

The Effect of using Tertiary Treated Sewage Water in Irrigation on Cadmium (Cd) and Lead (Pb) Content in Alfalfa Crop and Insects Living on it

¹Isa Ahmed Ghanim; ¹Abdul Aziz Mohamed Abdul Kareem;
²Ahmed Ali Salih; and ²Asudullah Al Ajmi

¹Ministry of Manicipal Affairs & Urban Planning,
Kingdom of Bahrain

²Desert & Arid Zone Sciences Program, College of Graduate Studies,
Arabian Gulf University,
Kingdom of Bahrain

ABSTRACT

This study was conducted during the period April 2009 to March 2010 in the Northern Governorate, Kingdom of Bahrain to study the relation between water quality and Nitrogen, Phosphorus, Cadmium and Lead contents of alfalfa crop and insects living on it. The study was conducted on 6 farms, 3 irrigated with underground water and the other 3 irrigated with tertiary treated sewage effluents (TTSE). Plant samples were collected during April in 5 replications, randomly from each farm using a 25×25 cm metal frame for estimation of Nitrogen using (Kjeltec apparatus 2300), and Phosphorus by (Spectrophotometer), Cadmium and Lead content by (Atomic Absorption Spectrophotometer). Pitfall traps and sweeping nets were used to collect insects for analyses for Lead and Cadmium content. Results indicated that water type did not affect alfalfa, Nitrogen and Cadmium contents. Average Nitrogen content was 2.6 and 3% in alfalfa irrigated with groundwater and (TTSE), respectively. And Phosphorus content was 0.33 and 0.4% in alfalfa irrigated with ground water and (TTSE), respectively. Results also showed that irrigation with (TTSE) did not significantly affect Cadmium and Lead contents in alfalfa crop. The average concentrations of these two elements were 0.41 and 0.35 ppm, respectively, their concentrations in alfalfa irrigated with TTSE were 0.44 and 0.34 ppm, respectively. The concentrations of Cadmium and Lead in insects living on ground water irrigated alfalfa were 0.14 and 0.063 ppm, respectively, and in TTSE irrigated alfalfa were 0.338 and 0.076 ppm respectively. Cadmium and Lead concentrations were found to increase in the natural enemies of insects living on alfalfa irrigated with (TTSE) indicating biomagnification of those heavy metals in the food chain from alfalfa to insect pests and predators.

ID # (2760)

Received: 03/07/2013

In-revised: 15/12/2013

Corresponding Author;

Ahmed Ali Salih

E-mail: ahmedalis@agu.edu.bh

KEYWORDS

Aphids, Leafhoppers, Plant bug, Natural Enemies, Tertiary Treated Water, Alfalfa, Cadmium (Cd), Lead (Pb)

أثر استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً في الري على محتوى البرسيم والحشرات المتعايشة عليه من عنصري الكاديوم (Cd) والرصاص (Pb)

¹عيسى احمد غانم، ¹عبد العزيز محمد عبد الكريم، ²احمد علي صالح، و ²اسد الله العجمي

¹إدارة الثروة النباتية، وزارة شؤون البلديات والتخطيط العمراني، مملكة البحرين
²برنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين

المُستخلص

أجريت هذه الدراسة في الفترة من إبريل 2009 إلى مارس 2010 في مملكة البحرين في المحافظة الشمالية لدراسة العلاقة بين نوعية مياه الري ومحتوى البرسيم من عنصري النيتروجين والفسفور وعنصري الكاديوم والرصاص في النبات والحشرات المتعايشة عليه في ست مزارع، ثلاث تروى بالمياه الجوفية وثلاث أخرى تروى بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً. خذت العينات النباتية في شهر أبريل، بمعدل خمس مكررات عشوائية من كل مزرعة باستخدام إطار معدني بمساحة 25x25 سنتيمتر لتقدير محتوى عنصري النيتروجين والفسفور وتركيز عنصري الكاديوم والرصاص في نبات البرسيم وتم استخدام المصائد الأرضية وشبكة صيد الحشرات لتقدير تركيز عنصري الكاديوم والرصاص في الحشرات وتم استخلاص عنصر النيتروجين من نبات البرسيم باستخدام جهاز (Kjeltec 2300) وعنصر الفوسفور باستخدام جهاز (Spectrophotometer). ولاستخلاص عنصري الكاديوم والرصاص في نبات البرسيم تم استخدام جهاز (Atomic Absorption Spectrophotometer). أظهرت النتائج أن نوع الماء المستخدم لري محصول البرسيم لم يؤثر معنوياً على محتوى البرسيم من عنصري النيتروجين والفسفور، فقد بلغ متوسط تركيز النيتروجين في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية 2.6 %، ونبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 3 %، كما بلغ متوسط تركيز عنصر الفسفور في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية 0.33 % ونبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 0.40 %. كما أظهرت النتائج أن مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً لم تؤثر معنوياً على تركيز الكاديوم والرصاص في نبات البرسيم، فقد بلغ متوسط تركيز هذين العنصرين في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية 0.41، 0.35 جزء بالمليون على التوالي. وتركيزهما في نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 0.44، 0.34 جزء بالمليون على التوالي. وبلغ متوسط تركيز عنصري الكاديوم والرصاص في الحشرات في المزارع المروية بالمياه الجوفية 0.144، 0.063 جزء بالمليون على التوالي. في حين بلغ متوسط تركيز هذين العنصرين في المزارع المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 0.338، 0.076 جزء بالمليون على التوالي. كما وجد أن تركيز عنصري الكاديوم والرصاص يزداد بزيادة غير معنوية في الأعداء الطبيعية الذين يتغذون على حشرات تعيش على البرسيم المروي بمياه معالجة ثلاثياً مما يدل على التضخم الإحيائي بانتقال هذين العنصرين في السلسلة الغذائية من النباتات إلى الآفات الحشرية وأعدائها الطبيعية التي تتغذى عليها.

رقم المسودة: (2760)

استلام المسودة: 2013/07/03

استلام المعدلة: 2013/12/15

الباحث المراسل: أحمد علي صالح

بريد الكتروني:

ahmedalis@agu.ddu.bh

الكلمات الدالة

المن، نطاق الأوراق،

البق النباتي، الأعداء الطبيعية،

مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً،

البرسيم، الكاديوم (Cd)،

الرصاص (Pb).

المقدمة

الخيول والأبقار والأغنام، وذي محتوى عال من المعادن، ومصدر مهم لفيتامين (أ) (Viands et al., 1981). يعمل نبات البرسيم على تحسين خواص التربة وذلك من خلال تثبيت النتروجين الجوي بسبب العقد البكتيرية المتواجدة على جذوره (التميمي، 1985). ونظراً لطبيعة نمو البرسيم وكونه نباتاً معمرًا، فإن ذلك يشكل وسطاً بيئياً مناسباً لتعايش العديد من أنواع الحشرات عليه، فبعض هذه الحشرات يسبب ضرراً للمحصول، والبعض الآخر حشرات ثانوية، أو عرضية، أو أعداء طبيعية. ومن هذه الحشرات نطاق الأوراق، والبق النباتي، وحشرات المن. ومن الأعداء الطبيعية خنفساء أبو العيد، واسد المن، والبق ذو العيون الكبيرة، والبق المفترس، والبق القرصاني، والحشرة الزرافية، وذبابة الأزهار (Alsuhaibani, 1996).

يعد البرسيم (*Medicago sativa* L.) من النباتات العشبية المعمرة، التي تتبع العائلة البقولية (Leguminosae) وموطنه الأصلي جنوب غرب آسيا حيث تنتشر زراعته في مناطق واسعة من العالم كما يزرع في قارات أوروبا، آسيا وأمريكا، وهو من المحاصيل المعمرة التي لها القدرة على البقاء في التربة لسنوات عديدة تصل من 6-10 سنوات (العودات، الشيخ، 1984). يتميز نبات البرسيم بقدرته العالية على تحمل مختلف الظروف المناخية، ولجذوره القدرة على اختراق الطبقات القاسية في التربة، ويتحمل ملوحة التربة والعطش بدرجة متوسطة. تنتشر زراعته في معظم أنواع الأراضي (فهيم، 1969) ولنبات البرسيم قيمة غذائية عالية لاحتوائه على البروتين النباتي الذي يعتبر مصدراً غذائياً رئيسياً للعديد من الحيوانات مثل

جمع عينات مائية بمعدل عينة واحدة من كل مزرعة بحجم 500 مل. أما العينات النباتية، فقد تم جمعها خلال شهر أبريل، بمعدل خمس مكررات عشوائية من كل مزرعة، مع مراعاة قص سيقان نبات البرسيم من مستوى سطح التربة عبر استخدام إطار معدني بأبعاد 25x25 سنتيمتر. وتم حفظ عينات النبات داخل أكياس ورقية مع كتابة البيانات وترقيمها وإغلاق الأكياس ونقلها إلى المختبر. وقد تم وزن العينات في المختبر وهي طرية ومن ثم تجفيفها في فرن لمدة 24 ساعة على درجة حرارة 70 درجة مئوية وإعادة وزنها بعد التجفيف ومن ثم طحنها وتجهيزها لقياس تراكيز عناصر النيتروجين والفسفور والكاديوم والرصاص. تم قياس مستوى القلوية والملوحة (التوصيل الكهربائي EC) لكلا النوعين من المياه. كما تم تقدير تركيز النيتروجين المستخلص والكمية الكلية للفسفور في المياه ونبات البرسيم بعد استخلاصها بطريقة الهضم باستخدام جهاز (Kjeltec 2300) وجهاز الامتصاص الضوئي (Spectrophotometer UVVisibleVARIAN) على التوالي. كما تم تقدير تركيز عنصري الكاديوم والرصاص في المستخلص بطريقة الهضم باستخدام جهاز الامتصاص الضوئي (Atomic Absorption Spectrophotometer) وذلك حسب الطريقة التي استخدمها (جون راين، 2003).

أما بالنسبة لعينات الحشرات فقد جُمعت باستخدام شبكة صيد الحشرات، بمعدل مكرر في كل مزرعة، ويتألف المكرر من 150 ضربة (كنسه)، وتم وضع الحشرات بداخل كيس من القماش مع كتابة البيانات على الكيس ومن ثم غلق الكيس ووضعه في صندوق مبرد وأخذته إلى المختبر وحفظه داخل حاوية التجميد تحت درجة حرارة 5 درجات مئوية تحت الصفر. وزنت العينات في المختبر وهي طرية، وتم غسل العينات بالماء المقطر وتجفيفها في فرن لمدة 24 ساعة على درجة حرارة 70 درجة مئوية وإعادة وزنها لتقدير محتواها الرطوبي. وتم بعد ذلك طحن العينات وتجهيزها تمهيداً للتحليل الكيميائي. تم وزن 0.040 جرام من الحشرات، وإخضاعها لعملية الهضم بإضافة 2 مل من حامض النيتريك المركز HNO_3 في أنبوب محكم وتسخينه على درجة حرارة 80 درجة مئوية لمدة ساعتين، ثم إضافة 5 مل من الماء المقطر. وتم تحليل عنصر الكاديوم والرصاص باستخدام جهاز (Atomic Absorption Spectrophotometer) وذلك حسب الطريقة التي استخدمها (Green et al. 2003).

النتائج والمناقشة

(1) تحليل المياه

(1.1) درجة الحموضة والملوحة في عينات المياه

يوضح الجدول (1) نتائج درجة الحموضة والملوحة في عينات المياه حسب مصدرها وموقع المزارع حيث بينت نتائج التحليل في الجدول (1) أن الرقم الهيدروجيني لعينات المياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً كان متقارباً، وبمتوسط يبلغ 6.95. أما تركيز الملوحة، فقد بلغ في المياه الجوفية 6.03 ديسيسيمنز/متر، وفي مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 2.73 ديسيسيمنز/متر، أي أن ملوحة المياه الجوفية كانت أعلى بكثير من مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً.

تعتبر محدودية المياه في مملكة البحرين من أهم أسباب اللجوء إلى استغلال مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً باعتبارها مصدر متوفر يمكن إستغلاله لسد الحاجة والطلب على المياه الجوفية. وقد بدأ استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة منذ العام 1986 (المدني، 2000) لري المسطحات الخضراء والحدائق العامة في الإصحاح البيئي والمحاصيل العلفية والخضروات والأشجار المثمرة (المدني وآخرون، 1997). وبالإضافة إلى كون مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً مصدراً لمياه الري فهي أيضاً مصدراً للعناصر الغذائية التي من شأنها أن تقلل من إضافة الأسمدة وتزيد من إنتاجية المحاصيل (Smith and Peterson, 1982) و (Feigin et al., 1991). وقد تسبب هذه المياه أضراراً على النبات والتربة وكذلك الحيوان والإنسان حسب نوعيتها وخواص التربة والظروف المناخية والعمليات الزراعية المتبعة (Lazarova and Bahri, 2005).

ويسود قلق بشأن الآثار السالبة التي قد يسببها استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري المحاصيل الحقلية على صحة الإنسان والحيوان، حيث قام العديد من الباحثين بدراسة أثر استخدام تلك المياه على إنتاجية المحاصيل المختلفة، ومن هذه الدراسات ما قام به (الشرياني، 1991) حيث أشارت الدراسة إلى أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في عملية الري بسلطنة عمان قد أدى إلى ازدياد تركيز العناصر الثقيلة مثل الحديد والنحاس والكوبالت والنيكل والرصاص والزنك في سيقان وبنور دوار الشمس، وتجاوز تركيزاتها حدود السمية. ودرس (Assadian et al. 1998) تركيز العناصر الثقيلة في نبات البرسيم حيث وجد أن محتوى نبات البرسيم من الكاديوم والرصاص والكروميوم كان عالياً عند ريه بمياه الصرف الصحي المعالجة، كما وجد (باصهي وآخرون 2007) من أن تركيز العناصر السامة في أجزاء نبات البرسيم قد وصل إلى مستوى السمية والذي بدوره قد يشكل ضرراً على الحيوان والإنسان. كما قام بعض الباحثون بدراسة تركيز العناصر الثقيلة في الحشرات، حيث وجد (Robert et al., 2006) أن التركيز المرتفع لبعض العناصر الثقيلة قد أدى إلى تراكم تلك العناصر في النباتات وبالتالي من الممكن أن تنتقل هذه العناصر إلى الحشرات. هذا وتعتبر العناصر الثقيلة من العناصر التي تساهم في تلويث الكائنات الحية، وغالباً ما تكون سامة حتى وأن كانت بنسب قليلة للكائنات الحية (Robert et al., 2006). ونظراً لإحتواء مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً على العناصر الثقيلة، فقد إستهدفت هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على العلاقة بين نوعية مياه الري ومحتوى البرسيم والحشرات من بعض العناصر الثقيلة في مملكة البحرين.

منهج وطرق البحث

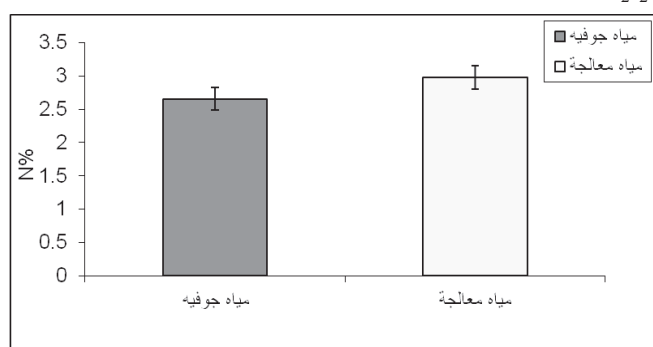
تم إجراء هذه الدراسة في الفترة من أبريل 2009 إلى مارس 2010 في المحافظة الشمالية بمملكة البحرين، وذلك لدراسة العلاقة بين نوعية مياه الري ومحتوى البرسيم من عنصري النيتروجين والفسفور وعنصري الكاديوم والرصاص في النبات والحشرات المتعايشة عليه في ست مزارع، ثلاث منها تروى بالمياه الجوفية والباقي تروى بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً. صُممت تجربة الدراسة على نظام كامل العشوائية بثلاث مكررات. وتم

(3.1) الكاديوم والرصاص

يتضح من الجدول (2) أن متوسط تركيز عنصر الكاديوم في المياه الجوفية يبلغ 0.029 جزء بالمليون. وفي مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 0.021 جزء بالمليون، وبلغ متوسط تركيز عنصر الرصاص في مياه المزارع الجوفية 0.29 جزء بالمليون، وفي مياه المزارع المعالجة 0.094 جزء بالمليون. ومن النتائج يتبين أن تركيز عنصري الكاديوم والرصاص أعلى في المياه الجوفية بالمقارنة بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً. وهذا يدعو لمزيد من البحث عن سبب تلوث المياه الجوفية بهذين العنصرين الكاديوم والرصاص لتحديد مصادرها وطريقة وصولهما إلى المياه الجوفية.

(2) تحليل نبات البرسيم Alfalfa**(1.2) النيتروجين**

يوضح شكل (1) متوسط نسبة عنصر النيتروجين في نبات البرسيم حسب مصدر مياه الري. ويتضح من شكل (1) عدم وجود فرق معنوي ($p < 0.05$) في محتوى عنصر النيتروجين في محصول البرسيم المروي بالمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، حيث بلغ متوسط نسبة النيتروجين في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية 2.6 ± 0.171 ، وبلغ متوسط نسبة النيتروجين في نبات البرسيم المروي بالمياه المعالجة 2.9 ± 0.171 . وهذه النتائج غير بعيدة عن ما ذكره (Koenig, 2008) من أن نسبة النيتروجين تتراوح ما بين 3-5% في نبات البرسيم. وقد يعود تقارب كميات النيتروجين في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية وبمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، لمقدرة البرسيم على تثبيت النيتروجين الجوي، وإضافة المزارعين لسماد اليوريا (CONH_2) لمحصول البرسيم بعد قطع المحصول.



شكل 1: متوسط نسبة عنصر النيتروجين في نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً والمياه الجوفية.

(2.2) الفوسفور

يوضح شكل (2) متوسط نسبة عنصر الفوسفور في نبات البرسيم حسب مصدر مياه الري. يتضح من شكل (2) عدم وجود فرق معنوي ($p < 0.05$) في تركيز عنصر الفوسفور في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، حيث بلغ متوسط نسبة الفوسفور في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية 0.33 ± 0.053 جزء بالمليون، وبلغ متوسط نسبة الفوسفور في نبات البرسيم المروي بالمياه المعالجة 0.41 ± 0.053 على الرغم من أن محتوى الفوسفور في نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي

جدول 1: مستوى الملوحة والحموضة في مياه المزارع الجوفية ومياه مزارع الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً

رقم المزرعة	مصدر المياه	الموقع	الملوحة ديسيسيمنز/متر	درجة الحموضة
1	المياه الجوفية	الجسرة	6.0	6.96
2	المياه الجوفية	كرانة	5.6	7.06
3	المياه الجوفية	جنوسان	6.6	6.88
المتوسط				
1	المياه الجوفية	دمستان	3.1	6.95
2	المياه الجوفية	أبوصبيع	2.1	6.91
3	المياه الجوفية	السهلة	3.0	6.8
المتوسط				
			2.73	6.95

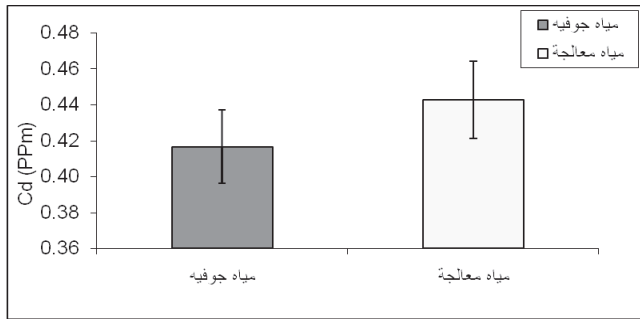
(2.1) النيتروجين والفوسفور

يوضح الجدول (2) تركيز الفوسفور والنيتروجين والرصاص والكاديوم حسب مصدر المياه وموقع المزرعة بدلالة رقمها كما تم إيضاحه في الجدول (1) أعلاه. يتضح من الجدول (2) أن محتوى النيتروجين في المياه الجوفية يبلغ 2.8 جزء بالمليون بالمقارنة مع 14.1 جزء بالمليون في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً. أما عنصر الفوسفور فقد بلغ محتواه في المياه الجوفية 0.23 جزء بالمليون، وفي مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 4.1 جزء بالمليون. ويتضح من ذلك أن محتوى عنصري النيتروجين والفوسفور في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً يفوق كثيراً عن محتواها في المياه الجوفية. وقد يعزى ذلك إلى مصدر مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً حيث تتكون من المياه التي تجمع من البيوت وهي بطبيعة الحال غنية بالعناصر الغذائية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (Pascod, 1992).

كما وجد (Oron and Demalach, 1987) أن مياه الصرف الصحي المعالجة تحتوي على 50 ملليجرام/ لتر أمونيا مما يؤدي إلى توفر حوالي 219 كجم نيتروجين للهكتار في التربة عند ري بعض المحاصيل الزراعية بها والتي من ضمنها محصول البرسيم.

جدول 2: تركيز الفوسفور والنيتروجين والرصاص والكاديوم في المياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً (جزء بالمليون ppm)

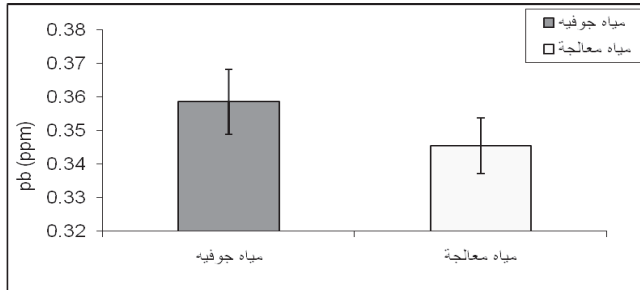
رقم المزرعة	مصدر المياه	تركيز العنصر جزء بالمليون (ppm)	النيتروجين	الفوسفور	الرصاص	الكاديوم
1	جوفية	2.871	0.3	0.316	0.036	
2	جوفية	2.542	0.2	0.293	0.025	
3	جوفية	2.981	0.2	0.255	0.025	
المتوسط						
1	معالجة	12.814	3.5	0.0957	0.026	
2	معالجة	16.018	4.4	0.0954	0.014	
3	معالجة	13.366	4.4	0.093	0.022	
المتوسط						
			4.1	0.094	0.021	



شكل 3: متوسط تركيز عنصر الكاديوم في نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً والمياه الجوفية.

(4.2) الرصاص

الشكل (4) يوضح متوسط تركيز عنصر الرصاص في نبات البرسيم حسب مصدر مياه الري. ويتضح من شكل (4) عدم جود فرق معنوي ($p < 0.05$) في تركيز عنصر الرصاص في محصول البرسيم المروي بالمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً. فقد بلغ متوسط تركيز الرصاص في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية 0.35 ± 0.008 جزء بالمليون. وعموماً فإن تركيز عنصر الرصاص لم يصل للمستوى الذي قد يسبب سمية لنبات البرسيم وفقاً لما ذكرته منظمتي، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والذي يبلغ 5 جزء بالمليون (WHO/ FAO, 2007). ولقد وجد (باصهي وآخرون، 2007) أن متوسط تركيز عنصر الرصاص في أوراق وسيقان نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة قد بلغ 68.50، 77.25 جزء بالمليون على التوالي، وقد يعزى ذلك إلى زيادة تركيز تلك العناصر في مياه الصرف الصحي المستخدمة في الري.

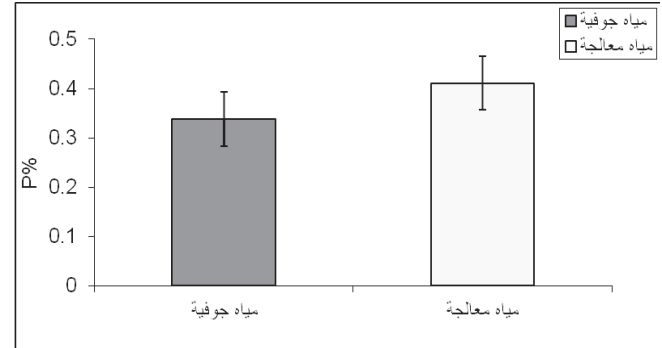


شكل 4: متوسط تركيز عنصر الرصاص في نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً والمياه الجوفية.

(3) تركيز العناصر الثقيلة في الحشرات

يوضح جدول (3) متوسط تركيز عنصري الكاديوم والرصاص في حشرات نطاط الأوراق والبق النباتي التي جمعت من مزارع البرسيم المروي بالمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً. فقد بلغ متوسط عنصري الكاديوم والرصاص في حشرات المزارع التي تروى بالمياه الجوفية 0.12 و 0.06 جزء بالمليون على التوالي، بينما بلغ متوسط عنصري الكاديوم والرصاص في حشرات مزارع البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً 0.39 و 0.077 جزء بالمليون على التوالي. كما بلغ متوسط تركيز عنصري الكاديوم والرصاص في الأعداء الحيوية مثل خنفساء أبو العيد والبق ذو العيون الكبيرة وأسد المن في مزارع

المعالجة ثلاثياً أكثر بقليل من البرسيم المروي بالمياه الجوفية. وقد يرجع ذلك إلى ارتفاع تركيز عنصر الفسفور في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، حيث تم تحليل كلا النوعين من المياه، فوجد أن متوسط تركيز عنصر الفسفور في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً بلغ 4.1 جزء بالمليون، بينما بلغ متوسط تركيز الفسفور في المياه الجوفية 0.23 جزء بالمليون. وهذه النتائج متقاربة لما توصل إليه (Koenig, 2008) من أن نسبة الفسفور في نبات البرسيم تتراوح ما بين 0.25% - 0.35%.



شكل 2: متوسط نسبة عنصر الفسفور في نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً والمياه الجوفية.

(3.2) الكاديوم

يوضح شكل (3) متوسط تركيز عنصر الكاديوم في نبات البرسيم حسب مصدر مياه الري. ويتضح من شكل (3) عدم وجود فرق معنوي ($p < 0.05$) في تركيز عنصر الكاديوم في محصول البرسيم المروي بالمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، حيث بلغ متوسط تركيز الكاديوم في نبات البرسيم المروي بالمياه الجوفية 0.41 ± 0.020 جزء بالمليون، وبلغ متوسط تركيز الكاديوم في نبات البرسيم المروي بالمياه المعالجة ثلاثياً 0.44 ± 0.020 جزء بالمليون. ومن النتائج السابقة يتضح أن متوسط تركيز عنصر الكاديوم في مزارع البرسيم التي تروى بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً يفوق متوسط تركيز عنصر الكاديوم في مزارع البرسيم التي تروى بالمياه الجوفية بزيادة غير معنوية، ووجد (باصهي وآخرون، 2007) أن متوسط تركيز عنصر الكاديوم في أجزاء نبات البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً قد وصل إلى مستوى السمية الذي بدوره قد يشكل خطراً على الحيوان والإنسان، حيث بلغ معدل تركيز عنصر الكاديوم في أوراق وسيقان نبات البرسيم 37.3، 30.30 جزء بالمليون على التوالي، وذلك يعود إلى زيادة تركيز العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصحي المعالجة والمستخدم في الري. وهذه النتائج تتوافق مع ما توصل إليه (1998, Assadian et al.) من أن محتوى نبات البرسيم من الكاديوم والرصاص والكروميوم كان عالياً عند ريه بمياه الصرف الصحي المعالجة مما قد يؤثر إلى احتواء التربة على كميات من الكاديوم في المزارع التي تروى بالمياه المعالجة. ويعتبر محتوى النبات من عنصر الكاديوم قد تجاوز الحدود المسموح بها في النبات حسب معايير منظمتي، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) والذي يبلغ 0.2 جزء بالمليون، (WHO/ FAO, 2007).

شكر وتقدير

يتقدم المؤلفون بالشكر الجزيل إلى الأخ المهندس علي العصفور اختصاصي وقاية نبات على مساهمته في جمع عينات الدراسة، والمهندسة فادية طشطوش على جهودها في إنجاز التحاليل المخبرية أثناء فترة الدراسة.

المراجع باللغة العربية

التميمي، سعيد احمد (1985) إنتاج البرسيم الحجازي في المملكة العربية السعودية. تقرير إدارة الأبحاث الزراعية وزارة الزراعة والمياه، الرياض، المملكة العربية السعودية، ص ص 1-45.

العودات، محمد عبدو وعبد الله محمد الشيخ (1984) المحاصيل الزراعية في المملكة العربية السعودية. دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، ص ص 1-296.

الشرياني، أحمد علي صالح (1991) إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في الري وتأثيره على البيئة في سلطنة عمان. برنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين، (رسالة ماجستير غير منشورة)..

المدني، احمد حسن (2000) استغلال مياه الري الصحي المعالجة في ري الزراعي بدولة البحرين. تقرير وزارة الأشغال والزراعة، المنامة، مملكة البحرين، ص ص 1-12.

المدني، أحمد، حسن سلطان، و عبد الكريم عاشور (1997) زراعة محاصيل الأعلاف البديلة لمحصول البرسيم، وزارة الأشغال والزراعة، المنامة، مملكة البحرين، ص ص 1-16.

باصهي، جلال محمد، سمير جميل السليمان، فتحي سعد النخلاوي، فهد عبد الرحمن الفاسي، و بهجت طلعت حمو (2007) تأثير المياه الممزوجة بمياه الصرف الصحي على إنتاجية محصول البرسيم ومحتواه من العناصر الصغرى والسامة. مجلة الملك عبد العزيز، علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، ص ص 1-27.

جون راين (2003) تحليل التربة والنبات دليل مختبري. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة، ايكاردا، دمشق، سوريا، ص ص 1-11.

فهيم، أحمد (1969) زراعة البرسيم الحجازي. قسم الإعلام والنشر، إدارة الإرشاد والخدمات الزراعية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

المراجع باللغة الإنجليزية

Alsuhaibani AM (1996) Entomofauna of Alfalfa in Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of King Saud University, Agricultural Sciences* 8 (2): 269-277. Available at: <http://www.repository.ksu.edu.sa/jspui/handle/123456789/1003?>

البرسيم المروي بالمياه الجوفية 0.40 و 0.038 جزء بالمليون على التوالي، بالمقارنة مع 0.19 و 0.69 جزء بالمليون على التوالي في مزارع البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً. توضح هذه النتائج إن هناك زيادة في تركيز عنصر الكاديوم بأكثر من 170 % في الحشرات المتواجدة على البرسيم المروي بالمياه المعالجة و 10 % في عنصر الرصاص مقارنة مع محتواها من العناصر الثقيلة للحشرات المتغذية على البرسيم المروي بالمياه الجوفية.

جدول 3: متوسط تركيز عنصري الرصاص و الكاديوم في الحشرات (جزء بالمليون ppm)

رقم المزرعة	مصدر المياه	التركيز في الحشرات (جزء بالمليون)	التركيز في الأعداء الطبيين (جزء بالمليون)	الرصاص الكاديوم	الرصاص
	المياه	0.061	-		
	جوفية	0.077	0.05	0.38	0.397
		0.052	0.07		
	المتوسط	0.063	0.12		
1	المياه	0.0795	0.255		
2	معالجة	0.0799	0.423	0.69	0.194
3		0.074	0.487		
	المتوسط	0.077	0.388		

لقد وجد (Robert et al 2006) أن التركيز المرتفع لبعض العناصر الثقيلة في التربة ومياه الري يؤدي إلى تراكم تلك العناصر في النباتات، وبالتالي من الممكن أن تنتقل هذه العناصر إلى الحشرات وأن العناصر الثقيلة هي من العناصر التي تساهم في التلوث من خلال نقلها السموم للكائنات الحية، وغالباً ما تكون سامة للكائنات الحية حتى بكميات قليلة نسبياً. أما من حيث محتوى الأعداء الطبيعيين من العناصر الثقيلة فقد وجد (Green et al. 2003) أن تركيز عنصر الكاديوم قد زاد زيادة معنوية في القمح المسمد بحمأة المجاري، حيث أن حشرة المن التي تغذت على هذا المحصول قد تضاعف تركيز عنصر الكاديوم فيها مقارنة مع القمح غير المسمد. كما وجد أن حشرة خنفساء أبو العيد التي تغذت على حشرة المن لم يزيد فيها تركيز عنصر الكاديوم. ويلاحظ من خلال الدراسة أن تركيز عنصري الكاديوم والرصاص يزداد في الأعداء الطبيعيين التي تتغذى على حشرات تعيش على البرسيم المروي بمياه معالجة ثلاثياً مما يدل على أن هذه العناصر يمكن أن تنتقل من النباتات إلى الكائنات الحية التي تتغذى عليها، وعليه يوصى بالإستمرار في مراقبة المحاصيل المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً لتحديد مدى تراكم العناصر الثقيلة فيها وفي الكائنات الحية.

- Robert SB; Micheal AD; Michael AW; and Balkwill K** (2006) Metal Concentrations of Insects Associated with the South African Ni-hyperaccumulator *Berkheya coddii* (Asteraceae). *Insect Science*, **13** (2): 85-102.
Available at: <http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744/abstract>
- Smith JH; and Peterson JR** (1982) Recycling of Nitrogen through Application of Agricultural: Food Processing and Municipal Waste. In: **Stevenson FJ** (ed) *Nitrogen in Agricultural Soils*. 2nd. ed. American Society of Agronomy & Soil Science Society of America, Madison, USA. pp791-831.
- Viands DR; Barnes DK; and Heichel GH** (1981) *Nitrogen Fixation in Alfalfa Responses to Bidirectional Selection for Associated Characteristic*, United States Department of Agriculture, Technical Bulletin No1643, USA, pp1-18.
Available at: <http://www.books.google.com.bh/books?hl=en&lr=&id=>
- WHO/FAO** (2007) Joint FAO/WHO Food Standard Programme: Codex Alimentarius Commission 13th Session, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, Italy. pp1-153.
Available at: http://www.books.google.com.bh/books?ei=XxKwUoCEIsrnywPZ_
- Assadian NW; Esparza LC; Fenn LB; Ali AS; Miyamoto S; figueroa UV; and Warrick AW** (1998) Spatial Variability of Heavy Metals Irrigated Alfalfa Fields in the upper Rio Grande River Basin. *Agricultural Water Management*, **36** (2):141–156.
Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377497000541>
- Feigin A; Ravina R; and Shalhevet J** (1991) Irrigation with Treated Sewage Effluent Management of Environmental Protection. Springer Verlag. Berlin, Germany, pp 224.
Available at: <http://www.abebooks.com/servlet/BookDetailsPL?bi=6022050861&>
- Green ID; Merrington G; and Tibbett M** (2003) Transfor of Cadmium and Zink from Sewage Sludge Amended Soil Through a Plant Aphid System to Newly Emerged Adult Ladybirds (*Coccinlla septempunctata*). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **99** (1-3): 171-178.
Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880903001476>
- Oron G, and Demabach J** (1987) Reuse of Domestic Wastewater for Irrigation of Cotton in arid Zones: Case Study. *Journal of the American Water Resources Association JAWRA*, **23** (5): 777-783.
- Koenig RT** (2008) Irrigated Alfalfa Management for Mediterranean and Desert Zones. In: **Charles GS and Putnam DH** (eds) *Natural Resources Publication 829*, University of California, Natural Resources Communication Services, California, USA.
Available at: <http://www.books.google.com.bh/books?hl=en&lr=&id=>
- Lazarova V; & Bahri A** (2005) *Water Reuse for Irrigation: Agriculture Landscapes, and Turf Grass*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp1-390.
Available at: <http://www.books.google.com.bh/books?hl=en&lr=>
- Pascod MB** (ed) (1992) *Wastewater Treatment and use in Agriculture.: FAO Irrigation and Drainage Paper 47*: Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, Italy, pp1-169.
Available at: <http://www.fao.org/docrep/t0551e/t0551e00.htm>