تأثير تغيّر الكثافة الظاهرية للتربة مع العمق في تقدم جبهة الابتلال تحت مصدر تنقيط خطي

د.حقي إسماعيل ياسين* **محمد طارق محمود**** **زياد أيوب سليمان*****

الملخص

من العوامل التي تؤثر في حركة الماء في التربة خصائص التربة بتركيبها وقوامها. إنَ نسبة مكونات التربة من المواد المعدنية والعضوية ذات تأثير في كثافتها الظاهرية. إذْ إنَّ الترب السطحية أكثر غنىً بالمادة العضوية من الترب التحتية، لذلك وبشكل عام فإنَّ الكثافة الظاهرية تزداد مع زيادة عمق التربة، لذا هدف البحث إلى دراسة تأثير تغيّر الكثافة الظاهرية مع العمق في تقدم جبهة الابتلال تحت الري بالتنقيط. تضمن العمل المختبري إجراء تسعة فحوصات لمتابعة تقدم جبهة الابتلال مع الزمن، وقد استُخدِمَتْ ثلاث حالات لتغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة، (0،0.00462،0.00923)غم/سم^3/سم، المقد الأول للتربة تتغيّر الكثافة الظاهرية من 1.2غم/سم^3 من سطح التربة وتدريجياً إلى 1.8غم/سم^3 عند أقصى عمق لمقد التربة، المقد الثاني للتربة تتغيّر الكثافة الظاهرية من 1.5غم/سم^3 إلى 1.8غم/سم^3، والمقد الثالث بتربة متجانسة ذات كثافة ظاهرية 1.2غم/سم^3 وبثلاث معدلات لإضافة الماء 3.9،2.6،1.3 سم^3 /دقيقة/سم.

بيّنت الدراسة أن مع زيادة انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة فإنَّ هنالك زيادة قليلة في التقدم الأفقي وتكاد تنعدم هذه الزيادة في التقدم العمودي، بينما تكون واضحة وملموسة في التقدم القطري. كما بيّنت أنَّ مقدار الزيادة في التقدم العمودي هي أكبر ممَّا عليه في التقدم الأفقي ويكون بين ذلك التقدم القطري؛ وذلك عند زيادة معدل إضافة الماء، وإنَّ كلاً من التقدم الأفقي والتقدم العمودي والتقدم القطري لجبهة الابتلال يزداد مع نقصان معدل إضافة الماء، وذلك عند إضافة الحجم نفسه من الماء.

الكلمات المفتاحية: تغيّر الكثافة الظاهرية للتربة، جبهة الابتلال، مصدر تنقيط خطي

* كلية الهندسة- جامعة الموصل- العراق .

** كلية الهندسة- جامعة الموصل- العراق.

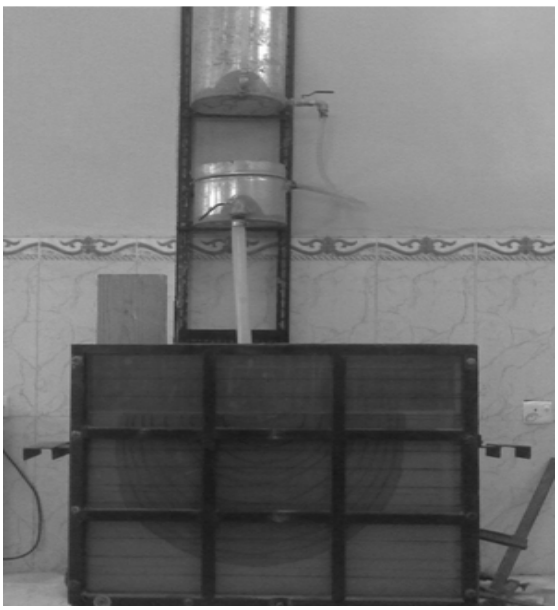
*** كلية الهندسة- جامعة الموصل- العراق.

1. المقدمة

إنَ تصميم منظومة ري بالتنقيط بشكل كفوء يعتمد على معرفة شكل التربة المبتلة وحجمها، ويتأثر شكل التربة المبتلة وحجمها بالعديد من العوامل كنوعية مقد التربة ومعدل إضافة الماء من المنقط وحجم الماء المضاف أو استدامة الإضافة وأسلوب إضافته (إضافة مستمرة أو متقطعة)، والرطوبة الابتدائية للتربة، وحرارة كل من الماء والتربة[8,7,6,5,4,3,2,1]. إن خصائص التربة بتركيبها وقوامها ذات تأثير في حركة الماء في التربة، فالتربة الخشنة تحوي مسامات بأقطار كبيرة نسبياً لذا فإنَّ قوى الجاذبية تؤدي دوراً مهماً في حركة الماء، في حين أنَ الترب الناعمة التي تحوي مسامات بأقطار صغيرة نسبياً فإنَّ قوى الشد هي التي تؤدي الدور المهم في حركة الماء، لذلك يكون تقدم جبهة الابتلال أفقياً أكبر مما هو عليه عمودياً في الترب الناعمة في حين العكس صحيح في الترب الخشنة[1،2،3]. كما أنَ لرص التربة تأثيراً في حجم المسامات ومن ثمَّ في الكثافة الظاهرية للتربة، وهذا ينعكس على حركة الماء في التربة. فالتقدم الأفقي لجبهة الابتلال يزداد والتقدم العمودي لجبهة الابتلال يقل مع زيادة الكثافة الظاهرية وإن النقصان في التقدم العمودي أكبر من الزيادة في التقدم الأفقي مع زيادة الكثافة الظاهرية لمقد التربة[9]. إنَ مدى تغيّر الكثافة الظاهرية عامةً من 1.0 إلى 1.8 غم/سم^3. والترب السطحية بالنسجة الناعمة ذات كثافة ظاهرية أقل من الترب الرملية[10]. كما أنَّ الترب التي تحوي على مواد عضوية أكثر تكون بكثافة ظاهرية أقل، فنسبة مكونات التربة من المادة المعدنية والعضوية ذات تأثير في كثافتها الظاهرية. إذْ إنَّ الترب السطحية أكثر غنىً بالمادة العضوية من الترب التحتية، لذلك وبشكل عام فإنَّ الكثافة الظاهرية تزداد مع زيادة عمق التربة[11]، لذا تضمنت الدراسة الحالية تأثير تغيّر الكثافة الظاهرية للتربة مع العمق في تقدم جبهة الابتلال تحت مصدر تنقيط خطي.

2. المواد وطرائق البحث

لدراسة تأثير تغيّر الكثافة الظاهرية مع العمق في تقدم جبهة الابتلال تحت مصدر تنقيط خطي يتطلب الحصول على بيانات تتضمن متابعة تقدم جبهة الابتلال مع الزمن الناتج بإضافة الماء من منقط سطحي إلى مقد التربة. باستخدام حاوية حديدية على شكل متوازي مستطيلات مفتوح من الأعلى، وبأبعاد داخلية الطول 100 سم، والارتفاع 65 سم، والسمك 5.5 سم ذات واجهة من لوح شفاف من اللدائن الصلبة لمتابعة تقدم جبهة الابتلال. رُصَّتْ تربة بنسجه مزيجية غرينية ذات رطوبة ابتدائية مقدارها 5.2% نسبةً إلى الوزن الجاف وبطبقات سمك كل منها عند الرص 5 سم، حُدِّدَتْ كتلتها اعتماداً على حجم طبقة التربة والكثافة الظاهرية المطلوبة لتلك الطبقة والرطوبة الابتدائية للتربة، وأُجريتْ عملية رص الطبقات الواحدة فوق الأخرى حتى يتم تهيئة مقد تربة بعمق 65 سم. ويُجهَّزُ الماء عبر خزان أسطواني مستوى الماء فيه ثابت إلى المنقط، وبتغيّر منسوب الخزان نسبة إلى المنقط يتغيّر معدل إضافة الماء. يوضح **الشكل(1)** حاوية التربة ومنظومة تجهيز الماء. بعد إعداد مقد التربة، جرت معايرة معدل إضافة الماء المختار، ويضاف الماء عبر المنقط على سطح التربة عند منتصف طول حاوية التربة. ويتم تأشير مواقع تقدم جبهة الابتلال على وجه الحاوية الشفاف عند أزمنة مناسبة ومختارة، إذْ تستمر عملية إضافة الماء إلى أن تقترب جبهة الابتلال من حافة حاوية التربة عنده يتم إيقاف إضافة الماء.



الشكل (1) حاوية التربة ومنظومة تجهيز الماء.

تضمن العمل المختبري إجراء تسعة فحوصات إذْ استُخدِمَتْ ثلاثة معدلات لإضافة الماء 1.3،2.6،3.9 سم^3/دقيقة/سم وثلاث حالات لتغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة، (0،0.00462،0.00923)غم/سم^3/سم، المقد الأول للتربة تتغيّر الكثافة الظاهرية من 1.2غم/سم^3 من سطح التربة تدريجياً إلى 1.8غم/سم^3 عند أقصى عمق لمقد التربة، المقد الثاني للتربة تتغيّر الكثافة الظاهرية من 1.5غم/سم^3 إلى 1.8غم/سم^3، أمَّا المقد الثالث بتربة متجانسة ذات كثافة ظاهرية فهو 1.2غم/سم^3.

3. النتائج ومناقشتها

اعتُمِدَتْ بيانات التقدم الأفقي السطحي والتقدم العمودي تحت المنقط لجبهة الابتلال والتقدم القطري من بيانات تقدم جبهة الابتلال للفحوصات المختبرية بثلاثة معدلات مختلفة لإضافة الماء من المنقط، وثلاثة مقاد ترب كل منها بانحدار معين للكثافة الظاهرية. وبواقع 70 قيمة لكل من التقدم الأفقي السطحي والتقدم العمودي تحت المنقط والتقدم القطري ومعدل إضافة الماء والزمن منذ بداية إضافة الماء وانحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة ، تم إيجاد علاقات تربط بين كل من التقدم الأفقي السطحي والتقدم العمودي والتقدم القطري بوصفها دالة للمتغيّرات الأخرى المشار إليها أعلاه واستعانة بالبرنامج الإحصائي Special Program for Statistical System (spss)، واستُخدِمَتْ طريقة الانحدار اللاخطي لإيجاد هذه العلاقات وهي:

$$X = 2.3427 * T^{0.4149} * q^{0.2621} + 1.554 * (BDG * T)^{0.7841}$$

$$R^2 = 0.974 \text{ ..... } (1)$$

$$Y = 1.689 * T^{0.5245} * q^{0.3738} + 0.4539 * (BDG * T)^{1.5899}$$

$$R^2 = 0.995 \text{ ..... } (2)$$

$$Z = 1.8538 * T^{0.4615} * q^{0.4207} + 3.9855 * (BDG * T)^{1.0504}$$

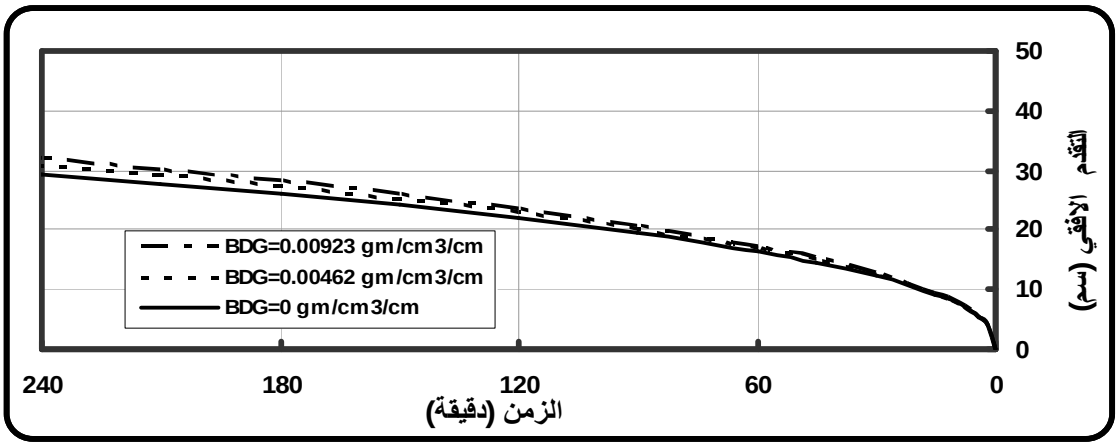
$$R^2 = 0.991 \text{..... } (3)$$

إذْ X التقدم الأفقي السطحي لجبهة الابتلال (سم) وY التقدم العمودي تحت المنقط لجبهة الابتلال (سم) وz التقدم القطري لجبهة الابتلال وq معدل إضافة الماء (سم^3/دقيقة/سم) وT الزمن منذ بداية إضافة الماء (دقيقة) و BDG انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة (غم/سم^3/سم). اعتُمِدَتِ البيانات الناتجة من المعادلتين 1و2و3 في رسم الأشكال اللاحقة لتوضيح تأثير كل من انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة ومعدل إضافة الماء على تقدم جبهة الابتلال.

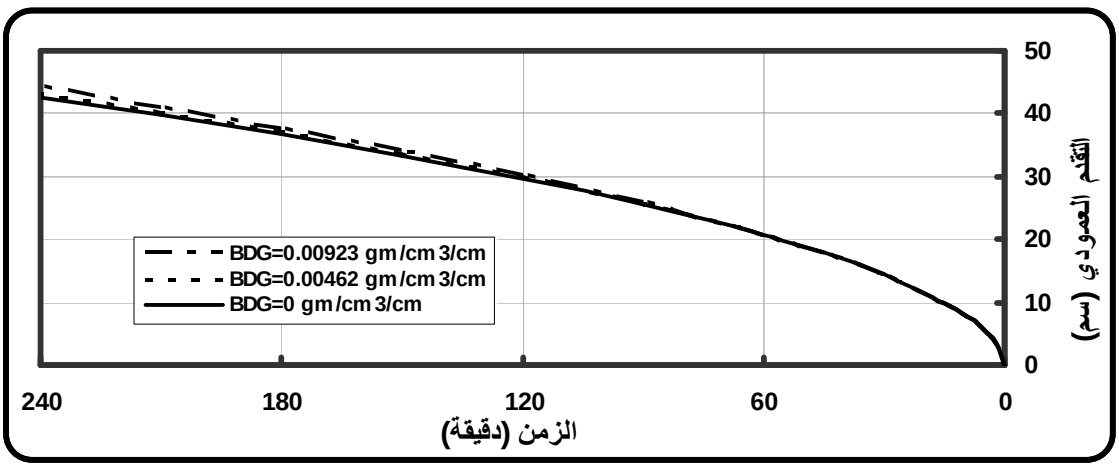
تأثير انحدار الكثافة الظاهرية في تقدم جبهة الابتلال

توضح **الأشكال (2 و3 و4)** تغيّر كل من التقدم الأفقي والتقدم العمودي والتقدم القطري لجبهة الابتلال مع الزمن عند معدل إضافة ماء مقدارها 2.6سم^3/دقيقة/سم لثلاث حالات لتغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة، (0،0.00462،0.00923) غم/سم^3/سم. تبيّن الأشكال أن مع زيادة انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة فإنَّ هنالك

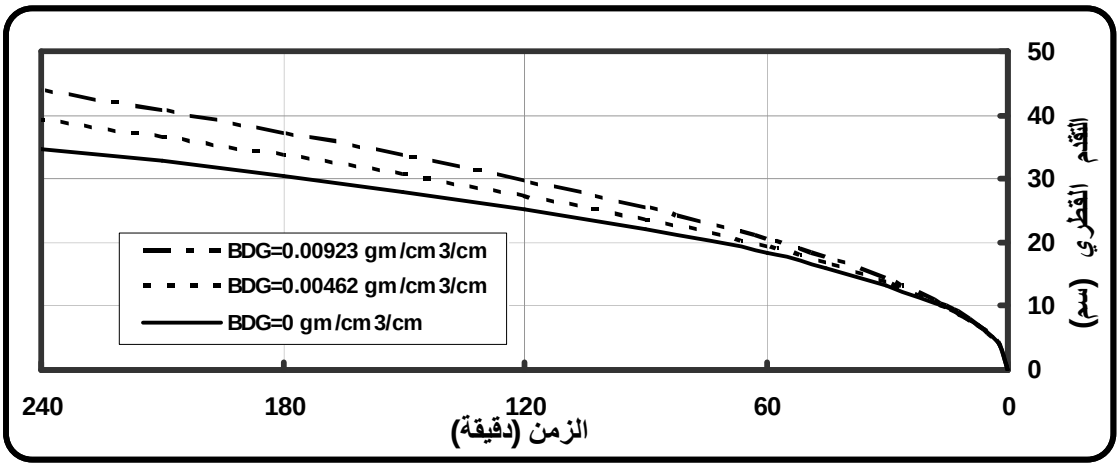
زيادة قليلة في التقدم الأفقي وتكاد تنعدم هذه الزيادة في التقدم العمودي في حين تكون واضحة وملموسة في التقدم القطري ويعود السبب في ذلك إلى صغر حجم الفراغات البينية بين حبيبات التربة كلما زادت الكثافة الظاهرية مع العمق وهذا يؤدي إلى زيادة تأثير القوى الشعرية وانخفاض تأثير قوى الجاذبية، حيث التأثير قليل في التقدم الأفقي السطحي في حين يزداد التأثير في التقدم الأفقي مع العمق حيث ينعكس ذلك في التقدم القطري، و**الشكل (5)** يوضح الزيادة الحاصلة في كل من التقدم الأفقي ΔX والتقدم العمودي ΔY والتقدم القطري ΔZ مع الزمن وذلك عند تغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة من متجانس إلى (0.00923 غم/سم^3/سم)، وذلك لأي معدل لإضافة الماء من مصدر التنقيط وفي حدود قيم معدلات إضافة الماء لهذه الدراسة.



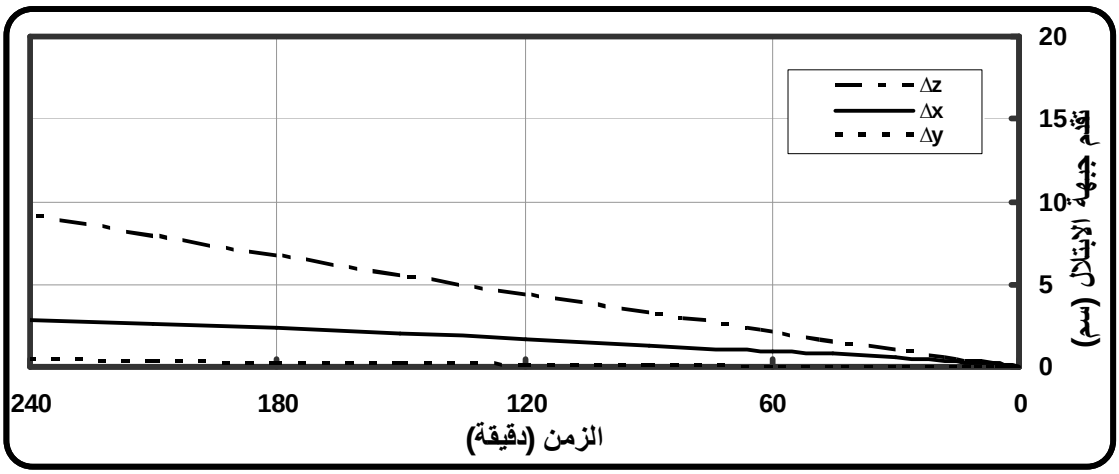
الشكل (2) تغيّر التقدم الأفقي لجبهة الابتلال مع الزمن عند معدل إضافة ماء مقدارها 2.6 (سم^3/ دقيقة / سم)؛ وذلك لثلاث حالات لتغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة، (0، 0.00462، 0.00923) غم/سم^3/سم.



الشكل (3) تغيّر التقدم العمودي لجبهة الابتلال مع الزمن عند معدل إضافة ماء مقدارها 2.6 (سم^3/ دقيقة / سم)؛ وذلك لثلاث حالات لتغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة، (0، 0.00462، 0.00923) غم/سم^3/سم.



الشكل (4) تغيّر التقدم القطري لجبهة الابتلال مع الزمن عند معدل إضافة ماء مقدارها 2.6 (سم^3/ دقيقة / سم)؛ وذلك لثلاث حالات لتغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة، (0،0.00462،0.00923) غم/سم^3/سم.

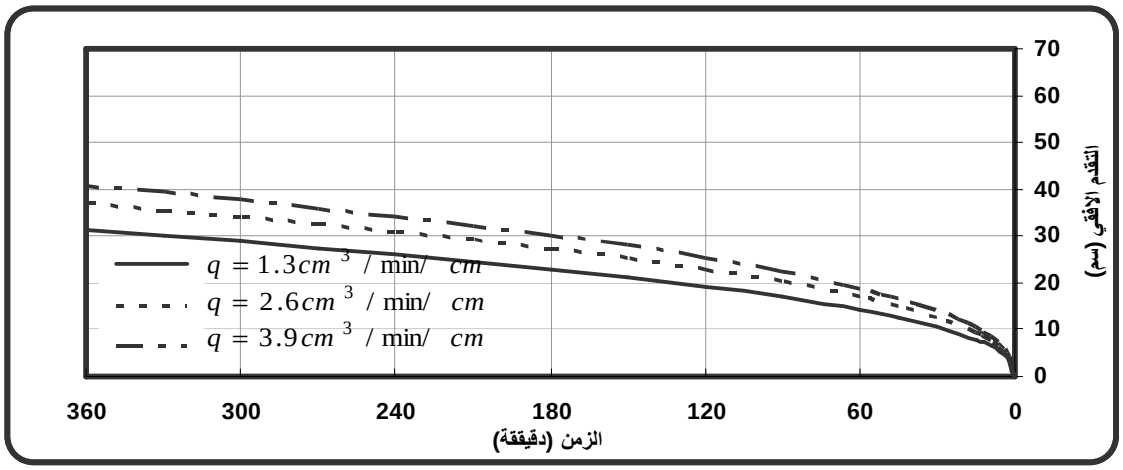


الشكل (5) تغيّر الزيادة الحاصلة في كل من التقدم الافقي ΔX والتقدم العمودي ΔY والتقدم القطري ΔZ مع الزمن؛ وذلك عند تغيّر انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة من متجانس إلى (0.00923 غم/سم^3/سم)؛ وذلك لأي معدل لإضافة الماء من مصدر التنقيط.

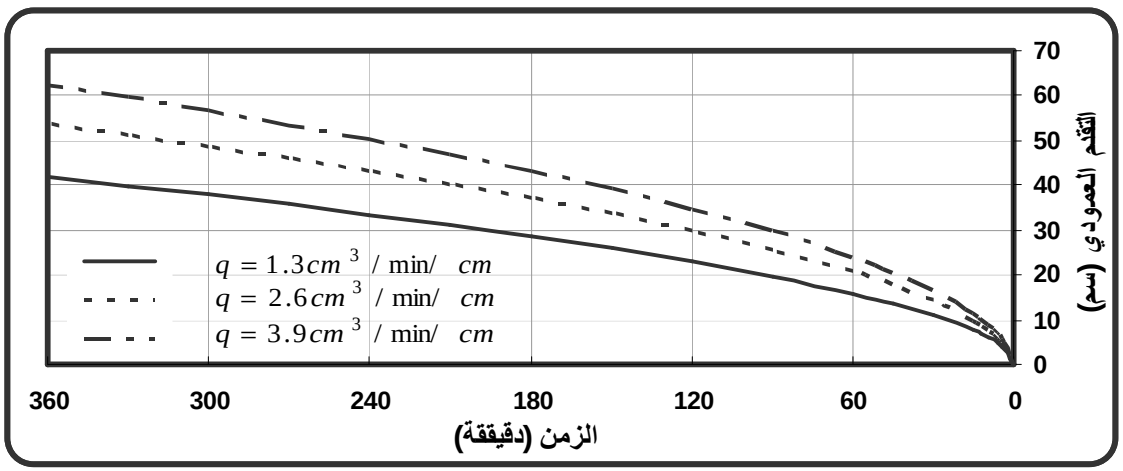
تأثير معدل إضافة الماء في تقدم جبهة الابتلال

توضح **الأشكال (6 و7 و8)** تغيّر كل من التقدم الأفقي والتقدم العمودي والتقدم القطري لجبهة الابتلال مع الزمن لمقد تربة ذي انحدار للكثافة الظاهرية (0.00462 غم/سم^3/سم) بمعدلات إضافة للماء مقدارها 1.3 و 2.6 و 3.9 سم^3/دقيقة/سم. يتبيّن من هذين الشكلين أنَّ كلاً من التقدم الأفقي والتقدم العمودي والتقدم القطري لجبهة الابتلال يزداد مع زيادة معدل إضافة الماء، وهذا يتفق مع [12،13،14]، وإنَّ مقدار الزيادة في التقدم العمودي أكبر ممَّا هي عليه في التقدم الأفقي ويكون بين ذلك التقدم القطري وذلك عند زيادة معدل إضافة الماء. كما يتبيّن أيضاً عند إضافة الحجم نفسه من الماء أي المقارنة لتقدم جبهة الابتلال عند الأزمنة 120،180، 360 لمعدلات إضافة الماء 1.3،2.6،3.9 سم^3/دقيقة/سم على

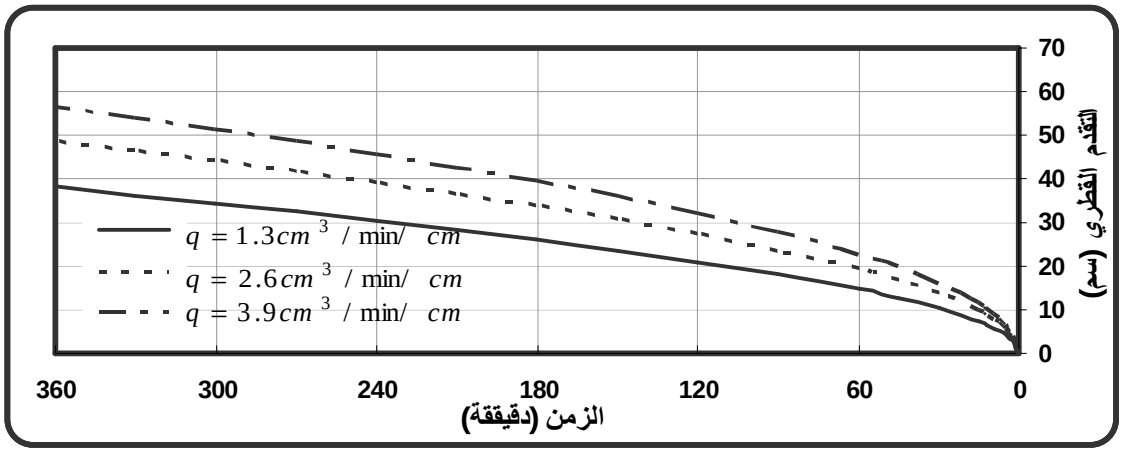
التوالي فإنَّ كلاً من التقدم الأفقي والتقدم العمودي والتقدم القطري لجبهة الابتلال يزداد مع نقصان معدل إضافة الماء، وهذا يتفق مع[2].، و**الشكل (9)** يوضح الزيادة الحاصلة في كل من التقدم الأفقي ΔX والتقدم العمودي ΔY والتقدم القطري ΔZ مع الزمن؛ وذلك عند تغيّر معدل إضافة الماء من(1.3 إلى 3.9 سم^3/دقيقة/سم) وذلك لأي انحدار للكثافة الظاهرية لمقد التربة وفي حدود قيم انحدار الكثافة الظاهرية لمقد التربة لهذه الدراسة، ويوضح ما ذُكِرَ أعلاه أنَّ مقدار الزيادة في التقدم العمودي أكبر ممَّا هي عليه في التقدم الأفقي، ويكون بين ذلك الزيادة في التقدم القطري.



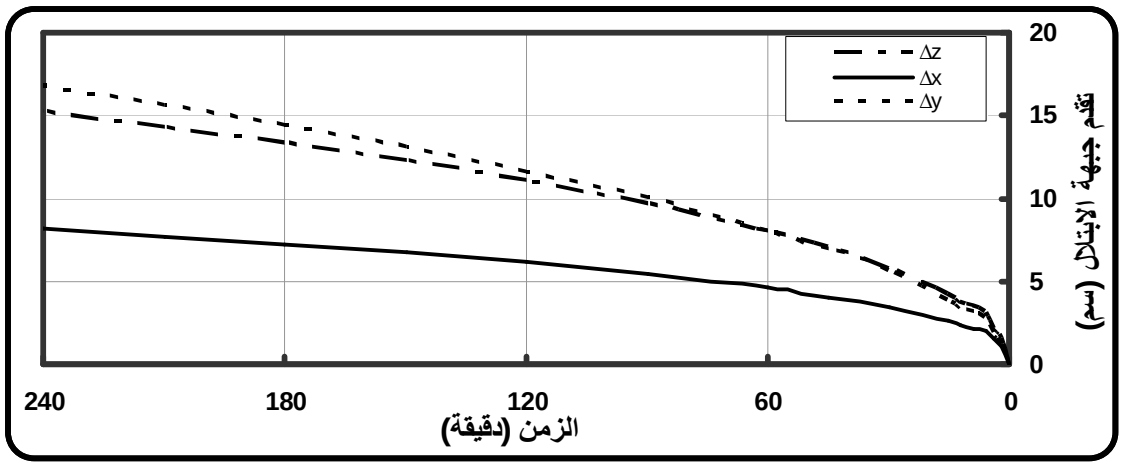
الشكل (6) تغيّر التقدم الأفقي لجبهة الابتلال مع الزمن خلال طور الترطيب عند معدلات مختلفة لإضافة الماء ولتربة ذات انحدار للكثافة ظاهرية في مقد التربة (0.00462 غم/سم^3/سم).



الشكل (7) تغيّر التقدم العمودي لجبهة الابتلال مع الزمن خلال طور الترطيب عند معدلات مختلفة لإضافة الماء ولتربة ذات انحدار للكثافة ظاهرية في مقد التربة (0.00462 غم/سم^3/سم).



الشكل (8) تغيّر التقدم القطري لجبهة الابتلال مع الزمن خلال طور الترطيب عند معدلات مختلفة لإضافة الماء ولتربة ذات انحدار للكثافة ظاهرية في مقد التربة (0.00462 غم/سم^3/سم).



الشكل (9) تغيّر الزيادة الحاصلة في كل من التقدم الأفقي ΔX والتقدم العمودي ΔY والتقدم القطري ΔZ مع الزمن؛ وذلك عند تغيّر معدل إضافة الماء من(1.3 إلى 3.9 سم^3/دقيقة/سم)؛ وذلك لأي انحدار للكثافة الظاهرية لمقد التربة.

المراجع:

1. محمود، محمد طارق (2009)، "تقدم جبهة الابتلال وتوزيع الرطوبة في تربة مزيجية غرينية تحت مصدر تنقيط خطي"، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، العراق.
2. ياسين، حقي إسماعيل (2006)، "تأثير الإضافة المتقطعة للماء من مصدر تنقيط على حركة الماء وتوزيع الرطوبة في تربة طباقية"، أطروحة دكتوراه، جامعة الموصل، العراق.
3. Hachum, A.Y. (1973), "Water Movement in Soil from Trickle Source" M.Sc.Thesis, Utah State University, Logan, Utah, USA.
4. Ainechee,G.,S.Boroomand-Nasab and M.Behzad (2009) "Simulation of soil wetting pattern under point source trickle irrigation". Journal of Applied Sciences 9(6):1170-1174.
5. Zur, B. (1996), "Wetted Soil Volume as a Design Objective in Trickle Irrigation", Irrigation Science (16) : 101-105.
6. Acer,B.,R.Topak and F.Mikailsoy (2009) "Effect of applied water and discharge rate on wetted soil volume in loam or clay-loam soil from an irrigated trickle source" African Journal of Agricultural Research Vol.4(1), pp.49-54.
7. Elmaloglou ,St., and N.Malamos (2005) "Estimated of the wetted soil volume depth, under surface trickle line source, considering evaporation and water extraction by roots" Irrig. And Drain.54:417-430.
8. Furman,A and A.W.Warrick (2009) "Water distribution under trickle irrigation predicted using artificial neural networks" Journal of Engineering Math.(64):207-218.
9. ياسين، حقي إسماعيل، زياد أيوب سليمان، يسرى طه عبد الباقي(2010)" تأثير الكثافة الظاهرية للتربة على تقدم جبهة الابتلال تحت مصدر تنقيط خطي" مجلة الانبار للعلوم الهندسية 3(2):78-90.
10. Henry, D. F(1978) "Fundamentals of soil science" John Wily & Sons, New York,6th edition,436p.
11. USDA Natural Resources Conservation Service (2008)"Soil Quality Indicators, http://soils.usda.gov/sqi/assessment/files/bulk_density_sq_indic ator_sheet.pdf.
12. Peter,J.T., F.J.Cook and K.L.Bristow (2003)"Soil-dependent wetting from trickle emitters: implications for system design and management" Journal of Irrigation Science (22) : 121-127.
13. Thabet,M and K,Zayani (2008) "Wetting patterns under trickle source in a loamy sand soil of south Tunisia" American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 3(1):38-42.
14. Nafchi,R.F., F.M.Mosavi and K.Parvanak (2011) "Experimental study of shape and volume of wetted soil in trickle irrigation method" African Journal of Agricultural Research Vol.6(2), pp.458-466.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2011/1/17.