مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد(4) 2021

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (5) No. (4) 2021

استخدام تقنية الأنابيب الماصة في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية(ناقلية–حموضة)

أ.د. عدنان يوسف عمران*

د. عدنان علي أحمد**

م. لبنى نديم حايك***

(تاريخ الإيداع 23 /2 /2021 . قُبِل للنشر في 18 /5 /2021)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث دراسة تأثير استخدام تقنية الأنابيب الماصة في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية، إذ تم استخدام نوعين من الأنابيب(PE100) بأقطار in(3–2) وبطول(6.2m)، وذلك بعد ثقبها ثقوب منتظمة بقطر (5mm)، ولقد أجريت التجارب على ثلاثة أعماق cm(50–30–20)،ولتجميع الماء النافذ من التربة تم حفر أخدود عرضي بطول(1m) لكل مساحة من المساحات المدروسة ضمن البيت المحمي، ووضع عبوات قياسية لجمع عينات من الماء النافذ عبر الأنابيب (المياه الناتجة عن الغسل)، ولقد تمت عملية الغسل ثلاث مرات لكل عمق بفارق أسبوع بين الغسلة والأخرى وتمت عملية الري بشكل حر وبتدفق (0,1667 l/s) مع اغلاق الأنابيب حتى الاشباع وبأزمنة مختلفة حسب الارتفاع.

تم تنفيذ هذا البحث في محافظة طرطوس خلال صيف عام2020م في قرية السودة سهل عكار. بينت التجارب أنه في الغسلة الأولى ازدادت الناقلية الكهربائية لكل من التربة والماء وفي الغسلة الثانية ارتفعت وتيرة الزيادة ، أما في الغسلة الثالثة انخفضت الناقلية الكهربائية للتربة لتعود إلى المستوى المقبول للزراعة. يمكن أن نستخلص من ذلك أن استخدام تقنية الأنابيب الماصة له فعالية جيدة في معالجة ملوحة التربة ولفترات طويلة من الزمن.

الكلمات المفتاحية: الأنابيب الماصة، غسيل التربة المالحة، الناقلية الكهربائية، القلوية والحموضة للتربة.

---

*أستاذ دكتور في قسم الطاقات المتجددة– كلية الهندسة التقنية

** مدرس في قسم المكننة الزراعية كلية الهندسة التقنية

*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) في قسم المكننة الزراعية – كلية الهندسة التقنية

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد(4) 2021

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (5) No. (4) 2021

Using The Technique Of Absorbent Pipes In Soil Salinity Treatment In Greenhouses(Conductive-Acidity)

Adnan Yousef Omran*

Adnan Ali Ahmad**

Lubna Nadem Hayek***

(Received 23 / 2 / 2021 . Accepted 18 / 5 / 2021)

□ ABSTRACT □

In this research, the effect of using absorbent pipe technology in treating soil salinity in greenhouses was studied, as two types of tubes (PE100) with a diameter (2-3 in) and a length of (6.2 m) were used, after punching regular holes with a diameter of 5 mm. Experiments were conducted at three depths of (20-30-50) cm, and to collect the penetrating water from the soil, a transverse groove of length (1 m) was excavated for each of the studied areas within the greenhouse, and standard packages were placed to collect samples of the permeable water through the pipes (the resulting water About washing), and the washing process was carried out three times for each depth, with a difference of one week between one wash and the other, and the irrigation process was done freely and with a flow (0,1667 l / s) with the tubes closed until saturation at different times according to the height. This research was carried out in Tartous Governorate during the summer of 2020 AD in the village of Al-Souda, Akkar Plain. Experiments showed that in the first wash, the electrical conductivity of both soil and water increased, and in the second wash, the rate of increase increased, while in the third wash the electrical conductivity of the soil decreased to return to the acceptable level for agriculture. It can be concluded from this that the use of absorbent tubes technology has good effectiveness in treating soil salinity for long periods of time.

Key words: Absorbent tubes, saline soil washing, electrical conductivity, alkaline and acidity of soil.

* Professor in the Department of Renewable Energies - College of Technical Engineering.

** Instructor in the Department of Agricultural Mechanization, College of Technical Engineering.

*** Postgraduate student (Master) in the Department of Agricultural Mechanization - College of Technical Engineering.

1. المقدمة

تعد التربة حاضنة أساسية 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 وتساعدها في تثبيت جذورها. تتكون التربة بشكل عام من أربعة أطوار: الصلب والسائل والغازي والطور الحيوي، حيث تحوي التربة أملاح ذائبة وغير ذائبة، مثل أملاح الصوديوم والمنغنيزيوم والحديد بالإضافة الى المواد العضوية الناتجة من تحلل الكائنات ومخلفاتها، وكميات من الماء بمثابة رطوبة.[1]

كثير من البذور لا تنبت في التربة ذات التركيز العالي للملوحة بسبب تلف الأعضاء الجنينية، وحتى النباتات كاملة النمو تتأثر هي الأخرى بملوحة الوسط الذي تعيش فيه ويعود السبب إلى ارتفاع الضغط الاسموزي (الضغط التناضحي) للوسط الذي يسبب إعاقة امتصاص الجذور للماء والغذاء وتراكم الأيونات التي تظهر تأثيرات نوعية على النبات حيث تؤثر على أنشطة ومكونات الخلايا[2,3] .

إن أهم العوامل التي تؤدي إلى ارتفاع نسبة ملوحة التربة بشكل عام هو المناخ الحار مع انخفاض متوسط هطول الأمطار، بالإضافة الى استخدام المياه المجمعة في البحيرات وعدم كفاية نظام الصرف، واستعمال مياه ذات صفات غير جيدة في الري مثل مياه المصارف.

تعددت الدراسات حول ملوحة التربة وتأثيرها على الزراعة والطرق المختلفة المستخدمة في معالجتها حيث بينت الدراسة التي أجريت عام 2011 في مدينة طهران من قبل الباحثين (Mardukhi, Rejali, Daei) أثر الفطريات الجذرية(arbuscular mycorrhizal) وهي(intraradices/ mosseae / etunicatum)وقدرتها على تعزيز امتصاص المغذيات من قبل محصول القمح المزروع بمستويات عالية من الملوحة، وفي ظروف الحقل والبيت المحمي حيث زادت أنواع الفطريات المختارة بشكل ملحوظ من نمو وامتصاص المغذيات في خط (Tabasi) المتحور مقارنةً بالأنماط الوراثية الأخرى ، خاصةً مقارنةً بالنمط الوراثي (Kavir)(صنف ربيعي مبكر النضج ،يعيش تحت ظروف ملوحة التربة ، وزن الألف الحبة من (g 36–30)، تم من خلال هده الدراسة معرفة التركيبة الصحيحة من أنواع الفطريات والنبات المضيف لجعل الزراعة تحت الملوحة أكثر احتمالا.[7]

كما بينت الدراسة التي أجريت في أنطاليا (مدينة جنوب غرب تركيا على ساحل البحر المتوسط) من قبل الباحثين(Rameshwaran, Tepe, Yazar, Ragab) عام (2016) آثار الري بالتنقيط بمياه مالحة على إنتاجية الفلفل وملوحة التربة في البيوت المحمية ، حيث توصلت الدراسة إلى أن كمية الملح المتراكمة في الربيع أقل مقارنة في الخريف ، لوحظ انخفاض النمو الخضري والإنتاج وأدت زيادة الملوحة إلى ارتفاع مستوى الملح داخل منطقة الجذر **[5].**

توصل (Hamideh وآخرون) في إيران عام (2017) إلى أن الإدارة البيولوجية للتربة والمياه أدت إلى زيادة ترشيح الأملاح خارج منطقة الجذر وتتضمن هذه الإدارة المعالجة الخضراء، وهي استخدام الغطاء النباتي لإزالة الملوثات البيئية مثل المعادن الثقيلة والمركبات العضوية والمركبات المشعة في التربة أو الماء واستخدام النباتات الملحية التي تعد وسيلة ناشئة لتحلية المياه ويمكن استخدامها كوسيلة للمعالجة النباتية للمعادن.[8]

قام الباحثون(Hachicha, Kahlaoui, Khamassi, Misle) في المعهد الوطني للبحوث الزراعية بتونس عام (2018) بدراسة تأثير المعالجة الكهرومغناطيسية للمياه المالحة على التربة والمحاصيل، حيث تم استخدام نوعين من التربة: تربة طينية وتربة رملية، وبينت الدراسة زيادة كبيرة في معدل إنبات شتلات الذرة التي تسقى بالمياه المعالجة (EC=4dsm−1) ، وأظهرت التجارب التي أجريت على محصول البطاطا زيادة ملحوظة في إنتاجية الدرنات وانخفاض في ملوحة التربة ،وانخفضت بشكل كبير الآثار الضارة للمياه المالحة [6].

من هنا لابد من البحث عن طرق أكثر فعّالية وأبسط من الطرق السابقة لمعالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية في بلدنا، ولتوفر المواد وسهولة استخدامها قام الباحث باختبار تقنية الأنابيب الماصة، حيث يؤدي استخدام هذه الأنابيب إلى إبعاد الأملاح عن منطقة الجذور بشكل جيد وتصريف الماء خارج التربة، ويمكننا من خلال هذه الطريقة إعادة استخدام المياه الناتجة عن عمليات الغسل مرة أخرى في ري بعض النباتات والأشجار.

2.مشكلة البحث وأهميته

يعد ارتفاع تركيز الأملاح في التربة الناتج عن الاستخدام الخاطئ للأسمدة الكيميائية، والري المتكرر بمياه غنية بالأملاح من أهم المشاكل التي تسبب عدم صلاحية التربة للزراعة.

تكمن أهمية البحث في إمكانية معالجة ملوحة التربة الزائدة في البيوت المحمية باستخدام طريقة جديدة وحديثة.

3.هدف البحث

يهدف البحث إلى:

1) اقتراح وتصميم نظام تقني متكامل لمعالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية.

2) اختبار النظام الجديد المقترح وفق مؤشرات التربة والشروط المحيطة وعلى أعماق مختلفة.

4. طرائق البحث، ومواده

1.4 مواد البحث:

الشكل (1)، الانابيب الماصة

1. الأنابيب الماصة من نوع(PE100) بأقطار (2–3) in الذي يتصف بالقوة والصلابة ويتمتع بمقاومة ممتازة لتمدد الكسر السريع و البطيء وهي من أهم ميزات استخدامه في تصنيع الأنابيب كما يتميز أنه أكثر اقتصادية من الفولاذ والألمنيوم ولا يتلوث بسهولة ولا يحوي مواد سامة، هذا وقد تم ثقبها يدوياً ثقوباً منتظمة باستخدام مثقب آلي بقطر (5mm) .

2. شبك معدني بقطر صغير(0.5mm) تم وضعه حول الأنابيب لحمايتها من الأتربة وجذور النبات. الشكل (2)

ا

لشكل (2)، الشبك المعدني البديل عن الرمل (متوسط الخشونة) والحصى البحري

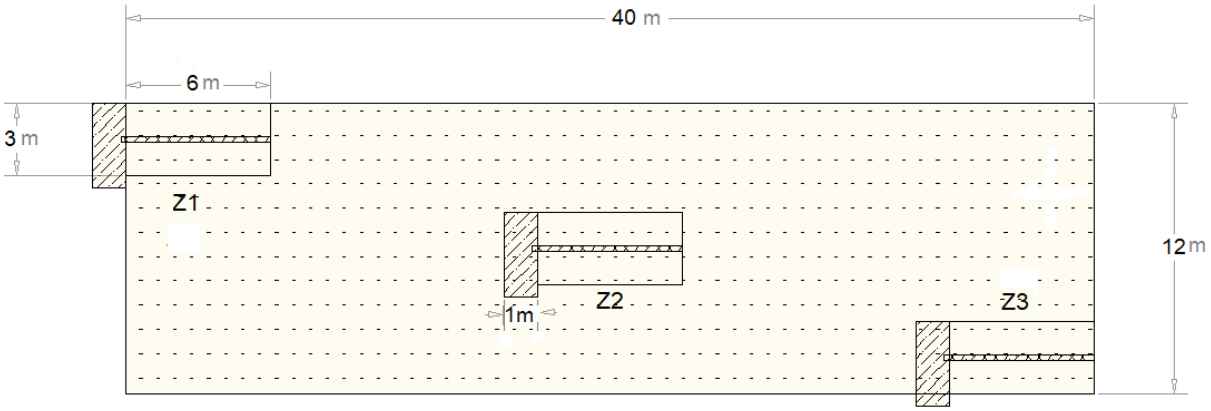
3.مضخة غاطسة.

4. عبوات قياسية لجمع عينات من الماء النافذ عبر الأنابيب.

5.مؤشر زمني لمعايرة زمن الاشباع لكل غسلة.

تم في هذه الطريقة اختيار أنواع الأنابيب بشكل يضمن عملية المعالجة بالشكل المطلوب ويضمن تحمل الأنابيب للعمليات التكنولوجية على سطح التربة بالإضافة الى الاجهادات الناتجة عن وزن التربة وبكلفة اقتصادية قليلة.

تم اختيار ثلاث مناطق بمساحات متساوية ([6×3]M) موزعة بشكل منتظم على كامل البيت المحمي، ثم حفر اخدود جانبي ([3×1×0,6]M) لكل منطقة(Z1-Z2-Z3)، من أجل تجميع الماء النافذ (المتبقي) بعد نهاية فترة الاشباع، كما يوضح الشكل (3).



الشكل(3) اختيار توضع الأنابيب الماصة على ارتفاعات مختلفة بطول 6.2m

2.4 طرائق البحث:

- ✓ تم إجراء التجربة في قرية السودة منطقة كرتو بمحافظة طرطوس ، حيث تم إجراء ثلاثة عمليات للغسيل لثلاثة أعماق على الترتيب ([cm]50–30–20)، وتم في هذه التجربة استخدام أنابيب (PE100) بأقطار (3in–2in) وبطول (6.2m)، مع مراقبة الزمن وتسوية السطوح بشكل متشابه وانشاء حواف ترابية حول المساحة المدروسة من أجل عدم تسرب الماء خارج المنطقة حتى زمن الاشباع.
- ✓ تم تحديد ميلان الأنابيب الماصة داخل التربة(10–5) درجات بالتناسب مع العمق، بحيث مع زيادة العمق تقترب الزاوية من (10) درجات لسهولة التدفق.
- ✓ تم تحليل التربة على الأعماق المذكورة قبل البدء بعمليات الغسيل وبعدها، ثم تم تحليل مياه البئر الارتوازي الذي تروى منه الأرض علما أنها كانت تروى من قناة للري (قبل خمس سنوات من سد الباسل)، وكانت الطريقة المتبعة هي الري بالتنقيط الذي ساهم في زيادة ملوحة التربة.
- ✓ تم استخدام الري الحر لفترة زمنية محددة لمساحة التجربة($18m^2$)، مع القيام بالإجراءات الضرورية التالية:

1 . تسوية الأرض وتحديدها بساتر ترابي على الحواف لضمان عدم خروج ماء الري خارج النطاق المدروس.

2. تحديد التدفق والزمن، بحيث تكون متساوية لجميع المساحات المدروسة.

3. اختيار ثلاث مساحات عشوائية على امتداد البيت المحمي. الشكل (3).

- ✓ تم تحليل الماء والتربة في أماكن معتمدة في محافظة طرطوس منها (الادارة العامة للسدود–مركز البحوث الزراعية–الادارة العامة لمياه الشرب).
- ✓ تم اختبار أهم المؤشرات (الحموضة–القلوية –الناقلية) التي تؤثر على نمو النباتات والتي تحدد صلاحية التربة للزراعة في البيوت المحمية في المنطقة المدروسة، وتم إجراء الغسيل بمعدل أسبوع بين كل غسلة وغسلة من أجل تحديد وثوقية التقنية المقترحة للمعالجة.
- ✓ تم استخدام برنامج ماتلاب من أجل الرسم البياني الدقيق للنتائج.

تم تصميم النموذج المقترح واجراء التجارب الحقلية وعمليات تحليل الماء والتربة (ناقلية –معامل الـ PH) بعد عمليات تكرار الغسيل وعلى أعماق مختلفة.

5.النتائج والمناقشة

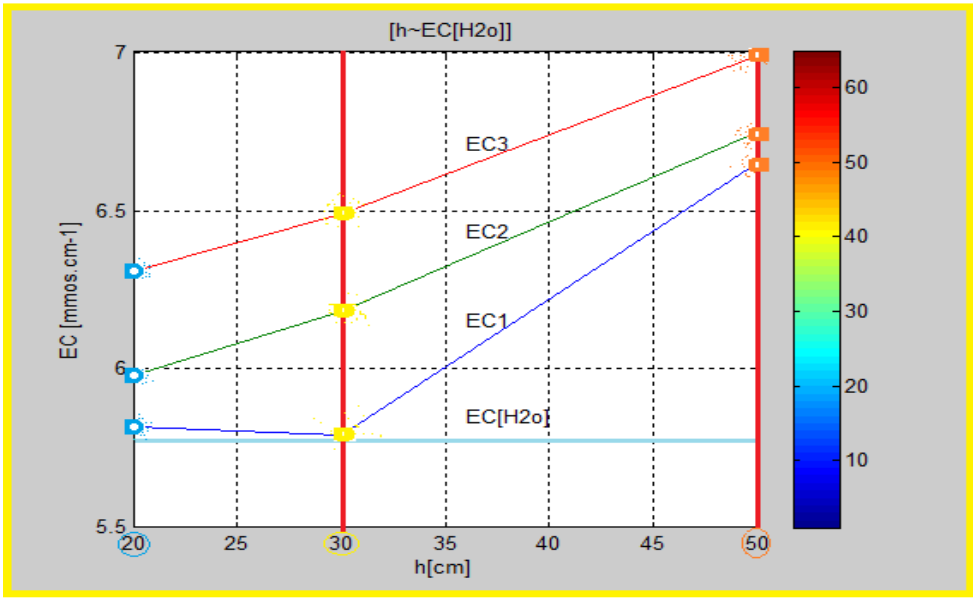
1.<u>الناقلية الكهربائية للماء:</u>

تم تحليل عينة مياه من البئر الارتوازي الذي تم استخدامه في عملية الري بعد استقرار عملية الضخ، كما تم تحليل عينة الماء النافذ من الأنابيب في مؤسسة مياه طرطوس وتم الحصول على النتائج التالية:

الجدول (1): قيم الناقلية الكهربائية لماء الغسل

الناقلية للماء قبل الغسيل	العمق(cm)	ناقلية الماء النافذ($mmos.cm^{-1}$)	الزمن اللازم للإشباع(Min)
5.78	20	5.82	20
		5.98	27
		6.31	30
	30	5.79	35
		6.18	40
		6.49	42
	50	6.65	50
		6.75	52
		6.99	56

تضح من الجدول أن الناقلية الكهربائية للماء النافذ تزداد بين الغسلة والأخرى، ويمكن تمثيل ذلك بالإحداثيات باستخدام الماتلاب كما في الشكل (4).



الشكل(4)، العلاقة بين الناقلية الكهربائية للماء والعمق قبل وبعد الغسيل

بين الشكل (4)، أن الناقلية الكهربائية للماء قد ازدادت في الغسلتين الأولى والثانية عند الأعماق (20,30,50 cm)، وارتفعت بشكل كبير في الغسلة الثالثة نتيجة لذوبان الأملاح في الغسلتين الأولى والثانية.

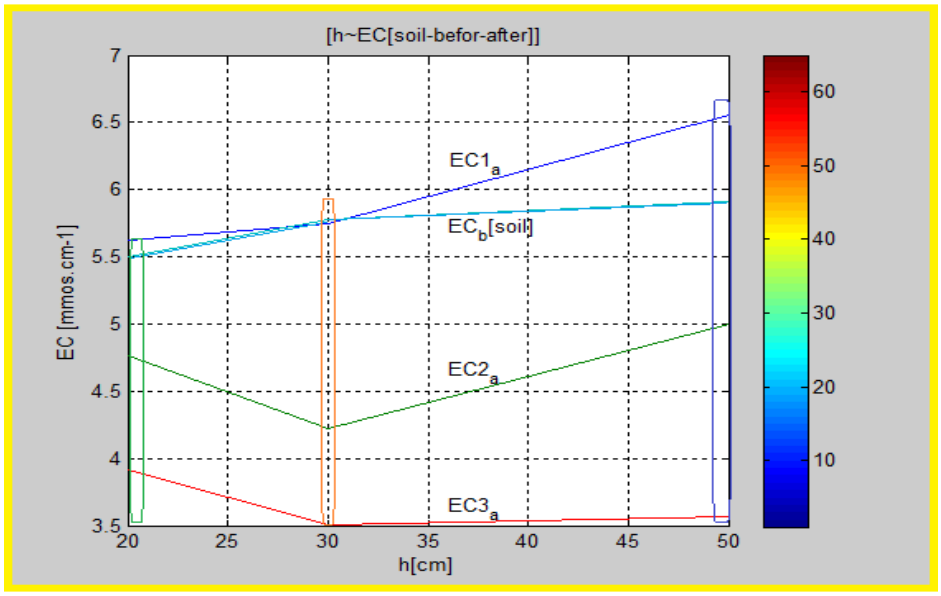
2.الناقلية الكهربائية للتربة

تم تحليل عينات التربة في مركز البحوث الزراعية–طرطوس قبل عملية الغسيل وعلى الأعماق (20–30– 50 cm)، وكانت النتائج كما هو مدون في الجدول رقم(2)

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

الناقلية للتربة قبل الغسيل	العمق	ناقلية التربة بعد الغسيل
3.22	20	4.62
		5.26
		4.01
4.33	30	5.44
		6.02
		4.03
5.62	50	6.05
		6.35
		4.67

يتضح من الجدول أن الناقلية الكهربائية للتربة تزداد مع ازدياد العمق نتيجة تراكم الأملاح في التربة، كما يبين الجدول أن الناقلية الكهربائية للتربة بعد الغسيل تزداد في الغسلتين الأولى والثانية لتعود وتنخفض في الغسلة الثالثة وتصبح ضمن المستوى المناسب للزراعة، ويمكن أن نعبر عن نتائج الجدول من خلال المخطط الآتي والذي يبين العلاقة بين الناقلية الكهربائية والعمق قبل وبعد الغسيل.



الشكل (5) العلاقة بين الناقلية الكهربائية للتربة والعمق قبل وبعد الغسيل

يتضح من الشكل (5)، أن الناقلية الكهربائية للتربة قد ارتفعت في الغسلتين الأولى والثانية نتيجة الري بمياه تحتوي أملاح، ثم انخفضت الناقلية الكهربائية للتربة في الغسلة الثالثة وعلى الأعماق الثلاث نتيجة تخلص التربة من نسبة عالية من الأملاح في الغسلتين الأولى والثانية وخروج هذه الأملاح مع الماء النافذ.

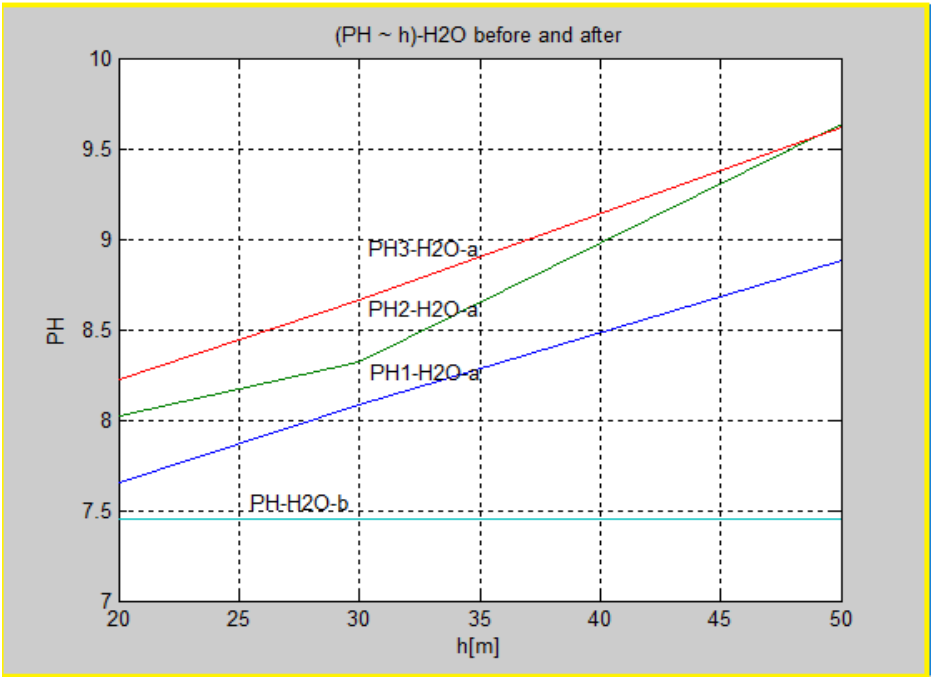
3.درجة (PH) لماء الغسيل

تم الحصول على (PH) الماء قبل وبعد الغسل من خلال تحليل عينات البئر الارتوازي وعينات الماء النافذ، وعند الأعماق المذكورة، وكانت نتائج التحليل كما هو مدون بالجدول

الجدول (3)، درجة (PH) للماء قبل وبعد الغسل

PH الماء المتبقي	العمق	PH الماء قبل الغسيل
7.65	20	7.45
8.02		
8.22		
8.08	30	
8.32		
8.66		
8.88	50	
9.64		
9.68		

يتضح من الجدول ارتفاع (PH)ماء الغسل في الغسلة الثالثة نتيجة لذوبان الأملاح في التربة في الغسلتين الأولى والثانية ويمكن تمثيل العلاقة بين (PH)ماء الغسيل والعمق بيانياً كما في الشكل (6)



الشكل (6)، العلاقة بين (PH)ماء الغسل والعمق قبل وبعد الغسل

يتضح من الشكل (6)، أنPH ماء الغسل قد ازدادت عند الأعماق (h=20,30,50 cm) في الغسلتين الأولى والثانية وازدادت بشكل أكبر في الغسلة الثالثة على الأعماق المذكورة نتيجة ارتفاع كمية الأملاح في التربة الذي قد يكون بسبب التسميد الجائر والري بمياه مالحة وهذا ما يبرر ارتفاع (PH)ماء الغسل النافذ وذوبان الأملاح في الغسلتين الأولى والثانية.

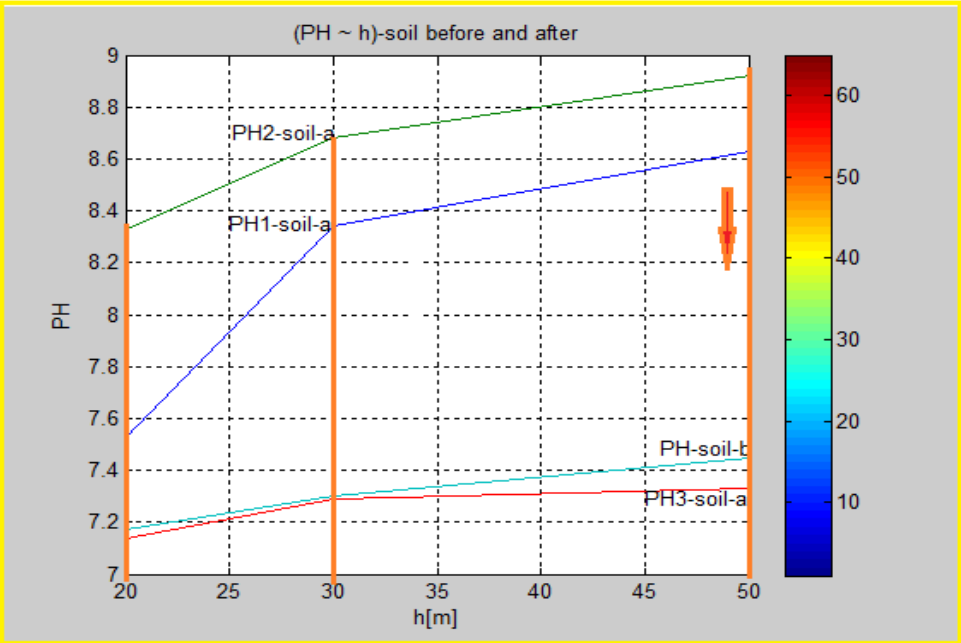
4.PH التربة

تم الحصول على نتائج تحليل PH التربة قبل وبعد الغسل من مركز البحوث الزراعية (بيت كمونة) كما هو مذكور في الجدول الآتي:

الجدول (4)،درجة (PH) للتربة قبل وبعد الغسل

PH التربة بعد الغسيل	العمق	PH التربة قبل الغسيل
7.53	20	7.17
8.33		
7.14		
8.34	30	7.30
8.68		
7.29		
8.63	50	7.45
9.92		
7.33		

يتضح من الجدول ارتفاع PH للتربة في الغسلتين الأولى والثانية ثم انخفاضها في الغسلة الثالثة لتعود إلى المستوى المناسب للزراعة ويمكن أن نعبر عن نتائج الجدول من خلال المخطط الآتي الذي يبين العلاقة بينPH التربة والعمق قبل وبعد الغسيل.



الشكل (7) العلاقة بين PHالتربة والعمق قبل وبعد الغسل

يتضح من الشكل (7)، أن PHالتربة قد ازدادت عند العمق (h=20,30 cm)، ثم بدأت بالانخفاض حتى القيم المقبولة في الغسلة الثالثة وعلى الأعماق المطلوبة، ويعود السبب في ذلك إلى تراكم الأملاح في الطبقات العميقة أكثر منها في الطبقات السطحية نتيجة لاستخدام الأسمدة المعدنية غير الممتصة بشكل جائر في السنوات السابقة.

6 –الاستنتاجات والمقترحات

✓ **الاستنتاجات:**

1. بينت التجارب أن استخدام تقنية الأنابيب الماصة ذو فعالية كبيرة في معالجة ملوحة التربة في البيوت المحمية وعلى أعماق مختلفة.
2. بينت التجارب ارتفاع الناقلية الكهربائية لماء الغسل النافذ وزيادتها وبشكل ملحوظ في الغسلة الثالثة وعلى الأعماق cm (50–30–20) نتيجة ذوبان الأملاح في الغسلتين الأولى والثانية.
3. بينت التجارب ارتفاع (PH) ماء الغسل النافذ نتيجة ارتفاع كمية الأملاح في التربة وخاصة في التكرار الثالث للغسيل.
4. بينت التجارب انخفاض الناقلية الكهربائية للتربة المدروسة وعلى الأعماق المذكورة وخصوصا في الغسلة الثالثة نتيجة عملية الغسيل وذوبان الأملاح وخروجها مع ماء الغسل وبالتالي أصبحت التربة ملاءمة للزراعة.
5. بينت التجارب ارتفاع (PH) التربة في الغسلتين الأولى والثانية ثم انخفاضها في الغسلة الثالثة وعلى الأعماق المذكورة ويعود السبب في ذلك إلى تراكم الأملاح في الطبقات العميقة أكثر منها في الطبقات السطحية، وقد يكون بنتيجة استخدام الأسمدة المعدنية غير الممتصة بشكل جائر في السنوات السابقة.

✓ **المقترحات:**

1. دراسة فعالية الأنابيب الماصة في أراض زراعية مكشوفة وعلى أعماق مختلفة أكبر من50cm. كون البحث تم في البيوت المحمية واثبت فعاليته العالية.

2. تصميم شبكة أنابيب صرف في المناطق المالحة القريبة من البحر.

7. المراجع :

- ✓ **المراجع العربية:**

1. القيسي، شفيق جلاب والجميلي، عبود محمد، 2001، *تقليل تأثير ملوحة ماء الري باستخدام نظام ري ثنائي مقترح*، 2- تقييم الجدوى الاقتصادية لهذا النظام، المجلة العراقية لعلوم التربة، المجلد 1، العدد1.

2. عبد، مهدي عبد كاظم، 1995، *دراسة نوعية مياه نهر صدام وإمكانية استخدامها في الزراعة*، أطروحة دكتوراه في علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

3. فالح، عدنان شبار، 2000 *تأثير إدارة الري باستخدام المياه المالحة في خصائص التربة وحاصل الذرة الصفراء*. رسالة ماجستير في علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

4. سعيد الشكال ، إبراهيم (1995) استصلاح الأراضي (1) منشورات جامعة حلب .

- ✓ **المراجع الأجنبية**

5. AlHarbi, A.R., Saleh, A.M., Al-Omran, A.M., Wahb-Allah, M.A., 2014. Response of bell-pepper (Capsicum annuum L.) to salt stress and deficit irrigation strategyunder greenhouseconditions. ActaHortic.1034, 443–450.

6. Mostafazadeh,-Fard, B., Khoshravesh, M.,Moousavi, S.F., Kiani, A.R., 2011. Effects ofmagnetized water on soil chemical components underneath trickle irrigation. J. Irrig. Drain.Eng. 135, 32-38.

7. M. Saqib, C. Zo¨rb, S. Schubert, Salt-resistant and salt-sensitive wheat genotypes show similar biochemical reaction at protein level in the first phase of salt stress, J. Plant Nutr. Soil Sci. 169 (2006) 542–548.

8. Abedin,M.,Feldmann,J.,Meharg,A.A.,2002.Uptake Kinetics of Arsenic Species in Rice Plants. Plant Physiol.128(3),1120–1128.