ISSN-1813-1646

تتبع العناصر الثقيلة الزنك والحديد والرصاص والنحاس باستعمال نبات عدس الماء *Lemna* ssp. في السلسلة الغذائية وأختبار سلامتها في غذاء الإنسان بنهاية السلسلة

نضال تحسين الطائي

قسم الثروة الحيوانية–كلية الزراعة والغابات–جامعة الموصل–العراق

الخلاصة

أجريت تجربة في حقل مثالي غير تام التحكيم بهدف تقييم نبات عدس الماء *Lemna* ssp. في قابليته على زالة العناصر الثقيلة الذائبة (الزنك والحديد والرصاص والنحاس) من مياه فضلات معمل ألبان لمدة عشرة أيام, بينت نائج تنمية نبات عدس الماء بوزن طري 5 غم/لتر ومعاملة أخرى غير حاوية على النبات (للمقارنة) لمياه فضلات معمل ألبان، لوحظ انخفاض معنويعند مستوى آحتمالية ($P<0.05$)لتركيز العناصر الثقيلة الموجودة في مياه فضلات معمل الألبان عند معاملة النبات وبدونه وكانت نسبة الأزالة الكلية للزنك 92.31، 76.92%، الحديد 31.25، 62.5(%، الرصاص 90.00، 90.00% والنحاس 27.78، 16.67%ضمن اليوم العاشر على التوالي، تركيز عنصر زنك والرصاص والنحاس في نبات عدس الماء قبل وبعد المعاملة في مياه فضلات الألبان هو ضمن تركيزها الطبيعي نبات ماعدا تركيز الحديد ارتفع عن التركيز الطبيعي البالغ 459.1 ملغم/كغم في المعاملتين قبل وبعد المعاملة إذ بلغ 889.7(، 1400.89 ملغم/كغم على التوالي، تركيز المعادن في النبات بعد المعاملة كانت اعلى من تركيزها قبل معاملة كما ازداد تركيز العنصر في النبات بعد المعاملة بشكل مضاعف عن تركيزه قبل المعاملة فالزنك ازداد 3.86 رة، الحديد 1.57 مره، الرصاص، 1.15 مرة، النحاس 1.87 مرة.يسهم اضافة نبات عدس الماء الى مكونات علائق لأسماك بخفض تركيز العناصر الثقيلة الزنك، الرصاص والنحاس إذ كان تركيزها في النبات هو اقل من التركيز السام لأسماك ماعدا تركيز الحديد بلغ 1511.10 ملغم/كغم وهو اعلى من التركيز السام للأسماك الذي يبلغ 140.00 لغم/كغم، ايضا تركيز العناصر الثقيلة في النبات كانت اقل من تركيزها في عليقة المقارنة ما عدا الحديد كان تركيزه 937.1(ملغم/كغم.توقع تركيز العناصر المعدنية الثقيلة في عضلات الأسماك المتغذيه على علائق الأسماك الذي يدخل ي تركيبها عدس الماء المنمى على مياه فضلات معمل الألبان وعليقة المقارنة هو اقل من الحد المسموح تناوله من قبل لأنسان اذن يفضل ان يدخل عدس الماء في نسب محددة ضمن العليقة.

الكلمات الدالة : الزنك ، الحديد ، عدس الماء

للمراسلة :
نضال تحسين الطائي

قسم علوم الثروة الحيوانية– كلية الزراعة–جامعة الموصل

ايميل:

Track trace element zinc, Iron, Lead and copper using duckweed *Lemna* ssp. into the food chain and test safety food to human in the end of chain

KeyWords: element zinc, Iron , safety food

Correspondence: Sadam M.H. AL-Ani

Department of Animal Resource, College of Agriculture, Tikrit University

Abstract

The experiment was conducted in an ideal field of non-fully control studying the impact of the arbitration included duckweed plant *Lemna* ssp. to remove the dissolved trace element (zinc, iron, lead and copper) from waste water of dairies products factory adopted in a period of ten days. The results revealed the treatment of duckweed plant with wet weight 5g/l and another treatment (control) without plant in dairy factorywaste water, noted devaluation at significant $p<0.05$ of the total removal with the plant and without to elements, zinc, 92.31, 76.92%, iron, 31.25, 62.50%,lead 90.00, 90.00% and copper 27.78, 16.67% within tenth day respectively, the concentration of zinc, lead, and copper in duckweed plant before and after treatment in dairy waste water was part of the natural concentration of the plant except for iron increased concentration on natural 459.1 mg/kg in two treatments before and after treatment amounted 889.76, 1400.89 mg/kg, the concentration of metals in the plant after the treatment was higher than the concentration before treatment also increased the concentration element in the plant after the transaction is twofold concentration on the treatment so zinc increased by 3.86 time, iron 1.57 time , lead, 1.15 time, the copper 1.87 time. As well as contribute to the plant of duckweed components of fish fed-stuff to reduce the heavy concentration of zinc, lead, copper was concentrated in the plant is less toxic concentration of fish except iron is 1511.10 mg/kg was the highest concentration of poisonous fish, which is 140.00 mg/kg, the focus of heavy elements in the plant were less than focus fed-stuff elements in comparison with the exception of iron was concentrated 937.10 mg/kg. Expected to be the concentration of heavy metal elements of the study in fish muscle feeders to fed-stuff fish, which is installed in the duckweed which grew on dairy factory wastewater and fed-stuff comparison less than the limit covered by human, prefers used determinate rate from duckweed in bramble.

المقدمة:

تتواجد العناصر المعدنية الثقيلة في المياه الطبيعية بتراكيز قليلة (Pelgrom واخرون، 1994 وNussey، 1998) وتصبح قلقة عند زيادة تراكيزها عن الحدود الطبيعية (Biney واخرون، 1994 وBennet-chambers، 1999). إذ تسبب تلوث المياه والبيئة الطبيعية وبالتالي تؤثر على الصحة العامة للأنسان(Viljoen، 1999) وتعد من العناصر التي تحتاج اليها الكائنات الحية بتراكيز ضئيلة (Pelgrom واخرون، 1994) لأنه لو أزداد تركيزها عن الحدود المسموح بها لتلك الاحياء تصبح سامة (Wepener واخرون، 2001). تكمن خطورة العناصر الثقلية في النظام الحيوي بسبب تراكمها في الأنسجة الحيوية وتاثيرها على صحة الإنسان من خلال انتقال العناصر الثقيلة عبر السلسلة الغذائية (Kotze واخرون، 1999).لكن الرصاص يعد عنصر ليس له دور فعال في حياتية الكائنات الحية، لكن بعض الدراسات أوضحت بان للرصاص دور أيجابي في النمو لبعض الأحياء ولكن بمستويات ضئيلة جدا (Davies، 1995 و World health organization (W. H. O.، 1996).تكمن خطورة العناصر الثقلية في النظام الحيوي نتيجة تراكمها في الأنسجة الحيوية، يحتمل أن يؤثر على صحة الإنسان من خلال انتقال العناصر الثقيلة عبر السلسلة الغذائية عند استهلاكه لاسماك ملوثة متغذية على أحياء أخرى ملوثة أيضا. (Kotze واخرون ، 1999) لذا فان التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة يعتبر من المشاكل الكبيرة ذات الأنتشار الواسع، عند نموها لابد من أن يدق ناقوس الخطر للتنبيه عن مخاطرها القادمة بمرور الزمن.(الطائي واخرون، 2011 b).

المواد وطرائق البحث

تم استزراع نبات عدس الماء بوزن 5غم/لتر وأخرى بدون النبات (للمقارنة) في معالجة مياه فضلات معمل ألبان, جمعت نماذج مياه فضلات الألبان من حوض تجميع مياه الفضلات للمعمل، ونقلت إلى موقع التجربة بوساطة عبوات بلاستيكية سعة 20 لتر لها غطاء محكم بعد أن تم أجراء مجانسة لعبوات نقل مياه فضلات الألبان من موقع جمع العينات, ثم وزعت هذه المياه في عبوات بلاستيكية سعة عشرة ألتار وبواقع ثلاث مكررات لكل معاملة, خلطت المياه تحت النبات بوساطة مضخة مياه التي تستخدم في مبردات الهواء وكانت تعمل بطريقة لا تؤثر على نموه من خلال استخدام أنابيب بلاستيكية لغرض توزيع المياه (الشكل 1 و2) مع الأخذ بنظر الاعتبار تغطية محور المضخة الدوار بشريط بلاستيكي لعزل المحور المعدني عن المياه كي لا يؤثر بذلك في تقدير العناصر قيد الدراسة كما تم إحاطة محل المحور المحاط بالقاعدة البلاستيكية بشبكة ليحمي النبات من الانتقال خلال المحور الدوار للمضخة (الشكل 2 و3) في تجربة استغرقت عشرة أيام.

الشكل(1) مظهر علوي من آلية تحريك المياه التي ترتبط بمضخة الماء لتحريك المياه تحت نبات عدس الماء.

الشكل(2) آلية تحريك المياه مع المضخة ويظهر المشبك حول المحور الدوار للمضخة لحماية النبات من الانتقال خلاله.

الشكل (3) المنظومة متكاملة ومرتبطة بمنظم للوقت يعمل ويتوقف بشكل متناوب لمدة نصف ساعة.

قياس درجة الأس الهيدروجيني (pH) والحرارة موقعياً لمياه الاستزراع: تم قياس درجة الأس الهيدروجيني للميـــاه المستزرع فيها النبات بوساطة جهاز حقلي نـــوع (SENSOR No, 7740)، ومعدل درجة حرارة المياه بأستخدم محرراً زئبقياً بواقع ثلاث قراءات لمواقع مختلفة من المسطح المائي، وتسجل القراءة عند ثبوتها.

طريقة جمع وحفظ نماذج الماء: أخذت المياه من المعاملات بشكل عشوائي لثلاث مواقع من تحت نبات عدس الماء، بعد إن يتم عملية تجنيس العبوة البلاستيكية قبل ملئها بالمياه عدة مرات ثم يحكم غلق العبوة وتنقل مباشرة إلى المختبر لتقدير تركيز العناصر الثقيلة.يتم ترشيح المياه باستخدام مضخة سحب الهواء من خلال ورق ترشيح حجم الثقوب فيها 0,42 مايكروميتر (Whatman No. 42) لغرض الحصول على العناصر الذائبة في المياه المتمثلة بالزنك والحديد والرصاص والنحاس، أخذ حجم 100 مل من المياه المرشحة ووضعت في عبوة بلاستيكية مع إضافة حامض النتريك المركز بمقدار 1.5 ملم /لتر من النموذج (عباوي وآخرون، 1990)، وحفظت في الثلاجة لحين تقدير تركيز العناصر.

التحليلات الكيميائية للمياه: تم تقدير العناصر الثقيلة بوساطة جهاز المطياف الذري أللهبي بالاعتماد على محاليل قياسية لكل معدن مقاس وعبر عن النتائج بـــ ملغم/ لتر، وبشكل كل يومين خلال أيام التجربة.

تقدير نسبة الإزالة اليومية للعناصر الثقيلة من المياه اعتمادا على المعادلة التالية:

نسبة الإزالة اليومية = $\frac{\text{س} - \text{ص}}{\text{س}} \times 100$ إذ تمثل:س= تركيز المادة في بداية التجربة, وص= تركيز المادة بعد مدة زمنية.

حفظ نماذج النبات والفحوصات الكيميائية للنبات: تم حفظ عينات عدس الماء في المختبر عن طريق جمع النبات الموجود في عبوات الاستزراع ووضع في مصفى ويغسل بالماء المقطر لعدة مرات لحين التأكد من عدم وجود مواد عالقة عليه، بعدها جفف في غرفة جيدة التهوية (Lawson وآخرون، 1974)، وفرش طبقة رقيقة من عدس الماء على طبقة من الألياف المصنوعة من البولي اثيلين (أكياس تعبئة الرز) وهي مسامية تسمح للهواء بالنفوذ من خلالها، بعد الانتهاء من عملية التجفيف يتم جمع وحفظ النبات في عبوات بلاستيكية في المختبر لحين تقدير العناصر الثقيلة الموجودة في النبات (الزنك والحديد والرصاص والنحاس) اعتماداً على الطريقة القياسية المعتمدة في .A.O.A.C (1984)، أخذ 0.5 غم من المادة الجافة لعدس الماء وأضيفت إليها 5 ملم من حامض الكبرتيك المركز، ثم أضيف 2 ملم من حامض البيروكلوريك المركز ووضعت على صفيحة ساخنة لغرض هضم النموذج ثم تُرك ليبرد و رُشح باستخدام ورق ترشيح نوع (Whatman No. 1) وخفف بالماء المقطر إلى حجم 50 ملم، واستخدم جهاز الطيف الذري اللهبي (Atomic Absorption Spectrophotometer) لإجراء تحليل العناصر المعدنية الثقيلة (الحديد، النحاس، الرصاص والزنك) الموجودة في عدس الماء.

تقدير مكونات العناصر الثقيلة في العلائق المصنعة: أجري تقدير مكونات العناصر الثقيلة (الزنك والحديد والرصاص والنحاس)اعتماداً على الطريقة القياسية المعتمدة في .A.O.A.C (1984)، الموجودة في مكونات عليقه الأسماك المصنعة بعد أن جرشت المواد العلفية وطحنت وخلطت وقسمت إلى ثلاث علائق وهي عليقه المقارنة أعدت اعتمادا على المواصفة العراقية ذات الرقم (1615) لسنة (1990) والعليقتان الباقيتان تم إحلال نبات عدس الماء بنسبتين مئويتين هما 5% و10% وحسب النسب المحسوبة للمواد العلفية المذكورة في الجدول رقم (1) مع مراعاة تجانس مكونات العليقه بشكل جيد.

الجدول (1) المكونات العلفية والتحليل الكيميائي (%) لعلائق الدراسة المحسوبة على أساس المادة الجافة.

مكونات العلائق التجريبية	المعاملات التجريبية		
	1	2	3
	(0%) المقارنة	(5%) عدس ماء	(10%) عدس ماء
عدس الماء	0	5	10
كسبة فول الصويا	35	31	28
ذرة صفراء	10	10	10
شعير	6	5	5
نخالة حنطة	7	7	5
مركز بروتين حيواني	40	40	40
ملح طعام	0,5	0,5	0.5
فيتامينات وأملاح معدنية	1	1	1
مادة رابطة (زيت دوار الشمس)	0.5	0.5	0.5
نسب التركيب الكيميائي للعناصر الغذائية للعلائق المحسوب نظريا على أساس المادة الجافة %			
بروتين خام[1]	34.12	34.01	34.16
مستخلص الأيثر	11.12	10.43	9.88
ألياف خام	4.88	4.99	5.06
الرماد	4.84	5.71	6.52
المستخلص الخالي من النتروجين	38.39	38.11	37.67
الرطوبة	7.17	6.75	6.84

[1] تشير المواصفة القياسية العراقية ذات الرقم (1615) لسنة (1990) متطلبات أعلاف أسماك الكارب بما يخص البروتين الخام % بالكتلة (كحد أدنى) للأسماك التي بعمر من 3–12 شهر هو (38%) وللأسماك التي بعمر سنه هو (30%)، وبما أن أسماك التربية التي تعتمد في التجارب المختبرية بين ثلاثة أشهر وعمر أكثر من سنه، فقد تم أخذ معدل نسبة البروتين بينهما هو (34%) الذي على أساسه اعتمدت نسبة البروتين في تكوين العلائق في دراستنا.

تقدير تركيز العناصر الثقيلة المتجمعة في الأنسجة العضلية للأسماك: تم تقدير تركيز العناصر الثقيلة المترسبة في الأنسجة العضلية للأسماك نظرياً، اعتمادا على الطائي (2010).

التحليل الإحصائي: حللت النتائج إحصائيا باعتماد التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) واختبار قيمة T لغرض المقارنة بين قيمتين لصفة واحدة باستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز (SAS "Statistical Analysis System"، 1998) واختبرت الفروق المعنوية بين متوسطات الصفات المدروسة وفق اختبار دنكن عند مستوى معنوية (α<0.05) (Duncan، 1955).

النتائج والمناقشة

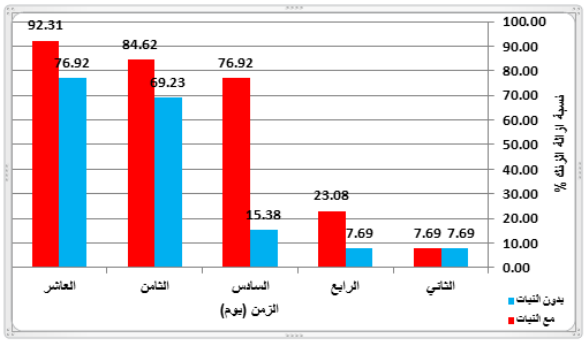
أظهرت نتائج تنمية نبات عدس الماء .*Lemna* spp بوزن طري 5 غم/لتر باستخدام مياه فضلات معمل الألبان ومعاملة المياه بدون استزراع النبات فيها انخفاضا في تركيز العناصر الثقيلة (الزنك والحديد والرصاص والنحاس) خلال مدة التجربة البالغة عشرة أيام. وأظهرت النتائج إلى وجود فروق معنوية في خفض تركيز الزنك عند مستوى احتمالية (α<0.05) خلال أيام التجربة (الجدول،2). إذ كان تركيز الزنك قبل المعاملة 0.13 ملغم/لتر ويعد هذا التركيز هو ضمن الحدود المسموح بها في التشريعات البيئية العراقية التي تؤكد على ان لا يتجاوز تركيز الزنك عن0.5 ملغم/لتر لمياه الفضلات المطروحة الى المسطحات المائية (وزارة الصحة. 1998)، وانخفض تركيز الزنك عند نهاية التجربة في معاملة النبات الى 0.01 ملغم/لتر والمعاملة بدون النبات (المقارنة) الى 0.03 ملغم/لتر.

الجدول (2): تركيز الزنك (ملغم/لتر) في مياه مخلفات معمل الألبان بأستخدام 5 غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp. لمدة عشرة ايام عند أس هيدروجيني 7.3 و درجة حرارة 14 °م

الأيام	مياه فضلات معمل الألبان المستخدمة	
	معاملة بدون نبات	معاملة مع النبات
قبل المعاملة	a 0.04±0.13	a 0.04±0.13
الثاني	a 0.02±0.12	a 0.07±0.12
الرابع	a 0.02±0.12	a 0.06±0.10
السادس	a 0.01±0.11	b 0.02±0.03
الثامن	b 0.02±0.04	b 0.01±0.02
العاشر	b 0.02±0.03	b 0.00±0.01

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير الى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى آحتمالية ($P<0.05$)

يعتبر الزنك من العناصر الصغرى في التغذية وتحتاجه الكائنات الحية (Kargin و Cogun، 1999 و Johannesson، 2002) ونتيجة ذلك وصلت نسبة أزالة الكلية في معاملة بدون النبات الى 76.92% إذ يظهر دور للطحالب والكائنات الحية الدقيقة الأخرى التي تمتص الزنك وتجمعه في داخل الخلايا أو على السطح الخارجي لها أكثر بمرات عديدة عن ما موجود من تركيزه في وسط النمو(المياه) لهذه الكائنات، (Kassim وآخرون ، 2006)، ومعاملة النبات الى 92.31% (الشكل، 6)، ويدل هذا على استهلاك الزنك من قبل الكائنات الحية في كلا المعاملتين، واظهرت نتائج دراسة الطائي وآخرون ، (b 2011) تفوق معاملة نبات عدس الماء المنمى على مياه فضلات مدنية مقارنتا بالمعاملة بدون النبات، إذ كانت نسبة إزالة الزنك في اليوم العاشر (اليوم الأخير) من التجربة للمعاملات بدون النبات ومع نبات عدس الماء بوزن طري 5 غم/لتر هي كالتالي 71.43، 85.71 %على التوالي. يحصل زيادة في امتصاص الزنك من قبل الكائنات الحية (ان كانت من النبات او من الطحالب) عندما يكون الوسط حامضي ويقل الأمتصاص في الوسط القلوي لأنخفاض قابلية ذوبان الزنك في المياه عند ارتفاع قيمة pH (ابو ضاحي واليونس، 1988)، فضلا عن ان مياه فضلات الألبان أرتفع فيها تركيز الفسفور بشكل كبير بسبب استخدام أملاح الفسفور (الأورثوفوسفيت) كمادة رابطة في عمليات تصنيع منتجات الألبان وخاصة في صناعة الجبن المطبوخ إذ بلغ تركيزه قبل المعاملة 937.15ملغم/ لتر وعند نهاية التجربة بعد عشرة ايام 562.43 و 620.37 ملغم/ لتر. في معاملة بدون النبات ومع النبات على التوالي وهذه التراكيز هي اعلى من التركيز المسموح به ضمن المحددات البيئية العراقية المحددة بـــ 0.4 ملغم/لتر(وزارة الصحة، 1998)، ويسبب ارتفاع نسبة الفسفور الى عدم تنشيط فعالية وتجهيز الحديد والنحاس الى النبات (Kashirad و Marschnor، 1974)، لأن الزنك يعمل على ايقاف امتصاص النحاس من قبل النبات عند زيادة فعاليته والعكس صحيح وايضا يعمل ايون الزنك على منافسة ايون الحديد عند امتصاصهما من قبل النبات،إذ يحل الزنك محل الحديد إحلالاً مماثلاً (Isomorphous replacement) بسبب تقارب أنصاف أقطارها الأيونية (ابو ضاحي واليونس، 1988 و Lingle وآخرون، 1963)، لذا يلاحظ ارتفاع في نسبة أزالة عنصر الزنك مقارنة بعنصري الحديد والنحاس.



الشكل (6): نسبة أزالة الزنك (ملغم/لتر) من مياه فضلات معمل الألبان بدون النبات والمعاملة بـــ (5 غم/لتر) منبات عدس الماء *Lemna* spp.

أنخفض تركيز الحديد الذي كان تركيزه قبل المعاملة 0.16 ملغم/لتر الى 0.06، 0.11 ملغم/لتر عند نهاية التجربة لمعاملتي بدون النبات ومع النبات على التوالي (الجدول، 3). كان تركيز الحديد في مياه فضلات الألبان هو اقل من الحد المسموح به ضمن التشريعات البيئية العراقية والذي مقداره 0.3 ملغم/لترلمياه الفضلات المطروحة الى المسطحات المائية، بلغت نسبة الازالة الكلية للحديد للمعاملتين بدون ومع النبات في نهاية التجربة 62.50، 31.25% على التوالي الموضحة بالشكل (7).

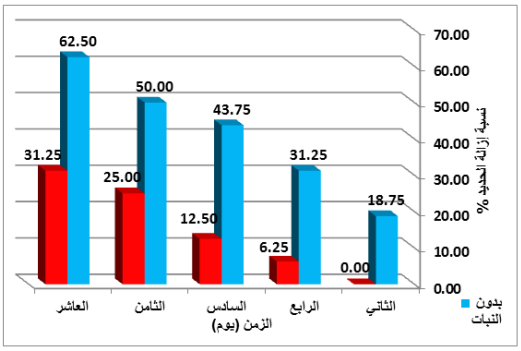
يلاحظ ان نسبة أزالة الحديد في معاملة (المقارنة) بدون النبات كانت اعلى من معاملة النبات وسببه هو ارتفاع تركيز الفسفور في مياه فضلات الألبان الذي ساهم بشكل كبير على عدم أمتصاص الحديد من قبل النبات،ايضا يقل امتصاص الحديد من قبل

النبات في الوسط الحامضي بعكس الوسط القاعدي، فضلا عن ان قلـــــــة امتصاص الحديد من قبل النبات سببه ارتباط معادن ثقيلة موجوده على المادة العضوية بالنبات بدلا من الحديد مثل الزنك وتقلل من جاهزية الحديد الى النبات(ابو ضاحي واليونس، 1988)، لكن نبات عدس الماءيمتاز بكونه من النباتات ذات الفعالية الجيدة في امتصاص الحديد ويستطيع التأقلم والتجاوب مع الظروفغير الملائمة من خلال زيادة فعاليته في امتصاص الحديد(Venkatraju وآخرون، 1972)، لأن النبات يحتاج الحديد في العديد من العمليات الحيوية الضرورية لإدامة نموه (Dekock وآخرون، 1960) وتكاثره الخضري وتكوين بروتينات جدار الخلية النباتية وعملية انقسام الخلايا (الصحاف، 1989) وعمليات الأكسدة والاختزال كما في اختزال النترات إلى الأمونيا (ابو ضاحي واليونس، 1988)، وهذا ما فسرته دراسة الطائي (2010) بتفوق معاملة نبات عدس الماء المنمىبوزن طري 5غم/لترعلى مياه فضلات مدنية مقارنتا بالمعاملة بدون النبات، إذ كانت نسبة إزالة الحديد في اليوم العاشر (اليوم الأخير) من التجربة هي36.00% و72% على التوالي.

الجدول (3): تركيز الحديد (ملغم/لتر) في مياه مخلفات معمل الألبان بأستخدام 5 غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp. لمدة عشرة ايام عند أس هيدروجيني 7.3 ودرجة حرارة 14 °م

الأيام	مياه فضلات معمل الألبان المستخدمة	
	معاملة بدون نبات	معاملة مع النبات
قبل المعاملة	a 0.01±0.16	a 0.01±0.16
الثاني	dc 0.02±0.13	a 0.02±0.16
الرابع	fe 0.01±0.11	ba 0.02±0.15
السادس	gf 0.02±0.09	cb 0.02±0.14
الثامن	hg 0.01±0.08	ed 0.04±0.12
العاشر	h 0.03±0.06	fe 0.04±0.11

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير الى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى آحتمالية (P<0.05)



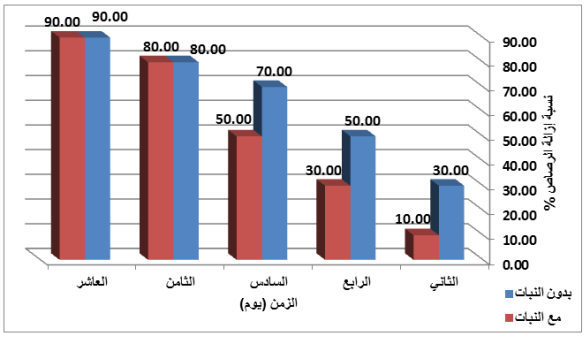
الشكل (7): نسبة أزالة الحديد من مياه فضلات معمل الألبان لمعاملة المقارنة (بدون النبات) ومعاملة نبات عدس الماء *Lemna* spp.

لوحظ أنخفاض في تركيز الرصاص عند نهاية التجربة إذ بلغ0.01 ملغم/لتر بينما كان تركيزه قبل المعاملة 0.10 ملغم/لتر لكلا المعاملتين وذات فروقات معنوية الموضحة في الجدول(4). تركيز الرصاص في مياه فضلات معمل الألبان قبل المعاملة وفي نهاية التجربة كان اعلى من التركيز المسموح به ضمن التشريعات البيئية العراقية الذي مقداره 0.05 ملغم/لتر لمياه الفضلات المطروحة الى المسطحات المائية (وزارة الصحة، 1998)، وكانت نسبة ازالة الرصاص في اليوم الثاني من التجربة للمعاملتين بدون ومع النبات كالتالي 10،30% على التوالي الموضحة بالشكل (8)، اعلى نسبة أزالة حصلت للمعاملة بدون النبات في اليوم السادس وبلغت 70.00%، اما في معاملة النبات أعلى نسبة أزالة حصلت في اليوم الثامن وبلغت 80.00%، بينما بلغت نسبة الأزالة الكلية للرصاص في نهاية التجربة

الجدول (4): تركيز الرصاص (ملغم/لتر) في مياه مخلفات معمل الألبان بأستخدام 5 غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp. لمدة عشرة ايام عند أس هيدروجيني 7.3 و درجة حرارة 14 °م

الأيام	مياه فضلات معمل الألبان المستخدمة	
	معاملة بدون نبات	معاملة مع النبات
قبل المعاملة	a 0.02±0.10	a 0.02±0.10
الثاني	bc 0.03±0.07	ba 0.01±0.09
الرابع	dc 0.03±0.05	bc 0.02±0.07
السادس	d 0.01±0.03	dc 0.03±0.05
الثامن	d 0.01±0.02	d 0.01±0.02
العاشر	d 0.01±0.01	d 0.01±0.01

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير الى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى آحتمالية (P<0.05)



الشكل (8): نسبة أزالة الرصاص من مياه فضلات معمل الألبان بدون النبات والمعاملة بـ (5 غم/لتر) من نبات عدس الماء *Lemna* spp.

90.00% لكلا المعاملتين.وقد يكون ارتفاع نسبة إزالة الرصاص من قبل معاملة النبات سببه زيادة امتصاص الرصاص من قبل النبات وتجمعه في جدار الخلية النباتية وهذا التجمع يحافظ على الخلية من التأثيرات السامة للرصاص (Malone، 1974) اما في المعاملة التي بدون النبات فقد يحصل ادمصاص للرصاص على السطح الخارجيلخلايا الطحالب والكائنات الحية الدقيقة الأخرى (Takamura وآخرون، 1989) ويعتمد في ذلك على تركيز الرصاص ومدة التعرض له في الوسط، فعند أرتفاع تركيز الرصاص يؤثر على فعالية الكائنات الحية ويؤثر في دورها بخفض تركيز الرصاص وهذا تم ملاحظته من دراسة الطائي وآخرون، (2011) عندما بلغت نسبة ازالة الرصاص الكلية في معاملة النبات بوزن 5غم/لتر المنمى على مياه فضلات مدنية 58,82% والمعاملة بدونالنبات 29,41% في اليوم العاشر والأخير من التجربة بعد ان كان تركيز الرصاص قبل المعاملة 0.17 ملغم/لتر.

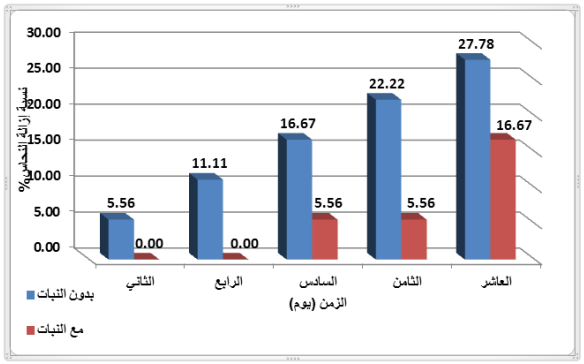
أنخفض تركيز النحاس في مياه فضلات معمل الألبان من 0.18 ملغم/لتر قبل المعاملة الى 0.13و0.15 ملغم/لتر بعد المعاملة للمعاملة بدون النبات ومع النبات في نهاية التجربة مع وجود فروقات معنوية (الجدول، 5).

الجدول (5): تركيز النحاس (ملغم/لتر) في مياه مخلفات معمل الألبان بأستخدام 5 غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp. لمدة عشرة ايام عند أس هيدروجيني 7.3 و درجة حرارة 14 °م

الأيام	مياه فضلات معمل الألبان المستخدمة	
	معاملة بدون نبات	معاملة مع النبات
قبل المعاملة	a 0.01±0.18	a 0.01±0.18
الثاني	ba 0.01±0.17	a 0.01±0.18
الرابع	bc 0.01±0.16	a 0.01±0.18
السادس	dc 0.01±0.15	ba 0.01±0.17
الثامن	d 0.01±0.14	ba 0.01±0.17
العاشر	de 0.01±0.13	c 0.01±0.15

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير الى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى آحتمالية ($P<0.05$)

كان تركيز النحاس في مياه فضلات معمل الألبان قبل وبعد المعاملة هو اعلى من التركيز المسموح به ضمن التشريعات البيئية العراقية الذي مقداره 0.05 ملغم/لتر لمياه الفضلات المطروحة الى المسطحات المائية، بلغت نسبة أزالة النحاس الكلية في المعاملة بدون النبات ومع النبات في اليوم العاشر 27.78 و16.67% على التوالي الشكل (9)، سبب انخفاض نسبة أزالة النحاس من المياه للمعاملة مع النبات يعود الى ارتفاع تركيز الفسفور في مياه فضلات الألبان (الطائي، 2012) الذي بدوره يقلل من جاهزية النحاس للأمتصاص من قبل النبات ويعطي فرصه للزنك لان يحل محله (Kashirad و Marschnor، 1974 وابو ضاحي واليونس، 1988).



الشكل (9): نسبة أزالة النحاس من مياه فضلات معمل الألبان بدون النبات والمعاملة بـ (5 غم/لتر) من نبات عدس الماء *Lemna* spp.

بينما كانت نسبة إزالة النحاس الكلية من مياه الفضلات المدنية للمعاملة مع النبات بوزن5 غم/لتر 30.77% وللمعاملة بدون النبات هي 23.08% في اليوم العاشر والأخير من التجربة (الطائي وآخرون،2011 a). يمتص النبات والأحياء المجهرية النحاس بكميات قليلة جداً لأنه ضروري في عمليات التمثيل للخلايا (Pelgrom، 1995).يلاحظ أن تركيز العناصر الثقيلة في نبات عدس الماء يتضاعف عدة مرات عن تركيزها قبل المعاملة خلال معاملة النبات بمياه فضلات معمل الألبان وحسب المرات المذكورة ازاء كل عنصر، الزنك، 3.86 مرة والحديد، 1.57 مرة والرصاص، 1.15 مرة والنحاس، 1.87 مرة، وعند مقارنة تركيز العناصر الموجودة في النبات قبل وبعد المعاملة للتجربة بأختبارt تبين وجود فروقات عالية المعنوية لتركيز الزنك، الحديد والنحاس، في حين كانت الفروقات غير معنوية لتركيز الرصاص في النبات (الجدول، 6)، تركيز عنصري الزنك والنحاس المقدران في نبات عدس الماء قبل وبعد المعاملة كانا اقل من تقدير منظمة Bio-Tech-Easte management (BMW) (1998) البالغ 732.9 و12 ملغم/كغم على التوالي، أما الرصاص تركيزه كان اقل من قيمته في النباتات البالغ 7 ملغم/كغم (ابو ضاحي واليونس، 1988)، في حين تركيز الحديد كان اعلى من التركيز المقدر في النبات والبالغ 459.1 ملغم/كغم من قبل منظمة BMW (1998). وفي دراسة للطائي وآخرون، (b2011) أظهرت قيمة t عند مقارنة تركيز الزنك في نبات عدس الماء قبل وبعد المعاملة باستخدام مياه فضلات مدنية الى وجود فروق معنوية وعدم وجود فرق معنوي في تركيز الحديدعند مستوى احتمالية (P<0.05)وأيضاً عدم وجود فرق معنوي في قيمة t لتركيز الرصاص والنحاس في النبات(الطائي وآخرون، 2011 والطائي وآخرون، a2011) على التوالي.

الجدول (6): تركيز العناصر الثقيلة المتجمعة في نبات عدس الماء .*Lemna* spp المستزرع في مياه فضلات معمل الألبان المعاملة بأستخدام 5غم/لتر من النبات لمدة عشرة ايام عند أس هيدروجيني 7.3 ودرجة حرارة 14 °م (المعدل ± الأنحراف القياسي)

العناصر الثقيلة (ملغم/كغم)	تركيز العناصر الثقيلة في نبات عدس الماء المستزرع في مياه فضلات معمل الألبان		قيمة t لمقارنه التركيز قبل وبعد المعاملة
	قبل المعاملة[1]	بعد المعاملة	
الزنك	b 3.86±47.74	a 29.67±184.13	7.90** الفروقات عالية المعنوية عند أحتمالية 0.05
الحديد	b 80.24±889.76	a 105.43±1400.89	6.68** الفروقات عالية المعنوية عند أحتمالية 0.05
الرصاص	a 1.29±2.17	a 0.34±2.49	0.42N.S لاتوجد فروقات معنوية عند أحتمالية 0.05
النحاس	b 0.65± 2.63	a 0.06±4.92	6.09** الفروقات عالية المعنوية عند أحتمالية 0.05

*الحروف المتشابهة ضمن السطر الواحد تشير الى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى آحتمالية (P<0.05)

[1] معدل تركيز العناصر الثقيلة في نبات عدس الماء .*Lemna* spp قبل أستزراعه في مياه مخلفات معمل الألبان.

تم تقدير العناصر الثقيلة الأربعة (الزنك والحديد والرصاص والنحاس) في العلائق التي يدخل فيها عدس الماء بنسبة 5 و10% من مكونات العليقة والنبات وعليقة المقارنه الموضحة بالجدول (7)، إذ لوحظ وجود فروق معنويهفي تركيز هذه العناصر مع ارتفاع نسب العناصر الثقيلة في العلائق عن نسبها في النبات وقد يعود هذا الى مراحل التصنيع التي تمر بها العليقة ابتداً من اضافة الماء المقطر لغرض عجن مكونات العليقة الذي قد يغير من قيمة تركيز العناصر، فضلا عن تاثير عمليات تصنيع العليقة بشكل اصبعيات صغيرة (البلت) المتمثلة بالطحن والخلط والعجن والفرم والتجفيف وحالة التداخل الذيبحصل بين العناصر الثقيلة الموجودة في العليقة والمعدات المستخدمة في التصنيع وتأثير درجات الحرارة الناتجة من الأحتكاك خلال مراحل التصنيع على نسب العناصر الثقيلة فضلا عن التلوث الحاصل للعليقة خلال مراحل اعدادها الذي يحصل من دون تعمد وان اتخذت الأجراءات والتحوطات اللازمه لتجنبه.

كان تركيز الزنك في نبات عدس الماء وعليقة المقارنة والعليقتين التي تحتوي على 5 و10% من نبات عدس الماء (النامي على مياه مخلفات معمل الألبان) هو اقل من تركيزه السام للأسماك

والذي مقداره 300 ملغم/كغم (FAO، 1987). بينما ظهر أعلى تركيز للزنك ومقداره 206.47 ملغم/كغم في عليقة المقارنة واقل تركيز وجد في نبات عدس الماء إذ بلغ 92.59 ملغم/كغم، وفي دراسة للطائي وآخرون،(2011 b) وجد تركيز الزنك في نبات عدس الماء وعليقة المقارنة والعليقتين اللتين تحتويان على 5 و10% من نبات عدس الماء المستزرع في مياه الصرف الصحي لمدينة بغداد هو أقل من تركيزه السام للأسماك.

الجدول (7): تركيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم) في علائق الأسماك المحتوية على نبات عدس الماء .*Lemna*Spp المنمى على مياه فضلات معمل الألبان بنسبة 5% و 10% من مكونات العليقة. (المعدل ± الأنحراف القياسي).

العناصر الثقيلة / نوع المادة العلفية	الزنك	الحديد	الرصاص	النحاس
عدس الماء المنمى على مياه فضلات معمل الألبان المستخدم في العلائق	b 0.09±92.59	a 391.33±1511.10	b 0.82±0.67	b 0.94±4.53
عليقة المقارنة	a 52.62±206.47	a 244.76±937.10	ba 4.92±8.26	a 11.89±42.66
عليقة موجود فيها عدس الماء بنسبة 5 %	ba 59.39±172.43	a 21.25±956.03	a 2.96±12.95	a 4.21±36.70
عليقة موجود فيها عدس الماء بنسبة 10 %	ba 23.18±163.18	a 487.5±1262.50	ba 8.65±10.92	a 13.00±34.73

*الحروف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير الى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى آحتمالية ($P<0.05$)

أرتفع تركيز الحديد في العليقة الموجود فيها عدس الماء بنسبة 10% إذ بلغ 1262.50 ملغم/كغم، في حين كان منخفضاً في عليقة المقارنة إذ بلغ 937.10 ملغم/كغم، وكان تركيز الحديد في نبات عدس الماء وعليقة المقارنة والعليقتين التي تحتوي في مكوناتها على 5 و10% من عدس الماء هو اكثر من التركيز السام للأسماك الذي مقداره 140 ملغم/كغم (FAO، 1987)، ولكن لا يحصل للأسماك تسمم بالحديد بحكم آليته الحيوية المعقدة التي تعمل على المحافظة في ابقاء توازن منتظم للحديد في الجسم، ويعتمد امتصاصه على القيمة البايوكيميائية للحديد الموجود في الغذاء ومقدار ما يخزن منه وما يدخل منه في تصنيع كريات الدم الحمر ومجموع ما يطرحه الجسم (Curtis، 2001).لكن تأثير الحديد المتناول عن طريق الجهاز الهضمي هو اقل سميه على الأسماك وتعد الجرعة الفمية القصوى 150 ملغم/كغم من وزن الجسم (محمد والخفاجي، 2001). نتيجة تداخل امتصاص الحديد مع عناصر أخرى يحصل زيادة في امتصاص كل من عنصر الكوبلت والنحاس والمنغنيز وانخفاض في امتصاص عنصر الحديدوتحت ظروف غير طبيعية بسبب الأمتصاص العالي لواحد او اكثر من العناصر المتداخلة معه وان كان مستوى أمتصاص الحديد بالمستوى الأعتيادي او القليل يؤدي الى حالة التسمم (Eric، 1977).كان تركيز الرصاص في نبات عدس الماء منخفض إذ بلغ 0.67 ملغم/كغم،وقد لاحظ الطائي وآخرون، (2011) ايضا انخفاض تركيز الرصاص في نبات عدس الماء النامي على مياه الفضلات المدنية المستخدم في العلائق وكان مقداره 0,71 ملغم/كغم. بينما وجد اعلى تركيز له في العليقة الموجود فيها نبات عدس الماء بنسبة 5% وكان 12.95 ملغم/كغم، في حين كان تركيزه اقل في العليقة التي تحتوي على 10% من نبات عدس الماء إذ بلغ 10.92 ملغم/كغم والسبب يعود الى زيادة نسبة النبات الذي كان تركيز الرصاص فيه منخفض لذا حصل انخفاض في تركيز الرصاص عند زيادة نسبته في العليقة. إن تركيز الرصاص في عليقة المقارنة والعليقتين التي تحتوي على 5 و10% من نبات عدس الماء هو اكثر من التركيز السام للأسماك الذي مقداره 5 ملغم/كغم (FAO، 1987). عملية تمثيل الرصاص في الاسماك لا تتم بسهولة لأن معظم مركبات الرصاص تذوب بصعوبة في الماء لذلك لا تمتص هذه المركبات من قبل القناة الهضمية بأستثناء خلات الرصاص، ويخزن الرصاص بعد امتصاصه في الكبد والكليتين والعظام والمخ والعضلات ويتم فرزه ببطء من قناة الصفراء والإدرار، وعند ارتفاع تركيز الرصاص في البراز يعني ان الرصاص قد اخذ أفتراضا قبل أسبوعين الى ثلاثة اسابيع، يظهر مستواه العالي بالدم وقد يبقى شهورا بعد تناوله مع الأكل (محمد والخفاجي، 2001).كان تركيز النحاس في عليقة المقارنة والعليقتين التي تحتوي على 5 و10% من نبات عدس الماء هو أكثر من التركيز السام للأسماك الذي مقداره 5 ملغم/كغم (FAO، 1987)، وقد

لاحظ الطائي وآخرون، (a2011) بان تركيز النحاس في نبات عدس الماء المنمى على مياه الفضلات المدنية هو أقل من التركيز السام للأسماك، في حين كان تركيزه في عليقة المقارنة والعليقتين اللتين تحتويان على 5 و10% من نبات عدس الماء أعلى من التركيز السام للأسماك الذي مقداره 5 ملغم/كغم. ظهر أنخفاض تركيز النحاس في نبات عدس الماء إذ بلغ 4.53 ملغم/كغم، واعلى تركيز للنحاس كان في عليقة المقارنه هو 42.66 ملغم/كغم وانخفض تركيزالنحاس في العليقة التي يدخل في تركيبها عدس الماء بنسبة 10% عن العليقة التي يكون فيها نسبة عدس الماء 5% والسبب هو إنخفاض تركيز النحاس في النبات. تظهر سمية النحاس عندما يحصل تجمع له عند تناوله مع الاكل لمرات متكررةوبكميات صغيرة حتى يصل مستواه الاقصى في الكبد بعد فترة تعرض تصل الى ستة اشهر عندها يبدا النحاس بالتحرر الى مجرى الدم ويؤدي الى هلاك الحيوان نتيجة حدوث نزف دموي داخل الاوعية الدموية (محمد والخفاجي، 2001).لا يظهر تأثير تركيز العناصر الثقيلة في العليقة على الاسماك عن طريق التغذية ولا يعتبر كحالة تسمم غذائي لان العلائق لا تقدم الى الأسماك بشكل مباشر بل ترمى الى المياه، وبذلك يعتمد تأثير العناصر الثقيلة على مدى تعرض الأسماك لهذه العناصر والفترة الزمنية للتعرض وتركيزها في الوسط (Halver وHardy، 2005). يكون تراكم العناصر الثقيلة في انسجة الأسماك دائما أعلى من تركيزها في المياه (Chale، 2002)، ويختلف تراكم العناصر المعدنية الثقيلة في جسم الأسماك باختلاف الأعضاء (Mathis وCummings، 1973 وKalay وCanli، 2000). ان اعلى تركيز متوقع وجوده للزنك في أنسجة عضلات الأسماك المتغذية على عليقة المقارنة مقداره 126.88 ملغم/كغم وأقله في أنسجة عضلات الأسماك المتغذية على نبات عدس الماء(لوحده) إذ بلغ 56.90 ملغم/كغم، وظهر أعلى تركيز للحديد متوقع وجوده في الأنسجة العضلية للأسماك المتغذية على نبات عدس الماء (لوحده) إذ بلغ 57.29 ملغم/كغم وأقله في الأنسجة العضلية للأسماك المتغذية على عليقة المقارنة إذ كان 35.53 ملغم/كغم جدول (8).

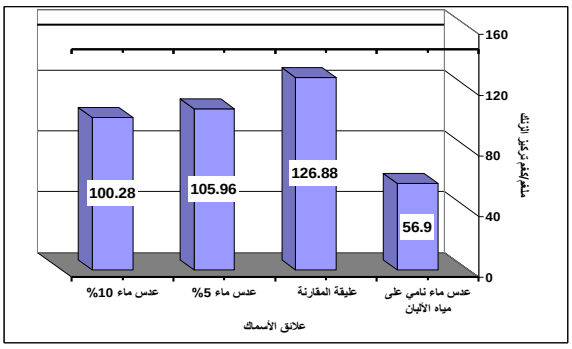
الجدول (8): تركيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم) في الأنسجة العضيلة للأسماك المتغذية على عليقة تحتوي نبات عدس الماء المنمى على مياه فضلات معمل الألبان بنسبة 5% و 10% من مكونات العليقة. (المعدل ± الأنحراف القياسي).

العناصر الثقيلة نوع المادة العلفية	الزنك	الحديد	الرصاص	النحاس
عدس الماء المستزرع على مياه مخلفات معمل الألبان	b 0.06±56.90	a 14.84±57.29	b 0.04±0.06	b 0.02±0.08
عليقة المقارنة	a 32.34±126.88	a 9.28±35.53	ba 0.42±0.71	a 0.20±0.72
عليقة فيها عدس الماء بنسبة 5 %	ba 36.50±105.96	a 0.81±36.25	a 0.26±1.11	a 0.07±0.62
عليقة فيها عدس الماء بنسبة 10 %	ba 14.25±100.28	a 18.49±47.87	a 0.74±0.94	a 0.22±0.59

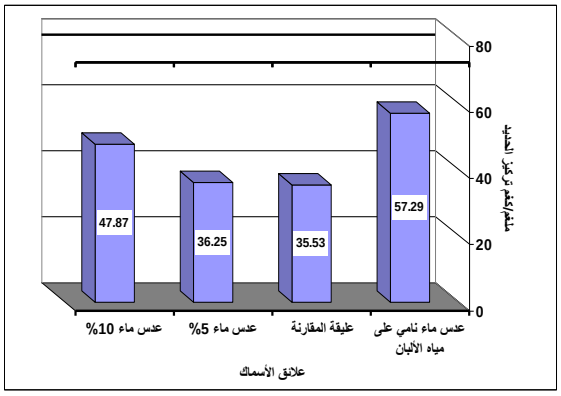
*الحروف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير الى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى آحتمالية ($P<0.05$)

كان اعلى تركيز متوقع للنحاس وجوده في الأنسجة العضلية للأسماك المتغذية على عليقة المقارنة إذ بلغ 0.72 ملغم/كغم واقله في الأسماك المتغذية على نبات عدس الماء ومقداره 0.08 ملغم/كغم (جدول 8)، وكان وجد أعلى تركيز متوقع للرصاص وجوده في الأنسجة العضلية للأسماك المتغذية على العليقة التي تحتوي على نبات عدس الماء بنسبة 5 % إذ بلغ 1.11 ملغم/كغم واقله في الأنسجة العضلية للأسماك المتغذية على نبات عدس الماء (لوحده) إذ بلغ 0.06 ملغم/كغم، بينما لم يلاحظ الطائي وآخرون، 2011 وجود فرق معنوي في تركيز عنصر الرصاص المتوقع تجمعه في الأنسجة العضلية للأسماك المتغذية على نبات عدس الماء النامي في مياه الفضلات المدنية وعلائق الأسماك المحتوية على النبات الذي يدخل في مكونات العليقة بنسبة 5 و10 % وعليقة المقارنة.تركيز النحاس المتوقع وجوده في الأنسجة العضلية للأسماك المحسوب اعتمادا على تركيزه في العلائق التي درست من قبل الطائي وآخرون، (a2011) هو أدنى من الحد المسموح تناوله من قبل الإنسان الذي حددته منظمة الصحة الدولية (WHO، 1996). تركيز الزنك والحديد والرصاص والنحاس المتوقع وجودهم في الأنسجة العضلية للأسماك المتغذيه على علائق الأسماك المحتوية

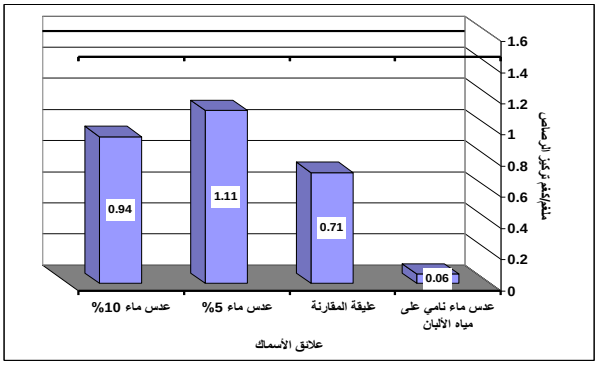
عل نبات عدس الماء النامي على مياه مخلفات معمل الألبان والذي يدخل في مكونات العليقة بنسبة 5 و10 % وعليقة المقارنة هو ادنى من الحد المسموح تناوله من قبل الأنسان الذي حددته منظمة الصحة الدولية للزنك 150 ملغم/60 كغم/ يوم الموضح في الشكل (10)، والحديد 25–75 ملغم/60 كغم/ يوم الموضح في الشكل (12)، والرصاص 1.5 ملغم/60 كغم/ يوم الموضح في الشكل (13)، والنحاس 3–30 (بمعدل 16.5) ملغم/60 كغم/ يوم الموضح في الشكل (14)، (على اساس معدل وزن الأنسان البالغ 60 كغم) (WHO، 1996).



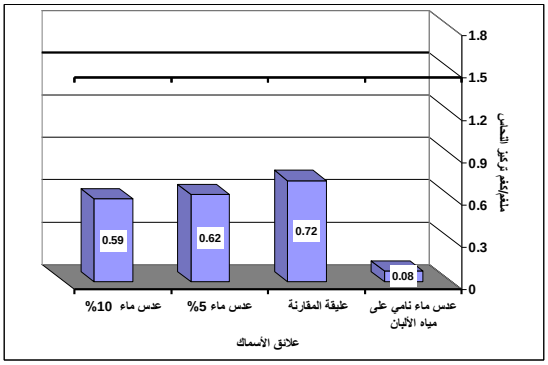
الشكل (10): تركيز الزنك (ملغم/كغم) المتوقع في الأنسجة العضلية للسمكة ومطابقته للتشريعات الصحية.



الشكل (11): تركيز الحديد (ملغم/كغم) المتوقع في الأنسجة العضلية للسمكة ومطابقته للتشريعات الصحية.



الشكل (12): تركيز الرصاص (ملغم/كغم) المتوقع في الأنسجة العضلية للسمكة ومطابقته للتشريعات الصحية.



الشكل (13): تركيز النحاس (ملغم/كغم) المتوقع في الأنسجة العضلية للسمكة ومطابقته للتشريعات الصحية.

المصادر

أبو ضاحي، يوسف محمد واليونس، مؤيد أحمد، (1988)، دليل تغذية النبات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، صفحة:411.

الصحاف، فاضل حسين، (1989)، أنظمة الزراعة بدون استخدام تربة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، بيت الحكمة، طبع مطابع جامعة الموصل. العراق، صفحة:320.

الطائي، نضال تحسين طه، (2010). دراسة تحليلية لبيئة وإنتاجية نبات عدس الماء *Lemna* spp, المستعمل في معالجة مياه الصرف الصحي، أطروحة دكتوراه، قسم الثروة الحيوانية كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

الطائي، نضال تحسين طه، (2010). دراسة تحليلية لبيئة وإنتاجية نبات عدس الماء *Lemna* spp, المستعمل في معالجة مياه الصرف الصحي، أطروحة دكتوراه، قسم الثروة الحيوانية كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

الطائي، نضال تحسين طه وقاسم، ثائر أبراهيم وأحمد، هاشم عبد الرزاق.، (2011)، تعقب عنصر الرصاص في السلسلة الغذائية واختبار سلامته في غذاء الانسان، وقائع المؤتمر العلمي الثاني لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث /جامعة الموصل/ من 28–29/ تشرين الثاني 2011، ص:128–140.

الطائي، نضال تحسين طه وقاسم، ثائر أبراهيم وأحمد، هاشم عبد الرزاق.، (a2011)، تعقب عنصر النحاس في السلسلة الغذائية واختبار سلامته في غذاء الإنسان، وقائع المؤتمر العلمي الرابع لكلية التربية– سامراء/ جامعة تكريت للفترة من 30–31 اذار 2011، ص: 44–58.

الطائي، نضال تحسين طه وأحمد، هاشم عبد الرزاق وقاسم، ثائر أبراهيم، (2011 b)، اختبار كفاءة نبات عدس الماء *Lemna* ssp. في خفض تركيز الزنك والحديد من مياه الصرف الصحي عند زيادة الكتلة الحية" في وقائع المؤتمر العلمي الأول لقسم علوم الحياة المنعقد في كلية العلوم للبنات/جامعة بغداد، للفترة من 10–2010/11/11. مجلة بغداد للعلوم مجلد 8 (1) ص:471–477.

الطائي، نضال تحسن طه، (2012)، تقنية خفض العناصر المغذية الذائبة في مياه فضلات صناعة الألبان باستعمال نبات عدس الماء واستثمار كتلته الحية غذاءاً للأسماك، مجلة زراعة الرافدين، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، المجلد (40) العدد (3). (مقبول للنشر).

عباوي، سعاد عبد و حسن، محمد سليمان، 1990. الهندسة العملية للبيئة، فحوصات الماء، طبع جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.

محمد، فؤاد قاسم والخفاجي، نزار جبار، (2001)، علم السموم البيطرية، إصدار وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، ص 166–192.

المواصفة القياسية العراقية ذي الرقم 1615، (1990). المواصفة القياسية للأعلاف الجاهزة والمركزة المستعملة لتغذية الأسماك، الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية، وزارة التخطيط، العراق.

وزارة الصحة، دائرة حماية وتحسين البيئة، (1998)، التشريعات البيئية، قسم العلاقات والتوعية البيئية، العراق، صفحة:1–113.

Association of Official Analytical Chemists (A. O. A. C.). (1984). Official methods of analysis. (13th. D.). Association of official analytical chemists. Washington. DC.309.

Bennet-chambers, M., Davies, p. and Knott, B. (1999). Cadmium in aquatic ecosystems in western Australia: A legacy of nutrient-deficient soils. Journal of Environmental Management. 57: 283-295.

Bergback, B. and Lindestom, L. Bly isamhalletochmilgon (lead in the society and environment). PM No. 8/89, Kemikalieinspektionen, Solna, Sweden, P: 99. 1988

Cited by: Johannesson, M. (2002). A review of risks associated to arsenic, cadmium, Lead, Mercury and zinc . Published 2002 by Kalmar university, department of biology and environmental science. Environmental Science Section. SE-391 82 Kalmar, Sweden. http://www.bom.hik.se/ess

Biney, C.; Amazu, A. T.; Calamari, D.; Kaba, N.; Mbome, I. L.; Naeve, H.; Ochumba, P. B. O.; Radegonde, V. and Saad, M. A. H. (1994). Review of heavy metals in the African aquatic environment. Ecotoxicology and Environmental Safety. 31: 134-159.

Bio-Tech-Easte management, (BWM), 1998. Duckweed a potential high protein sources for supplementation of feedsor domestic animals and fish, a report for the rural industries research and development corporation, armidale, NSW.

Chale, F.M. (2002). Trace metal concentrations in watersediments and fish tissue from Lake Tanganyika.Science of Total Environment 299: 115-121.

Curtis, D. K. (2001). Toxicology the basic science of poisons. Sixth edition, printed in the united state of America by McGraw-Hill medical publishing division. P:84-867.

Davies, B. E. (1995). "Lead". In alloway. B.J. (ed.). heavy metals in soil. Blackie academic & professional, London. P: 368.

Dekock, P. C.; Commisiong, K.; Farmer, V. C. and Inkson, R. H. E. (1960). interrelationships of catalase, peroxidase, hematin and chlorophyll. Plant physiol. 35. P:599-604.

Duncan, D. B. (1955). Multiple Range and Multiple of Test Biometric., 11:1-19.

Eric, J. under wood, (1977). Trace elements in human and animal nutrition. Departement of animal science and production institute agriculture university of western Australin Nedlands, Western Australia, fourth edition printed in the untied states of America. P:1-545.

Food and Agriculture Organization (1987). The nutriention and feeding fish and shreimp-a tratningmanuale , 1- The essential nutrients, FAO. Library fiche an: 88x00154. Field document 2.

Halver, J. E. and Hardy, R. W. (2005). Fish Nutrition, 3rd ed. Academic Press. P:824.

Johannesson, M. (2002). A Review of Risks Associated to Arsenic, Cadmium, Lead, Mercury and Zinc . Published by Kalmar University, SE-39182 Kalmar, Sweden.

Kalay, M., and Canli, M. (2000). Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish *Tilapia zilli*. Turkish Journal of Zoology 24: 429.436.

Kargin, F. and Cogun, H. Y. (1999). Metal interactions during accumulation and elimination of zinc and cadmium in tissues of the freshwater fish. *Tilapia nilotica*. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology. 63: 511-519.

Takamura, N., Kasai, F. & Watanabe, M. M. (1989). Effects of Cu, Cd and Zn on photosynthesis of freshwater benthic alage. J. Appl. Phycol. 1. P: 39-52.

Venkatraju, K.; Marschner, H. and Romheld, V. (1972). effct of iron nutritional status on iron up take, substrate pH, and production and release of organic and riboflavin by sun flower plants. Z. Pflanzenernahr. Bodenk. 132. P: 177-190.

Viljoen, A. (1999). Effect of zinc and copper on the post ovulatory reproductive potential of the sharptooth catfish Clariasgariepinus. M. Sc-thesis, Rand Afrikaans University, South Africa. P: 1-89.

Wepener, V.; Van vuren, J. H. J. and Du preez, H. H. (2001). Uptake and distribution of a copper, iron and zinc mixture in gill, liver and plasma of a freshwater teleost, *Tilapia sparmanii.* Water SA. 27 (1): 99-108.

World health organization (W. H. O.) (1995).Inorganic lead. Environment health criteria 165. international programme on chemical safety. P: 300.

World health organization (W. H. O.) (1996). Trace Elements in Human Nutrition and Health. Geneva. P:343.

Kashird, A. &Marshner. H. (1974). iron nutrition of sunflower and cron plants in mono and mixed culture. Plant and soil. 41. P: 91-101.

Kassim, T. I.; Al-Rekabi, S. A. W. and Al-Rubiyee, G. H. (2006). The use of *Oscillatoria pseudogeminata* and *Spirulina major* in reduction of some pollutant, from wastewater treatment plant, South Baghdad. Euro-Arab Environmental Conference and Exhibition, 612-621.

Kotze, P.; Du preez, H. H. and Van vuren, J. H. J. (1999). Bioaccumulation of copper and zinc in *Oreochromismossambicus* and *Clariasgariepinus*, from the olifants river, Mpumalanga, South Africa. Water SA. 25 (1). P: 99-110.

Lawson, T. B., Braud, H. J. and Wratten F. T. (1974). Methods of drying duckweed, *Lemnaceae*. Paper presented at the Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers Winter Meeting. Chigago, Ill. December 10 – 13,

Lingel, J. C., Tiffin, L. O. & Brown, J. C.1963. Iron-uptake transport of soy beans as influenced by other cations. Plant pyysiol. 38. P: 71-76

Malone, C.; Koeppe, D. E. and Miller, R. J. Localization of lead (1974) accumulated in cron plants. Plant Physiol. 53:388-394.

Mathis B.J., Cummings T.F. (1973). Selected metals in sediments, water and biota in the llinois River. Journal of the Water Pollution Control Federation 45:1573.1583.

Nussey. G. (1998). Metal ecotoxicology of the upper olifants river at selected localities and the effect of copper and zince on fish blood physiology. Ph. D-thesis, Rand Afrikaans University, South Africa. P:1-176.

Pelgrom, S. M. G. J.; Lamers, L. P. M.; Garritsen, J. A. M.; Pels, B. M.; Lock, R. A. C.; Balm, P. H. M. and WendelaarBonga, S. E. (1994). Interactions between copper and cadmium during single and combined exposure in juvenile tilapia *Oreochromimossambicus*: Influence of feeding on whole body metal accumulation and the effect of the metals on tissue water and ion content. Aquatic Toxicology. 30: 117-135.

Pelgrom, S. M. G. J.; Lamers, L. P. M.; Lock, R. A. C.; Balm, P. H. M. and WendelaarBonga, S. E. (1995). Interactions between copper and cadmium modify metal organ distribution in mature tilapia, *Oreochromismossambicus* Environmental Pollution 90 (3): 415-423.

Statistical Analysis System "SAS". (1998). SAS User's Guide Version 7 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC 27513, USA.