IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ) Vol.27, No.1, March 2022, pp213-218

خصائص الارتشاح تحت الغمر المتقطع

محمد طارق محمود* m.altaiee@uomosul.edu.iq
حقي اسماعيل ياسين ** haqqiismail56@gmail.com
يونس محمد حسن ** y.alhadidi@uomosul.edu.iq

*جامعة الموصل -مركز بحوث السدود والموارد المائية
** جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ الاستلام: 25/11/2021 تاريخ القبول: 14/1/2022

الملخص

يهدف البحث الى دراسة خصائص كل من عمق الارتشاح وعمق جبهة الابتلال والرطوبة الابتدائية للتربة في حالة الغمر المتقطع باستخدام دورات ذات ازمنة مختلفة لطوري الترطيب واعادة توزيع الرطوبة. اجريت ستة فحوصات للارتشاح الاسطواني تحت الغمر المتقطع شمل اربع دورات حيث في كل دورة طور الترطيب لزمن غمر الماء او الاضافة وطور اعادة توزيع الرطوبة لزمن القطع او لا يوجد غمر، اضافة الى اجراء فحص ارتشاح اسطواني في حالة الغمر المستمر. تم ايجاد علاقات تجريبية للتعبير عن كل من عمق جبهة الابتلال والمحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة وعمق الارتشاح التراكمي ومعدل الارتشاح. وبينت الدراسة ان معدل الرطوبة الابتدائية يزداد في الدورات المتعاقبة ثم يبدو ثابتاً، وان عمق الارتشاح عند زمن معين يتناقص مع تعاقب الدورات ثم يبدو ثابتاً. كما بينت ان عمق الارتشاح التراكمي عند زمن ارتشاح يساوي مجموع ازمنة طور الترطيب للدورات المتعاقبة يكون اكبر في حالة الغمر المتقطع مما هوعليه في الغمر المستمر، وان الفرق بين عمق الارتشاح في حالة الغمر المتقطع عنه في الغمر المستمر تزداد كلما قلت نسبة زمن طور الترطيب/ زمن طور اعادة توزيع الرطوبة. اضافة الى ان ان معدل الارتشاح في حالة الغمر المستمر يساوي تقريباً معدل الارتشاح في نهاية طور الترطيب للدورات المتعاقبة في حالة الغمر المتقطع.

الكلمات الدالة: *الارتشاح، الغمر المتقطع، طور الترطيب، طور اعادة توزيع الرطوبة.*

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
https://rengj.mosuljournals.com

1. المقدمـــــــة:

الارتشاح عملية دخول الماء في التربة من خلال سطحها ، والارتشاح في حالة الغمر هو الارتشاح العمودي احادي البعد. ان القوى الرئيسة المسببة لعملية الارتشاح هي قوى الشد الشعري المتأتية اصلا من قوى التلاصق بين جزيئات الماء وحبيبات التربة وقوة الجذب الارضي . هنالك العديد من العوامل المؤثرة على عملية الارتشاح في حالة الغمر منها: خصائص التربة، والمحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة، اسلوب اضافة الماء (مستمر او متقطع)، القشرة السطحية وانغلاق سطح التربة، وانحباس الهواء داخل التربة، وخصائص الماء الفيزيائية والكيميائية، ودرجة حرارة الماء والتربة، وعمق الماء على سطح التربة[1].
ان معدل دخول الماء في سطح تربة متجانسة ذات محتوى رطوبي ابتدائي منتظم في حالة غمرها بشكل مستمر وبعمق معين من الماء سوف يقل مع الزمن نتيجة تناقص اللانحدار الهيدروليكي عند سطح التربة واذا استمرت عملية الارتشاح لفترة زمنية طويلة فان معدل الارتشاح سيصل الى قيمة ثابتة تساوي تقريباً الايصالية المائية للتربة المشبعة[1]. اما في حالة الغمر المتقطع بشكل دوري، فعملية الارتشاح اكثر تعقيداً مما هي عليه عند الغمر المستمر فخلال فترة اضافة الماء من الدورة أي طور الترطيب فان حالة الارتشاح تكون مشابهة لما ذكر في اعلاه، اما عند ايقاف تجهيز الماء أي جزء الغلق او القطع من الدورة فان اعادة توزيع للرطوبة سوف يحدث، وانّ حركة الماء تستمر استجابة للانحدارات الهيدروليكية حالما يتم اضافة الماء، هناك نمط دوري سوف يتطور بنفس تردد اضافة الماء. ان المحتوى الرطوبي سوف يزداد استجابة للمرات التي عندها يتم اضافة الماء ويقل بعد القطع. ان التغير في المحتوى الرطوبي يعتمد على تكرار الاضافة وان الزمن الذي عنده تحدث الزيادة في الرطوبة سيختلف مع عمق الموقع ضمن مقد التربة [2]. ان حركة الماء داخل التربة خلال فترات القطع مهمة وذلك لتأثيرها على عملية الارتشاح حيث ان اعادة التوزيع يحدد المحتوى الرطوبي وتوزيعه في بداية فترة اضافة الماء الجديدة وهذان يمثلان العوامل الاكثر اهمية في السيطرة على عملية الارتشاح [3]. وان حركة الماء في التربة تحدث استجابةً الى الانحدار الهيدروليكي وليس بالضرورة استجابة الى انحدار المحتوى الرطوبي [4]. ان تأثير الاضافة المتقطعة عامةً يؤدي الى التقليل من حركة الماء بالاتجاه العمودي، حيث تتعرض التربة بالاضافة المتقطعة الى نوبات من التبلل والجفاف النسبي مما يؤدي الى حدوث بعض الرص الحجمي في الطبقة السطحية من التربة [5]. وذكر [6] ان قابلية التربة الجافة على ارتشاح الماء أسرع من التربة الرطبة، وعندما ترطب التربة فهذا يؤدي الى غلق سطح التربة بتماسك اكبر للجزيئات.
وأكد [7] ان انخفاض معدل الارتشاح عن طريق الري النبضي يساعد في تقليل فواقد الغمر العميق. كما ان استخدام المياه بشكل متقطع يقلل من ارتشاح الماء إلى التربة في اعالي مضمار الري من الحقل ، ويتقدم الماء بشكل أسرع إلى نهاية مضمار الري، لذا يتطلب الري كمية أقل من المياه مقارنة بالري المستمر ويقلل من إجمالي الزمن اللازم للارواء [8]. وبين [9] ان زيادة عمق الارتشاح عند نفس زمن التجهيز كلما زاد زمن القطع حيث يمكن تجهيز ثلاثة وحدات أروائية بشكل متناوب وبزمن أقل من الزمن اللازم لتجهيز الوحدات الثلاثة بشكل مستمر مما يساعد على توفير الوقت والطاقة. كما يمكن استخدام الري النبضي لتقليل استهلاك المياه والحصول على أعلى متوسط لقيمة كفاءة استخدام المياه [10].

الهدف الرئيس من البحث دراسة خصائص كل من عمق الارتشاح وعمق جبهة الابتلال والرطوبة الابتدائية للتربة والتعبير عنهم بعلاقات في حالة الغمر المتقطع باستخدام دورات ذات ازمنة مختلفة لطوري الترطيب واعادة توزيع الرطوبة.

2. الفحوصات المختبرية:

تم استخدام اسطوانة لدائنية شفافة بقطر داخلي 14 سم وارتفاع 50 سم لاجراء فحص الارتشاح الاسطواني المختبري الشكل(1)، وتحوي على ثقوب جانبية وباتجاهات مختلفة بقطر 1 ملم لتجنب انحباس الهواء، اسخدمت تربة مزيجية رملية ذات محتوى رطوبي ابتدائي 2.04% تم رصها بطبقات متعاقبة سمك كل طبقة 5 سم لتهيئة عمود تربة بارتفاع 35 سم وكثافة ظاهرية 1.35 غم/ سم^3. يتم اضافة الماء بعمق 4 سم فوق سطح التربة ومتابعة قياس عمق الارتشاح مع الزمن خلال فترات اضافة الماء ومتابعة تقدم جبهة الابتلال مع الزمن خلال الزمن الكلي لاجراء الفحص لاستخدامه في ايجاد معدل الرطوبة الابتدائية قبيل البدء بطور الترطيب لكل دورة، ويتم التخلص من الماء فوق سطح التربة عند انتهاء زمن اضافة الماء في كل دورة من خلال فتحة بقطر 1 سم مجهزة بصمام عند مستوى سطح التربة. كل فحص ارتشاح تحت الغمر المتقطع شمل اربع دورات و في الجدول(1) أزمنة طوري الترطيب واعادة توزيع الرطوبة لكل دورة من الفحوصات المختبرية. اضافة الى اجراء فحص ارتشاح اسطواني في حالة الغمر المستمر.

الشكل (1): فحص الارتشاح الاسطوانى

الجدول(1): زمن طور الترطيب و طور اعادة توزيع الرطوبة لكل دورة من الفحوصات المختبرية للارتشاح الاسطواني.

ت	زمن طور الترطيب (دقيقة)	زمن طور اعادة توزيع الرطوبة (دقيقة)
1	5	10
2	5	20
3	5	30
4	10	10
5	10	20
6	10	30

3. النتائج والتحليل:

اعتماداً على البيانات المقاسة من فحوصات الارتشاح الاسطواني تحت الغمر المتقطع والمتمثلة بعمق جبهة الابتلال مع الزمن منذ بداية الفحص (اي طور الترطيب في الدورة الاولى) بمساعدة البرنامج الاحصائي (SPSS) Special program for Statistical System تم ايجاد المعادلة التجريبية الاتية للتعبير عن هذه البيانات بمعامل تحديد مقداره 0.962:

$$Z = 4.4T^{0.235}\left[1 + 0.08\left\{T\left(\frac{(CN-1)}{T_{OFF}}\right)\right\}^{0.567}\right] \quad ..(1)$$

حيث Z عمق جبهة الابتلال سم، و CN تسلسل او رقم الدورة، وT الزمن من بداية الفحص دقيقة، و T_{off} فترة طور اعادة توزيع الرطوبة دقيقة. وباعتماد البيانات المتمثلة بعمق جبهة الابتلال وعمق الارتشاح التراكمي وذلك عند انتهاء زمن دورة معينة يتم حساب الرطوبة الابتدائية للتربة قبيل الدورة اللاحقة وذلك لجميع الدورات في الفحوصات المختبرية وبمساعدة البرنامج الاحصائي (SPSS) تم ايجاد المعادلة التجريبية الاتية للتعبير عن الرطوبة الابتدائية للتربة بمعامل تحديد مقداره 0.997:

$$\theta_i = [2.9R_T - 8.1R_T^2 - 7.5R_T^3][-77CN + 135.3CN^2 - 63.6CN^3 + 12.2CN^4 - 0.9CN^5] \quad ...(2)$$

حيث Θ_i المحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة %، و R_T الذي يمثل نسبة زمن طور الترطيب الى زمن الدورة الكلي. ثم باعتماد بيانات عمق الارتشاح التراكمي وزمن الارتشاح التراكمي خلال طور الترطيب اضافة الى المحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة وبمساعدة البرنامج الاحصائي (SPSS) تم ايجاد المعادلة التجريبية الاتية للتعبير عن عمق الارتشاح التراكمي بمعامل تحديد مقداره 0.967:

حيث D عمق الارتشاح التراكمي ملم، و T زمن الارتشاح التراكمي دقيقة، وذلك خلال دورة محددة. وبتفاضل المعادلة 3

$$D = \left[-11.1T^{0.5} + 29.6T^{0.4} - 14.9T^{0.3}\right]\times \left[138.1\theta_i^{0.5} - 265.6\theta_i^{0.4} + 127.5\theta_i^{0.3}\right] \quad ....(3)$$

ينتج معدل الارتشاح (I) ملم/دقيقة:

وباعتماد بيانات الارتشاح الاسطواني في حالة الغمر فقد تم التعبير عن عمق الارتشاح التراكمي DD ملم باللآتي:

$$I = \left[-5.5T^{-0.5} + 11.8T^{-0.6} - 4.5T^{-0.7}\right]\times \left[138.1\theta_i^{0.5} - 265.6\theta_i^{0.4} + 127.5\theta_i^{0.3}\right] \quad .....(4)$$

$$DD = 65.3T^{0.7} - 74.9T^{0.8} + 22.5T^{0.9} \quad .....(5)$$

وبتفاضل المعادلة 5 ينتج معدل الارتشاح (II) ملم/دقيقة:

$$II = 45.7T^{-0.3} - 59.9T^{-0.2} + 20.3T^{-0.1} \quad ..... (6)$$

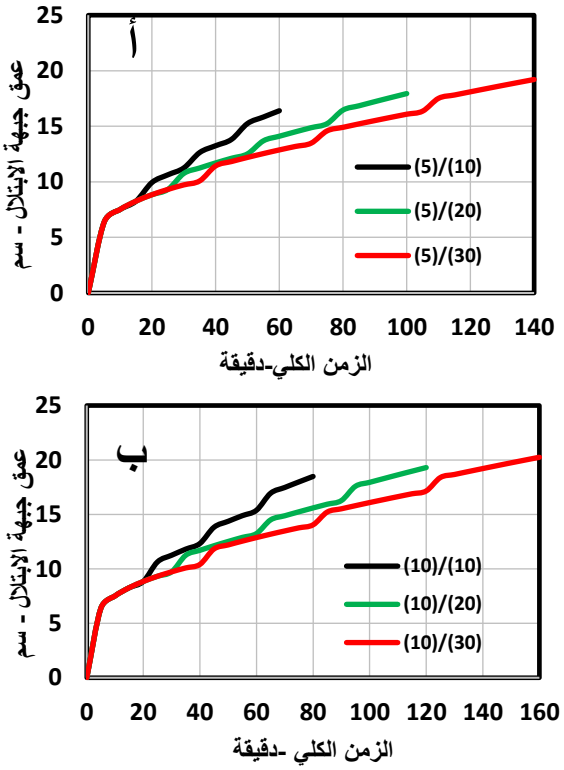
4. المناقشـــــة:

تـم اسـتخدام المعـادلات1-6 فـي جميـع المرتسـمات للاشـكال المعروضة في مناقشة خصائص الارتشاح تحت الغمر المتقطع.

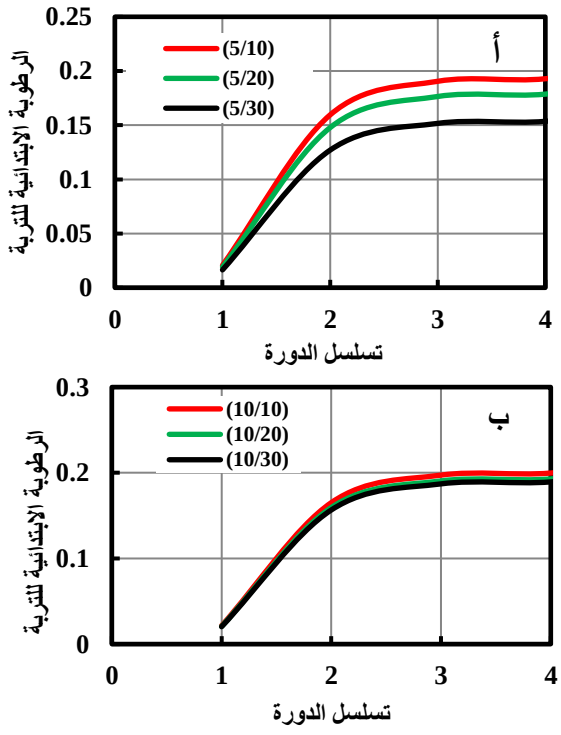
عمق جبهة الابتلال: الشكل (2) يعرض العلاقة بين عمق جبهة الابتلال مع الزمن لأربع دورات وذلك لأزمنة مختلفة لطور اعادة توزيع الرطوبة ولحالتي زمن طور الترطيب أ. 5 دقائق وب. 10 دقائق. حيث يتبين من الشكل ان عمق جبهة الابتلال يزداد مع ازدياد زمن طور اعادة توزيع الرطوبة، حيث توفر فرصة زمنية اكبر لحركة الماء الى الاسفل. كما يتبين من مقارنة الجزء (أ) مع الجزء (ب) ان عمق جبهة الابتلال يزداد مع زيادة زمن طور الترطيب وذلك لنفس زمن طور اعادة توزيع الرطوبة وهذا طبيعياً ناتج عن زيادة عمق الارتشاح بزيادة زمن الاضافة او الترطيب.

الرطوبة الابتدائية للتربة: يعرض الشكل (3) الرطوبة الابتدائية للتربة قبيل بدء طور الترطيب لأربع دورات ولحالتي زمن طور الترطيب أ.5 دقائق وب. 10 دقائق. يتبين من الشكل ان معدل الرطوبة الابتدائية يزداد في الدورات المتعاقبة وان معدل الرطوبة الابتدائية يبدو ثابتاً في الدورات الثالثة والرابعة وذلك في حالتي زمن طور الترطيب في الجزء أ و الجزء ب، وان معدل الرطوبة الابتدائية للتربة يزداد بازدياد عمق الارتشاح اي زمن طور الترطيب كما يتبين ان معدل الرطوبة يقل مع ازدياد زمن طور اعادة توزيع الرطوبة وذلك في حالتي زمن طور الترطيب في الجزء (أ) و الجزء (ب) وان هذه الزيادة تكون اكبر في حالة زمن طور الترطيب 5 دقائق مما هي عليه في حالة زمن طور الترطيب 10 دقائق.

عمق الارتشاح التراكمي: يعرض الشكلان 4 و 5 العلاقة بين عمق الارتشاح التراكمي وزمن الارتشاح التراكمي لأربعة دورات ولعدة أزمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة وذلك عند زمني

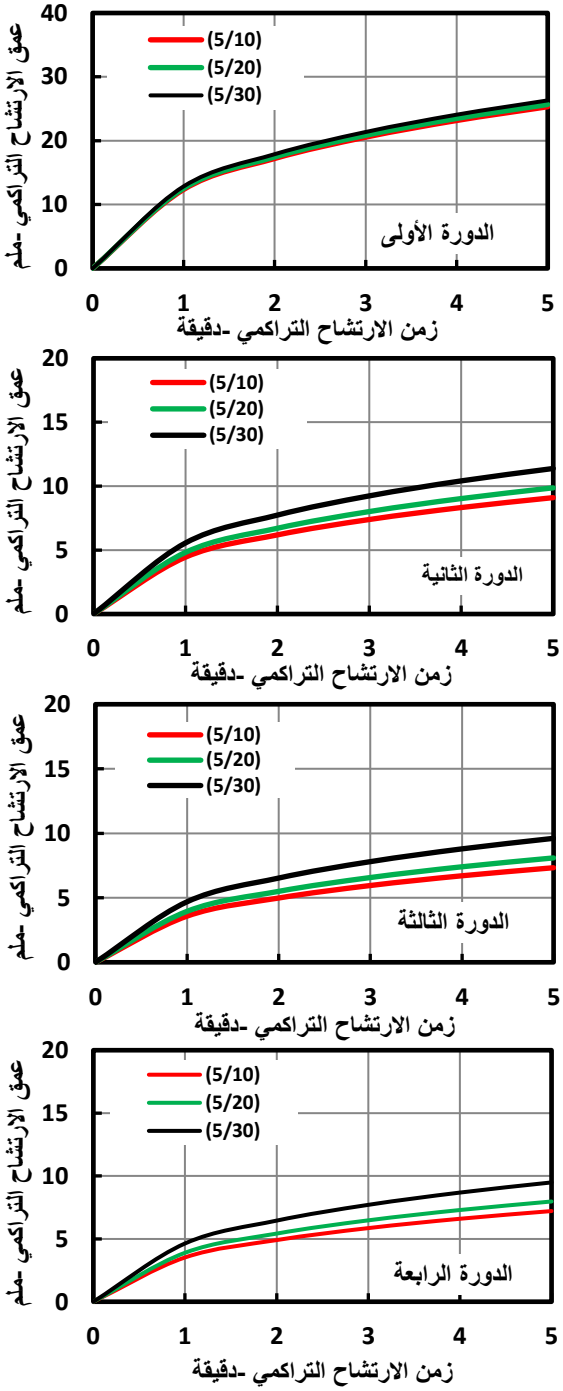


الشكل (2): العلاقة بين عمق جبهة الابتلال مع الزمن لأربع دورات وذلك لأزمنة مختلفة لطور اعادة توزيع الرطوبة ولحالتي زمن طور الترطيب أ. 5 دقائق وب. 10 دقائق

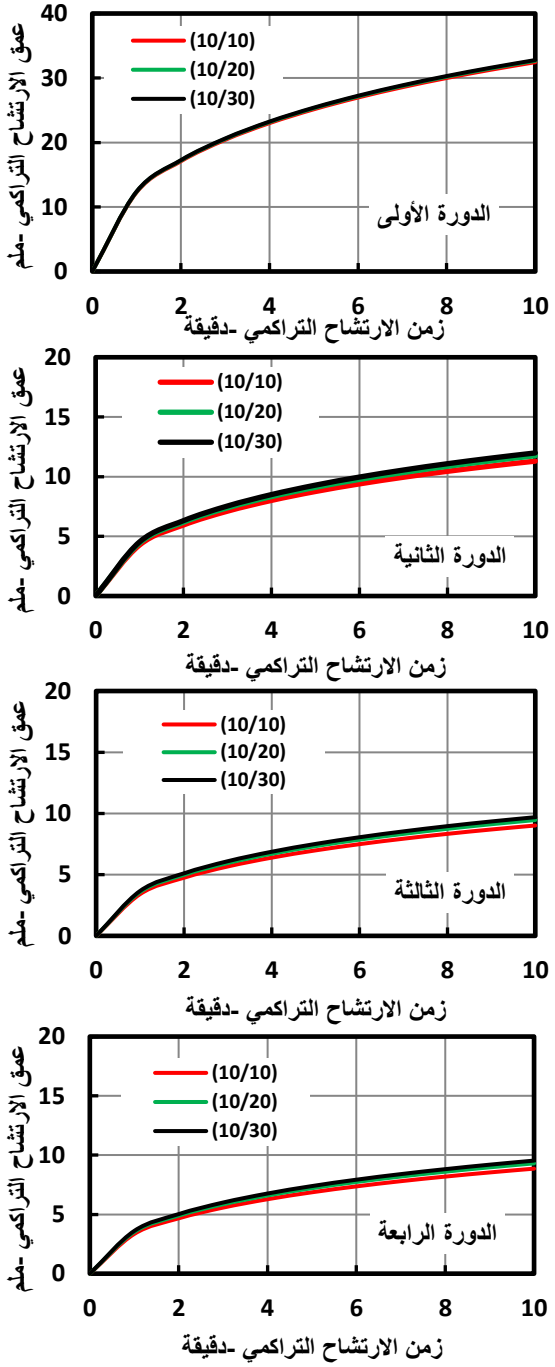


الشكل (3): الرطوبة الابتدائية للتربة قبيل بدء طور الترطيب لأربع دورات ولحالتي زمن طور الترطيب أ. 5 دقائق وب. 10 دقائق.

طور الترطيب 5 دقائق و 10 دقائق على التوالي. يتبين من الشكلان ان عمق الارتشاح عند زمن معين يتناقص مع تعاقب الدورات ويكون النقص الكبير بين الدورة الاولى والثانية ثم يقل هذا النقص بين الدورة الثانية والثالثة ويكاد ينعدم بين الدورة الثالثة والدورة الرابعة وذلك طبقا لتغير الرطوبة الابتدائية للتربة قبيل الاضافة. كما يتبين ان عمق الارتشاح عند زمن معين يزداد مع زيادة زمن طور اعادة توزيع الرطوبة وتكون الزيادة اكثر وضوحاً في حالة زمن طور الترطيب 5 دقائق عما هو عليه عند ال 10 دقائق. وللمقارنة بين عمق الارتشاح تحت الغمر المستمر وعمق الارتشاح تحت الغمر المتقطع، فالشـــــكلان 6 و 7 يعرضان العلاقة بين عمق الارتشاح التراكمي وزمن الارتشاح

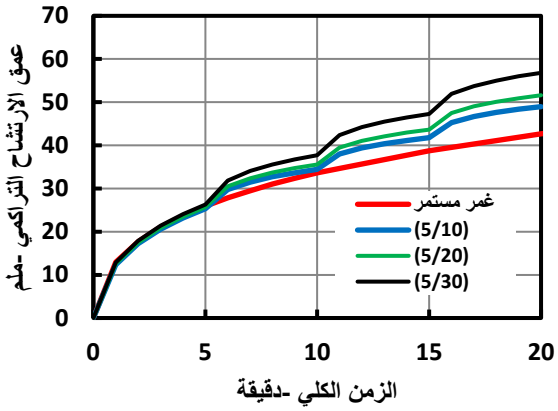


الشكل (4): العلاقة بين عمق الارتشاح التراكمي وزمن الارتشاح التراكمي لأربعة دورات عند زمن طور الترطيب 5 دقائق ولعدة ازمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة.

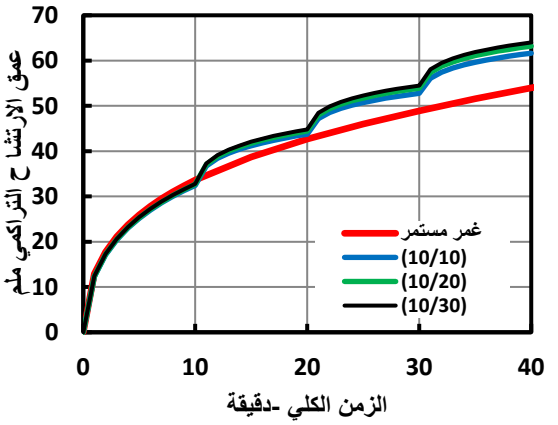


الشكل (5): العلاقة بين عمق الارتشاح التراكمي وزمن الارتشاح التراكمي لأربعة دورات عند زمن طور الترطيب 10 دقائق ولعدة ازمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة.

التراكمي في حالة الغمر المستمر وحالة الغمر المتقطع لأربعة دورات ولعدة أزمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة وذلك عند زمني طور الترطيب 5 دقائق و 10 دقائق على التوالي. يتبين من الشـــــــــــــــكلين ان عمق الارتشاح التراكمي عند زمن ارتشاح يساوي مجموع ازمنة طور الترطيب للدورات المتعاقبة يكون اكبر في حالة الغمر المتقطع مما هوعليه في الغمر المستمر، والفرق يزداد بازدياد زمن طور اعادة توزيع الرطوبة. كما يتبين ان الفرق بين عمق الارتشاح في حالة الغمر المتقطع عنه في الغمر المستمر يزداد كلما قل مجموع ازمنة طور



الشكل (6): العلاقة بين عمق الارتشاح التراكمي وزمن الارتشاح التراكمي في حالة الغمر المستمر وحالة الغمر المتقطع لأربعة دورات عند زمن طور الترطيب 5 دقائق ولعدة ازمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة.

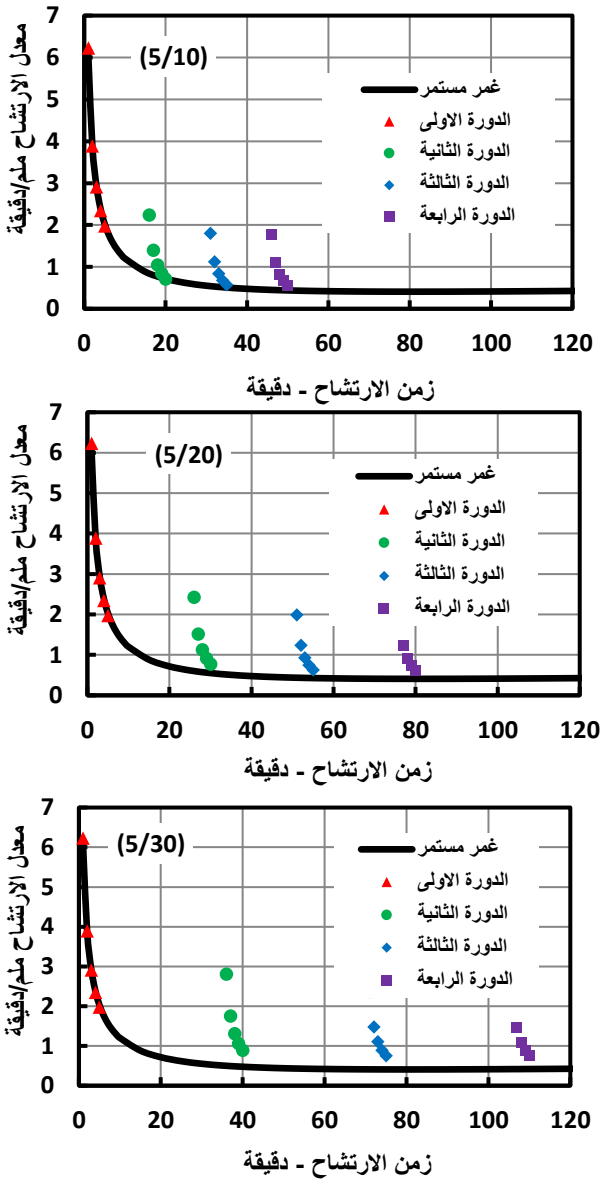


الشكل (7): العلاقة بين عمق الارتشاح التراكمي وزمن الارتشاح التراكمي في حالة الغمر المستمر وحالة الغمر المتقطع لأربعة دورات عند زمن طور الترطيب 10 دقائق ولعدة ازمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة.

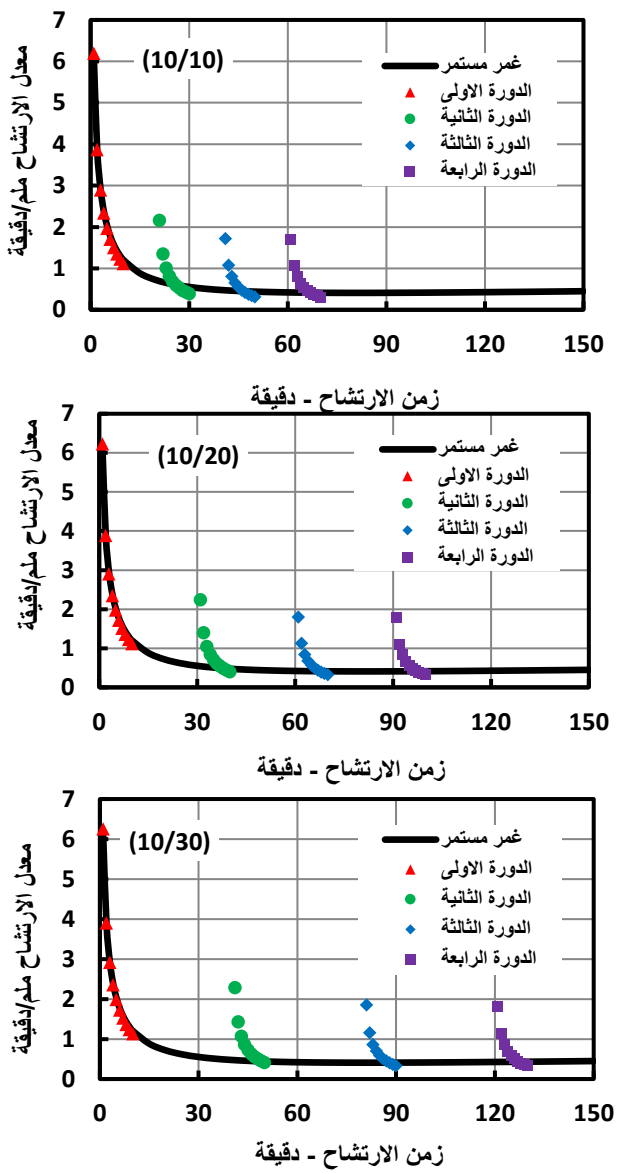
الترطيب للدورات المتعاقبة. اي ان الفرق بين عمق الارتشاح في حالة الغمر المتقطع عنه في الغمر المستمر تزداد كلما قل زمن طور الترطيب او زاد زمن طور اعادة توزيع الرطوبة او كلما قلت نسبة زمن طور الترطيب/ زمن طور اعادة توزيع الرطوبة كما نقترب من الغمر المستمر كلما زادت هذه النسبة والذي يتم بزيادة زمن طور الترطيب او تقليل زمن طور اعادة توزيع الرطوبة او كليهما وبذلك فيقل الفرق عمق الارتشاح في حالة الغمر المتقطع عنه في الغمر المستمر.

معدل الارتشاح: وللمقارنة بين معدل الارتشاح تحت الغمر المستمر ومعدل الارتشاح تحت الغمر المتقطع، فالشكلان 8 و 9 يعرضان العلاقة بين معدل الارتشاح وزمن الارتشاح في حالة الغمر المستمر وحالة الغمر المتقطع لأربعة دورات ولعدة أزمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة وذلك عند زمني طور الترطيب 5 دقائق و 10 دقائق على التوالي. يتبين من الشكلان ان معدل الارتشاح في حالة الغمر المستمر يساوي تقريباً معدل الارتشاح في نهاية طور الترطيب للدورات المتعاقبة في حالة الغمر المتقطع عند ازمنة تراكمية تمثل ازمنة نهاية طور الترطيب في الدورات المتعاقبة.

5 . الاســــــــــتنتاج:



الشكل (8): العلاقة بين معدل الارتشاح وزمن الارتشاح في حالة الغمر المستمر وحالة الغمر المتقطع لأربعة دورات عند زمن طور الترطيب 5 دقائق ولعدة ازمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة.



الشكل (9): العلاقة بين معدل الارتشاح وزمن الارتشاح في حالة الغمر المستمر وحالة الغمر المتقطع لأربعة دورات عند زمن طور الترطيب 10 دقائق ولعدة ازمنة لطور اعادة توزيع الرطوبة.

1.ان معدل الرطوبة الابتدائية يزداد في الدورات المتعاقبة ثم يبدو ثابتاً.

2. ان عمق الارتشاح عند زمن معين يتناقص مع تعاقب الدورات ثم يبدو ثابتاً.

3. ان عمق الارتشاح التراكمي عند زمن ارتشاح يساوي مجموع ازمنة طور الترطيب للدورات المتعاقبة يكون اكبر في حالة الغمر المتقطع مما هو عليه في الغمر المستمر.

4. ان الفرق بين عمق الارتشاح في حالة الغمر المتقطع عنه في الغمر المستمر تزداد كلما قلت نسبة زمن طور الترطيب/ زمن طور اعادة توزيع الرطوبة.

5. ان معدل الارتشاح في حالة الغمر المستمر يساوي تقريباً معدل الارتشاح في نهاية طور الترطيب للدورات المتعاقبة في حالة الغمر المتقطع.

6. المصادر:

[1] A.Y. Hachum and H.I.Yasin, "On-farm Irrigation Systems Engineering", *Dar Al Kuttb for Printing and Publishing, Mosul University*, Mosul,Iraq, 1992.

[2] H.I. Yasin, and A.A. Al-Dabagh, "Effect of intermittent water application from trickle source on the water movement and moisture distribution in layered soil", *Tikrit Journal of Engineering sciences*, Vol.27, No.4 , 2020, PP: 87-97.

[3] J. , G. Larry, and L. Curtis Larson. "Modeling infiltration and redistribution of soil water during intermittent application, " *Transactions of the ASAE* 19.3 (1976): 482-0488.

[4] R.J. Hanks, and G.L. Ashcroft "Physical properties of soils" *Department of Soil Science and Biometeorology*, Logan, Utah, 1976.

[5] I. M. Al-Hadythy, Water Infiltration in Soil under

[10] E. Khalifa, A. Okasha, and S. Shawat," Development of Surface Irrigation Using Surge Irrigation Technique ", *Fresenius Environmental* Bulletin, Volume 28 , No. 4A, 2019, PP: 3121-3130.

Intermittent Ponding, *MSc Thesis, Mosul University, Mosul, Iraq*, 1988.

[6] C. G. Henry and L. J. Krutz," Surge Irrigation Information", *University of Arkansas*, Division of Agriculture, Research & Extension, 2017.

[7] T .Gamal El-Dine and M. M. Hosny," Field Evaluation of Surge and Continuous Flows in Furrow Irrigation Systems", © 2000 *Kluwer Academic Publishers*, Water Resources Management **14,** 2000, **PP:** 77–87.

[8] .P. D.Borhade," Smart Surge Irrigation Using Microcontroller Based Embedded Systems and Internet of Things", *MSc Thesis, University of Arkansas*,USA, 2018.

[9] M. S. Shamsaldeen and Y. M. Hassan, "The Effect of Intermittent Constant Water Application on Soil Infiltration", -*Rafidain Engineering Journal* (AREJ), Vol.26, No. 1, June 2021, pp: 69-77.

Infiltration Characteristics under Intermittent Ponding

Mohammad T. Mahmood* m.altaiee@uomosul.edu.iq

Haqqi I. Yasin** haqqiismail56@gmail.com

Younis M. Hassan** y.alhadidi@uomosul.edu.iq

*University of Mosul, Dams and Water Resources Research Center

** Dams and Water Resources Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

ABSTRACT

The research aims to study the characteristics of each of the infiltration depth, wetting front depth and the initial moisture of the soil in the case intermittent ponding depths using successive cycles for distribution and redistribution patterns with different durations. Six laboratory experiments were conducted for cylindrical infiltration under intermittent ponding included four distribution cycles, each cycle includes distribution pattern with continuous ponding and redistribution pattern with intermittent ponding or without ponding. Also, one cylindrical infiltration under continues ponding was done for comparison purposes. Empirical relations were derived to express the wetting front depth, the initial moisture of soil, and the accumulative infiltration depth and infiltration rate. The results show that the average initial moisture increase during the successive distribution cycles , then seemed to be constant. The results also indicate that the infiltration depth with intermittent application is more than that of continuous application at the same application time and the difference increased as ON/OFF ratio decreased. Further, the results show that the infiltration rate with continues ponding is approximately equal to infiltration rate with intermittent ponding at the end of redistribution pattern for successive cycles.

Keywords:

Keywords: Infiltration, Intermittent Ponding, Distribution Cycle, Redistribution Cycle