تأثير الري الناقص على إنتاجية البطاطس وكفاءة مياه الري بالتنقيط و بالخطوط

سليمان قوسي سحاري[١] عمر أحمد بامقاء[٢] علي عبد الكريم الجنداري[٣]

الملخص

يعد محصول البطاطس من أهم محاصيل الخضروات المروية في اليمن والذي يستهلك كميات كبيرة من مياه الري لأسباب تعود في الغالب إلى استخدام أنظمة الري السطحي التقليدية منخفضة الكفاءة. يهدف هذا البحث إلى تحسين كفاءة استخدام المياه في إنتاج البطاطس وذلك عبر تطبيق ممارسة الري الناقص في ري النبات عند استخدام طريقة الري بالتنقيط وطريقة الري بالخطوط. تم تنفيذ البحث في مزرعة كلية الزراعة – جامعة صنعاء في تربة مزيجية طينية، وتم اختبار نظام الري بالتنقيط السطحي ومقارنة هذا النظام مع نظام الري بالخطوط ، وذلك عند مستويات مختلفة من كميات مياه الري المضافة وهي مستوى 100% (ري كامل) ومستويان للري الناقص وهما 80 % و 60 % من الاحتياجات المائية للنبات. وصلت إنتاجية البطاطس في حالة نظام الري بالتنقيط 24.9 طن / هـ و 17.5 طن / هـ عند مستويات الري 100 % ، 60 % على الترتيب ، بينما كانت الإنتاجية في حالة نظام الري بالخطوط 21.2 طن / هـ و 15.3 طن / هـ عند مستويات الري 100 % ، 60 % على الترتيب. ووجد أن متوسط الإنتاجية لنظام الري بالتنقيط تزيد بنسبة 15 % مقارنة بنظام الري السطحي بالخطوط. بينت النتائج زيادة خطية في كفاءة استخدام المياه مع تناقص مستويات الري حيث كانت الكفاءة 6.2 كج / م^3 عند الري الكامل، ووصلت 7.3 كج / م^3 عند مستوى الري 60 % في حالة نظام الري بالتنقيط. ولكن كفاءة استخدام المياه كانت متدنية في حالة نظام الري بالخطوط مقارنة مع نظام الري بالتنقيط حيث وصلت 3.4 كج / م^3 و 4.1 كج / م^3 عند مستويات الري 100 % ، 60 % على الترتيب.

الكلمات المفتاحية : *البطاطس، الاحتياجات المائية، كفاءة استخدام المياه، الري الناقص، الري بالتنقيط، الري السطحي.*

المقدمة

تتميز الجمهورية اليمنية، كغيرها من البلدان الواقعة في نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة، بمحدودية مصادر المياه. وتعتبر الأمطار المصدر الوحيد للمياه المتجددة السطحية والجوفية في اليمن، وتغطي المياه المتجددة ثلثي استخدامات المياه فقط، ويتم تغطية العجز، والذي يفوق المليار متر مكعب في السنة، من مخزون المياه الجوفية الأمر الذي يؤدي إلى هبوط مستمر في مناسيب المياه الجوفية في مختلف أحواض البلد. وتتفاقم مشكلة شحه المياه في اليمن من سنة إلى أخرى بسبب عوامل التغير المناخي،

١- أستاذ مساعد، قسم الهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة صنعاء
sssehari@yahoo.com

٢- أستاذ مشارك، قسم الهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة صنعاء
oabamaga1@yahoo.com

٣- باحث، الهيئة العامة للبحوث الزراعية- ثمار
aljundary@yahoo.com

والزيادة المستمرة في إعداد السكان والتوسع في إنتاج بعض المحاصيل المروية وعوامل أخرى تتعلق بإدارة موارد واستخدامات المياه ومنها تدني كفاءة الري. يعد محصول البطاطس(احد أهم محاصيل الخضر في اليمن) بإنتاج سنوي يصل إلى 249005 طن، ومساحة كلية 19343 هكتار (إحصاء زراعي 2007 م). وتصل مساهمة البطاطس 25 % من الإنتاج الكلي للخضر في اليمن ، وتتوزع زراعته في مختلف المناطق وخاصة المرتفعات الوسطى والشمالية والتي تستحوذ بنسبة 20 % من المساحة المزروعة (إحصاء زراعي2007 م). ونظرا للتوسع الزراعي المستمر في محاصيل الخضروات فإن هناك حاجة للبحث والتطوير في تقنيات الري لتوفير المياه وتحسين كفاءة استخدامها وذلك عبر ادخال أنظمة الري الموضعي، وخاصة نظام الري بالتنقيط وتطبيق الممارسات الحديثة في إدارة الري مثل الري الناقص.

يعرف الري الناقص بأنه إستراتيجية في إدارة الري تستند على إضافة كميات من مياه الري أقل من الكميات اللازمة لتغطية العجز الرطوبي في منطقة الجذور، وبالتالي تعريض النبات إلى إلى درجة معينة من العطش (العجز المائي) الذي لا يؤدي إلى تأثيرات سلبية جوهرية على الإنتاجية. Alexander, R., (2005) . ويمارس الري الناقص بغرض تقليل تكلفة الري وزيادة صافي العائد الاقتصادي عبر استغلال الوفر الناتج في المياه في تغطية مساحة أكبر مما يؤدي إلى زيادة في المحصول (Trimmer 1990). وقد وصف English and Raja (1996) ثلاث حالات دراسة ري ناقص أظهرت أن النقص في تكاليف الري كان اكبر من النقص في عائدات المحصول. وفي الغالب، يمكن أن يؤدي الري الناقص إلى زيادة في الربح عندما تكون تكلفة المياه كبيرة أو تكون إمدادات المياه محدودة. وقد أظهرت كثير من الدراسات نجاح الري الناقص في ري عدد من المحاصيل في مناطق مختلفة من العالم. وهذه المحاصيل غالبا محاصيل مقاومة للعطش أو ذات مجموع جذري عميق تمكنها من الوصول إلى المحتوى الرطوبي في طبقات التربة العميقة. ولكن المحاصيل الحساسة للعطش، ومنها البطاطس، تتطلب إدارة دقيقة وصعبة للري الناقص لأن إنتاجية المحصول ونوعيته تتأثر بدرجة كبيرة بالعطش في بعض المراحل الحرجة لنمو وتطور النبات، وبالذات مرحلة تكون الدرنات.

(Eldredge *et al.* 1992 ; Lynch *et al.*, 1995; Shock *et al.*, 1993; Wright and Stark, 1990)

ويمكن أن يتحمل البطاطس نقصا محدودا في الري قبل مرحلة تكون الدرنات بدون حصول نقص ملحوظ في الإنتاجية والنوعية الخارجية والداخلية للدرنات (Shock *et al.*, 1992) . ولا ينصح بالري الناقص في حالة المحاصيل التي تتأثر قيمتها التسويقية بحجم أو شكل المحصول، لأن حجم وشكل المنتج يتأثر بمستوى الري.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير ممارسة الري الناقص على إنتاجية محصول البطاطس وكفاءة استخدام مياه الري تحت نظام الري بالتنقيط ونظام الري السطحي.

مواد وطرق البحث

تم تنفيذ هذا البحث في مزرعة كلية الزراعة التعليمية ، جامعة صنعاء في موسم عام ٢٠٠٧م في تربة طينية مزيجية. واستخدمت درنات بطاطس من صنف دايمنت الذي يناسب مختلف المناطق (مكرد 2001م)، واستجلبت هذه الدرنات من المؤسسة العامة لإكثار بذور البطاطس (ذمار). تم تنفيذ تجربة عامليه بعاملين، هما نظام ومستوى الري، في قطع منشقة Split Plot Design بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة. وقسم الحقل إلى ثلاثة قطاعات، كل قطاع يمثل مكرر، وكل قطاع يحتوي على جميع المعاملات (أنظمة الري ، مستويات الري). تم اختبار نظامين للري هما الري بالتنقيط (SD)، والري السطحي بالخطوط (FI)، وتم اختيار ثلاثة مستويات لكميات مياه الري المضافة هي مستوى ري 100% من ET_a ، و 80% من ET_a ، و 60% من ET_a . تمت زراعة الدرنات على ريشة واحدة في الخط بعد تجهيزه للحراثة بواقع درنة واحدة في الجورة الواحدة وقد كانت المسافة بين الدرنة والأخرى 35 سم وكانت المسافة بين الخط والآخر 1.5م لغرض منع تداخل مياه الري بين المعاملات. وخلال تنفيذ التجربة تم تسميد المحصول بسماد النتروجين (يوريا) بواقع 220 كج / هـ على دفعتين نصف الكمية عند الزراعة والنصف الآخر بعد ثلاثين يوماً من الإنبات .

كما تم تقدير الاحتياجات المائية لمحصول البطاطس خلال الموسم الزراعي لمدينة صنعاء اعتمادا على الظروف المناخية لمدينة صنعاء، ونوعية التربة، إضافة إلى عوامل أخرى خاصة بالمحصول وذلك باستخدام برنامج الكمبيوتر المطور من قبل الفاو (cropwat 2002). ويبين جدول (١) توزيع الريات وكمية مياه الري المضافة حسب الأنظمة والمستويات خلال الموسم. وقبل كل عملية ري كان يتم التأكد من المحتوى الرطوبي للتربة، عن طريق أخذ عينات من التربة وحساب عمق الماء الواجب إضافته لتعويض الاستنزاف الرطوبي وللوصول إلى مستوى السعة الحقلية المطلوب باستخدام المعادلة التالية :

$$d = (\theta_{fc} - \theta_v)D \qquad (1)$$

حيث، d عمق الماء المضاف (مم) ، و θ_{fc} المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية على أساس حجمي %، θ_v المحتوى الرطوبي على أساس حجمي قبل الري %، و D عمق التربة عند منطقة الجذور الفعالة (مم).

كما تم تقدير الاستهلاك المائي للمحصول باستخدام معادلة التوازن المائي :

$$(I + P) - (R + D + ET) = \Delta S \qquad (2)$$

حيث، I كمية مياه الري (مم)، P كمية مياه المطر (مم)، و R الجريان السطحي (على اعتباره = صفر)، D الصرف (باعتباره = صفر)، ET التبخر نتح (مم)، و ΔS التغير في مخزون ماء التربة.

تم حساب التغير في مخزون ماء التربة اعتماداً على المحتوى الرطوبي باستخدام الطريقة الوزنية بعد الري وقبل الرية التالية :

$$\Delta S = S_{t1} - S_{t2} \qquad (3)$$

حيث ، S_{t1} المحتوى الرطوبي المخزون في طبقة التربة بعد الري (مم)، و S_{t2} المحتوى الرطوبي المخزون في طبقة التربة قبل الرية التالية (مم).

وباعتبار أن الجريان السطحي والصرف وكمية المطر كلها تساوي صفر، تم حساب الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول عند فواصل الريات خلال موسم النمو باستخدام المعادلة التالية:

$$ET = S_{t1} - S_{t2} \qquad (4)$$

وفي كل عملية ري تم إضافة الكميات المحددة للري حسب مستويات الري (100 % ، 80% ، 60% من ET_a) وذلك بواسطة عدادات لحساب كميات مياه الري، كما كان يتم قياس رطوبة التربة قبل عملية الري مباشرة وبعد مضي 24 ساعة على عملية الري عند نقاط تقع في بداية الخط ووسط الخط ونهاية الخط لكل الخطوط الفرعية للأنابيب في كل مرحلة من مراحل النمو ولجميع أنظمة ومستويات الري وذلك لغرض حساب كفاءة إضافة المياه. وقد تم حساب كفاءة إضافة المياه تبعاً لعلاقة (James 1988) التالية:

$$E_a = \left(\frac{R_a}{W}\right) 100 \qquad (5)$$

حيث ، E_a كفاءة إضافة المياه %، R_a إجمالي عمق الماء المخزون في منطقة الجذور(مم)، و W كمية الماء المضاف إلى كل معاملة (مم).

قيست انتاجية المحصول عن طريق وزن الدرنات لكل خط بالكامل من خطوط التجربة وتم التعبير عنها بوحدة كج / هـ لجميع معاملات التجربة.

كفاءة استخدام المياه (WUE) هي النسبة بين الإنتاجية وكمية المياه الكلية المضافة ، kg/m^3 ، وقد حسبت من المعادلة التالية استناداً إلى (Pene and edi 1996):

$$WUE = \left(\frac{Y}{10W_a}\right) \qquad (6)$$

حيث ، Y إنتاجية المحصول (كج / هـ)، و W_a كمية المياه المضافة من الإنبات حتى الحصاد (مم).

جدول ١ . جدولة الري وكميات مياه الري المضافة خلال كل عملية ري

تاريخ الري	نظام الري بالتنقيط			نظام الري بالخطوط		
	100% Eta	80% Eta	60% Eta	100% Eta	80% Eta	60% Eta
1 يونيو	29	23	17	44	35	26
١٠ يونيو	29	23	18	45	36	27
١٩ يونيو	29	23	17	44	35	26
٢٩ يونيو	34	27	20	52	42	31
٩ يوليو	41	33	24	63	50	38
١٩ يوليو	46	37	25	71	57	43
٢٩ يوليو	56	45	34	86	69	52
٩ اغسطس	53	43	32	82	66	49
٢١ اغسطس	45	36	27	69	56	42
١ سبتمبر	37	30	22	57	46	34
الإجمالي	**400**	**320**	**240**	**615**	**492**	**369**

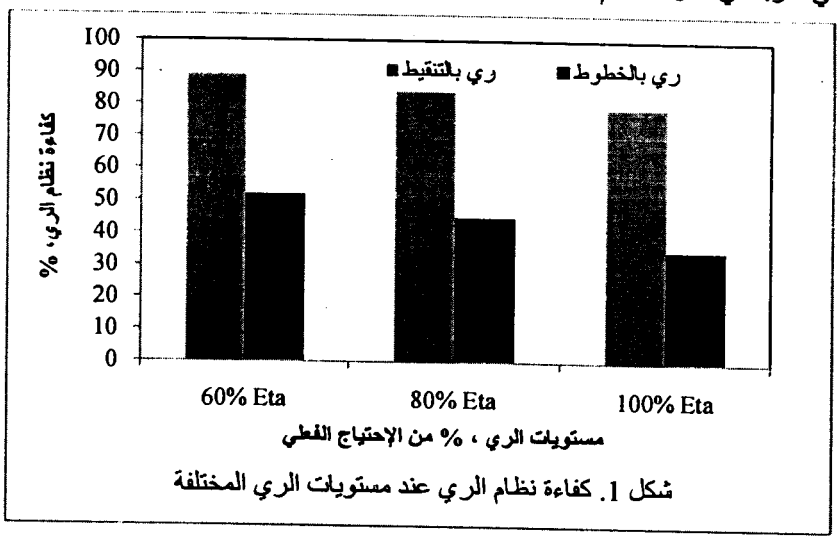
النتائج والمناقشات

تقييم كفاءة نظام الري

يبين الجدول (١) إجمالي كمية مياه الري المضافة خلال الموسم، وبلغت الكمية الكلية للمياه المضافة في نظام الري بالخطوط ٣٦٩ مم، ٤٩٢ مم ، ٦١٥ مم لمستويات الري ٦٠ % ، ٨٠ % ، ١٠٠ % من "Eta"، على التوالي ، وبلغت ٢٤٠ مم ، ٣٢٠ مم ، ٤٠٠ مم عند نفس مستويات الري في حالة نظام الري بالتنقيط. تم تقييم كفاءة نظام الري عن طريق حساب كفاءة إضافة مياه الري خلال ثلاث مراحل لنمو المحصول وهي مرحلة الإنبات، ومرحلة الإزهار، ومرحلة تمام النمو والنضج. ففي مرحلة الإنبات أوضحت النتائج تفوق نظام الري بالتنقيط معنوياً على نظام الري السطحي بالخطوط فقد أعطى كل منهما متوسط كفاءة إضافة ٨٤ % ، ٤٤% على التوالي. ويرجع السبب في ذلك إلى أن نظام الري بالتنقيط يعطي النبات الاحتياجات المطلوبة للنبات دون حصول أي فواقد مائية في حين أن نظام الري السطحي بالخطوط يهدر كميات عالية من المياه تفقد من خلال الرشح والتبخر.

يبين الشكل (١) تحسن في كفاءة الإضافة مع انخفاض مستويات الري. فقد حقق نظام الري بالتنقيط متوسط كفاءة إضافة ٨٩% عند مستوى ري ٦٠% ، بينما كانت الكفاءة ٧٩ % عند مستوى ري ١٠٠%. وبالمثل في حالة نظام الري السطحي بالخطوط كانت كفاءة الإضافة ٥٢ % عند مستوى ري ٦٠% ، بينما كانت الكفاءة ٣٥ % عند مستوى ري ١٠٠%. ويرجع السبب في ذلك إلى أنه عند مستويات الري الأقل تستوعب منطقة الجذور معظم المياه المضافة، في حين تزداد فواقد الرشح بزيادة مستويات الري.

ولم تختلف نتائج كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإزهار، ومرحلة تمام النمو والنضج عن النتائج السابقة، عدا زيادة طفيفة في كفاءة الإضافة، يمكن تفسيرها بإرتفاع متوسط المحتوى الرطوبي في التربة في المراحل المتقدمة من نمو المحصول بسبب تشبع التربة بمياه الري.

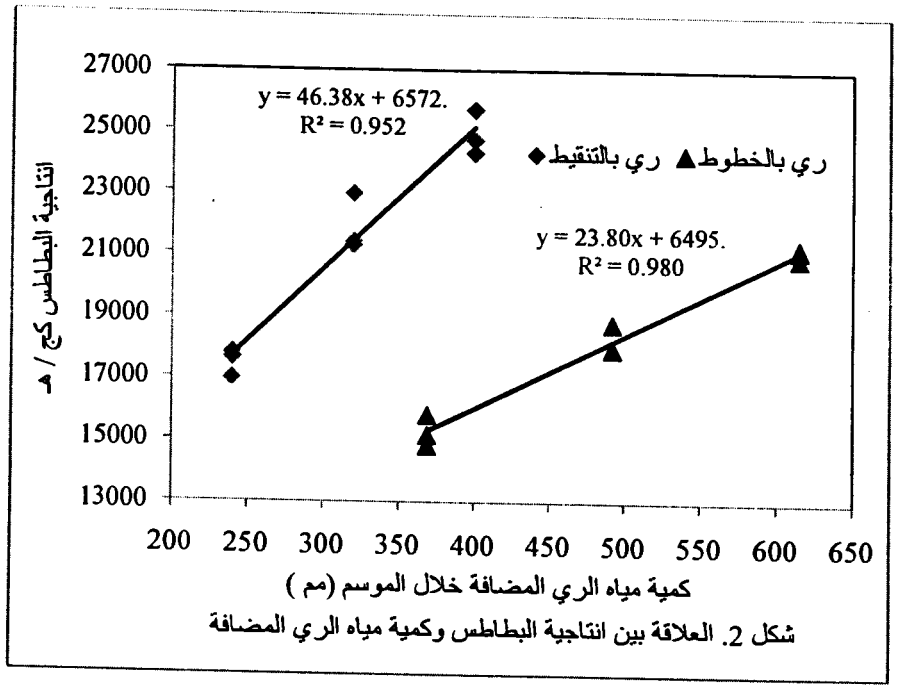


شكل 1. كفاءة نظام الري عند مستويات الري المختلفة

تقييم إنتاجية محصول البطاطس

بينت النتائج أن إنتاجية المحصول في حالة نظام الري بالتنقيط تتفوق معنوياً على إنتاجية المحصول في حالة نظام الري السطحي بالخطوط عند جميع مستويات الري. حيث حقق نظام الري بالتنقيط متوسط إنتاجية لدرنات البطاطس ٢١.٤٢ طن/هـ ، بينما أعطى نظام الري السطحي بالخطوط متوسط إنتاجية 18.21 طن / هـ ، اي بنسبة زيادة في الإنتاجية وصلت إلى ١٥%. وتتوافق هذه الزيادة مع الزيادة في كفاءة الإضافة في حالة نظام الري بالتنقيط. ويوضح الشكل (٢) العلاقة بين إنتاجية المحصول ومستويات الري ، حيث يتبين وجود تدني ملحوظ في الإنتاجية مع تناقص مستوى الري. وفي نظام الري بالتنقيط انخفضت إنتاجية درنات البطاطس من ٢٤.٩٠ طن / هـ عند مستوى ري ١٠٠% إلى ١٧.٤٨ طن/هـ عند مستوى ري ٦٠%. أما في حالة نظام الري السطحي بالخطوط فقد انخفضت الإنتاجية من ٢١.١٢ طن/هـ عند مستوى ري ١٠٠% إلى ١٥.٢٦طن /هـ عند مستوى الري ٦٠%.

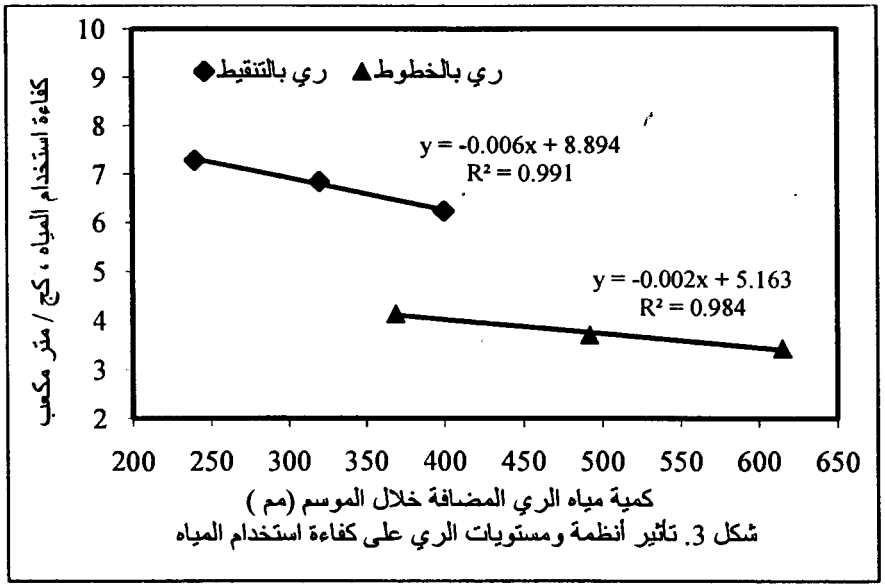
وعند مقارنة معدل التدني في الإنتاجية لكل وحدة انخفاض في مستويات الري، نجد أن هذا المعدل كان 0.1855 طن / هـ لكل وحدة منوية انخفاض في مستويات الري في حالة نظام الري بالتنقيط، مقابل 0.1465 طن / هـ لكل وحدة منوية انخفاض في مستويات الري في حالة نظام الري السطحي بالخطوط.



شكل 2. العلاقة بين انتاجية البطاطس وكمية مياه الري المضافة

كفاءة استخدام المياه

تم حساب كفاءة إستخدام المياه وفقا للمعادلة (٦)، وقد وجد أن كفاءة استخدام المياه في نظام الري بالتنقيط تفوق معنويا كفاءة استخدام المياه في نظام الري السطحي بالخطوط، حيث حقق نظام الري بالتنقيط متوسط كفاءة استخدام للمياه ٦.٨ كج/مترمكعب ، بينما أعطى نظام الري السطحي بالخطوط متوسط كفاءة استخدام للمياه ٣.٨ كج/ مترمكعب. كان تأثير مستويات الري على كفاءة استخدام المياه معنويا لكل من نظامي الري، حيث زادت كفاءة استخدام المياه مع تناقص مستوى الري. ففي حالة نظام الري بالتنقيط، فقد وصلت كفاءة استخدام المياه إلى ٧.٣ كج/مترمكعب عند مستوى ري ٦٠ % وانخفضت إلى ٦.٢ كج/مترمكعب عند مستوى ري ١٠٠%. أما في حالة نظام الري السطحي بالخطوط فقد وصلت كفاءة استخدام المياه إلى ٤.١ كج/مترمكعب عند مستوى ري ٦٠ % وانخفضت إلى ٣.٤ كج/مترمكعب عند مستوى ري ١٠٠%.



شكل 3. تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة استخدام المياه

لقد سبقت الإشارة إلى أن ممارسة الري الناقص تستند على فرضية استغلال الوفر الناتج في المياه لزراعة مساحة أكبر بالمحصول مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج. ويمكن استباط علاقة رياضية لتقدير كمية الإنتاج الكلي جراء استخدام كمية متاحة من المياه وذلك عند مستويات مختلفة من الري الناقص.

$$P = \left(\frac{aW_a + b}{W_a} \right) Q \qquad (7)$$

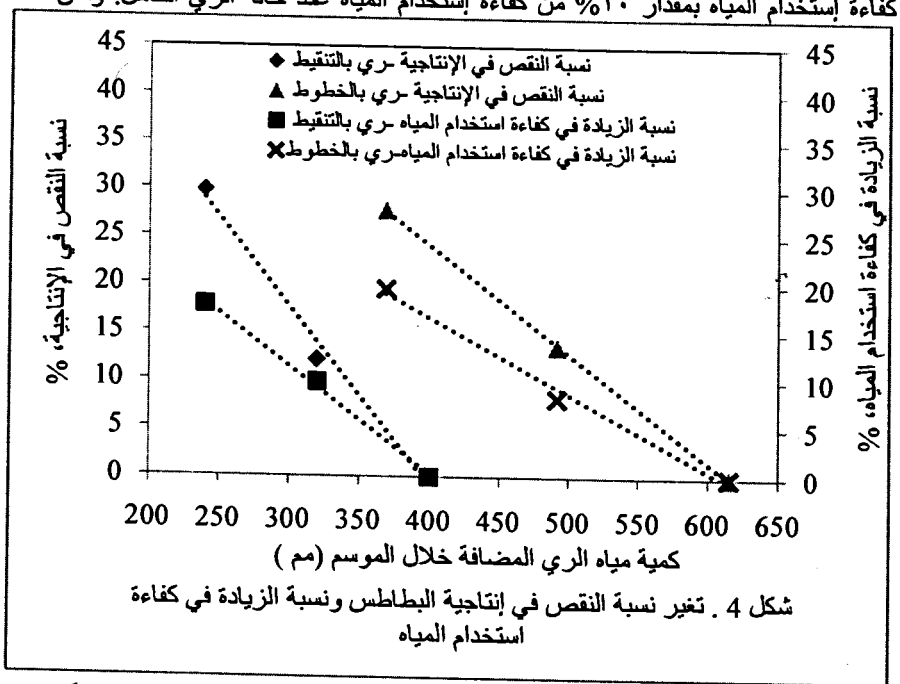
حيث ، P كمية الإنتاج الكلي (كج)، Wa كمية المياه المضافة (مم) و Q كمية المياه المتاحة (مم.هكتار)، بينما a و b هما معاملا الإرتباط الخطي لدالة الإنتاجية- مستوى الري (شكل ٢).

لاتوجد للمعادلة (٧) قيمة عظمى، وهي تشير إلى انه لأي كمية متاحة من مياه الري فإن كمية الإنتاج تزداد بنقصان مستوى الري. ولكن من الناحية العملية هناك محددات لمستويات الري الدنيا. وتحت ظروف هذه الدراسة وجد بأن حجم درنات البطاطس يقل بإطراد عندما تقل مستويات الري تحت مستوى ٨٠ % من ET_a . إن صغر حجم الدرنات يؤدي إلى انخفاض قيمتها التسويقية، وبالتالي إنخفاض العائد الإقتصادي. وعندما ينخفض مستوى الري إلى الحالة الحرجة لعطش النبات فإن المحصول يفشل بالكامل.

يتوقف إختيار مستوى الري المناسب على تحليل دقيق للعائد الإقتصادي وذلك في مجال مستويات الري الناقص الممكنة. وتعتمد نتائج التحليل على تكلفة مياه الري، وتكلفة المدخلات

والعمليات الزراعية المختلفة وكذلك على جودة واسعار المنتج. وبينت نتائج دراسات سابقة أن الري الناقص أدى إلى نقص العائد الاقتصادي بأكثر من نقص تكاليف الإنتاج (Shock et al., 1993). ويرجع سبب نقص تكاليف الإنتاج بدرجة أساسية إلى النقص في تكلفة الري وتكلفة الضخ. ويمكن أن يكون مقدار النقص في تكلفة الري اكبر في حالة ضخ المياه من أعماق كبيرة. وبينت دراسة أجريت في شرق ولاية اوريغون ذات المناخ شبة الجاف أن تطبيق الري الناقص في زراعة أربعة أصناف من البطاطس لم يؤدي إلى تحسين في العائد الاقتصادي وكان التناقص في العائد أكبر من التناقص في تكلفة الإنتاج. ولم تنصح الدراسة بتطبيق الري الناقص في إدارة ري البطاطس تحت ظروف تلك المناطق (Shock C. C and Feibert E.B.G. 2002).

يتضح من الشكل(٤) أن نسبة النقص في الإنتاجية تتغير بمعدل اكبر من معدل تغير نسبة الزيادة في كفاءة إستخدام المياه. ففي حالة نظام الري بالتنقيط، وعند مستوى ري ٨٠% ، وصلت نسبة النقص في الإنتاجية ١٢% من الإنتاجية المثلى عند حالة الري الكامل، وتناظرها نسبة زيادة في كفاءة إستخدام المياه بمقدار ١٠% من كفاءة إستخدام المياه عند حالة الري الكامل. ولكن عند



شكل 4 . تغير نسبة النقص في إنتاجية البطاطس ونسبة الزيادة في كفاءة استخدام المياه

مستوى الري ٦٠% اتسعت الفجوة بين النسبتين، حيث وصلت نسبة النقص في الإنتاجية ٣٠% ونسبة الزيادة في كفاءة إستخدام المياه ١٨% فقط. ومع إفتراض أن العائد الإقتصادي يتزايد مع الزيادة في كفاءة إستخدام المياه، وأن تكاليف الإنتاج تتزايد مع النقص في الإنتاجية فإنه يمكن الإستنتاج أنه كلما إنخفض مستوى الري الناقص كلما تناقص صافي العائد الإقتصادي.

الاستنتاجات والتوصيات

تزداد كفاءة استخدام المياه مع انخفاض مستوى الري، ولكن نسبة الانخفاض في إنتاجية البطاطس تتجاوز نسبة الزيادة في كفاءة استخدام المياه عندما يقل مستوى الري الناقص عن ٨٠% من الاحتياجات الفعلية. يوصى بالتوسع في استخدام أنظمة الري الموضعي في زراعة الخضر في الجمهورية اليمنية لما لها من دور في زيادة إنتاجية محاصيل الخضروات ورفع كفاءة الاستخدام المائي وتوفير مياه الري مقارنة بنظام الري السطحي يوصى بإجراء تقييم اقتصادي لمعرفة المردود الاقتصادي لاستراتيجيه الري الناقص في إنتاج البطاطس.

المراجع

كتاب الإحصاء الزراعي لعام (2007) – وزارة الزراعة والري - الإدارة العامة للإحصاء الزراعي- الجمهورية اليمنية : ص ١٢-٣٢ .

مكرد .ع . ع . (2001) الدليل الزراعي – المرتفعات الوسطى- الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي . وزارة الزراعة- الجمهورية اليمنية : ص ٨٣-٩٢.

Alexander, R. 2005. Crop production under deficit irrigation. Dep. of Civil and Arch. Eng. and Grad. Sch.Un Wyoming.

Eldredge, E.P., Shock, C.C. and Stieber, T.D. 1992. Plot sprinklers for irrigation research. Agronomy Journal 84: 1081-1084.

English, M. and Raja, S.N. 1996. Perspectives on deficit irrigation. Agricultural Water Management 32: 1-14.

FAO. 2002. Deficit irrigation practice. Water Reports. No. 22. FAO, Rome. 100pp

Lynch, D.R., Foroud, N., Kozub, G.C. and Farries, B.C. 1995. The effect of moisture stress at three growth stages on the yield components of yield and processing quality of eight potato cultivars. American Potato Journal 72: 375-386.

Pene, C.B.G., and G.K Edi. 1996. Sugarcane yield response to deficit irrigation at two grown stages. In: Nuclear tech. to Assess irrigation schedules for field crops. IAEA, TECDOC 888, p: p. 115-129,Vienna.

Shock, C.C., Holmes, Z.A., Stieber, T.D., Eldredge, E.P. and Zhang P. 1993. The effect of timed water stress on quality, total solids and

reducing sugar content of potatoes. American Potato Journal 70: 227-241

Shock C. C and Feibert E.B.G. 2002. Deficit irrigation of potato.In: Deficit Irrigation Practice. Water Reports. No. 22. FAO, Rome. :100pp.

Trimmer, W. L. 1990. Applying partial irrigation in Pakistan. J. Irrig. Drain. Eng., 116(3), 342-353 .

Wright, J.L. & Stark J.C. 1990. Potato. In: B.A. Stewart and D.R. Neilsen, eds. Irrigation of agricultural crops – Agronomy. Monograph No. 30,PP. 859-888, Madison, Wisc., USA, ASA-CSSA-SSSA.

ENGLISH SUMMARY

RESPONSE OF POTATO YIELD AND WATER EFFICIENCY TO DEFICIT DRIP AND FURROW IRRIGATION

Suliman Qausi Sahari [1] Omar Ahmed Bamaga [2] Ali Abdul Kareem Al-Jendary [3]

Potatoes is one of the main vegetable irrigated-crops in Yemen which uses large quantity of irrigation water, mainly because surface irrigation methods, characterized with low efficiency, are mostly used. This study aims to improve water use efficiency (WUE) for growing potatoes through applying deficit irrigation technique coupled with drip and furrow irrigation methods. The study was undertaken at the College of Agriculture farm having clayey loam soil. Drip irrigation system was compared with furrow irrigation system at three levels of deficit irrigation, namely :100%, 80% and 60 % of ET_0. For the drip irrigation method, the potatoes yield was found 24.9 t/ha and 17.5 t/ha for irrigation levels of 100 and 60 % of ET_0, respectively.

1- Assist. Prof., Dep. of Agr. Eng., Fac. Agr, Sana'a U. ssschari@yahoo.com

2-Assoc. Prof., Dep.t of Agr. Eng, Fac Agr, Sana'a U. oabamaga1@yahoo.com

3- Sen. Res., Gen. Auth. Agr. Res. aljundary@yahoo.com

While for furrow irrigation method, the yield was found 21.1 t/ha and 15.3 t/ha for irrigation levels of 100 and 60 % of ET_0, respectively. The results showed linear increase in WUE with the decrease in irrigation levels. For drip irrigation method, the WUE increased from 6.2 kg/ m^3 at full irrigation level to 7.3 kg/m^3 for irrigation level 60 % of ET_0. The WUE for furrow irrigation methods was lower and was 3.4 kg/ m^3 and 4.1 kg/ m^3 for irrigation levels of 100 and 60 % of ET_0, respectively.

Keywords: Potatoes, water requirement, water use efficiency, deficit irrigation, dripp irrigation, furrow irrigation.