

## تقدم جبهة الابتلال في تربة مزيجية غرينية تحت مصدر تنقيط خطي

محمد طارق محمود د.حقي إسماعيل ياسين

مدرس مساعد أستاذ مساعد

قسم هندسة الموارد المائية- جامعة الموصل

## الخلاصة

إن المجموعة الجذرية للنبات تتركز في بصلة الابتلال، وتطورها يتحدد بحجمه، فهو ذو تأثير كبير في نمو النبات وإنتاجيته، لذا يؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم منظومة ري تنقيط، سواء كان نمط الابتلال منفصلاً لمنقط منفرد أو متصلاً ناتجاً من تداخل أنماط ابتلال لمنقطات منفردة. إن هدف الدراسة بيان تأثير الرطوبة الابتدائية للتربة والفاصلة بين مصدري تنقيط متجاورين لمعدلات مختلفة لإضافة الماء في تقدم جبهة الابتلال وتوزيع الرطوبة.

شملت الدراسة ١٦ فصلاً لمتابعة تقدم جبهة الابتلال مع الزمن، خلال طور الترطيب وطور إعادة توزيع الرطوبة، بعد إيقاف تجهيز الماء وقياسات التوزيع الرطوبي، باستخدام حالتين لمقد التربة، الأولى بمستوى رطوبة حجمية ابتدائية (٤,٠٨%)، والثانية بمستوى رطوبة حجمية ابتدائية مقدارها (١٢,٢٤%)، وفاصلتين (٢٥ سم و ٥٠ سم) بين المنقطين، واستخدام أربعة معدلات لإضافة الماء (٠,٦٠٦، ١,٢١٢، ١,٨١٨، ٢,٤٢٤ سم مكعب/دقيقة/سم)، لتوضيح التأثير المشترك لمنقطين متجاورين بفاصلة محددة في جبهة الابتلال.

اقتُرحت الدراسة أسلوباً لتحديد الفاصلة بين مصدري التنقيط ومعدل إضافة الماء وزمن الترطيب باعتماد منطقة ترطيب التربة ذات عمق يساوي عمق المنطقة الجذرية ويساوي كل من أقصى تقدم عمودي (شاقولي) لجبهة الابتلال تحت المنقط و أقصى تقدم عمودي (شاقولي) لجبهة الابتلال عند منتصف الفاصلة بين مصدري التنقيط. وبينت النتائج أن مقدار كل من التقدم العمودي تحت المنقط والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال يكون أكبر في حالة المنقطين المتجاورين عنه في حالة المنقط المنفرد، كما إن التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط يزداد مع نقصان الفاصلة بين مصدري التنقيط، وأن التقدم الأفقي لجبهة الابتلال لا يتأثر بتغير الفاصلة وذلك لحالتي الرطوبة الابتدائية قيد الدراسة.

الكلمات الدالة: الري بالتنقيط، جبهة الابتلال، الرطوبة الابتدائية، الفاصلة بين أنابيب التنقيط

### *Advance of Wetting Front in Silt Loam Soil Under a Trickle Line Source*

#### Abstract

Under drip irrigation, the plant's root is concentrated inside the wetted bulb (region). Thus, the development of these roots and the plant production are greatly affected by the wetting pattern. Therefore, the wetting pattern of soil under drip irrigation must be taken into consideration in the design of drip irrigation system for both single dripping source or multi-overlapping wetting patterns of dripping water sources.

The aim of this study is to evaluate the effect of initial water content of the soil and spacing between two adjacent dripping sources with different flow rate on the movement of the wetting front.

This study included ١٦ tests for monitoring the advancement of the wetting front with time during and after the water application phase. The water advance and water distribution measurement are carried out for two cases of the soil profile: for the first case with initial volumetric water content of ٤,٠٨% and for the second case with initial volumetric water content of ١٢,٢٤%. Two spacing between the emitter were tested ٢٥cm and ٥٠ cm using application flow rates of ٠,٦٠٦, ١,٢١٢, ١,٨١٨, and ٢,٤٢٤ cm<sup>3</sup>/min/cm to show the combined effect of spacing and flow rate on the performance of two adjacent emitter.

The study proposed a method for determining the spacing between the two emitting sources , the water application rate and watering time. The proposed method depends on a wetted zone whose depth is equal to the root zone depth with a values equals to the maximum vertical advance of the wetting front underneath the drip line at time when this depth is equal to the depth of wetting at midpoint between the drip line. the study revealed that both the vertical water advance in soil underneath the emitter and the horizontal advance of the wetting front is larger than those in the case of single emitter.

Furthermore, the vertical water advance increases with the decrease spacing between the two drip lines. Also, the horizontal advance of the wetting front is not affected by varying this spacing for both studied cases of initial water content.

**Key words :** Trickle irrigation, Wetting front, Initial water content, Spacing.

## مقدمة

بصلة الابتلال الناتجة من مصدري تنقيط خطيين متجاورين تكمن في معرفة عمق الابتلال المناسب، شوالذي يمثل عادة عمق المنطقة الجذرية، وذلك بدون حصول فواقد كبيرة للرشح والتخلل العميق، إضافة إلى الفاصلة بين مصدري التنقيط وأقصى تقدم أفقي لكل منقط، إذ أن عرض بصلة الابتلال يمثل ضعف أقصى تقدم أفقي لأحد المنقطين مضافاً إليه الفاصلة بينهما. إن المنطقة المبتلة الناتجة في هذه الحالة تخدم زراعة محاصيل خطية حيث يتم إرواء كل خط بأنبوبي تنقيط كما في الشكل (١)، وتكون الفاصلة بين المنقطات على امتداد أنبوب التنقيط صغيرة، بحيث تؤدي إلى عمق ترطيب متقارب، وهنالك منطقة جافة بين الأنماط المتجاورة أي بين خطوط المحاصيل المتجاورة. هنالك بعض المحاصيل الخطية ذات جذور عميقة وأخرى ذات جذور ضحلة، وفي هذه الحالة وعند إعطاء الكمية المطلوبة من الماء بوساطة مصدر تنقيط خطي منفرد، سوف يؤدي إلى فواقد

إن لحجم وشكل التربة المبتلة من منقط منفرد أهمية في تحديد عدد المنقطات الكلي اللازم لترطيب حجم من التربة يكفي لتأمين الاحتياج المائي للنبات [١] ويتأثران بالعديد من العوامل، أهمها: نوع التربة، ومعدل إضافة الماء، وحجم الماء المضاف، وأسلوب إضافته (إضافة مستمرة أو متقطعة)، والرطوبة الابتدائية للتربة، وحرارة كل من الماء والتربة [٢،٣،٤،٥،٦،٧] إن المجموعة الجذرية للنبات تتركز في بصلة الابتلال، وتطورها يتحدد بحجمها، فهي ذو تأثير كبير في نمو النبات وإنتاجيته، لذا تؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم منظومة ري تنقيط، سواء كانت المنطقة المبتلة منفصلة [ ] لمنقط منفرد أو متصلة [ ] ناتجةً من تداخل مناطق ابتلال لمنقطات منفردة. إن أهمية دراسة

وباستخدام فاصلتين عند نهاية كل من الطورين بين المنقطات هي ٢٥ سم و ٥٠ سم، ومستويين للمحتوى الرطوبي الابتدائي ٤,٠٨ % و ١٢,٢٤ % وأربعة معدلات لإضافة الماء هي ٠,٦٠٦, ١,٢١٢, ١,٨١٨, ٢,٤٢٤ سم مكعب/دقيقة/سم.

تم استخدام حاوية حديدية على شكل متوازي مستطيلات مفتوح من الأعلى، وبأبعاد داخلية الطول ١٤٠ سم، والارتفاع ٧٠ سم، والعرض ٥,٥ سم، ذات واجهة أمامية من لوح شفاف من اللدائن الصلب (بلاستيك) بسمك ٩ ملم، من خلالها يتم السيطرة على رص التربة، ومتابعة جبهة الابتلال، ويمكن رفعها لفتح حاوية التربة عند إنهاء الاختبار، وكما موضح في الشكل (٣)، أعدت لأخذ نماذج من التربة المبتلة عند إيقاف إضافة الماء لمعرفة رطوبتها. ومنظومة إضافة الماء تتضمن خزان علوي يمثل مصدر تجهيز الماء بسعة ٢٠ لتر ويتم تجهيز الماء منه بوساطة خرطوم لدائني يؤدي إلى طواف مثبت على خزان اسطواني سفلي لتأمين منسوب ماء ثابت فيه. الخزان السفلي بدوره يجهز الماء عبر خرطوم ينتهي بتقسيم إلى منقطين، كل منقط يتكون من ثلاثة أنابيب شعرية حلزونية الشكل، ومن خلال تغير منسوب الخزان السفلي نسبة إلى منسوب المنقطين، فإن معدل إضافة الماء منهما سيتغير<sup>[٨]</sup>. وبين الشكل (٤) خلاصة لهذه الفحوصات. ويعد تأمين البيانات اللازمة تم إيجاد علاقات تجريبية لتخمين مواقع جبهة الابتلال، وذلك باستخدام طريقة الانحدار اللاخطي على البرنامج الإحصائي Special Program for Statistical System (SPSS)، حيث تم إيجاد علاقات لتخمين كل من التقدم الأفقي لجبهة الابتلال على سطح التربة، والتقدم العمودي تحت المنقط لجبهة الابتلال لمنقط منفرد، وكالاتي:

$$Y = 3.014 * T^{0.52} * q^{0.437} * \theta_i^{0.247} \dots\dots\dots (1)$$

$$R^2 = 0.992 \dots\dots\dots (1)$$

تخلل عميق يمكن الحد منه بوساطة مصدري تنقيط خطيين متجاورين بفاصلة مناسبة تؤمن الانتشار الأفقي للرطوبة المطلوبة للمحصول الخطي. إن الفاصلة بين أنبوبي التنقيط تؤثر في عرض المنطقة المبتلة، فعندما تكون الفاصلة صغيرة فإن المنطقة المبتلة الناتجة تمثل لحد ما تقريبا الشكل الناتج من مصدر تنقيط منفرد، ولكن بزيادة معدل إضافة الماء إلى الضعف، وعند زيادة الفاصلة أكثر مما سبق، سيزداد عرض بصلة الابتلال، إضافة إلى العمق عند منتصف الفاصلة، حيث يكون أكبر من عمق بصلة الابتلال أو يساويه تحت كل من خطي التنقيط، وبالاستمرار في زيادة الفاصلة فإن عرض بصلة الابتلال تستمر بالزيادة، ولكن سيصبح عمق الابتلال عند منتصف الفاصلة أقلّ من عمق الابتلال تحت كل من المنقطين، ويقل هذا العمق أكثر بازدياد الفاصلة إلى أن يصبح صفرا، وينتهي التداخل عندئذ بين بصليتي الابتلال للمنقطين وكما موضح في الشكل (٢). أن بصلة الابتلال ألمثلى في اختيار حجم الماء المضاف، ومعدل إضافة الماء، والفاصلة بين المنقطين يكمن عندما يكون عمق الابتلال عند منتصف الفاصلة مساوٍ تقريبا لعمق الابتلال تحت كل من المنقطين، وأن يتطابق ذلك مع العمق الفعال للمنطقة الجذرية.

#### المواد وطريقة العمل

لتوضيح التأثير المشترك لمنقطين خطيين متجاورين بفاصلة محددة في جبهة الابتلال، ولأسما في المنطقة المحصورة بينهما، تم إجراء ستة ع<sup>٤</sup> فحوص على تربة مزيجية غرينية، تتضمن متابعة تقدم جبهة الابتلال مع الزمن خلال طوري الترطيب، (خلال زمن إضافة الماء) وإعادة توزيع الرطوبة، (خلال زمن يستمر بعد إيقاف إضافة الماء إلى أن يصبح الزمن الكلي منذ بداية إضافة الماء ٧٢ ساعة)

(سم) وذلك لجبهة الابتلال الناتجة من حصول التداخل بين بصليتي الابتلال للمنقطين المتجاورين، و  $T_i$  الزمن الكلي لإضافة الماء (دقيقة)، و  $S$  الفاصلة بين المنقطين (سم)، و  $Z$  التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين المنقطين (سم).

#### النتائج والمناقشة

#### تأثير معدل إضافة الماء في تقدم جبهة الابتلال

##### لمصدر تنقيط خطي منفرد:

يوضح الشكلان (٥،٦) تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال مع الزمن منذ بداية إضافة الماء، وذلك بمعدلات مختلفة لإضافة الماء  $٠,٦٠٦$ ،  $١,٢١٢$ ،  $١,٨١٨$ ،  $٢,٤٢٤$  سم مكعب/دقيقة/سم، لإضافة حجم ماء مقداره  $٩٠٩$  سم مكعب/سم في حالة الرطوبة الحجمية الابتدائية للتربة  $٤,٠٨$  %، و  $٤٣٦$  سم مكعب/سم في حالة الرطوبة الحجمية الابتدائية للتربة  $١٢,٢٤$  % . يتبين من هذين الشكلين عند زمن معين أنّ التقدم العمودي أكبر من التقدم الأفقي لجبهة الابتلال أو مساوٍ له، وأنّ كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال يزداد مع زيادة معدل إضافة الماء، وأنّ هنالك زيادة في كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال، وذلك مع نقصان معدل إضافة الماء عند حجم متساوي من الماء المضاف، وذلك عند حالتي الرطوبة الابتدائية للتربة. وهذا يتوافق مع استنتاجات [١].

#### تأثير المحتوى الرطوبي الابتدائي في تقدم جبهة

##### الابتلال لمصدر تنقيط خطي منفرد:

من خلال مقارنة الشكل (٥) عند رطوبة حجمية ابتدائية للتربة مقدارها  $٤,٠٨$  % مع الشكل (٦) عند رطوبة حجمية ابتدائية للتربة مقدارها  $١٢,٢٤$  %، يتبين أن كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال يزداد مع زيادة الرطوبة الابتدائية للتربة، وذلك عند زمن إضافة ماء ومعدل معينين أي عند

$$X = 3.282 * T^{0.458} * q^{0.339} * \theta_i^{0.203} \dots\dots\dots$$

$$R^2 = 0.986 \dots\dots\dots (٢)$$

وعلاقات لتخمين كل من التقدم الأفقي السطحي والتقدم العمودي تحت المنقط والتقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين مصدري تنقيط متجاورين، وكالاتي:

(أ) خلال طور الترطيب

$$Y_o = 3.645 * T^{0.570} * q^{0.503} * \theta_i^{0.230} * S^{-0.126} \dots\dots\dots$$

$$R^2 = 0.988 \dots\dots\dots (٣)$$

$$X_o = 3.084 * T^{0.455} * q^{0.365} * \theta_i^{0.178} * S^{0.0008} \dots\dots\dots$$

$$R^2 = 0.986 \dots\dots\dots (٤)$$

(ب) خلال طور إعادة توزيع الرطوبة المعتمد:

$$(Y_o/S) = 8.861 * (T_i/T)^{0.544} * (q * T/S^2)^{0.628} * \theta_i^{0.429} \dots\dots\dots$$

$$R^2 = 0.992 \dots\dots\dots (٥)$$

$$(X_o/S) = 2.993 * (T_i/T)^{0.468} * (q * T/S^2)^{0.511} * \theta_i^{0.215} \dots\dots\dots$$

$$R^2 = 0.975 \dots\dots\dots (٦)$$

إضافة إلى علاقة لتخمين التقدم العمودي لجبهة الابتلال عند منتصف الفاصلة لمصدري تنقيط متجاورين كالاتي:

$$(Z/S) = 8.775 * (q * T/S^2)^{0.826} * (T_i/T)^{0.657} * \theta_i^{0.45} \dots\dots\dots$$

$$R^2 = 0.956 \dots\dots\dots (٧)$$

حيث أن  $X$  التقدم الأفقي السطحي لجبهة الابتلال (سم) و  $Y$  التقدم العمودي تحت المنقط لجبهة الابتلال (سم) وذلك خلال مرحلة الترطيب، و  $q$  معدل إضافة الماء (سم مكعب/دقيقة/سم)، و  $T$  الزمن منذ بداية إضافة الماء (دقيقة)، و  $\theta_i$  الرطوبة الحجمية الابتدائية للتربة (%)، و  $X_o$  التقدم الأفقي السطحي (سم) و  $Y_o$  التقدم العمودي تحت المنقط

% و١٢,٢٤, وعند معدل إضافة الماء مقداره ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم. يتبين من هذين الشكلين أن التقدم العمودي لجهة الابتلال تحت المنقط يكون اكبر عند الفاصلة ٢٥ سم منه عند الفاصلة ٥٠ سم, وذلك عند حالتي الرطوبة الابتدائية قيد الدراسة, وذلك لزيادة كمية الماء المضاف لوحدة المساحة لنمط الابتلال كلما قلت الفاصلة مما يؤدي إلى تأثير اكبر في زيادة التقدم في الاتجاه العمودي. كما يتبين من هذه الأشكال أيضا أن التقدم الأفقي لجهة الابتلال لا يتأثر بتغير الفاصلة من ٢٥ سم إلى ٥٠ سم ولحالي الرطوبة الابتدائية.

ويوضح الشكل (١٢) تغير كل من التقدم العمودي تحت المنقط والتقدم الأفقي مع الزمن منذ بداية إضافة الماء ولحالي الرطوبة الحجمية الابتدائية ٤,٠٨ % و١٢,٢٤%, وللفاصلة ٥٠ سم عند معدل إضافة الماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم. إذ يوضح هذا الشكل تأثير المحتوى الرطوبي الابتدائي في تقدم جهة الابتلال, إذ يتبين زيادة كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي مع زيادة الرطوبة الابتدائية في حالة تداخل بصلي الابتلال كما هو عليه في حالة المنقط المنفرد.

### التقدم العمودي لجهة الابتلال عند منتصف الفاصلة

#### بين مصدري التنقيط

يوضح الشكل (١٣) تغير التقدم العمودي لجهة الابتلال عند منتصف الفاصلة بين المنقطين مع الزمن منذ بداية إضافة الماء لحالي الرطوبة الحجمية الابتدائية للتربة ٤,٠٨ % و١٢,٢٤%, وبمعدل إضافة ماء مقداره ١,٢١٢ سم مكعب/دقيقة/سم خلال طوري الترطيب, وإعادة توزيع الرطوبة المعتمد في الدراسة, وذلك عند الفاصلتين ٢٥ سم و٥٠ سم. يتبين من هذه الشكل أن التقدم العمودي لجهة الابتلال عند منتصف الفاصلة يبدأ مبكرا وذلك في

حجم ثابت للماء المضاف, وهذا يتوافق مع استنتاجات<sup>[٧]</sup>, كما ويمكن ملاحظة ذلك في الشكل (٧) الذي يوضح تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجهة الابتلال مع الزمن ولحالي الرطوبة الابتدائية للتربة ٤,٠٨ % و١٢,٢٤%, وذلك عند معدل إضافة الماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم.

### تقدم جهة الابتلال بتداخل بصلي الابتلال

#### لمنقطين خطيين متجاورين

يوضح الشكلان (٨,٩) تغير كل من التقدم العمودي تحت المنقط والتقدم الأفقي لجهة الابتلال مع الزمن, منذ بداية إضافة الماء في حالتي المنقط المنفرد والمنقطين المتجاورين بفاصلة ٢٥ سم بينهما, وذلك عند رطوبة حجمية ابتدائية للتربة ٤,٠٨ % و١٢,٢٤%, ومعدل إضافة الماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم. يتبين من هذين الشكلين أن مقدار كل من التقدم العمودي تحت المنقط والتقدم الأفقي لجهة الابتلال يكون أكبر في حالة المنقطين المتجاورين عنه في حالة المنقط المنفرد, وأن الفرق يزداد مع زيادة الزمن وإن الزيادة تكون في التقدم العمودي تحت المنقط أكبر من الزيادة في التقدم الأفقي. ويعود السبب في ذلك إلى زيادة كمية الماء المضاف لوحدة المساحة لنمط الابتلال, والتي تحدها الفاصلة بين المنقطين, وتكون حركة الماء بالاتجاه العمودي أكثر تأثيرا وتحسنا للزيادة الحاصلة في كمية الماء المضاف لوحدة المساحة, في حين أن الاتجاه الأفقي البعيد عن الفاصلة يكون أقل تأثيرا.

### تأثير الفاصلة بين مصدري التنقيط في تقدم جهة

#### الابتلال:

يوضح الشكلان (١٠,١١) تغير كل من التقدم العمودي تحت المنقط والتقدم الأفقي مع الزمن منذ بداية إضافة الماء ولفاصلتين بين المنقطين ٢٥ سم و٥٠ سم, وذلك عند حالتي الرطوبة الابتدائية ٤,٠٨

وعند معدل إضافة للماء مقداره ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم، وذلك لحالتي الرطوبة الابتدائية للتربة قيد الدراسة. يتبين من هذين الشكلين أنّ كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال خلال طور إعادة توزيع الرطوبة يزداد مع الزمن، وأنّ هذه الزيادة تكون أوضح بكثير في التقدم العمودي عنه في التقدم الأفقي. كما تبين من هذين الشكلين أنّ كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال لزمن معين يكون عند الفاصلة ٢٥ سم أكبر مما عليه عند الفاصلة ٥٠ سم، حيث التغيير واضح في التقدم العمودي في حين يكاد يكون ثابتاً في التقدم الأفقي عند الفاصلتين، إن التغيير في التقدم العمودي والتقدم الأفقي خلال طور إعادة توزيع الرطوبة يكون أكثر وضوحاً عند الرطوبة الابتدائية الأكبر للتربة

#### اختيار الفاصلة بين مصدري التنقيط ومعدل إضافة

##### الماء وزمن الأرواء:

إن التصميم الكفوء للري بالتنقيط يعتمد كلياً على معرفة شكل المنطقة المبتلة بالتربة وحجمها إذ يمثل حجم التربة المبتلة كمية ماء التربة المخزون في المنطقة الجذرية، فالبعد العمودي لها ينطبق مع عمق المنطقة الجذرية، في حين أنّ بعدها العرضي يحدد علاقات الفواصل بين المنقطات أو خطوط التنقيط،<sup>[٩]</sup> تم اعتماد الشكل (١٧) لتوضيح شكل نمط الابتلال الأمثل الناتج من تداخل بصليتي ابتلال لمصدري تنقيط خطيين متجاورين بينهما فاصلة  $S$ ، إذ يكون فيه أقصى تقدم عمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط  $Y_{omax}$  مساوياً إلى أقصى تقدم عمودي لجبهة الابتلال عند منتصف الفاصلة  $Z_{omax}$ ، وفيه أقصى تقدم أفقي سطحي لجبهة الابتلال  $X_{omax}$ ، ويكون ذلك بعد مدة مناسبة لطور إعادة توزيع الرطوبة، فعندما يكون كل من العمق الفعال للمنطقة الجذرية (RZD)، وأقصى تقدم عمودي تحت المنقط

حالتين، الأولى كلما كانت الفاصلة بين المنقطين أصغر، والثانية عندما تكون الرطوبة الابتدائية للتربة أكبر. كما يتبين أيضاً أنّ الزيادة في التقدم العمودي خلال طور إعادة توزيع الرطوبة المعتمد تكون أكثر وضوحاً في حالة التربة ذات الرطوبة الابتدائية الأكبر، مقارنة مع التربة ذات الرطوبة الابتدائية الأقل، وفي حالة الفاصلة الأصغر بين المنقطين مما هو عليه في حالة الفاصلة الأكبر. ويوضح الشكل (١٤) تغيير كل من التقدم العمودي تحت المنقط والتقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين المنقطين المتجاورين مع الزمن، منذ بداية إضافة الماء خلال طوري الترطيب وإعادة توزيع الرطوبة المعتمد في الدراسة عند رطوبة حجمية ابتدائية للتربة ٤,٠٨ %، وبمعدل إضافة الماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم، وذلك للفاصلتين ٢٥ سم و ٥٠ سم. يبين هذا الشكل أنّ التغيير في التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين المنقطين يكون أكبر منه تحت المنقط خلال طور إعادة توزيع الرطوبة. كما تبين أنّ التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة يكون أقل منه تحت المنقط في حالة الفاصلة ٥٠ سم، أما عند الفاصلة ٢٥ سم فيكون كذلك في بداية طور إعادة توزيع الرطوبة ثم يصبح أكبر من التقدم العمودي تحت المنقط، وهذا يعتمد على زمن الالتقاء بين بصليتي الابتلال لكل من المنقطين، إذ كلما قلت الفاصلة يكون التقاؤهما في زمن مبكر أكثر والعكس صحيح، وهذا لحجم معين من الماء المضاف.

#### تقدم جبهة الابتلال الناتج من مصدري تنقيط

##### متجاورين خلال طور إعادة توزيع الرطوبة المعتمد

##### في الدراسة:

يوضح الشكلان (١٥ و ١٦) تغيير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال مع الزمن، منذ بداية إضافة الماء وخلال طوري الترطيب وإعادة توزيع الرطوبة المعتمد للفاصلتين ٢٥ سم و ٥٠ سم،

حيث  $X_{omax}$  يمثل أقصى تقدم أفقي سطحي لجبهة الابتلال يتم إيجاده من المعادلة (٦)، و  $\theta_F$  معدل الرطوبة الحجمية النهائية للمنطقة المبتلة. ويوضح الجدول (١) بعض الأمثلة التطبيقية لاختيار معدل إضافة الماء، وزمن الإرواء، والفاصلة بين مصدري التنقيط باستخدام المعادلات (٨، ٩، ١٠).

#### الاستنتاجات

١- اقتراح أسلوب تحديد الفاصلة بين مصدري التنقيط ومعدل إضافة الماء وزمن الترطيب باعتماد منطقة ترطيب التربة ذات عمق يساوي عمق المنطقة الجذرية وكل من أقصى تقدم عمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط وعند منتصف الفاصلة بين مصدري التنقيط.

٢- إن مقدار كل من التقدم العمودي تحت المنقط والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال يكون أكبر في حالة المنقطين المتجاورين عنه في حالة المنقط المنفرد، وأن الفرق يزداد مع زيادة الزمن وان الزيادة تكون في التقدم العمودي تحت المنقط اكبر من الزيادة في التقدم الأفقي.

٣- إن التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط يزداد مع نقصان الفاصلة بين مصدري التنقيط، وأن التقدم الأفقي لجبهة الابتلال لا يتأثر بتغير الفاصلة وذلك لحالتي الرطوبة الابتدائية قيد الدراسة.

٤- إن التغير في التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين المنقطين يكون أكبر منه تحت المنقط خلال طور إعادة توزيع الرطوبة.

2. Hachum, A.Y. (1973), "Water Movement in Soil from Trickle Source" M.Sc.Thesis, Utah State University, Logan, Utah, USA.

3. Amen, W.R. (1981), "Water Movement and Distribution in Soil of Northern Iraq Under Trickle

$Y_{omax}$ , وأقصى تقدم عمودي عند منتصف الفاصلة  $Z_{omax}$  متساويين، فمن المعادلتين (٥ و ٧) يكون:

$$RZD=8.9181 * T_i^{0.4708} * q^{0.5} * T_s^{0.0292} * \theta_i^{0.4161} \dots\dots\dots(٨)$$

وعند تساوي  $Y_{omax}$  مع  $Z_{omax}$  فإن الفاصلة  $S$  من المعادلتين (٥ و ٧) تكون:

$$S = q^{0.5} * T_s^{0.213} * T_i^{0.286} * \theta_i^{0.053} \dots\dots\dots(٩)$$

إن حجم التربة المبتلة لنمط الابتلال في الشكل (١٧) تم إيجاده ولوحدة طول بوصفها معدلاً لمساحتين، الأولى: بافتراض مساحة نمط الابتلال هي ربعان لقطع ناقص يتوسطهم مسطّيل، فنكون  $\pi [RZD * S + (RZD * X_{omax}) / 2]$  والثانية: بافتراض نمط الابتلال مستطيل فتكون  $[RZD * (S + 2 * X_{omax})]$ ، إن معدل المساحتين تم اعتماده بعد مقارنة أشكال هندسية مختلفة مع مساحة نمط الابتلال الناتج لبعض الفحوصات، التي نمط ابتلالها مقارب للشكل (١٧). وبذلك فإن حجم الماء المضاف من مصدري التنقيط ( $2 * q * T_i$ ) يساوي حجم الماء المخزون في هذا الحجم، الذي يمثل حاصل ضرب حجم التربة في الفرق بالرطوبة الحجمية فيكون:

$$2 * q * T_i = [RZD * S * \{1 + 1.785 * X_{omax} / S\} * \{\theta_F - \theta_i\}] \dots\dots\dots(١٠)$$

#### المصادر

1. Risse, L.M. and J.L.Chesness (1989), "A Simplified Desig Procedure to Determine the Wetted Radius for Trickle Emitter" , Transactions of the ASAE, Vol.32, No.6 : 1909-1914.

7. LI Jiu-sheng, JI Hong-yan, LI Bei and LIU Yu-chun (2007), "Wetting Patterns and Nitrate Distributions in Layered-Textural Soils Under Drip Irrigation", Department of Irrigation and Drainage, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, P.R. China.

٨. محمود، محمد طارق (٢٠٠٩)، "تقدم جبهة الابلتال وتوزيع الرطوبة في تربة مزيجية غرينية تحت مصدر تنقيط خطي"، رسالة ماجستير، قسم هندسة الموارد المائية، جامعة الموصل، العراق.

9. Zur, B. (1996), "Wetted Soil Volume as a Design Objective in Trickle Irrigation", Irrigation Science (16) : 101-105.

Source", M.Sc.Thesis , University of Mosul, Iraq, 84 p

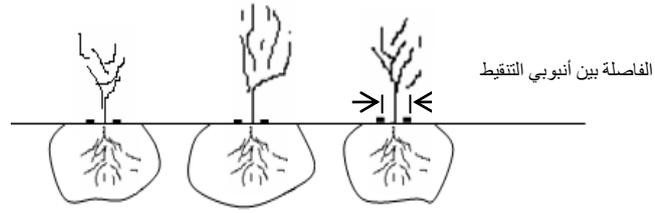
4. Schwartzman, M. and B.Zur (1986), "Emitter Spacing and Geome-try of Wetted Soil Volume", Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.112, No.3 : 242-253.

5. Haman, D. Z. and F. T. Izuno (2003), "Principles of Micro Irrigation", IFAS Extension University of Florida.

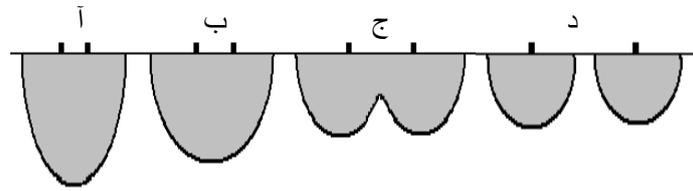
٦. ياسين، حقي إسماعيل (٢٠٠٦)، "تأثير الإضافة المتقطعة للماء من مصدر تنقيط على حركة الماء وتوزيع الرطوبة في تربة طباقية"، أطروحة دكتوراه، قسم هندسة الموارد المائية، جامعة الموصل، العراق.

الجدول (١): بعض الأمثلة التطبيقية لاختيار معدل إضافة الماء، وزمن الإرواء، والفاصلة بين مصدري التنقيط باستخدام المعادلات (٨، ٩، ١٠)

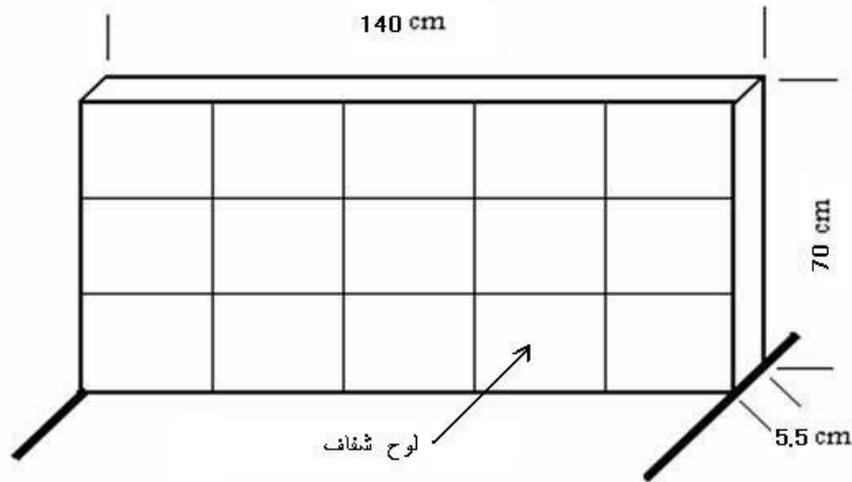
RZD سم	$\theta_i$ %	$\theta_f$ %	$T_s$ دقيقة	$T_i$ دقيقة	q سم مكعب/دقيقة/سم	S سم	Z سم	Y سم	X سم
٣٠	٥	٢٠	٢٨٨٠	١٢٥	٠,٩١	١٧,٤	٣٠,٠	٣٠,٠	١٩,٠
٤٠	٥	٢٠	٢٨٨٠	١٥٠	١,٣٧	٢٢,٤	٤٠,٠	٤٠,٠	٢٥,٣
٥٠	١٥	٢٥	٢٨٨٠	١٠٠٠	٠,١٤	١٣,٢	٥٠,٠	٥٠,٠	٢٤,٩
٥٠	٥	٢٠	٤٣٢٠	٢٠٠	١,٥٩	٢٨,٦	٥٠,٠	٥٠,٠	٣١,٦
٧٠	٥	٢٥	٢٨٨٠	١٥٠٠	٠,٤٨	٢٥,٦	٧٠,٠	٧٠,٠	٤٣,٣
٧٠	١٥	٢٥	٤٣٢٠	١٥٠٠	٠,١٩	١٨,٥	٧٠,٠	٧٠,٠	٣٤,٨
٨٠	١٥	٢٥	٢٨٨٠	١٠٠٠	٠,٣٧	٢١,٢	٨٠,٠	٨٠,٠	٣٩,٨
٩٠	١٢	٢٤	٢٨٨٠	١٧٥٠	٠,٣٣	٢٣,٣	٩٠,٠	٩٠,٠	٤٦,٦
١٠٠	١٠	٢٢	٤٣٢٠	١٠٠٠	٠,٧٨	٣٣,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	٥٤,٢



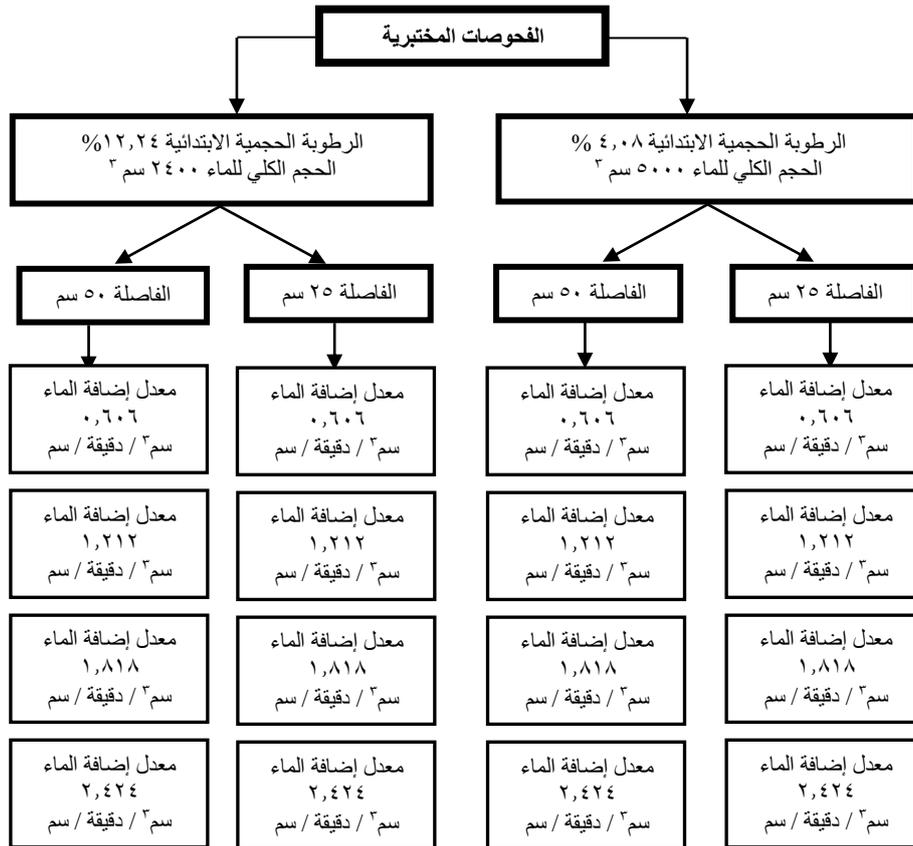
الشكل (١): خطوط المحاصيل و المنطقة المبتلة الناتجة من خطي تنقيط متجاورين لكل خط من المحاصيل



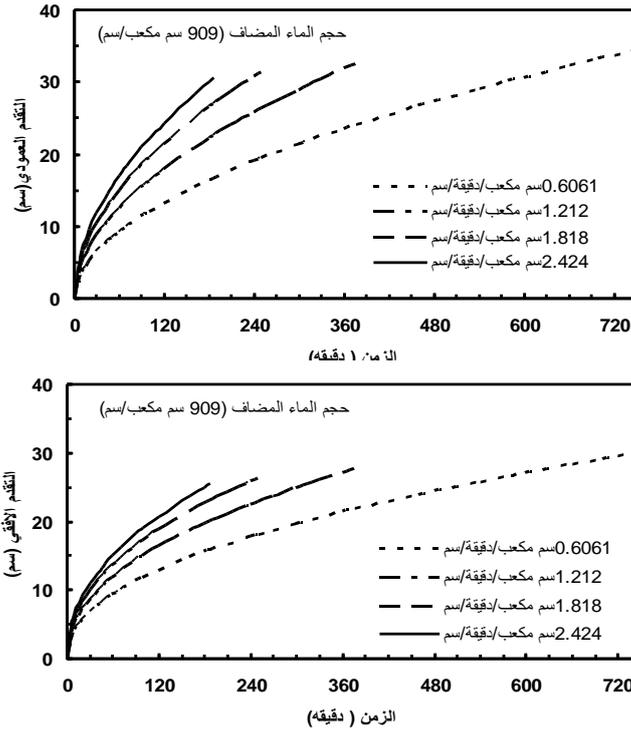
الشكل (٢): المنطقة المبتلة لمصدري تنقيط متجاورين وبفواصل مختلفة: (أ) تقارب كبير بين خطي التنقيط وتداخل بين المناطق المبتلة، الخطان كأنه خط واحد. (ب) فاصلة أكبر وتداخل اقل. (ج) تداخل قليل نسبياً بين المناطق المبتلة. (د) فاصلة كبيرة لا يوجد تداخل بين بصلتي الابتلال



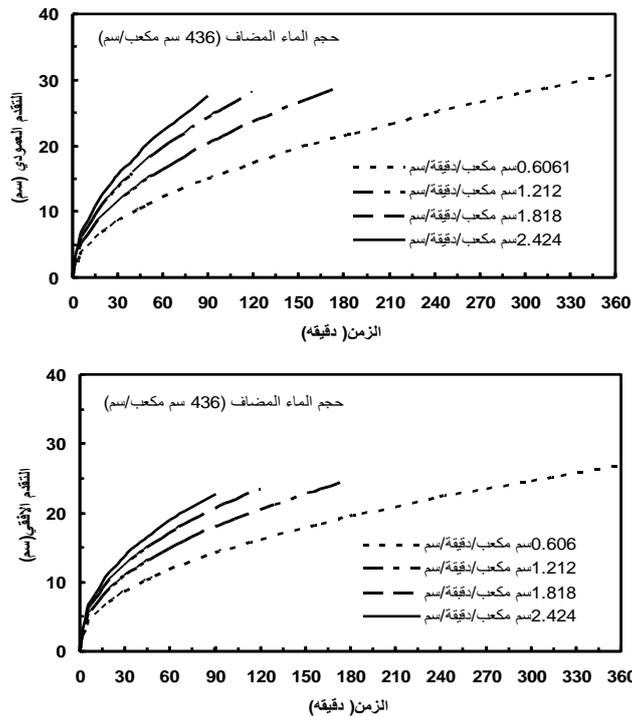
الشكل (٣): حاوية التربة



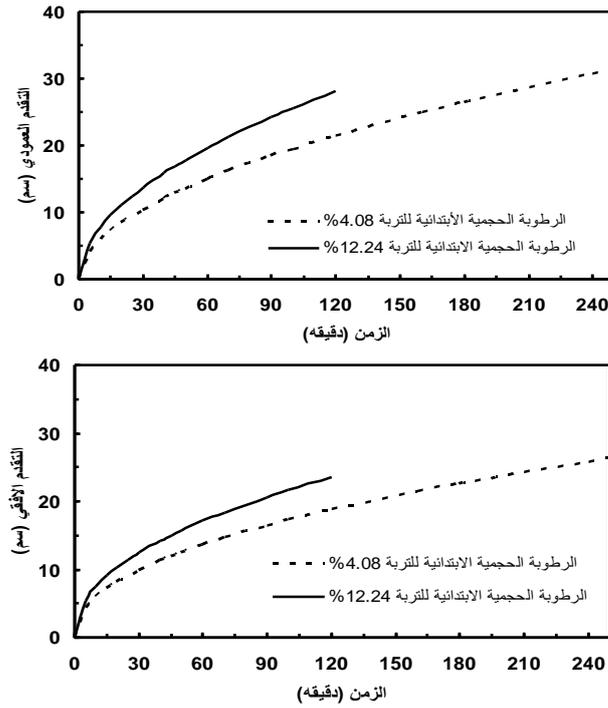
الشكل (٤): خلاصة الفحوصات المختبرية.



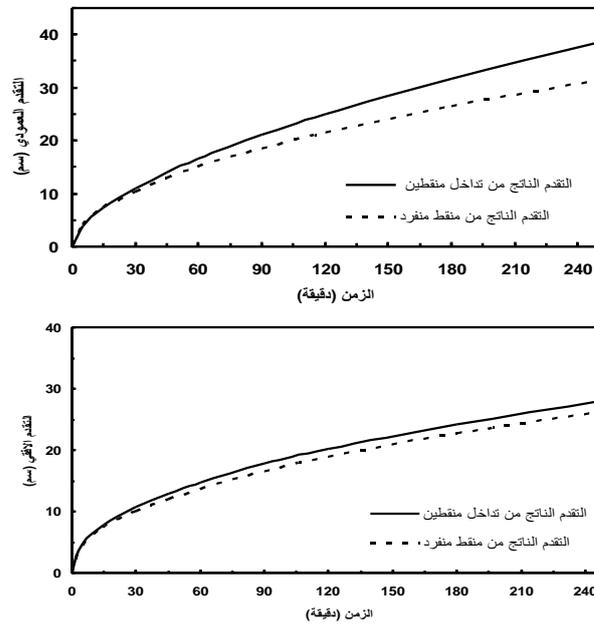
الشكل (٥): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال مع الزمن لمعدلات إضافة مختلفة للماء عند رطوبة حجمية ابتدائية للتربة ٠,٨, ٤ %



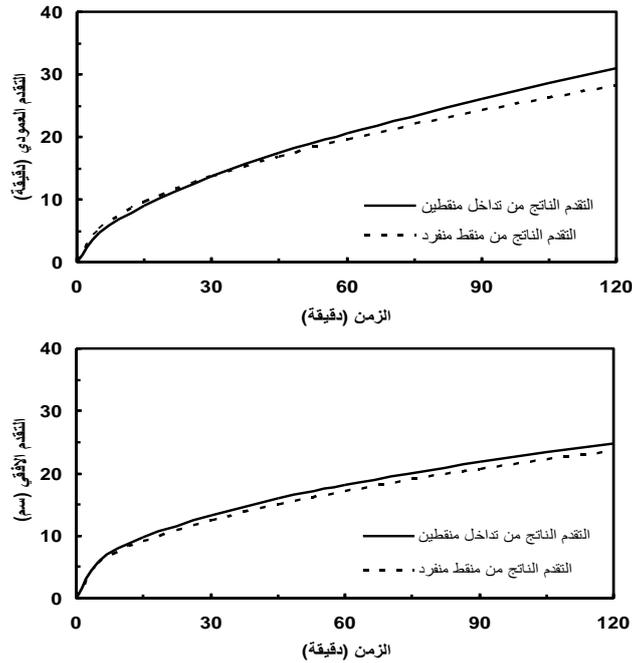
الشكل (٦): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال مع الزمن لمعدلات إضافة مختلفة للماء عند رطوبة حجمية ابتدائية للتربة ١٢,٢٤ %



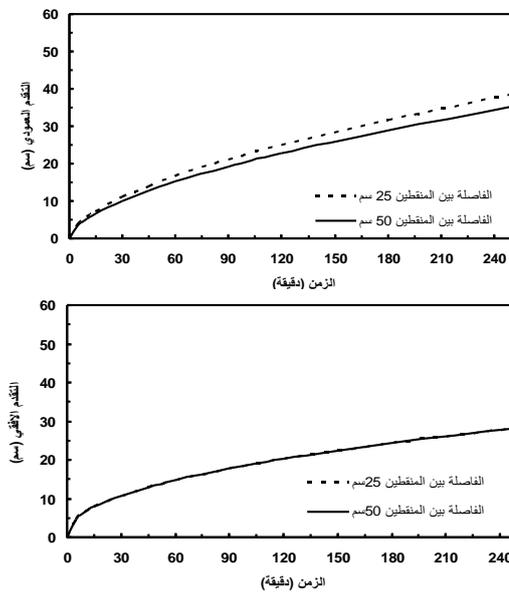
الشكل (٧): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي لجبهة الابتلال مع الزمن لمستويين للرطوبة الابتدائية للتربة عند معدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم



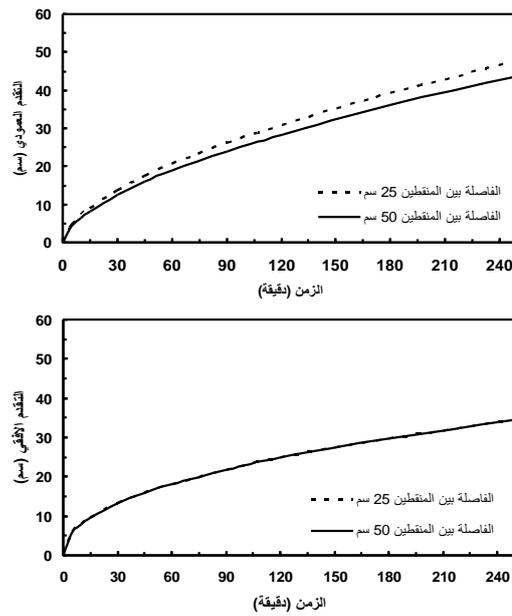
الشكل (٨): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي المنقط المنفرد وحالة التداخل عند رطوبة حجمية ابتدائية ٤,٠٨%, وفاصلة بين المنقطين ٢٥ سم, ومعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم



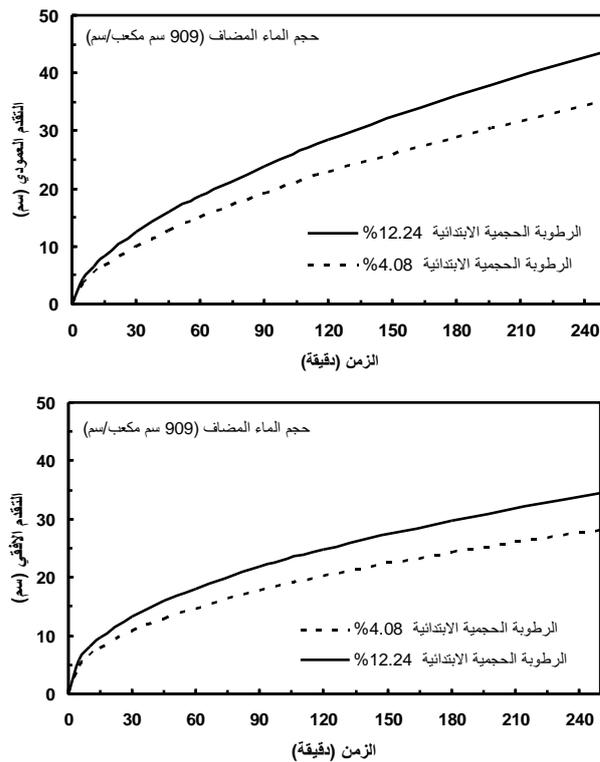
الشكل (٩): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي المنقط المنفرد، وحالة التداخل عند رطوبة حجمية ابتدائية ٢٤,١٢ %، وفاصلة بين المنقطين ٢٥ سم، ومعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم



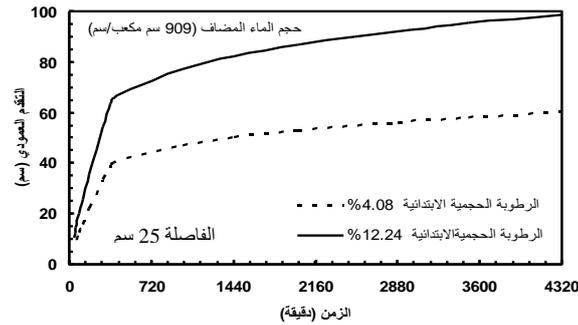
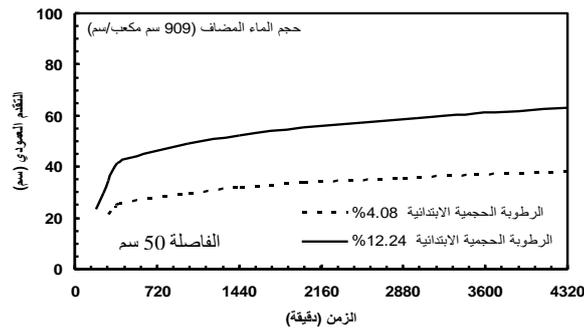
الشكل (١٠): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي الفاصلة ٢٥ سم و ٥٠ سم، عند رطوبة حجمية ابتدائية ٠,٨٤ %، ومعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم



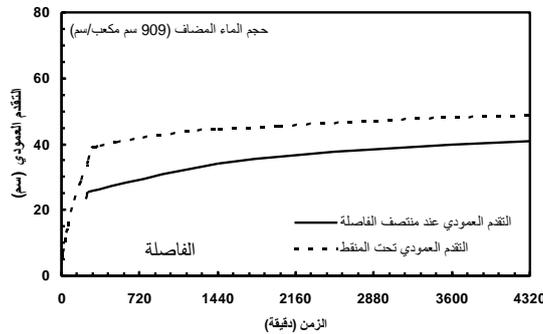
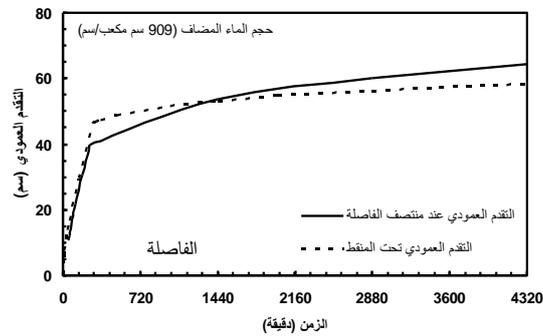
الشكل (١١): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي الفاصلة ٢٥ سم و ٥٠ سم، عند رطوبة حجمية ابتدائية ١٢,٢٤ %، ومعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم



الشكل (١٢): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي الرطوبة الحجمية الابتدائية ١٢,٢٤ % و ٤,٠٨ % عند الفاصلة ٥٠ سم، ومعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم

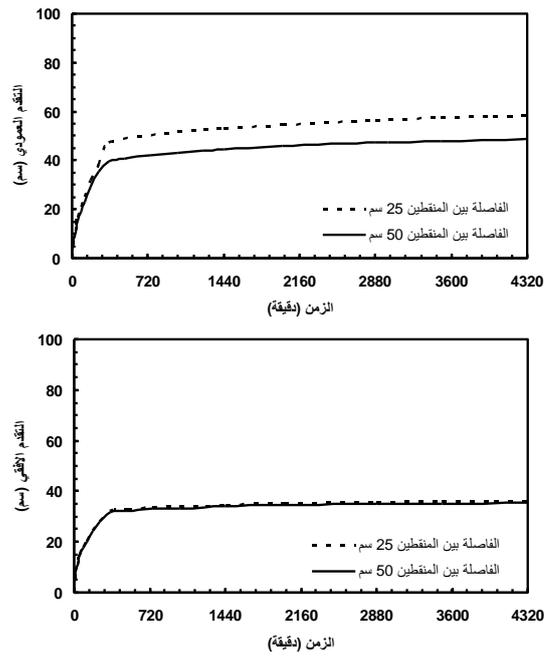


الشكل (١٣): تغير التقدم العمودي لجهة الابتلال عند منتصف الفاصلة بين المنقطين مع الزمن لحالتي الرطوبة الحجمية الابتدائية ٤,٠٨% و ١٢,٢٤% عند فاصلة بين المنقطين ٢٥ سم و ٥٠ سم، ومعدل إضافة للماء ١,٢١٢ سم مكعب/دقيقة/سم

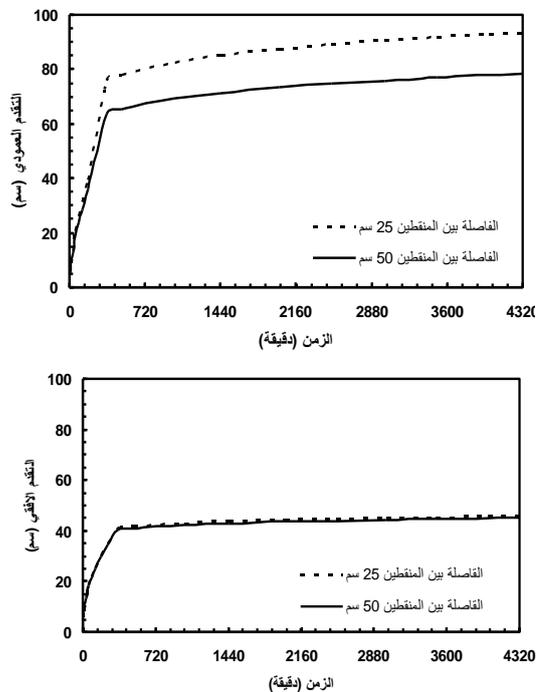


الشكل (١٤): تغير التقدم العمودي لجهة الابتلال تحت المنقط و عند منتصف الفاصلة بين المنقطين مع الزمن، عند رطوبة حجمية ابتدائية ٤,٠٨%، وبمعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم و فاصلة ٢٥ سم

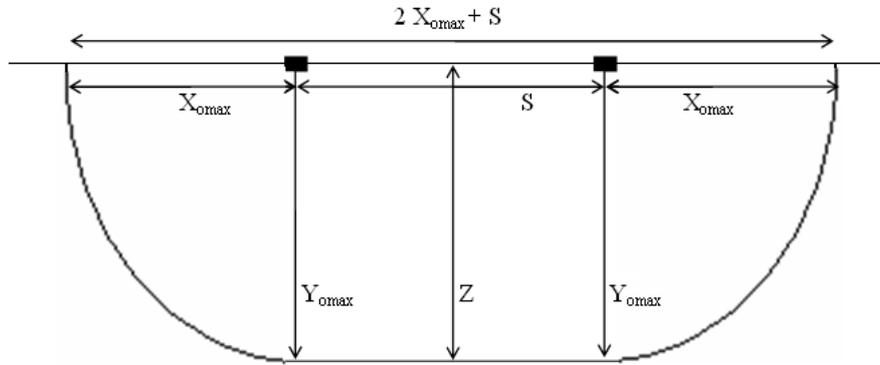
و ٥٠ سم



الشكل (١٥): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن عند رطوبة حجمية ابتدائية ٤,٠٨ %، وبمعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم وفاصلة ٢٥ سم و ٥٠ سم



الشكل (١٦): تغير كل من التقدم العمودي والتقدم الأفقي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن عند رطوبة حجمية ابتدائية ١٢,٢٤ %، وبمعدل إضافة للماء ١,٨١٨ سم مكعب/دقيقة/سم وفاصلة ٢٥ سم و ٥٠ سم



الشكل (١٧): نمط الابتلال الأمثل الناتج من تداخل بصليتي ابتلال لمصدري تنقيط خطيين متجاورين بينهما فاصلة (S)