

محاكاة تأثير طريقة توضع الحاجر المادي في أنظمة

الري تحت السطحي لري محصول البطاطا

*م. مهند تقلا ** م. نور عبشي

الملخص

يعتبر الري بالتنقيط والري تحت السطحي من أكثر الوسائل المستدامة للري. إن تصميم نظام الري تحت سطحي يعتمد بشكل اساسي على معرفة نمط وتوزيع المياه حول المنقطات بحيث يتم تقليل ترطيب سطح التربة والترشيح العميق ، يهدف هذا البحث الى إجراء محاكاة لنظام ري تحت سطحي لري محصول البطاطا باستخدام برنامج Hydrus حيث كانت التربة المفترضة رملية لومية وذلك لأنه يفضل زراعة البطاطا في ترب متوسطة النفاذية ، وتم إجراء المحاكاة وفق 3 حالات (1) تم وضع المنقط على عمق (2.30cm) منقط على عمق (30cm) مع حاجر مادي افقي يبعد (10cm) عن المنقط. (3) منقط على عمق (30 cm) مع حاجر مادي يبعد (10 cm) عن المنقط ويتوضع بشكل مائل بزاوية (30°) عن الافق. وتم تحديد الحالة الأفضل بناء على توزيع المحتوى المائي في منطقة الجذر. اظهرت نتائج المحاكاة في الحالة (1) ميل المياه لتحرك نحو الأسفل وابتعادها عن منطقة الجذر ، وصلت المياه لارتفاع (17cm) اعلى المنقط و(30cm) اسفله (60cm تحت سطح الأرض) بينما ساهمت اضافة الحاجر المادي في انتشار المياه بشكل عرضي حيث وصلت المياه ايضا الارتفاع (17cm) أعلى المنقط ولكن مع زيادة المحتوى المائي عند نهاية عملية المحاكاة. بالنسبة للحالة (3) أدت إمالة الحاجر عن الأفق ، لتوجيه المياه نحو الاعلى حيث وصلت المياه لارتفاع (20cm) أعلى المنقط وكان هناك تسرب قليل للمياه أسفل الحاجر.

الكلمات المفتاحية:

الري تحت السطحي - Hydrus - محصول البطاطا - حاجر مادي.

* حاصل على شهادة الماجستير عام 2023 في اختصاص المكننة الزراعية - كلية الهندسة التقنية

- جامعة طرطوس - سورية

** حاصلة على شهادة الماجستير عام 2023 في اختصاص الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة -

كلية الهندسة التقنية جامعة طرطوس - سورية

A Simulation of the effect of the physical barrier placement method in subsurface irrigation systems for irrigating potato crop

***Eng.Mohanad Takla**Eng.Nour Abshi**

Abstract

Drip and subsurface irrigation are considered the most sustainable methods of irrigation. The design of a subsurface irrigation system depends mainly on knowing the pattern and distribution of water around the emitters to reduce the wetting of the soil surface and deep infiltration. This research aims to create a simulation of a subsurface irrigation system to irrigate the potato crop using the Hydrus program, the assumed soil was loamy sand, because it is preferable Growing potatoes in moderately porous soils. The simulation was created according to 3 cases: 1) The emitter was placed at a depth of (30cm). 2) A emitter was placed at a depth of (30cm) with a horizontal physical barrier (10cm)away from the emitter. 3) A emitter was placed at a depth of (30cm) with a physical barrier 10 cm away from the emitter and tilted at an angle of 30° from the horizon. The best condition was determined based on the distribution of water content in the root zone. The simulation results in case (1) showed the tendency of water to move downward and move away from the root zone, where the water reached a height of (17cm) above the dripper and (30cm) below it (60cm below the ground surface), while the addition of the physical barrier contributed to the spread of water horizontally, where it reached (17cm) above the emitter, but with increasing water content at the end of the simulation. As for the case(3), tilting the barrier above the horizon directed the water upward, as the water reached a height of (20cm) above the drip, and there was a slight water leakage below the barrier.

Keywords :Subsurface irrigation – Hydrus – potato crops – physical barrier

***Master's degree in 2023 in agricultural mechanization - Faculty of Technical Engineering - Tartous University – Syria.**

****Master's degree in 2023 in solar energy and renewable energies - Faculty of Technical Engineering - Tartous University - Syria**

1. المقدمة:

يعتبر الماء من العناصر المهمة لجميع الكائنات الحية حيث يستخدم في جميع القطاعات خاصة القطاع الزراعي، حيث يستهلك سنويا ما يصل إلى 83%، وما يصل إلى 90% في ذروة الطلب [1]. أدت زيادة التعداد السكاني إلى زيادة في الطلب على الماء والغذاء ومع ندرة المواد المائية لابد من اعتماد وسائل ري تسهم في صيانة واستدامة هذه الموارد. يعتبر الري التقليدي هو الأسلوب الشائع في سورية حتى الآن على الرغم من محدودية الموارد المائية، حسب وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية عام 2009 فإن نصيب الفرد من المياه المتجددة 700m^3 بالتالي تعد سورية من الدول الفقيرة مائيا لأن نصيب الفرد أقل من 1000m^3 في سنة، وهو ما يشير إلى الحاجة الملحة لترشيد استخدام المياه الزراعي باعتبارها المستهلك الأكبر للمياه في سورية [2]. تواجه صناعة أنظمة الري تحديات متزايدة بهدف تحسين كفاءة أنظمة الري والحد من الآثار البيئية مثل الملوحة وتلوث المياه الجوفية و تقليل استهلاك المياه المستخدمة في عملية الري وتقليل التكاليف. أصبح استخدام الري بالتنقيط (Drip irrigation) و الري تحت السطحي (Subsurface irrigation) في المحاصيل المزروعة أمراً شائعاً في عملية الانتاج الزراعي في مختلف أنحاء العالم حيث أصبح ينظر لكلا الطريقتين بأنهما من أكثر الوسائل المستخدمة للإدارة المستدامة للري [3]. يعرف الري بالتنقيط تحت السطحي (subsurface drip irrigation) (SDI) وفقاً لمعايير الجمعية الأمريكية للهندسة الزراعية (ASAE) بأنه تطبيق المياه تحت سطح التربة من خلال منقذات بمعدلات تصريف في نفس نطاق الري بالتنقيط بشكل عام [4]. هناك مزايا كثيرة للري تحت السطحي أبرزها التطبيق المباشر للمياه داخل منطقة الجذر، تقليل كمية المياه المستخدمة في الري وتقليل نمو الأعشاب الضارة وزيادة إنتاجية المحاصيل. بالمقابل فإن عيوب الري تحت السطحي: تسرب المياه بعيدا عن

منطقة الجذر عند دفن الأنابيب على عمق كبير، وحدث ضغط زائد إذا تجاوز تصريف المنقط تصريف التربة حول مخرجه حيث يؤدي ذلك حدوث ظاهرة المدخنة و ظهور بقع رطبة غير مرغوب فيها في الحقل حيث يتشكل مسار تدفق تفضيلي يصعب إزالته بعد الحراثة ، كما قد يكون من الصعب تحديد مواقع التسريبات التي تسببها القوارض وإصلاحها خاصةً بالنسبة لأنظمة (SDI) العميقة بالإضافة لصعوبة مراقبة خطوط التنقيط بحثاً عن اقتحام الجذور [5]. يتطلب التصميم المناسب لأنظمة (SDI) معرفة أنماط توزيع المياه حول المنقطات بحيث تتطابق مع نمو الجذور وتقليل ترطيب سطح التربة والترشيح العميق ويعتمد الشكل الدقيق لحجم منطقة الترطيب وتوزيع المياه في التربة على العديد من العوامل أهمها الخصائص الهيدروليكية وظروف التربة الاولية ومعدل التصريف ، وتكرار تطبيق المياه وخصائص الجذر والتبخر والنتح[6]. هناك العديد من الدراسات التي تحدثت عن تحليل ونمذجة حركة المياه ضمن التربة حيث قام الباحث (COTA et al) عام 2003 باستخدام برنامج HYDRUS بإجراء محاكاة ثنائية البعد 2D لدراسة حركة الماء ضمن التربة حيث قام بتطبيق حالتين للري وهما الري المستمر والري المتقطع وتم تطبيق التجارب على ثلاثة أنواع من الترب (رملية ، لومية ، تربة مزدوجة(سلتية - لومية)) حيث بينت النتائج أن الري بالتنقيط تحت السطحي يمكن أن يحسن من اتاحة المياه للنباتات في الترب المتوسطة والمنخفضة النفاذية اذا تمت مراعاة الخصائص الهيدروليكية للتربة ، ولكن في الترب شديدة النفاذية يكون من الصعب تبليل المنطقة السطحية لتربة خصوصا اذا كانت المرشحات مدفونة بعمق كبير وذلك بسبب تحرك المياه لأسفل المنقط بسرعة[6]. قام الباحث (MAZIAR et al) في عام 2009 بمقارنة نتائج محاكاة برنامج HYDRUS مع النتائج المخبرية حيث أظهرت النتائج أن المحاكاة كانت دقيقة وبلغت قيمة الخطأ بين 0.011 و 0.045 لمحتويات الماء الحجمي ، وبين 0.98 و 4.36 سم لأبعاد الترطيب. [7]. أما الباحث

(EL-NESR et al) قام بنمذجة ومحاكاة ثلاث تقنيات (منقط مدفون على عمق 25cm -25cm منقط على عمق 15cm مع حاجز مادي بسمك 1cm وعرض 25cm يبعد 27cm عن سطح تربة ، يمكن ان يصنع من مادة البولي إيثيلين او المعادن - منقطين يعملان بشكل متتابع وذلك لإنشاء حاجز هيدروليكي) لتحسين توزيع المياه والمواد المذابة داخل منطقة الجذر والحد من تسرب المياه بعيدا عنها عن طريق برنامج HYDRUS حيث تم إجراء التجارب على الترب العارية والترب المزروعة بمحصول البطاطا وقد اشارت النتائج أن الحاجز المادي كان أكثر كفاءة من أنظمة الري بالتنقيط المزوج في تحسين توزيع المياه داخل منطقة الجذر [8]. قام الباحث (GORDANA et al) عام 2016 بإجراء دراسة إنتاجية واقتصادية لمحصول البطاطا تحت ظروف البعلية والري باستخدام الري بالرش والري بالتنقيط تحت السطحي (SDI) حيث أظهرت النتائج تحقيق إنتاجية أعلى وأكثر ربحية مقارنة بالزراعة المروية البعلية. وقد كان الري بالتنقيط أكثر ربحية من الري بالرش ، حيث أدى استخدام الري تحت السطحي إلى زيادة إنتاج الدرنات بنسبة (40%) من المتوسط مقارنة بالري بالرش [9].

تنمو البطاطا بشكل أفضل في التربة الرملية الطميية أو الطميية الرخوة، جيدة الصرف، غير القشرية، ذات المحتوى العالي من المواد العضوية ودرجة الحموضة بين (5.5 - 6.5)، تتمتع درنات البطاطا بمعدل تنفس مرتفع وتتطلب كمية وافرة من الأكسجين في التربة. تسمح التربة الأخف بدخول الهواء الذي يسمح للبطاطا بالتنفس. كما توفر قوام التربة الأخف مقاومة أقل لتكوين الدرنات؛ مما يسمح للنبات بتخزين المزيد من السعرات الحرارية بالتالي تشكل درنات كبيرة ومتساوية الحجم بالتالي تحسن من الناحية الشكلية . كما أن التربة الرملية الأخف وزنا تجعل الحصاد أسهل [10][11].

2. مشكلة البحث وأهميته

تتلخص مشكلة البحث بقلة الموارد المائية في سورية و الحاجة لعملية الري عند زراعة المحاصيل الزراعية بهدف تحقيق الأمن الغذائي، نظرا للفوائد المائية الكبيرة عند استخدام أنظمة الري التقليدية ، ومع تراجع كمية الأمطار لابد من استخدام انظمة ري حديثة ذات كفاءة عالية في استخدام وإدارة المياه من ضمنها الري تحت السطحي ، وفي حال استخدام هذا النظام عند زراعة بعض المحاصيل في التربة النفوذية فإن المياه تميل للترشح أسفل المنقط مبتعدة عن منطقة الجذور، تكمن أهمية البحث في نمذجة ومحاكاة نظام الري تحت سطحي بوجود حاجر مادي واثر طريقة توضعه في نمط الترطيب بحيث يتم تأمين المياه اللازمة عند أقل كمية استخدام للمياه.

3. هدف البحث

يهدف البحث لإجراء محاكاة ثنائية الأبعاد لدراسة تأثير طريقة توضع الحاجر المادي عند استخدام الري بالتنقيط تحت السطحي في ري محصول البطاطا كمثال والذي يزرع في تربة شديدة النفاذية باستخدام برنامج المحاكاة ل HYDRUS وفق 3 حالات:

(1) منقط على عمق (30cm).

(2) منقط على عمق (30cm) مع حاجر مادي افقي يبعد (10cm) عن المنقط.

(3) منقط على عمق (30 cm) مع حاجر مادي يتوضع بشكل مائل بزواوية 30 عن الافق يبعد (10 cm) عن المنقط.

4. مواد وطرائق البحث

1.4. نمذجة نظام SDI:

تم استخدام برنامج HYDRUS وهو عبارة عن حزمة برامج لمحاكاة حركة الماء والحرارة والمواد المذابة ثنائية وثلاثية الأبعاد في أوساط مسامية متغيرة الاشباع . تتكون حزمة البرامج من برنامج كمبيوتر حسابي وواجهة مستخدم تفاعلية قائمة على الرسومات [9]. من أجل إجراء محاكاة تم استخدام HYDRUS رقم الإصدار (2) ثنائي أبعاد لمعرفة نمط توزيع المحتوى الرطوبي في نظام الري تحت السطحي وفق 3 حالات المذكورة في هدف البحث. يعتمد الحل العددي لبرنامج ل HYDRUS على معادلة ريتشارد التي تعبر عن جريان المياه من مصدر نقطي خلال الأوساط المسامية متغيرة الاشباع [12]:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[rK(h) \frac{\partial h}{\partial r} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K(h) \frac{\partial h}{\partial z} \right] - \frac{\partial K(h)}{\partial z} - S(h) \quad (1)$$

يوضح الجدول (1) شرح الرموز للعلاقة (1)

Θ	محتوى الماء الحجمي (L^3/L^3)
t	الزمن (T)
h	اجهاد الشد المائي (L)
r	الإحداثي الأفقي (L)
z	الإحداثي العمودي (L)
K(h)	الموصلية الهيدروليكية غير المشبعة (L/T)
S(h)	امتصاص الماء من الجذور والذي يعبر عن حجم الماء الذي تمت إزالته من وحدة حجم التربة لكل وحدة زمنية (L/LT).
θ_r	محتوى الماء المتبقي (L^3/L^3)
θ_s	محتوى الماء المشبع (L^3/L^3)

تم نمذجة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء باستخدام معادلة (van Genuchten) [12]:

$$Se = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \frac{1}{(1 + (\alpha h)^n)^m} \quad (2)$$

حيث Se : الدرجة الفعالة للتشبع [-] ، θ_r و θ_s : محتويات الماء المتبقية والمشبعة $[L^3/L^3]$ ، على التوالي ، α : معلمة تجريبية $[L^{-1}]$ مرتبطة عكسيا بقيمة إدخال الهواء ، و n و m ثوابت تجريبية تؤثر على شكل منحنى الاستبقاء [-]. قيمة m مقيدة بـ $m = 1 - 1/n$.

يوضح الجدول (2) شرح الرموز للعلاقة (2)

θ_r	محتويات الماء المتبقية $[L^3/L^3]$
θ_s	محتويات الماء المشبعة $[L^3/L^3]$
α	معلمة تجريبية قيمتها عكس قيمة الهواء الداخل للوسط $[L^{-1}]$
n	ثابت تجريبي
m	ثابت تجريبي: $m = 1 - \frac{1}{n}$

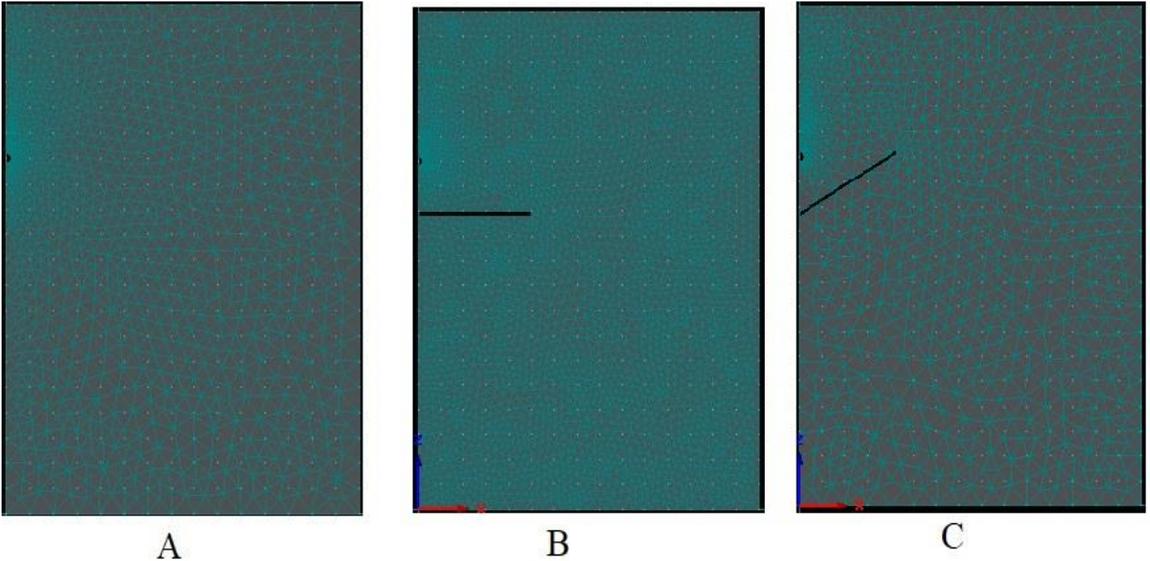
2.4. الشروط الأولية والحدية:

2.4.1 الشروط الأولية : كون نبات البطاطا يحتاج لترتب جيدة الصرف تم اجراء المحاكاة على ترب رملية لومية والتي تتمتع بالخصائص الهيدروليكية الموضحة في الجدول (3) والتي تم الحصول عليها من المكتبة الملحقة المزود بها برنامج Hydrus.

الجدول(3)الخصائص الهيدروليكية للتربة والتي سوف تستخدم في المعادلة (1) و(2):

0.41	الرطوبة المشبعة (θ_s)
0.065	الرطوبة المتبقية (θ_r)
4.42(cm/hour)	معامل التوصيل الهيدروليكي (k_s)
0.075	α
1.89	n

كان حجم العناصر المنتهية عند المنقط والزاوية العليا لشريحة التربة = (0.5cm) بينما كان البعد لباقي الأماكن (2cm) ولذلك لزيادة دقة النتائج. يوضح الشكل(1) شبكة العناصر المنتهية لكل حالة على حدة(A:حالة منقط على عمق (30 cm) - B: منقط على عمق (30 cm) مع حاجز مادي افقي يبعد (10 cm) عن المنقط - C: منقط على عمق (30cm) مع حاجز مادي يتوضع بشكل مائل بزاوية (30) عن الافق يبعد (10 cm) عن المنقط.



الشكل(1):مجموعة العناصر المنتهية للحالات المدروسة

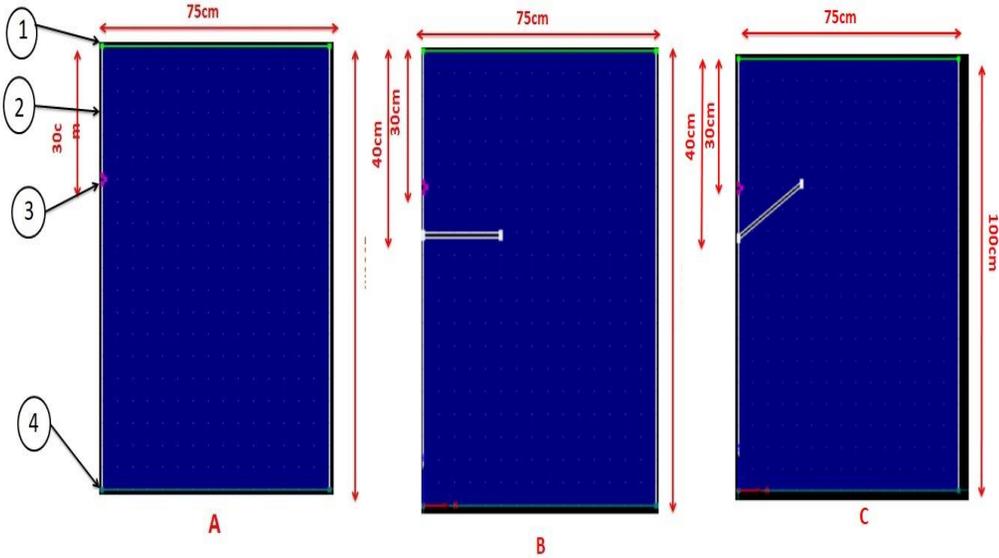
يوضح الشكل (2) النماذج الثلاث (A: حالة منقط على عمق (30 cm) - B: منقط على عمق (30 cm) مع حاجز مادي افقي يبعد (10 cm) عن المنقط - C: منقط على عمق (30cm) مع حاجز مادي يتوضع بشكل مائل بزاوية (30°) عن الافق يبعد (10 cm) عن المنقط.

2.2.4 الشروط الحدية: يوضح الشكل (A-2) النموذج للحالة (1) الحد ذو الرقم (1) هو الظروف الجوية و الحد (2) هو حد عدم تدفق و والحد (3) يمثل المنقط (تدفق متغير) والحد (4) هو التصريف الحر. بالنسبة للحاجز المادي في (B-2) و (C-2) تم اعتبار الحاجز المادي حد عدم تدفق.

تم فرض التبخر صفر بالنسبة للظروف الجوية وتم إهمال تأثير درجة الحرارة لأن الدراسة تركز على دراسة محتوى الرطوبة للتربة المدروسة. تم حساب التدفق المتغير المدخل إلى البرنامج من خلال العلاقة (3) حيث تم اعتبار التدفق (4L/h) بالتالي التدفق المتغير المدخل عند استخدام نظام الري بالتنقيط تباعد (40cm) بين المنقطات وبقطر (20mm) [13]:

$$q = \frac{Q}{2\pi.r.L} = \frac{4 \times 10^3 (cm^3/h)}{2\pi(1cm)(40cm)} = 16cm/hour \quad (3)$$

سيتم تطبيق المياه مرتين بفارق زمني 4hour وكان زمن المحاكاة 12hour.



الشكل (2): يوضح النماذج المنشأ للحالات الثلاث

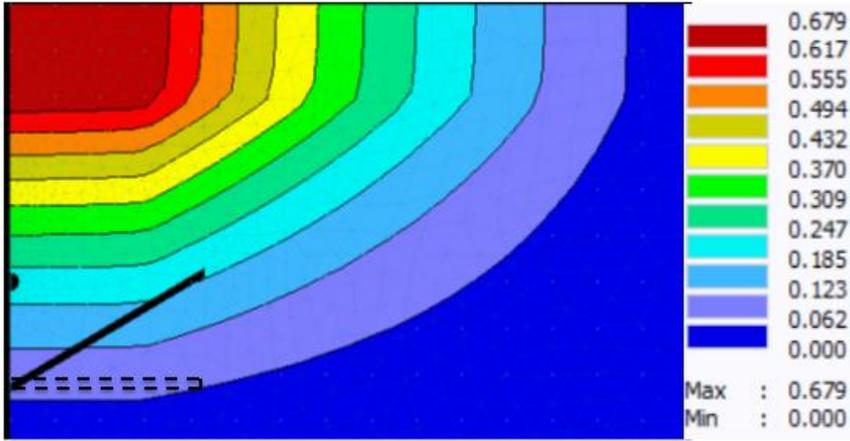
تم إدخال مواصفات الجذر الآتية لنبات البطاطا الموضحة بشكل الآتي:

الجدول (4): بارامترات توضع الجذور لنبات البطاطا [8]:

50 cm	العمق الأعظمي للجذر
10 cm	العمق لأقصى كثافة امتصاص للجذر
80 cm	أقصى نصف قطر للتجذير
15 cm	نصف قطر أقصى كثافة امتصاص للجذر
10000 cm ²	مساحة السطح المرتبطة بالنتج (AT)

يوضح الشكل (3) نمط امتصاص الجذر بعد إدخال مواصفات الجذر الموضحة في

الجدول (2) حيث يلاحظ تركيز امتصاص المياه عند السطح .

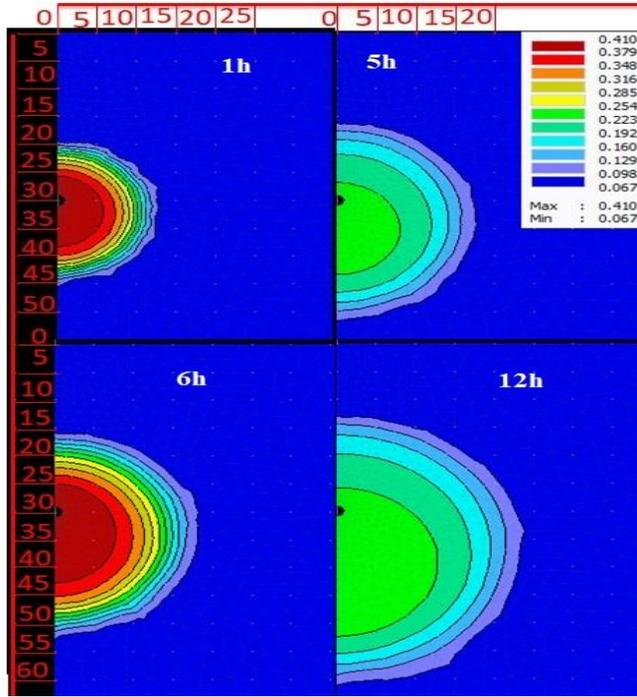


الشكل(3): نمط امتصاص الجذر لنبات البطاطا.

5. النتائج:

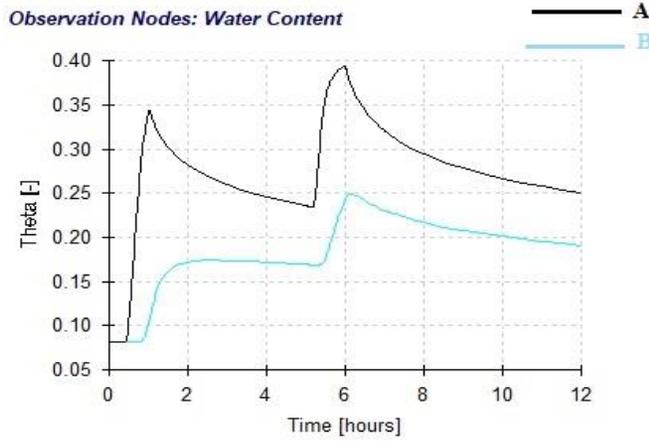
1.5. منقط على عمق (30cm) :

أظهرت نتائج المحاكاة الموضحة في شكل(4) تحرك المياه بشكل كبير نحو الأسفل مع شكل ترطيب شبه بيضوي حيث بعد نهاية عملية الري الأولى بلغ المحتوى المائي (0.4 cm^3/cm^3) بالقرب من المنقط ووصل تغير المحتوى المائي إلى 10cm أسفل المنقط و 5cm أعلاه وبعد مرور 4 ساعات قبل بداية عملية الري الثانية انخفض المحتوى عند المنقط ليصل إلى ($0.23 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) و وصول انتشار المياه أعلى المنقط لارتفاع (12cm) مع محتوى مائي منخفض بلغ ($0.11 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) ويعود سبب ارتفاع المياه على الرغم من عدم وجود تدفق إلى انتشار المياه بالخاصة الشعرية ، وبعد عملية الري الثانية بلغ المحتوى المائي 0.41 عند المنقط ووصل للارتفاع 15cm أعلى المنقط وبمحتوى مائي ($0.13 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) كما وصل الماء لعمق 23cm أسفل المنقط ولمحتوى مائي (0.1) وبعد مرور 6 ساعات على نهاية عملية الري كانت ابعاد الترطيب 17cm أعلى المنقط و30cm أسفله وانتشاط عرضي (20cm).



الشكل(4): يوضح توزيع المحتوى المائي لحالة منقط على عمق (30cm)

كما يبين المخطط في الشكل(5):تغير المحتوى المائي بالنسبة للزمن عند أعلى المنقط (B) وأسفل النقط (A) ب 10cm حيث يلاحظ ارتفاع المحتوى المائي اسفل المنقط حيث بلغ 0.35 عند نهاية عملية الري الأولى و الى 0.4 عند نهاية الري الثانية و لينخفض إلى 0.25 عند نهاية عملية المحاكاة بينما كان تغير المحتوى المائي اعلا المنقط على الشكل الآتي 0.18 عند نهاية عملية ري الاولى و 0.25 عند نهاية عملية ري ثانية و 0.2 عند نهاية زمن المحاكاة. يعود ذلك لميل المياه لتتحرك للأسفل المرشح نظرا لنفاذية التربة المدروسة.

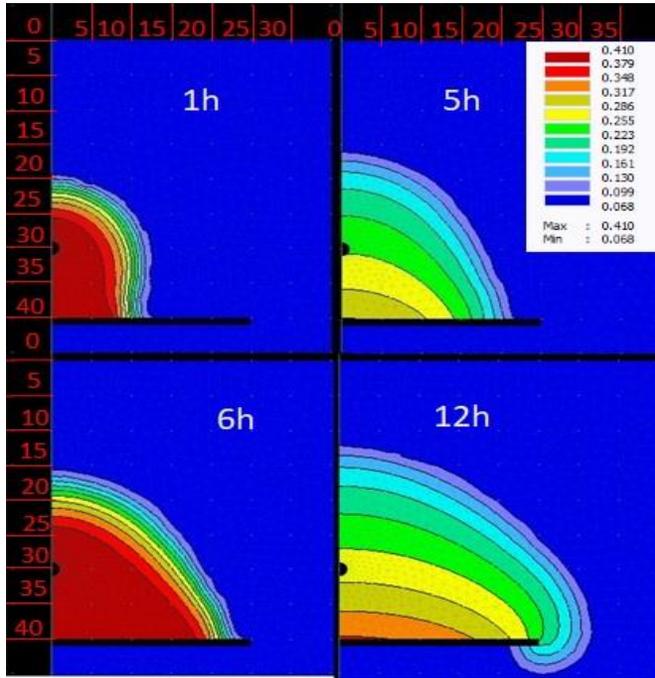


الشكل (5): تغير المحتوى المائي بالنسبة للزمن اعلى واسفل المنقط ب10cm

(A:اسفل المنقط – B:اعلى المنقط)

2.5. حالة منقط على عمق 30cm مع حاجز مادي:

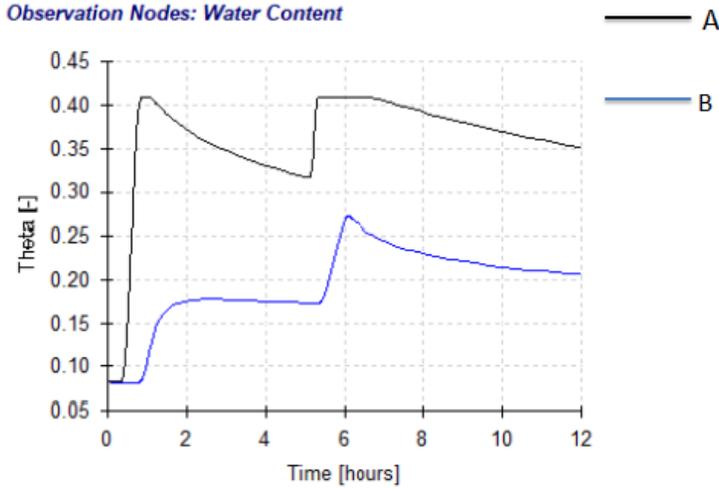
أظهر الحاجز قدرة واضحة في منع حركة المياه نحو الأسفل والابتعاد عن منطقة الجذر مع حركة الماء بشكل عرضي على طول الحاجز وتسرب القليل منها على أطراف الحاجز كما يظهر الشكل (6). بالنسبة لتوزيع المحتوى المائي عند المنقط فقد بلغ عند نهاية عملي الري الأولى 0.41 مع وصوله الارتفاع 8cm اعلى المنقط وانتشار عرضي بلغ 13cm مع توقف عملية الري ازداد انتشار المياه العرضي اكثر من الطولي حيث وصل ارتفاع المياه 12cm اعلى المنقط قبل عملية الري الثاني مع انتشار عرضي 16cm على مستوي المنقط وكانت قيمة المحتوى المائي عند لمنقط 0.24 مع بدء عملية الري الثانية عاد المحتوى المائي إلى 0.41 (القيمة الأعظمية) مع انتشار عرضي اسفل المنقط كمان ازداد المحتوى المائي على طول الحاجز المادي وعند نهاية عملية المحاكاة (بعد 6 ساعات من عملية الري الاخيرة) بلغ المحتوى المائي 0.266 مع انتشار على طول الحاجز وتسرب المياه نحو اسفل الحاجز ووصلت المياه إلى 17cm اعلى المنقط.



الشكل (6): يوضح توزيع المحتوى المائي لحالة منقط على عمق (30cm) مع حاجز

مادي

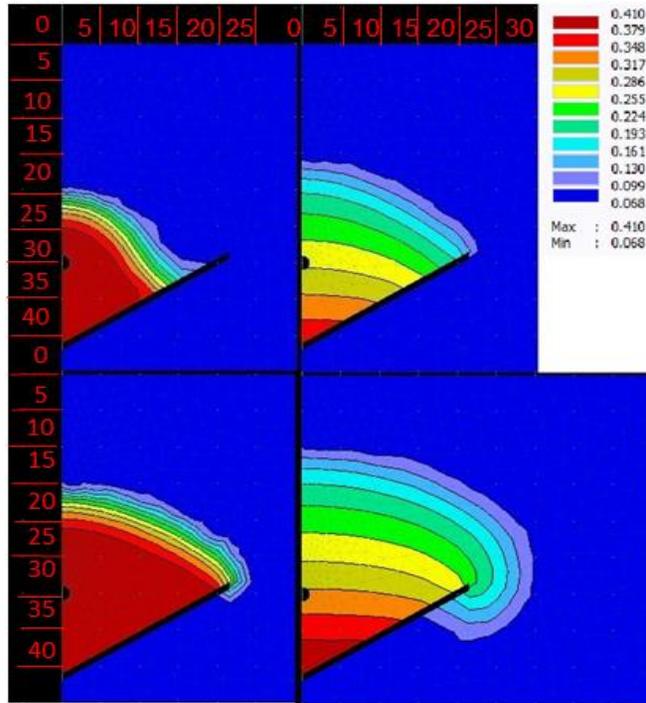
يظهر المخطط البياني ادناه الموضح بالشكل (7) تغير المحتوى المائي بالنسبة للزمن اعلى واسفل المنقط بـ 10cm حيث يظهر زيادة المحتوى المائي اسفل المنقط مقارنة بأعلى المنقط وذلك بسبب وجود الحاجز المادي حيث بلغت أعلى قيمة وصل لها المحتوى المائي أعلى المنقط (0.25) وأسفله (0.41) بينما في الحالة (1) كانت (0.23) أعلاه و أسفله (0.39). كما بلغت قيمة المحتوى المائي في الحالة (2) عند نهاية زمن المحاكاة (0.35) أسفل و (0.19) أعلى المنقط (10cm).



الشكل (7): المخطط البياني لتغير المحتوى المائي بالنسبة للزمن اعلى واسفل المنقط ب10cm للحالة (2) (A:اسفل المنقط - B:اعلى المنقط)

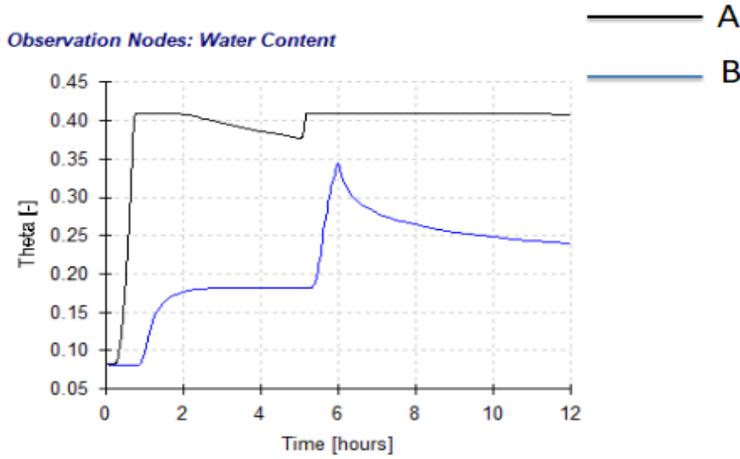
3.5. حالة منقط على عمق 30cm مع حاجز مادي مائل بزواوية 30° عن الأفق:

أظهرت نتائج المحاكاة تحسن في توجيه المياه نحو الأعلى مقارنة بكلا الحالتين السابقتين. حيث وصلت المياه الارتفاع (10cm) أعلى المنقط بعد نهاية عملية الري الأولى وبلغت قيمة المحتوى المائي (0.41) قرب المنقط و(0.173) اعلى المنقط ب (10cm) وبعد مرور 4 ساعات من نهاية عملية الري وقبل بداية عملية الري الثانية وصلت المياه لارتفاع (15cm) بمحتوى مائي بلغ (0.13) ،مع بداية عملية الري ازداد المحتوى ليعود إلى (0.41) عند المنقط ولتصل المياه لحدود الحاجز مع عدم تغير في الارتفاع فقط زيادة في الانتشار على طول الحاجز ومع مرور الوقت بعد 6 ساعات وصلت المياه الارتفاع (20cm) اعلى المنقط وتسرب المياه بشكل قليل اسفل الحاجز بينما بلغ المحتوى المائي 0.41 عند الحاجز وبعد ذلك بسبب زاوية ميل الحاجز التي ادت لتراكم المياه عند تلك المنقطة وأدت أيضا لزيادة تحرك الماء نحو الأعلى كما يظهر الشكل(8).



الشكل (8): يوضح توزيع المحتوى المائي لحالة منقط على عمق (30cm) مع حاجز مادي مائل بزاوية 30°

يظهر المخطط البياني الموضح بشكل (9) تغير المحتوى المائي اسفل لمنقط (A) وأعلى المنقط (B) ب 10cm حيث يلاحظ ثبات المحتوى المائي اسفل المنقط حيث بلغت في معظم الأحيان (0.41) بسبب ميل الحاجز ،بالمقابل فإن أعلى قيمة وصل لها المحتوى المائي أعلى المنقط كانت (0.35) وبعد ذلك تراجعت لتستقر عند (0.24).



الشكل (9): المخطط البياني لتغير المحتوى المائي بالنسبة للزمن اعلى واسفل المنقط ب 10cm للحالة (3) (A:اسفل المنقط - B:اعلى المنقط)

بالعودة إلى الأشكال (4) و (6) و (8) ونظارا لنمط امتصاص الجذور في الشكل (3) نجد ان الحاجز المادي بكلا الحالتين ساهم في منع حركة المياه نحو الأسفل بعيدا عن منطقة الجذر مقارنة بالحالة (1) حيث يلاحظ عدم تحرك المياه بشكل كبير نحو الاعلى عند نفس كمية المياه المطبقة في الحالات الثلاث، كما يلاحظ حركة المياه العرضية في الحالة (2) حيث وصلت المياه لارتفاع (15cm) تقريبا كما في الحالة (1) ولكن مع زيادة في المحتوى المائي عند نهاية زمن المحاكاة وذلك بالمقارنة بين مخطط تغير المحتوى المائي بالنسبة للزمن الشكل (6) و (4) ولكن عند إمالة الحاجز عن الأفق بزاوية 30° (الحالة (3)) زاد من حركة المياه نحو الأعلى مقارنة بالحالة (2) حيث وصلت لارتفاع 20cm اعلى المنقط .

6. الاستنتاجات:

1. في الترب النفوذة تميل المياه للتحرك نحو الأسفل بشكل كبير لذلك يجب عدم التعمق عند دفن أنابيب الري تحت السطحي.
2. في حال عدم استخدام الحاجز كان نمط الترطيب بشكل قطع ناقص مع تحرك المياه نحو الأسفل بشكل اكبر وابتعاده عن منطقة الجذر.
3. الحاجز المادي الأفقي ساهم بزيادة في الانتشار العرضي للمياه مع زيادة في كمية المحتوى المائي عند نهاية زمن المحاكاة مقارنة مع عدم وجود حاجز.
4. إن إمالة الحاجز بزواية 30° عن الأفق ساهم بتحريك المياه نحو الاعلى بشكل أفضل من الحاجز الافقي.

7. التوصيات:

1. استخدام حاجز مادي على عمق كبير في حال استخدام الري تحت السطحي في الترب شديدة النفاذية.
2. في حال عدم استخدام الحاجز المادي يجب مراعاة عدم وضع أنابيب الري على عمق كبير مع مراعاة عمق جذور النبات المراد ريه.
3. إمالة الحاجز المادي من أجل توفير المزيد من المياه في منطقة الجذر.
4. إجراء دراسة جدوى اقتصادي للري تحت سطحي مع حاجز مادي ودراسة أثر تطبيقه على صحة النبات.

8.المراجع:

- [1] Douh,B;BoujelbenA2011Improving Water Use Efficiency for a Sustainable Productivity of Agricultural Systems Using Subsurface Drip Irrigation,Journal of Agricultural Science and Technology. BP 47Sousse 4042.
- [2]Hamza,A;Mishaal,M;Arfa,M;Sillin,M2018The economic effects of using modern irrigation networks in Syrian agriculture, Egyptian Journal of Agricultural Economics,Vol28–No1(in Arabic)
- [3] Reich, D; Godin, R;Chavez JL; Broner I, 2009Subsurface drip irrigation (SDI). Fort collins,Colorado State University.
- [4] Sinobas,L,; Rodríguez, M,2015 A Review of Subsurface Drip Irrigation and Its Management. Research Group “Hydraulic of Irrigation” Technical University of Madrid,Spain. DOI: 10.5772–30702
- [5] Lamm, F, 2015 Advantages and disadvantages of subsurface drip irrigation, Kansas State University.chapter8.
- [6]Jrad,S,Alhasa,A2010–Irrigation Machines, Faculty of Agriculture, Tishreen University.

[7]] Kandelous ,M, Šimůnek,J, 2010 Numerical simulations of water movement in a subsurface drip irrigation system under field and laboratory conditions using HYDRUS-2D. Agricultural Water Management, Vol97-1070-1076

[8] N,Mohammad E, Šimůnek,J, 2013 HYDRUS simulations of the effects of dual-drip subsurface irrigation and a physical barrier on water movement and solute transport in soils. Irrig Sci, DOI 10.1007/s00271-013-0417-x

[9] MATOVIĆ,G, BROČIĆ,Z, DJURIČIN,S, GREGORIĆ,E, BODROŽA, D,2016 PROFITABILITY ASSESSMENT OF POTATO PRODUCTION APPLYING DIFFERENT IRRIGATION METHODS, Wiley Online Library, DOI: 10.1002-ird.1983.

[10] Jim,L,Darryl,W,Orin,M,Kristin,Y,2017-Organic Potato Production on California's Central Coast: A Guide for Beginning Specialty Crop Growers,P2

[11] Jim,L;Darryl,W;Orin,M;Kristin,Y,2017-Organic Potato Production on California's Central Coast: A Guide for Beginning Specialty Crop Growers,P4

[12] Genuchten,V. 1980A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci Soc Am J 44:892-898.

[13] Ghazouan,H;Rallo,G; Latrech,B; Douh,B; Boujelben,A; Provenzano,G,2019Assessing Hydrus-2D Model to Investigate the Effects of Different On-Farm Irrigation Strategies on PotatoCrop under Subsurface Drip Irrigation, www.mdpi.com/journal/water, 11, 540