تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة في خصائص التربة وإنتاجية نبات التريتكال

Effect of Treated Wastewater safely Soil Properties and the Productivity of Triticale Productivity

د. محمد منهل الزعبي[2-1] د. ماجدة مفلح[1] د. مصطفى بدا[2-1] م. رابعة الحايك[1]

د. سمر حسن[1] م. لينا عدرة[1] د عمار عباس[1] د. عمر جزدان[1] إلهام طعمة[2]

Dr. M. Alzoubi[1 -2] Dr. Majeda Mofleh[1] Dr. M. Badda[1 -2] Eng. R. Haiek[1]

Dr. S. Hassan[1] Eng. L. Adra[1] Dr A. Abbas[1] Dr. O. juzdan[1] Eng. E. Tomeh[2]

manhalzo@yahoo.com magda.mofleh@yahoo.com bedda.agri@hotmail.com rabeahhaik@yahoo.com

samar490@yahoo.com ammarammar6582@hotmail.com omarjuzdan@gmail.com elhamtomeh@yahoo.com

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

(1) General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR, Syria.

(2) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

(2) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands / ACSAD.

الملخص

دُرس تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة في إنتاجية محصول التريتكال ضمن دورة زراعية، إذ نُفذت تجربة حقلية في محطة بحوث الصنوبر في مركز بحوث اللاذقية (سورية)، بالتعاون بين الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) خلال موسمي 2017 و2018. وضعت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة (SPD)، إذ تضمنت طريقتين من طرائق الري (الري بالتنقيط، والري السطحي)، ونوعين من مياه الري (مياه جوفية، ومياه صرف صحي معالجة)، فبلغ مجموع المعاملات أربع، وبثلاثة مكررات لكل معاملة. حللت التربة خصوبياً قبل الزراعة، وكذلك حللت المياه كيميائياً وجرثومياً.

أظهرت النتائج زيادة إنتاجية محصول التريتكال من الحبوب في العام 2018 عند معاملة الري بالتنقيط مقارنةً بمعاملة الري السطحي (1.026 و 1.085) طن/هكتار على التوالي، وازدادت إنتاجية محصول التريتكال من الحب في موسم 2018 عند معاملة الري بالمياه المعالجة مقارنة بالمعاملة بالمياه العذبة (1.07 و1.041) طن/هكتار على التوالي. وكذلك ازدادت إنتاجية محصول التريتكال من القش في الموسمين عند معاملة الري بالمياه المعالجة مقارنة بالمعاملة بالمياه العذبة. ولوحظ زيادة تركيز الكادميوم والكروم والرصاص في حب وقش محصول التريتكال زيادةً معنويةً عند معاملة الري بالمياه المعالجة مقارنة بمعاملة الري بالمياه العذبة. وكذلك ازداد تركيز المعادن الثقيلة في الحب والقش عند معاملة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط. وازداد تركيز الكادميوم والكروم والرصاص معنوياً في التربة في الموسمين في معاملة طريقة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازداد تركيزها معنوياً في معاملة الري بمياه الصرف المعالجة مقارنة بمعاملة الري بالمياه العذبة.

وفي تفاعل طرائق الري مع معاملات نوعية مياه الري ازداد تركيز الكادميوم والكروم والكوبالت معنوياً في التربة في معاملة طريقة الري السطحي

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:20 - 28)**

بمياه الصرف المعالجة على باقي التفاعلات (0.61، 47.7، و38 مغ/كغ) في الموسم الأول و(0.6، 47، 38 مغ/كغ) في الموسم الثاني، علماً أن هذه التراكيز من المعادن الثقيلة هي ضمن الحدود المسموح بها.
الكلمات المفتاحيّة : مياه الصرف الصحي المُعالجة، معادن ثقيلة، تريتكال، الإنتاجية.

Abstract

A field experiment was conducted for two consecutive growing seasons 2017 and 2018 to study the effect of treated waste water (TWW) on fodder productivity (triticale ***Triticosecale rimpaui*** **Wittm**.) at Latakia Research Center (Syria) through collaboration between, the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR) and the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry lands (ACSAD).

The experiment was carried out in Split Block Design (SBD) with three replications. Tow irrigation treatments were applied [drip irrigation (DI) and surface irrigation (SI) and two irrigation water quality were used fresh water (FW) and treated waste water (TWW)]. Soil analyzed before cultivation to monitor soil fertility status.

The results showed increasing the grain yield of triticale crop grown under irrigation treatments DI compared to the treatments irrigated with SI (1.085 and 1.026 ton/ha respectively) in season 2018, also differences in the grain productivity of triticale crop in the treatments of irrigated with TWW compared to the treatments of irrigated with FW (1.07 and 1.041 ton/ha respectively), furthermore results showed differences in the straw productivity of triticale crop in treatments irrigated with TWW compared to the treatments irrigated with FW in the two seasons.

Significant differences were noticed in heavy metals concentration (Cd, Cr and Pb) in straw and grain of triticale crop in the treatments irrigated with TWW compared to the treatments irrigated with FW, also significant differences were noticed in heavy metals concentration in triticale crop when treatments irrigated with SI compared to the treatments irrigated with DI.

Generally heavy metals concentration (Cd, Cr, and Pb) were significantly accumulated in soil that irrigated with TWW compared to that irrigated with FW, and in soil that irrigated with SI compared to that irrigated with DI.

The results of the interaction of irrigation methods with irrigation water quality treatments, showed that the concentration of cadmium, chromium and cobalt increased significantly in the soil in the treatment of surface irrigation method with treated wastewater over the rest of the reactions (0.61, 47.7, 38 mg/kg) in the first season and (0.6, 47, 38 mg/kg). kg) in the second season, knowing that these concentrations of heavy metals are within the permissible limits

Keywords: Treated wastewater, Heavy metals, Triticale, productivity.

المقدمة

نظراً لمحدودية الموارد المائية في الجمهورية العربية السورية، وما يترتب على ذلك من عجز تراكمي متزايد في الموارد المائية المتاحة للأغراض الزراعية، كان لابدَّ من البحث عن مصادر مائية رديفة تدعم الموازنة المائية الحالية، وتهدف لوضع استراتيجية فعالة لتوفير الماء العذب للشرب، وتحسين نوعية المياه السطحية عبر إعادة استعمال مياه الصرف الصحي (Wastewater) بعد معالجتها في مجال الري الزراعي، وإدخال هذا النوع من المياه غير التقليدية كمورد مائي إضافي متجدد ضمن الموازنة المائية الوطنية (جزدان، 2002) في سقاية بعض المحاصيل كري مقيد، إذ تتجاوز مساحة الأراضي الزراعية التي تستخدم بها هذه النوعية من المياه نحو 37 ألف هكتار في مختلف المحافظات، والتي تشكل نسبة 2.6 % من كامل المساحة المروية.

يؤدي استعمال المياه العادمة المعالجة وغير المعالجة بشكل عشوائي وغير مرشد إلى آثار بيئية مهمة وضارة على كل من التربة والمحاصيل الزراعية والمياه السطحية والجوفية والصحة العامة والبيئة بشكل عام، وقد تكون سامة للإنسان والنبات والحيوان، ومنها العناصر المعدنية الثقيلة، والمواد العضوية وغير العضوية، ولاسيما عند وجودها بتراكيز عالية، تتراكم في التربة، ثم تنتقل عبر السلسلة الغذائية إلى النبات والحيوان فالإنسان مسببة أمراضاً خطيرة، كما تؤدي إلى تغيرات مهمة في الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة (Alzoubi وزملاؤه، 2014).

إن معالجة مياه الصرف الصحي تقلل إلى حد كبير من الحمولة المرضة للطفيليات، ويعتمد ذلك على طريقة المعالجة، سواء الفيزيائية، أو الكيميائية، أو الحيوية. وقد بيّن Khaskhoussy وزملاؤه (2015) أن استعمال المياه المعالجة يجب أن يكون مشروطاً ببعض التدابير، مثل قوام التربة، واختيار طرائق الري. كما أوضح Abedi-Koupai وزملاؤه (2006) أن تراكم المعادن الثقيلة قد ازداد معنوياً في التربة عند الري بمياه الصرف الصحي مقارنة بالري بالمياه الجوفية.

وقد بين Andrea وزملاؤه (2015) أن فوائد استخدام المياه المعالجة يتمثل بخمس نقاط؛ هي: توفير المواد الغذائية، وتوفير مصدر للمياه، والإسهام في الإمدادات الغذائية في المناطق الحضرية، وأسلوب لتوليد الدخل ورفع مستوى المعيشة، كما يسهم بتوليد الطاقة عند ري محاصيل الوقود الحيوي. وقد ذكر Abdel-Aziz (2015) و El-Nahhal وزملاؤه (2013) أن استعمال المياه المعالجة أدى لتحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية، وكذلك إنتاجية النبات عند المقارنة بالري بالمياه الجوفية، وكذلك أوضح Hidri وزملاؤه (2013) أن استعمال المياه المعالجة أدى إلى تأثير إيجابي في خواص التربة، ولاسيما المادة العضوية.

إن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في النبات، ولاسيما عند تطبيق الري السطحي مقارنة بالري بالتنقيط (Mojiri و Hamidi، 2011)، وبين Alghobar و Suresha (2016) أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز الكادميوم والكروم في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة. كما وجد Lente وزملاؤه (2014) أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز الكوبالت في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة. وأوضح Alghobar و Suresha (2016) وAbdel-Aziz (2015) أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز الكادميوم والكروم والرصاص والكوبالت في التربة مقارنة بالري بالمياه العذبة.

هدف البحث: يهدف البحث لدراسة تأثير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في خواص التربة، ورصد العناصر الثقيلة في التربة والمحصول، وإنتاجية محصول التريتكالي.

مواد البحث وطرائقه

1. توصيف التربة قبل الزراعة:

أخذت عينات التربة من الطبقة 0-30 سم، وتم هضم العينات بالطريقة الرطبة (Walinga وزملاؤه، 1995)، ثم قُدر الآزوت المعدني، وتم استخلاص الفوسفور المتاح بطريقة أولسن (Olson وزملاؤه، 1954)، إذ قدر بوساطة جهاز المطيافية الضوئية الآلي (Richards، 1962)، وقدرت المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة (Jackson، 1958)، كما قُدرت بعض العناصر الصغرى المتاحة بطريقة DTBA والمعادن الثقيلة (بطريقة الماء الملكي) بجهاز الامتصاص الذري (Isaac وKerber، 1971).

2. تحليل المياه:

قُدر الكلور بالمعايرة بمحلول نترات الفضة والكبريتات بطريقة العكارة، والكربونات والبيكربونات بالمعايرة بحمض الكبريت، والكالسيوم والمغنزيوم بالمعايرة بالفيرسينات، وقُدر البوتاسيوم والصوديوم بجهاز اللهب، وقُدرت أشكال الآزوت بجهاز المطياف الضوئي الآلي.

وقد حُللت عينات المياه جرثومياً، إذ جرى تعداد كلي للبكتريا، وتم عد بكتريا E.Coli وبكتريا السالمونيلا، والشيغيلا، وبيوض الديدان، وذلك بإجراء التخفيفات حتى التخفيف المناسب بطريقة التخفيف التدريجي والنشر في أطباق تحوي بيئات تفريقية (Nutrient agar ، EMB ، SS Agar)، وحضنت الأطباق على الدرجة 28 ± 2 مْ لثلاثة أيام. وقدر الأكسجين الكيميائي المطلوب COD، والأكسجين الحيوي المطلوب BOD (Muthuvel وUdayasoorian، 1999).

3. تصميم التجربة:

وضعت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة، إذ طبقت طريقتان للري (الري بالتنقيط، والري السطحي) ونوعان من مياه الري (مياه جوفية، ومياه صرف صحي معالجة). كررت كل معاملة ثلاث مرات، وقد تم استخدام برنامج Genstat للتحليل الاحصائي.

تم ري محصول التريتكال 3 ريات، وبلغت مساحة القطعة التجريبية 4× 4=16 م^2، وعدد المعاملات 4، وعدد المكررات 3، ومساحة التجربة 12 × 16 = 192 م^2.

4. الزراعة:

زرعت التجربة في الموسم الشتوي بمحصول تريتكال.

5. التحاليل والاختبارات:

* تقدير الإنتاجية الكلية (طن/هكتار) لنبات التريتكال (القش + الحب).
* تحليل التربة: فوسفور متاح، وآزوت معدني، ومادة عضوية، وبوتاسيوم متاح.

* تحليل العناصر الثقيلة في التربة: قدرت بعض العناصر الثقيلة الكلية (بطريقة الماء الملكي) بجهاز الامتصاص الذري نوع Varian (Issac و Kerber، 1971).
* تحليل العناصر الثقيلة في النبات: قدرت بعض العناصر الثقيلة (الكلية) في مستخلصات النبات بجهاز الامتصاص الذري.

النتائج والمناقشة

1. تحليل المياه:

يبين الجدولان 1و 2 نتائج تحليل عينات المياه.

الجدول 1. التحليل الكيميائي لعينات المياه.

	مغ/لتر													
	Ca^{+2}	Mg^{+2}	NH_4^+	Na^+	K^+	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{-3}	Cl^-	SO_4^{-2}	Cd	Cr	Pb	Co
FW	70	42	0.00	29	2.2	0.033	11.8	0.000	45	15	-	-	-	-
TWW	80	72	5.00	48	3.3	0.804	39.9	1.143	70	45	0.02	0.1	0.32	1.8

الجدول 2. التحليل الحيوي لعينات المياه.

	COD مغ/لتر	BOD_5 مغ/لتر	Total count cfu/ml	Coil form cfu/100 ml	Salmonella cfu/ml	Shigella cfu/ml	Helminth eggs
TWW	50	17	9.6×10^5	500	3	2	0

يبين التحليل السابق أن جميع المعادن الثقيلة كانت ضمن الحدود المسموح بها، وكذلك بالنسبة لتحليل BOD5 وCOD ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة السابقة. يلاحظ من خلال التحاليل الجرثومية أن عينة المياه المعالجة تحتوي على بكتريا القولونيات والسالمونيلا، وكانت هذه المؤشرات ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية السورية 2752، ولا تحتوي على بيوض الديدان.

2. تحليل التربة قبل الزراعة:

يبين الجدولان 3، 4 نتائج تحليل عينات التربة قبل الزراعة.

الجدول 3. توصيف التربة قبل الزراعة.

العمق	EC_e (dS/m)	pH			مغ/كغ			التحليل الميكانيكي (%)		
			$CaCO_3$	المادة العضوية	الآزوت المعدني	الفوسفور المتاح	البوتاسيوم المتاح	رمل	سلت	طين
0 – 30 سم	0.20	7.69	32	1.69	18	10	184	72	6	22

يوضح التحليل السابق أن التربة معتدلة الحموضة، وكلسية غير مالحة، وذات محتوى جيد من المادة العضوية، وهي متوسطة المحتوى من الآزوت المعدني، والفوسفور، والبوتاسيوم، وهي تربة رملية.

الجدول 4. المعادن الثقيلة في التربة قبل الزراعة.

العمق	مغ/كغ			
	Cd	Cr	Pb	Co
0 – 30 سم	0.25	23	55	5.8
المحتوى الطبيعي	0.01 -2	10 -150	2 - 200	1 - 40

يلاحظ من خلال تحليل المعادن الثقيلة في التربة أن معظم تراكيز هذه المعادن هو ضمن الحدود المسموح بها في التربة (Adriano، 1986).

3. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهما في إنتاجية محصول التريتكال:

يبين الجدول 5 تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهم في إنتاجية محصول التريتكال، وذلك في معاملات طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهما.

تشير نتائج التحليل الاحصائي في الجدول 5 إلى عدم وجود فروق معنوية في متوسط الغلة بين معاملات طرائق الري، ونوعية مياه الري، والتفاعل بينهما.

وعموماً، تفوقت طريقة الري بالتنقيط ظاهرياً في الغلة على معاملة الري السطحي، كما تفوقت معاملة الري بالمياه المعالجة ظاهرياً في متوسط الغلة على معاملة الري بالمياه العذبة، ويمكن تفسير هذه النتائج بأن استعمال المياه المعالجة يؤدي إلى زيادة إنتاجية النبات، وذلك لاحتوائها على العناصر المغذية للنبات.

الجدول 5. تأثير طرائق ونوعية مياه الري في متوسط الغلة الحبيبة (طن/هكتار) لمحصول تريتكال.

المعاملات	حب (طن/هكتار)		قش (طن/هكتار)	
	2017	2018	2017	2018
مياه معالجة	0.70[a]	1.07[a]	1.448[a]	1.619[a]
مياه عذبة	0.78[a]	1.041[a]	1.41[a]	1.368[a]
$LSD_{0.05}$	0.37	0.0929	0.54	0.537
تأثير طرائق الري				
ري سطحي	0.74[a]	1.026[a]	1.575[a]	1.480[a]
ري تنقيط	0.738[a]	1.085[a]	1.289[a]	1.506[a]
$LSD_{0.05}$	0.37	0.0929	0.54	0.537
تأثير التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري				
ري سطحي بمياه معالجة	0.71[a]	1.028[a]	1.606[a]	1.686[a]
ري سطحي بمياه جوفية	0.77[a]	1.024[a]	1.54[a]	1.275[a]
ري تنقيط بمياه معالجة	0.685[a]	1.112[a]	1.29[a]	1.553[a]
ري تنقيط بمياه جوفية	0.79[a]	1.059[a]	1.287[a]	1.460[a]
$LSD_{0.05}$	0.53	0.131	0.769	0.759

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

4. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه والتفاعل بينهم في تراكم المعادن الثقيلة في نبات التريتكال:

يبين الجدول 6 تراكيز المعادن الثقيلة في محصول التريتكال ضمن معاملات طرائق الري ونوعية المياه والتفاعل بينهما.

عموماً ازداد تركيز الكادميوم والكروم والرصاص معنوياً في الحب والقش لمحصول تريتكالي في معاملة طريقة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازداد تركيزها معنوياً في معاملة الري بمياه الصرف المعالجة مقارنة بمعاملة الري بالمياه العذبة.

وفي تفاعل طرائق الري مع معاملات نوعية مياه الري ازداد تركيز المعادن الثقيلة معنوياً في النبات في معاملة طريقة الري السطحي بمياه الصرف المعالجة مقارنةً بباقي التفاعلات.

وتتوافق هذ النتائج مع ما توصل إليه Alghobar وSuresha (2016)، إذ بينا أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة.

الجدول 6. تأثير طرائق، ونوعية مياه الري، والتفاعل بينهم في تركيز المعادن الثقيلة (مغ/كغ) في نبات تريتكالي.

		مغ/كغ					
		Cd		Cr		Pb	
		2017	2018	2017	2018	2017	2018
مياه معالجة	حب	0.1042[a]	0.10[a]	3.99[a]	3.9[a]	11.33[a]	11.3[a]
	قش	0.1058[a]	0.1[a]	1.44[a]	1.4[a]	13.17[a]	13[a]
مياه عذبة	حب	0.0250[b]	0.02[b]	2.93[b]	2.9[b]	9.83[b]	9.8[b]
	قش	0.0198[b]	0.019[b]	1.1[b]	1[b]	6.07[b]	6[b]
$LSD_{0.05}$	حب	0.0090	0.009	0.88	0.8	0.781	0.78
	قش	0.0249	0.024	0.157	0.15	1.13	1.1
تأثير طرائق الري							
ري سطحي	حب	0.075[a]	0.07[a]	3.68[a]	3.6[a]	12[a]	12[a]
	قش	0.0723[a]	0.07[a]	1.54[a]	1.5[a]	10.7[a]	10[a]
ري تنقيط	حب	0.0542[b]	0.054[b]	3.24[a]	3.2[a]	9.17[b]	9.1[b]
	قش	0.0533[a]	0.053	1[b]	1[b]	8.53[b]	8.3[b]
$LSD_{0.05}$	حب	0.0090	0.009[a]	0.88	0.8	0.781	0.78
	قش	0.0249	0.024	0.157	0.15	1.13	1.1
تأثير التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري							
ري سطحي بمياه معالجة	حب	0.1233[a]	0.12[a]	4.33[a]	4.3[a]	12.67[a]	12.7[a]
	قش	0.125[a]	0.12[a]	1.75[a]	1.7[a]	15[a]	15[a]
ري سطحي بمياه جوفية	حب	0.0267[c]	0.027[c]	3.03[b]	3[b]	11.33[b]	11.3[b]
	قش	0.0197[c]	0.019[c]	1.33[b]	1.3[b]	6.4[c]	6.4[c]
ري تنقيط بمياه معالجة	حب	0.085[b]	0.08[b]	3.65[ab]	3.6[ab]	10[c]	10[c]
	قش	0.0867[b]	0.086[b]	1.13[b]	1.1[b]	11.33[b]	11.3[b]
ري تنقيط بمياه جوفية	حب	0.0233[c]	0.023[c]	2.83[b]	2.8[b]	8.33[d]	8.3[d]
	قش	0.02[c]	0.02[c]	0.867[c]	0.86[c]	5.73[c]	5.7[c]
$LSD_{0.05}$	حب	0.01279	0.0127	1.248	1.24	1.104	1.1
	قش	0.035	0.034	0.22	0.2	1.599	1.59
الحدود المسموح بها		0.05 - 1.2		1- 5		0.1 - 30	

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

يلاحظ أن تراكيز هذه المعادن كان ضمن الحدود المسموح بها في النبات (Adriano، 1986) كما يبين الجدول 7.

الجدول 7. المحتوى الطبيعي للمعادن الثقيلة في النبات والتربة.

	Cd	Cr	Pb	Co
المحتوى الطبيعي في النبات	1.2 - 0.05	5 - 1	30 - 0.1	0.5 - 0.05
المحتوى الطبيعي في التربة	2 - 0.01	150 - 10	200 - 2	40 - 1

5. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهم في الخصائص الخصوبية للتربة:

يبين الجدول 8 تأثير طرائق الري، ونوعية المياه في الخصائص الخصوبية للتربة والتفاعل بينهما، إذ يلاحظ عدم وجود فروق معنوية في المؤشرات المدروسة في التربة، وذلك بين معاملات طرائق الري، ونوعية مياه الري، والتفاعل بينهما.

عموماً ازدادت نسبة الآزوت الكلي والفوسفور المتاح في التربة ظاهرياً في معاملة طريقة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازدادت نسبة الآزوت الكلي والفوسفور المتاح في التربة ظاهرياً في معاملة طريقة الري بالمياه المعالجة، مقارنة بالري بالمياه العذبة.

الجدول 8. تأثير طرائق ونوعية مياه الري والتفاعل بينهم في الخصائص الخصوبية للتربة.

	مادة عضوية %		N كلي %		P av. (mg/kg)		K av. (mg/kg	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
مياه معالجة	2.91[a]	2[a]	0.203[a]	0.20[a]	26.8[a]	26[a]	122.7[a]	122.7[a]
مياه عذبة	3[a]	2[a]	0.177[a]	0.17[a]	7[a]	9[a]	140.5[a]	145.5[a]
LSD 0.05	0.718	1	0.1246	0.12	22.35	22.5	58	58.1
تأثير طرائق الري								
ري سطحي	2.91[a]	2[a]	0.19[a]	0.19[a]	21[a]	22[a]	138.4[a]	138.5[a]
ري تنقيط	3[a]	2[a]	0.19[a]	0.19[a]	12.8[a]	16[a]	124.8[a]	125.5[a]
LSD 0.05	0.718	1	0.1246	0.12	22.35	22	58	58.1
التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري								
ري سطحي بمياه معالجة	2.89[a]	2[a]	0.21[a]	0.2[a]	35.7[a]	35[a]	126.4[a]	126.1[a]
ري سطحي بمياه جوفية	2.93[a]	2[a]	0.17[a]	0.1[a]	6.3[a]	6[a]	150.4[a]	150.1[a]
ري تنقيط بمياه معالجة	2.93[a]	2[a]	0.197[a]	0.17[a]	18[a]	18[a]	119[a]	119[a]
ري تنقيط بمياه جوفية	3.07[a]	2[a]	0.183[a]	0.18[a]	7.7[a]	12[a]	130.6[a]	131.1[a]
LSD 0.05	1	1	0.1762	0.17	31.61	31	82	82

وتتوافق هذ النتائج مع ما توصل إليه Abdel-Aziz (2015) و El-Nahhal وزملاؤه (2013)، إذ بينوا أن استعمال المياه المعالجة أدى لتحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية، وزيادة الآزوت المعدني في التربة مقارنةً بالري بالمياه الجوفية.

6. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، و التفاعل بينهم في الخصائص السمية للتربة:

يبين الجدول 9 تأثير طرائق الري ونوعية المياه في الخصائص السمية للتربة والتفاعل بينهما.

عموماً، ازداد تركيز الكادميوم والكروم والرصاص معنوياً في التربة في معاملة طريقة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازداد تركيزها معنوياً في معاملة الري بمياه الصرف المعالجة مقارنة بمعاملة الري بالمياه العذبة.

وفي تفاعل طرائق الري مع معاملات نوعية مياه الري ازداد تركيز المعادن الثقيلة معنوياً في النبات في معاملة طريقة الري السطحي بمياه الصرف المعالجة مقارنةً بباقي التفاعلات.

وتتوافق هذ النتائج مع ما توصل إليه Alghobar و Suresha (2016)، إذ بينا أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة.

تتوافق هذ النتائج مع ما توصل إليه Vlunir وزملاؤه (2003)، وAlghobar وSuresha (2016)، وAbdel-Aziz (2015)، وKhaskhoussy وزملاؤه (2015)، الذين بينوا أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في التربة مقارنة بالري بالمياه العذبة.

الجدول 9. تأثير طرائق ونوعية مياه الري في تركيز المعادن الثقيلة (مغ/كغ) في التربة.

	مغ/كغ					
	Cd		Cr		Pb	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
مياه معالجة	0.497[a]	0.49[a]	37.7[a]	37[a]	33.3[a]	33[a]
مياه عذبة	0.2[b]	0.2[b]	10.3[b]	10[b]	18.3[b]	17[b]
$LSD_{0.05}$	0.15	0.15	5.47	5.4	8.11	8
تأثير طرائق الري						
ري سطحي	0.407[a]	0.4[a]	30.2[a]	30[a]	30.2[a]	30[a]
ري تنقيط	0.29[a]	0.29[a]	17.8[b]	17[b]	21.5[b]	22[b]
$LSD_{0.05}$	0.15	0.15	5.47	5.4	8.11	8
تأثير التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري						
ري سطحي بمياه معالجة	0.61[a]	0.6[a]	47.7[a]	47[a]	38[a]	38[a]
ري سطحي بمياه جوفية	0.203[b]	0.2[b]	12.7[c]	12[c]	22.3[bc]	22[bc]
ري تنقيط بمياه معالجة	0.383[b]	0.38[b]	27.7[b]	27[b]	28.7[ab]	29[ab]
ري تنقيط بمياه جوفية	0.197[b]	0.19[b]	8[c]	8[c]	14.3[c]	14[c]
$LSD_{0.05}$	0.2	0.19	8	9	10	11
الحدود المسموح بها	1.1 - 2		10 - 150		2 - 200	

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

الاستنتاجات

-ازداد إنتاج محصول التريتكال عند الري بالمياه المعالجة مقارنةً بإنتاجيته عند الري بالمياه العذبة.

-أدى استعمال المياه المعالجة لتخصيب التربة بالآزوت والفوسفور عند الري بالمياه المعالجة مقارنة بالري بالمياه العذبة.

-ازداد معنوياً تركيز المعادن الثقيلة في التربة والنبات عند الري بالمياه المعالجة مقارنةً بالري بالمياه العذبة، إلا أن تراكيز هذه المعادن في التربة والنبات كانت ضمن الحدود المسموح بها.

المراجع

- المواصفة القياسية السورية. 2008. معايير ومواصفات مياه الصرف الصحي المعالجة للاستعمال الزراعي. رقم 2752.
- جزدان ، عمر. 2002. "دراسة تأثير الري بالمياه العادمة المعالجة وغير المعالجة في خصائص التربة الفيزيائية والهيدروفيزيائية والكيميائية وفي إنتاجية بعض الخضر والمحاصيل باستعمال الأحواض الليزيمترية". رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم التربة واستعمالات المياه، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
- Abdel-Aziz, R. 2015. Impact of Treated Wastewater Irrigation on Soil Chemical Properties and Crop Productivity. International Journal of Water Resources and Arid Environments 4(1): 30-36.
- Abedi-Koupai, J., B. Mostafazadeh-Fard, M. Afyuni, and M.R. Bagheri .2006. Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. PLANT SOIL ENVIRON. 52, (8): 335–344.
- Adriano, D. C. 1986. Trace element in the terrestrial environment. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 536p.
- Alghobar Mohammed Abdullah., and S. Suresh 2016. Effect of Wastewater Irrigation on Growth and Yield of Rice Crop and Uptake and Accumulation of Nutrient and Heavy Metals in Soil. Applied Ecology and Environmental Sciences, , Vol. 4(3): 53-60

- Alzoubi, M.M., O. Jouzdan, A Majar, M,N Haboub, M Hakkoun and H. H. Drwesh, 2014. Treated Waste Water Use in Agriculture. General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR In collaboration with ACSAD and ICBA). Damascus – Syria
- Andrea, M., Ariela G,J Salas Barboza, Valeria Garcés, María S Rodríguez Alvarez, Martín A Iribarnegaray, Viviana I Liberal, Graciela E Fasciolo, Jules B van Lier and Lucas Seghezzo. 2015. The Use of (Treated) Domestic Wastewater for Irrigation: Current Situation and Future Challenges, International Journal of Water and Wastewater Treatment V.12.
- El-Nahhal Y., K. Tubail, M.Safi, and J. Sufi. 2013. Effect of Treated Waste Water Irrigation on Plant Growth and Soil Properties in Gaza Strip, Palestine. American Journal of Plant Sciences, 4: 1736-1743 .
- Hidri, Yassine ., Olfa Fourti, Naceur Jedidi and Abdenaceur Hassan. 2013. Effects of ten years treated wastewater drip irrigation on soil microbiological properties under Mediterranean conditions. African Journal of Biotechnology. Vol. 12(39): 5761-5770.
- Isaac, R ., and J. D. Kerber, 1971. Atomic Absorption and flame photometery , techniques and uses in soils, plant and water analysis, in L.M.Walsh(ed), Soil. Sci. Soc of Amer. Madison W: I17-37.
- Jackson L. 1958 .Soil chemical analysis, Prentice Hall Inc.Englewood Cliffe N J: 151-153 and 331-334.
- Khaskhoussy K, B Kahlaoui, B Messoudi Nefzi, O Jozdan, A Dakheel and M Hachicha 2015. Effect of Treated Wastewater Irrigation on Heavy Metals Distribution in a Tunisian Soil. Engineering, Technology and Applied Science Research Vol. 5(3): 805-810.
- Lenten, I., J. Ofosu-Anim, A. K. Brimah and S. Atiemo. 2014. Heavy Metal Pollution of Vegetable Crops Irrigated with Wastewater in Accra, Ghana. West African Journal of Applied Ecology, vol. 22(1): 41–58
- Mojiri Amin and Hamidi Abdul Aziz. 2011. Effect of municipal wastewater on accumulation of heavy metals in soil and wheat (*triticum aestivum* L.) with two irrigation. Nardi Fundulea, Romania Romanian Agricultural Research, no. 28, ISSN 1222-4227.
- Muthuvel, P., and C. Udayasoorian. 1999. Soil, Plant, Water and Agrochemical Analysis.Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. p.315.
- 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.
- Richards, L. A. 1962. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, Agricultural hand book no 60 United states Department of agriculture.
- Vlunir, J., lVlohammad, and N. Itlazahreh. 2003. Changes in Soil Fertility Parameters in Response to Irrigation of Forage Crops with Secondary Treated Waste. COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANt> Analysis. Vol. 34, Nos. 9 and 10: 1281-1294.
- Walinga I, J., Van Der, V. Houba, W. Van Vark and I. Novozamsky. 1995. Plant Analysis Manual. Kluwer Academic Publishers. London.

N°. Sp Ref: 0002