مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2014) المجلد (30) ــ العدد 4 ــ الصفحات: 107-118

تأثير الري الناقص في نمو غراس بعض الأصول البذرية للتفاح

علا توفيق الحلبي[1] وبيان محمد مزهر[2] وسعود حسن سربوخ [3]

الملخَّص

نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء لدراسة تأثير الري الناقص في نمو غراس أربعة طرز من أصول التفاح البذرية لاختبار قدرتها على تحمل ظروف الجفاف، ولا سيما في ظل نقص مصادر المياه وانحباس الأمطار. استخدم مستويان من الري: 100% من الاحتياج المائي (شاهد) و75% من الاحتياج المائي(معاملة ثانية)، ودرس طول الطرود، وعدد الأوراق، وطول وعرض الورقة، وتوزع المجموعة الجذرية في التربة، وحسب الاحتياج الكلي من مياه الري والاستهلاك المائي عند كل مستوى ري. دلت النتائج على تأثير الري عند مستوى 75% من السعة الحقلية على قصر طول الطرود وانخفاض عدد الأوراق ومساحتها في جميع الطرز المدروسة، وازداد تعمق الجذور بالمقارنة مع مستوى الري 100% من السعة الحقلية استجابة لظروف نقص ماء الري، واختلفت الطرز المدروسة فيما بينها من حيث قوة النمو، إذ تفوق الطرازان C وS2 على الطرازين A وB.

الكلمات المفتاحية: ري ناقص، التفاح، أصول بذرية، سورية.

[1] و[2] و[3] باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث السويداء، سورية.

The effect of deficit irrigation in the growth of some apple seedlings rootstocks

Al-Halabi, O. T. [(1)], B. M. Muzher[(2)] and S. H. Sarboukh[(3)]

Abstract

The present investigation was carried out at the Agricultural Scientific Research Center in Swieda to study the effect of deficit irrigation on the growth of four apple seedlings rootstocks genotypes and to estimate their ability to drought tolerance particularly in light of the lack of water sources and no rain. Two irrigation levels: 100% (control) and 75% of water requirements were applied. The shoot length, leaves number, leaves area, the distribution of the roots in soil, the depth of irrigation water in the soil and the consumption of water in each level were measured. Results showed that irrigation with 75% of field capacity on studied genotypes caused reduction of shoots length, decline of leaves number and area and the depth of root comparing with the control. There were significant differences between studied genotypes in terms of vigor where the genotypes C and S2 were superior than A and B.

Keywords: Deficit irrigation, Apple, Seedling rootstock, Syria.

[(1),(2), (3)] Researchers at General Commission for Scientific Agriculture Research, Swieda Center Research.

المقدمة

تواجه الزراعة تغيرات مناخية كبيرة متمثلة بارتفاع درجات الحرارة وانحباس الأمطار، ما ينعكس بشكل كبير على الإنتاج، وبخاصة الأشجار المثمرة. وتعد شجرة التفاح في سورية من الأشجار الهامة من حيث المساحة والإنتاج، ويعتبر الماء عاملاً رئيساً في نجاح زراعته. وقد تتأثر وتتوقف معظم الوظائف الحيوية في ظل ظروف تغذية مائية غير مناسبة (Lakso، 2003) لذلك لابد من تغيير نظم الإنتاج المتبعة للحفاظ على الأشجار، ومصادر المياه المحدودة بآن معاً.

تتجه إدارة الري حالياً إلى زيادة الإنتاج في وحدة الماء وليس في وحدة المساحة، من خلال تقنيات الري المتبعة، وجدولة ماء الري. ويعتبر الري الناقص، وهو إضافة الماء تحت الاحتياج المائي للمحصول إحدى هذه التقنيات، وهو وسيلة هامة لزيادة كفاءة استخدام ماء الري المتاح (Fereres وSoriano، 2007؛ Marsal وزملاؤه، 2002؛ Kirda، 2002). وقد استخدم العديد من الباحثين الري الناقص في تأمين الاحتياجات المائية لأشجار التفاح، ومن ثم درست مؤشرات عديدة للنمو، مثل قطر الجذع، والنمو الخضري، ومواصفات الثمار، والإنتاج (Lancu، 1985؛ Mpelasoka وزملاؤه، 2001؛ Einhorn وCaspari، 2004؛ Connell وGoodwin، 2007).

يجري التركيز حديثاً عند تطبيق تقنية الري الناقص على أشجار التفاح، على دور الأصل المستخدم في التطعيم في الاستجابة لنقص الماء وزيادة كفاءة استخدام الماء، وجد Hasani وزملاؤه (2009) أنّ أفضل نوعية وكمية للثمار كانت عند استخدام الأصل M26، والمعاملة 75% من الاحتياج المائي. ودرس Atkinson وزملاؤه (1999) تحمل مجموعة من أصول التفاح للجفاف في مرحلة مبكرة من برنامج تربية الأصول في محطة East Malling في بريطانية، وذلك من خلال إنقاص ماء الري بشكل تدريجي، للوصول إلى ظروف الجفاف الطبيعي في التربة. وقد أظهرت الأصول المدروسة استجابات مختلفة للتحمل للجفاف. كذلك درس Skalauskaite وزملاؤه (2006) تأثير الري الناقص على عشرة أصول تفاح بعمر سنة، من ضمنها الأصول البذرية للصنف Antonovka، والأصل MM106 من خلال تطبيق ثلاثة مستويات ري مختلفة.

أثبتت الأصول البذرية الناتجة عن أنواع مختلفة من التفاح، أهميتها في تحسين قدرة أشجار التفاح على تحمل ظروف الجفاف، ويعود ذلك إلى قدرة هذه الأصول على تشكيل جذور عميقة (Wertheim وWebster، 2003؛ Webster وWertheim، 2003). وقد توصل الباحثون إلى مجموعة من طرز التفاح البذرية التي تحمل مواصفات الأصل المناسب ضمن برنامج تربية الأصول في قسم بحوث التفاحيات والكرمة (الحلبي وزملاؤه، 2012)، لذلك تعد دراسة قدرة الغراس الناتجة عن هذه الطرز على تحمل نقص ماء الري مهمة وأساسية.

الأهداف

دراسة مدى تحمل غراس أصول التفاح البذرية لإنقاص ماء الري في مرحلة مبكرة و الاستغلال الأمثل للموارد المائية بشكل يضمن الحصول على غراس مطابقة للمواصفات المرغوبة.

مواد البحث وطرائقه

استعملت غراس بعمر سنة منتجة من4 طرز تفاح بذرية (A، B، C، S2) حيث A، B، C: تمثل طرز بذرية ناتجة عن التلقيح المفتوح، ويتميز الصنف S2 كصنف تفاح محلي سكري بمجموعة من الصفات الزراعية الهامة. زرعت الغراس بتاريخ 16/3/2010 بمعدل ثلاث غراس من كل طراز في كل مكرر، وبمعدل ثلاثة مكررات في كل معاملة، بمسافة 25 سم بين الغرسة والأخرى، و1 م بين الصفوف، مع زراعة نطاق حول كل معاملة، وكانت المسافة بين المعاملات 3 م. كما قلمت الغراس بعد فترة من النمو، واحتفظ بثلاثة طرود في كل غرسة.

تميزت تربة الموقع بكونها طينية لومية، ذات حموضة متعادلة إلى خفيفة الحموضة، وذات ناقلية كهربائية منخفضة، فقيرة بكربونات الكالسيوم، ومتوسطة الغنى بالمادة العضوية والبوتاسيوم، وغنية بالفوسفور (الجدول 1). كما أضيفت الأسمدة المعدنية والعضوية بناء على تحليل التربة قبل الزراعة وبعدها، إذ أضيفت طبقة من السماد العضوي المتخمر بسماكة 10 سم كتغطية.

الجدول (1) بعض خصائص تربة موقع الزراعة.

العمق	عجينة مشبعة		غ/ 100 غ تربة			(ppm)		التحليل الميكانيكي (%)		
(سم)	pH	EC	$CaCO_3$	OM	آزوت كلي	بوتاسيوم	فوسفور	رمل	طين	سلت
0-20	6.63	1.18	1.97	2.26	0.11	524.17	86.83	32.00	36.67	28.00
20-40	6.16	0.68	2.14	2.15	0.10	442.67	81.67	28.00	42.67	29.33
40-60	6.35	0.50	1.80	1.62	0.08	285.00	61.50	31.33	37.33	31.33

معاملات الري (مستويات الري) المطبقة على الغراس المدروسة: معاملة أولى (شاهد) ري كامل (100% من الاحتياج المائي) ومعاملة ثانية (ري 75% من الاحتياج المائي). استخدمت طريقة الري بالتنقيط بواسطة أنابيب GR 16 مم، تباعدت النقاطات ضمن الخط بنحو 25 سم، وضبط تصريف النقاطة في ظروف الحقل بنحو 2 ل/ساعة. رويت الغراس في المعاملتين بعد الزراعة مباشرة بكمية مياه كافية بحيث بقيت رطوبة التربة الحجمية قريبة من 50% من السعة الحقلية. وبعد بدء النمو استمر الري بنسبة 100% من الاحتياج المائي للغراس، مدة 60 يوماً بعد الزراعة لضمان نمو الغراس بشكل متوازن، وطبيق الري الناقص من 2010/06/20/ حتى 10/04/ 2010. إذ تم تحديد

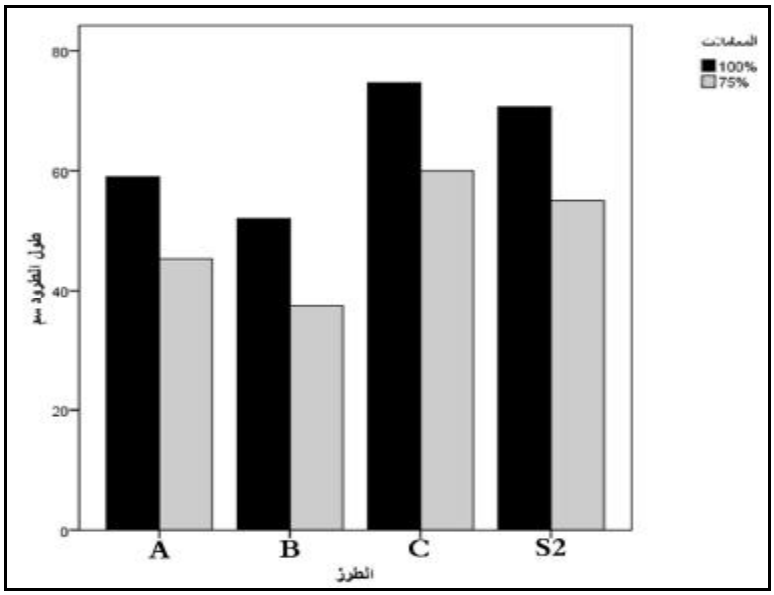
السعة الحقلية عن طريق ترطيب التربة بكمية زائدة من الماء، ثم تغطية سطح التربة بشريحة بلاستيكية مدة يومين وقدرت بعدها الرطوبة الوزنية، بالطريقة الوزنية الحرارية المباشرة (ISO، 1993)، وحسبت الكثافة الظاهرية بطريقة الاسطوانة المعلومة الحجم (Jamison وزملاؤه، 1950)، والرطوبة الحجمية من خلال ضرب الرطوبة الوزنية بالكثافة الظاهرية، فكانت الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية 39.4%، 34.7%، 35.9%، في الطبقات 0-20 سم، 20-40 سم 40-60 سم على التوالي. وحسب معامل الذبول في طبقات التربة السابقة وبلغ 11.7%، 15.1%، 14.8% على التوالي. وجرت جدولة الري بطريقة تجفيف عينات التربة بالفرن في درجة حرارة 105 مئوية لحساب رطوبتها الوزنية، ثم الضرب بالكثافة الظاهرية لحساب رطوبتها الحجمية. وعند انخفاض الرطوبة الحجمية في التربة إلى 80% من السعة الحقلية في معاملة الشاهد كانت تروى تربة الشاهد بكمية من الماء لتعيد الرطوبة الحجمية إلى السعة الحقلية من جديد، في حين كانت تروى المعاملة 75% من الاحتياج المائي بكمية من الماء تعادل 75% من الكمية المضافة لمعاملة الشاهد.

الصفات المدروسة: بعد إيقاف الري درس طول الطرود وعدد الأوراق وطول الورقة وعرضها. وزعت المجموعة الجذرية في التربة عن طريق حفر مقطع على بعد 20 سم عن الغراس (بين الصفوف) وجرت عملية عد للجذور في ثلاثة أعمدة متجاورة عرض كل منها 10 سم: تتوضع الغرسة في منتصف العمود الأوسط منها وفي ستة أعماق هي 0-10 سم، 10-20 سم، 20-30 سم، 30-40 سم، 40-50 سم، 50-60 سم. وقد بلغ عدد المربعات المدروسة في كل مقطع 18 مربعاً أبعادها 10×10 سم، وعدت الجذور التي أقطارها أقل من 2 مم، والجذور التي أقطارها أكثر من 2 مم. لقد أثبتت الدراسات أن الجذور المتخشبة قادرة على امتصاص الماء بالإضافة للجذور الناعمة (Atkinson 1983؛ Atkinson وزملاؤه، 1999)، كما رسم التوزع الثنائي البعد للجذور بواسطة برنامج Surfer 7. حسب الاحتياج المائي الكلي من مياه الري عن طريق جمع كميات الماء المضافة في جميع الريات لكل معاملة مقدراً بـ مم، وحسب الاستهلاك المائي من خلال المعادلة التالية: الاستهلاك المائي(مم) = (الرطوبة الحجمية في التربة في بداية الموسم (مم) + الاحتياج الكلي من مياه الري (مم)) – الرطوبة الحجمية المتبقية في نهاية الموسم(مم). واعتبرت كمية مياه الري المقدمة في كل رية في معاملة الشاهد (100% من الاحتياج المائي) عن الماء المفقود من التربة بواسطة التبخر نتح خلال الفترة بين الريتين.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: صممت التجربة باستخدام التصميم العشوائي البسيط في تجربة عاملية. واستُعمل تحليل التباين الثنائي Two Ways ANOVA ورسمت المخططات البيانية باستخدام برنامج SPSS.

النتائج والمناقشة

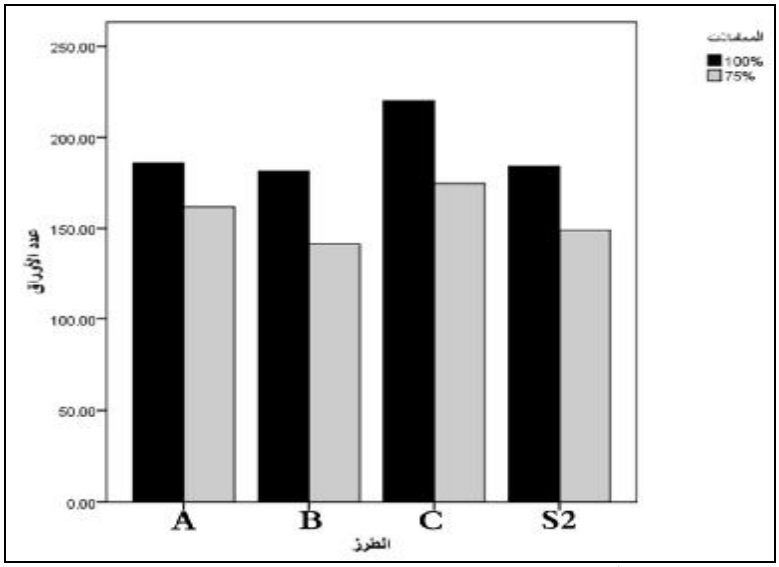
طول الطرود: تفوق الشاهد معنوياً ($P < 0.05$) على المعاملة الثانية من حيث طول الطرود، وذلك يدل على استجابة الطرز المستخدمة لظروف إنقاص ماء الري إلى 75% من الاحتياج المائي، الذي تمثل بقصر طول الطرود، الذي يساهم بدوره في تقليص المسطح الخضري للنباتات، وبالتالي تقليل الفقد المائي من خلال عملية النتح. وهذا ينسجم مع ما حصل عليه Atkinson وزملاؤه (1999). كما اختلفت استجابة الطرز المدروسة عند مستويي الري (الشكل 1)، إذ تفوق الطراز C معنوياً على الطرازين A وB، وتفوق الطراز S2 معنوياً ($P < 0.05$) على الطراز B، إذ كان متوسط طول الطرود في غراس الطراز C (74.7، 60 سم) في الشاهد والمعاملة الثانية على التوالي، وكانت (70.7، 55 سم) في الطراز S2، (59، 45 سم) وفي الطراز A، وفي الطراز B (52، 37.3 سم) في الشاهد وفي المعاملة الثانية على التوالي.



الشكل (1) متوسط طول طرود الطرز المدروسة في مستويي 100%، و75% من الاحتياج المائي.

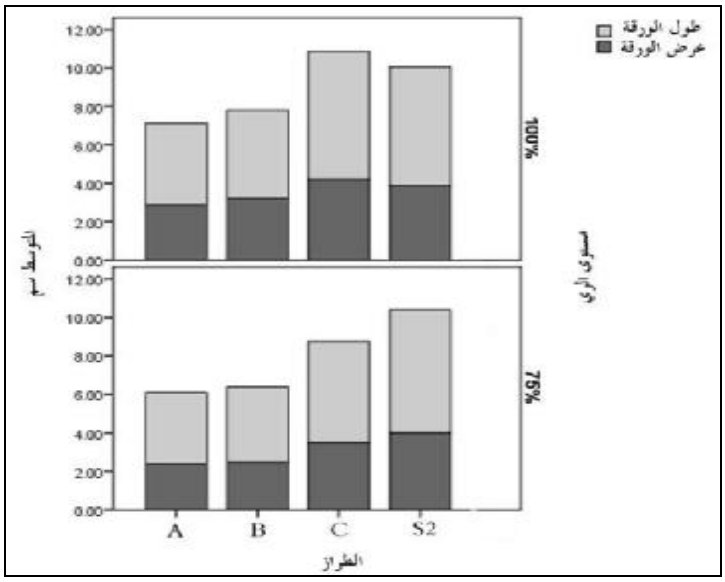
عدد الأوراق: تفوق الشاهد معنوياً ($P < 0.05$) على المعاملة الثانية في جميع الطرز بالنسبة لعدد الأوراق، إذ أدى إنقاص ماء الري إلى 75% من الاحتياج المائي، إلى انخفاض واضح في عدد أوراق النباتات في المعاملة الثانية مقارنة مع الشاهد، فقد كان متوسط عدد الأوراق في الطرز A وB وC وS2 في الشاهد (186، 182، 220، 184

ورقة) على التوالي، وفي المعاملة الثانية (161، 141، 175، 149 ورقة) على التوالي (الشكل 2). وتشير النتائج إلى أن الطراز C قد أعطى أكبر عدد من الأوراق بالمقارنة مع باقي الطرز، ومن جهة أخرى أظهر الطراز A انخفاضاً محدوداً في عدد الأوراق في المعاملة الثانية تلاه الطراز S2 ثم C، فالطراز B بالمقارنة مع الشاهد. ويعتبر انخفاض عدد الأوراق مؤشراً على الاستجابة لظروف الجفاف (Atkinson وزملاؤه، 1999).



الشكل (2) متوسط عدد أوراق الطرز المدروسة في مستويي 100% و75% من الاحتياج المائي.

طول وعرض الورقة: تفوق الشاهد معنوياً ($P < 0.05$) على المعاملة الثانية من حيث طول الورقة وعرضها عدا الطراز S2، فقد أدى إنقاص ماء الري إلى 75% من الاحتياج المائي إلى إنقاص طول وعرض أوراق النباتات إستجابة لظروف نقص الماء في التربة. وقد تطابقت هذه النتيجة مع ما حصل عليه كلٌ من Atkinson وزملاؤه (1999) وSakalauskaite وزملاؤه (2006). فقد يساعد صغر المسطح الخضري على تقليل فقد الماء خلال عملية النتح. وكانت استجابة الطرز المدروسة في مستويي الري متشابهة إلى حد ما (الشكل 3)، إذ كان هناك انخفاض في طول الأوراق وعرضها في كافة الطرز في المعاملة الثانية بالمقارنة مع الشاهد، فيما عدا الطراز S2 الذي كان فيه متوسط طول وعرض الورقة في معاملة الشاهد (6.12 و3.96 سم على التوالي)، ومتوسط طول وعرض الورقة في المعاملة الثانية (6.3 و3.94 سم على التوالي).



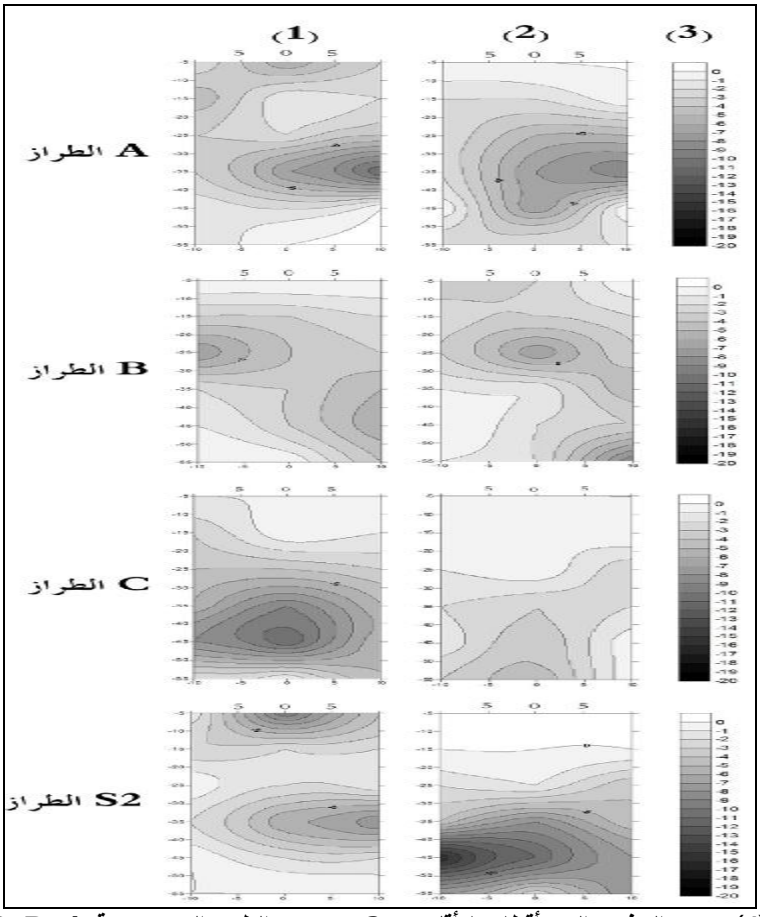
LSD 5% لطول وعرض الورق بين مستويي الري=0.5 و 0.4 على التوالي، و5% LSD لطول وعرض الورقة بين الطرز=0.8 و0.6 على التوالي.

الشكل (3) متوسط طول الورقة وعرضها في مستويي 100%، و57% من الاحتياج المائي

توزع المجموعة الجذرية:

توزع الجذور التي أقطارها أقل من 2مم: اختلفت الطرز المدروسة فيما بينها في قدرتها على تشكيل الجذور في الأعماق المدروسة في مستويي الري (الشكل 4)، فقد تفوق الطراز S2 معنوياً على باقي الطرز، إذ كان عدد الجذور في الطراز S2 في الشاهد (45 جذراً)، وفي المعاملة الثانية (77 جذراً). وذلك يدل على قدرة هذا الطراز على تحمل ظروف إنقاص ماء الري من خلال زيادة عدد الجذور الناعمة (التي قطرها أقل من 2 مم) وذلك عند إنقاص ماء الري إلى 75% من الاحتياج المائي، ويتوافق ذلك مع Atkinson وزملائه (1999) فيما لم يبد الطراز C استجابة لإنقاص ماء الري، فقد كان عدد الجذور في المعاملة الثانية أقل من تلك الموجودة في معاملة الشاهد. وبالنسبة لتوزع الجذور في الأعماق المدروسة كان عند الشاهد بدءاً من العمق صفر حتى 50 سم، في حين كانت منطقة الانتشار الأعظمي للجذور في العمق من 30–40 سم (الجدول 2)، أما انتشار الجذور على عمق 50 – 60 سم فكان قليلاً، ويعود ذلك لتوفر الماء في الطبقات السطحية، فالنباتات بالتالي ليست بحاجة لتعمق جذورها للحصول على الماء. أما بخصوص المعاملة الثانية فقد كان انتشار الجذور في العمق 0–10 سم قليلاً جداً، وأصبح قليلاً في العمق من 10- 20 سم، وبدأ بالازدياد بدءاً من عمق 20 سم حتى 60 سم.

وذلك يدل على تعمق الجذور بحثاً عن الماء، استجابة لظروف نقص الماء في الطبقات السطحية حسب Dudley (1996). وذلك تجلى في الطراز S2.

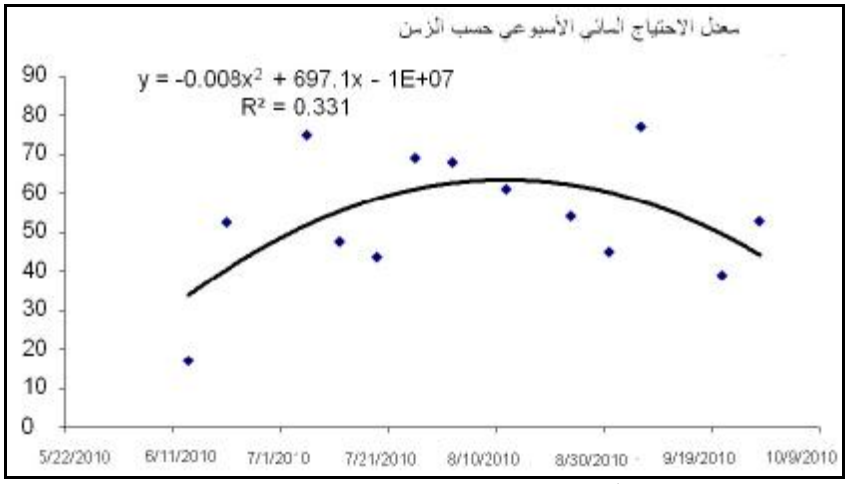


الشكل (4) توزع الجذور التي أقطارها أقل من 2 مم، عند الطرز المدروسة A، B، C، S2، حيث (1): الشاهد (ري 100% من السعة الحقلية)، (2): المعاملة الثانية (ري 75% من السعة الحقلية)، (3): مقياس لوني يدل على كثافة الجذور، المحور الأفقي: 0 مكان النبات، 5 و10 المسافة التي تبعد عن النبات مقدرة بـ سم. المحور العمودي: الأعماق المدروسة من 0-60 سم.

توزع الجذور التي أقطارها أكبر من 2 مم: كان توزعها في المعاملة الثانية معدوماً في المقاطع المدروسة في الأعماق من 0–10 سم، ومن 10–20 سم، ومن 50–60 سم، فيما وجد عدد قليل منها في العمق 30-40 سم لدى الطراز S2. كما وجدت في العمق

40–50 سم لدى الطراز C. أما في الشاهد فقد لوحظ انتشار لهذه الجذور فقط في الطراز A في العمق 20- 30 سم، ما يدل على قدرة بعض هذه الطرز على التعمق في التربة تبعاً للرطوبة المتوفرة.

الاحتياج المائي (كمية مياه الري المضافة مم)، والاستهلاك المائي في المعاملتين: كانت كمية المياه المضافة في الشاهد 829.1 مم، وفي المعاملة الثانية 602.4 مم، خلال الفترة من 2010/6/20 ولغاية 2010/10/4. أما بالنسبة للاستهلاك المائي فكان 863.3 مم، 632.7 مم في كل من الشاهد والمعاملة الثانية على التوالي، إذ لوحظ وجود وفرة في الماء عند الري بـ 75% من الاحتياج المائي (المعاملة الثانية)، وبالتالي قلل الري الناقص الاحتياج المائي للري بمعدل 226.7 مم خلال موسم النمو. ويبين الشكل (5) الاحتياج المائي الأسبوعي حسب الزمن. لقد تم الري عند انخفاض الرطوبة الحجمية في التربة إلى 80% من السعة الحقلية للتربة في منطقة انتشار الجذور في معاملة الشاهد. أما الاحتياج المائي الذي يعبر عن كمية المياه اللازمة لتعويض التربة عن الماء الذي خسرته عن طريق التبخر والنتح، فقد بدأ بالتزايد تدريجياً في معاملة الشاهد بدءاً من الشهر السادس 30 مم/أسبوع تقريباً، أي ما يقارب 4.3 مم/ يوم، ثم أخذ بالتزايد مع تقدم الزمن ليصل إلى قيمته العظمى في منتصف شهر آب، إذ بلغ 65 مم/ أسبوع تقريباً، أي ما يقارب 9.3 مم/ يوم. وترافق ذلك مع ازدياد النمو، بالإضافة إلى ارتفاع الحرارة، ثم بدأ بعدها بالانخفاض ليصل في مرحلة الفطام في نهاية شهر أيلول إلى 45 مم/ أسبوع أي ما يقارب 6.4 مم/ يوم. ويفيد ذلك في تحديد الفترة الأكثر حرجاً لنقص ماء الري للغراس.



(المحور الأفقي مواعيد الري، المحور العمودي كمية المياه مقدرة بـ مم)

الشكل (5) الاحتياج المائي الأسبوعي بحسب الزمن في المعاملة الشاهد

الجدول (2) توزع الجذور عند الطرز المدروسة في مستويي الري وفي الأعماق المدروسة، على بعد 20 سم من الغراس.

الطراز	العمق (سم)	المعاملة الأولى (100% من الاحتياج المائي)		المعاملة الثانية (75% من الاحتياج المائي)	
		الجذور أقل من 2 مم	الجذور أكبر من 2 مم	الجذور أقل من 2 مم	الجذور أكبر من 2 مم
A	10-0	11	0	0	0
	20 –10	8	0	4	0
	30-20	9	2	12	0
	40-30	21	0	18	0
	50-40	3	0	7	0
	60-50	2	0	7	0
	المجموع	**54**	**2**	**48**	**0**
B	10-0	0	0	7	0
	20–10	8	0	7	0
	30-20	16	0	13	0
	40-30	12	0	7	0
	50-40	13	0	5	0
	50-60	4	0	12	0
	المجموع	**53**	**0**	**51**	**0**
C	10-0	2	0	0	0
	20–10	4	0	1	0
	30-20	11	0	4	0
	40-30	19	0	7	0
	50-40	23	0	5	1
	50-60	8	0	8	0
	المجموع	**67**	**0**	**25**	**1**
S2	10-0	15	0	0	0
	20–10	7	0	0	0
	30-20	3	0	7	0
	40-30	16	0	18	3
	50-40	4	0	34	0
	50-60	0	0	18	0
	المجموع	**45**	**0**	**77**	**3**

LSD5% بين الطرز في الأعماق المختلفة والمعاملتين= 0.88

الاستنتاجات والتوصيات

سلكت الطرز المدروسة تجاه ظروف إنقاص ماء الري في التربة سلوكاً متشابهاً تمثل بقصر طول الطرود، وانخفاض عدد الأوراق ووطول الورقة وعرضها، كما زاد تعمق الجذور من جهة أخرى. وقد تميز الطراز S2 بقدرته على تشكيل الجذور تحت ظروف إنقاص ماء الري. وبالتالي يكون من الضروري اختبار هذه الطرز في مستويات ري أقل، كالمستوى 50% من السعة الحقلية، لدعم النتائج الحالية في مدى تحمل هذه الطرز لإنقاص ماء الري، وإجراء دراسات على تأثير الري الناقص في إنتاج الغراس المطعمة بالأصناف الاقتصادية.

References المراجع

الحلبي، علا؛ بيان، مزهر، فيصل حامد. 2012. تقييم أولي لبعض طرز أصول التفاح البذرية المستعملة في برنامج تربية أصول التفاح. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 28 (2):473- 484.

Atkinson, D. 1983. The growth, activity and distribution of the fruit tree root system, Plant and Soil Journal. 71: 23-35.

Atkinson, C. J., M. Policarpo, A. D. Webster and A. M. Kuden. 1999. Drought Tolerance of Apple Rootstocks: Production and Partitioning of Dry Matter, Plant and Soil Journal. 206(2):223-235.

Connell, O. and M. G. Goodwin. 2007. Responses of 'Pink Lady' apple to deficit irrigation and partial rootzone drying: physiology, growth, yield, and fruit quality, Australian Journal of Agricultural Research. 58:1068-1076.

Dudley, S. A. 1996. Differing selection on plant physiological traits in response to environmental water availability: a test of adaptive hypotheses, Evolution. 50: 92-102.

Einhorn, T. and H.W. Caspari. 2004. Partial rootzone drying and deficit irrigation of 'Gala' apples in a semi – arid climate, Acta Hort. 664:197-204.

Fereres, E. and M.A. Soriano. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use, Journal of Experimental Botany. 58(2):147-159.

Hasani, G., A. Nourjou and M. Henareh. 2009. Effects of rootstock and different irrigation levels on yield and fruit quality of apple c.v. Golden Delicious, Seed and Plant Production Journal. 25: 51-62.

ISO (International Standards Organization). 1993.soil Quality- Determination of Dry Mater and Water Content on a Mass Basis – Gravimetric Method. Doc. ISO. 11465. Geneva: ISO.

Jamison, V.C., H. H. Weaver and F. Reed. 1950. A Hammer driven soil core sampler, Soil Science. 69: 487-496.

Kirda, C. 2002. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance.

Lakso, A.N. 2003.Water relations of apples. In: Ferree, D. C. and Warrington, I. J. (Eds). CAB International. Botany, Production and Uses, 167- 188.

Lancu, M. 1985. Growth rate of apple trunk and fruit – additional indicators for water needs of fruit trees, Acta Hort. (171):417-426.

Marsal, J., M. Mata. A. Arbones. J. Rufat, and J. Girona. 2002. Regulated deficit irrigation and rectification of irrigation scheduling in young pear trees: an evaluation based on vegetative and productive response, European Journal of Agronomy. 17: 111-122.

Mpelasoka, B. S. M. H. Behboudian and T. M. Mills. 2001. Effects of deficit irrigation on fruit maturity and quality of 'Breaburn' apple, Scientia Horticultura. 90: 279-290.

Sakalauskaite, J. D. Kviklys. J. Lanauskas, and P. Duchovskis. 2006. Biomass production, dry weight partitioning and leaf area of apple rootstocks under drought stress, Scientific works of the Lithuanian institute of horticulture and Lithuanian university of agriculture sodininkyste ir darzininkyste. 25(3): 383-291.

Webster, A. D. and S. J. Wertheim. 2003. Apple Rootstocks. In: Ferree, D. C. and Warrington, I. J. (Eds). CAB International. Botany, Production and Uses, 91- 124.

Wertheim, S.J. and A. D. Webster. 2003. Propagation and Nursery Tree Quality. In: Ferree, D. C. and Warrington, I. J. (Eds). CAB International. Botany, Production and Uses, 125- 151.

Received	2013/07/23	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2014/01/30	قبول البحث للنشر