تحسين كفاءة نظام الري بالتنقيط بالاعتماد على رطوبة التربة

م. محسن عقل ابراهيم* الدكتور المشرف: محمد غانم**

ملخص

نفِّذت التجربة بهدف تحسين كفاءة نظام الري بالتنقيط بالاعتماد على رطوبة التربة. واستخدم في التجربة مقياس غير مباشر لقياس الرطوبة موصول مع جهاز إشارة (فاصل واصل)، وجهاز تحكّم مبرمج على درجة رطوبة دنيا، وهي درجة السعة الحقلية للتربة والتي قيمتها (25%)، وعلى درجة رطوبة عليا هي درجة الإشباع عند رطوبة (75%). استخدم في التجربة معاملتان، وتم إجراء عملية الري لعيّنات المعاملة الأولى مع استخدام جهاز قياس الرطوبة، ولعيّنات المعاملة الثانية دون استخدام الجهاز، حسب جدول ري محدّد. بلغ متوسط كمية المياه اللازمة في كل ريّة للعيّنة الواحدة من المعاملة الأولى (ا 2.1)، وللعيّنة الواحدة من المعاملة الثانية (ا 2.7)، أي بفارق مقداره (ا 0.6) للريّة الواحدة. تم قياس رطوبة التربة بعد كل ريّة في المعاملتين، وبلغ متوسط الفارق 9% بين المعاملتين، وبالتالي تم زيادة كفاءة الري بالتنقيط باستخدام جهاز قياس الرطوبة.

الكلمات المفتاحية: رطوبة التربة، مقياس الرطوبة، كفاءة الري، الري بالتنقيط.

- طالب دراسات عليا، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، طرطوس–سورية
- الدكتور المشرف على طالب الدراسات العليا كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس.

Improve the efficiency of drip irrigation system based on soil moisture

Ing. Mohsen Aqel Ibrahiem*

Abstract

The experiment carried out to improve the efficiency of drip irrigation system , based on soil moisture. The indirect measure of humidity Was used in the experiment, connected with the pointing device (separator continued), and a control device programmed on a low humidity degree, which is degree the field capacity of the soil and which value is 25%, and on a high moisture degree which is saturation degree at 75%. Used in the experiment treatments. The necessary amount of water in every irrigate per sample of the first treatment , reached 2.1 liters, and for one sample of the second set 2.7-liter, a difference of 0.6 liters per irrigate. Soil moisture Were measured after every irrigating in the two treatments, a difference was 9% between the two treatments, therefore increased the efficiency drip irrigation using soil moisture sensor.

Key words:Soil moisture, sensor moisture, irrigation efficiency, drip irrigation.

*Postgraduate Student, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Tartous – Syria.

1-المقدمة والدراسة المرجعية:

تختلف الاحتياجات المائية للنبات من نوع إلى آخر، كما تختلف في النوع الواحد حسب مراحل نموه المختلفة. فمثلاً احتياجات النبات من الماء في طور البادرة تختلف عنها في طور الإزهار، وتكوّن الثمار. إلا أن بعض المزارعين لا يراعون هذه الفروقات والاختلافات في أثناء عملية الري. ويوجد اعتقاد خاطئ بأنه كلما زادت كميات مياه الري أدى هذا إلى زيادة إنتاج النباتات. ولقد دلت الكثير من التجارب على أن الإجهاد المائي للنباتات الناتج عن زيادة مياه الري أو نقصها يؤثر كثيراً في نمو هذه النباتات [3]. وإن فكرة (كفاءة الإضافة) يمكن استخدامها لتقديم عملية الري في مشروع أو مزرعة أو حقل. ففي ممارسات الري الاعتيادية تكون (كفاءة الإضافة) في الري السطحي 60%، بينما تصل في أنظمة الري بالرش والمصممة جيّداً إلى 75% [2]. وبين [8] أن (كفاءة الإضافة) لكل من نظام الري بالتنقيط والرش والسطحي كانت 80%، 50%، 25% على التوالي، بينما وصلت (كفاءة الإضافة) الفعالة لنظام الري بالتنقيط في التجارب التي قام بها [11] إلى 82% عند CV=10%. كما لاحظ [12] أن (كفاءة الإضافة) لحقل المشمش كانت لنظام الري بالتنقيط تحت ضغط 0.3 بار أكثر بـ2.6 مرة منها لنظام الري بالغمر (الأحواض). وأظهرت الدراسة التي قام بها [5] أن (كفاءة الإضافة) لنظام الري بالتنقيط كانت أعلى منها لنظام الري السطحي لأشجار التفاح بمقدار 44%. في حين توصل [4] إلى أن متوسط الكفاءة الإجمالية لنظام الري بالتنقيط 82.5% بزيادة

قدرها 20.8% و 40% عن كل من نظامي الري بالرش والري بالخطوط على التوالي، وقد أوصى [4] بري المحاصيل المختلفة بمقننات محددة، مأخوذة عن أبحاث ميدانية بالحقل تحت نظام الري بالتنقيط، لكفاءته المرتفعة ولزيادة إنتاجية وحدة المساحة وحفاظاً على مياه الري. كما توصل [20] إلى أن كفاءة الري الحقلية لنظام الري السطحي لمحاصيل البندورة والخيار والقرع كانت 48%، 28%، 45% على التوالي، وتراوحت بين 52–75% لنظام الري بالتنقيط. وفي التجارب التي قام بها [15] وصلت الكفاءة الكلية لنظام الري بالتنقيط إلى 92%. وأوضحت التجارب التي قام بها [13] بأن (كفاءة الإضافة) لنظام الري بالتنقيط لمحصول القطن كانت أكبر بـ 30% منها لنظام الري بالخطوط. وفي تجربة أجراها [6] لوحظ بعد 10 أسابيع من الري، أن النسبة المئوية للتوفير في مياه الري قد وصلت إلى 43.1% في الطريقة الآلية مقارنة بالأسلوب اليدوي، ومع الأخذ في الاعتبار أن جودة المحصول كانت واحدة في الحالتين، ولكن نسبة الأملاح في أسلوب التحكم الآلي كانت أعلى نسبيّاً من الطريقة اليدويّة. وقد استخدم [10] نظاماً للري في البيوت المحمية باستخدام الحاسب، واستعملت في هذا النظام مكعبات الجبس كجزء حساس لرطوبة التربة ومتصلة بالحاسب الذي يتحكم في عملية الري، حيث يتم التحكم في زمن الري ومعدل التصريف من خلال محابس كهربائية. وقد صمم [7] نظاماً للري بالتنقيط في زراعات البطيخ، فوضع مقياس رطوبة التربة (Tensiometer) على عمق 30سم وعلى بعد 25سم من النقاط، على أساس أن

يكون الري بين نقطتي شد رطوبي –10، –30 cm bars مع فترة ري 30 دقيقة في كل مرة، ولا تقل الفترة بين الريات عن ساعة، وبلغت إنتاجية المحصول 35.7 طن/هكتار. واستخدم [20] جهاز حاسب مع مقياس رطوبة ليعمل على تشغيل مضخة الري، ووجد أن كمية المياه المستخدمة في هذا النظام الآلي أقل من المستخدمة في الري بالتنقيط السطحي بمقدار 2.8 مرة، وبمقدار 3.4 مرة من الري بالتنقيط تحت السطحي، وعند مقارنة الإنتاج لمحصول الخيار وجد أنه أقل بمقدار 7.2% في حالة الري بالتنقيط السطحي، وبمقدار 27.4% في حالة الري بالتنقيط تحت السطحي عن الإنتاج بهذه الطريقة. وفي دراسة قام بها[19] حول كيفية إجراء عملية الري لمحاصيل الخضار بالاعتماد على رطوبة التربة، استخدم فيها شبكة ري بالتنقيط، تم التوصل من خلالها إلى أنه يمكن بإدخال التكنولوجيا أن تكون عملية الري أسهل، كما أنها خفّضت كمية الماء المستخدم بنسبة 70%، مقارنة باستخدام المزارعين للطرق التقليدية، بالإضافة إلى الحصول على نمو أفضل للنبات. وقد وجد [14] في الدراسة التي أجريت لاستخدام رطوبة التربة لتحقيق تحسين ومراقبة الري في البيوت المحمية، بأن استخدام أجهزة قياس رطوبة التربة (من أجل التحكم والسيطرة على عملية الري) قللت الكثير من التباين الزمني في محتوى الماء المضاف، وذلك بالري بالاعتماد على حاجة المحصول الفعلية، وهذا يقلل كثيراً من استخدام المياه. وفي دراسة أجراها [16] حول تأثير استخدام جهاز قياس رطوبة التربة على الإنتاج، من خلال دراسة عدد من العوامل المؤثرة في الري كنوع التربة

الموجودة، ودراسة المناخ الموجود في المنطقة، وتم التوصل إلى أنه بتطبيق هذه التقنية يتحسن نمو النبات، وتنمو الجذور نحو الأعماق بشكل أفضل، والحد من كمية الماء المستخدمة في الري. كما وجد [18] أنه باستخدام نظام الري بالتنقيط الآلي، يتم تأمين نظام مراقبة لردود الفعل ضمن التربة، في أثناء إجراء عملية الري التي تراقب وتتحكم في جميع أنشطة نظام الري بالتنقيط بكفاءة. وهذا الاقتراح هو نموذج لتحديث الصناعات الزراعية على نطاق شامل مع الاتفاق الأمثل، وباستخدام هذا النظام يمكن للمرء أن يحفظ القوى العاملة والمياه لتحسين الانتاج، وفي النهاية تحقيق ربح. وتوصّل [17] إلى أنه باستخدام مقياس رطوبة التربة لتحديد موعد الري، وبالتالي القيام بعملية الري الآلي، من شأنه أن يحسن من جميع خواص التربة التي تشمل PH التربة، وناقليتها الكهربائية، إضافة إلى ما يتم توفيره من مياه خلال فترة الري. وجد [9] أن كمية المياه المستخدمة في النظام الآلي أقل من المستخدمة في الري بالتنقيط السطحي بمقدار 2.8 مرة، وبمقدار 3.4 مرة من الري بالتنقيط تحت السطحي، وعند مقارنة الإنتاج لمحصول الخيار، وجد أنه أقل بمقدار 7.2% في حالة الري بالتنقيط السطحي، وبمقدار 27.4% في حالة الري بالتنقيط تحت السطحي عن الإنتاج بهذه الطريقة. وفي دراسة قام بها [19] تم التوصل إلى أنه يمكن بإدخال التكنولوجيا أن تكون عملية الري أسهل، كما أنها خفّضت كمية الماء المستخدم بنسبة 70%، مقارنة باستخدام المزارعين للطرق التقليدية، بالإضافة إلى الحصول على نمو أفضل للنبات. وقد وجد [14] في الدراسة التي أجريت

لاستخدام رطوبة التربة، لتحقيق تحسين ومراقبة الري في البيوت المحمية، بأن استخدام أجهزة قياس رطوبة التربة من أجل التحكم والسيطرة في عملية الري، قللت الكثير من التباين الزمني في محتوى الماء المضاف، وذلك بالري بالاعتماد على حاجة المحصول الفعلية، وهذا يقلل كثيراً من استخدام المياه.

2- هدف البحث وطريقته:

أ-هدف البحث

يهدف البحث إلى استخدام طريقة الري بالتنقيط بالاعتماد على رطوبة التربة، والتي تضمن أعلى كفاءة في عملية الري، وبشكل يسمح بتحقيق الأهداف الآتية:

1- تحسين كفاءة نظام الري بالتنقيط .

2- تحقيق رطوبة مثلى للنبات في مراحل النمو.

3- التخلص من عمليات الجدولة الدورية لمياه الري.

ب- طريقة البحث:

استخدم في التجربة نبات البندورة ضمن بيت بلاستيكي، حيث وضعت النباتات ضمن أصص بلاستيكية، سعة كل أصيص 20 ليتراً في تربة رملية طينية، وقسمت النباتات ضمن البيت البلاستكي إلى معاملتين، تضم كل معاملة 100 نبات، حيث تم تركيب

شبكة ري بالتنقيط في المعاملتين، ففي المعاملة الأولى ربطت الشبكة مع مقياس رطوبة وحساس آلي، وفي المعاملة الثانية تم الري بالطريقة اليدوية العادية وفق جدول زمني محدد ومعتاد، وهو كل 4 أيام ولمدة 90 دقيقة للرية الواحدة، ولم نتمكن من تنفيذ أكثر من مكرر واحد للمعاملة بسبب توافر مقياس واحد لرطوبة التربة، وتم تسجيل قراءات كمية المياه لكل رية، وحساب متوسطات هذه القراءات.

تعد كفاءة الري من أهم مؤشرات اقتصاد المياه في عملية الري، وتحدد كما يأتي [3]:

$$\text{كفاءة الري} = \frac{\text{كمية المياه التي استعملتها النباتات}}{\text{مجمل كمية المياه المعطاة}}$$

وباستخدام المعادلة السابقة نجد أنه بتقليل مجمل كمية الماء المعطاة للنبات، عن طريق استخدام جهاز قياس رطوبة التربة، يتم تخفيض هذه الكمية بشكل كبير، وبالتالي يصبح الفارق بين كمية المياه التي استعملها النبات ومجمل كمية المياه المعطاة قليل، وبالتالي تحسين كفاءة الري.

ت- مواد البحث:

1- مضخة ماء كهربائية باستطاعة نصف حصان بخاري.

2- فلتر شبكي مهمته تخليص المياه من الرمل والطين وبقية الرواسب.

3- أنبوب أسود بولي اتيلين بقطر (1.25) إنش وربع (خط الماء الرئيس).

4- خطوط مياه (خطوط التنقيط).

5- الحساسات المستخدمة:

أ- حساس الرطوبة الحقلية: استخدم في التجربة مقياس رطوبة من النوع غير المباشر (Combi Tester)، وهو يستخدم لقياس رطوبة التربة للنباتات التي لا يزيد عمق جذورها عن 35سم، ويتم وضع المقياس بحيث يكون (3 ⁄ 4) من طول المقياس داخل التربة المراد قياس رطوبتها.

ب- جهاز PLC : وهو عبارة عن متحكم قابل للبرمجة، يأخذ الإشارة من حساس الحرارة والرطوبة، ويطبق إشارة على مخرجه بما يتناسب مع البرنامج الذي يتم حقنه به باستخدام الحاسب.

3-النتائج والمناقشة :

1- تأثير قياس رطوبة التربة في كفاءة الري بالتنقيط:

تم تسجيل قراءات الرطوبة على عمق 15 سم، وحساب متوسط القراءات لعينات المعاملتين، وكانت النتائج كما في الجدول (1).

الجدول (1): متوسط نتائج القياسات لعينات المعاملتين على عمق 15 سم

رقم المجموعة / نوع القياس	المعاملة الأولى مع مقياس رطوبة التربة	المعاملة الثانية بدون مقياس رطوبة التربة
رطوبة التربة قبل الري	%20	%20
رطوبة التربة بعد الري	%75	%84

وجد أن كمية المياه الواصلة إلى تربة عينات المعاملة الأولى بالمتوسط أقل من كمية المياه الواصلة إلى تربة عينات المعاملة الثانية، وذلك عند إجراء الري بالطريقتين (مع مقياس رطوبة التربة لعينات المعاملة الأولى، وبدون مقياس رطوبة لعينات المعاملة الثانية). ففارق الرطوبة بين الطريقتين (9%) هو عبارة عن الفارق في كفاءة الري بين الطريقتين، وبالتالي تم تحسين وزيادة كفاءة الري بمقدار9%. وبالتالي يكون استخدام المياه مثالياً لأنه يتم بناءاً على احتياج النبات من الماء وليس على جداول الري، وهذا يتفق مع ما توصل إليه [16]، و[2].

2- تأثير قياس رطوبة التربة في جدولة الري:

تم خلال التجربة تسجيل زمن ريّات المعاملة الأولى، وبلغ متوسط الرية الواحدة باستخدام مقياس رطوبة التربة 60 دقيقة، وبالمقارنة مع زمن الرية الواحدة للمعاملة الثانية، وفق

جدولة الري المعتادة، البالغ 90 دقيقة، يتبين اختصار في زمن الرية الواحدة بمقدار 30 دقيقة، وفي هذا الاختصار تسهيل للعمل، واستغلال الزمن في تنفيذ أعمال أخرى، والاهتمام برعاية أفراد العائلة. وتم التوصل من خلال التجربة أيضاً إلى أن جدولة مياه الري بصورة آلية، عن طريق ربط الأجهزة المستخدمة في الجدولة بجهاز حاسب آلي مبرمج، أدى إلى توفير الكمية اللازمة للرطوبة بمنطقة الجذور للنباتات، بما يتلاءم مع حاجة المحصول، والحد من مقدار الفواقد المائية نتيجة التبخر والتسرب العميق، وهذا يتفق مع الكثير من نتائج الأبحاث، ومنها [1].

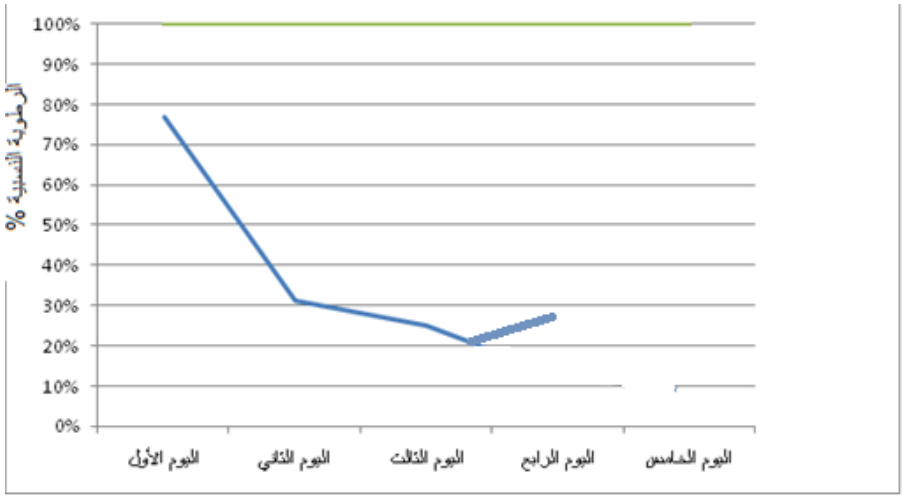
3- تأثير استخدام مقياس رطوبة التربة في العمالة اليدوية:

إن استخدام مقياس رطوبة التربة كمحدد أساسي لموعد إجراء عملية الري، بالاعتماد على حاجة النبات من الماء بما يلائم مراحل النمو المختلفة، من شأنه أن يخفض التكاليف الإضافية المترتبة على إجراء الدراسات الخاصة، بتحديد متطلبات النبات عند كل مرحلة من مراحل نموه، وهذا بدوره يؤدي إلى تقليل الحاجة إلى الخبراء والمختصين في هذا الأمر، مما يسهم في تقليل العمالة اليدوية الناتجة عن ذلك، وهذا يتفق أيضاً مع ما توصل اليه [19].

4- منحني تغير رطوبة التربة في أثناء عملية الري:

تختلف منحنيات الرطوبة النسبية باختلاف نوع التربة، حيث يكون منحني الرطوبة في الترب الرملية متجهاً بشكل حاد مع مرور الزمن من عملية الري، في حين يكون أقل

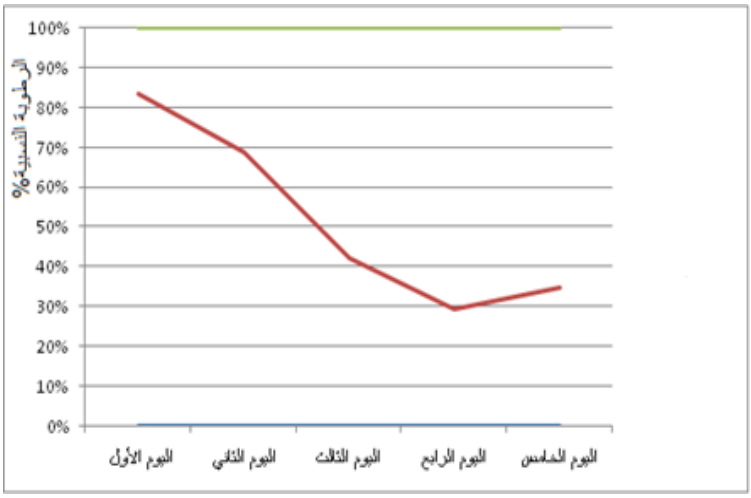
انحداراً في التربة الطينية، التي يبقى فيها الماء لفترة أطول من فترة بقائه في التربة الرملية [20]. وفي التجربة العملية عند الري بالتنقيط، باستخدام مقياس رطوبة التربة، التي تم برمجة جهاز الPLC فيها على درجة تشبع 75% ونقطة ذبول 20%، كان منحني رطوبة التربة كما يأتي:



الشكل (1): تغير رطوبة التربة مع مرور الزمن لنظام ري بالتنقيط، يعتمد مقياس رطوبة التربة.

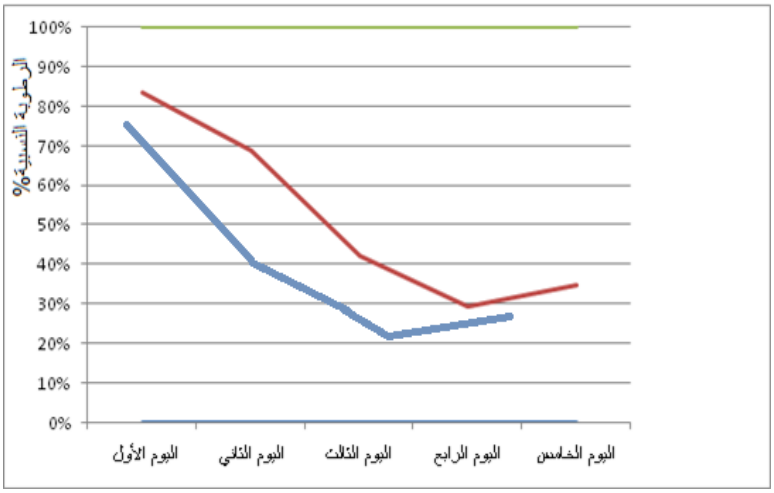
يلاحظ انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة بعد فترة قصيرة (24–48) ساعة من عملية الري، كما يلاحظ أنه تتم عملية الري قبل انتهاء فترة الـ(4) أيام الموضوعة لإجراء عملية الري، وذلك في الثلث الأخير من اليوم الثالث، وعند درجة رطوبة تصل 21%، أي قبل الوصول إلى نقطة الذبول، والتي قيمتها 20%.

أما في نظام الري بالتنقيط العادي فنلاحظ اختلاف في منحني الرطوبة، وذلك بسبب اختلاف درجة التشبع واختلاف فترة الري، وذلك حسب الجدول الدوري الموضوع لإجراء عملية الري، وهي أربعة أيام.



الشكل (2): تغير رطوبة التربة مع الزمن بالنسبة للري بالتنقيط العادي.

وعند جمع المنحنيين، يلاحظ أنه في بداية عملية الري تكون درجة التشبع مرتفعة، مقارنة بالري بالتنقيط باستخدام مقياس رطوبة التربة، بالإضافة أنه باستخدام الري بالتنقيط العادي تكون الفترة الزمنية بين إجراء الريات قليلة، وعند درجة رطوبة أكبر من تلك التي يتم عندها إجراء عملية الري بالتنقيط، باستخدام مقياس رطوبة التربة.



الشكل (3): مقارنة بين طريقتي الري بالتنقيط العادية مع الري بالتنقيط باستخدام مقياس رطوبة التربة.

وبالمقارنة بين الطريقتين، نلاحظ أنه في عينات المعاملة الثانية التي يتم فيها الري بدون الاعتماد على رطوبة التربة، أجريت عملية الري بعد مرور فترة 4 أيام من الرية السابقة وعند درجة رطوبة 30%، في حين أنه في عينات المعاملة الأولى التي يتم فيها إجراء الري بالاعتماد على رطوبة التربة، أجريت عملية الري بعد مرور 3 أيام، وعند درجة رطوبة وصلت 21%، أي وصل الفارق بين الطريقتين إلى نسبة 9%. كما نلاحظ من المخطط عند انتهاء عملية الري لعينات المعاملة الثانية كانت درجة الرطوبة 84%، في حين أنه عند انتهاء الري لعينات المعاملة الأولى كانت درجة الرطوبة 75%، وبالتالي يلاحظ تفوق طريقة الري بالتنقيط باستخدام مقياس رطوبة التربة على طريقة الري بالتنقيط العادية، من حيث نقطتي بداية ونهاية عملية الري بالنسبة إلى رطوبة التربة، ومن حيث الفترة الزمنية بين إجراء الريات، وذلك لأن جهاز قياس رطوبة التربة أعطى

القيمة الحقيقة للرطوبة، وبالتالي حدّد المدة الزمنية التي يحتاج النبات عندها إجراء عملية الري.

5- الجدوى الاقتصادية لاستخدام طريقة الري بالتنقيط بالاعتماد على رطوبة التربة:

تعد الإنتاجية المؤشر الأساس للجدوى الاقتصادية لكل بحث، لكن لعدم فرز وتحديد إنتاج كل معاملة، تم تحديد الجدوى الاقتصادية بالاعتماد فقط على كمية المياه التي تمّ توفيرها باستخدام مقياس رطوبة التربة. وللتأكيد على الجدوى الاقتصادية لاستخدام طريقة الري بالتنقيط بالاعتماد على رطوبة التربة مقارنة مع طريقة الري بالتنقيط العادي نبين الآتي:

- تم توفير في كمية الماء المستهلكة بطريقة الري بالتنقيط باستخدام مقياس رطوبة التربة بمقدار 0.6 ليتر خلال الريّة الواحدة للشتلة الواحدة.
- عدد الريات خلال فترة الدراسة، التي استمرت شهرين، هي 12 ريّة.
- كمية المياه التي تم توفيرها خلال هذه الفترة بالنسبة للشتلة الواحدة = 0.6×12=7.2 ليتر/شتلة.
- في الزراعات المحمية تزرع شتول البندورة على خطوط منفردة بحيث تكون المسافة بين الشتول 40 سم، والبعد بين الخطوط متراً واحداً، والمسافة عن جوانب البيت البلاستيكي 50سم.أي يصبح مجموع الشتول المزروعة 2500 شتلة ضمن الدونم

الواحد، أي يتم توفير 7.2×2500= 18000 ليتر، ومع اعتبار موسم نمو البندورة في الزراعات المحمية هو ستة أشهر، فإن هذا الرقم يتضاعف ثلاث مرات لتصبح كمية المياه التي يتم توفيرها في الموسم الواحد لمساحة دونم واحد ($1000\ m^2$) (54000 l).

إن تطبيق طريقة الري بالتنقيط، المعتمدة على رطوبة التربة، تزيد تكاليف التشغيل بمقدار سعر مقياس الرطوبة وسعر جهاز الplc فقط، ويهمل هذا السعر أمام زيادة المساحة المزروعة، وأمام تخفيض عدد العمال وراحتهم، وأمام زمن استخدام هذه الأجهزة (العمر الإنتاجي)، وأمام تكلفة تأمين مياه الري.

4-الاستنتاجات والتوصيات :

في المجمل يكون الهدف قد تحقق من إدخال الأتمتة في الزراعة، وهو زيادة في الإنتاج، وخفض التكاليف المترتبة على العمالة البشرية، بالإضافة إلى توفير كميات كبيرة من المياه، عن طريق تقليل الفقد من الماء الناتج عن عوامل الجاذبية الأرضية، وفيما يأتي بعض الاستنتاجات والتوصيات:

1- تبين من خلال التجربة تفوق نظام الري بالتنقيط بالاعتماد على مقياس رطوبة التربة على نظام الري بالتنقيط العادي، من جهة كمية الماء المستخدمة عند كل عملية ري، حيث بلغ الفارق بين الطريقتين لجهة تحسين كفاءة الري 9%.

2- باستخدام التكنولوجيا الحديثة أصبحت عملية الري أسهل، وذلك بسبب قيام جهاز قياس رطوبة التربة بتحديد المدة الزمنية اللازمة بين كل ريَة وأخرى، وإعطاء الأمر أتوماتيكياً لإجراء الري، دون الحاجة لإستخدام عمّال للقيام بذلك.

3- يؤدي استخدام مقياس الرطوبة إلى تحسين نمو النبات والتقليل من ذبول أوراقه، وذلك من خلال إعطائه المياه بما يوافق متطلبات نموه.

4- نمو الجذور نحو الأعماق بشكل أفضل والحدّ من سيلان التربة، وذلك بسبب عدم تجمع مياه زائدة في منطقة الجذور، وبالتالي عدم تعرض الجذور للاختناق والخدوش، فتبقى محافظة على قدرتها الحيوية للتعمق في التربة.

5- نوصي بإجراء مزيد من الدراسات حول اعتماد رطوبة التربة كدليل، يتم من خلاله إعطاء الأوامر لتنفيذ عملية الري، كما نوصي باستخدام هذه الطريقة، لإجراء عملية الري ضمن الزراعات المحمية وفي الحدائق، التي يتم إرواءها بطريقة الري بالتنقيط.

المراجع:

أ- المراجع العربية:

1- الدجوي، علي، 1991. **طرق الري الحديثة والصرف المغطى**. القاهرة، ط1.

2- العمود، أحمد، 1999. **نظم الري بالتنقيط**، جامعة الملك سعود بالرياض، السعودية.

3- جمعية التكنولوجيا الزراعية ومؤسسة القرض الفلاحي للتنمية المستدامة للمغرب. 2012. **دليل السقي الموضعي باستخدام المعطيات المناخية**. ط1، معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة، المغرب، 47.

ب- المراجع الأجنبية:

4- LOPEZ, J.R.; ABREU, J.M.H. 1985, localized banana irrigation systems evaluation in the Canary Islands, **drip-trickle-irrigation in the action**. Vol. I. 281-287.

5- GOYAL, M.R.; COLBERG, O.; ACOSTA, A. 1985, xylem irrigation principles, prospects and problems. **ASAE**. Paper No. 85-2620. 18p.

6- LEE, K.M.; PARK, K.S. 1986, A microcomputer based control system for green house-water management, **Journale of Korean society for agricultural machinery, (KoreaR)**. V11(1). 31-36.

7- SHATANAWI, M.R. (1987). Efficiency of the Jordan valley irrigation system. **Dirasat**, Vol. 13(5), 121-124.

8- DURET, T. 1988, tensiomeeter and automation, **trials carried out at cehm arbariculture fruitiere**.35:407,45-47.

9- NORUM, E.M.; ZOLDOSKE, D.F.; WHITEHEAD,E.E.; HUTCHINSON, C. F.; TIMMERMANN, B.N.; VORADY,

R.G., 1988, Design and operation of solar powered (PV) drip irrigation system, **Arid-Lands: Today and Tomorrow,** 1988, 183-187 tab.

10- KIM, C.S.; KIM, J.H.; CHUNG, S.W.(1989). A study on automatic irrigation control system in vinyl house cultivation utilizing microcomputer **.Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery (Korea R)**. V.14(2), P.128-136.

11- NEWMAN, J.P.; LIETH, J.H.; FABER, B. 1991, evaluation of an irrigation system controlled by soil moisture tension for container-green-plants, **flower-and-nursery-report for commercial growers cooperative extention**, univ. of California, Fall. 1-4.

12- MATEO'S, L.; BEREGENA, F.; ORGAZ, F.; DIZ, J. and FERERES, E. 1991, A comparison between drip and furrow irrigation in cotton at two levels of water supply, **Agricultural Water Management.** 19(4). 313-324.

13- MALIK, R.S.; SHARMA, I.P. and BHANDARI, A.R. 1994, Soil water relations and water application efficiency of trickle irrigation under fruit crops-apricot, **Indian-Journal of agricultural research.** Vol. 28(4). 263-269.

14- BHARDWAJ, S.K.; SHARMA, I.P.; BHANDARI, A.R.; SHARMA, J.C. and TRIPATHI, D.1995,Soil water distribution and growth of apple plants under drip irrigation. **Journal of the Indian Society of Soil Science.** 43(3). 323-327.

15- AMAOUT, M.A.I. 1997, **A Study of selecting the proper applied water under different irrigation systems.** Misr.J.Ag. Eng., 14(3), 310-318.

16- MUOZ-CARPENA. R.; MICHAEL, D. 2005, automatic irrigation based on Soil Moisture for Vegetable Crops, **http://edis.ifas.ufl.edu.2005.**

17- M.W. VAN IERSELA; S. DOVE. 2009, **The Use of Soil Moisture Probes for Improved Uniformity and**

Irrigation Control in Greenhouses. Department of Horticulture, The University of Georgia.

18- PRANITA, A. V. V. Dixit. 2012, Water Saving-Irrigation Automatic Agricultural Controller. **INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH** Vol 1, ISSUE 11.

19- KRISHNALAH, R. 2013, Advance technique for soil moisture content based automatic motor pumping for agriculture land purpose, **international journal of VLSI**. Vol 04. 1-5.

20- RAJAHMUNDRY, A. 2013, Automatic drip irrigation system, **International journal of communication**. Vol 02. Issue 01.