

## تأثير الفاصلة بين المنقطات على نمط الابتلال ثلاثي البعد

محمد طارق محمود

مدرس مساعد

### الخلاصة

إن أغلب الدراسات والبحوث التي تتناول العوامل المؤثرة على نمط الابتلال تحت مصدر تنقيط خطي تتضمن متابعة جبهة الابتلال باتجاهين فقط، وهذا لا يصف تقدم جبهة الابتلال حقلياً بأنماط ابتلال مستقلة أو متداخلة بثلاث اتجاهات متعامدة. تهدف الدراسة الحالية متابعة وتخمين نمط الابتلال الناتج من كل من منقط منفرد ومن منقطين متجاورين بفاصلة معينة في ثلاث اتجاهات متعامدة اعتماداً على نمط الابتلال الناتج من منقط منفرد. تُضمّن البحث إجراء ستة تجارب باستخدام معدلين لإضافة الماء 2.8 و 4.8 لتر/ساعة، لثلاث حالات هي حالة المنقط المنفرد، وحالتى المنقطين المتجاورين بفاصلة 30 و 40 سم.

بينت الدراسة أن التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة يزداد بنسبة 100% عند زيادة حجم الماء المضاف بنسبة 75% ويقل بنسبة 14% عند زيادة معدل إضافة الماء بنسبة 70% ويقل بنسبة 70% عند زيادة الفاصلة بين المنقطات بنسبة 80%.

الكلمات الدالة: نمط الابتلال المتداخل، منقطات، ثلاث اتجاهات متعامدة.

## Effect of Emitter Spacing on The Three -Dimensional Wetting Pattern

Mohammad Tariq Mahmood

Assistant Lecturer

### Abstract

Most studies and researches that deal with the effecting factors on wetting pattern under linear dripping source rely on tracing wetting front in two dimensions only. This does not describe the advance of the wetting front in the field by independent or overlapping wetting patterns with three orthogonal dimensions. The current study aims at estimating and observing the resulted wetting pattern from a single emitter on one hand, and the resulted wetting pattern from two neighbored emitters separated by a certain space in three orthogonal dimensions depending on the resulted wetting pattern from a single emitter on the other hand. Six experiments were executed using two water flow rates which are 2.8 and 4.8 let/hr for three cases namely; the single emitter, and two neighbored emitters spaced with 30 cm and 40 cm respectively.

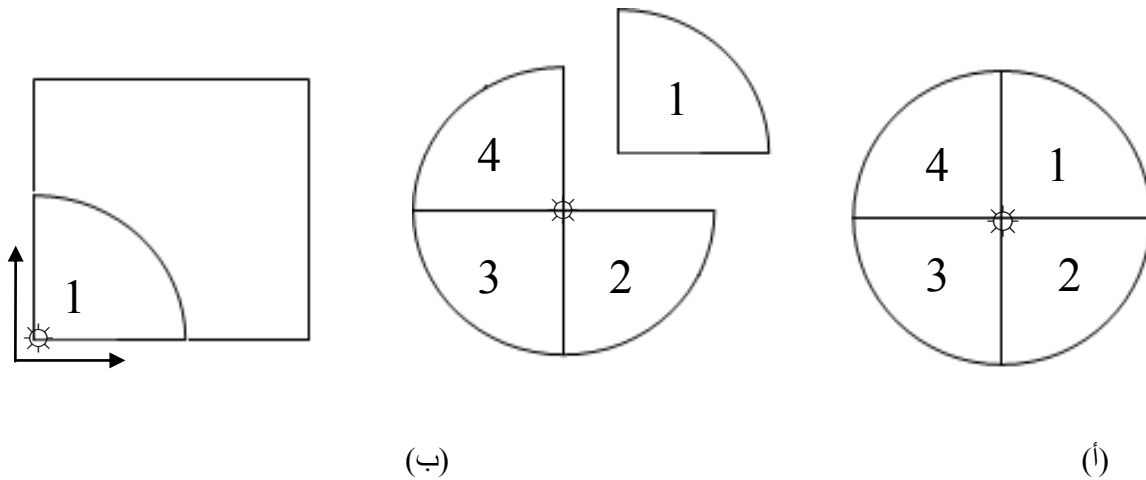
The study revealed that the vertical advance at the midpoint of the two emitters increases 100% when the volume of water flow is increased by 75%. It decreases 14% when the water flow rate is increased by 70%. It decreases by 70% when the emitter spacing is increased by 80%.

Key words : Overlapping wetting pattern, emitters, three orthogonal dimensions.

## المقدمة:

يتطلب التصميم الكفوء للري بالتنقيط معرفة كيفية انتشار الماء داخل التربة في كافة الاتجاهات. وعمامة يكون ارتشاح الماء إلى داخل التربة من منقط على سطح التربة بشكل ثلاثي الأبعاد حيث ينتشر الماء في المنطقة المحيطة بالمنقط وبرطوبة مشبعة، تحيط بها منطقة أخرى برطوبة غير مشبعة تنتهي بحافة متحركة هي جبهة الابتلال والتي تكون فاصلة بين المنطقة المبتلة والجافة [1]. إن حركة الماء تستمر نتيجة الانحدارات الهيدروليكية خلال فترة إضافة الماء والتي تسمى بطور الترطيب وكذلك عند إيقاف إضافة الماء من المنقط أي في طور إعادة توزيع الرطوبة. وإن حركة الماء داخل التربة ناتجة من قوى الشد الشعري في جميع الاتجاهات وقوى الجذب الأرضي إلى الأسفل وبذلك تكون الترب الناعمة ذات المسامات الصغيرة الحجم نسبياً أكثر تأثراً بقوى الشد الشعري من الترب الخشنة ذات المسامات الكبيرة نسبياً والتي تكون أكثر تأثراً بقوى الجذب الأرضي [2,3,4]. حيث تتعكس حركة الماء في التربة بتقدم جبهة الابتلال وتتأثر بالعديد من العوامل منها: خصائص التربة بتركيبها وقوامها 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 [5,6,7,8]. كما أن زيادة حجم الماء المضاف تؤدي إلى زيادة كل من التقدم الأفقي والتقدم العمودي لجبهة الابتلال، وتكون الزيادة في التقدم العمودي أكبر منها مقارنة مع التقدم الأفقي وهذا أكثر وضوحاً في الترب الخشنة [9]. في التصميم الحقلّي لشبكة الري بالتنقيط غالباً ما يتم إجراء تداخل بين المنقطات على امتداد أنبوب التنقيط لغرض تجهيز المنطقة الجذرية برطوبة كافية، وتعتبر المسافة بين المنقطات من العوامل المهمة التي تؤثر في توزيع الرطوبة داخل التربة في الري بالتنقيط، حيث يزداد تقدم جبهة الابتلال تحت الري بالتنقيط مع نقصان المسافة بين المنقطات عند الظروف نفسها، لأن زمن التداخل بين جبهتي التقدم الأفقية بين المنقطين يكون أقل في هذه الحالة [10,11,12].

وان اغلب الدراسات والبحوث التي تناولت تأثير هذه العوامل على نمط وحركة الابتلال تحت الري بالتنقيط استخدمت مصدر تنقيط خطي وكانت متابعة جبهة الابتلال في الاتجاهين فقط أي كأنه هنالك فاصلة صغيرة جدا بين المنقطات على امتداد أنبوب التنقيط [2,4,13]، وهذا لا يصف تقدم جبهة الابتلال حقلياً حيث تكون هذه الفاصلة كبيرة نسبياً وبأنماط ابتلال مستقلة أو متداخلة لذا يستوجب متابعة جبهة الابتلال في ثلاث اتجاهات متعامدة، وهو الأكثر شيوعاً في إرواء المحاصيل بالري بالتنقيط وهذا يتطلب الكثير من الجهد والعمل إضافة إلى استخدام كمية كبيرة من التربة. وبذلك تهدف الدراسة الحالية متابعة نمط الابتلال الناتج من مصدر تنقيط نقطي ومن تداخل مصدرين تنقيط نقطيين وبفاصلة معينة في ثلاث اتجاهات متعامدة، أولاً. وتخمين نمط الابتلال الناتج من تداخل مصدرين تنقيط نقطيين وبفاصلة معينة وذلك اعتماداً على نمط الابتلال الناتج من مصدر تنقيط نقطي، ثانياً. ولغرض متابعة تقدم جبهة الابتلال خلال طور إضافة الماء وعند أزمنة مناسبة وبثلاث اتجاهات متعامدة تم اعتماد على إمكانية تقسيم منطقة الابتلال المتولدة من مصدر تنقيط نقطي على سطح تربة متجانسة المقد وذات سطح أفقي إلى أربعة أجزاء متماثلة، كما مبين في الشكل (1). وفي هذه الدراسة تم اختيار احد الأجزاء (1-ب) للتمكن من متابعة تقدم جبهة الابتلال في ثلاثة اتجاهات متعامدة والناتجة من مصدر تنقيط سطحي مثبت عند تقاطع هذه الاتجاهات بمعدل إضافة ماء يساوي ربع معدل إضافة الماء من المنقط الشكل (1-أ) على اعتبار أن حجم التربة المبتلة في الحاوية هي ربع حجم التربة المبتلة في الحقل.



الشكل (1): مخطط يوضح المنظور العلوي للمساحة المبتلة حول المنقط، (☀ موقع المنقط).  
أ. حقلياً، ب. داخل حاوية التربة، كل جزء يروى بمعدل جريان مقداره  $(q/4)$ .

## المواد وطرق البحث:

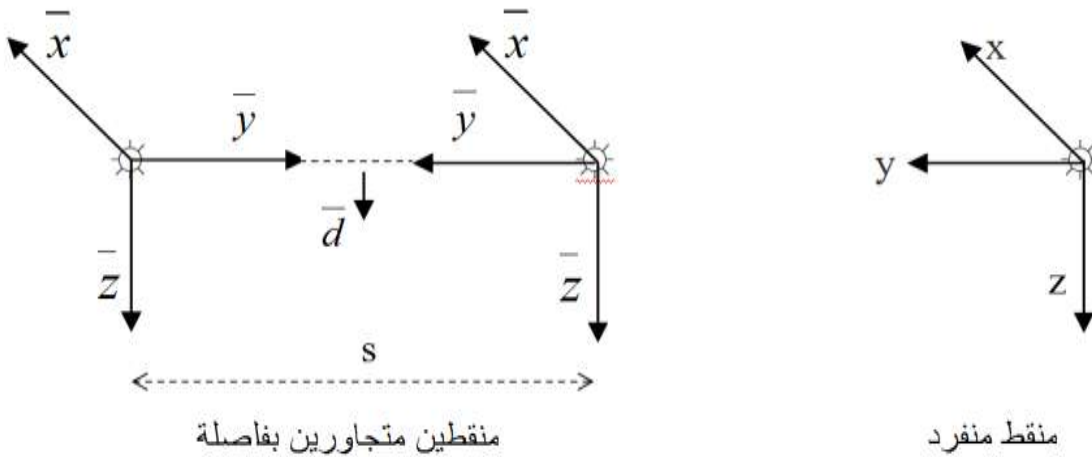
لغرض الحصول على بيانات تتضمن متابعة تقدم جبهة الابتلال في ثلاثة اتجاهات مع الزمن بإضافة الماء من منقط سطحي إلى مقد التربة. فقد تم تصنيع حاوية حديدية للتربة على شكل متوازي مستطيلات مفتوحة من الأعلى وبأبعاد داخلية: الطول 50 سم والعرض 50 سم والارتفاع 75 سم، ذات واجهة شفافة من اللدائن الصلب (من جهتين) لمتابعة تقدم جبهة الابتلال، ويمكن تغيير الأبعاد الداخلية لها بإضافة ألواح خشبية بعرض 10 سم وبصورة عمودية لتصبح 40 سم \* 40 سم \* 75 سم، و 30 سم \* 30 سم \* 75 سم. وقد تم استخدام تربة مزيجيه (LOAM) تحتوي على رمل 50% وجرين 30% وطين 20%. حيث تم تهيئة مقد تربة بعمق 60 سم عن طريق رص التربة على شكل طبقات ذات سمك منتظم مقداره 5 سم تم تحديد كثافتها اعتماداً على حجم طبقة التربة والكثافة الظاهرية والرطوبة الابتدائية لها (الكثافة الظاهرية 1.5 غم/سم<sup>3</sup> والرطوبة الابتدائية 3%) بوساطة مطرقة خشبية. كما تم تجهيز الماء عبر خزان اسطواني منسوب الماء فيه ثابت إلى المنقط وبتغير منسوب الخزان نسبة إلى المنقط يتم تغيير معدل إضافة الماء، ويضاف الماء عبر المنقط إلى سطح التربة عند زاوية حاوية التربة عند الوجهين الشفافين في حالة المنقط المفرد، ويجهز الماء من منقطين يوضعان في زاويتين متجاورتين عند اللوح الشفاف في حالة استخدام منقطين، ويتم تأشير مواقع تقدم جبهة الابتلال على وجهي الحاوية الشفافين عند أزمنة مناسبة ومختارة حيث تستمر عملية إضافة الماء إلى أن تقترب جبهة الابتلال من حافة حاوية التربة عندها يتم إيقاف إضافة الماء ويوضح الشكل (2) الحاوية الحديدية للتربة وتجهيز الماء من خلال منقط أو منقطين. وقد تضمن العمل المختبري إجراء ستة فحوصات باستخدام معدلين لإضافة الماء 2.8، 4.8 لتر/ساعة (حيث تم استخدام ربع هذه المعدلات في الاختبارات داخل الحاوية التي تمثل ربع نمط الابتلال)، وذلك في حالة المنقط المفرد وحالة المنقطين بفاصلة 30 سم وفاصلة 40 سم. وأعتقد لم يتم استخدام مثل هذه الحاوية في متابعة تقدم جبهة الابتلال الناتجة من تداخل منقطين متجاورين.



الشكل (2): الحاوية الحديدية للتربة وتجهيز الماء من خلال منقط أو منقطين.

## النتائج والمناقشة:

تم من خلال الفحوصات المخبرية الحصول على بيانات التقدم الأفقي السطحي في الاتجاهين المتعامدين  $x$  و  $y$  (التقدم الأفقي السطحي على امتداد الفاصلة بين المنقطين،  $x$  التقدم الأفقي السطحي على امتداد المسافة العمودية على اتجاه الفاصلة) والتقدم العمودي تحت المنقط لجهة الابتلال  $Z$  في حالة المنقط المنفرد و  $\bar{z}$  في حالة المنقطين المتجاورين ويضاف إلى ذلك بيانات التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة  $\bar{d}$  بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال في حالة المنقطين المتجاورين، وتم الاعتماد على هذه البيانات في تخمين كل من التقدم الأفقي السطحي  $x$  سم أو  $y$  سم والتقدم العمودي تحت المنقط  $Z$  سم وذلك لمصدر تنقيط منفرد كدالة لمعدل إضافة الماء  $q$  لتر/ساعة و الزمن منذ بداية إضافة الماء  $T$  دقيقة، وتخمين كل من التقدم الأفقي السطحي  $\bar{x}$  سم والتقدم العمودي تحت المنقط  $\bar{z}$  سم والتقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال  $\bar{d}$  سم في حالة المنقطين المتجاورين كدالة لمعدل إضافة الماء  $q$  لتر/ساعة و الزمن منذ بداية إضافة الماء  $T$  دقيقة و الفاصلة بين المنقطين  $S$  سم والتقدم الأفقي السطحي  $x$  سم والتقدم العمودي تحت المنقط  $Z$  سم في حالة المنقط المنفرد ويوضح الشكل (3) الرموز المستخدمة لتقدم جبهة الابتلال.



الشكل (3) الرموز المستخدمة لتقدم جبهة الابتلال.

ومن خلال البرنامج الإحصائي Special Program for Statistical System (SPSS) واستخدام طريقة الانحدار اللاخطي، تم إيجاد العلاقات الآتية لتخمين المعاملات أعلاه مع ذكر معامل التحديد  $R^2$  لكل معادلة.

$$x = y = 3.74 q^{0.197} T^{0.321} \dots\dots\dots (R^2 = 0.997) \dots (1)$$

$$z = 2.096q^{0.316} T^{0.407} \dots\dots\dots (R^2 = 0.996) \dots (2)$$

$$\bar{x} = 0.46q^{-0.229} T^{-0.432} S^{0.013} x z \dots\dots (R^2 = 0.988) \dots (3)$$

$$\bar{x} = \bar{y} \dots\dots (0 \leq \bar{y} \leq \frac{s}{2})$$

$$\bar{z} = 0.29q^{-0.434} T^{-0.311} S^{0.042} x z \dots (R^2 = 0.992) \dots (4)$$

$$\bar{d} = 1.38q^{0.29} T^{0.577} S^{-1.98} x z \dots (R^2 = 0.920) \dots (5)$$

وبالتعويض عن قيم التقدم الأفقي السطحي  $x$  والتقدم العمودي تحت المنقط  $z$  في حالة المنقط المنفرد من المعادلتين 1 و2 في المعادلات 3 و4 و5 يتم الحصول على معادلات يمكن من خلالها تخمين كل من التقدم الأفقي السطحي  $\bar{x}$  والتقدم العمودي تحت المنقط  $\bar{z}$  والتقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال  $\bar{d}$  في حالة المنقطين المتجاورين كدالة لمعدل إضافة الماء للمنقط والزمن منذ بداية إضافة الماء و الفاصلة بين المنقطين وكالاتي:

$$\bar{x} = 3.66q^{0.284} T^{0.296} S^{0.013} \dots \dots \dots (6)$$

$$\bar{z} = 2.32q^{0.08} T^{0.417} S^{0.042} \dots \dots \dots (7)$$

$$\bar{d} = 10.86q^{0.803} T^{1.305} S^{-1.98} \dots \dots \dots (8)$$

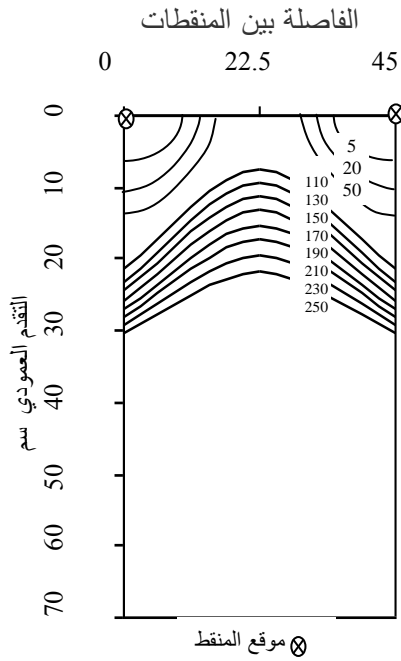
فالمعادلات أعلاه تعتمد فقط على معدل إضافة الماء للمنقط المنفرد وبدون أي بيانات أخرى لتخمين كل من التقدم الأفقي السطحي  $\bar{x}$  والتقدم العمودي تحت المنقط  $\bar{z}$  والتقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال  $\bar{d}$  في حالة المنقطين المتجاورين وذلك بتحديد فاصلة معينة وعند أي زمن لإضافة الماء، وقد تم اعتماد هذه المعادلات في مناقشة تأثير كل من الفاصلة بين المنقطات و معدل إضافة الماء على تقدم جبهة الابتلال. إن المعادلات أعلاه تغطي حدود البيانات التي تم الحصول عليها في الفحوصات وللتربة المزيجية المستخدمة، ولتعميم مثل هذه المعادلات على جميع الترب فلا بد من إجراء فحوصات مماثلة على أنواع أخرى من الترب وإضافة متغير آخر في المعادلات يمثل الخصائص الهيدروليكية للتربة المستخدمة.

### 1.3: تأثير الفاصلة بين المنقطات على تقدم جبهة الابتلال:

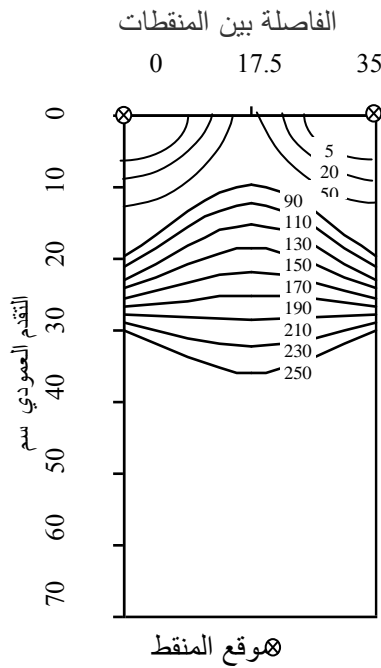
توضح الأشكال (4,5,6) تغير التقدم العمودي تحت المنقط وعند منتصف الفاصلة بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال للمنقطين المتجاورين لجبهة الابتلال، وباستخدام معدل إضافة للماء قدره 3.6 لتر/سا وعلى التوالي لكل من الفواصل 25، 35، 45 سم، يتبين من الأشكال أن التقدم العمودي عند منتصف المسافة بين المنقطين يزداد كلما قلت الفاصلة بين المنقطات وذلك عند زمن ومعدل إضافة للماء معينين أي عند إضافة حجم معين من الماء ويعود السبب إلى أن الفترة الزمنية اللازمة لتداخل جبهتي الابتلال بين المنقطين تقل مع نقصان المسافة بين المنقطات أي أن التداخل بين بصليتي الابتلال يكون مبكرا وان حجم التربة بين المنقطين يقل كلما قلت الفاصلة بين المنقطات. كما تبين هذه الأشكال أن ليس هنالك تأثير للفاصل بين المنقطات على التقدم العمودي تحت المنقط.

يوضح الشكل (7) تغير التقدم العمودي تحت المنقط لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي المنقط المنفرد والمنقطين المتجاورين وبفاصل 30 سم وعند معدل إضافة الماء 2.8 لتر /سا. ويتبين من الشكل أن التقدم العمودي لجبهة الابتلال في حالة المنقطين المتجاورين اكبر مما عليه في حالة المنقط المنفرد وذلك عند زمن معين، ويزداد هذا الفرق مع زيادة الزمن حيث يكونان متطابقين عند الزمن المبكر لإضافة الماء (أي قبل حصول التداخل بين بصليتي الابتلال).

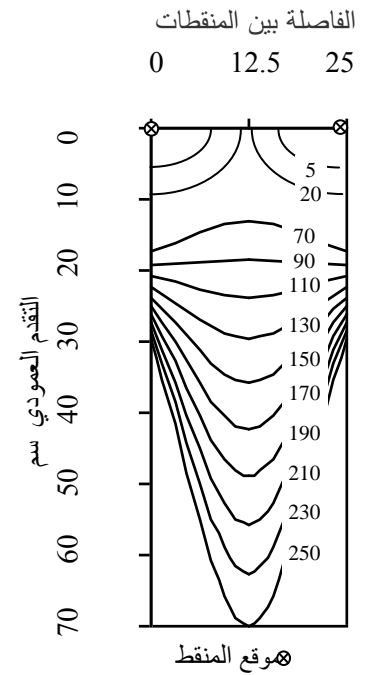
ويوضح الشكل (8) تغير التقدم السطحي لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي المنقط المنفرد والمنقطين المتجاورين (بالاتجاه العمودي على الفاصلة) و بفاصل 30 سم وعند معدل إضافة الماء 2.8 لتر /سا. ويتبين من الشكل أن التقدم السطحي لجبهة الابتلال لا يتغير في حالتي المنقط المنفرد والمنقطين المتجاورين وذلك عند زمن معين.



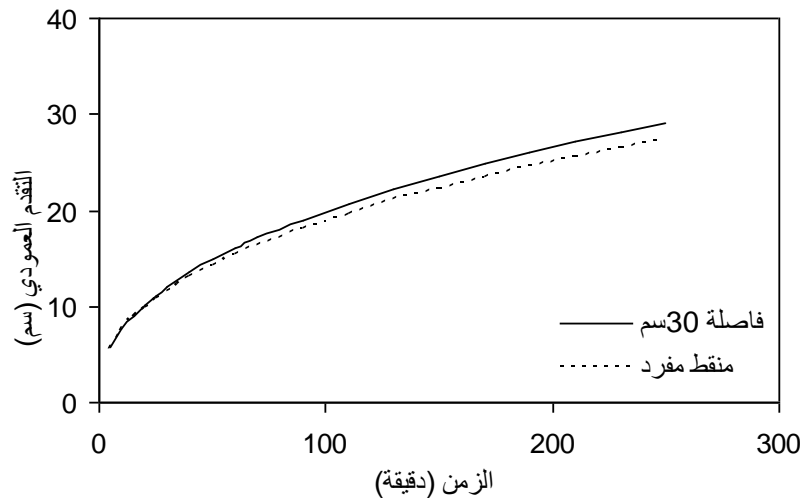
الشكل (6): التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط وعند منتصف المسافة بين المنقطين مع الزمن لفاصلة 45 سم ومعدل إضافة للماء 3.6 لتر/سا.



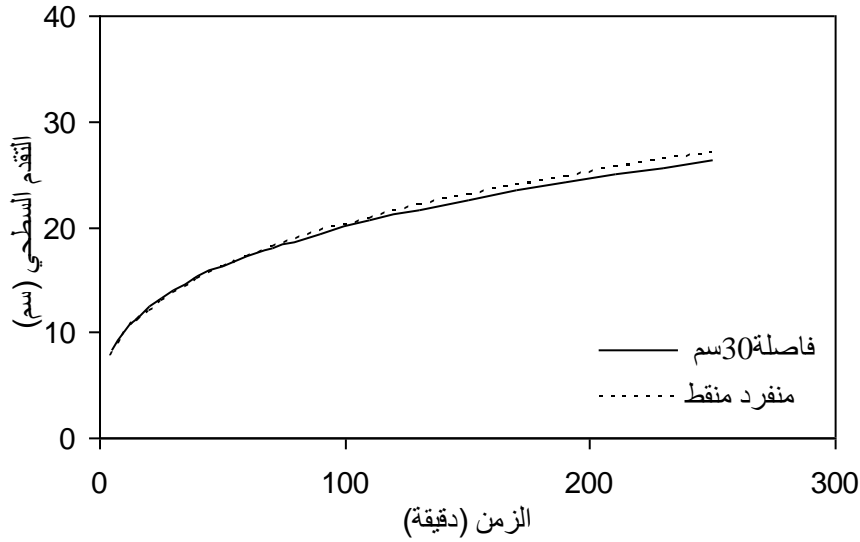
الشكل (5): التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط وعند منتصف المسافة بين المنقطين مع الزمن لفاصلة 35 سم ومعدل إضافة للماء 3.6 لتر/سا.



الشكل (4): التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط وعند منتصف المسافة بين المنقطين مع الزمن لفاصلة 25 سم ومعدل إضافة للماء 3.6 لتر/سا.



الشكل (7): تغير التقدم العمودي لجبهة الابتلال مع الزمن لحالتي المنقط المفرد z والمنقطين المتجاورين z<sub>1</sub> وبفاصلة 30 سم وعند معدل إضافة الماء 2.8 لتر/سا.



الشكل (8): تغير التقدم السطحي لجبهة الابتلال بالاتجاه العمودي على الفاصلة مع الزمن لحالتي المنقط المنفرد  $x$  والمنقطين المتجاورين  $x$  وبفاصلة 30 سم وعند معدل إضافة الماء 2.8 لتر/سا .

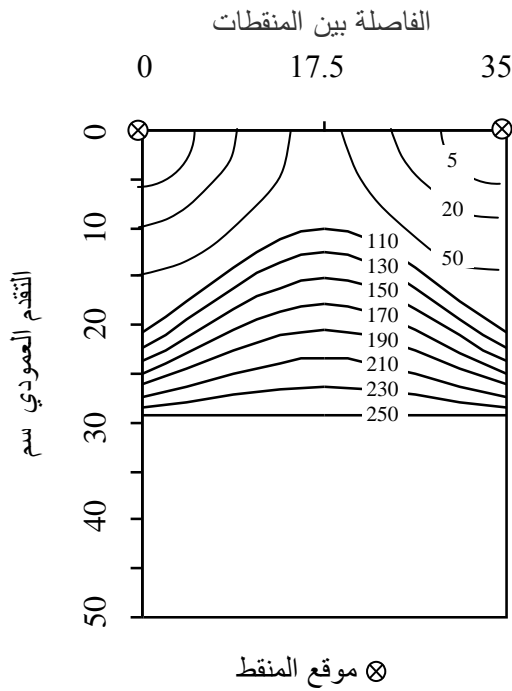
### 2.3: تأثير معدل إضافة الماء على تقدم جبهة الابتلال:

توضح الأشكال (9 و10 و11) تغير التقدم العمودي تحت المنقط عند منتصف الفاصلة بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال للمنقطين المتجاورين لجبهة الابتلال عند فاصلة مقدارها 35 سم ولمعدلات إضافة ماء 2.8 ، 3.6 ، 4.8 لتر/سا.

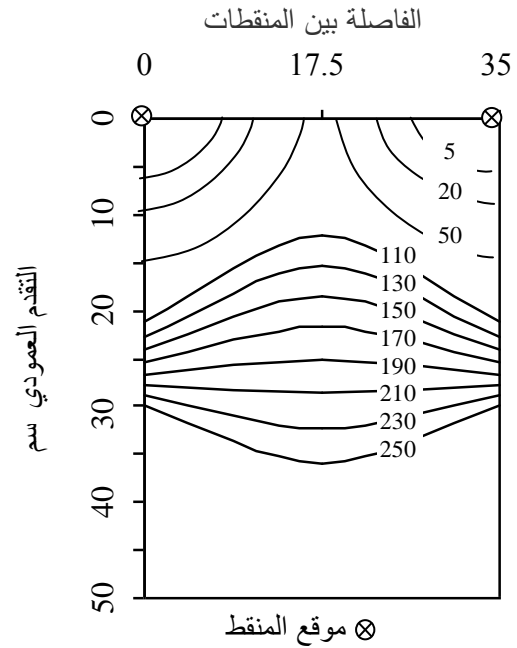
ويتبين من هذه الأشكال بان التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين المنقطين يزداد كلما ازداد معدل إضافة الماء عند ثبوت الفاصلة وذلك عند زمن معين يعود السبب إلى أن الفترة الزمنية لتداخل جبهتي الابتلال بين المنقطين تقل مع زيادة معدل إضافة الماء. كما يتبين من الأشكال أن هنالك زيادة طفيفة في التقدم العمودي تحت المنقط مع زيادة معدل إضافة الماء وذلك عند زمن معين.

لتوضيح تأثير حجم الماء المضاف على التقدم العمودي لجبهة الابتلال عند منتصف الفاصلة لمنقطين متجاورين يوضح الجدول (1) تغير التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال مع حجم الماء المضاف وذلك للفواصل (25 و35 و45 سم) ومعدلات مختلفة لإضافة الماء (2.8 و3.6 و4.8 لتر/سا).

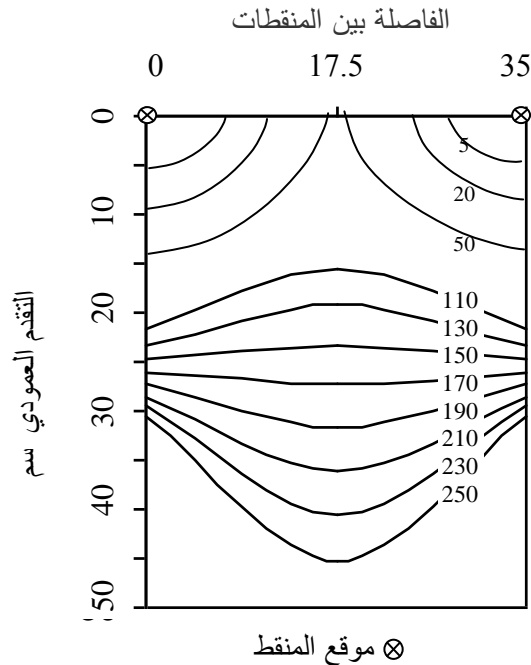
يتبين من الجدول عند زيادة حجم الماء المضاف يزداد التقدم العمودي لجبهة الابتلال عند منتصف الفاصلة حيث تكون هذه الزيادة 100% عند زيادة حجم الماء المضاف 75%، كما يتبين أن التغير العمودي عند منتصف الفاصلة يقل مع زيادة معدل إضافة الماء وذلك عند حجم معين للماء المضاف حيث يكون هذا النقصان 14% عند زيادة معدل إضافة الماء بمقدار 70%. وأيضاً أن التغير العمودي عند منتصف الفاصلة يقل مع زيادة الفاصلة بين المنقطات حيث يكون النقصان بمقدار 70% عند تكون زيادة الفاصلة 80%، وذلك عند كافة معدلات إضافة الماء وعند حجم محدد للماء.



الشكل (9): التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط وعند منتصف المسافة بين المنقطين مع الزمن لفاصلة 35 سم ومعدل إضافة للماء 2.8 لتر/سا.



الشكل (10): التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط وعند منتصف المسافة بين المنقطين مع الزمن لفاصلة 35 سم ومعدل إضافة للماء 3.6 لتر/سا.



الشكل (11): التقدم العمودي لجبهة الابتلال تحت المنقط وعند منتصف المسافة بين المنقطين مع الزمن لفاصلة 35 سم ومعدل إضافة للماء 4.8 لتر/سا.



الجدول (1): تغير التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة  $\bar{d}$  بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال مع حجم الماء المضاف وذلك لعدة فواصل ومعدلات مختلفة لإضافة الماء.

Q = 4.8 L/H			Q = 3.6 L/H			Q = 2.8 L/H			حجم الماء المضاف L
S=45 cm	S=35 cm	S=25 cm	S=45 cm	S=35 cm	S=25 cm	S=45 cm	S=35 cm	S=25 cm	
8	14	27	9	15	30	11	18	35	8
10	16	32	11	18	36	13	21	41	9
12	19	37	13	22	42	15	25	48	10
14	23	45	15	25	49	18	29	57	12
15	25	49	17	29	56	20	32	63	13
17	28	55	20	32	63	23	37	72	14

### الاستنتاجات:

تحت فرضيات ومحددات البحث تم استنتاج الآتي:

1. تم الحصول على معادلات يمكن من خلالها تخمين كل من التقدم الأفقي السطحي  $\bar{x}$  والتقدم العمودي تحت المنقط  $\bar{z}$  والتقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بعد حصول التداخل بين بصليتي الابتلال  $\bar{d}$  في حالة المنقطين المتجاورين كدالة لمعدل إضافة الماء للمنقط المنفرد وبدون أي بيانات أخرى وذلك بتحديد فاصلة معينة وعند أي زمن لإضافة الماء.
2. أن ليس هنالك تأثير للفاصلة بين المنقطات على التقدم العمودي تحت المنقط. والتأكيد على أن التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين المنقطين يزداد كلما قلت الفاصلة بين المنقطات وذلك عند إضافة حجم معين من الماء.
3. أن التقدم العمودي تحت المنقط لجهة الابتلال في حالة المنقطين المتجاورين أكبر مما عليه في حالة المنقط المنفرد وذلك عند زمن معين، حيث يكونان متطابقين عند الزمن المبكر لإضافة الماء، بينما يزداد هذا الفرق مع زيادة الزمن. كما أن التقدم السطحي لجهة الابتلال لا يتغير في حالتي المنقط المنفرد والمنقطين المتجاورين وذلك عند نفس الزمن.
4. التأكيد على أن التقدم العمودي عند منتصف الفاصلة بين المنقطين يزداد كلما ازداد معدل إضافة الماء عند ثبوت الفاصلة وذلك عند زمن معين.

### مثال تطبيقي:

يمكن استخدام المعادلات (6 و 7 و 8) لاختيار الفاصلة المناسبة بين المنقطات في تربة مزيجية، حيث يستوجب تحديد حجم الماء المضاف أولاً والعمق الفعال للمنطقة الجذرية ثانياً ثم تحديد الخيار الأمثل للفاصلة، ويكون الخيار المعتمد على أساس كفاءة الخزن العالية ضمن المنطقة الجذرية إضافة إلى الحد من ضائعات التخلل العميق وذلك من خلال الموازنة بين كل من التقدم العمودي لجهة الابتلال تحت المنقط  $\bar{z}$  وعند منتصف الفاصلة بين المنقطين  $\bar{d}$ ، والحالة الأمثل عند تساوي العمقين وتطابق ذلك مع المنطقة الجذرية، ومثال على ذلك الجدول (2).

الجدول (2): تخمين كل من التقدم العمودي لجبهة الابلتال تحت المنقط  $\bar{z}$  وعند منتصف الفاصلة بين المنقطين  $\bar{d}$  باستخدام المعادلات (6 و 7 و 8) وذلك لمعدلات مختلفة لإضافة الماء ولعدة فواصل.

حجم الماء المضاف 6 L وعمق المنطقة الجذرية 20 cm		S=25 cm	S=30 cm	S=35 cm	S=40 cm	S=45 cm
q = 2.8 L/h	$\bar{d}$	22	15	11	9	7
	$\bar{z}$	21	21	22	22	22
q = 3.6 L/h	$\bar{d}$	21	15	11	----	----
	$\bar{z}$	20	20	20	21	20
q = 4.8 L/h	$\bar{d}$	17	12	----	----	----
	$\bar{z}$	18	18	18	18	18
حجم الماء المضاف 8 L وعمق المنطقة الجذرية 25 cm		S=25 cm	S=30 cm	S=35 cm	S=40 cm	S=45 cm
q = 2.8 L/h	$\bar{d}$	35	24	18	14	11
	$\bar{z}$	25	25	25	25	25
q = 3.6 L/h	$\bar{d}$	30	21	15	12	9
	$\bar{z}$	22	23	23	23	23
q = 4.8 L/h	$\bar{d}$	27	19	14	10	8
	$\bar{z}$	21	21	21	21	21
حجم الماء المضاف 10 L وعمق المنطقة الجذرية 30 cm		S=25 cm	S=30 cm	S=35 cm	S=40 cm	S=45 cm
q = 2.8 L/h	$\bar{d}$	45	32	23	18	14
	$\bar{z}$	27	27	27	27	28
q = 3.6 L/h	$\bar{d}$	42	29	22	17	13
	$\bar{z}$	25	25	25	26	26
q = 4.8 L/h	$\bar{d}$	37	26	19	15	12
	$\bar{z}$	23	23	23	23	24

#### المصادر:

[1] Hammami, M., H. Daghari, J. Balti, and M. Maalej (2002) "Approach for predicting the wetting front depth beneath a surface point source: Theory and numerical aspect". Irrigation and Drainage (51) : 347-360. ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)).

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

[4] ياسين، حقي إسماعيل (2006) "تأثير الإضافة المتقطعة للماء من مصدر تنقيط على حركة الماء وتوزيع الرطوبة في تربة طباقية". أطروحة دكتوراه، جامعة الموصل، العراق.

- [5] Haman, D. Z., and F. T. Izuno (2003) "Principles of micro irrigation". IFAS Extension University of Florida.
- [6] Bhatnagar, P.R., H.S.Chauhan and V.K.Srivastava (1997) "Unsteady unsaturated flow from a surface disc source". Journal of Hydrology (203) : 154-161.
- [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.
- [8] Lazarovitch, N., A.W.Warrick. A.Furman, and J.Simunek (2007) "Subsurface water distribution from drip irrigation described by moment analyses". Journal of Soil Science Society of America (6) : 116-123.
- [9] 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.
- [10]Shan .Y.,Quanjiu. W. and Chunxia W.(2011)" Simulated and measured soil wetting patterns for overlap zone under double points sources of drip irrigation" African Journal of Biotechnology Vol.10(63),pp.13744-13755.
- [11] Zin El-Abedin T.K.(2006) " IMPROVING MOISTURE DISTRIBUTION PATTERN OFSUBSURFACE DRIP IRRIGATION IN SANDY SOIL BYUSING SYNTHETIC SOIL CONDITIONER" Misr. Journal of Agricultural Engineering,23(2):374-399.
- [12]Selim.T., Berndtsson.R., and Magnus Persson (2012) "Influence of geometric design of alternate partial root-zone subsurface drip irrigation (APRSDI) with brackish water on soil moisture and salinity distribution" Journal of Applied Sciences 103:182-190.
- [13] ياسين، حقي إسماعيل، محمد طارق محمود، وزيد أيوب سليمان (2012) " تأثير تغير الكثافة الظاهرية للتربة مع العمق في تقدم جبهة الابتلال تحت مصدر تنقيط خطي " مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد الثامن والعشرون\_ العدد الثاني\_ 2012 .