

دراسة تأثير تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي المستخدمة في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية على بعض المؤشرات المتعلقة بمحصول البندورة

أ.د. سليمان سلامة*

د. عدنان احمد**

د. شذا أسعد***

م. لبنى حايك****

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥/٧/١٥ . قُبل للنشر في ٢٠٢٥/٩/١٧)

□ ملخص □

تم تنفيذ هذا البحث في محافظة طرطوس في قرية السودة، سهل عكار خلال الشهر العاشر عام (2024) حيث تم دراسة تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية المزروعة بمحصول البندورة وتأثيرها على بعض المؤشرات المتعلقة بهذا المحصول. إذ تم استخدام أنابيب زراعية رئيسية من (البولي إيثيلين عالي الكثافة) بأقطار (2inch) للأنبوب الرئيسي وبطول (9m)، وذلك بعد ثقبها ثقباً منتظمة بقطر (8mm)، كما تم استخدام أنابيب زراعية فرعية من البولي إيثيلين عالي الكثافة بقطر (1inch)، تم تثقيبها بقطر (8mm) وتم تغطية هذه الثقوب بشبك معدني لحماية الأنابيب من الأتربة ومن دخول جذور النباتات إليها ولقد أجريت التجارب على عمق (30cm)، ولتجميع الماء النافذ من التربة ولضمان عزل النطاق المدروس من دخول الماء الى البيت المحمي تم حفر خندق حول البيت المحمي. تمت عملية الغسل بمعدل خمسة غسالات بفارق حوالي الشهر بين الغسلة والأخرى، وتم استخدام طريقة الري السطحي. أظهرت النتائج زيادة إنتاجية محصول البندورة عند استخدام التصميم المائل والمتوازي مقارنة بإنتاجية التربة غير المعالجة (الشاهد) حيث بلغت الإنتاجية في التربة المعالجة باستخدام التصميم المائل والمتوازي (16.550,17.021) كغ / 80 نبات على التوالي، في حين بلغت الإنتاجية في التربة غير المعالجة (16.301) كغ/80 نبات. كان متوسط الزيادة في الإنتاجية باستخدام التصميمين المائل والمتوازي (1.529,4.416)% على التوالي مقارنة بالقسم غير المعالج (الشاهد). كما بلغ متوسط الزيادة باستخدام التصميم المائل (2.84)% مقارنة بالتصميم المتوازي. لوحظ تحسن في طول الشتل بعد إجراء عمليات غسل التربة حيث بلغ متوسط الزيادة بطول الشتل باستخدام التصميمين المائل والمتوازي (10.22,17.06)% في حين بلغ متوسط الزيادة باستخدام التصميم المائل (6.20)% مقارنة بالتصميم المتوازي. بلغت مساحة المسطح الورقي في القسم غير المعالج (1487.4) سم² / نبات بينما بلغت مساحة المسطح الورقي في المناطق المعالجة باستخدام التصميمين المائل والمتوازي (1678.35,1798.95) سم² / نبتة على التوالي. بلغ متوسط الزيادة في مساحة المقطع العرضي للورقة باستخدام التصميمين المائل والمتوازي (12.81,20.94)% على التوالي مقارنة بالقسم غير المعالج (الشاهد) ، كما بلغ متوسط الزيادة في مساحة المسطح الورقي باستخدام التصميم المائل مقارنة بالتصميم المتوازي (7.18)%.

الكلمات المفتاحية: طول شتلة البندورة، إنتاجية البندورة، مساحة المسطح الورقي للبندورة، ملوحة التربة، شبكات التصريف تحت السطحي.

* أستاذ دكتور في كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس- قسم المكننة الزراعية.
** أستاذ مساعد في كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس- قسم المكننة الزراعية.
*** دكتورة، مشرف على الأعمال في كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس- قسم المكننة الزراعية.
**** طالبة دراسات عليا (دكتورها) في كلية الهندسة التقنية جامعة طرطوس- قسم المكننة الزراعية.

Studying The Effect Of Two Subsurface Disscharge Network Designs Used To Treat Soil Salinity In Greenhouses On Some Indicators Related To Tomato Crops

Dr. Solimam Salameh*

Dr. Adnan Ahmad**

Dr.Shaza Asaad **

Eng.Lubna Hayek****

(Received 15/7/2025 . Accepted 17/9/2025)

□ ABSTRACT □

This research was conducted in Tartous Governorate, Al-Soudah village, Akkar Plain, during the tenth month of the year (2024), where the effect of using two designs of subsurface drainage networks in treating soil salinity in greenhouses planted with tomato crops and its impact on some indicators related to this crop was studied. Main agricultural pipes made of (high-density polyethylene) with a diameter of 2 inches for the main pipe and a 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 were drilled with a diameter of (8 mm). These holes were covered with a metal mesh to protect the pipes from dust and the penetration of plant roots into them. The experiments were conducted at a depth of (30 cm). To collect the water seeping from the soil and to ensure the isolation of the studied area from water entering the greenhouse, a trench was dug around the greenhouse. The washing process was carried out at a rate of five washes with an interval of about a month between each wash, and the surface irrigation method was used. The results showed an increase in tomato crop productivity when using the oblique and parallel design compared to the productivity of the untreated soil (control). The productivity in the treated soil using the oblique and parallel design reached (16.550, 17.021) kg/80 plants, respectively, while the productivity in the untreated soil reached (16.301) kg/80 plants. The average increase in productivity using the oblique and parallel designs was (1.529, 4.416)%, respectively, compared to the untreated section (control). The average increase using the oblique design was (2.84)% compared to the parallel design. An improvement was observed in the seedling length after soil washing, as the average increase in seedling length using the oblique and parallel designs was (10.22, 17.06)%, while the average increase using the oblique design was (6.20)% compared to the parallel design. The leaf surface area in the untreated section was (1487.4) cm²/plant, while the leaf surface area in the treated areas using the oblique and parallel designs was (1678.35, 1798.95) cm²/plant, respectively. The average increase in the leaf cross-sectional area using the oblique and parallel designs was (12.81, 20.94)%, respectively, compared to the untreated section (control), and the average increase in the leaf surface area using the oblique design compared to the parallel design was (7.18)%.

.Keywords: tomato seedling height, tomato productivity, tomato cross-sectional area, soil salinity, subsurface drainage networks.

*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

تشأ ملوحة التربة من مجموعة من العوامل التي تؤدي إلى تراكم الأملاح الذوابة بالماء في التربة الزراعية بتركيزات عالية، وهي غير ملائمة لنمو النباتات حيث بدأت مشكلة الملوحة منذ بدء تطور الزراعة وإنشاء قنوات الري، ولأن الماء يرشح عبر جوانب قنوات الري غير المبطنة إلى التربة المجاورة، فإنه يتبخر تاركاً طبقة بيضاء على سطح التربة. يعد الصوديوم من أهم الكاتيونات الموجودة في الأتربة المتأثرة بالملوحة، يليه الكالسيوم والمغنسيوم، أما أهم الأنيونات الموجودة فهي الكلور، والكبريتات، وأحياناً الكربونات والبيكربونات، بينما توجد النترات والبورات بكميات قليلة مقارنة بالأنيونات الأخرى. يعود أصل الأملاح بصورة جزئية إلى الفلزات الأصلية الداخلة في تركيب صخور القشرة الأرضية التي تكونت بتأثير عمليات الحث الكيميائي التي تؤدي إلى تحرر العناصر بأشكال أيونية في الوسط المائي المحيط، أما في المناطق المجاورة للبحار والبحيرات فقد يكون مصدر الأملاح هو طفيان البحر، أو عن طريق الرياح، أو التسرب عبر الشقوق الموجودة في قعر البحر إلى مياه الآبار المستخدمة في الري، وعادة تظهر الملوحة بكثافة في المناطق المنخفضة بسبب هجرة الأملاح إليها من المناطق العالية بوساطة السيول، أو المياه الجوفية، أو مياه الري. (حايك، 2021).

تؤثر الملوحة بشكل سلبي على إنتاجية محاصيل الخضر وخصوصاً تلك الحساسة للملوحة. تعد البندورة من المحاصيل المتوسطة الحساسية للملوحة، حيث توجد زراعة نبات البندورة في الأراضي الخفيفة الخالية من الأملاح والقلوية وينخفض إنتاج المحصول بزيادة نسبة الملوحة بمعدل (25%) ، علاوة على ذلك فإن زيادة الملوحة في التربة تؤدي إلى زيادة نسبة الإصابة بالنيماتودا والأمراض الفطرية. تعتبر البندورة ذات قيمة غذائية وتسويقية الواسعة حيث يعتمد إنتاجها على توفر المغذيات والماء وعلى توفر شروط بيئية خاصة من الحرارة والضوء والرطوبة ، وبسبب حاجة الإنسان إلى محصول البندورة طوال العام فقد تمت زراعتها في غير موسمها الطبيعي وذلك ضمن بيوت بلاستيكية محمية ، والتي تلعب دوراً هاماً في حماية النبات من العوامل البيئية غير المناسبة التي يتعرض لها النبات في الحقل المكشوف. (حايك، 2025).

تعددت الدراسات حول الطرق المستخدمة في معالجة الملوحة وأثرها على المحاصيل المحمية حيث قام الباحث (Habibi, 2021) بإجراء مجموعتين من التجارب المخبرية حيث تناولت التجربة الأولى آثار الملوحة على إنبات البذور وخصائص الشتلات في المختبر، بينما هدفت التجربة الثانية إلى تقييم آثار الملوحة على نمو البندورة واستجاباتها الفسيولوجية والكيميائية الحيوية. لوحظ أن الملوحة، عند المعدلات المختبرة، قللت من ارتفاع النبات، وطول الجذور، وعدد الأزهار، ومعدل التمثيل الضوئي، ومعدل النتج، لكنها زادت من درجة حرارة الأوراق علاوة على ذلك انخفضت السكريات تحت الملوحة، بينما زاد محتوى الأحماض العضوية.

قام الباحث (yang, 2021) بتقييم تأثير الصرف تحت السطحي على ملوحة التربة وإنتاجية المحاصيل، أجريت التجربة في منطقة شينجيانغ في الصين حيث كانت التربة لومية وكان (PH=8.28)، والمحتوى الرطوبي على العمق (25-50) cm يبلغ (16.9%)، والكثافة الظاهرية (1.559g/cm³)، والمسامية (41.19)، وملوحة ماء الري (0.35dsm/m) تم مد أنابيب PVC على عمق (80cm) بقطر (11cm) تم تغليفها بالشاش ثم تم وضع الحصى فوقها . تم تركيب حاجر لمنع حركة الماء بين قطع الأراضي، تم استخدام منطقتين تجريبيتين احدهما خفيفة ومتوسطة الملوحة وتم تركيب نظام الصرف فيهما وقورنت النتائج مع منطقتين بنفس المواصفات ولكن بدون تركيب نظام للصرف، لوحظ انخفاض الملوحة على

العمق (20cm) وكان تأثير الملوحة 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 كانت الناقلية الكهربائية لمياه الصرف (7.53-11.66 dsm/m)

قام الباحث (Sousa,2024) بدراسة أثر استخدام الفطريات الجذرية والفحم الحيوي في تعزيز قدرة محصول البندورة على تحمل الاجهاد الحراري والملحي المشترك حيث بينت الدراسة أن استخدام الفطريات والفحم الحيوي قلل من تراكم الصوديوم مما حسن توازن العناصر الغذائية كما حسن استخدامهما نمو النبات وكان لها دور في تطورها.

درس الباحث (Rolon,2025) أثر استخدام مواد نانوية مركبة من ثاني أكسيد السيلكون وثاني أكسيد التيتانيوم في الاستجابة الفيزيولوجية لنبات البندورة في تربتين الأولى مالحة والثانية غير مالحة. بينت النتائج أن استخدام هذه المركبات يعزز من إنتاج الكتلة الحيوية وتزيد من تحمل البندورة للملوحة كما تزيد من إنتاج المركبات الفينولية في التربة غير المالحة وتحفز إنتاج المحاليل الأسموزية في نباتات البندورة المعرضة للملوحة.

مما سبق كان لا بد من اختبار أثر استخدام تصميمي شبكات التصريف الزراعي تحت السطحي المتوازي والمائل في معالجة الملوحة وتأثيرها على بعض المؤشرات المتعلقة بمحصول البندورة.

٢. مشكلة البحث وأهميته:

تعاني البيوت المحمية من مشكلة ملوحة التربة بسبب استخدام الأسمدة الكيميائية بشكل عشوائي بالإضافة إلى الري بمياه تحوي نسبة عالية من الأملاح مما يؤثر سلباً على جودة النبات من خلال تأثيره على المجموع الخضري (طول الشتل ومساحة المسطح الورقي) بالإضافة إلى إنتاجية المحصول المزروع. تكمن أهمية البحث في تحسين خصائص التربة الطينية ومعالجتها من الملوحة الزائدة من خلال تصريف الماء الزائد من التربة وما يتبعه ذلك من تحسن بعض المؤشرات المتعلقة بمحصول البندورة.

٣. هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي المستخدمة في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية على بعض المؤشرات المتعلقة بمحصول البندورة، وذلك من خلال دراسة المؤشرات التالية:

١. متوسط طول الشتول.
٢. مساحة المسطح الورقي.
٣. إنتاجية المحصول (كغ/نبات).

٤. طرائق البحث ومواده:

1.1.4 مكان إجراء التجربة

تم إجراء التجربة في قرية السودة، منطقة كرتو، محافظة طرطوس، خلال الشهر العاشر (2024) حيث تم اختيار مساحتين متساويتين من البيت المحمي (9*6.5 m²).

2.4. المادة النباتية: تم استخدام صنف البندورة القاسي وهو من الأصناف المزروعة في سوريا وخصوصا في المنطقة الساحلية حيث تم إجراء عملية الشتل بتاريخ 7/10/2024. يوضح الشكل (1) الشتول المستخدمة في الزراعة.



الشكل (1) : الشتول المستخدمة في الزراعة.

3.4 مواد البحث

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



الشكل(3): الأنبوب الرئيس بعد التنقيب.



الشكل(2): الأنبوب الرئيس قبل 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 (4) و(5) و(6) الأنابيب الفرعية قبل القص والتنقيب وبعد القص والتنقيب وتغطية الثقوب بالشبك الناعم.



الشكل (4) الأنابيب الفرعية قبل القص
الشكل (5) الأنابيب الفرعية بعد القص
الشكل (6) الأنابيب الفرعية والتنقيب
تغطية 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 (7) المثقب الآلي المستخدم.



الشكل (7): المثقب المستخدم في عملية التنقيب.

٤- فرد السيلكون استخدم من أجل إصاق الشبك الناعم حول الثقوب فقط للأنابيب الرئيسية و الفرعية. يوضح الشكل (8) فرد السيلكون المستخدم



الشكل (8): فرد السيلكون.

٥- اللاصق المقوى من أجل إغلاق جهة من الأنبوب الفرعي . يوضح الشكل (9) اللاصق المستخدم



الشكل (9): اللاصق المقوى.

4.4. تصميم التجربة والمعاملات المستخدمة:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة إذ اشتمل البحث على دراسة ثلاثة مؤشرات (الإنتاجية، متوسط طول الشتلة، مساحة المقطع العرضي للورقة) وبثلاثة مستويات وبالتالي بلغ عدد القطع التجريبي (3*3*3) مع مراعاة ترك مسافة هامشية بين المعاملات.

5.4 طرائق البحث:

1- 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) للأنابيب الرئيسية، وبطول (9m)، و(1inch) للأنابيب الفرعية حيث وضعت الأنابيب على عمق (30cm). تمت عملية تسوية الأرض من أجل وضع الشبكات باستخدام المحراث كما يوضح الشكل(10)



الشكل(10): تسوية الأرض.

2- تم تركيب الشبكتين بتصميمين مختلفين حيث كان التصميم بشكل متوازي أي من دون وجود ميلان للأنابيب، أما التصميم الثاني كان بشكل مائل أي بوجود زاوية ميلان للأنابيب بمقدار (45°). تمت عملية تجهيز الشبكتين كما يلي:

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

يوضح الشكل (11) والشكل (12) الشبكتين المقترحتين بعد التركيب في التربة.



الشكل(12): التصميم المائل للشبكة.



الشكل (11): التصميم المتوازي للشبكة.

✓ تمت عملية الشتل بتاريخ 2024/10/7 م كما يوضح الشكل(13) الشتل المستخدم في الزراعة والشكل(14) الشتل بعد الزراعة، حيث تم زراعة (80) شتلة لكل قسم في التجربة.



الشكل (14): الشتل بعد الزراعة



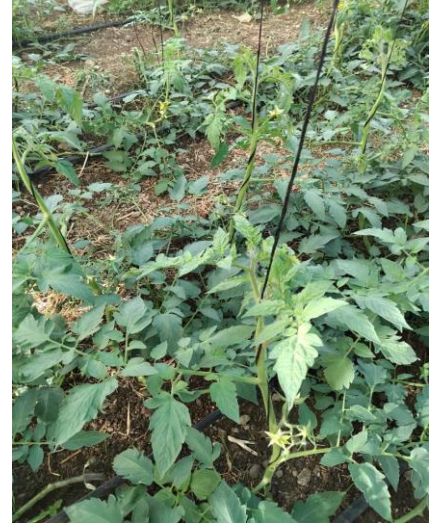
الشكل(13): الشتل المستخدم.

✓ تمت عملية تسميد النبات بشكل دوري بهدف تغذية النبات ومساعدته على النمو حيث تمت إضافة أنواع مختلفة من الأسمدة وبكميات مدروسة على الشكل الآتي بكمية (1.5liter) من السماد المتوازن الذي ينحل في الماء ويحوي على العناصر التالية:
(12%) كربون عضوي، (5%) آزوت، (3%) فوسفور، (3%) بوتاس، (10%)
أوكسيد الكالسيوم، (0.2%) بورون، (1%) أوكسيد المغنسيوم.

✓ تم مراقبة نمو الشتول وبدء إنتاج المحصول وقياس المؤشرات المطلوب دراستها بمعدل خمس مرات وبفارق (120,95,50,20) يوما كما يبين الجدول(1). يبين الشكل(15) والشكل(16) بداية نمو المحصول وشكل الثمار.



الشكل(16): بداية نضج المحصول.



الشكل(15): نمو الشتول.

✓ تم رش المحصول بالمبيدات من أجل مكافحة الأمراض التي يمكن أن يتعرض لها محصول البندورة حيث تم استخدام مبيدات الفطريات والعناكب والأمراض البكتيرية.
 ✓ تم إجراء عملية جني المحصول بفارق أسبوع بين الحصدة والتي تليها وتم وزن الإنتاج في كل قسم من أقسام التجربة بشكل منفرد ثم تم تقسيم الإنتاج على عدد الشتلات لنحصل على إنتاج الشتلة الواحدة من المحصول.

✓ تم حساب مساحة المسطح العرضي للورقة من خلال العلاقة:

(أقصى طول للورقة أقصى * عرض للورقة) x عدد الأوراق x 0.67 (معامل دليل الشكل الخاص لورقة البندورة). (كناج، 2015).

5. النتائج والمناقشة:

1.5 تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي في متوسط طول شتول

محصول البندورة:

تؤثر الملوحة على النمو الخضري بشكل سلبي خصوصا أن نبات البندورة يظهر عليه أعراض الاجهاد الملحي بشكل واضح. حيث يكون تركيز الأملاح في محلول التربة أعلى من تركيز الأملاح داخل خلايا جذور النباتات وبالتالي يصعب على النبات امتصاص الماء وذلك لأن الماء يميل إلى التحرك من المنطقة ذات التركيز المنخفض إلى المنطقة ذات التركيز العالي للأملاح عبر الخاصية الأسموزية، وهذا يؤدي إلى جفاف فسيولوجي للنبات حتى لو كان الماء متوفرا في التربة مما يقلل من انتفاخ الخلايا ويحد من تمددها وانقسامها مما يؤدي إلى تباطؤ كبير في النمو الطولي للشتول.

يلاحظ من الجدول رقم (1) تحسن ملحوظ في متوسط طول الشتول بعد إجراء عمليات غسل التربة حيث ساعدت عمليات غسل التربة على خفض الضغط الأسموزي وتخفيف تركيز الأملاح في التربة وخصوصاً الصوديوم الذي يؤثر سلباً على امتصاص البوتاسيوم والكالسيوم الضروريان لنمو الخلايا وتطورها. كما يلاحظ من الجدول تحسن في متوسط طول الشتول حيث ساعد انخفاض درجة الحرارة على

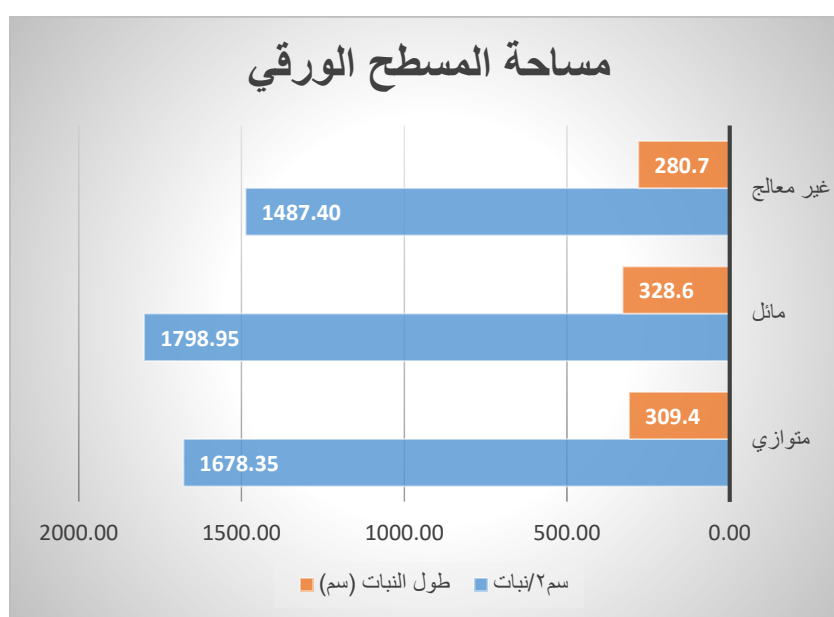
خفض التبخر وزيادة رطوبة التربة وهذا يسهل عملية الغسل بسبب سرعة ذوبان الأملاح في التربة. يبين الجدول رقم (1) متوسط أطوال الشتول بعد (120,95,50,20) يوم من عملية الشتل. بلغ متوسط الزيادة لمتوسط طول الشتول باستخدام التصميمين المائل والمتوازي (10.22,17.06) % على التوالي في حين بلغ متوسط الزيادة باستخدام التصميم المائل (6.20) % مقارنة بالتصميم المتوازي. الجدول (1) متوسط طول الشتول قبل وبعد إجراء عملية المعالجة باستخدام التصميمين المائل والمتوازي.

متوسط طول الشتول (cm)				القطاعات
بعد 120 يوم	بعد 95 يوم	بعد 50 يوم	بعد 20 يوم	
280.7	116.1	66	25.5	غير معالج (شاهد)
309.4	123.3	68.6	27.3	التصميم المتوازي
328.6	133.3	73.3	29.2	التصميم المائل

2.5 تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي في متوسط مساحة المسطح

الورقي لمحصول البندورة:

بلغ متوسط مساحة المسطح الورقي في القسم غير المعالج (1487.4) سم² / نبات بينما بلغ متوسط مساحة المسطح الورقي في المناطق المعالجة باستخدام التصميمين المائل والمتوازي (1678.35,1798.95) سم² / نبات على التوالي. بلغت الزيادة في متوسط مساحة المسطح الورقي باستخدام التصميمين المائل والمتوازي مقارنة بمتوسط مساحة المقطع الورقي في القسم غير المعالج (12.81,20.94) % على التوالي كما بلغ متوسط الزيادة في متوسط مساحة المقطع المسطح الورقي باستخدام التصميم المائل مقارنة بالتصميم المتوازي (7.18) % . إن لزيادة متوسط مساحة المسطح الورقي أهمية كبيرة في زيادة التمثيل الضوئي والذي بدوره يزيد من إنتاج السكريات والطاقة اللازمة لنمو النبات، ولقد ساعدت عملية الغسل المتكررة على زيادته ، وبالتالي زيادة إنتاج الطاقة والسكريات وهذا أيضا يؤثر على طول النبات بشكل عام. وذلك كما يبين الشكل (17)



الشكل (17) مساحة المسطح الورقي باستخدام التصميمين المائل والمتوازي.

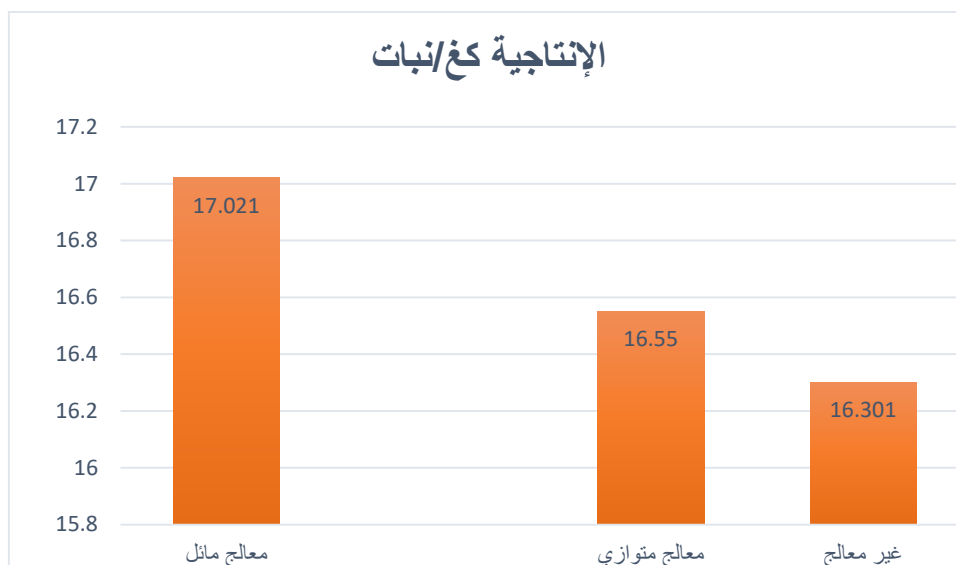
3.5 تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي في متوسط إنتاجية محصول

البندورة:

من المعلوم أن نبات البندورة حساس للملوحة ويتأثر بها بشكل سلبي. حيث يسبب ارتفاع نسبة الأملاح في التربة إلى انخفاض الإنتاجية بشكل ملحوظ. تم زراعة (80) شتلة في كل قسم (غير معالج، معالج باستخدام التصميم المائل، معالج باستخدام التصميم المتوازي) بلغ متوسط إنتاجية النبتة الواحدة في القسم غير المعالج (16.301) كغ/نبات، بينما بلغ متوسط إنتاجية النبتة الواحدة في التصميمين المائل والمتوازي (16.550,17.021) كغ/ 80نبات على التوالي. كانت الزيادة في الإنتاجية عند استخدام التصميم المتوازي % (1.529) مقارنة بالقسم غير المعالج، كما بلغت الزيادة في الإنتاجية عند استخدام التصميم المائل (4.416) % مقارنة بالقسم غير المعالج.

يعود السبب في انخفاض الإنتاجية في القسم غير المعالج إلى ارتفاع تركيز الأملاح في التربة، وعدم تصريفها خارج التربة مما أدى انخفاض عدد الأزهار وضعف نمو النبات بسبب إعاقة امتصاص الماء والعناصر الغذائية الضرورية للنمو بشكل جيد. أظهرت النتائج المبينة أعلاه تحسن الإنتاجية باستخدام (التصميمين المائل والمتوازي) حيث ساعدت عمليات الغسل التي تم إجرائها قبل الزراعة وأثناء نمو المحصول على خفض الناقلية الكهربائية للتربة ومعامل (PH) حيث بلغ متوسط انخفاض الناقلية الكهربائية باستخدام التصميم المائل والمتوازي % (60.13,63.30) على التوالي بينما بلغ انخفاض معامل (PH) عند استخدام التصميمين المائل والمتوازي (2.28,3.49) % على التوالي، ساعدت عملية الغسل أيضا في جعل المعاملين السابقين ضمن الحدود المناسبة للزراعة وهذا ما ساعد على تثبيت عقد الأزهار ومكن الجذر بشكل جيد من الانتشار في التربة مما ساعد النبات على امتصاص العناصر الغذائية بشكل أفضل حيث سبب انخفاض الناقلية الكهربائية إلى انخفاض الضغط الأسموزي في التربة مما ساعد على زيادة نمو البندورة وبالتالي زيادة الإنتاجية .

لوحظ أن استخدام التصميم المائل كان أفضل في زيادة الإنتاجية مقارنة بالتصميم المتوازي حيث بلغ متوسط الزيادة % (2.84) حيث ساعدت زاوية الميلان لهذه الأنابيب على تغطية مساحة أكبر من التربة المعالجة وذلك يساعد على تجميع المياه بشكل أكبر وبالتالي تصريف كمية أكبر من الأملاح خارج التربة. تبين من خلال ما سبق التقارب بين القيم الناتجة وذلك بسبب تشابه الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة. يبين الشكل (18) قيم الإنتاجية لمحصول البندورة قبل المعالجة وبعدها.



الشكل(18): متوسط قيم الإنتاجية لمحصول البندورة قبل المعالجة وبعدها.

6. الاستنتاجات:

1. إن استخدام التصميمين المائل والمتوازي كان له دور فعال في التأثير على إنتاجية محصول البندورة وفي تحسين النمو الخضري (طول الشتول، مساحة المسطح العرضي للورقة).
2. أدى استخدام التصميم المائل والمتوازي إلى ازدياد الإنتاجية في التربة المعالجة باستخدام التصميمين السابقين حيث بلغت الإنتاجية (16.550,17.021) كغ/80 نبات على التوالي في حين بلغت الإنتاجية في التربة غير المعالجة (16.301) كغ/80 نبات.
3. كان متوسط الزيادة في الإنتاجية باستخدام التصميمين المائل والمتوازي % (1.529,4.416) على التوالي مقارنة بالقسم غير المعالج كما بلغ متوسط الزيادة باستخدام التصميم المائل % (2.84) مقارنة بالتصميم المتوازي.
4. بلغ متوسط الزيادة بطول الشتول باستخدام التصميمين المائل والمتوازي % (10.22,17.06) على التوالي مقارنة بالقسم غير المعالج في حين بلغ متوسط الزيادة باستخدام التصميم المائل % (6.20) مقارنة بالتصميم المتوازي.
5. بلغت مساحة المسطح الورقي في القسم غير المعالج (1487.4) سم² / نبات بينما ازدادت مساحة المسطح الورقي في المناطق المعالجة باستخدام التصميمين المائل والمتوازي (1678.35,1798.95) على التوالي سم² / نبات.
6. بلغ متوسط الزيادة في مساحة المسطح الورقي باستخدام التصميمين المائل والمتوازي % (12.81,20.94) على التوالي مقارنة بالقسم غير المعالج ، كما بلغ متوسط الزيادة في مساحة المسطح الورقي باستخدام التصميم المائل مقارنة بالتصميم المتوازي % (7.18).

7. التوصيات:

1. استخدام التصميمين اللذين تم اختبارهما على أنواع أخرى من محاصيل الخضر الحساسة للملوحة (خيار - باذنجان).
2. استخدام التصميمين المائل والمتوازي بأقطار مختلفة وزاوية ميلان مختلفة بالنسبة للتصميم المائل.
3. استخدام التصميمين المائل والمتوازي في معالجة الملوحة في الأراضي المكشوفة.
4. دراسة إمكانية دمج التصميمين السابقين مع نظام الري بالتنقيط تحت السطحي.

8. المراجع:

1. كجاج، رزان(2015)، أثر طريقة الري في نمو محصول البندورة وإنتاجيته في البيوت المحمية.سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد(37) العدد(2).
- 2.حايك، لبنى.(2022) . دراسة تراكيز أملاح الكالسيوم، والمغنزيوم، والفسفور، والأزوت، والبوتاس في تربة البيوت المحمية التي تم معالجتها من الملوحة باستخدام تقنية الأنابيب الماصة. كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس.
- 3.حايك، لبنى.(2025). دراسة تأثير استخدام تصميمين لشبكات التصريف تحت السطحي في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية في سهل عكار.
4. Habibi,(2021). Effects of salinity on growth Physiological and biochemical responses of tomato. Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences 27(2):14-28.
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>.
- 6.Sousa,(2024). Enhancing tomato plants' tolerance to combined heat and salt stress – The role of arbuscular mycorrhizae and biochar.Volume 948, 20 October 2024, 174860.
- 7.Rolon,(2025). Physiological response of tomato plants grown in saline and non-saline soils to foliar application of SiO₂/TiO₂ nanocomposites. Volume 65, April 2025, 103536.