جامعة الملك سعود
King Saud University

الجمعية السعودية للعلوم الزراعية
SAUDI SOCIETY FOR AGRICULTURAL SCIENCES

# ترشيد المياه بالري الناقص والتجفيف الجزئي للجذور

أ.د. عبد رب الرسول موسى العمران
، أ. إبراهـــيم إدريس لوكـــي



٣٥

سلسلة الإصدارات العلمية للجمعية السعودية للعلوم الزراعية

الإصدار الخامس والثلاثون - السنة التاسعة عشر

الجمعية السعودية للعلوم الزراعية
سلسلة الإصدارات العلمية
إصدار رقم (٣٥)

# ترشيد المياه بالري الناقص والتجفيف الجزئي للجذور

عبد رب الرسول موسى العمران  وإبراهيم إدريس لوكي

قسم علوم التربة
كلية علوم الأغذية والزراعة
جامعة الملك سعود

١٤٤٠ هـ

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٩هـ
الجمعية السعودية للعلوم الزراعية
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

العمران، عبد رب الرسول بن موسى
ترشيد المياه بالري الناقص والتجفيف الجزئي للجذور / عبد رب الرسول موسى العمران؛ إبراهيم ادريس لوكي - الرياض، ١٤٣٩هـ
٤٠ ص، ١٦,٧٥ × ٢٣,٥ سم
ردمك: ٧-٣-٩٠٢٦٨-٦٠٣-٩٧٨

١- المياه - ترشيد الاستهلاك أ. ترشيد المياه بالري الناقص والتجفيف الجزئي للجذور
ديوي ٣٣٣,٩١٠٢ ١٤٣٩/٥٨١٧

رقم الإيداع : ١٤٣٩/٥٨١٧
ردمك : ٧-٣-٩٠٢٦٨-٦٠٣-٩٧٨

حقوق الطبع محفوظة
الطبعة الأولى
١٤٤٠ هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

## مجلس إدارة
## الجمعية السعودية للعلوم الزراعية

**الرئيس الفخري للجمعية:**

صاحب السمو الملكي الأمير فهد بن سلطان بن عبدالعزيز

رئيس مجلس إدارة الجمعية: أ.د. إبراهيم بن محمد عارف

نائب الرئيس: أ. د. عبد رب الرسول بن موسى العمران

أمين المال: أ.د. محمد بن شايع الشايع

أعضاء مجلس الإدارة:

أ.د. رياض بن صالح الجمعة

د. محمد بن عزيز آل عزيز

## هيئة تحرير سلسلة الإصدارات العلمية
## للجمعية السعودية للعلوم الزراعية

رئيس التحرير:

أ.د. رياض بن صالح الجمعة

هيئة التحرير:

أ.د. ناصر بن عبد الرحمن السحيباني

د. خالد أحمد عبدون

## الإخراج الفني
## الأستاذ / حسن محمد بدري

# المحتويات


| | |
|---|---|
| المؤلفان في سطور | ٦ |
| ١. المقدمة | ٨ |
| ٢. الري في المملكة | ٩ |
| ٣. الري بالتنقيط | ٩ |
| ٤. تقدير الإحتياجات المائية | ١٤ |
| ٤، ١ تقدير الإحتياجات المائية للري بطريقة وعاء البخر | ١٤ |
| ٤، ٢حساب الإحتياجات المائية للغسيل | ١٤ |
| ٤، ٣ حساب كفاءات الري | ١٥ |
| ٤، ٤ طريقة إجراء الحسابات اليومية للإحتياجات المائية الكلية للري | ١٥ |
| ٥. ترشيد مياه الري | ١٦ |
| ٥، ١ نظام الري الناقص | ١٧ |
| ٥، ٢ نظام التجفيف الجزئي للجذور | ٢٠ |
| ٥، ٣ الإنتاجية والماء | ٢٣ |
| ٦. تطبيقات الري الناقص والتجفيف الجزئي لمنطقة الجذور | ٢٤ |
| ٦، ١ محصول الخيار | ٢٤ |
| ٦، ٢ محصول البطاطس | ٢٧ |
| ٧. الأهمية الاقتصادية لتطبيق برنامج الري الناقص | ٢٩ |
| ٨. الخلاصة | ٣١ |
| ٩. التوصيات | ٣٢ |
| ١٠. المراجع | ٣٣ |
| ١٠، ١ المراجع العربية | ٣٣ |
| ١٠، ١ المراجع الإنجليزية | ٣٤ |

# المؤلفان في سطور

## أ.د. عبد رب الرسول بن موسى العمران

### المؤهلات العلمية

- حصل على الماجستير في علوم المياه من جامعة ديفيز ـ كاليفورنيا عام ١٣٩٩هـ.
- حصل على الدكتوراه في علوم التربة من جامعة ولاية أوريجون ـ كرفاليس ـ الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٤٠٤هـ.
- تدرج في الدرجات العلمية حتى حصل على درجة الأستاذية في فيزياء التربة والعلاقات المائية عام ١٤١٣هـ.

### اللجان الأكاديمية العلمية

- عمل سعادته مستشاراً غير متفرغ بوزارة المياه والكهرباء لمدة عامين خلال الفترة من ١٤٢٤/٣هـ وحتى ١٤٢٥/٣هـ.
- يشغل حالياً منصب رئيس هيئة تحرير المجلة العلمية للجمعية السعودية للعلوم الزراعية منذ عام ١٤٢٣هـ.
- عضو هيئة تحرير المجلة العلمية لكلية علوم الأغذية والزراعة لمدة خمسة أعوام في الفترة من١٤١٥هـ إلى ١٤٢٠هـ.
- عضو في هيئة تحرير المجلة العلمية لبحوث الأراضي الجافة وادارتها منذ ٢٠٠٣/١/١م وحتى الآن.
- عمل سعادته عضواً ومقرراً للجنة الدراسات العليا وممثل الكلية في عمادة الدراسات العليا منذ ١٤٢١هـ وحتى ١٤٢٣هـ.

### الإهتمامات البحثية

- شارك وحاضر بالعديد من اللقاءات العلمية الدولية والعربية والمحلية.
- لسعادته أكثر من ١٠٠ بحثاً علمياً منشوراً في المجلات العالمية والعربية والمحلية وكذلك ساهم في مناقشة وتحكيم والأشراف على العديد من رسائل الماجستير.

## إبراهيم بن إدريس لوكي



- طالب دكتوراه بقســم علوم التربة بجامعة الملك سعود- الرياض.
- حصــل علــى درجة الماجســتير في علــوم التربة من جامعة الملك ســعود-الرياض-المملكة العربية السعودية ١٤٣٢هـ.
- حصل على درجة البكالوريوس في العلوم الزراعية من جامعة الملك سعود.
- يعمل حاليا بوظيفة مهندس زراعي ومشرف على مزارع المهوس بالمملكة العربية السعودية.
- له العديد من الابحاث المنشــورة فــي المجلات العلمية العالمية.
- شارك في العديد من المؤتمرات وورش العمل.

## ١. المقدمة

يزداد الطلب على المياه في المملكة العربية السعودية سنوياً، فلقد إزداد الطلب عل المياه حوالي ستة أضعاف من عام ١٩٨٠م إلى عام ٢٠٠٧م، حيث قدرت الكمية المستهلكة من المياه في المملكة بحوالي ٤٠٠٠ مليون متر مكعب في عام ١٩٨٠م، بينما وصلت ٢٣,٢٣٠ مليون متر مكعب في عام ٢٠٠٧م (وزارة المياه،١٤٢٩هـ). وكان نصيب القطاع الزراعي منها أكثر من ٢٠,٠٠٠ مليون متر مكعب والذي يمثل حوالي ٩٠٪ من الإستهلاك الكلي في عام ٢٠٠٧م، بينما حوالي ١٠٪ توجه للأغراض الأخرى، مما يدل على أن القطاع الزراعي من أكبر القطاعات استهلاكاً للمياه. ويقدر حالياً الإستهلاك المائي في القطاع الزراعي ب ٢٠،٣٠٠ مليون متر مكعب (وزارة البيئة والمياه والزراعة، ٢٠١٦م).

تطورت أنظمة توفير مياه الري للمحاصيل وكذلك إستخدام تقنيات نظام الزراعة في البيوت المحمية وهو نظام زراعة مكثف يؤدي إلى مضاعفة الإنتاج لوحدة المساحة مع إمكانية الإنتاج على مدار العام لمواجهة الطلب على الغذاء. ولعل من أهم التقنيات الحديثة في الزراعة لترشيد المياه هو نظام الري بالتنقيط، حيث حقق بعض المطالب وتلافي بعض العيوب التي ظهرت مع أنظمة الري التقليدية الأولى.

يعد نظام الري بالتنقيط أحد التطبيقات الحديثة لطرق الري وهو — بلا شك - يمثل تقدماً واضحاً في تقنية الري. وتعد المملكة من الدول الرائدة في المنطقة التي طبقت نظام الري بالتنقيط لإقتناع المسؤولين والزراعيين بجدوى هذا النظام. وبالرغم من عدم توافر إحصائيات شاملة، إلا أن بعض الأبحاث العلمية تؤكد أن نظام الري بالتنقيط تم إدخاله في المملكة مع بداية السبعينات من القرن العشرين الميلادي ولكن بشكل محدود. ولأهمية إستخدام الري بالتنقيط في البيوت المحمية لترشيد المياه ومزاياه يجب مصاحبة ذلك ببرامج ترشيد اخرى للمحاصيل خلال فترة النمو الكاملة أو بعض مراحل النمو، فلقد أوضحت الدراسات التي اجريت في بعض دول العالم على أن العديد من المحاصيل يمكن ان تتحمل نسبة معينة من الإجهاد المائي دون خفض الإنتاج وفي بعضها زاد الإنتاج بالإضافة إلى تقليل إستخدام كل من الأسمدة والمبيدات وتقليل تكاليف التشغيل.

## ٢. الري في المملكة

يعرف الري بأنه إضافة المياه الى التربة المزروعة بالمحاصيل بطرق وتصاميم مختلفة لمنع الجفاف في العديد من مناطق العالم وخصوصاً الجافة وشبه الجافة. ويمكن أن يعرف الري بأنه تغذية التربة الزراعية صناعياً بالماء لأي من الأسباب التالية:

- إضافة الماء للتربة لتزويدها بالرطوبة اللازمة لنمو النبات.
- تأمين المحصول ضد فترات الجفاف قصيرة المدى.
- تبريد التربة وتلطيف الجو حيث تكون أكثر ملائمة لنمو النبات.
- تقليل خطر الصقيع.
- غسل الأملاح من التربة أو تقليلها.

ويمثل الري الصناعي على مستوى العالم ما يقارب ١٧٪ من الأراضي الزراعية ولكنه يساهم بأكثر من ٣٠٪ من الإنتاج الزراعي، وتزداد أهمية المساهمة بالري في المناطق الجافة حيث تنخفض الأمطار ويزداد الطلب على مياه الري نتيجة إرتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة.

تتراوح منظومات الري المستخدمة في المملكة بين الري السطحي (الغمر) والرش والتنقيط. إلا أن منظومات الري السطحي لا تزال تستأثر بالنصيب الأكبر في ري المسطحات المزروعة، حيث بدأ استخدامها على نطاق واسع مع بداية مسيرة التنمية، فهي تروي ما يقارب ٢٩٪ من إجمالي المساحات المروية، وبلغ عدد الأجهزة ما يزيد عن ٢٥ ألف جهاز (للعام ١٩٩١م). أما المساحات المروية بنظم الري بالتنقيط فلا تزال ضئيلة نسبيا أقل من ٥, ٠٪ للعام ١٩٩١م (العمود، ١٤٢٠هـ). بينما ورد في التقرير الإحصائي الأخير بالنسبة لأشجار النخيل بأن ما نسبته ٥٠٪ من المساحة المزروعة والتي تبلغ ١٠٧ الف هكتار تروى بالغمر والنصف الاخر يروى بالتنقيط (هيئة الاحصاء العامة، ٢٠١٥م).

## ٣. نظم وطرق الري بالتنقيط

يعتبر الماء هو العنصر الأساس لأي كائن حي (وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون) (سورة الأنبياء : ٣٠). ولقد تم الإهتمام بالمياه على مر العصور خصوصا في

المناطـق الجافة، فقد تم في جزيرة العرب بناء سد مـأرب قبل الميلاد في اليمن للتقليل مـن أثـر الفيضانات وكذلك لتجميع الميـاه للإستفادة منهـا. وفي مناطق تهامة وعسير وشمـال غرب اليمـن تم الإستفادة من المياه باستخدام المدرجـات أو المصاطب وإنشاء السـدود المؤقتة (العقوم) أو السدود الدائمة، وفي مناطق أخرى بالمملكة كالواحات مثل واحة الأحساء فلقد تم حفر الأبار اليدوية والإستفادة من المياه في الري والجداول المائية القديمة والحديثة التي تم إنشاؤها من خلال مشروع الري والصرف.

ولقد زاد الإهتمام حالياً بالمياه حيث تكمن أهميته في إستمرار تقدم الدول في النواحي الزراعيـة والإقتصاديـة وخاصة في المناطق الجافـة ومنها المملكة العربيـة السعودية. وإيمانـاً مـن المجتمع الدولي بأهميـة المحافظة على المياه وضـرورة ترشيد إستخدامها وإدراكاً منهـم بأن المياه يجب إستخدامهـا الإستخدام الأمثل فقد تجسد ذلك في إقرار يـوم عالمي للمياه في كل عام والذي يصادف يوم ٢٢ مارس حيث تشارك المملكة العربية السعودية دول العالم الاحتفاء بهذا اليوم.

انطلاقـاً من أهمية الميـاه ودورها في حياة الإنسان وضـرورة العناية بها والمحافظة عليهـا، في ظل واقع يشير إلى زيادة سرعة إستنزافها وهي محدودة التغذية والمصادر، وحتـى يمكن الإبتعاد بالمجتمع عـن الشعور بالوفرة والنظر إلى المياه كونها مورداً متاحاً وجاهـزاً للإستخدام بدون ترشيد وتعقل، لـذا أصبح البحث عن وسائل وطرق لترشيد الميـاه ونوعيتها مهم جداً خصوصـاً أن القطاع الزراعي يستهلك كمية كبيرة من الموارد المائيـة تقـدر بحوالي ٨٠-٩٠٪ مـن الإستهلاك الكلـي للموارد المائيـة بالمملكة العربية السعودية.

وبشـكل عام يجـب أن يأخذ تصميم نظـام الري بعين الإعتبـار العديد من العوامل المهمـة مثل: التربة والمنـاخ والموارد المائيـة والتضاريس والمحاصيـل والعوامل البشرية والاقتصاديـة. وبجانب التصميم فإن التحكم في المياه لأغراض الزراعة يعد ضروريا لكـي لا تستهلك المحاصيل كمية أكبر مما هو مخصص لها. وتتمثل نظم الري الشائعة في الري السطحي، والري بالرش، والري بالتنقيط (صور ١-٣).

لقـد تضاعفت المساحة الكلية المزروعة في المملكة العربية السعودية من ١٣ , ١مليون هكتـار في سنـة ١٩٨٨م إلى أكثر من ٢٢ , ١مليون هكتـار في سنة ٢٠٠٢م ، كذلك زادت

أعـداد النخيل لنفس الفـترة من حوالي ١٢ مليون نخلة إلى ١٦ مليـون نخلة، وبالتأكيد فـإن هذه المساحة المتزايدة أدت إلى زيادة كميات المياه المستخدمة في الزراعة، وحسب الإحصـاء الزراعي الأخير بلغت مساحة التمور ١٠٧ الف هكتار والتي تروي منها بنظام الـري بالتنقيـط ٥٤ الف هكتار والتي تروي بنظـام الغمر ٥٣ الف هكتار، بإجمالي عدد أشجـار نخيل تجـاوز ٢٨ مليون نخلة منها ٢٢,٧٣ مليون نخلة مثمـرة (الهيئة الإحصاء العامة، ٢٠١٥) صور (١-٣).

وهـي النظم التـي يتم بواسطتها إيصال مياه الـري إلى الحقل على سطح التربة أو تحتها بكميات محسوبة بدقه وبطريقه بطيئة على هيئة نقط منفصلة أو متصلة بواسطة أجزاء صغيره تسمى بالمنقطات توضع عند نقاط محددة على طول خط توصيل المياه.

أن المحافظـة على النهضة الزراعية يتطلب التخطيط الجيد وتحويل مساحات أكبر من الأراضي الزراعية لتروى بمنظومات التنقيط المختلفة حيث تتفوق هذه الطرق على طـرق الري الأخرى في ترشيد المياه، وتناسب البيئـة الصحراوية الحارة والمياه المالحة مثـل المملكة، ولعل من المفيد أن نعلم أن المساحات المروية بالتنقيط بالنسبة للمساحات المزروعة في كثير من الدول في تزايد. وعموماً يمكن من خلال منظومة التنقيط المصممة جيدا توفير كميات من المياه تصل إلى أكثر من ٥٠٪ مقارنة بالري السطحي. ولا يتوقف التوفـير عند المياه فحسب بل هناك توفير في تكاليف العمالة والطاقة نظراً لأن النظام يعمل عند ضغوط تشغيل منخفضة مقارنة بنظم الري بالرش.

يمكـن من خـلال نظـم التنقيط الوصـول إلى كفاءة تقـارب ٩٥٪، ولزيـادة كفاءة نظـم التنقيط يمكن تبني نظم التنقيط تحـت السطحية وهي نظم مدفونة تحت سطح التربـة. ويمكـن إستخدام هـذه المنقطات لـري الخضروات في البيـوت المحمية وبعض أشجـار الفاكهـة (صـورة ٤). وتتميز نظم التنقيـط تحت السطحية بإنعـدام الفواقد الناتجـة عن التبخر، وعدم تأثير درجة الحرارة على الأنابيب والمنقطات لعدم تعرضها للشمس، وتقليل الخطر الناتج عن القوارض والإنسان، كما أنها لا تتعارض مع العمليات الزراعيـة، ولها عمر إقتصـادي أطول، وتتماثل معدلات التصـرف في تلك الأنظمة مع التنقيط السطحية.

الصورة ١: ري أشجار النخيل بطريقة الينابيع

الصورة ٢: ري أشجار النخيل بطريقة الري بالرش

الصورة ٣: الري بالتنقيط السطحي للطماطم في الصوب الزجاجية

الصورة ٤: الري بالتنقيط تحت السطحي في ديراب.

## ٤. تقدير الإحتياجات المائية

### ٤،١ تقدير الإحتياجات المائية للري بطريقة وعاء البخر

يتم حساب الإحتياجات المائية الكلية للري طبقا للمعادلة التالية:

$$GWR = ET_c / (I-LR)\,Effir = K_c\,ET_r / (I-LR)\,Effir = (K_{cb}+K_e)\,(K_pE_{pan}) / (I-LR)\,Effir \quad (1)$$

(Cuenca. 1989)

حيث أن:

GWR = الإحتياجات المائية الكلية للري - ملم/يوم.

$K_c$ = المعامل الخاص بكل محصول.

$K_{cb}$ = معامل الأساس للمحصول (لتقدير نتح المحصول).

$K_e$ = معامل البخر من التربة.

$K_p$ = معامل وعاء البخر- ملم/يوم.

$E_p$ = البخر من وعاء البخر خلال الفترة الزمنية — ملم/يوم.

$ET_r$ = البخر-نتح المرجعي — ملم/يوم.

LR = الإحتياجات الغسيلية ٪.

Effir = كفاءة الري ٪.

### ٤،٢ حساب الإحتياجات المائية للغسيل

تم تقدير الإحتياجات المائية للغسيل طبقا للمعادلة التالية :

$$LR = EC_w \times (Eff. / 2\max EC_e) \quad (2)$$

(Ayers and Westcot. 1985)

حيث أن :

LR = الإحتياجات الغسيلية ٪.

$EC_w$ = درجة ملوحة مياه الري بالتوصيل الكهربائي (ديسمنز/م).

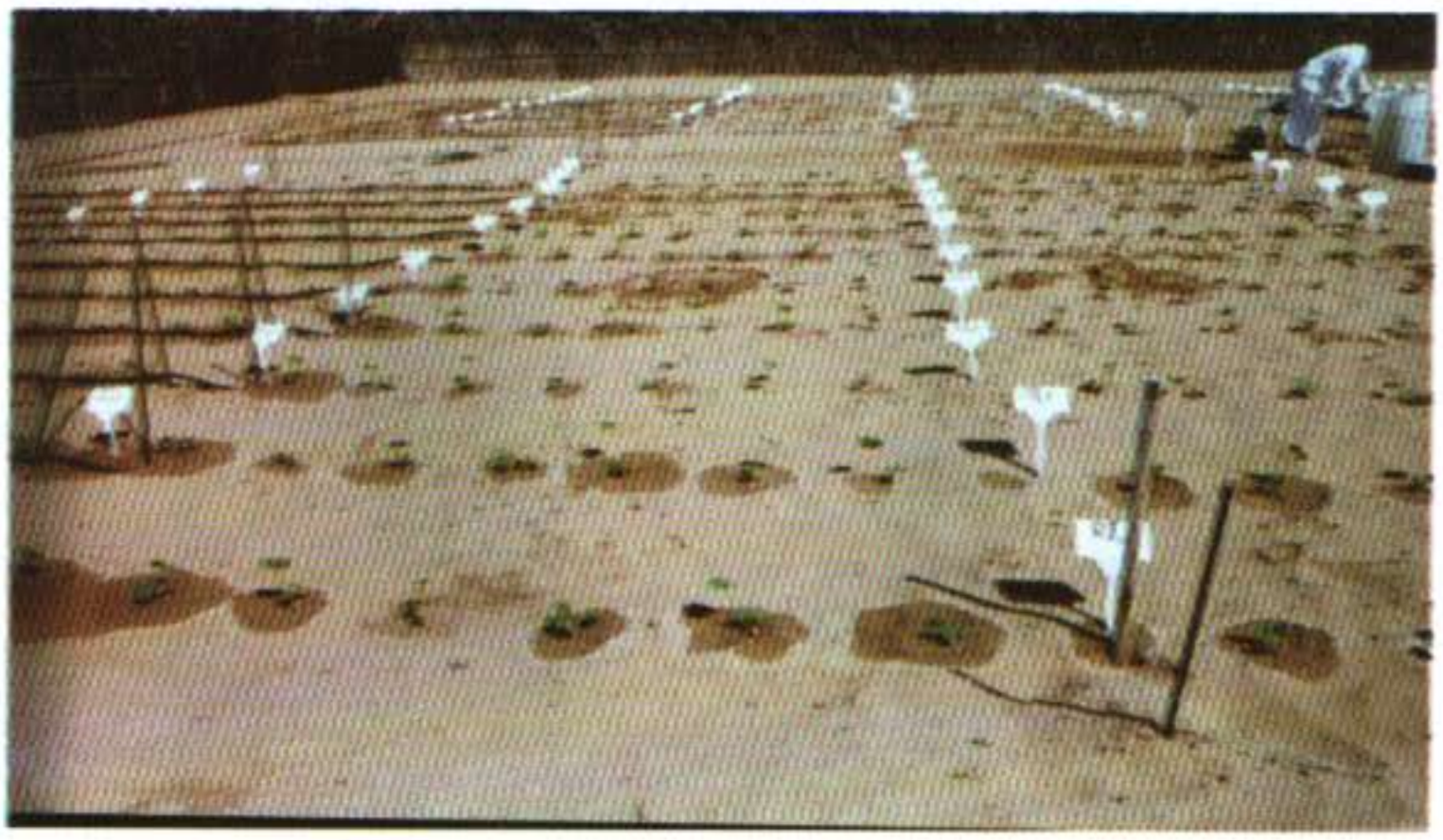
Eff. = كفاءة الغسيل٪.

$EC_e$ = التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة (ديسمنز/م).

Max $EC_e$ = أقصى تحمل للملوحة بالتوصيل الكهربائي عند التشبع (ديسمنز/م) (صورة ٥).

وبالأخـذ في الإعتبار ملوحة ميـاه ري بالحقل ٤٣ , ١. و كفاءة الغسيل بـ ٩٠٪ للحقل، وعليه فأن حساب الإحتياجات المائية للغسيل تصبح:

$$LR = EC_w \times (Eff. / 2max\ EC_e) = 1.43 \times (0.9/(2*10)) = 0.06 \quad (3)$$



الصورة ٥: حساب كميات مياه الري عن طريق المحابس والعدادات مع مقاييس للضغط والحرارة.

## ٤، ٣ حساب كفاءات الري

كفـاءات الري وأهمها في الري بالتنقيط هـي انتظامية التنقيط، وفي تجاربنا كانت كفاءة إنتظامية التوزيع تساوي الري ٩٤٪ وكفاءة التخزين ٩٠٪، وقد قدرتها الدراسات العلميـة في العديد من المراجع (الغباري وأخرون، ١٤٢٣هـ) و (Keller and Karmeu. 1975) بـ TR = 90%، **وعليه فإن كفاءة الري:**

$$Effir = EU \times TR = 0.9 \times 0.94 = 0.85 \quad (4)$$

## ٤، ٤ طريقة إجراء الحسابات اليومية للإحتياجات المائية الكلية للري

بنـاءً على المعطيات في النمـاذج الرياضية السابقة يتم حسـاب الإحتياجات المائية الكلية لري معاملات التجارب طبقا للمعادلة التالية:

$$GWR = K_c ET_r / (I-LR) Effir = (K_{cb}+K_e)(K_p E_{pan}) / (I-LR) Effir \quad (5).$$

$$GWR = (K_{cb}+K_e)(K_p E_{pan}) / (1-(1.43*0.9/(2*10)))\ 0.94 \times 0.9 = 1.26\, K_c K_p E_{pan} \ldots (mm). \quad (6)$$

## ٥. ترشيد مياه الري

توصف ترب المناطق الجافة بأنها رملية جيرية، خشنة القوام و قدرتها على حفظ الماء منخفضة جداً وسرعة التسرب بها عالية وفقدها للمياه من التبخر عالية وإنها ذات سعة تبادلية منخفضة وقليلة المواد العضوية وإرتفاع محتواها من كربونات الكالسيوم (العمران ، ١٤٢٩هـ). وعليه فإن من أهم وسائل ترشيد مياه الري في هذه الأراضي هي تحسين الخواص الطبيعية لها بحيث ترفع قدرتها على حفظ الماء وتقليل فقد المياه عن طريق التسرب أو البخر وبالتالي تقليل عملية تكرار الري.

إن عملية رفع كفاءة إستخدام مياه الري بشتى الوسائل هو الجزء الأكبر في عملية الترشيد. وعموما يمكن أن نلخص أهم طرق ترشيد مياه الري في طرق وتقنيات الري الحديثة من إستخدام طرق الري بالرش المختلفة مثل الري المحوري الثابت والمتحرك وغيرها، أو طرق الري بالتنقيط بشقيه السطحي وتحت السطحي بالإضافة الى اجهزة الري المطورة والمحافظة على الماء. ويعتبر توفر أجهزة قياس المياه المستخدمة بالري مثل اجهزة قياس التدفق والعدادات من ضمن الاساليب المتبعة في ترشيد المياه لمعرفة الكمية الفعلية المستخدمة في الري. ومن الاجهزة الضرورية في الزراعة الحديثة هي إستخدام اجهزة قياس ومراقبة رطوبة التربة (صورة ٦)، ومن بين الاجهزة المستخدمة التنشومترات في اماكن الري المتكرر بالترب الرملية ومكعبات الجبس وجهاز التشتت النتروني. ومن طرق ترشيد المياه ايضاً معرفة الإحتياجات الحقيقية للنباتات وجدولة الري واتباع برنامج الري الناقص والتي يدخل ضمنها إستخدام بعض الاجهزة الضرورية لجدولة الري مثل محطة الارصاد الجوية الثابتة أو المتنقلة أو إستخدام الاجهزة الالية في تسجيل البيانات وربطها بمجسات الرطوبة والتي تسمح بتحديد مواعيد الري وكميته الياً. ومن ضمن طرق الترشيد، إستخدام النباتات المحلية أو المقاومة للجفاف والملوحة، والادارة الجيدة للمزرعة والتي يمكن ان يستفاد من خبراتها الطويلة لظروف المنطقة في تحديد الطرق المثلى في ترشيد المياه.

الصورة ٦: جهاز مراقبة الرطوبة والملوحة في التربة بوسط حقل البطاطس.

## ٥.١ نظام الري الناقص

إتجـه الباحثون والمختصون حـول العالم إلى بحث أفضل السبـل للإستغلال الأمثل لقطـرات المياه المتوفـرة، فتم تحديث وسائل الري المختلفة ومـن أهمها الري بالتنقيط بهـدف الحصول على أعلى كفـاءة لإستخدام ماء الري دون الإضـرار بالمحصول. كما يعتـبر إستخدام برنامج الري الناقص من الوسائل الحديثة لزيادة كفاءة ترشيد مياه الري(لوكـي، ١٤٣١هـ) و (Kirda. 2000; Al-Omran et al.. 2004. 2012. 2013) حيث يسمح هذا البرنامج بتعريض النبات إلى إجهاد مائي منظم وخفيف وجدولة الري بطريقة علمية دون تأثير معنوي على الإنتاج (صور ٧ - ٩).

يعتـبر برنامج الـري الناقص من أحـدث الوسائـل والبرامج لزيـادة إنتاجية الماء وهـو إستراتيجية زيادة وحدة المـاء حيث يتم تقليل الماء في مراحل النمو غير الحساسة للإجهـاد أو تقليـل الماء طول موسـم النمو بحيث لا يؤثـر على المحصـول (أو أن نسبة النقص في الإنتاجيـة أقل بكثير مـن نسبة تقليل الماء). إن تخفيض إضافة مياه الري

خـلال بعض مراحل النمو غير الحساسـة للإجهاد مثل مرحلة النمو الخضري ومرحلة الحصـاد والنضج يوفر في كمية الماء المستخدمة في الري خصوصاً في المناطق الجافة، وعليـه فإن برنامج الري الناقص يقصد منه تعظيم إنتاجية المـاء وهو العامل المحدد للإنتـاج، وبالتالي فإن الهـدف من إستخدام برنامج الـري الناقص هو المحافظة على الإنتاج القابل للتسويق والحصول على أعلى إنتاجية للماء وزيادة كفاءة إستخدام المياه بـدلاً من تعظيـم الإنتاج على حسـاب إستخدام كميات كبيرة من الميـاه (Zhang and Oweis. 1999).

إن مصطلح الري الناقص يختلف عن مصطلح الزراعة الجافة أو الري المكمل حيث يعـبر المصطلحان الآخـران عن الإعتماد في الري على ميـاه الأمطار وقد تضاف بعض الريـات المكملة لاستمـرار نمو النبات، بينما الري الناقص هـو إضافة الماء للمحاصيل المروية بكميات أقل من المقدرة للنبات في فترات محددة من مراحل النمو بحيث لا تؤثر علـى إنتاجية المحصول معنوياً. وتختلف النباتات وأطوارها على مدى تحمل نقص مياه الري وعليه فإن إستخدام برنامج الري الناقص يتطلب معرفة مدى تأثر النبات ومراحل النمـو بنقص الماء ومـدى استجابة المحصول لنقص المـاء (Kirda. 2000). بالإضافة إلى ما سبق فإن مـن متطلبات إستخدام برنامج الري الناقص تتطلب المعرفة الدقيقة لإحتياجـات الـري وكيفية حسـاب الإحتياجات المائيـة للمحصول خصوصـاً بالمناطق الجافة وشبه الجافة. وفي الدول التي يطلب فيها من المزارع دفع تكلفة لذلك فإن هدف المزارعـين هو تعظيم إنتاجية الماء وليس تعظيـم إنتاجية المحصول، وفي المملكة العربية السعوديـة ونتيجة لزيادة تكاليف استخراج الماء فإن هذا المفهوم أصبح هدفاً لكثير من المزارعين لزيادة إنتاجية الماء والمحافظة على الماء لاستدامة التنمية الزراعية.

الصورة ٧: الري الناقص لمحصول الخيار بنظام الري بالتنقيط السطحي

الصورة ٨: الري الناقص لمحصول الطماطم بنظام الري بالتنقيط السطحي

الصورة ٩: زراعة الفلفل بطريقة الري الناقص تحت نظام الري بالتنقيط السطحي في البيوت المحمية

## ٢،٥ نظام التجفيف الجزئي للجذور

إن فكـرة إستخـدام نظام التجفيـف الجزئي لمنطقة الجـذور (partial root zone drying system (PRD (صـور ١٠-١٢) كأداة لإيحـاء النبـات بالإجهاد المائي لتحفيـزه على توفير المـاء تعود إلى ملاحظـة أن حمض الأبسيسيـك (Abscisic acid ABA) الذي تنتجه الجذور مهماً في تحديد فتح وغلق الثغور (Loveys. 1984; Dry et al.. 2000)، فقـد وجـد (Stoll et al. 2000) أن تركيز حمض الابسيسيك (ABA) في الجذور التي تعرضت للتجفيف في العنب قد زاد عشرة أضعاف مقارنة بالنبات المروي بشـكل كامـل، بينما زاد تركيز ABA في أوراق العنب تحت نظام PRD فقط بنسبة ٦٠٪ مقارنة مع النبات المروي بشكل كامل، وقد أدى ذلك إلى إنخفاض واضح في فتح الثغور. كمـا وجد (Stoll et al. (2000 أنه بالإضافة إلى ذلك، كان هناك إنخفاضاً في تركيز هرمـون سايتوكاينـين Cytokinins الذي يشجع نمو البراعـم الجانبية ويحفز إنقسام الخلايـا بنسب تصل الى ٧٠٪، في الجذور وفي قمـم النموات الجديدة والبراعم، وهو ما يسهم في الحد من النمو القمي لنبات العنب، وقد سبق وأن لاحظ (Loveys (1991 أنـه يمكن التحكم بالنمو الخضـري عند إنخفاض إنتاج هرمـون سايتوكاينين. كما أنّ

زيـادة حمض ABA في جـذور التجفيف وانخفاض هرمونـات سيتوكاينين مع توفر الماء في الجـذور الرطبة أدى إلى زيادة في تعمق الجـذور (Dry et al.. 2000; Stoll et al.. 2000). مـن جهة أخرى فإن إنخفاض هرمونات سيتوكاينين له تأثير سلبي على النمو الخُضري ولكنه إيجابي لنمو الجذور (Auer. 1996; Medford et al.. 1989).

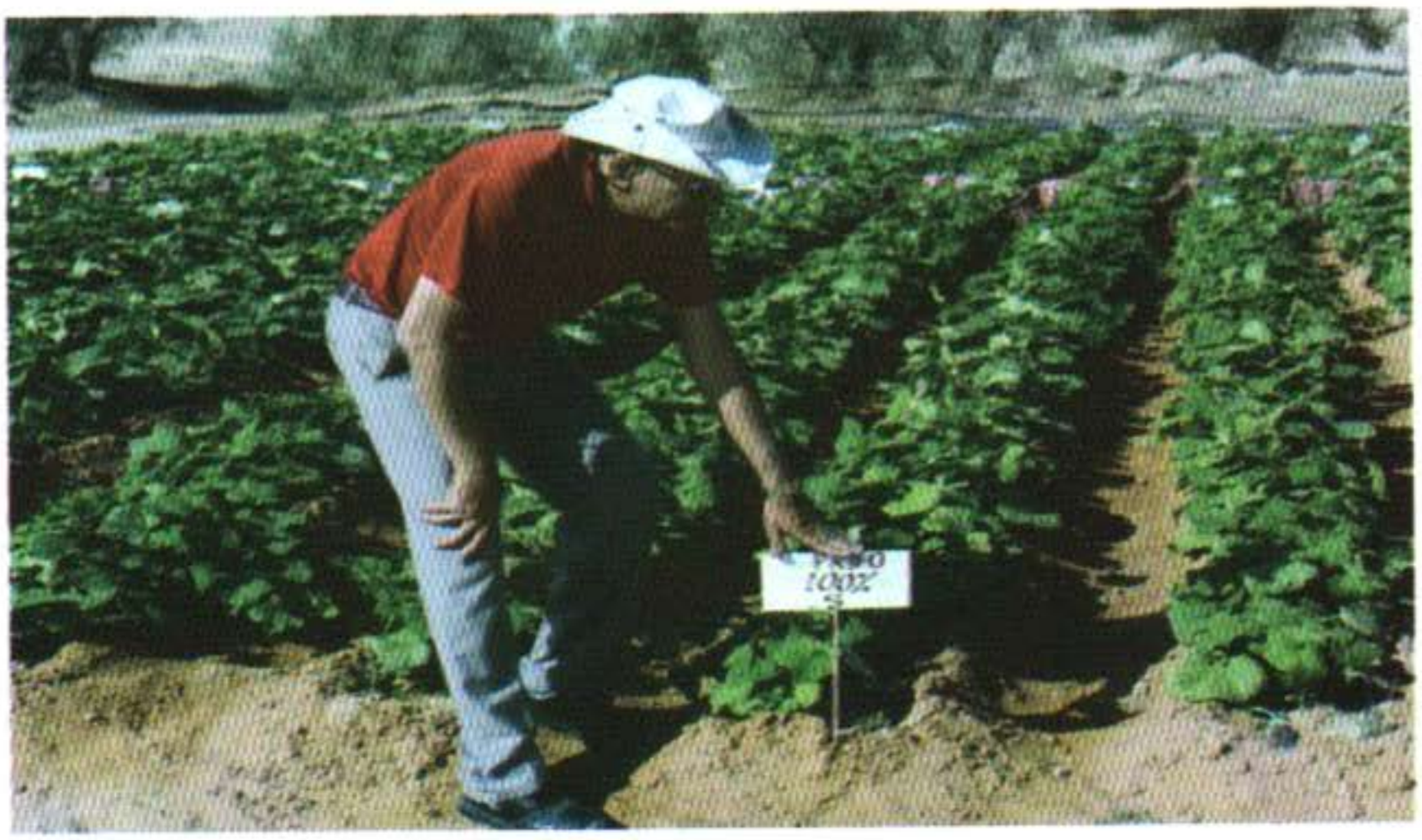
وقـد أجريت العديد من الأبحاث حول مساهمة نظام الري بالتجفيف الجزئي (PRD) في ترشيـد مياه الري وزيادة إنتاجيتها، فقد أورد Posadas et al. (2008) أنه بتطبيـق النظام علـى محصول البطاطـس تم توفير ٥٠٪ من مياه الـري مقابل نقص طفيف في غلة المحصول بنسبة ١٩,٧٪، وزادت كفاءة إستخدام المياه من ٢,٣ إلى ٢,٤ كيلوجـرام مادة جافة م-٣ مع تملح أقل للتربـة. وأوضح Xie et al. (2012) أنه برغم تخفيض ٥٠٪ من مياه الري في البطاطس لم تتأثر الإنتاجية من الدرنات معنوياً.

ووجـد Jovanovic et al. (2010) أنّ كفـاءة إستخدام مياه الري زادت بنسب ٣٨٪ و٦١٪ خـلال سنوات التجربة ٢٠٠٧ و٢٠٠٨م على التوالي، دون تأثير معنوي على المحصول. كمـا زاد تركيز النيتروجين ومضادات الأكسـدة في درنات البطاطس. وذكر Kang et al. (2001) في بحثه على الفلفل الحار أن نظام الري بالتجفيف الجزئي PRD أعطـى إنتاجـاً عالياً رغـم تخفيض مياه الـري بنسبة ٤٠٪ ممـا أدى إلى زيادة كفاءة إستخـدام المياه. وأوضـح Romero et al. (2012) أن أعظم ميزة لهذا النظام في هذه التجربـة كانـت في سحب الجذور للرطوبـة من مستويات أعمـق، والحفاظ على رطوبة منطقة الجذور بتقليل النتح وتشجيع إفراز حمض الأبسيسيك ABA.

ووجد El-Sadek (2014) أن إستخدام نظام الري الناقص مع تقنية التجفيف الجزئـي PRD بنسـب ٣٢٪ و٣٠٪ للقمح والذرة على التوالي زاد من إنتاجية الماء بنسب ٧٪ و١٢٪ علـى التوالي، مع ملاحظة نقص في الإنتاجية بنسب ٢٧٪ و١٨٪ على التوالي. وذكـر Sun et al. (2014) أن الجـودة النوعية لثمار الطماطـم كانت أعلى تحت نظام التجفيـف الجزئي مقارنة بنظام الري الناقص. ولاحظ de Lima et al. (2015) أن تطبيـق كلاً من نظامي الري الناقص والتجفيـف الجزئي بنسبة ٥٠٪ من الري الكامل علـى البابـاي في البيوت المحميـة أدى إلى نقص معنوي في الإنتـاج وفي الكتلة الحيوية،

ولكـن عندما تم التطبيق بنسبـة ٣٠٪ في الحقل المكشوف لم يؤد ذلك إلى نقص معنوي في الإنتـاج. وفي دراسـة قام بها Ragab et al. (2015) مـع إستخدام نموذج المحاكاة SALTMED توصـل إلى أن إستراتيجيـة نظام الري الجزئي يوفر من ١٤-٤٤٪ من الماء حسب طريقة الري ونوعية المحصول.

الصورة ١٠: حاجز لفصل انتقال الماء بين ناحيتي الجذور في تجربة التجفيف الجزئي للجذور



الصورة ١١: الري بنظام التجفيف الجزئي للجذور لمحصول الخيار في الحقل المكشوف

الصورة ١٢: الري بنظام التجفيف الجزئي للجذور لمحصول البطاطس في الحقل المكشوف

## ٣.٥ الإنتاجية والماء

إنتاجيـة المحصـول بإستخدام كمية معينـة من الماء أو كفـاءة إستخدام المياه للمحاصيـل هي المحدد الأساسي في إستراتيجية إستخدام برنامج الري الناقص وعليه فـإن إنتاجية الميـاه للمحاصيل يمكن أن تعرف بأنها النسبـة بين كمية المحصول القابل للتسويـق وحجم الماء المستخـدم من قبل النبات لإنتاج ذلـك المحصول. وعادة ما يعبر عـن حجم الماء المستخدم بأنه الماء المضاف إلى الحقل والذي يستهلك جزء منه النبات وجزء يتبخر من التربة بالإضافة إلى الفواقد المختلفة.

وتوصف العلاقة بين الماء والإنتاجية عادة بعلاقة خطية عند إضافة الإحتياجات المائيـة للمحصول (ETc) عند بإستخـدام برنامج الري الناقص، أمـا عند إستخدام المـاء المضاف الكلي فـإن العلاقة تصبح غير خطية أو منحى ضلعـي "curvilinear" والتي يدخل فيها الماء المفقود ومياه الصرف وغيره، عموماً فإن المعادلة التي تصف هذه العلاقة تكون متعددة الحدود بحيث تكون ثنائية أو ثلاثية الحدود.

$$Y = f(x) = a + a1X + a2\,X^2 + a3\,X^3 \qquad (7)$$

حيث أن :

Y = الإنتاجية (كجم/هكتار)

X = الماء المضاف (ملم)

$a, a_1, a_2, a_3$ = ثوابت

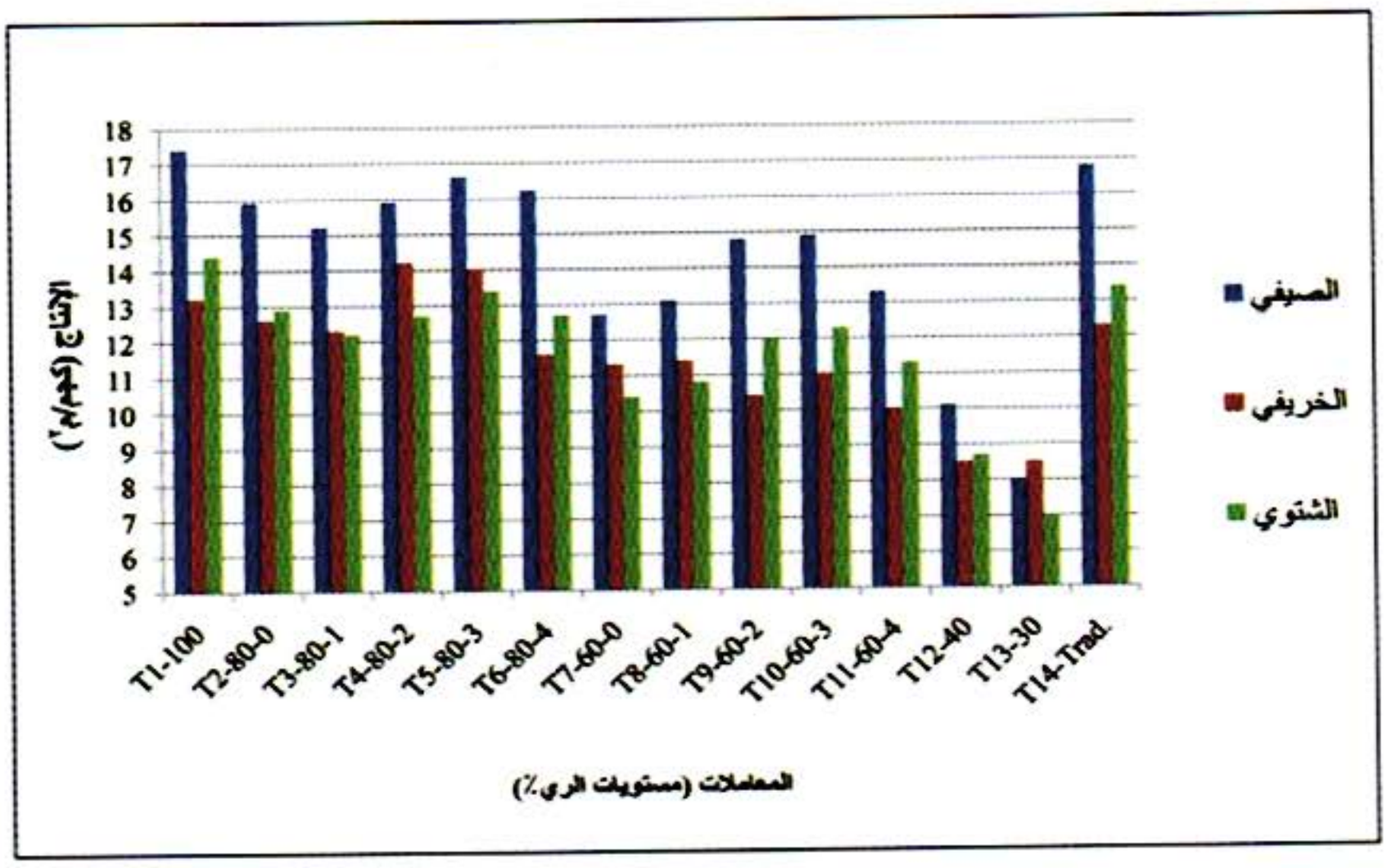
وتختلف معادلة دالة إنتاجية الماء (CWPF) حسب إدارة المزرعة وقدرة المزارع لتطبيـق إضافة المياه المطلوبة ونوع نظام الـري المستخدم ومن الصعوبة تحديد معادلة ثابتـة لمحصول معين وعليه فكثير من الباحثين إستنتجـوا معادلات مختلفة للمحاصيل المختلفة (Cuenca. 1989).

إن إستراتيجيـة إستخدام معادلة دالة إنتاجية المـاء للمحاصيل مهمة جداً في المناطـق الجافـة وشبه الجافة نتيجة لقلة مـورد الماء المستخدم للـري، وتصبح تحديد معادلـة إنتاجية المياه مهمة جداً في تلك المناطق. ومن الطرق المهمة للتعبير عن معادلة دالـة المياه هي إستخدام نسب الإستهـلاك المائي أو ما إصطلح عليه بإستخدام برنامج الري الناقص.

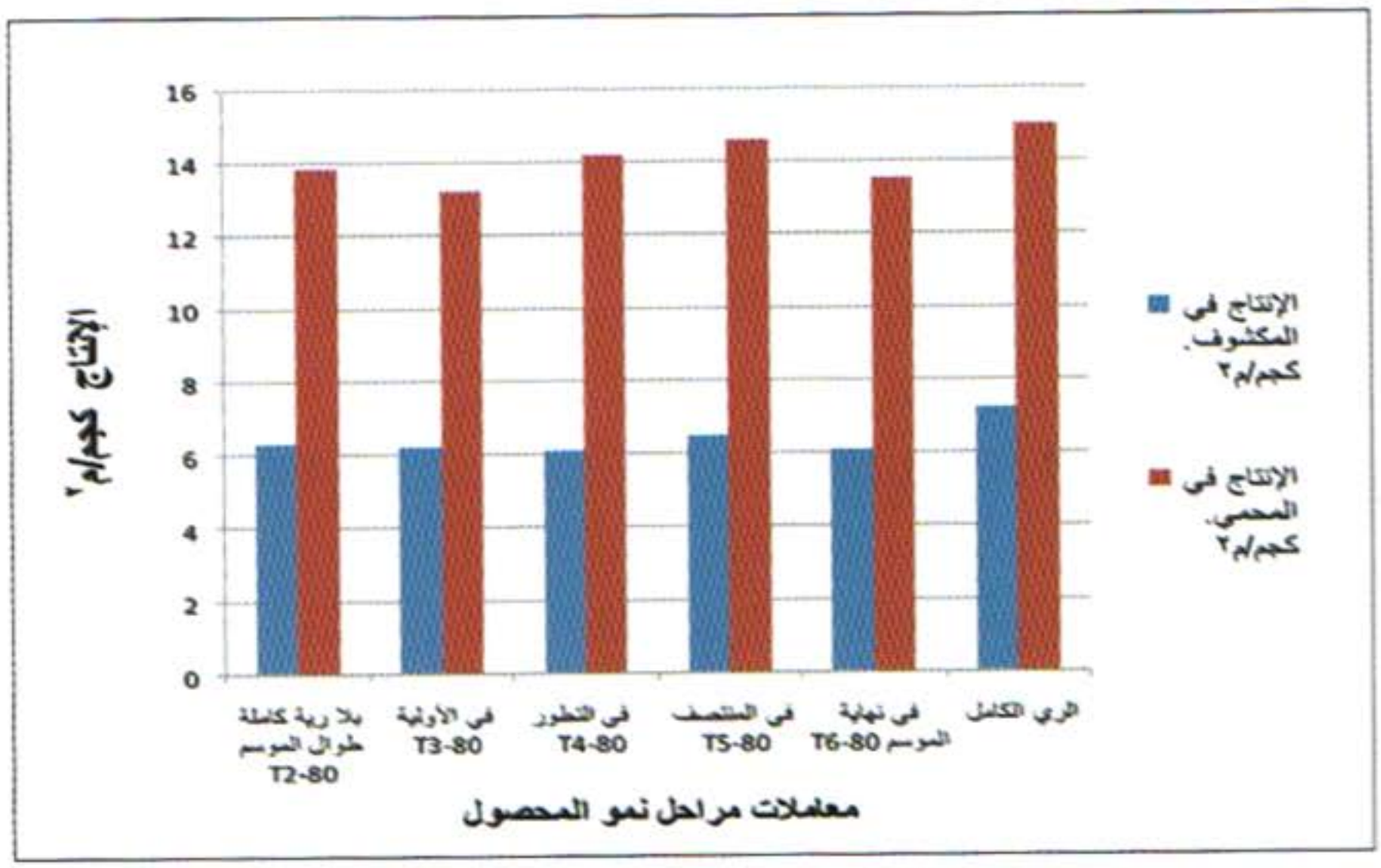
## ٦. تطبيقات الري الناقص والتجفيف الجزئي لمنطقة الجذور

### ٦،١ محصول الخيار

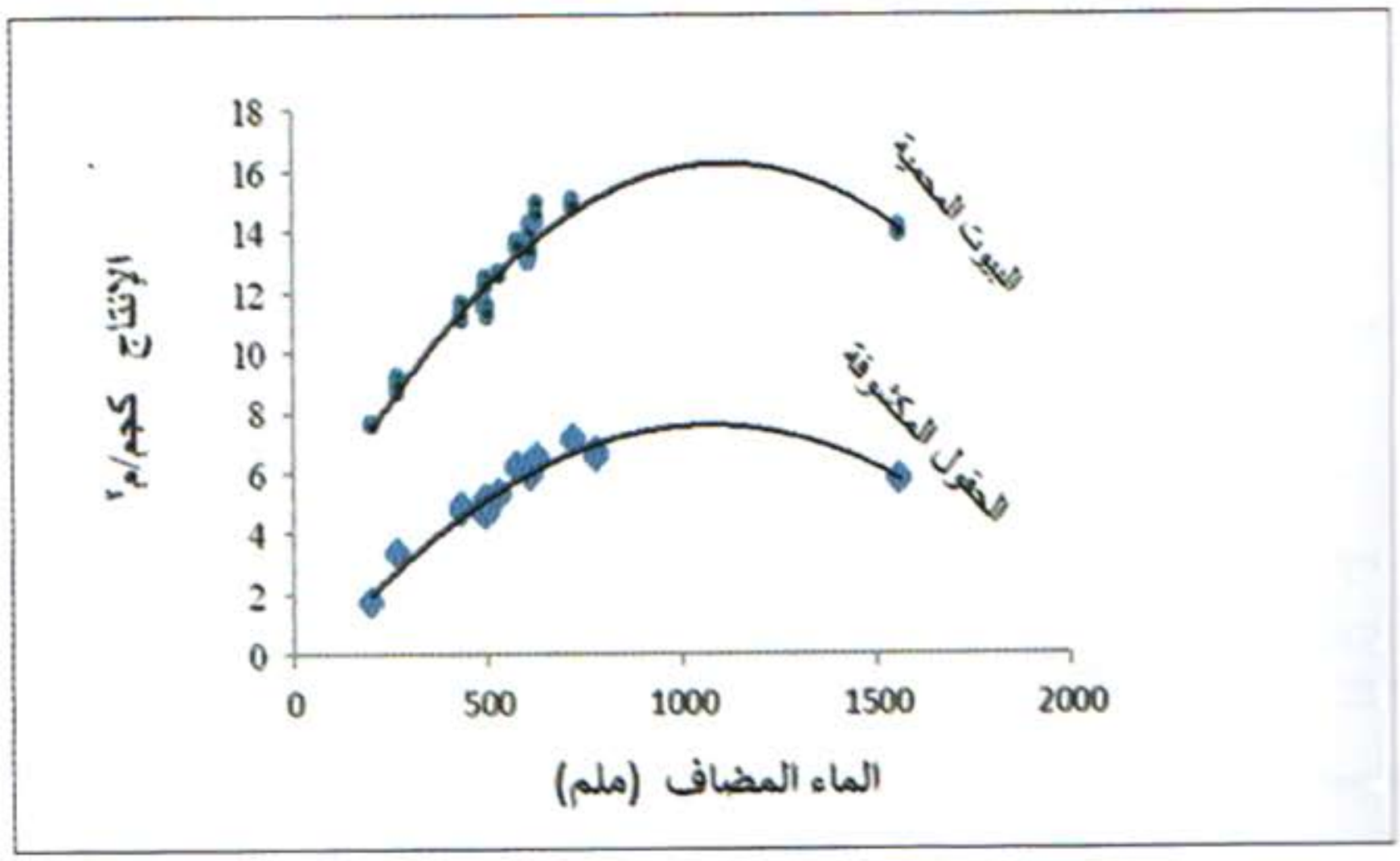
أجريـت هذه التجارب على مـدى عدة سنوات، وبمستويـات مختلفة من مياه الـري. وقد تم تنفيذ التجـارب في الحقول المكشوفة لمحصولي الخيـار والبطاطس كما تم تنفيذهـا داخل البيوت المحمية بالنسبة لمحصول الخيـار. والاشكال (١ -٤) توضح بعض النتائج.



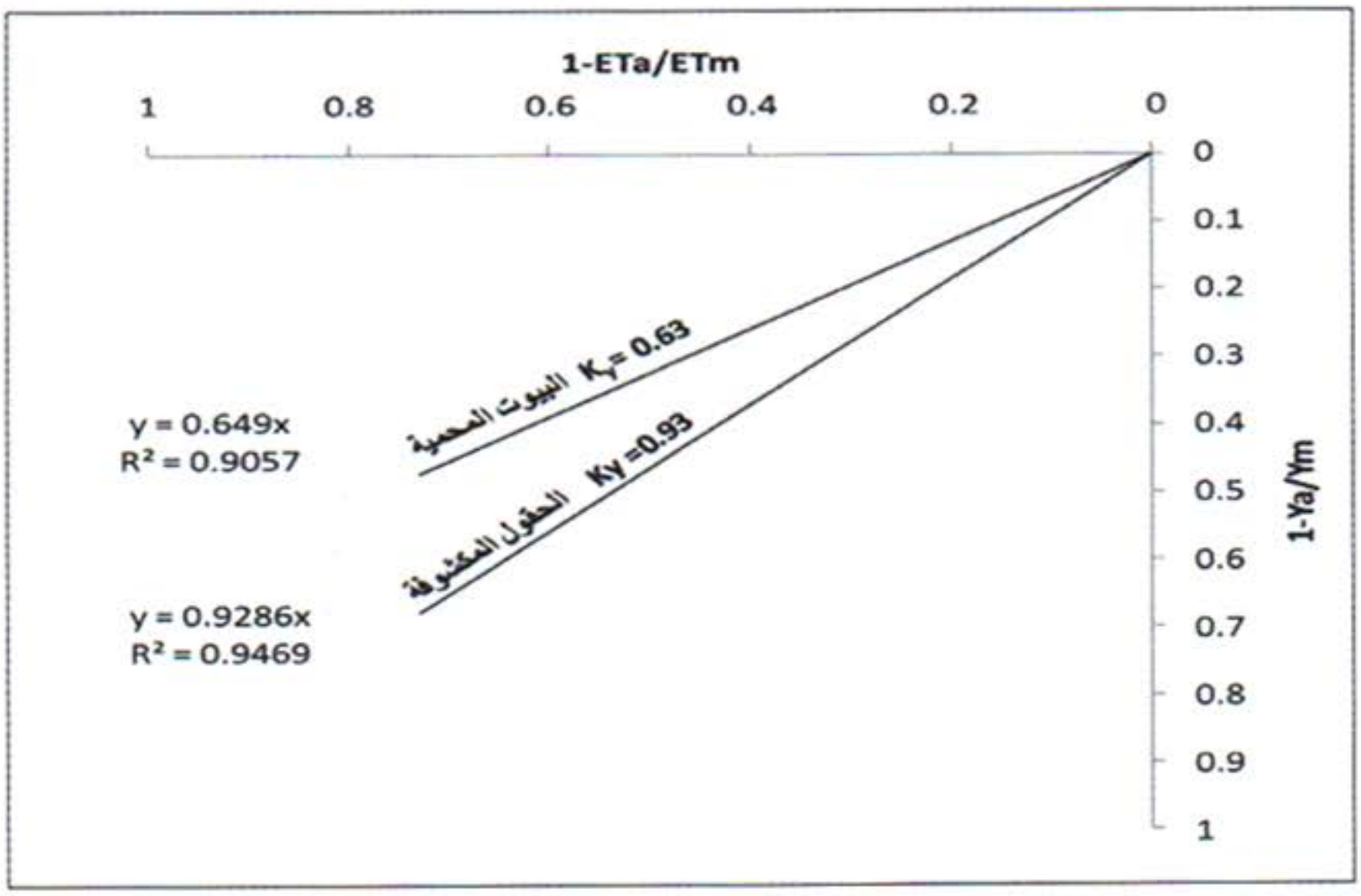

الشكل١: تأثير مستويات الري الناقص على إنتاج الخيار.




الشكل٢: تأثير الري الناقص على إنتاجية الخيار وكفاءة إستخدام الماء في الحقل المكشوف و المحمي.




الشكل٣: دالة إنتاجية الماء بإستخدام الماء المضاف على إنتاج الخيار في الحقل المكشوف




الشكل ٤: عامل استجابة محصول الخيار للري الناقص (Ky)

ويتضح من الاشكال السابقة الآتـــي:

١- نسبــة الري ١٠٠٪ قد أعطت أعلى إنتاجيــة في الموسم بالنسبة لوحدة المساحة، ولكن كفاءة إستخدام المياه وإنتاجية الماء كانت الأعلى مع تقليل نسبة مياه الري حتــى ٤٠٪ من كميات مياه الري المقررة. وعليــه فإن نسبة النقص في الإنتاجية أقل بكثير من نسبة النقص في كميات مياه الري.

٢- زيادة كميات مياه الري في الري التقليدي لا يؤدي إلى زيادة في الإنتاجية ولكن فقط إلى تقليل في كفاءة إستخدام مياه الري

٣- أن أعلــى المعاملات إنتاجية لوحدة المساحة هي معاملة الري بمستوى ١٠٠٪ من الإحتياجات المائية لمحصول الخيار، وهذه النتيجة تتفق مع معظم ما توصل إليه الباحثون في الخيار المحمي؛ (Chartzoulakis. and Drosos. 1999;Blancoand Folegatti. 2003;Maoetal.. 2003;Bonachelaetal.. 2006;AyasandDemirta. 2009) ومع ذلك تظهر هذه النتائج أن حجم الإنتاج المفقود لم يكن بحجم ما تم توفيره من المياه عندما يكون الماء هو العامل المحدد للزراعة.

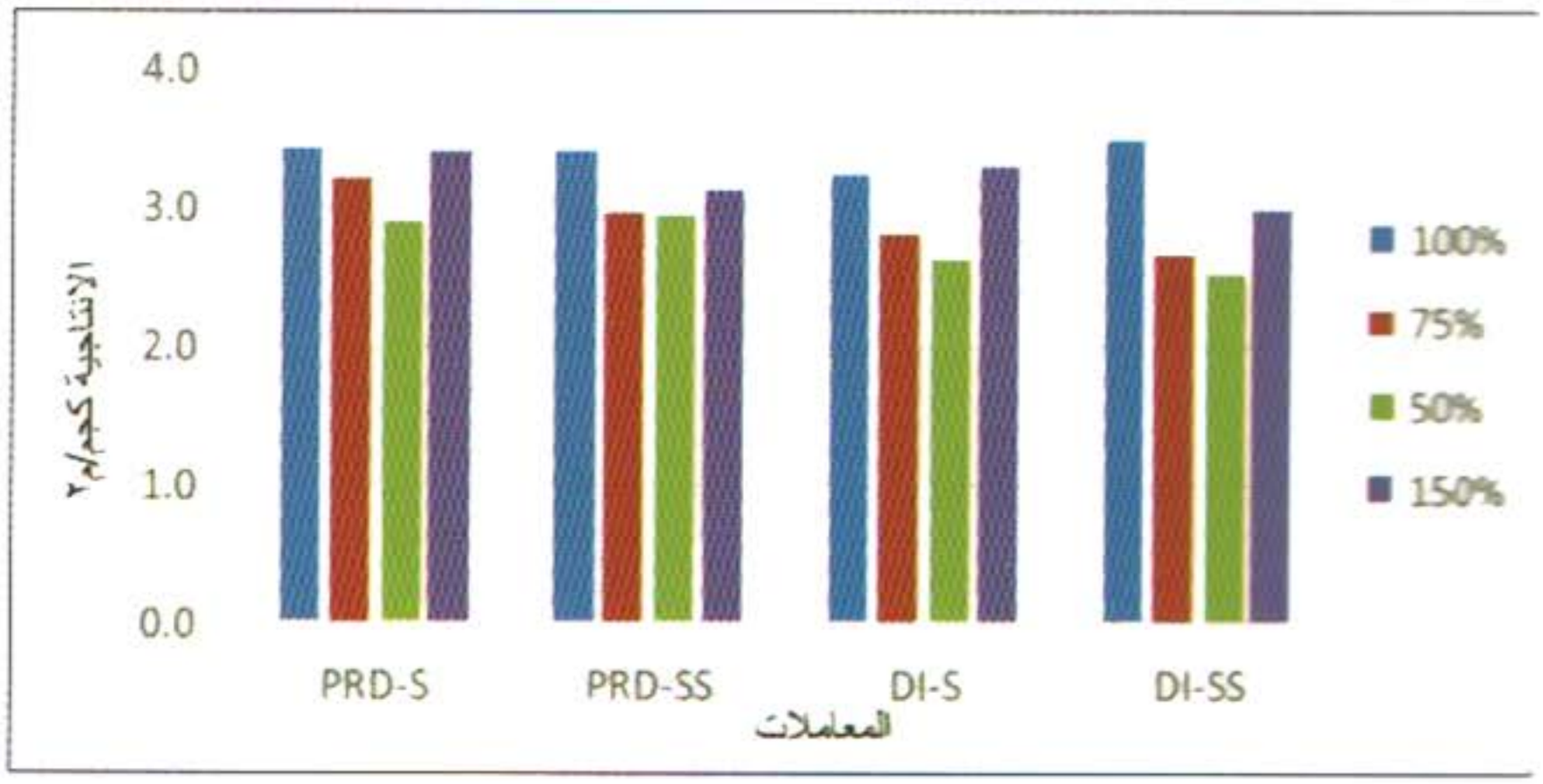
٤- لقــد لوحــظ أن تأثير الري الناقص على مواصفات الثمــار كان إيجابياً في نسبة المــادة الجافة وحلاوة الطعم، ويتناســب ذلك طردياً مع تناقص مستويات الري في كل التجارب، ويتفق ذلك مع ما أورده Ayas and Demirta (2009) للخيار

المحمـــي، وكذلـــك مع مـــا وجـــده Mahajan and Singh (2006) في الطماطم المحمي، وهي نفس النتيجة التي إستخلصها Topcu et al. (2007) في تجربته علـــى الطماطم المكشـــوف، و Chartzoulakis and Drosos (1997) في الفلفل المحمي. كما أنه لا يوجد تأثير ملحوظ لتناقص مستويات الري على حجم الثمار ولا علـــى نسبة الثمـــار القابلة للتسويق حتـــى مستوى ٦٠٪ وإنمـــا فقط على عدد الثمـــار التي يسمح النبات بنموها عليه، وقد حصل على مثل هذه النتائج العديد من الباحثين في مجال الري الناقص في محصول الخيار: (Chartzoulakis and Drosos. 1999; Eliades. 1988) في صفة عدم تأثر الحجم ولكن تأثرت أعداد الثمـــار بعكس الطماطم والفلفل، ومع ذلك فـــأن تخفيض مستوى الري إلى ٤٠٪ أدى إلى زيـــادة في نسبة الثمار غير القابلـــة للتسويق من ٧ , ٩٪ (كمتوسط نسبة لمستويـــات الري ١٠٠ و٨٠ و٦٠٪) إلى ٥ , ١٣٪، ويتفق ذلك مع ما أورده (2009) Ayas and Demirta بأن حجم ثمار الخيار يتأثر بالري الناقص.

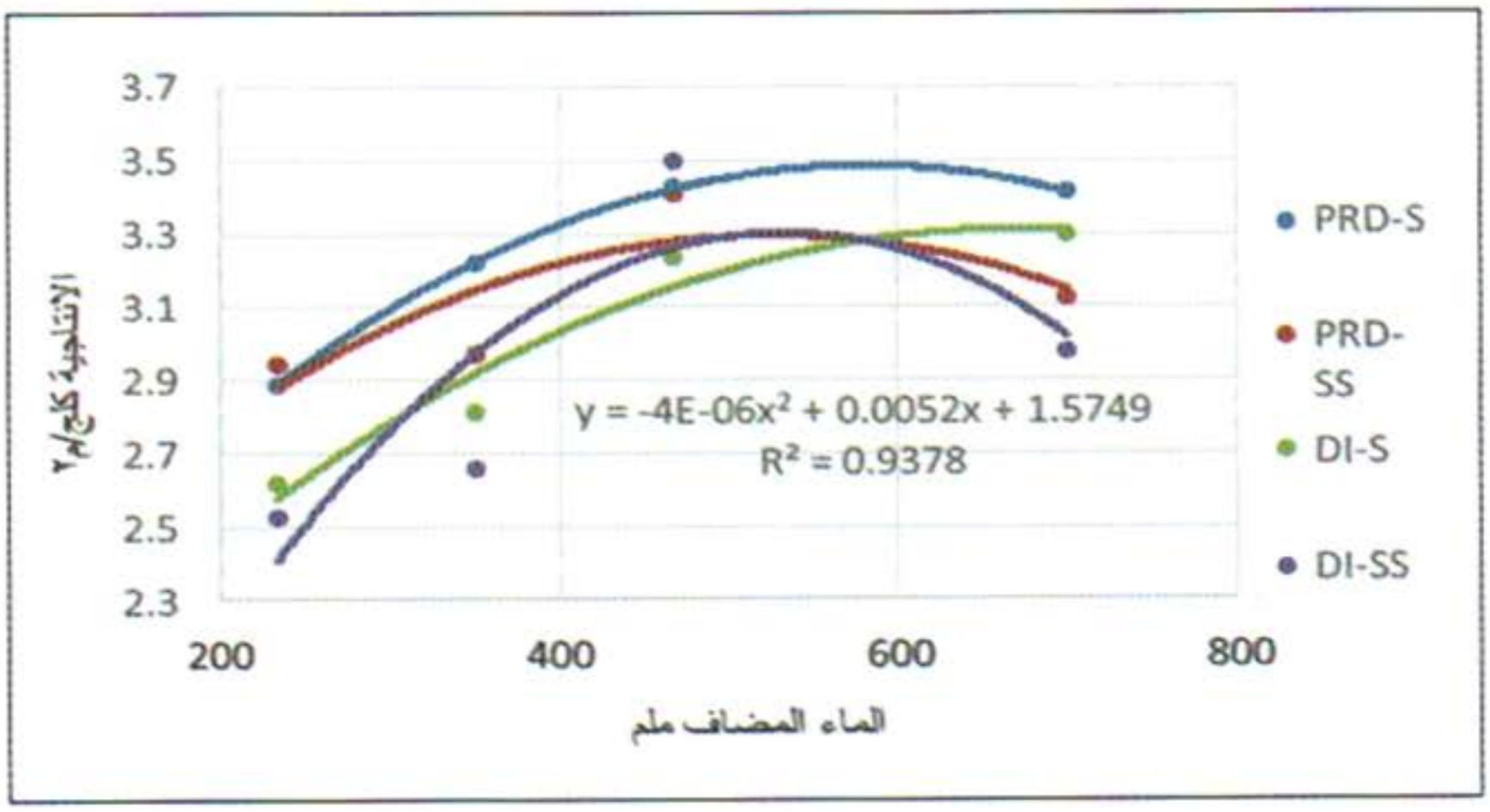
٥- مـــن خلال قـــراءة عامـــل إستجابة المحصـــول (Ky) الخاص بمحصول الخيار نجـــد أنه يمكن تطبيق تقنيـــة الري الناقص على هذا المحصـــول؛ حيث أن قيمة (Ky<1).

## ٢.٦ محصول البطاطس

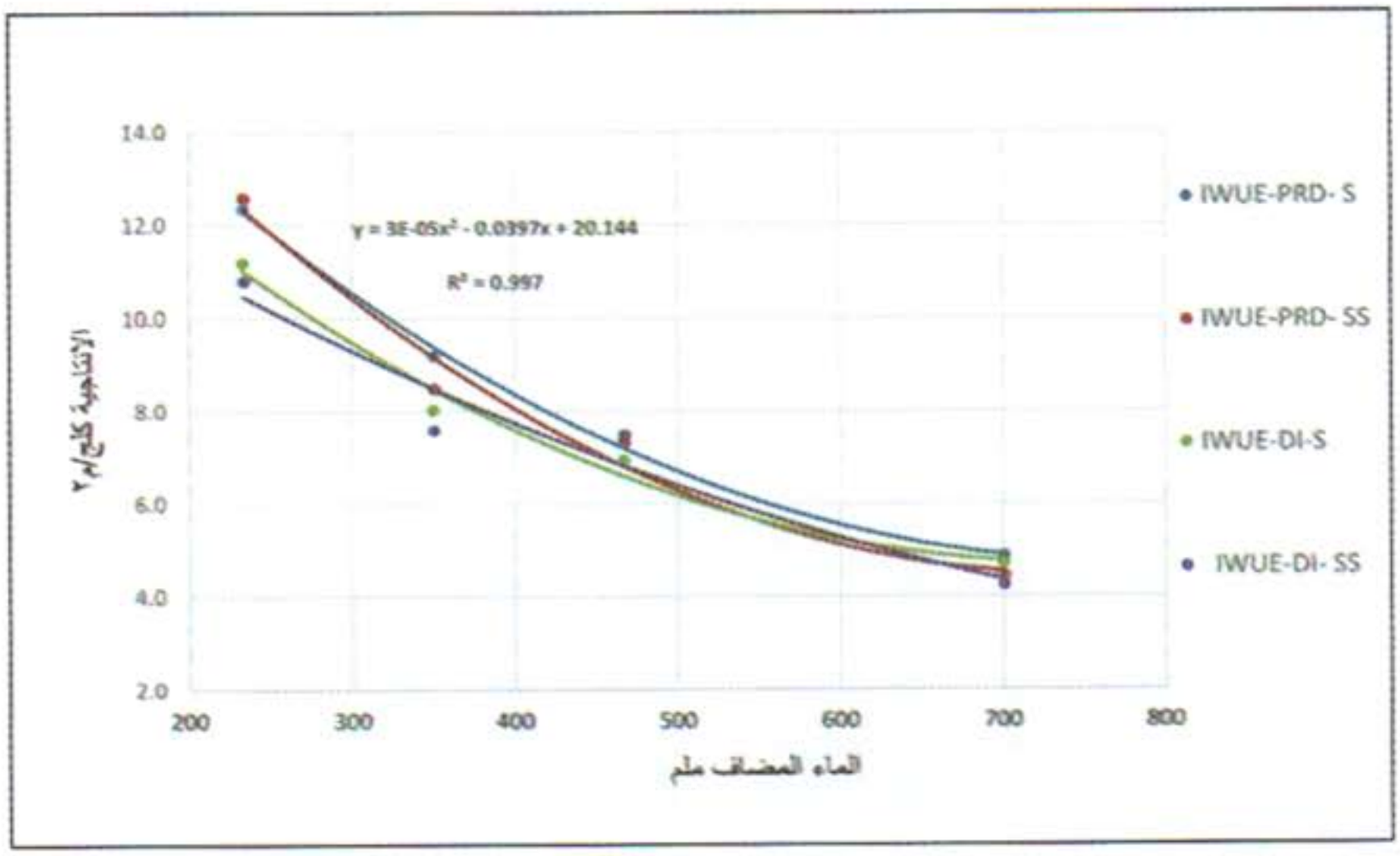
الأشكال (٥ -٧) توضح الإنتاجية لمحصول البطاطس عند مستويات إضافات مختلفة من مياه الري.




شكل : مقارنة تأثير المعاملات المختلفة الري الناقص والتجفيف الجزئي لمنطقة الجذور على إنتاجية البطاطس




الشكل ٦: مقارنة تأثير الري الناقص والتجفيف الجزئي لمنطقة الجذور على دوال إنتاج الماء في محصول البطاطس




الشكل ٧: مقارنة تأثير الري الناقص والتجفيف الجزئي لمنطقة الجذور على كفاءة إستخدام ماء الري في محصول البطاطس

**تبين الاشكال الموضحة أعلاه النقاط التالية:**

- أن تقنيــة التجفيف الجزئي لمنطقة الجذور كانت أكثر كفاءة في إستخدام المياه مــن تقنية الــري الناقص في محصــول البطاطس في مستويات الــري الأقل من ١٠٠٪.
- لم تتغــير إنتاجيــة المحصول بزيادة كميــات مياه الري بتقنيتــي الري الناقص والتجفيف الجزئي بنظام الري بالتنقيط العادي، بل إنعكس سلبا على الإنتاجية تحت نظام الري تحت السطحي.
- إن نسبــة الانخفاضــ في محصول البطاطس أقل بكثير مــن نسبة التخفيض في مياه الري عند إستخدام تقنية التجفيف الجزئي لمنطقة الجذور حيث كانت: ٦٪ و١٦٪ بالري السطحي و١٣٪ و١٤٪ بالري تحت السطحي للمعاملات ٧٥٪ و٥٠٪ من البخر-نتح المحصولي الأقصى على التوالي.

## ٧. الأهمية الاقتصادية لتطبيق برنامج الري الناقص في الخيار والتجفيف الجزئي لمنطقة الجذور للبطاطس

الفوائــد الإقتصاديــة لتطبيــق برنامــج الــري الناقص في الخيــار والتجفيف الجزئــي لمنطقة الجذور في البطاطــس لا تقتصر على ترشيد ميــاه الري وحسب ولكن على عدة أوجه منها:

١- المحافظة على خصوبة التربة، وذلك لزيادة الإنتاجية عند إستخدام برامج الري الناقصــ والتجفيف الجزئي للجذور مقارنــة بالري التقليدي، وبالتالي تم تقليل كميــات المياه المستخدمة للري في الحقول المكشوفة والبيوت المحمية. وتبعا لذلك قلت أعراض نقص العناصر التي كانت تظهر في النباتات، حيث أن التسميد يتم عادة حسب الملاحظات الميدانية.

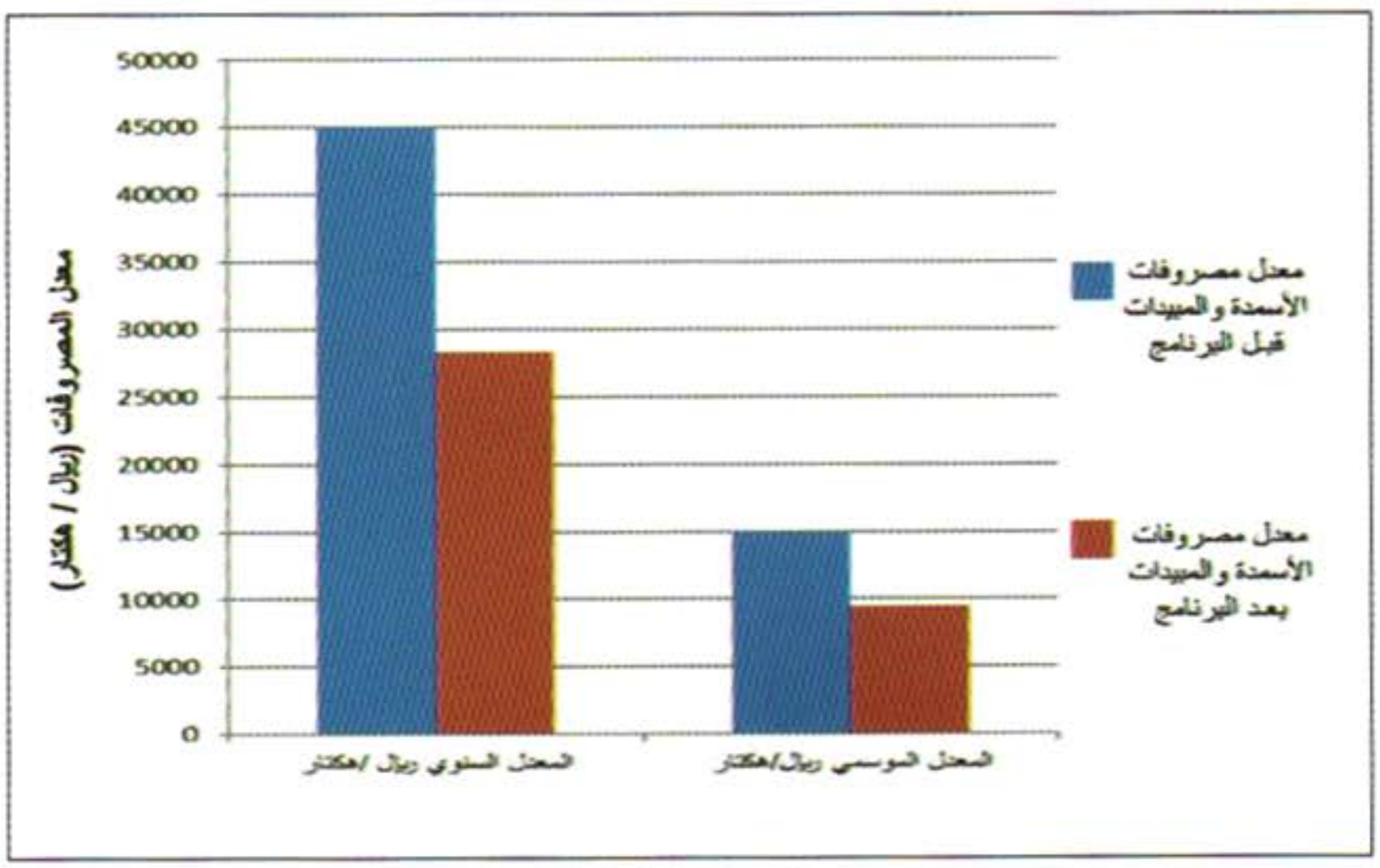
٢- حمايــة المحاصيل، حيث قلت الرطوبة الأرضية داخــل وبين الخطوط في البيوت المحميــة ومعها قلت أمراض الذبول وتعفن الجذور التي كانت من أهم الأمراض التي تسبب خسائر في المحصول، كما إختفى البياض الزغبي من البيوت المحمية كأهم مرض للخيار المحمي.

٣- توفـير حوالي ٤٠٪ من الأسمدة والمبيدات، وإنخفاض نصيب وحدة المساحة من مصروفـات الأسمـدة والمبيدات مـن حـوالي ١٥,٠٠٠ ريال/هكتار/موسم إلى ٩,٠٠٠ ريال/هكتار/موسـم، وتبعـا لذلـك تم توفير ما يقـارب ١٣٥،٠٠٠ ريال سنويا من ميزانية مصروفات إنتاج المحصول في المزرعة لمساحة تقارب ٦ هكتار من البيوت المحمية (الشكل رقم٨).

٤- توفـير ٥٠٪ من الحد الأقصى المتوقع من مياه محصول الخيار بإستخدام تقنية الري الناقص في نظام الري تحت السطحي في البيوت المحمية، وهو ما يُمكّن من مضاعفة المساحة المزروعة ومن ثم مضاعفة الأرباح.

٥- مضاعفة كفاءة إستخدام المياه في ري البطاطس بنظام التجفيف الجزئي لمنطقة الجذور بتقليل التسميد الفسفوري والنيتروجيني.

٦- نسبـة الإنخفاض في محصول البطاطـس أقل بكثير من نسبة التخفيض في مياه الـري عند إستخدام تقنيـة التجفيف الجزئي لمنطقة الجـذور، حيث لم تتجأوز ١٦٪ عند مستوى الري ٥٠٪ من البخر-نتح الأقصى مما يعني إمكانية مضاعفة المساحة المزروعة بنفس كميات مياه الري مع نقص طفيف في المحصول.




الشكل ٨: التوفير في الأسمدة والمبيدات الناتج من تطبيق برنامج الري الناقص

## ٨. الخلاصة

تعتمد المملكة في مياهها المخصصة للزراعة والتي تمثل أكثر من ٨٥٪ من الإستهلاك الكلي للمياه، على المياه الجوفية بصورة اساسية، والتي تعود إلى آلاف السنين وهي في معظمها مياه غير متجددة. إلا إن الإزدياد المستمر في إستهلاك المياه للزراعة يدق ناقوس الخطر على مستقبل المياه في المملكة، فالمكونات المائية الجوفية في تناقص مستمر نظراً للإستهلاك العالي في القطاعات الزراعية والصناعية والإستخدامات المنزلية. ونتيجة لذلك، فقد إهتمت كثير من قطاعات الدولة بالمياه وترشيدها وخصوصاً القطاع الزراعي الذي يستحوذ على الجزء الأكبر من الإستهلاك المائي. وهنالك عدة وسائل وطرق لترشيد مياه الري. إن من أبرز وسائل ترشيد إستخدام مياه الري هي رفع كفاءة نظم الري المستخدمة مثل نظام الري بالرش أو التنابيع وإستخدام أجهزة قياس الرطوبة في التربة لتحديد مواعيد الري. ومن العوامل المهمة في تحسين الخواص الطبيعية للتربة من خلال أساليب متعددة لإبقاء الماء في التربة وتقليل تبخره أو فقده إلى طبقات بعيدة عن منطقة الجذور، فقد تضاف بعض المواد الطبيعية أو الصناعية أو بقايا النباتات أو الحمأة. ومن الوسائل المتبعة ايضا لزيادة كفاءة ترشيد مياه الري هو إستخدام المحسنات الصناعية والطبيعية لتحسين خواص الترب الرملية.

ومن الوسائل الحديثة المتبعة لزيادة كفاءة ترشيد مياه الري هو إستخدام برامج الري الناقص والتجفيف الجزئي للجذور في المحاصيل حيث تمتاز هذه البرامج بالمقدرة على تطبيقها في كثير من النباتات دون إنخفاض في الإنتاج. ولقد إستخدمت هذه البرامج في كثير من دول العالم للمحافظة على الماء والترشيد في إستخدامات مياه الري.

## ٩. التوصيات

ترشيد مياه الري وإدارته يعتمد بداية على المعرفة الصحيحة للإحتياجات المائية للمحاصيل وهي الأساس في عملية الترشيد، بالإضافة الى وجود بعض المجسات لقياس رطوبة التربة. فالإحتياجات المائية الدقيقة بإحدى الطرق هي المدخل في ترشيد مياه الري بتطبيق برامج وتقنيات ترشيد المياه مثل الري الناقص والتجفيف الجزئي للجذور. إن تطبيق برامج الري المرشدة للمياه والتخلي عن طرق الري التقليدية يؤدي بالتأكيد الى المحافظة على مصادر المياه والإستفادة منها في زيادة المساحة المزروعة.

ومن الناحية الاقتصادية، فإن توفير المياه يؤدي إلى تقليل من إستخدام المبيدات والأسمدة الكيمائية نتيجة إنخفاض كمية المياه المستخدمة في الري، مما يؤدي الى تقليل تكاليف الإنتاج وزيادة دخل المزارعين.

## ٦. المراجع

### ٦.١ المراجع العربية:


العمران، عبد رب الرسول موسى. ١٤٢٩هـ. الإحتياجات المائية للري والترشيد. النشر العلمي. جامعة الملك سعود. الرياض.

العمود، أحمد. ١٤٢٠هـ. الترشيد الأمثل للمياه لأغراض الزراعة، نشرة إرشادية، مركز الإرشاد الزراعي، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، ٣٠ صفحة.

العمري، حسين محمد، فوزي سعيد محمد، عبد رب الرسول العمران وعبد الرحمن العذبة. ١٤٢٣هـ. تطوير نموذج لتقدير الإحتياجات المائية لترشيد مياه الري في المملكة العربية السعودية. التقرير النهائي-مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية-ات-١٨-٦٣

فوكي، إبراهيم إدريس، ١٤٣١هـ. تأثير الري الناقص على إنتاجية الخيار بالبيوت المحمية والحقل المكشوف في محافظة ثادق بمنطقة الرياض. رسالة الماجستير -منشورة - جامعة الملك سعود. الرياض.

هيئة الإحصاء العامة ، ٢٠١٥ م. النتائج التفصيلية للتعداد الزراعي، الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة البيئة والمياه والزراعة. ٢٠١٦م . التقرير السنوي، الرياض — المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة. ١٤٢٩هـ. كتاب الاحصاء السنوي، ادارة الاحصاء- الرياض- المملكة العربية السعودية.

## ١٠، ٢ المراجع الإنجليزية:


Al-Omran A.. S. Al-Damry. M. Nadeem. A. El-Eter. 2009. Effect of Irrigation Regime and Emitter Depth on Yield and Water Use for Tomato. J. King Saud Univ.. Agric. Sci. 21 (2): 43-54.

Al-Omran. A. M.. F. S. Mohammad. H. M. Alghobari. A. A. Alazba. 2004. Determination of evapotranspiration of tomato and squash using lysimeters in central Saudi Arabia. International Agricultural Engineering Journal. 13(1&2): 27-36.

Al-Omran. A. M.. I. I. Louki1. A. A. Aly. M. E. Nadeem. 2013. Impact of Deficit Irrigation on Soil Salinity and Cucumber Yield under Greenhouse Condition in an Arid Environment. J. Agr. Sci. Tech. 15: 1247-1259.

Al-Omran. A.M.. I. I. Louki. A. A. Aly. A.R. Al-Harbi. M.E. Nadeem. 2012. Cucumber yield response to deficit irrigation at open field experiments on Riyadh. Saudi Arabia. Egyption Journal of Soil Science. 52(3): 403-415.

Auer. C.A.1996. Cytokinin inhibition of Arabidopsis root growth: an examination of genotype. cytokinin activity and N6-benzyladenine metobolism. Journal of Plant Growth Regulation. 154: 201–206.

Ayas. S. . C. Demirta .2009. Deficit irrigation effects on cucumber (CucumissativusL. Maraton) yield in unheated greenhouse condition. International Journal of Food. Agriculture and Environment. 7 (3&4): 645-649.

Ayers. R.S.. D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper 29 (rev.1). FAO. Rome.

Blanco.F. F.. M. V. Folegatti .2003. Evapotranspiration and crop coefficient of cucumber in greenhouse. RevistaBrasileira de EngenhariaAgrícola e Ambiental. 7(2): 285-291.

Bonachela. S.. A. González. M. Fernández. 2006. Irrigation scheduling of plastic greenhouse vegetable crops based on historical weather data. Irrigation Science. 25: 53-62.

Chartzoulakis. K.. N. Drosos. 1999. Irrigation Requirements of Greenhouse Vegetables in Crete. CIHEAM-Options Mediterraneennes. 31: 215-221

Chartzoulakis. K.. N. Drosos. 1997. Water requirements of greenhouse grown pepper under drip irrigation. Acta Hort. (ISHS) . Acta Horticulturae 449:175–180.

Cuenca. R.H. 1989. Irrigation system design: An engineering approach. Prentice Hall. Inc.. Englewood Cliffs. New Jersy. USA.

de Lima. R.S.. F. A. de Assis Figueiredo. A. O. Martins. B. C. da Silva de Deus T. M. Ferraz. M. de Menezes de Assis. E. F. de Sousa. D. M. Glenn E Camposstrini. 2015. Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance. growth. photosynthetic capacity. and water-use efficiency of papaya. Scientia Horticulturae 183(1) :13–22.

Dry P. R.. B.R. Loveys. H. Düring. 2000. Partial drying of the root-zone of grape: Changes in the pattern of root development. Vitis. 39: 9–12

Eliades. G. 1988. Irrigation of greenhouse-grown cucumbers. Journal of Horticultural Science. 63(2): 235-239.

El-Sadek. A. 2014. Water use Optimisation Based on the Concept of Partial Rootzone Drying. Ain Shams Engineering Journal. 5(1): 55–62

Kang S.Z.. Z.J. Li. X.T. Hu. P. Jerie P.. L. Zhang. 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. Sci. Hort. 89: 257–267.

Kirda. C. 2000. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. In Deficit irrigation practices. C. Kirda. P. Moutonnet. C. Hera and D.R. Nielsen (eds). Water Report #22 FAO. Rome.

Loveys. B.R.1984. Abscisic acid transport and metabolism in grapevine (Vitis vinifera L.). New Phytologist. 98: 575–582.

Loveys. B.R.1991. What use is a knowledge of ABA physiology for crop improvement? In: Environmental plant biology. Physiology and biochemistry of Abscisic acid. Oxford: Bios Scientific Publishers. 245–259.

Mahajan. G.. K.G. Singh. 2006. Response of Greenhouse tomato to irrigation and fertigation agriculture water management. 84: 202 – 206.

Mao. X.. M. X. Wang; C. Liu. Z. Hou and J. Shi. 2003. Effects of deficit irrigation on yield and water use of greenhouse grown cucumber in the North China Plain. Agricultural Water Management. 61 (3): 219-228.

Medford J.I. R. Horgan. Z. El Sawi. H.J. Klee .1989. Alteration of endogenous cytokinin in transgenic plants using a chimeric isopentenyl transferase gene. The Plant Cell.1: 403–413.

Posadas A.. R. Guliver. M. Miguel. M. Víctor. Q. Roberto. 2008. Partial root-zone drying: An alternative irrigation management to improve the water use efficiency of potato crops. International Potato Center (CIP). Communication and Public Awareness Department (CPAD) Lima. Peru.

Ragab. R. . A. Battilani. G. Matovic. R. Stikic. G. Psarras and K. Chartzoulakis. 2015. SALTMED Model as an Integrated Management Tool for Water. Crop. Soil and N-Fertilizer Water Management Strategies and Productivity: Field and Simulation Study. Irrigation and Drain. 64: 13–28.

Romero. P.. I. C. Dodd. A. Martinez-Cutillas. 2012. Contrasting physiological effects of partial root zone drying. J Exp Bot. 63(11): 4071–4083.

Stoll. M.. B. Loveys. P. Dry .2000. Hormonal changes induced by partial root zone drying of irrigated grapevine. Oxford Journals Life Sciences Journal of Experimental Botany. 51(3):1627-1634.

Sun. Yanqi;P. E. Holm. F. Liu. 2014. Alternate partial root-zone drying irrigation

improves fruit quality in tomatoes. Journal of Horticultural Science. 41(4): 185-191.

Topcu. S.. C. Kirda. Y. Dasgan. H. Kaman. M. Cetin. A. Yazici and M.A. Bacon. 2007. Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. European Journal of Agronomy. 26: 64–70.

Xie K. W.. X.Xue. R. Zhang. X. Gong. S. Zhang. V. Mares. C. Gavilán. A. Posadas. R. Quiroz. 2012. Partialroot-zonedryingirrigationandwater utilization efficiency by the potato crop in semi-arid regions in China. Scientia Horticulturae. 134(1): 20-25.

Zhang. H.. T. Oweis. 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. Agricultural Water Management. 38: 195–211.

## شكر وتقدير

يتقدم المؤلفان بجزيل الشكر والتقدير للجمعية السعودية للعلوم الزراعية ممثلة بهيئة تحرير سلسلة الإصدارات العلمية على موافقتها نشر هذا الإصدار ضمن سلسلة إصداراتها العلمية.

جميع ما يحتويه هذا الإصدار يعد مسؤولية المؤلفين

## سلسلة الإصدارات العلمية للجمعية السعودية للعلوم الزراعية

١ حفظ الأصول الوراثية النباتية في المملكة العربية السعودية: الوقع والتطلعات أ.د عبدالله بن عبدالرحمن السعدون

٢ استخدامات وسلامة تقنية تشعيع الأغذية أ.د حمزة بن محمد أبوطربوش

٣ الشعير واستخداماته في التغذية أ.د سعيد بن محمد باسماعيل

٤ الأمراض التي ينقلها البعوض د.عزام بن محمد الأحمد

٥ استغلال الطاقة الشمسية في مكافحة النيماتودا و أمراض التربة أ.د أحمد بن سعد الحازمي، د. فهد بن عبدالله اليحيى، د. أحمد عبدالسميع، د. عمرو الشربيني

٦ الجمعيات التعاونية ودورها في التنمية الزراعية أ.د. محمد بن سليمان السكران

٧ جودة التربة أ.د. عبدالعزيز سعد شتا

٨ مقدمة عن الزراعة العضوية د. خالد بن ناصر الرضيمان، د. محمد زكي الشناوي

٩ أهمية الحجر الزراعي ودوره في حماية القطاع الزراعي بالمملكة العربية السعوديةد. فهد بن عبدالله اليحيى، أ.د. إبراهيم بن محمد الشهوان

١٠ تغذية الإبل أ.د. سعيد باسماعيل

١١ أنظمة التحكم في بيئة البيوت المحمية د. إبراهيم بن محمد الهلال

١٢ الرواسب الطبيعية بالمملكة العربية السعودية للزراعة العضوية في الترب الرملية د. عبد العزيز الشتا، د.عبد رب الرسول العمران، د. عبد الرزاق فلاته، د. عبد العزيز الحربي

١٣ الطرق التطبيقية في رفع كفاءة و ترشيد استخدام مياه الري والصرف د. عبد رب الرسول العمران

١٤ النيماتودا الممرضة للحشرات أ.د. أحمد بن سعد الحازمي

١٥ أشجار الحمضيات زراعتها ورعايتها د. سعيد سعد سليمان، أ. عبد الله ناصر الباهلي

١٦ نيماتودا الأشجار المثمرة في المملكة العربية السعودية د. فهد بن عبد الله اليحيى

١٧ الاستثمار الزراعي الخارجي أ.د. سفر بن حسين القحطاني

١٨ الأشجار الخشبية المثبتة للنيتروجين أ.د. إبراهيم محمد عارف، د. نادر دسوقي عبد الحميد

١٩ المياه الرمادية بمدينة الرياض (معالجتها وصلاحيتها للري) أ.د. عبد رب الرسول موسى العمران، د. محمد بن إبراهيم الوابل

٢٠ تقنيات ما بعد الحصاد للمحاصيل البستانية أ.د.عبدالله بن عبدالرحمن السعدون، أ.د.عبدالله بن محمد الحمدان

٢١ تربية النحل بالمملكة العربية السعودية: واقع وتطلعات د.عبدالعزيز بن سعد القرني

٢٢ التقنية الحديثة في ترقيم وتتبع الثروة الحيوانية د.المعز بن عبدالكريم العيادي، د. رياض بن صالح الجمعة

٢٣ المخلفات النباتية الزراعية واستخداماتها في الصناعات الخشبية في المملكة العربية السعودية د. رمضان عبدالسيد ناصر، إبراهيم بن محمد عارف، د. محمد عبدالعال محمد.

٢٤برنامج الري الناقص لترشيد الماء " محصول الخيار" أ.د. عبد رب الرسول موسى العمران، أ. إبراهيم إدريس لوكي

٢٥ الإضافات الغذائية في علائق حيوانات المزرعة أ.د.سعيد بن محمد باسماعيل، أ.د. أحمد محمد الوزيري

٢٦ تكاثر نخيل البلح د. راشد بن سلطان العبيد، أ.د. سعيد سعد سليمان

٢٧ النباتات العطرية : وتوظيفها في تنسيق المواقع والحدائق" أ.د. فهد بن عبدالعزيز المانع، د. يحيى أحمد علي أحمد

٢٨ الأجناس النيماتودية المصاحبة لنباتات الزينة بالمملكة العربية السعودية وطرق إدارتها أ.د. أحمد عبدالسميع دوابة، أ.د. فهد بن عبدالله اليحيى

٢٩ ظواهر فسيولوجية في نخيل التمر أ.د. سعيد سعد سليمان ، د. راشد بن سلطان العبيد، م. عبدالله بن ناصر الباهلي.

٣٠ تقنيات تخفيف الآثار السلبية للإجهاد الحراري على الاداء الإنتاجي لماشية اللبن أ.د. أحمد بن إبراهيم الحيدري، أ.د. علي بسيوني علي عقاب، د.خالد بن الوليد أحمد عبدون، أ. عماد محمد سمارة.

٣١ الزراعة العضوية للمحاصيل البستانية : ( نحو زراعة مستدامة) د. هشام عبدالرزاق صالح، أ.د. عبدالله بن عبدالرحمن السعدون

٣٢ زراعة ورعاية أشجار البن في المملكة العربية السعودية أ.د. سعيد سعد سليمان ، د. راشد بن سلطان العبيد ، أ.د. فهد بن عبدالله اليحيى

٣٣ ري المحاصيل الزراعية بين الأهمية والترشيد ( القمح أنموذجا) أ.د. علي بن عبدالله الدرفاسي

٣٤ تقنية الموجات فوق الصوتية لفحص ضرع الحيوانات الحلوب د. المعز بن عبد الحكيم العيادي