحديد قيم معامل الارتباط (r) بين نسبة الطين في التربة وعرض الشقوق ، ثم بين نسبة الطين في التربة ومقدار التدفق . كما تم إجراء تحليل البيانات إحصائياً باستخدام برنامج (ANOVA) .

أثبتت النتائج عند حساب معامل الارتباط (r) وجود فروق معنوية بدرجة كبيرة (significant) عند مستوى ثقة 1% كما هو موضح في الجدول (6) إذ بلغت قيمة (r) بين نسبة الطين وقيمة التدفق 0.970573 وبلغت قيمته بين نسبة الطين وعرض الشقوق 0.9758 وكلا القيمتين (r) (significant) .

الجدول (6) معامل الارتباط (r) بين نسبة الطين في التربة وعرض الشقوق والتدفق

	عرض الشق سم	نسبة الطين %
عرض الشق سم	1	
نسبة الطين %	0,9758	1

معامل الارتباط بين نسبة الطين وعرض الشقوق

	عرض الشق سم	متوسط التدفق مل/ د
عرض الشق سم	1	
متوسط التدفق	0,970573	1

معامل الارتباط بين عرض الشقوق ومعدلات التدفق

الجدول (7) التحليل الاحصائي لقيم التدفق ANOVA

مصدر التباين	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
المكررات	132543.7	20	6627.2	2544.6	3E-80	1.748
المعاملات	3.238095	3	1.0794	0.41444	0.7432	2.7581
الخطا	156.2619	60	2.6044			
المجموع	132703.2	83				

أما نتائج تحليل التباين لقيم التدفق ومكرراتها الأربع للترب المختبرة والبالغة 21 عينة تربة ، فكانت معنوية عند مستوى ثقة 1% حيث تم تحليل النتائج باستخدام البرنامج (ANOVA) لتحليل التباين . وهذا ما يظهره الجدول (7) حيث بلغت قيمة (f) للمكررات 1.748 وللمعاملات 2.7581 وكلاهما (significant) عند مستوى ثقة 1%.

من الجداول 4–7 والخطوط البيانية 1–2 ، والتي توضح العلاقة شبه الطردية بين كل من نسبة الطين في التربة وعرض الشقوق المتشكلة ، مع ملاحظة أن الشقوق تظهر في التربة بشكل واضح إعتباراً من نسبة الطين التي تزيد عن 15% ، والعلاقة شبه الطردية بين عرض شقوق التربة ومعدل التدفق المصرفي للمصارف الفرعية. ومن الجدولين (4 ، 5) والمخططين البيانيين (1 ، 2) بالتحديد . نستنتج أن الإستفادة من الأثر الإيجابي لشقوق التربة المملوءة بمادة نفوذه يمكن أن ينعكس بشكل إقتصادي على تكاليف شبكة الصرف . وذلك لأن أبعاد المصارف الفرعية والتي يتم حسابها إعتماداً على المعادلات المعروفة ، (التي لا تراعي وجود مثل هذه الشقوق في التربة) ، ينتج عنها بالتالي أبعاد مصرفية غير منطبقة مع واقع ومواصفات التربة، لذلك ومن أجل إجراء حساب البعد المصرفي لهذه الترب ، لا بد من تعديل المعادلات المستخدمة في الحساب بما ينطبق وواقع التربة . وذلك بإدخال عامل شقوق التربة في هذه المعادلات لحساب البعد المصرفي الحقيقي . أي الوصول إلى قيم بعد مصرفي ممثلة للظروف السائدة في هذه الترب ، خاصةً وأن إستخدام إحدى المعادلات المعروفة بشكلها الحالي لا يمثل واقع هذه الترب كما سبق وذكرنا.

تم في هذه الدراسة اختيار معادلة (أرنست) التي تدرس التربة في حالة الإستقرار و تعتبر مقطع التربة متجانساً ، وتركز بشكل واضح على حركة الماء بالقرب من أنبوب الصرف وهي كما يلي :

$$a = 2D1\left[\sqrt{C^2+\frac{hg}{D1}\left(\frac{2k}{qe}-1\right)}-C\right]$$

حيث:

$D1 = D0 + {}^{1}/_{2}\ hg$

Ln .C =2/ النفاذية م/يوم

K: النفاذية (م/اليوم)

qe: معامل الصرف (م/يوم)

a: البعد المصرفي (م)

hg: فرق الضغط الهيدروليكي (م)

D1:متوسط بعد المصرف عن الطبقة الصماء (م)

Ln: نصف القطر (م)

القيم الحدية للمعادلة :

Do أصغر من أويساوي a / ${}^{1}/_{4}$ (a / ${}^{1}/_{4}$ ≥ Do)

من أجل إظهار أثر شقوق التربة في معادلة حساب البعد المصرفي ، يتم تعديل هذه المعادلة وذلك في جزء المعادلة المسؤول عن الحركة الشعاعية للماء في التربة وهو المعامل C ، أي بالقرب من أنبوب الصرف . خاصةً وأن شقوق التربة يكون لها أثر إيجابي في الحالات التي يصل الشق فيها إلى قرب أنبوب الصرف .وهنا نشيرالى أن تأثير الشقوق المتشكلة في التربة ، سواء السطحية منها أو العمودية المتواجدة بالقرب من أنبوب الصرف ، يكون لها أيضاً أثر في تحسين معدلات التدفق . وذلك في الحالات التي يكون هناك تداخل وإتصال بين هذه الشقوق .

حيث نقترح تعديل قيمة C لتصبح Ca حيث :

$$Ca = C/T$$

$$Ca = (2/\ .Ln\ D0/u)\ /T$$

عندما T هي نسبة الطين في التربة % ، U: محيط المصرف الفرعي م

وتصبح الشروط الحدية :

Do أصغر من أويساوي a ${}^{1}/_{4}$ ، T أكبر من 15% . (a ${}^{1}/_{4}$ ≥ Do) و (T < 15%) .

ويعود سبب إدخال نسبة الطين في المعادلة بهذا الشكل لأنها العامل المحدد لظهور الشقوق في التربة تحت ظروف الجفاف ، ولطبيعة علاقة الإرتباط بين هذه العوامل . أما بالنسبة إلى القيمة الحدية الجديدة ، فهذا يعود إلى أن أثر الشقوق يظهر بشكل واضح في الترب التي يزيد فيها معدل الطين عن 15% . وتجدر الإشارة هنا أيضاً إلى أن عمق الشقوق المتشكلة في الأراضي التي تحوي مثل هذه الترب قد يصل الى أكثر من 1.5م وفي عينات تجربة الأطباق الزجاجية وصلت جميع الشقوق الى أسفل العينة وفي كل العينات ، مما يجعل من هذه الشقوق أكثر أهمية .

إن إستخدام العلاقة المعدلة يمكن أن يتم بشكل عملي بعد إجراء دراسات مقارنة حقلية للأبعاد المصرفية المحسوبة بمعادلتي أرنست و أرنست المعدلة.

المراجع العربية

إبراهيم ، بشار . عبدالله يعقوب وعبدالناصر الضرير (2000) . تجارب مخبرية لتحسين كفاءة الصرف في بعض ترب حوض السن . مجلة بحوث جامعة حلب ، (34): .

سطاس ، محمد راتب وآخرون (1982) مواد البناء وإختبارها ج.1 كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق (مسودة) .

عبدالرزاق ، عمر وعايد الجابر (97 – 1998) علم التربة (1) ، القسم العلمي لكلية الزراعة بدير الزور ، جامعة حلب (مسودة) .

References

Blume, H. (1987), Bildung sandgef¸lte Spalten unter periglaziären und warmariden klimabedingungen Z. f.Geomorph.**31**:443-448.

Schachtschabel, P. (1998), Lehrbuch der Bodenkunde, Enke Verlag.

Spaargaren O. (1994),World reference base for soil resources Refe. Inf. Center (ISRIC) Wagenningen, NL.intern. Soil.

Yong A. (1985) , An analysis of the effect of the vertical Fissuring in mol drained soils . Agri. Water mange. Amsterdam **4**: 301-311.

Received 25/03/2000, in revised form 04/12/2001