

دراسة تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية في سهل عكار

أ.د سليمان سلامة*

د. عدنان احمد**

د. شذا أسعد***

م. لبنى حايك****

(تاريخ الإيداع ٢٤/٤/٢٠٢٥ . قُبل للنشر في ١٢/٦/٢٠٢٥)

□ ملخص □

تم تنفيذ هذا البحث في محافظة طرطوس في قرية السودة، سهل عكار خلال شهر تموز عام 2024 حيث تم دراسة تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية المزروعة بمحصول البندورة ، إذ تم استخدام أنابيب زراعية رئيسية من (البولي ايتلين عالي الكثافة) بأقطار (2inch) للأنبوب الرئيسي وبطول (9m)، وذلك بعد ثقبها ثقباً منتظماً بقطر (8mm)، كما تم استخدام أنابيب زراعية فرعية من البولي ايتلين عالي الكثافة بقطر (1inch)، تم تثقيبها بقطر (8mm) وتم تغطية هذه الثقوب بشبك معدني لحماية الأنابيب من الأتربة ودخول جذور النباتات إليها ولقد أجريت التجارب على عمق (30cm)، ولتجميع الماء النافذ من التربة تم حفر خندق حول البيت المحمي ولضمان عزل النطاق المدروس من دخول الماء إليه. تمت عملية الغسل بمعدل خمسة غسلات بفارق حوالي الشهر بين الغسلة والأخرى، وتم استخدام الري السطحي.. بينت التجارب أنه في الغسلة الأولى ازدادت الناقلية الكهربائية (Ec) و (pH) التربة بسبب تراكم الأملاح نتيجة التبخر في التربة أما في الغسلة الثانية انخفضت قيمتهما بشكل طفيف، ولقد لوحظ انخفاض قيم (EC) و (PH) التربة بدءاً من الغسلة الثالثة حيث وصلت قيم المؤشرين المذكورين في نهاية الغسلة الخامسة إلى القيم المناسبة لنمو محصول البندورة. لوحظ من خلال التجارب أن التصميم المائل كان أفضل من التصميم المتوازي حيث ساعدت زاوية الميلان للأنابيب بتغطية مساحة أكبر للتربة حيث بلغت النسبة المئوية لانخفاض الناقلية الكهربائية لكلا التصميمين المائل والمتوازي على التوالي % (60.13,63.30) بينما بلغت النسبة المئوية لانخفاض PH التربة للتصميم المائل والمتوازي على التوالي % (2.28,3.49).

الكلمات المفتاحية: معالجة ملوحة التربة، شبكات التصريف تحت السطحي، الناقلية الكهربائية للتربة، PH التربة، التصميم المتوازي، التصميم المائل

* أستاذ دكتور في كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس

** أستاذ مساعد في كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس

*** دكتورة، مشرف على الأعمال في كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس

**** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) في كلية الهندسة التقنية جامعة طرطوس.

Studying The Effect Of Using Two Subsurface Drainage Network Designs In Treating Soil Salinity In Greenhouses In Akkar Plain

Dr. Solimam Salameh*

Dr. Adnan Ahmad**

Dr.Shaza Asaad***

Eng.Lubna Hayek****

(Received 24/4/2025 . Accepted 12/6/2025)

□ ABSTRACT □

This research was carried out in Tartous Governorate in Al-Soudah village, Akkar Plain during July 2024, where the effect of using two designs of subsurface drainage networks in treating soil salinity in greenhouses planted with tomato crops was studied. Main agricultural pipes made of (high-density polyethylene) with diameters of 2 inches for the main pipe and length of (9 m) were used, after drilling regular holes with a diameter of 8 mm. Sub-agricultural pipes made of high-density polyethylene with a diameter of (1 inch) were also used, and they were drilled with a diameter of (8 mm). These holes were covered with a metal mesh to protect the pipes from dust and the entry of plant roots into them. The experiments were conducted at a depth of (30 cm). To collect the water penetrating from the soil, a trench was dug around the greenhouse and to ensure the isolation of the studied area from water entering it. The washing process was carried out at a rate of five washes, with an interval of about a month between each wash, and surface irrigation was used. Experiments showed that in the first wash, the electrical conductivity (Ec) and (pH) of the soil increased due to the accumulation of salts resulting from evaporation in the soil, while in the second wash, their values decreased slightly. A decrease in the values of the (EC) and (PH) of the soil was observed starting from the third wash, as the values of the aforementioned indicators reached the values appropriate for tomato crop growth at the end of the fifth wash. It was observed through the experiments that the inclined design was better than the parallel design, as the inclination angle of the pipes helped cover a larger soil area, as the percentage of decrease in electrical conductivity for both the inclined and parallel designs reached (60.13, 63.30)%, respectively, while the percentage of decrease in soil pH for the inclined and parallel designs reached (2.28, 3.49)%, respectively.

Key words: Soil salinity treatment, subsurface drainage networks, soil electrical conductivity, soil pH, parallel design, sloping design

*Professor at the Faculty of Technical Engineering, Tartous University.

**Assistant Professor at the Faculty of Technical Engineering, Tartous University.

***Doctor, Business Supervisor at the Faculty of Technical Engineering, Tartous University.

****Postgraduate (PhD) Student at the Faculty of Technical Engineering, Tartous University.

1. المقدمة:

تعد التربة الحاضنة الأساسية لغالبية الكائنات الحية التي تعيش عليها أو ضمنها، سواء كانت حيوانات أو نباتات، فهي تمد النباتات بالغذاء وتحجز كميات من المياه على أعماق بسيطة لتستفيد منها النباتات وتساعد في تثبيت جذورها. . تحوي التربة أملاح ذائبة وغير ذائبة، بالإضافة إلى المواد العضوية الناتجة من تحلل الكائنات ومخلفاتها، وكميات من الماء بمثابة رطوبة. تواجه التربة عدة مشكلات وأهمها تملح التربة. تعرف الأتربة المالحة بأنها الأتربة التي تحتوي على نسب مرتفعة من الأملاح بحيث يصل التركيز في مستخلصات العجينة المشبعة لها معبراً عنها بالناقلية الكهربائية إلى أكثر من (4mms/cm)، وعموماً تكون هذه الأملاح سهلة الذوبان، بحيث تؤثر سلباً على نمو المحاصيل الاقتصادية حيث زيادة نسبة الأملاح على حد معين يؤدي إلى إعاقة النمو العادي للمزروعات وبالتالي انخفاض مستوى إنتاجها حيث أن كثير من البذور لا تنبت في التربة ذات التركيز العالي للملوحة [1].

تعاني البيوت المحمية بشكل كبير من مشكلة تملح التربة وخصوصاً في سهل عكار في محافظة طرطوس والذي يعد إحدى المصادر الهامة للكثير من الخضراوات المحمية، وتأتي الملوحة في البيوت المحمية نتيجة للري بمياه غنية بالأملاح مما يؤدي إلى تجمع الماء بما يحويه من أملاح حول منطقة الجذر الأمر الذي يؤدي إلى إعاقة نمو النبات بسبب عدم قدرته على امتصاص العناصر الغذائية بشكل جيد وبالتالي انخفاض إنتاجيته. من العوامل التي تؤدي أيضاً إلى تملح التربة في البيوت المحمية هو التسميد العشوائي وبكميات كبيرة جداً بسبب عدم المعرفة الكافية بحاجة النبات للسماد وعدم مراعاة التوازن السمادي للتربة حيث يؤدي ذلك إلى نقص تركيز بعض العناصر الضرورية للتربة لنمو النبات وارتفاع تراكيز عناصر أخرى في التربة وتأثيرها بشكل سلبي على التربة والنبات معاً [1].

هناك عدة طرق استخدمت من أجل معالجة ملوحة التربة وأهم هذه الطرق هي الصرف الزراعي الذي يعرف على أنه إزالة المياه الزائدة (المعروفة باسم المياه الحرة) من التربة السطحية أو تحتها، وذلك لخلق ظروف مواتية لنمو النباتات من خلال التحكم بمستوى منسوب المياه الجوفية (GWT) أسفل منطقة الجذر، [2].

تعددت الدراسات حول استخدام الصرف الزراعي في معالجة ملوحة التربة حيث بينت الدراسة التي قام بها الباحث (Ahmadi,2018) بدراسة الآثار الطويلة المدى للصرف تحت السطحي على بنية التربة بينت النتائج أن استخدام أنظمة الصرف تحت السطحي على الأعماق السطحية لها دور كبير في تحسين بنية تربة الأرز على المدى الطويل [3].

قام الباحث (Arif,2020) بتقييم أداء الصرف تحت السطحي باستخدام الأنايبب على إنتاجية الأراضي وكفاءة استخدام المياه في حقول الأرز بإندونيسيا. بينت النتائج أن الحقل المزود بنظام التصريف تحت السطحي استهلك (45%) من المياه مقارنة بالحقل الآخر، كما لوحظ زيادة في تهوية التربة وفي إنتاج المحصول ، وكانت إنتاجية الحقل المزود بالأنايبب (5.77طن /هكتار) بينما إنتاجية الحقل الآخر (5.07طن/هكتار) [4].

كما بينت (حايك ، 2021) أن استخدام تقنية الأنايبب الماصة في معالجة الملوحة في البيوت المحمية أدى لانخفاض الناقلية الكهربائية للتربة ونسبة (15.73,12.29,12.4%) على الأعماق

(50,30,20cm) على التوالي، أما بالنسبة لـ pH التربة كانت النسبة المئوية لانخفاض pH التربة (20.08,10,4.60%) على الأعماق المدروسة وعلى التوالي [1].

توصل الباحث (Yang,2021) الى أن تأثير الصرف في التربة متوسطة الملوحة أفضل من التربة خفيفة الملوحة حيث زادت غلة المحاصيل بنسبة 25% في الأراضي الخفيفة الملوحة وكانت (50%) في الأراضي المتوسطة الملوحة [5].

أشارت (حايك، 2022) إلى أن استخدام أنابيب الصرف تحت السطحي قد خفض تركيز أملاح الفوسفور، والأزوت، والبوتاسيوم في التربة، وعلى الأعماق (50,30,20cm) وكانت النسب المئوية لانخفاض كل منهم على الأعماق المذكورة وعلى التوالي (2.91,5.84,19.18%) للفوسفور، و (1.19,2.71,5.10%) للأزوت، و (2.35,1.93,2.64%) بالنسبة للبوتاسيوم [2].

مما سبق كان لابد من إيجاد طريقة مناسبة للقيام بالصرف الزراعي داخل البيوت المحمية لذلك تم اختبار تصميمين من شبكات الصرف الزراعي تحت السطحي وهما: التصميم المتوازي والتصميم المائل حيث تم دراسة بعض المؤشرات المؤثرة على خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية

2. مشكلة البحث وأهميته:

تعاني التربة الطينية من سوء تصريف المياه منها، وذلك بسبب الهطولات المطرية الغزيرة (الأراضي المكشوفة)، أو بسبب الإفراط في الري (البيوت المحمية) الأمر الذي يؤدي إلى تراجع تصريف هذه الأراضي، وبالتالي انحباس الماء ضمن مسامات التربة، حيث يؤثر ذلك على امتصاص الجذور للمغذيات النباتية، ونقص الأوكسجين اللازم لنموها مما يؤدي إلى تلفها (تهوية سيئة)، بالإضافة إلى تراكم الأملاح ضمن منطقة الجذر الأمر الذي يؤدي إلى تملح التربة، وبالتالي انخفاض الإنتاجية، وخروج نسبة لا بأس منها من الأراضي لتصبح خارج الخدمة مما يؤدي إلى هجرها من قبل المزارعين بسبب الكلفة العالية لاستصلاحها مرة أخرى. تكمن أهمية البحث في تحسين تصريف الأراضي الطينية وبالتالي معالجة الملوحة الزائدة في التربة وزيادة المساحة المستثمرة وتحسين جودة الإنتاج وذلك باستخدام طرق حديثة وبسيطة.

3. هدف البحث:

يهدف البحث إلى معالجة ملوحة التربة من خلال:

- ١) تصميم نظامي تصريف تحت سطحي للمياه من التربة في البيوت المحمية وتقييم أدائهما في دراسة بعض مؤشرات التربة
- ٢) اختبار النظامين المقترحين.
- ٣) بيان الفروقات في بعض المؤشرات المدروسة بين النظامين المقترحين واختيار النظام الذي يحقق أفضل النتائج.

٤) مقارنة النتائج بالمعايير المعتمدة الخاصة بالتربة الصالحة للزراعة وتعميم هذه النتائج

ومؤشرات الأداء المدروسة في دراستنا هذه هي:

١. الناقلية الكهربائية للتربة (EC) لكل تصميم يتم دراسته
٢. (PH) التربة لكل تصميم يتم دراسته

4. طرائق البحث ومواده:

1.4 مكان إجراء التجربة:

تم إجراء التجربة في قرية السوداء، منطقة كرتو، محافظة طرطوس، خلال شهر تموز (2024) حيث تم اختيار مساحتين متساويتين من البيت المحمي (9*6.5 m²). يوضح الشكل (1) البيت المحمي المستخدم في التجربة.



الشكل (1): البيت المحمي المستخدم في التجربة.

✓ تم إجراء عملية تحليل فيزيائي وكيميائي وميكانيكي للتربة قبل تركيب الشبكات في مركز البحوث الزراعية في بيت كمونة حيث تم تحديد قيمة الناقلية الكهربائية للتربة وعامل (PH) وبعض العناصر الكيميائية كما تم تحديد نسبة الطين والرمل والسلت في التربة، وكانت نتائج التحليل كما هي مبينة بالجدول (1)

الرمل %	السلت %	الطين %	N أزوت % 0.20-0.15	P فوسفور PPM 20-8	K بوتاس PPM 320-240	كلس فعال %	كربونات الكالسيوم %	PH 8-6.5	EC أكبرمن 4
18%	30%	52%	1.4	50	360	آثار	آثار	7.38	5.72

✓ تم تحليل مياه البئر الارتوازي الذي تروى منه التربة في مركز البحوث الزراعية في بيت كمونة حيث بلغت قيمة الناقلية الكهربائية للماء (1.76)، و بلغت قيمة PH المياه (7.54). يوضح الشكل (2) الجهاز المستخدم في عملية تحليل المياه



الشكل (2): الجهاز المستخدم في تحليل مياه البئر الارتوازي.

2.4. مواد البحث:

- ١- أنبوب رئيس من البولي ايتلين عالي الكثافة بقطر (2in) ، وبطول (9m) تم تنقيبه بقطر (8mm). يوضح الشكل (3) و(4) الأنبوب الرئيس قبل وبعد التنقيب.



الشكل (3): الأنبوب الرئيس قبل التنقيب. الشكل (4): الأنبوب الرئيس بعد التنقيب.

- ٢- الأنابيب الفرعية للشبكة بقطر (1inch) تم تنقيبها بقطر (8mm) تم تغطية هذه الثقوب بشبك معدني لحماية الأنابيب من الأتربة ودخول جذور النباتات إليها. يوضح الشكل (5) و(6) و(7) الأنابيب الفرعية قبل القص والتنقيب وبعد القص والتنقيب وتغطية الثقوب بالشبك الناعم.



الشكل (5): الأنابيب الفرعية قبل القص والتنقيب. الشكل (6): الأنابيب الفرعية بعد القص والتنقيب. الشكل (7): الأنابيب الفرعية وتغطية الثقوب بشبك ناعم.

- ٣- مثقب آلي استخدم من أجل تنقيب الأنابيب الرئيسية والفرعية حيث بلغ قطر ريشة المثقب (1in) وريشة أخرى بقطر (8mm). يوضح الشكل (8) المثقب الآلي المستخدم.



الشكل(8): المثقب المستخدم في عملية التثقيب.

فرد السيلكون استخدم من أجل إلصاق الشبك الناعم حول الثقوب فقط للأنايبب الرئيسية و الفرعية. يوضح الشكل (8) فرد السيلكون المستخدم



الشكل(8): فرد السيلكون.

٣- اللاصق المقوى من أجل إغلاق جهة من الأنابيب الفرعي . يوضح الشكل(9)

اللاصق المستخدم



الشكل(9): اللاصق المقوى.

3.4. طرائق البحث:

١- تم استخدام الري السطحي بمعدل خمس تكرارات للغسل و بفارق حوالي الشهر بين الغسلة والغسلة التي تليها. تم استخدام أنابيب زراعية من البولي ايتلين عالي الكثافة بقطر (2inch) للأنايبب الرئيسية، وبطول (9m)، و(1inch) للأنايبب الفرعية حيث وضعت الأنايبب

على عمق (30cm). تمت عملية تسوية الأرض من أجل وضع الشبكات باستخدام المحراث كما يوضح الشكل (10)



الشكل (10): تسوية الأرض.

٢- تم حفر خندق حول البيت البلاستيكي لضمان عزل المنطقة المدروسة ومنع تسرب المياه إلى النطاق المدروس. يوضح الشكل (11) الخندق حول البيت المحمي.



الشكل (11): الخندق حول البيت المحمي.

٣- تم ربط الشبكتين بأنبوب تصريف يصب في خندق خارج البيت المحمي ، وذلك لتصرف الماء الزائد عن التربة بعد إجراء عملية غسل التربة. يوضح الشكل (12) أنبوب التصريف المتصل مع كل من الشبكتين المصممتين.



الشكل (12): أنبوب التصريف.

تم تركيب الشبكتين بتصميمين مختلفين حيث كان التصميم بشكل متوازي أي من دون وجود ميلان للأنايبب، أما التصميم الثاني كان بشكل مائل أي بوجود زاوية ميلان للأنايبب بمقدار (45°).

تمت عملية تجهيز الشبكتين كما يلي:

- ✓ تتقيب الأنايبب الرئيسية لكل من الشبكتين (التصميم المائل والتصميم المتوازي) على الجوانب بقطر يساوي قطر الأنايبب الفرعية لضمان دخول الأنايبب الفرعية داخل الثقوب بشكل جيد.
- ✓ تتقيب الأنايبب الرئيسية بثقب من الأعلى بقطر (8mm) بالإضافة لتتقيب الأنايبب الفرعية بثلاثة ثقوب (ثقب من الأعلى وثقبين على الجوانب) وكانت المسافة بين الأنايبب الفرعي والأنايبب الذي يليه (20m).
- ✓ تغطية ثقوب الأنايبب الرئيسية والفرعية لكلا الشبكتين بشبك ناعم جدا لضمان عدم دخول الأتربة والأوساخ إلى داخل الأنايبب.
- ✓ إغلاق طرف الأنايبب الفرعي باستخدام اللاصق المقوى.
- ✓ تزويد كل من الشبكتين بأنايبب متصل مع كل شبكة مهمته تصريف مياه الزائدة عن حاجة التربة بعد إجراء عملية الغسل.

يوضح الشكل (13) والشكل (14) الشبكتين المقترحتين بعد التركيب في التربة.



الشكل (13): التصميم المتوازي للشبكة.

الشكل (14): التصميم المائل للشبكة .

4.4 تصميم التجربة والمعاملات المستخدمة:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة إذ اشتمل البحث على دراسة مؤشرين (Ph و Ec) التربة وبثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة وثلاثة مستويات ومؤشرين وبالتالي بلغ عدد القطع التجريبي (2*3*3) مع مراعاة ترك مسافة هامشية بين المعاملات

5. النتائج والمناقشة:

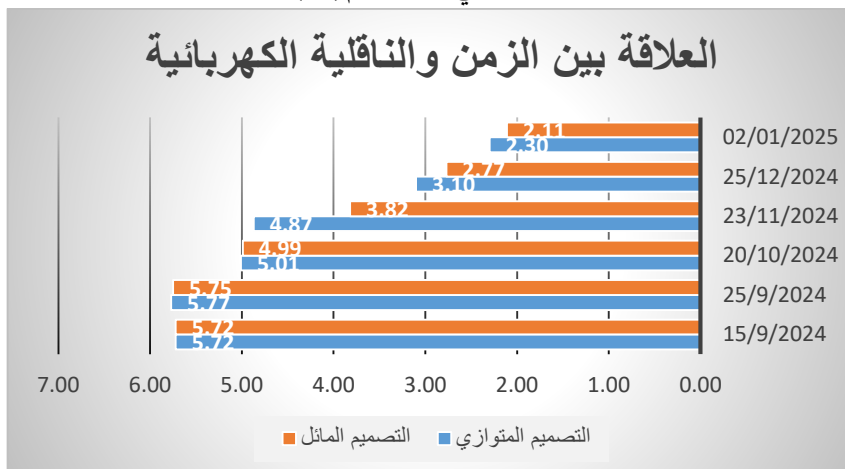
1.5. EC التربة:

الجدول (2): قيم الناقلية الكهربائية للتربة قبل وبعد الغسل:

التصميم المائل	التصميم المتوازي	تاريخ إجراء عملية الغسل	EC للتربة قبل إجراء عملية الغسل
5.75	5.77	25/9/2024	5.72
4.99	5.01	20/10/2024	
3.82	4.87	23/11/2024	
2.77	3.1	25/12/2024	
2.11	2.3	1/2/2025	

يتضح من الجدول (2) أن الناقلية الكهربائية في كلا التصميمين تزداد في الغسلة الأولى نتيجة الحرارة المرتفعة التي تؤدي إلى التبخر وبقاء الأملاح في التربة كما يلاحظ انخفاضها بشكل طفيف بعد الغسلة الثانية ولكن يتضح من الجدول انخفاض الناقلية الكهربائية للتربة بدءاً من الغسلة الثالثة وذلك يعود لعدة أسباب أهمها انخفاض درجة الحرارة وبالتالي خفض التبخر وزيادة رطوبة التربة وهذا يسهل عملية التخلص من الأملاح بسبب ذوبانها بماء الغسل وخروجها عبر الأنابيب خارج التربة ويلاحظ استمرار الانخفاض وصولاً للغسلة الخامسة حيث كانت الناقلية الكهربائية في كلا التصميمين ضمن الحد المناسب لزراعة البندورة والذي يبلغ (2.5mm/cm). يتضح أيضاً من خلال الجدول أن انخفاض الناقلية الكهربائية للتربة المعالجة باستخدام التصميم المائل بنسبة (63.30%) أكثر من التصميم المتوازي الذي بلغت نسبته (60.13%) وذلك بسبب ميلان

الأنابيب والذي يعطي تغطية أكبر للمساحة المعالجة من التصميم المتوازي. يمكن تمثيل العلاقة بين الناقلية الكهربائية للتربة والزمن لكلا التصميمين كما هو مبين في الشكل رقم (15)



الشكل (15): العلاقة بين الناقلية الكهربائية للتربة والزمن لكلا التصميمين.

نلاحظ من المخطط السابق التقارب بين القيم الناتجة عن عملية الغسل وذلك بسبب إجراء التجربة في نفس المنطقة وتشابه الخواص الكيميائية والميكانيكية في التربة التي تم تركيب كل من الشبكات ضمنها.

PH 2.5 التربة:

تم الحصول على قيم (pH) التربة من خلال تحليل عينات التربة في البحوث الزراعية بطرطوس وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول رقم (3)

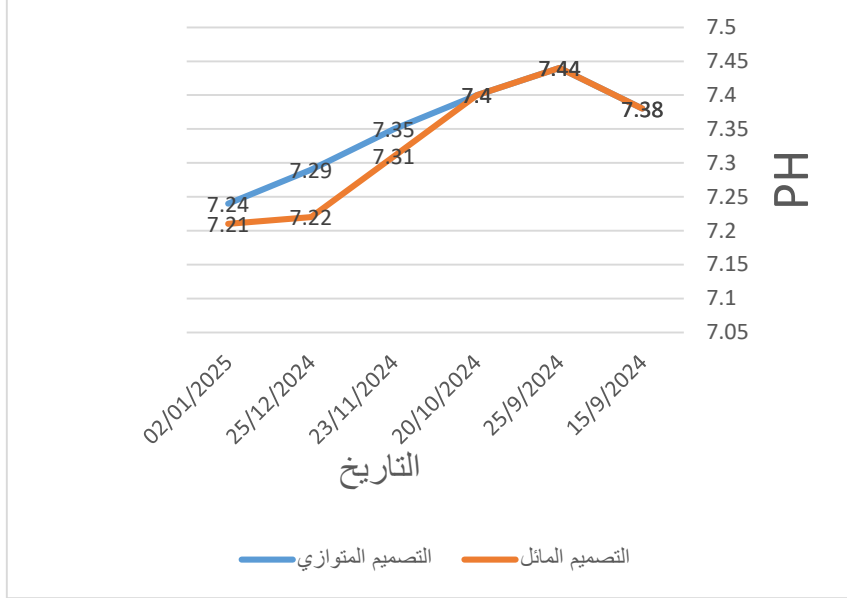
الجدول (3): قيم Ph التربة قبل وبعد الغسل:

التصميم المائل	التصميم المتوازي	تاريخ إجراء عملية الغسل	pH للتربة قبل إجراء عملية الغسل
7.44	7.45	25/9/2024	7.38
7.40	7.40	20/10/2024	
7.31	7.35	23/11/2024	
7.22	7.30	25/12/2024	
7.18	7.28	1/2/2025	

يلاحظ من خلال النتائج المبينة في الجدول (3) ارتفاع قيم (PH) التربة في في الغسلة الأولى في كلا التصميمين المقترحين لمعالجة الملوحة نتيجة الري بمياه تحتوي على أملاح بالإضافة إلى التبخر الناتج عن الحرارة الأمر الذي يؤدي إلى تراكم الأملاح في الطبقات السطحية للتربة ، بدأت الأملاح بالذوبان في الغسلة الثالثة،الرابعة والخامسة بشكل تدريجي نتيجة انخفاض درجات الحرارة مما يؤدي إلى انخفاض التبخر وذوبان الأملاح بشكل جيد وخروجها خارج التربة. يلاحظ من الجدول السابق وصول قيم (PH) التربة إلى القيم المناسبة للزراعة وبخاصة لنمو محصول البندورة في البيوت المحمية والتي تبلغ (7.5).

كان التصميم المائل أكثر فعالية في خفض (PH) التربة من التصميم المتوازي وذلك بسبب تغطيته لمساحة أكبر من التربة بالإضافة إلى وجود زاوية ميلان للأنابيب والتي تساعد على تجميع المياه من التربة بشكل أكبر وبالتالي تصريف كمية أكبر من الأملاح. كانت النسبة المئوية لانخفاض (PH) التربة في التصميم

المتوازي (2.28%) في حين بلغت النسبة المئوية لانخفاض (PH) التربة في التصميم المائل (3.49%). نلاحظ تطابق القيم في الغسلات الثلاث الأولى نتيجة التقارب الكبير بين الخواص يمكن تمثيل العلاقة بين (PH) التربة والزمن لكلا التصميمين كما هو مبين في الشكل رقم (16)



الشكل (16): العلاقة بين (PH) التربة والزمن لكلا التصميمين.

6. الاستنتاجات:

1. كان استخدام التصميمين المقترحين دور فعال في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية حيث كانت قيم الناقلية الكهربائية و (PH) التربة ضمن الحدود المناسبة لنمو محصول البندورة.
2. انخفاض الناقلية الكهربائية للتربة عند استخدام كلا التصميمين المقترحين ولكن تبين أن التصميم المائل ساعد في انخفاض قيمة الناقلية الكهربائية للتربة حيث بلغت النسبة المئوية لانخفاض الناقلية الكهربائية عند استخدام التصميم المائل (63.13%) في حين بلغت النسبة المئوية لانخفاض الناقلية الكهربائية عند استخدام التصميم المتوازي (60.13%).
3. انخفاض (PH) التربة عند استخدام كلا التصميمين المقترحين ولكن كان استخدام التصميم المائل أفضل حيث بلغت النسبة المئوية لانخفاض (PH) التربة عند استخدام التصميم المائل (3.49%) في حين بلغت النسبة المئوية لانخفاض (PH) التربة عند استخدام التصميم المتوازي (2.28%).

7. المقترحات:

1. دراسة تأثير استخدام الشبكة على عوامل تتعلق بمحصول البندورة مثل إنتاجية المحصول، متوسط طول الشتلة ومساحة المقطع العرضي للورقة.
2. تطبيق استخدام الشبكة على محاصيل محمية أخرى مثل الخيار، الباذنجان.
3. دراسة بارامترات أخرى تتعلق بأداء الشبكة كقطر الأنابيب وزاوية ميلان الأنابيب وعمق توضع الأنابيب.

8. المراجع

١. حايك، لبنى. (2021). استخدام تقنية الأنابيب الماصة في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية. كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس.
٢. حايك، لبنى. (2022). دراسة تراكيز أملاح الكالسيوم، والمغنزيوم، والفوسفور، والأزوت، والبوتاس في تربة البيوت المحمية التي تم معالجتها من الملوحة باستخدام تقنية الأنابيب الماصة. كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس.
3. Ahmadi,(2018). *Investigating long-term effects of subsurface drainage on soil structure in paddy fields*.*Soil and Tilage Research*.Volume177.Pages 155-160.
4. Arif;Inoue,(2020). *Performances of Sheet-Pipe Typed Subsurface Drainage on Land and Water Productivity of Paddy Fields in Indonesia*. *Water*, Volume 13, Issue 1.
5. Yang, (2021). *Assessing the impact of shallow subsurface pipe drainage on soil salinity and crop yield in arid zone*. *PeerJ* 9:e12622<http://doi.org/10.7717/peerj.12622>.