

تأثير مياه الصرف الزراعي في بعض خواص التربة وإنتاجية محصول الكينوا وتحديد احتياجاته المائية والسمادية

محمد منهل الزعيبي*⁽¹⁾ وهيثم عيد⁽²⁾ ومحمد حقون⁽¹⁾ ومحمود داوود⁽²⁾ ومحمد برهوم⁽²⁾ ووزان قرفول⁽²⁾ ومحمد ميوس⁽²⁾ ومحمود اسعد⁽²⁾ وخطار درويش⁽²⁾ ونوار الجردى⁽²⁾ ويامن احمد⁽²⁾

(1). إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2). مركز البحوث العلمية بطرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: د. محمد منهل الزعيبي. البريد الإلكتروني: manhalzo@yahoo.com).

تاريخ القبول: 2018/04/14

تاريخ الاستلام: 2018/02/01

الملخص

دُرِس تأثير الري بمياه الصرف الزراعي في إنتاجية صنف الكينوا (NSL-106398)، وتحديد احتياجاته السمادية والمائية، حيث نُفذت تجربة حقلية في محطة بحوث زاهد الغربية في مركز بحوث طرطوس خلال موسمي 2016 و2017. صُممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة وبثلاثة مكررات، حيث تضمنت نوعين من مياه الري (مياه صرف زراعي DW، ومياه جوفية FW)، وثلاثة مستويات من الأسمدة المعدنية NPK_1 (80 كغ N/هكتار + 30 كغ P_2O_5 /هكتار + 30 كغ K_2O /هكتار)، و NPK_2 (100 كغ N/هكتار + 40 كغ P_2O_5 /هكتار + 40 كغ K_2O /هكتار)، و NPK_3 (120 كغ N/هكتار + 50 كغ P_2O_5 /هكتار + 50 كغ K_2O /هكتار). بينت النتائج زيادة الناقلية الكهربائية في معاملة الري DW معنوياً (1.15 dS/m) مقارنةً بمعاملة الري FW (0.68 dS/m) في الموسم الأول، بينما كانت الفروق ظاهرية في الموسم الثاني. وازداد الأزوت الكلي للتربة في معاملة الري DW معنوياً (0.153 %) مقارنةً بمعاملة الري FW (0.1321 %) في الموسم الأول. بينما لم يزد الفوسفور والبوتاسيوم المتاحان معنوياً عند زيادة التسميد بهذين العنصرين بين معاملات نوعية مياه الري وبين معاملات التسميد المعدني، باستثناء الفرق في البوتاسيوم المتاح في الموسم الثاني والذي كان معنوياً بين معاملات نوعية مياه الري. كما ازدادت إنتاجية الحبوب في المعاملة DW معنوياً (2.648 طن/هكتار) مقارنةً بمعاملة الري FW (2.055 طن/هكتار)، وازدادت الإنتاجية معنوياً في معاملات التسميد المعدني (2.04، 2.347، 2.67 طن/هكتار على التوالي). بينما في الموسم الثاني ازدادت إنتاجية الحبوب في معاملة الري DW ظاهرياً (2.22 طن/هكتار) مقارنةً بمعاملة الري FW (2 طن/هكتار)، وكانت الزيادة معنوية في معاملة التسميد المعدني NPK_3 (2.563 طن/هكتار) مقارنةً بالمعاملتين NPK_1 و NPK_2 (2.023، 1.745 طن/هكتار) على التوالي. وازدادت إنتاجية القش في معاملات التسميد المعدني (10، 9.83، 10.42 طن/هكتار على التوالي) في الموسم الأول. وتبين النتائج أن كفاءة استخدام المياه كانت أفضل في المعاملة الثالثة التسميد المعدني مستوى ثالث وذلك في كلا نوعيتي المياه (1.3، 1 كغ/م³ على التوالي). وبالتالي تبين الدراسة أن الاحتياج المائي لمحصول الكينوا في ظروف محافظة طرطوس 2000 م³/هكتار، وتوصي الدراسة بإضافة المعادلة السمادية التالية: (120 كغ N/هكتار، 50 كغ P_2O_5 /هكتار، 50 كغ K_2O /هكتار).

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الزراعي، الكينوا، الاحتياجات المائية، الأسمدة المعدنية.

المقدمة:

يعد الكينوا (*Chenopodium quinoa*) الغذاء الأصلي للسكان الأصليين في أمريكا الجنوبية (Matiacevich *et al.*, 2006)، فقد بينت الاكتشافات الأثرية أن الكينوا زرع منذ 3000 سنة قبل الميلاد، وهو يزرع في مساحات صغيرة أو ضمن نطاق المحاصيل الأخرى كالذرة والبطاطا للاستهلاك المحلي، لذا يصنف الكينوا كغذاء للفقراء (Valencia- Chamorro, 2003).

إن تبني أصناف الكينوا ممكن في ظروف المناطق الهامشية لإنتاج الحبوب والتي تتميز بمحتواها العالي من البروتين والعناصر المعدنية (Karyotis *et al.*, 2003)، والكينوا من المحاصيل القليلة التي تنمو في مستويات عالية من الملوحة (Jacobsen *et al.*, 2000)، وهو مقاوم للإجهادات اللاأحيائية (Shahzad *et al.*, 2014). وهو محصول متعدد الأغراض ذو قيمة غذائية مرتفعة، وذلك لنموه الجيد وتأقلمه مع مختلف البيئات، وإمكانية زراعته في الترب الجافة والطينية، وتحمله لمياه الري المالحة حتى 28000 جزء بالمليون، ما يقارب 40 dS/m (Attila and Ince Kaya 2014). وقد بين Yazar *et al.*, (2017) إمكانية استعمال مياه الصرف الزراعي في ري محصول الكينوا، كما لاحظ ازدياد محتوى الكينوا من الأروت والبروتين عند التسميد بـ 200 كغ N/هـ. وقد أوضح Kakabouki *et al.*, (2014) أنه يمكن استخدام الكينوا كمصدر بروتين بديل عن البقوليات في تغذية المجترات. وقد لاحظ Shams (2012) أن إنتاجية الكينوا زادت مع زيادة إضافة السماد الأزوتي، وكذلك بين Papastylianou *et al.*, (2014) أن للتسميد المعدني تأثير إيجابي في نمو وإنتاجية محصول الكينوا. كما أوضح Gustavo *et al.*, (2016) أنه لزيادة إنتاجية الكينوا لا بد من تسميد التربة بالأزوت والفوسفور كعناصر أساسية لنمو النبات وتحسين الإنتاجية. وكان أفضل إنتاجية لحبوب الكينوا كانت عند زيادة التسميد الأزوتي (Gomaa, 2013). وقد بين Algosaiibi *et al.*, (2017) من خلال دراسة الاحتياج المائي لمحصول الكينوا أن نمو الكينوا لا يتأثر بنقص مياه الري وبالتالي تحمله للإجهاد المائي.

ويهدف البحث لدراسة تأثير استخدام مياه الصرف الزراعي في بعض خواص التربة وإنتاجية محصول الكينوا، وتحديد الاحتياجات المائية والسمادية لهذا المحصول.

مواد البحث وطرقه:

1. موقع التجربة: تقع محطة بحوث زاهد بالقرب من قرية زاهد في القسم الغربي من سهل عكار جنوب مدينة اللاذقية على خط عرض N 34.38 وخط طول E 35.36 وترتفع عن سطح البحر 12 م، كما تقع ضمن منطقة الاستقرار الأولى بمعدل أمطار 865 مم، يسودها مناخ البحر المتوسط بشتائه الماطر المعتدل وصيفه الجاف.

بلغ الهطول المطري في الموسم الأول خلال مراحل التجربة 262 مم توزعت في شهر شباط 66 مم، وشهر آذار 122 مم، وشهر نيسان 41 مم، وشهر أيار 33 مم. وفي الموسم الثاني بلغ الهطول المطري خلال مراحل التجربة 124 مم توزعت في شهر شباط 10 مم، وشهر آذار 84 مم، وشهر نيسان 29 مم، وشهر أيار 1 مم. ويبين الجدول (1) متوسط درجات الحرارة خلال موسم النمو.

الجدول 1. متوسط درجات الحرارة خلال موسمي النمو

الموسم	شهر شباط		شهر آذار		شهر نيسان		شهر أيار		شهر حزيران	
	متوسط الدرجة الدنيا	متوسط الدرجة العليا	متوسط الدرجة الدنيا	متوسط الدرجة العليا	متوسط الدرجة الدنيا	متوسط الدرجة العليا	متوسط الدرجة الدنيا	متوسط الدرجة العليا	متوسط الدرجة الدنيا	متوسط الدرجة العليا
موسم 2016	11م	22م	12.4م	21م	14م	24.8م	16م	26م	21م	29م
موسم 2017	6.1م	18م	10.5م	20.2م	13.4م	23.9م	15.8م	26م	20.2م	29م

2. توصيف التربة قبل الزراعة: أخذت عينات التربة 0-25 و 25-50 سم، وتم هضم العينات بالطريقة الرطبة (Walinga *et al.*, 1995) ثم قُدر الأزوت الكلي، وتم استخلاص الفوسفور المتاح بطريقة أولسن (Olsen *et al.*, 1954) حيث قدر بواسطة جهاز المطياف الضوئي الآلي (Richards, 1962)، وقدر البوتاسيوم المتاح بجهاز اللهب، كما قُدرت المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة (Jackson 1958).

3. تحليل المياه: قُدر الكلور بالمعايرة بمحلول نترات الفضة والكربونات والبيكربونات بالمعايرة بحمض الكبريت، أما الكالسيوم والمغنيزيوم بالمعايرة بالفيرسينات وقُدر Na و K بجهاز اللهب.

4. تصميم التجربة: صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة، حيث يشمل العامل الأول نوعين من المياه (مياه صرف زراعي DW، ومياه عذبة FW) ويتوضع في القطع الرئيسية، والعامل الثاني يضم ثلاثة مستويات من الأسمدة (NPK_1 ، NPK_2 ، NPK_3) تتوزع عشوائياً في القطع الثانوية، كل معاملة كررت ثلاث مرات، وتم استخدام برنامج Genstat للتحليل الإحصائي.

5. الزراعة: في الموسم 2016 أضيف السماد العضوي بمعدل 2 طن/هكتار، ثم جرت فلاحة أرض التجربة وتعيمها، وإضافة الدفعة الأولى من الأزوت وكامل الكمية من البوتاس والسوبر فوسفات حسب المعاملات وذلك في 4 شباط 2016. زرعت التجربة بمحصول الكينوا (صنف NSL-106398 والذي مصدره المركز الدولي للزراعة الملحية ICBA) بتاريخ 8 شباط 2016. أضيفت الدفعة الثانية من الأزوت حسب المعاملات بتاريخ 9 آذار 2016، ثم عَشِبَت التجربة وتم تسميد الدفعة الثالثة من الأزوت بتاريخ 15 نيسان 2016، وحصدت التجربة بتاريخ 29 حزيران 2016. وكانت مساحة القطعة التجريبية 6 م²، ومسافات الزراعة 40 سم بين الخط والآخر و25 سم بين النبات والنبات. وفي موسم 2017 أضيف السماد العضوي بمعدل 2 طن/هكتار، ثم جرت فلاحة أرض التجربة وتعيمها، وإضافة الدفعة الأولى من الأزوت وكامل الكمية من البوتاس والسوبر حسب المعاملات وذلك في 26 شباط 2017. زرعت التجربة بتاريخ 8 شباط 2017، وأضيفت الدفعة الثانية من الأزوت حسب المعاملات بتاريخ 10 نيسان 2017، ثم جرى تعشيب التجربة وتسميد الدفعة الثالثة من الأزوت بتاريخ 6 أيار 2017 وحصدت التجربة بتاريخ 18 تموز 2017. واعتمدت طريقة الري بالتنقيط.

6. الأسمدة: سمدت التجربة حسب المعاملات بالمستويات التالية: NPK_1 (80 كغ N/هكتار + 30 كغ P_2O_5 /هكتار + 30 كغ K_2O /هكتار)، NPK_2 (100 كغ N/هكتار + 40 كغ P_2O_5 /هكتار + 40 كغ K_2O /هكتار)، NPK_3 (120 كغ N/هكتار + 50 كغ P_2O_5 /هكتار + 50 كغ K_2O /هكتار).
6. التحاليل والاختبارات:

- تقدير الإنتاجية من الحبوب والقش: تم وزن الحب والقش (طن/هكتار).
- تحليل التربة: ناقليية كهربائية EC، و أزوت كلي، وفوسفور متاح، وبوتاسيوم متاح.
- دراسة الاحتياجات المائية لمحصول الكينوا عند استعمال نوعيتي المياه.

النتائج والمناقشة:

1. تحليل المياه: يبين الجدول (2) نتائج تحليل عينات المياه:

الجدول 2. التحليل الكيميائي لعينات المياه

مغ/لتر							ECw	pH	نوه المياه
Cl-	HCO ₃ -	CO ₃ -2	K+	Na+	Mg ²⁺	Ca ²⁺			
54.57	0	0	1.78	2.94	27.82	95.87	0.56	6.75	DW
81.7	0	0	1.4	2.94	39.31	65.57	0.55	6.68	FW

يلاحظ من الجدول (2) أن مياه الصرف غير مالحة وهي صالحة للري، حيث أن المياه تعد مالحة إذا تجاوزت قيمة ECw أكثر من 2 ds/m، كما أن الكاتيونات والأنيونات ضمن حدود المياه غير المالحة.

2. تحليل التربة قبل الزراعة: يبين الجدول (3) نتائج تحليل عينات التربة قبل الزراعة.

الجدول 3. توصيف التربة قبل الزراعة

التحليل الميكانيكي %			مغ/كغ		%			pH	ECe dS/m	العمق
طين	سنت	رمل	البوتاسيوم المتاح	الفوسفور المتاح	الأزوت الكلية	المادة العضوية	CaCO ₃			
52	27	21	146.5	6.81	0.985	1.6	أثار	6.95	0.26	0 – 25 سم
46	32	22	98.8	4.46	0.385	1.24	أثار	7.6	0.85	25 – 50 سم

يوضح الجدول (3) أن التربة غير مالحة، وغير كلسية، وذات محتوى جيد من المادة العضوية، وفقيرة بالفوسفور والبوتاسيوم وهي تربة طينية.

3. تأثير مياه الصرف الزراعي على الناقلية الكهربائية في التربة:

يبين الجدولان (4، و5) ملوحة التربة وذلك في معاملات نوعية المياه، ومستويات الأسمدة والتفاعل بينهما، وذلك في الموسم الأول والثاني.

الجدول 4. تأثير نوعية المياه على ملوحة التربة (EC dS/m) في الموسم الأول

المتوسط	NPK3	NPK2	NPK1	المعاملات المائية
1.15 a	1.46 a	1.11 ab	0.89 abc	DW
0.68 b	0.77 bc	0.5 c	0.77 bc	FW
0.92	1.117 a	0.81 a	0.83 a	المتوسط

LSD 0.05 (التفاعل) = 0.597, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.3447, LSD 0.05 (مستويات السماد) = 0.42

تدل الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفات المدروسة عند مستوى معنوية 5%

الجدول 5. تأثير نوعية المياه على ملوحة التربة (EC dS/m) في الموسم الثاني

المتوسط	NPK3	NPK2	NPK1	المعاملات المائية
0.643 a	0.567 a	0.63 a	0.73 a	DW
0.578 a	0.53 a	0.45 a	0.75 a	FW
0.61	0.55 a	0.54 a	0.74 a	المتوسط

LSD 0.05 (التفاعل) = 0.376, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.217, LSD 0.05 (مستويات السماد) = 0.266

تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) إلى زيادة معنوية في الناقلية الكهربائية للتربة بين معاملات نوعية مياه الري وفي التفاعل مع معاملات التسميد المعدني وذلك في الموسم الأول.

وعموماً ازدادت الناقلية الكهربائية في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW معنوياً (1.15 dS/m) مقارنةً بمعاملة الري بمياه عذبة FW (0.68 dS/m)، كما ازدادت في معاملة التسميد المعدني NPK3 ظاهرياً (1.117 dS/m) عند المقارنة بباقي معاملات

التسميد المعدني. وفي تفاعل نوعية مياه الري مع معاملات التسميد المعدني ازدادت الناقلية الكهربائية عند الري بمياه الصرف والتسميد المعدني المستوى الثالث (1.46 dS/m) على باقي التفاعلات، بينما سجلت معاملة الري بمياه الصرف والتسميد المعدني المستوى الثاني أدنى قيمة للناقلية الكهربائية (0.5 dS/m). بينما تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) إلى زيادة ظاهرية في الناقلية الكهربائية للتربة بين معاملات نوعية مياه الري في الموسم الثاني. حيث ازدادت الناقلية الكهربائية في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW ظاهرياً (0.643 dS/m) مقارنةً بمعاملة الري بمياه عذبة FW (0.578 dS/m). وكانت الفروق ظاهرية وقليلة بين معاملات التسميد المعدني والتفاعل بين معاملات نوعية المياه ومعاملات التسميد المعدني.

يمكن تفسير هذه النتائج بأن استعمال مياه الصرف الزراعي تزيد الناقلية الكهربائية بنسبة قليلة، كون مياه الصرف الزراعي غير مالحة وذات ناقلية كهربائية منخفضة، ومع تقدم الوقت في الموسم الثاني انخفضت هذه الناقلية لتصبح متقاربة مع ناقلية التربة عند الري بالمياه العذبة، وذلك لكون هذه المياه غير مالحة بالإضافة لمعدل الأمطار العالي.

وتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Yazari *et al.*, (2017) الذين بينوا أن ملوحة التربة ازدادت عند الري بمياه الصرف الزراعي، ويمكن استعمالها في الري. كما تتفق هذه النتائج مع Sezen *et al.*, (2016) الذين بينوا أنه يمكن استعمال مياه الصرف الزراعي بشكل آمن في ري محصول الكينوا بدون أي تدهور للتربة.

4. تأثير نوعية المياه والأسمدة المعدنية في الأزوت الكلي في التربة:

يبين الجدولان (6، و7) أزوت التربة الكلي وذلك في معاملات نوعية المياه ومستويات الأسمدة والتفاعل بينهما وذلك في الموسم الأول والثاني.

الجدول 6. تأثير المعاملات المختلفة في أزوت التربة الكلي (%) في الموسم الأول

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	0.1547 a	0.154 a	0.1497 a	0.1529 a
FW	0.137 ab	0.118 b	0.1407 a	0.1321 b
المتوسط	0.146 a	0.136 a	0.1452 a	0.142

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 0.01525, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.01245, LSD 0.05 (التفاعل) = 0.02157.

الجدول 7. تأثير المعاملات المختلفة على أزوت التربة الكلي (%) في الموسم الثاني

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	0.099 a	0.089 a	0.0927 a	0.0938 a
FW	0.0937 a	0.104 a	0.0923 a	0.0967 a
المتوسط	0.0965 a	0.0967 a	0.0925 a	0.095

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 0.014, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.0116, LSD 0.05 (التفاعل) = 0.02.

كما تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) إلى زيادة معنوية في الأزوت الكلي للتربة بين معاملات نوعية مياه الري وبين معاملات التسميد المعدني والتفاعل بينها وذلك في الموسم الأول. عموماً ازداد الأزوت الكلي للتربة في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW معنوياً (0.1529 %) مقارنةً بمعاملة الري بمياه عذبة FW (0.1321 %)، وكانت الفروق ظاهرية ومتقاربة في معاملات التسميد المعدني. وفي تفاعل نوعية مياه الري مع معاملات التسميد المعدني ازداد الأزوت الكلي عند الري بمياه الصرف والتسميد المعدني المستوى الأول والثاني والثالث معنوياً على باقي التفاعلات، بينما سجلت معاملة الري بمياه الصرف والتسميد المعدني المستوى الثاني

أدنى قيمة (0.118 %). بينما تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (7) إلى زيادة ظاهرية في الأزوت الكلي للتربة بين معاملات نوعية مياه الري ومعاملات التسميد والتفاعل بينهما وكانت هذه الفروق متقاربة.

يمكن تفسير هذه النتائج بأن استعمال مياه الصرف الزراعي تزيد أزوت التربة، كون هذه المياه تحتوي على بعض العناصر المغذية للنبات منها الأزوت، بينما لم يلاحظ فروق في معاملات التسميد المعدني والذي ربما يعود لامتناس الأزوت من النبات. وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Chandra *et al.*, (1997) والذي بين أن أكثر العناصر المغذية وجوداً في مياه الصرف الزراعي هي الأزوت والفوسفور.

5. تأثير نوعية المياه والأسمدة المعدنية على الفوسفور المتاح في التربة:

يبين الجدولان (8، و9) فوسفور التربة المتاح وذلك في معاملات نوعية المياه ومستويات الأسمدة والتفاعل بينهما وذلك في الموسم الأول والثاني.

الجدول 8. تأثير المعاملات المختلفة على فوسفور التربة المتاح (مغ/كغ) في الموسم الأول

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	7.83 a	7.17 ab	6.99 ab	7.33 a
FW	7.40 ab	6.12 b	7.68 a	7.07 a
المتوسط	7.62 a	6.65 a	7.34 a	7.2

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 0.976, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.797, LSD 0.05 (التفاعل) = 1.38.

الجدول 9. تأثير المعاملات المختلفة على فوسفور التربة المتاح (مغ/كغ) في الموسم الثاني

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	8.89 ab	7.93 b	7.87 b	8.23 b
FW	9.33 ab	10 a	9.27 ab	9.63 a
المتوسط	9.11 a	9.12 a	8.57 a	8.93

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 1.418, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 1.158, LSD 0.05 (التفاعل) = 2.

وتشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (8) إلى عدم وجود زيادة معنوية في فوسفور التربة المتاح بين معاملات نوعية مياه الري وبين معاملات التسميد المعدني وذلك في الموسم الأول. عموماً ازداد الفوسفور المتاح في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW (7.33 مغ/كغ) مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة FW (7.07 مغ/كغ). بينما في الموسم الثاني تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول 9 إلى عدم وجود زيادة معنوية في فوسفور التربة المتاح بين معاملات التسميد المعدني بينما كان الفرق قليلاً بين معاملات نوعية مياه الري. يمكن تفسير هذه النتائج بعدم وجود فروق معنوية في معاملات التسميد المعدني والذي ربما يعود لامتناس الفوسفور من قبل النبات. وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل له Rojas *et al.*, (2004).

6. تأثير نوعية المياه والأسمدة المعدنية على البوتاسيوم المتاح في التربة:

يبين الجدولان (10، و11) بوتاس التربة المتاح وذلك في معاملات نوعية المياه ومستويات الأسمدة والتفاعل بينهما وذلك في الموسم الأول والثاني.

الجدول 10. تأثير المعاملات المختلفة على بوتاسيوم التربة المتاح (%) في الموسم الأول

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	97.1 ab	95.8 bc	94.6 bc	95.8 a
FW	91 bc	85.2 c	107.7 a	94.6 a
المتوسط	94.1 ab	90.5 b	101.1 a	95.23

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 7.86, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 6.42, LSD 0.05 (التفاعل) = 11.11.

الجدول 11. تأثير المعاملات المختلفة على بوتاسيوم التربة المتاح (%) في الموسم الثاني

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	87.4ab	77 b	100.8 ab	88.4 b
FW	122.9 a	106.2 ab	116.7 ab	115.3 a
المتوسط	102.1 a	91.6 a	111.9 a	101.87

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 32.19, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 26.29, LSD 0.05 (التفاعل) = 45.53.

وتبين نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (10) إلى عدم وجود زيادة معنوية في بوتاسيوم التربة المتاح بين معاملات نوعية مياه الري، بينما كانت الفروق معنوية بين معاملات التسميد المعدني وذلك في الموسم الأول. بينما في الموسم الثاني تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (11) إلى عدم وجود زيادة معنوية في بوتاسيوم التربة المتاح بين معاملات التسميد المعدني بينما كان الفرق معنوياً بين معاملات نوعية مياه الري.

يمكن تفسير هذه النتائج بعدم وجود فروق معنوية في معاملات التسميد المعدني والذي ربما يعود لامتناس بوتاسيوم من قبل النبات، وبالنسبة لانخفاض البوتاسيوم ربما يعود ذلك لوجود بعض العناصر في مياه الصرف الزراعي التي تثبتت جزء من البوتاسيوم في التربة وتتفق هذه النتائج مع (Eldardiry et al., 2013) التي بينت أن مياه الصرف الزراعي أدت إلى زيادة في الكاتيونات القابلة للتبادل في التربة.

7. تأثير نوعية المياه والأسمدة المعدنية على إنتاجية الكينوا:

تبين الجداول (12، و13، و14، و15) إنتاجية محصول الكينوا وذلك في معاملات نوعية المياه ومستويات الأسمدة والتفاعل بينهما وذلك في الموسم الأول والثاني.

الجدول 12. تأثير المعاملات المختلفة على إنتاجية الكينوا من الحبوب (طن/هكتار) في الموسم الأول

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	2.50 b	2.67 ab	2.78 a	2.648 a
FW	1.58 d	2.03 c	2.56 b	2.055 b
المتوسط	2.04 c	2.347 b	2.67 a	2.35

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 0.149, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.12, LSD 0.05 (التفاعل) = 0.21.

الجدول 13. تأثير المعاملات المختلفة على إنتاجية الكينوا من الحبوب (طن/هكتار) في الموسم الثاني

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	2.17 abc	1.823 bc	2.67 a	2.22 a
FW	1.88 bc	1.667 c	2.457 ab	2 a
المتوسط	2.023 b	1.745 b	2.563 a	2.11

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 0.486, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.397, LSD 0.05 (التفاعل) = 0.687.

تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول 12 إلى زيادة معنوية في إنتاجية الكينوا من الحبوب بين معاملات نوعية مياه الري وبين معاملات التسميد المعدني والتفاعل بينها وذلك في الموسم الأول.

عموماً ازدادت إنتاجية الحبوب في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW معنوياً (2.648 طن/هكتار) مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة FW (2.055 طن/هكتار)، وكانت الفروق معنوية في معاملات التسميد المعدني (2.04، 2.347، 2.67 طن/هكتار) على التوالي. وفي تفاعل نوعية مياه الري مع معاملات التسميد المعدني ازدادت الإنتاجية من الحبوب عند الري بمياه الصرف والتسميد المعدني حيث سجلت المعاملة DW و NPK3 إنتاجية أعلى من الحبوب (2.67 طن/هكتار) مقارنة مع باقي المعاملات.

وتشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول 13 إلى زيادة إنتاجية الحبوب في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW ظاهرياً (2.22 طن/هكتار) مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة FW (2 طن/هكتار)، وكانت الزيادة معنوية في معاملة التسميد المعدني NPK3 (2.563 طن/هكتار) مقارنة بالمعاملتين NPK1 و NPK2 (2.023، 1.745 طن/هكتار) على التوالي. وفي تفاعل نوعية مياه الري مع معاملات التسميد المعدني ازدادت الإنتاجية من الحبوب عند الري بمياه الصرف والتسميد المعدني حيث سجلت المعاملة DW و NPK3 أعلى إنتاجية (2.67 طن/هكتار).

الجدول 14. تأثير المعاملات المختلفة في إنتاجية الكينوا من القش (طن/هكتار) في الموسم الأول

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	10.33 ab	9.89 b	10.67 a	10.29 a
FW	9.67 b	9.78 b	10.17 ab	9.87 a
المتوسط	10 ab	9.83 b	10.42 a	10.08

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 1.683, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 0.43, LSD 0.05 (التفاعل) = 2.381.

الجدول 15. تأثير المعاملات المختلفة في إنتاجية الكينوا من القش (طن/هكتار) في الموسم الثاني

المعاملات المائية	NPK1	NPK2	NPK3	المتوسط
DW	10.71 a	10.95 a	11.32 a	10.99 a
FW	10.09 a	9.72 a	10.61 a	10.14 a
المتوسط	10.4 a	10.33 a	10.97 a	10.57

LSD 0.05 (مستويات السماد) = 1.683, LSD 0.05 (المعاملات المائية) = 1.374, LSD 0.05 (التفاعل) = 2.381.

تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (14) إلى زيادة معنوية في إنتاجية الكينوا من القش بين معاملات نوعية مياه الري وبين معاملات التسميد المعدني والتفاعل بينها وذلك في الموسم الأول.

عموماً ازدادت إنتاجية القش في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW ظاهرياً (10.29 طن/هكتار) مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة FW (9.87 طن/ه)، وكانت الفروق معنوية في معاملات التسميد المعدني (10، و 9.83، و 0.42 طن/هكتار على التوالي). وفي تفاعل نوعية مياه الري مع معاملات التسميد المعدني ازدادت الإنتاجية من الحبوب عند الري بمياه الصرف والتسميد المعدني حيث سجلت المعاملة DW NPK3 أعلى إنتاجية (10.67 طن/هكتار).

وتشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (15) إلى زيادة إنتاجية القش في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي DW ظاهرياً (10.99 طن/هكتار) مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة FW (10.14 طن/هكتار)، وكانت الزيادة ظاهرة في معاملة التسميد المعدني NPK3 (10.97 طن/هكتار) مقارنة بالمعاملتين NPK1 و NPK2 (10.4، 10.33 طن/هكتار) على التوالي. وفي تفاعل نوعية مياه الري مع معاملات التسميد المعدني ازدادت الإنتاجية من الحبوب عند الري بمياه الصرف والتسميد المعدني حيث سجلت المعاملة DW NPK3 أعلى إنتاجية (11.32 طن/هكتار).

يمكن تفسير هذه النتائج بأن استعمال مياه الصرف الزراعي تزيد إنتاجية محصول الكينوا لاحتوائها على عناصر مغذية للنبات. وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Shahzad et al., 2014)، الذين بينوا أن إضافة 125 كغ N/هكتار أدت لتحسين صفات النوعية والإنتاجية لمحصول الكينوا. كما بين (Shams 2012) أن إنتاجية الكينوا زادت مع زيادة إضافة السماد الأزوتي، وكانت أفضل إنتاجية عند إضافة 150 كغ N/هكتار (Hakan Geren, 2015).

8. الاحتياج المائي لمحصول الكينوا:

يبين الجدول (16) الاستهلاك المائي الصافي والكلي (بالعلاقة مع عامل الخفض) والإنتاج، وكفاءة الاستخدام، وكفاءة الري حسب المعاملات في المعاملة تنقيط ري مياه صرف زراعي.

الجدول 16. الاحتياج المائي لمحصول الكينوا عند الري بمياه الصرف الزراعي

Ea	كفاءات الري		كفاءة الاستخدام الكلية	المردود طن/هكتار	رطوبة النهائية (المتبقية)	السقايات الكلية	السقايات الصافية	الأمطار الفعالة	رطوبة البداية (المخزون)	الاستهلاك		المعاملة
	Ks	Eu								الكلي	الصافي	
%	%	%	كغ/م ²	طن/هكتار	م ³ /3هكتار							
91	96	95	0.9	1.9	1014	1286	1173	967	832	2026	1958	NPK1(80-30-30)
90	96	94.2	0.7	1.7	960	1374	1243	957	857	2254	2114	NPK2 (100-40-40)
91	96	95.1	1	2.46	960	1553	1418	980	818	2391	2256	NPK3 (120-50-50)

حيث يلاحظ أن كفاءة استخدام المياه كانت أفضل في المعاملة الثالثة التسميد المعدني مستوى ثالث. وبين الجدول (17) الاستهلاك المائي الصافي والكلي (بالعلاقة مع عامل الخفض) والإنتاج وكفاءة الاستخدام وكفاءة الري حسب المعاملات في المعاملة تنقيط ري مياه عذبة.

الجدول 17. الاحتياج المائي لمحصول الكينوا عند الري بمياه عذبة

Ea	كفاءات الري		كفاءة الاستخدام الكلية	المردود طن/هكتار	رطوبة النهائية (المتبقية)	السقايات الكلية	السقايات الصافية	الأمطار الفعالة	المردود	الاستهلاك		المعاملة
	Ks	Eu								الكلي	الصافي	
%	%	%	كغ/م ²	طن/هكتار	م ³ /3هكتار							
92	96	95.6	1.2	2.17	972	1110	1019	883	803	1824	1733	NPK1(80-30-30)
92	96	96.1	1	1.83	1019	1144	1055	941	836	1902	1813	NPK2 (100-40-40)
93	96	96.4	1.3	2.67	973	1239	1147	918	798	1982	1890	NPK3 (120-50-50)

حيث يلاحظ أن كفاءة استخدام المياه كانت أفضل في المعاملة الثالثة والتسميد المعدني مستوى ثالث.

الاستنتاجات:

- ازدادت الناقلية الكهربائية للتربة معنوياً عند الري بمياه الصرف الزراعي مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة وذلك في الموسم الأول، بينما انخفضت هذه الناقلية لتصبح متقاربة مع ناقلية التربة عند الري بالمياه العذبة في الموسم الثاني، وازداد الأزوت الكلي للتربة في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة.
- لم يلاحظ زيادة للفوسفور المتاح والبوتاسيوم المتاح في التربة في معاملة الري بمياه الصرف الزراعي مقارنة بمعاملة الري بمياه عذبة، باستثناء زيادة البوتاسيوم في المعاملة المروية بالمياه العذبة في الموسم الثاني، كما لم يلاحظ زيادة للعناصر المغذية في التربة مع زيادة مستويات التسميد بهذه العناصر.
- ازدادت إنتاجية المحصول من الحب والقش عند الري بمياه الصرف الزراعي مقارنة بالري بالمياه العذبة، وازدادت إنتاجية المحصول من الحب والقش عند زيادة التسميد بالعناصر المغذية.

التوصيات:

- اعتماد التوصية السمادية (120 كغ N/هكتار، 50 كغ P₂O₅/هكتار، 50 كغ K₂O/هكتار) لمحصول الكينوا.
- استعمال مياه الصرف الزراعي في ري محصول الكينوا بشكل آمن.
- الاحتياج المائي لمحصول الكينوا في ظروف محافظة طرطوس 2000 م³/هكتار.

المراجع:

- Algozaibi, M.; E.A. Badran; A.M. Almadini; and M.M. El-Garawany (2017). The effect of irrigation intervals on the growth and yield of quinoa crop and its components. *Journal of Agricultural Science*. 9(9): 182-191.
- Attila, Y.; and I.K. Cigdem (2014). A new crop for salt affected and dry agricultural areas of turkey: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. Special Issue. 2: 1440-1446.
- Chandra, A.M.; W.R. Johnston; and L.S. Willardson (1997). Management of agricultural drainage water quality. International commission on irrigation and drainage. FAO. Rome.
- Eldardiry, E.; M. Abd El-Hady; and A.M. Zaghoul. (2013). Relationship between soil physical and chemical properties and hydrophysical soil properties under reuse of agricultural drainage water. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 13 (1): 01-06
- Gomaa, E. (2013). Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on quinoa plant. *journal of applied sciences research*. 9(8): 5210-5222.
- Gustavo, C.; D. Gagnon; and D. Paré. (2016). Quinoa biomass production capacity and soil nutrient deficiencies in pastures, tree plantations and native forests in the Andean Highlands of southern Ecuador. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida* .24(2):16-28.
- Hakan, G. (2015). Effect of different nitrogen levels on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean climatic conditions. *Turkish Journal of Field Crops*. 20(1): 59-64.
- Jackson, L. (1958). *Soil chemical analysis*, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffe N J., Pp 151-153 and 331-334.
- Jacobsen, S.; H. Quispe; and A. Mujica (2000). Quinoa: An alternative crop for saline soils in the Andes. *CIP Progr. Rep.*, Pp 403–408.
- Kakabouki, I.; D. Bilalis; A. Karkanis; G. Zervas; E. Tsiplakou; and D. Hela. (2014). Effects of fertilization and tillage system on growth and crude protein content of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An alternative forage crop. *Emir. J. Food Agric.*, 26 (1): 18-24.
- Karyotis, T.; C. Iliadis; C. Noulas; and T. Mitsibonas. (2003). Preliminary research on seed production and nutrient content for certain quinoa varieties in a saline-sodic. *Soil J. Agron. Crop Sci.*, 189: 402–408.
- Matiacevich, S.B.; M.L. Castellion M.L.; S.B. Maldonado; and M.P. Buera (2006). Water-dependent thermal transitions in quinoa embryos. *Thermochimica Acta.*, 448: 117–122.
- Olson, R.S.; C.V. Cole; S. Watanabe; and L.A. Dean (1954). Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circular*. No. 939.
- Papastylianou, P.; K. Ioanna; T. Eleni; T. Ilias, B. Dimitrios; H. Dimitra; C. Demosthenis, A. George; and Z. George (2014). Effect of fertilization on yield and quality of biomass of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and green amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.). *Bulletin UASVM Horticulture*. 71(2): 1843-5254.
- Richards, L.A. (1962). *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Agricultural hand book no 60. United States Department of Agriculture.
- Rojas, W.; J.L. Soto; and Carrasco. (2004). Study on the social, environmental and economic impact of Quinoa promotion in Bolivia. Proinpa foundation. Bolivia.

- Sezen ,S.M.; A. Yazar, S. Tekin; and M. Yildiz (2016). Use of drainage water for irrigation of quinoa in a Mediterranean environment. 2nd World Irrigation Forum (WIF2). 6-8 November 2016, Chiang Mai, Thailand
- Shahzad, M.A.; I. Shahid, and A. Irfan (2014). Evaluating the response of nitrogen application on growth, development and yield of quinoa genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*. 1560–8530.
- Shams, A.S. (2012). Response of quinoa to nitrogen fertilizer rates under sandy soil conditions. *international Conf. Agron., Fac.of Agic., Benha Univ., Egypt*, 9-10 September. 195 – 205.
- Valencia-Chamorro, S.A. (2003): Quinoa. In: Caballero B.: *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Academic Press, Amsterdam. 8: 4895–4902.
- Walinga, I.; J. Van Der; V. Houba; W. Van Vark; and I. Novozamsky (1995). *Plant analysis manual*. Kluwer Academic Publishers. London.
- Yazar, A.; S.S. Metin; B.C. Yeşim; I.K. Çiğdem; and T. Servet (2017). Effect of planting times and saline irrigation of quinoa using drainage water on yield and yield components under the Mediterranean environmental conditions. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*. 4(8): 8-16.

Effect of Drainage Water on Some Soil Properties and Production of Quinoa, Study of Water and Fertilizers Requirements

Mohammad Manhal Al-Zubi ^{*(1)} Haitham Eid⁽²⁾ Mohammad Hakkoun⁽¹⁾
 Mahmoud Barhoum⁽²⁾ Razan Karfoul⁽²⁾ Mahmoud Asaad⁽²⁾ Khattar
 Darwish⁽²⁾ Nawar Al Jrdi⁽²⁾ and Yamen Ahmad⁽²⁾

(1). Administration of Water Resources, General Commission for Scientific Agricultural Research GCSAR, Damascus, Syria.

(2). Tartous Agricultural Research Center, GCSAR, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Mohammad Manhal Al-Zubi. E-Mail: manhalzo@yahoo.com).

Received: 01/02/2018

Accepted: 14/04/2018

Abstract

The effect of irrigation with drainage water on the productivity of quinoa variety (NSL-106398), and determination of fertilizer and water requirements were studied. A field experiment was conducted at Zahed Research Station, Tartous Research Center for two growing seasons 2016 and 2017. The experiment was laid out in Split Plot Design with three replications. Two water quality treatments were applied [drainage water (DW) and fresh water (FW)], and three fertilizer levels were used NPK1 (80 kg N/ha, 30 kg P₂O₅/ha, 30 kg K₂O /ha), NPK2 (100 kg N/ha, 40 kg P₂O₅/ha, 40 kg K₂O /ha), and NPK3 (120 kg N/ha, 50 kg P₂O₅/ha, 50 kg K₂O/ha). The results showed a significant increasing in the soil conductivity EC under drainage treatments DW (1.15 dS/m) compared to the fresh water FW treatment (0.68 dS/m) in the first season, whereas the differences were not significant in the second season. Soil was analyzed at the end of the two seasons, the results showed significant increasing in total nitrogen when treatments irrigated with DW (0.153%) compared to the treatments irrigated with FW (0.132%) in the first season. While phosphorus and potassium were not significantly increased when fertilization of these two elements was increased within the treatments of water quality and mineral fertilization treatments, but the difference in available potassium in the second season, was significant within water quality treatments. The grain yield regarding DW treatment was significantly increased (2.65 ton/ha) compared to the FW (2.055 ton/ha), also the grain yield significantly increased by mineral fertilization treatments (2.04, 2.347, 2.67 ton/ha respectively). Whereas in the second season DW increased the grain yield (2.22 ton/ha) compared to the FW (2 ton/ha). The grain yield increased significantly in treatment NPK3 (2.56) compared to the treatments NPK1 and NPK2 (2.023, 1.745 ton/ha respectively). Straw productivity was increased in mineral fertilization treatments (10, 9.83, 10.42 ton/ha) in the first season. Furthermore, results showed that water use efficiency in the treatment NPK3 was the best for both water types DW, and FW (1.3 and 1 kg/m³, respectively). Therefore, the study recommends that the water requirement of quinoa under the conditions of Tartous Governorate was 2000 m³/ha, and the fertilizer recommendation was (120 kg N/ha, 50 kg P₂O₅/ha, 50 kg K₂O /ha)

Key words: Drainage water, Quinoa, Water requirement, Mineral fertilizers.