

أثر تغيرات مستوى الماء الأرضي على مسافة النضح في جدار قناة الصرف الحقلية

مروان الحاج حسين

مدرس في قسم الهندسة الزراعية
كلية الزراعة - جامعة حلب

الملخص

نفذ هذا البحث في مخابر كلية الزراعة - مخبر الري والصرف - بجامعة حلب خلال العام 2007 و 2008 حيث تم استخدام نموذجاً صنديقاً وترية طينية ذات بناء جيد، وبالاستعانة بأنابيب المراقبة والبيزومترات تم تحديد مسافة النضح، يعود استخدام النماذج الصنديقية بالدرجة الأولى إلى عدم القدرة على التحكم بعوامل عديدة تهم البحث للحصول على نتائج ذات دقة عالية.

تمت دراسة أثر تغيرات مستوى الماء الأرضي على مسافة النضح وعلى تدفق أقنية الصرف، بهدف تحديد هذه المسافة بعد تقدير تدفق القناة، والتتأكد من مطابقة قانون Dupuit لنتائج البحث ومدى إمكانية استخدامها في هذا المجال.

أظهرت النتائج أن ارتفاعاً مسوى الماء الأرضي في سرير الصرف أدى إلى زيادة مسافة النضح، على عكس ما هو متبع عند تحديد الأبعاد بين أقنية الصرف باتصال مستوى الماء الأرضي مع مستوى الماء في الأقنية، وإن هذا الاتصال يحدث عندما يكون ارتفاعاً مسوى الماء متخفضاً في سرير الصرف (المنطقة الواقعية بين قناتي صرف) كما هو في الحالة الثامنة، ومسافة النضح هذه تختلف حسب تغيرات مستوى الماء الأرضي، حيث تزداد المسافة مع ارتفاعاً مسوى الماء الأرضي وانعكس ذلك على مقدار التدفق المقاس، كما هو ملاحظ في الحالات المدروسة، حيث بلغت مسافة النضح في الحالة الأولى (6.0 cm) والتدفق (19.3 mL/s/m). وبينت هذه الدراسة عدم مطابقة النتائج التي تم الحصول عليها وفقاً لنموذج Dupuit حيث كانت نتائج قانون Dupuit ذات قيمة صغيرة جداً حيث بلغت في الحالة الأولى (0.025 mL/s/m).

الكلمات المفتاحية: مستوى الماء الأرضي، مسافة النضح، أقنية الصرف، البيزومتر.

١- المقدمة:

أولت سوريا منذ القدم وحتى يومنا هذا أهمية كبيرة بالزراعة ، ولم يقتصر اهتمامها في التوعز الزراعي لتنوع البيانات المناخية التي تتمتع به، وإنما في مجال الري والصرف وكذلك استصلاح الأراضي التي تعاني من مشاكل الغدق والتملح، فتجفيف سهل الغاب واستصلاح مساحات واسعة من مناطق حوض الفرات التي تعاني من زيادة الملوحة، بهدف التوسيع الأفقي والعمودي في عملية الإنتاج الزراعي وتحسين نوعيته، دليل واضح على هذا الاهتمام لدرايتها التامة بأن الزراعة المروية هي الركيزة الأساسية للأمن الغذائي القطري بالدرجة الأولى والقومي بالدرجة الثانية (بشار؛ يعقوب، ٢٠٠٠)، (الضرير؛ الحاج حسين، ٢٠٠٨).

يعتبر الصرف المكشوف باستخدام الأقنية من أقدم الطرق التي استخدمها الإنسان لصرف الأراضي الزراعية التي تعاني من مشكلة الغدق، بهدف خفض مستوى الماء الأرضي إلى العمق المناسب لنمو المحاصيل الزراعية الاقتصادية وذلك لتأمين حيزاً جيداً لنمو الجذور وانتشارها. وعلى الرغم من انحسار تطبيق هذه الطريقة بسبب الآثار السلبية الكبيرة لها وانتشار طرائق أخرى أعطت كفاءة عالية للصرف (الصرف المغطى والصرف العمودي) فإن مجال استخدامها لايزال واسعاً على مستوى أقنية الصرف المجمعة بكافة مستوياتها(الفنيانى وآخرون، ٢٠٠٠)، (بكر، ١٩٧٠)، (Feddes,R.A., 1988)

إن دراسة وتحديد أثر بعض العناصر التي تلعب دوراً في كفاءة شبكة الصرف، وخاصة تحديد مستوى الماء الأرضي في المجال القريب من أدوات الصرف المستخدمة (أقنية أو أنابيب الصرف) له أهمية كبيرة في نجاح مشروع الصرف وتحقيق الأهداف المرجوة منه (FAO, ٢٠٠٥) (Dörter, K. ,1986)) (Skaggs,R.W. and J. Van Schilfgaarde, 1999).

ونتيجة للتجارب المخبرية من خلال النماذج أو الموديلات المصممة أو من خلال القياسات الحقلية بواسطة بعض الأدوات المتوفرة للقياس أمكن تحديد مستوى الماء الأرضي في كل نقطة من سرير الصرف (الحيز الواقع بين قناتي أو أنابيب صرف

متوازيين ومتجاورين)، وخاصة في المجال القريب من أداة الصرف المستخدمة (Burghardt,W., 1977) (Busch, F. K.; Luckner, L. 1972)، وهذا يجب التمييز بين أدوات الصرف المستخدمة وذلك حسب المواصفات الهندسية ل النوعها سواء كأقنية أو أنابيب، حيث لكل منها شروط خاصة لدراسة وتحديد مستوى الماء الأرضي وحركته في المجال القريب منها (Löffler, K.H., 1978) (Fatahi, R. 2004).

وتعتبر عملية تحديد مستوى الماء الأرضي في المنطقة الواقعة بين قناتي صرف حقلتين متجاورتين ومتوازيتين في حالة الصرف التام من الأعمال التي يمكن تحقيقها من خلال وضع عدد من أنابيب المراقبة تبدأ من منتصف المسافة بينهما وعلى بعد محددة باتجاه قناة الصرف وعند تدوين قراءات مستوى الماء الأرضي تبعاً للتغيراته يمكن تحديد هذا المستوى (Dyck, S. And G. Peschke, 1983).

ومن خلاله يمكن الحكم على فعالية هذه الشبكة في خفض مستوى الماء الأرضي إلى العمق المناسب لنمو جذور النبات، بحيث يبقى هذا المستوى في المنطقة التي تقع أسفل انتشار جذور النباتات كي يتم تحقيق التوازن بين الماء والهواء فيها، ولتحقيق هذا الهدف في الترب الغدقة وتنظيم هذا المستوى بالعمق المناسب تبعاً لمراحل نمو النبات، كان ولا زال من أولويات اهتمام الباحثين والعاملين في مجال الصرف واستصلاح الأرضي (Oosterbaan,) (Jamal, M.V., Parviz, F, and Mehdi H. 2007).

وإذا كان من الممكن تحديد هذا المستوى في سرير الصرف من خلال أنابيب المراقبة فإن من الصعوبة تحديد هذا المستوى عند حافة القناة، حيث أنابيب المراقبة القريبة منها لا تعطي المستوى الصحيح لموقع مستوى الماء الأرضي، ولهذا فإن مستوى الماء الأرضي الحقيقي لا يلتقي مع مستوى الماء في القناة كما هو متبع في معظم معادلات تحديد البعد بين الأقنية، وكذلك في معادلة DUPUIT في تقدير تدفق أقنية الصرف، وإنما هذا المستوى يقع أعلى منه بمسافة تتعلق بالشروط المتوفرة في المجال القريب من أداة الصرف المستخدمة.

2- الهدف من البحث: يهدف البحث إلى:

- أ- تحديد مسافة النضح على جانب القناة، تبعاً للتغيرات مستوى الماء الأرضي.
- ب- مقارنة التدفقات المقاسة مع التدفقات وفقاً للمودج DUPUIT .

3- مواد وطرق البحث:

لتحقيق أهداف البحث ومراعاة الدقة في القيم المقاسة فقد تم الاعتماد على المودج المخبري، والذي يعتبر الوسيلة الوحيدة لتحقيق هذه الغاية بسبب الكلفة العالية والجهد الكبير الذي تحتاجه الدراسة الحقلية من ناحية وأيضاً نتيجة لعدم القدرة على التحكم بعديد من العوامل التي تؤثر على حركة الماء في التربة وخاصة بالقرب من قناة الصرف (تغيير عامل النفاذية للتربة على امتداد القناة وتغيير في كثافة نمو الجذور وتوزعها، بالإضافة إلى عوامل أخرى) (Möller, O.; Boesler, H. and Preissler, G. and G. Bollrich, 1985), (P. Leue, 1974), نتائج التجارب الحقلية غالباً تكون بدقة غير كافية، لهذه الأسباب تم تصميم وتنفيذ المودج المخبري بما يتوافق مع نموذج (معادلة DUPUIT) والمودج عبارة عن قناة صرف على شكل مُـق في طبقة حاضنة حرة، يمكن من خلاله التحكم بمستوى الماء الأرضي وقياس التدفق الناجع وكذلك تحديد مسافة النضح عند حافة القناة.

ولتحديد مستوى الماء الأرضي عند حافة القناة بشكل دقيق تم اختيار عدد من

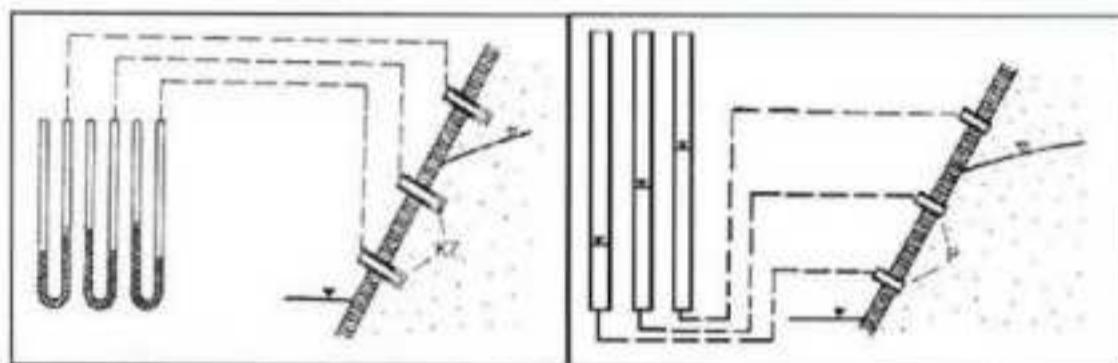
أدوات القياس من أهمها :

- أنابيب المراقبة
- التتشومترات
- البيزومترات

للحظ نتيجة التجارب التي تمت على هذا المودج وكذلك الاختبارات المسبيقة التأكيد على فعالية هذه الأدوات ودقة القراءات المتحصل عليها، أن زراعة عدد من أنابيب المراقبة حتى المنطقة القريبة من القناة وتتبع مسار حركة الماء الأرضي يمكن أن يحقق نقطة التقاء لهذا المستوى مع حافة القناة، وبالتالي فإن الفارق في مستوى

الماء في القناة ومستوى الماء الأرضي المتقطع مع حافة القناة يعطي مسافة النضح، إلا أن القراءات باستخدام أنابيب المراقبة لم تعط دقة جيدة بسبب الميل الكبير لمستوى الماء الأرضي وكذلك بسبب حركة الماء الجانبية الثانوية لأنابيب المراقبة، ولهذا لم يعتمد عليها في المنطقة القريبة من القناة ولكن يمكن الاعتماد عليها في المواقع البعيدة عن أدوات الصرف.

أما طريقة التشومتر فقد أثبتت قدرتها على تحديد المنطقة المشبعة وغير المشبعة بدقة جيدة الشكل رقم (١)، من خلال وضع الخلايا المسامية على حافة القناة (في النموذج) بعمق صغير أقل من (1.0 cm)، حيث أن هذه الخلايا المسامية تتأثر بشكل كبير بالمحتوى الرطوبى للتربة. وبما أن إمكانية إنتاج هذه الخلايا وبمواصفات محددة وثابتة غير متوفرة لدينا لذا تم استخدام الطريقة الثالثة وهي طريقة البيزومتر لتحديد النقطة الفاصلة ما بين المنطقة المشبعة وغير المشبعة بدقة جيدة.



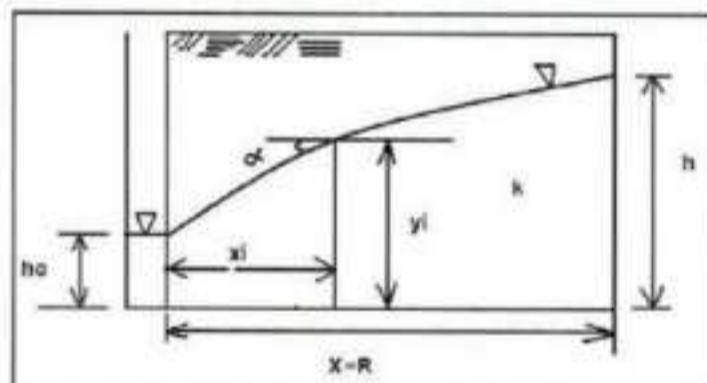
الشكل رقم (١) يبين مبدأ عمل البيزومترات والتشومترات في تحديد المنطقة المشبعة

والبيزومتر عبارة عن أنبوب يوضع في أي نقطة وأن مستوى الماء فيه لا يعبر عن مستوى الماء الأرضي وإنما على الجهد المسيطر أسفل قاعدة البيزومتر. وبالتالي ومن خلال قراءات المانومتر للبيزومتر يمكن تحديد المنطقة المشبعة، وهي المنطقة التي يكون فيها مستوى الماء في المانومتر ($h \geq 0.0$) أما المنطقة غير المشبعة فهي التي يكون فيها مستوى الماء في المانومتر ($h \leq 0.0$)، وبالتالي فإن قيمة الصفر تدل على مستوى الماء الأرضي والقيم الإيجابية تدل على وجود فوق ضغط أي أن مستوى الماء الأرضي أعلى من قاعدة البيزومتر، أما القيم السالبة فتدل على وجود

تحت ضغط (أي أن مستوى الماء الأرضي أدنى قاعدة البيزومتر)، ومنه حسب قراءات البيزومترات الموضعية بأبعاد محددة يمكن تحديد نقطة تقاطع مستوى الماء الأرضي مع حافة القناة ومنه يمكن تحديد مسافة النصع بدقة جيدة.

4- معادلة DUPUIT :

اعتماداً على قانون دارسي لحركة الماء الأرضي في التربة المشبعة، وضع العالم ديبوبي Dupuit علاقة لتدفق الماء لقناة الصرف حسب الفرق الهيدروليكي لمنحنى مستوى الماء الأرضي المتوجه نحو هذه القناة في تربة متجانسة ذات سرعة تدفق ثابتة. واستطاع العالم ديبوبي Dupuit التوصل إلى علاقة رياضية، أمكنه من خلالها تحديد التدفق لقناة صرف تامة على شكل شق (ذات مقطع مستطيل) في طبقة حاضنة حرة، وذلك من خلال معرفة الميل الهيدروليكي لأي نقطة من سطح الماء الأرضي المنحني المتوجه نحو هذه القناة (الضرير؛ الحاج حسين، 2008)، فإذا كان لدينا مقطع التربة الموضح في الشكل رقم (2).



الشكل رقم (2) مقطع لترابة يبين معطيات قانون Dupuit

حيث أن:

(m) : ارتفاع منسوب الماء في القناة

(m) : إحداثيات أي نقطة من سطح الماء الأرضي

(m) : طول القناة

(m^3/s , L/s) : التدفق من جانب واحد للقناة

فإن سرعة التدفق V للماء الأرضي عند النقطة ذات الميل I والتي تبعد عن القناة

$$V = K \cdot I$$

$$I = dy/dx$$

بالمسافة X تعطى حسب قانون دارسي

و بما أن الميل لأى نقطة تعطى بالعلاقة

فإن سرعة التدفق تصبح حسب المعادلة الاستمرارية

$$V = K \cdot dx/dy$$

$$Q = V \cdot A = K \cdot dx/dy \cdot A$$

وبما أن الأقنية تختلف في أطوالها لذلك يؤخذ التدفق لواحدة طول محددة

ولتكن (واحد متر) من إحدى جوانب القناة، وبالتالي فإن مساحة المقطع الذي يتحرك فيه

الماء هو عبارة عن مستطيل طول ضلعه واحد متر وارتفاعه ارتفاع النقطة على

$$A = Y \cdot L = Y \cdot 1 = Y$$

محور y ، فالمساحة تحسب كما بالعلاقة.

$$Q = K \cdot dx/dy \cdot Y \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{K} dx = Y \cdot dy$$

وبتكامل هذه المعادلة التفاضلية نجد

$$\int Y \cdot dY = \int \frac{Q}{K} \cdot dx \Rightarrow \frac{Y^2}{2} = \frac{Qx}{K} + C$$

وبتحديد قيمة C عندما : $Y = h_0$ فإن $X = 0$

$$C = \frac{h_0^2}{2}$$

ومنه نجد

$$Y^2 - h_0^2 = \frac{2 Q x}{K}$$

وعندما $X = R$ فإن $Y = h$ وبالتالي تصبح المعادلة

$$h^2 - h_0^2 = \frac{2 Q R}{K}$$

ومنه يمكن حساب التدفق وفق المعادلة

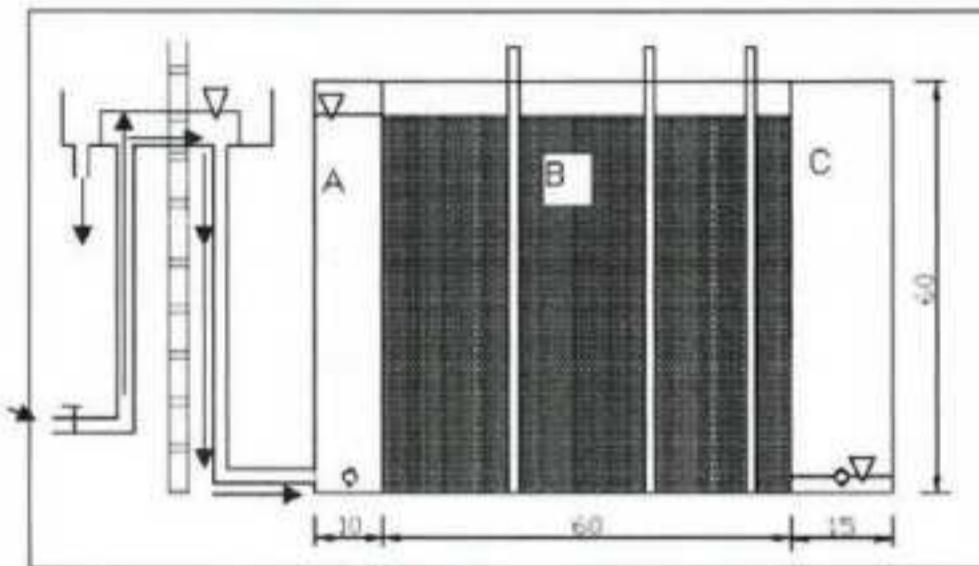
$$Q = \frac{K(h^2 - h_0^2)}{2R}$$

5- النموذج الصندوقي:

لتحقيق هدف البحث المنشود وهو تحديد مسافة النضح بدقة جيدة مستعينين بالعوامل المؤثرة وللحكم بمستوى الماء الأرضي في سرير الصرف، وكذلك لمقارنة التدفق المقاس مع نتائج التدفق المحسوب حسب DUPUIT تم تصميم النموذج كما في الشكل (3). النموذج الصندوقي مصنوع من مادة الفيبر غالاس وهو يعبر عن مقطع عمودي في التربة و أبعاده : (85 * 60 * 15 cm) وتم تقسيم النموذج إلى ثلاثة حجرات (A, B, C) يفصل فيما بينها فاصلين (لوحين من الفيبر غالاس) متدينين بثقوب ذات قطر (1.5 mm) وتبعد عن بعضها البعض (1.0 cm) أفقياً و عمودياً.

يبين لنا إن الصندوق مكون من ثلاثة حجرات كما في الشكل (3):

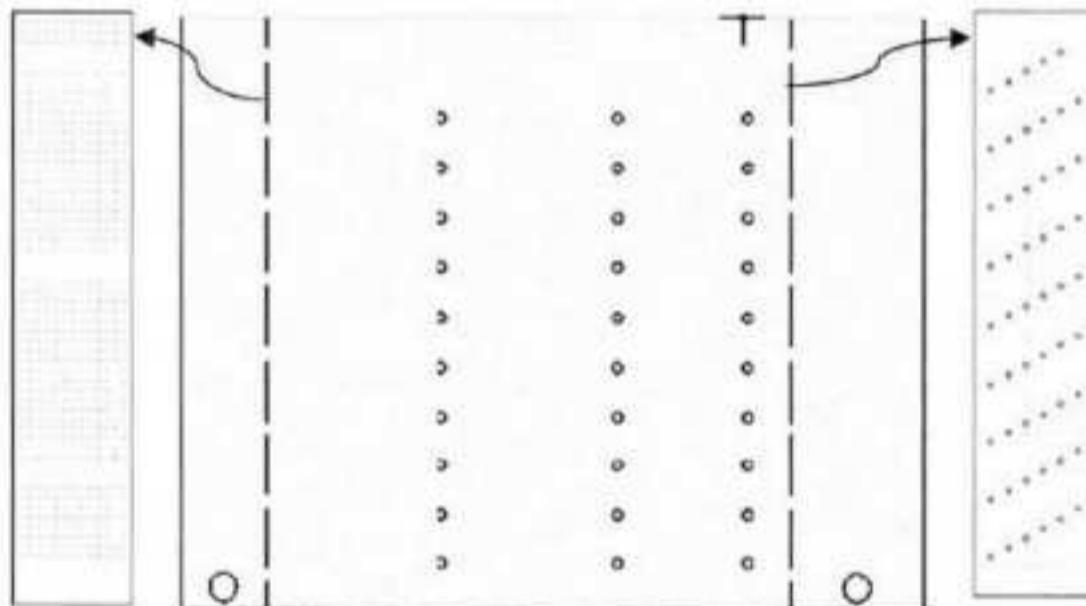
1. حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي (A) و أبعادها (10*15*60 cm).
2. حجرة التربة (B) وأبعادها (60*60*15 cm).
3. حجرة قناة الصرف (C) وأبعادها (15*60*15cm).



الشكل رقم (3) يبين حركة الماء في النموذج الصندوقي

يتالف التنموذج الصندوقي من الأجزاء التالية:

- 1- الوجه الجانبي للصندوق : يحتوي على (30) بيزومتر موزعة على ثلاثة سلاسل يبعد كل بيزومتر عن الآخر عمودياً مسافة 5cm وتنتهي هذه البيزومترات على لوحة مليمترية تستخدم لتحديد مستوى الماء في البيزومتر وأن قطر كل أنبوب 5mm .
- 2- الوجه الأمامي للصندوق (الذي يمثل حافة القناة) : وهو لوح متحرك يحوي على (55) بيزومتر موزعة على (9) مجموعات يبعد كل بيزومتر عن الآخر مسافة 2cm أفقياً و 1cm عمودياً وتنتهي هذه البيزومترات على لوحة مليمترية تستخدم لتحديد مستوى الماء في البيزومتر . كما في الشكل رقم (4) الذي يوضح توزع البيزومترات على الوجه الجانبي والأمامي .
- 3 - مأخذين مائيين : مأخذ في حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي لتزويد الحجرة بالماء وأخذ في حجرة الصرف من أجل صرف الماء وفياس التدفق من خلاه .
- 4 - أنابيب مراقبة : يحتوي الصندوق على ثلاثة أنابيب مراقبة في وسط التنموذج ضمن التربة من أجل تحديد مستوى الماء الأرضي وهي أنابيب قطرها 1.5cm وجداره منتب بقطرها 1.5mm يبعد الأنابيب الأول (G1) عن قناة الصرف مسافة 5cm أما الأنابيب الثاني (G2) يبعد عن قناة الصرف مسافة 20cm والأنابيب



الشكل رقم (4) يبين توزع البيزومترات على الوجه الأمامي والجانبي للنموذج الصندوقي

الثالث (G3) يبعد عن فناء الصرف مسافة (40) cm وتقع بمحاذاة البيزووترات على الواجهة الجانبية.

6 - جهاز تحديد مستوى الماء :

يتم تزويذ الصندوق بالماء عن طريق خزان تحديد مستوى الماء الشكل رقم (3)، المكون من حوضين حيث الحوض الداخلي يعمل على تحديد مستوى الماء والوحوض الخارجي الذي يحوي على فضال لاستبعاد المياه الزائدة عن المستوى المحدد والذي ينساب على حافة الحوض الأول، وهذا الخزان قابل للحركة والتثبيت لتحديد مستوى الماء في حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي (A) ويتم التحكم بتدفق الماء إلى خزان تحديد مستوى الماء عن طريق صمام. وهكذا فإن مستوى الماء في خزان تحديد مستوى الماء يعادل مستوى الماء في حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي، وبالتالي يتم تحديد جهد ثابت أي تدفق ثابت للتربة في كل مستوى، ولتغير الجهد ومستوى الماء في حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي يتم من خلال رفع أو خفض خزان تحديد مستوى الماء.

حركة الماء في النموذج تتم على الشكل التالي:

المصدر الرئيسي للماء المستخدم في النموذج يأتي من خزان مائي كبير سعة L(200) واستخدامه ضروريًا لاستبعاد الغازات المنحلة في الماء، يحوي هذا الخزان الرئيسي على صمام للتحكم بكمية الماء المتداولة باتجاه خزان تحديد مستوى الماء، والماء القائم عن المستوى المحدد يتم التخلص منه بواسطة فضال، ومن خزان تحديد المستوى للماء يتحرك الماء إلى حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي، ومن الأخيرة من خلال الحاجز المنق卜 الذي يفصل بين حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي وحجرة التربة إلى التربة، ومن خلال التربة يتحرك الماء نتيجة لاختلاف الجهد (حيث مستوى الماء في حجرة الصرف منخفض) إلى حجرة الصرف التي تمثل فناء الصرف من خلال الحاجز المنق卜 والمثبت عليه البيزووترات التي ستحدد مسافة النضح. ومن خلال مأخذ مائي في حجرة الصرف يمكن قياس كمية التدفق عند كل حالة م دروسة لمستوى الماء الأرضي.

7 - أدوات أخرى مستخدمة في الدراسة :

- ✓ سلندر ومقاييس لقياس تففق الماء.
- ✓ دارة كهربائية من أجل تحديد ارتفاع مستوى الماء في أنابيب المراقبة.
- ✓ جهاز دارسي لتقدير معامل نفاذية التربة المستخدمة.

8 - التربة المختبرة في الدراسة :

استخدمت في الدراسة تربة طينية ذات خواص هيدروفيزيانية كما يوضحها الجدول التالي رقم (1) :

الجدول رقم (1) بين الخواص الهيدروفيزيانية والتحليل الميكانيكي للتربة المدروسة

التحليل الميكانيكي للتربة المدروسة			الخواص الهيدروفيزيانية للتربة المدروسة			
الطين	الست	الرمل	نفاذية التربة (K) cm/min	المسامية %	الكتافة الحقيقية	الكتافة الظاهرية gr / cm ³
62	18	20	0.252	56.98	2.58	1.11

9 - خطوات تنفيذ الدراسة المخبرية :

- تم اختبار النموذج بحيث لا يحدث أي تسرب للماء .
- تم تثبيت وتوصيل الأنابيب مع البيزومنترات المثبتة بالصندوق على اللوحة الملليمترية .
- تثبيت أنابيب المراقبة بشكل عمودي في مكانها المخصص بعد أحاطتها بطبقة من فلتر اصطناعي.
- تم وصل الأنابيب اللازمة لتزويد النموذج بالماء، وذلك بوصل الخزان الرئيسي مع جهاز تحديد مستوى الماء ووصل الأخير مع حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي للنموذج.
- تنقية التربة يدوياً وإزالة الحصى والكتل الكبيرة ثم غربلتها.
- ملي التربة في الصندوق.

- تم رفع تدريجي لمستوى الماء من أسفل التربة إلى الأعلى لمنع تشكيل الفراغات و الجيوب هوائية وحتى تصبح التربة متباعدة تماماً.
- بعد ترك التربة لمدة 48 ساعة لتسقر في حالة حركة للماء ضمن التربة جرى أخذ القراءات من البيزومترات الأمامية والجانبية وأنابيب المراقبة وقياس التدفق وذلك عند جهد معين خلال الأزمنة التالية:
90min , 60 min , 45 min , 30 min , 15 min
حيث وجد إن القراءات كانت مستقرة عند 60 min وذلك اعتمدنا أخذ القراءات بعد ساعة من تغير الجهد.
- تم أخذ القراءات والقياسات لثمانية ارتفاعات (حالات) لمستوى الماء في حجرة التحكم بمستوى الماء الأرضي (A). أي تم أخذ القراءات من البيزومترات الجانبية والأمامية وأنابيب المراقبة وقياس التدفق عند كل ارتفاع لمستوى الماء (حالة) وتم تحديد مسار الماء في التربة عن طريق معرفة مستوى الماء في أنابيب المراقبة وأيضا تحديد هذا المستوى بالنقطة التي تقع بين بيزومترین متاخرين في الوجه الجانبي والذي يدل أحدهما على قيمة سالبة والأخر ذو قيمة موجبة أو صفر وللتتأكد من صحة النقطة المحددة تلك تم متابعة مستوى الماء في أنابيب المراقبة والبيزومترات الجانبية إلى الوجه الأمامي حيث يجب أن يلتقي مسار مستوى الماء الأرضي في هذا المقطع (حجرة التربة) مع نقطة محددة لمستوى الماء الأرضي في المقطع الآخر (حجرة الصرف).
- تم أخذ ثلاثة مكررات عند كل ارتفاع لمستوى الماء (حالة) في حجرة الماء (A) بعد الزمن المحدد لأخذ القراءات وأخذ المتوسط الحسابي لها.

10- النتائج والمناقشة:

لابكون الماء الأرضي في التربة بحالة استقرار واتزان وإنما في حالة ديناميكية مستمرة نتيجة لتغيرات الجهود فيها بسبب عوامل فقد والإضافة، وذلك تحت الظروف الطبيعية للتربة، أما في ظروف التجربة فقد تم الحد من هذه التغيرات بتغطية النموذج

للحد من عملية التبخر من تربة التجربة وهذا متبع في أغلب التجارب التي تعتمد النماذج الصندوقية، ونتيجة لتوفر فرق الجهد بين الحجرتين (A و C) فإن خطوط تيار الماء الأرضي تأخذ مسارها من خزان تحديد مستوى الماء الأرضي (A) عبر التربة باتجاه قناة الصرف، حيث نلاحظ من خلال معطيات أنابيب المراقبة الموضحة في الجداول نوات الأرقام (6,5,4,3,2) بأن أي تغير لمستوى الماء الأرضي في الحجرة (A) ينعكس بشكل مباشر على ارتفاع الماء في الأنابيب الأخرى ويأخذ منحني مستوى الماء الأرضي شكل انحدار تدريجي باتجاه قناة الصرف إلى الجهد المنخفض إلا أن هذا الانحدار يزداد تدريجياً بالقرب من حافة القناة، وببقى هذا الانحدار ثابتاً طالما أن مستوى الماء في (A) ثابتأً خلال فترة القياس، وبالتالي فإن فرق الجهد عند كل حالة يبقى ثابتاً.

الجدول رقم (2) يحدد طول مسافة التضخ للحالة الأولى

الوجه الجانبي للنموذج						الوجه الأمامي للنموذج					
سلسلة البيزمترات الثالثة		سلسلة البيزمترات الثانية		سلسلة البيزمترات الأولى		سلسلة البيزمترات على حافة القناة		مستوى الماء الأرضي في أنابيب المراقبة		عمق ماء القناة	
P _S	h _S	P _S	h _S	P _S	h _S	P _G	h _G	H _{G3}	H _{G2}	H _{G1}	H _n
cm											
301	11.3	201	11.9	101	5.0	1	1.9	22.2	18.4	13.5	2.5
302	8.9	202	7.1	102	2.6	2	1.0				
303	4.5	203	2.5	103	-	3	0.9				
304	1.0	204	- 1.6	104	1.0	4	1.4				
305	- 3.8	205	-	105		5	0.2				
306	-	206		106		6	-				
0.4											
$Q_m = 19.3 \text{ ml/sec/m}$						كمية التدفق المقاسة					
$Q_h = 0.025 \text{ ml/sec/m}$						كمية التدفق المحسوبة حسب DUPUIT					
$\Delta s = 6.0 \text{ cm}$						مسافة التضخ (cm)					

الجدول رقم (3) يحدد طول مسافة التضخ للحالة الثالثة

الوجه الجانبي للنموذج						الوجه الأمامي للنموذج					
سلسلة البازمترات الثالثة		سلسلة البازمترات الثانية		سلسلة البازمترات الأولى		سلسلة البازمترات على حافة القناة		مستوى الماء الأرضي في أذنيب المراقبة		عمق ماء القناة	
P _S	h _S	P _S	h _S	P _S	h _S	P _G	h _G	H _{G3}	H _{G2}	H _{G1}	H ₀
	cm		cm		cm			cm			
301	10.3	201	8.9	101	3.4	1	1.5	16.7	14.8	11.2	2.5
302	5.7	202	4.3	102	0.5	2	0.8				
303	1.7	203	- 0.5	103	-	3	0.6				
304	- 2.5	204	- 5.5	104	1.5	4	- 0.1				
305	- 4.8	205		105		5	- 0.7				
$Q_m = 13.3 \text{ ml/sec/m}$						كمية التدفق المقاسة					
$Q_b = 0.014 \text{ ml/sec/m}$						كمية التدفق المحسوبة حسب DUPUIT					
$\Delta S = 5.5 \text{ cm}$						مسافة التضخ (cm)					

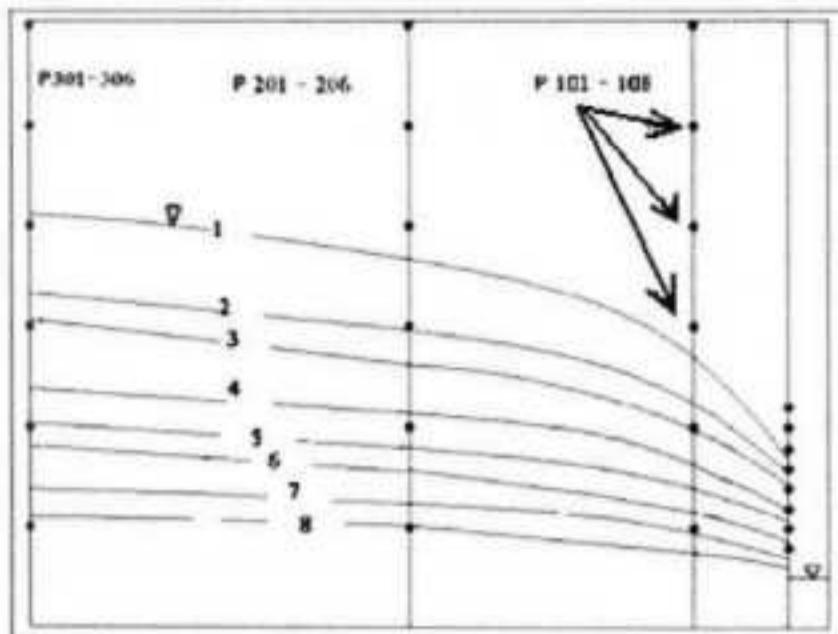
الجدول رقم (4) يحدد طول مسافة التضخ للحالة الثالثة

الوجه الجانبي للنموذج						الوجه الأمامي للنموذج					
سلسلة البازمترات الثالثة		سلسلة البازمترات الثانية		سلسلة البازمترات الأولى		سلسلة البازمترات على حافة القناة		مستوى الماء الأرضي في أذنيب المراقبة		عمق ماء القناة	
P _S	h _S	P _S	h _S	P _S	h _S	P _G	h _G	H _{G3}	H _{G2}	H _{G1}	H ₀
	cm		cm		cm			cm			
301	8.8	201	4.8	101	3.1	1	1.2	15.3	13.1	9.9	2.5
302	4.0	202	2.4	102	-	2	0.6				
303	2.8	203	- 2.4	103	1.1	3	0.4				
304	-3.7	204	- 6.5	104	-	4	0.3				
305		205		105	1.7	5	- 0.9				
$Q_m = 11.0 \text{ ml/sec/m}$						كمية التدفق المقاسة					
$Q_b = 0.012 \text{ ml/sec/m}$						كمية التدفق المحسوبة حسب DUPUIT					
$\Delta S = 5.0 \text{ cm}$						مسافة التضخ (cm)					

الجدول رقم (5) يحدد طول مسافة التضخ للحالة الرابعة

الوجه الجانبي للنموذج						الوجه الأمامي للنموذج					
سلسلة البيرزومترات الثالثة		سلسلة البيرزومترات الثانية		سلسلة البيرزومترات الأولى		سلسلة البيرزومترات على حافة القناة		مستوى الماء الأرضي في أنابيب المراقبة		عمق الماء في القناة	
P _S	h _S	P _S	h _S	P _S	h _S	P _G	h _G	H _{G3}	H _{G2}	H _{G1}	H _o
	cm		cm		cm			cm			
301	6.1	201	0.3	101	2.0	1	1.0	11.7	10.3	8.2	2.5
302	1.5	202	- 4.2	102	- 2.3	2	0.0				
303	- 0.3	203	- 9.5	103	- 1.5	3	- 0.4				
304	- 0.8	204		104		4	- 0.6				
$Q_m = 8.1 \text{ ml/sec/m}$						كمية التفاف المقاسة					
$Q_b = 0.0067 \text{ ml/sec/m}$						كمية التفاف المحسوبة حسب DUPUIT					
$\Delta S = 3.5 \text{ cm}$						مسافة التضخ (cm)					

و عند مقارنة معطيات البيرزومترات المثبتة على الوجه الجانبي للنموذج الموجود في الشكل رقم (5) يتضح لنا مدى مطابقة نتائج البيرزومترات مع أنابيب المراقبة في الواقع البعيدة عن حافة القناة، وبما أن البيرزومترات تعمل على قياس الضغط فان نتائج البيرزومترات ذات دقة أكبر من معطيات أنابيب المراقبة، لأن أنابيب المراقبة المتقدمة يمكن لها نتيجة لارتفاع والانخفاض مستوى الماء فيها أن يؤدي ذلك إلى ترسيب جزيئات التربة في الأنابيب أو على محيطها وهذا يؤثر سلباً على نتائج القياسات، لهذا يجب التأكد من فعالية هذه الأنابيب بين الحين والأخر وصيانتها أو استبدالها، كما أن حركة الماء حول محيط الأنابيب الخارجي وتسربه إلى داخل الأنابيب، يمكن أن يعطي قراءات غير صحيحة، أما البيرزومترات التي يعبر فيها مستوى الماء على الجهد المطبق عند قاعدة البيرزومتر فإن ماسبق لا يؤثر على دقة القياس فيها، ولهذا يفضل دائمًا الاعتماد على كلا الأداتين لتحديد مستوى الماء الأرضي، وخاصة في الأبحاث والتجارب المخبرية.



الشكل رقم (5) يبين مستوى الماء الأرضي لكل حالة

تدل القراءات للبيزومترات المثبتة على الواجهة الأمامية (للنموذج الصندوقى) إلى دقتها وإمكانية الاعتماد عليها في تحديد مستوى الماء الأرضي عند حافة القناة، لأن أنابيب المراقبة لا يمكن أن تعطى قراءة دقيقة لهذا المستوى عندها، وبالتالي عند مقارنة مستوى الماء في أنابيب المراقبة (G1) مع الأخذ بعين الاعتبار بعد (G1) البسيط عن حافة القناة مع الأنابيب البيزومترية الأمامية كما نلاحظه في الجداول ذات الأرقام (2,3,4,5) للحالات المدروسة، نجد في هذا المجال أن مستوى الماء الأرضي يصبح في حالة الانحدار شديد نحو مستوى الماء في القناة وذلك عند متابعة استمرارية مستوى الماء الأرضي في الأنابيب (G2,G3) ومستوى الماء في القناة، وخاصة عندما يكون مستوى الماء الأرضي في سرير الصرف مرتفعاً، إلا أن هذا الانحدار يكون بسيطاً عندما يكون هذا المستوى منخفضاً كما يبينه الشكل رقم (5)، وبالتالي فإن البعد بين الأقنية ونوعية التربة وارتفاع مستوى الماء الأرضي لها دوراً هاماً في تحديد هذا الانحدار.

نتيجة لما سبق يمكن وبالتالي من خلال البيزومترات الأمامية تحديد مستوى الماء الأرضي الذي يتقاطع مع حافة القناة، وأن الفرق بين مستوى الماء في القناة ومستوى الماء المحدد من خلال البيزومترات الأمامية يمثل مسافة النضح، وهذا يجب الإشارة بأن الباحث DUPUIT لم يأخذها بعين الاعتبار عند وضع معادلته لتحديد التدفق لقناة

الصرف، لذا يجب أن تجرى عدد من الأبحاث الأخرى ولأنواع ترب مختلفة لإدخال عامل تصحيح مناسب لها، والتي يجب من خلالها تتبع تغيرات مسامية التربة ونفاديتها خلال إجراء التجربة، لأن الباحث DUPUIT افترض بأن التربة متجانسة وسرعة التدفق فيها ثابتة.

تشير النتائج بأن مسافة النضح يمكن تحديدها من خلال البيزومنترات كما في الجدول رقم (6)، حيث يمكن تحديدها خاصة عندما يكون انحدار مستوى الماء الأرضي كبيراً كما هو في الحالة الأولى، وتتناقص هذه المسافة مع انخفاض مستوى الماء الأرضي إلى أن تتلاشى عندما يصبح مستوى الماء الأرضي مع مستوى الماء في القناة كما تبينه الحالات الأربع في الجداول السابقة.

أثبتت التجارب بأن التدفق المقاس لنقاة الصرف في النموذج أكبر من التدفق المحسوب تبعاً لمعادلة DUPUIT كما توضحه الجداول ذوات الأرقام (2,3,4,5,6) حيث نجد بأن التدفق في الحالة الأولى وصل إلى (19.3 mL/s/m) في حين بلغ حسب DUPUIT (0.025 mL/s/m), وبما أن التدفق يتاسب طرداً مع فرق الجهد الهيدروليكي حيث كلما زاد هذا الفرق أدى إلى زيادة التدفق سواء للقيم المقاسة أو المحسوبة إلا أن قيمة التدفق المحسوبة يجب أن تكون أكبر من المقاسة لأن مسافة النضح لم تدخل في نموذج DUPUIT، وهذا يدل على أن هذه المعادلة تحتاج إلى عامل تصحيح كي يكون هناك تمايز بين القيم المقاسة والمحسوبة.

جدول رقم(6) بين مستويات الماء ومسافة النضح والتدفق المقاس والمحسوب

رقم الحالة	H_{G3} (cm)	H_{G2} (cm)	H_{G1} (cm)	Δ_s (cm)	Q_m ml/sec/m	Q_b ml/sec/m
1	22.2	18.4	13.5	6.0	19.3	0.025
2	16.7	14.8	11.2	5.4	13.3	0.014
3	15.3	13.1	9.9	5.0	11.0	0.012
4	11.7	10.3	8.2	3.5	8.1	0.0067
5	10.1	9.0	7.0	3.1	6.27	0.0049
6	9.0	7.9	5.8	2.5	5.13	0.0038
7	6.9	6.3	4.7	1.5	3.87	0.0021
8	5.5	5.1	4.3	0.5	2.6	0.0012

11- الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- عندما يكون الجهد (الجهد الجيوهيدروليكي h_{geo}) أي مستوى الماء في الحجرة A) عالياً نلاحظ من خلال الجداول ذوات الأرقام (6,5,4,3,2) أن التدفق يكون كبيراً ومستوى الماء في أنابيب المراقبة مرتفعاً، وأن الاختلافات في مستوى الماء في أنابيب المراقبة الثلاث يكون مميزة.
- 2- عند الانخفاض التدريجي للجهد يقل التدفق وينخفض مستوى الماء في أنابيب المراقبة الثلاث ويرافق ذلك انخفاض في مسافة النصف.
- 3- لا يتصل مستوى الماء الأرضي مباشرة مع مستوى الماء في القناة في الجهود الكبيرة كما في الشكل رقم(5)، وإنما في نقطة أبعد من مستوى الماء في القناة وعند الجهود المنخفضة جداً قد يصل مستوى الماء الأرضي إلى مستوى الماء في قناة الصرف.
- 4- أن ميل المستوى الماء الأرضي يكون كبيراً عند الجهود المرتفعة وخاصة في المنطقة القريبة من حافة القناة كما هو ملاحظ من الشكل رقم(5) ويقل هذا الميل تدريجياً عند الانخفاض في الجهد وعند الابتعاد عن حافة القناة.
- 5- يختلف التدفق المقلوب في التجربة كثيراً عن التدفق المحسوب أو النظري كما نجده من الجداول ذوات الأرقام (6,5,4,3,2).
- 6- ينصح بإجراء العديد من التجارب وعلى ترب مختلفة لوضع التصحيح المناسب لمعادلة DUPUIT بحيث تتحقق التقارب بين القيم الحقيقية والمقاسة.

12 - المراجع العربية والأجنبية:

١. ابراهيم، بشار ؛ عبدالله يعقوب (٢٠٠٠) "الري والصرف الزراعي"، منشورات جامعة دمشق، ٤٧١ صفحة.
٢. الضرير ، عبدالناصر ؛ مروان الحاج حسين (٢٠٠٨) "الري والصرف الزراعي"، منشورات جامعة حلب، ٣٨٤ صفحة.
٣. الفتاني، فاروق؛ محمد أبو رحيم؛ عبدالله حسن؛ عاطف جبران (٢٠٠٠) "شبكات الري والصرف"، كلية الهندسة، جامعة الاسكندرية، ٢٩٦ صفحة.
٤. بكر ، حلمي محمد (١٩٧٠) "هندسة الصرف الزراعي"، دار المطبوعات الجديدة، جامعة الاسكندرية.

5. Burghardt, W., (1977), "Die Wasserbewegung am Dränrohr". Z.f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 18.
6. Busch, F. K.; Luckner, L. (1972) "Geohydraulik 1". VEB Deutscher Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig, 442 p.
7. Dörter, K. (1986), "Landwirtschaftliche Melioration", VEB Deutscher Landwirtscsftsverlag, Berlin, 300 p.
8. Dyck, S. And G. Peschke, (1983), "Grundlagen der Hydrologie" VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 388 p.
9. Eggelsmann, R. (1981), " Dränanleitung für Landbau, Ingennierbau und Landschaftsbau" 2.Auflage, Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin, 265 p.
10. FAO, (2005) "Materials for subsurface land drainage systems" Irrigation and Drainage Paper 60. Rome.
11. Fatahi, R. (2004) "Analysis of perforated-pipe Watercollector Systems"Journal of Hydraulic Research Vol. 42, No. 1, 89-96 p.
12. Feddes,R.A. (1988) " Effects of Drainage on Crops and Farm Management" Agricultural Water Management, 14 3-18 p.
13. Jamal, M.V, Parviz, F, and Mehdi H. (2007) "Simultaneous Prediction of Saturated Hydraulic Conductivity and drainable Porosity Using the Inverse Problem Technique" Journal of Irrigation and drainage Engineering, ASCE.

14. Löffler, K.H., (1978) "Taschenbuch der Melioration – Projektierung", VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 541 p.
15. Möller, O.; Boesler, H. and P. Leue, (1974), "Hydromelioration Entwässerung", VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 344 p.
16. Oosterbaan,(1988) "R.J. Agricultural criteria for subsurface drainage: A systems analysis" Agricultural Water Management Volume 14, Issues 1-4, Pages 79-90
17. Preissler, G. and G. Bollrich, (1985), "Technische Hydromechanik 1", VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 549 p.
18. Skaggs, R.W. and J. Van Schilfgaarde, (1999), "Agricultural Drainage", American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin, USA, 1328 p.

The effect of variation of ground water level on the distance of infiltration in the wall of draining channels

Marwan Alhaj Houssein

Dept. of Rural Engineering

, Faculty of Agriculture, University of Aleppo

Abstract

The present study was carried-out in the Laboratory of Irrigation and Drainage Research at University of Aleppo during the years 2007-2008. To do this study a box model and clay soil with good structure was used, in addition to observed tubes and piezometers to determine the distance of infiltration.

The effect of variation of ground water level on the distance of infiltration and the discharge of draining channels was studied as a method to determine this distance according to discharge of draining channels, and to compare between the present experimental results with those depending upon Dupuit equation.

The results showed that the distance of infiltration was increased by increasing in the height of ground water level in the draining bed. This result is abnormal to the previous studies that determine the distances between the draining channels in which a contact between the ground water level and the free surface of water in channels is occurred. However, this contact occurs when the level of ground water in the draining bed is low (the zone between two neighboring draining channels) as in the eighth case, and the distance of infiltration is varied according to the variation of ground water level, as it is observed in studying cases in which this distance for the first case was 6.0 cm and the discharge of channel was 19.3 ml/s/m.

The present study showed that there was disagreement between the experimental results and the theoretical ones depending upon Dupuit model, in which the last ones were very small comparing with the experimental results (0.025 ml/s/m for the first case).

Keywords: ground water level, distance of infiltration, draining channels, piezometer.