اختبار كفاءة نبات عدس الماء *Lemna* spp. في خفض تركيز الزنك والحديد من مياه الصرف الصحي عند زيادة الكتلة الحية

نضال تحسين طه* هاشم عبد الرزاق أحمد** ثائر إبراهيم قاسم***

استلام البحث 1، حزيران، 2010
قبول النشر 25، تشرين الاول، 2010

الخلاصة:

أجريت تجربة لدراسة إمكانية نبات عدس الماء *Lemna* spp. في خفض تركيز العناصر الثقيلة (الزنك والحديد) من مياه الفضلات المدنية (الصرف الصحي) لمدينة بغداد باستزراع كثافتين للنبات بوزن طري 5 و 10غم/لتر وبدون النبات في ظروف مثالية غير مسيطر عليها كلياً.

أظهرت النتائج وجود فرق معنوي عند مستوى احتمالية ($p\leq0.05$) للمعاملات الثلاثة، إذ كانت أعلى نسبة إزالة للزنك في اليوم الثاني لمعاملة النبات 5 غم/لتر وبلغت 66.40 %، وأعلى نسبة إزالة للحديد كانت في اليوم العاشر لمعاملة النبات 10 غم/لتر إذ بلغت 80 %، ولوحظ ارتفاع تركيز العناصر الثقيلة المتجمعة في النبات بعد استزراعه في مياه الصرف الصحي عن النبات قبل استزراعه، يستنتج من الدراسة تفوق معاملتي النبات في خفض تركيز العناصر الثقيلة. إن كثافة استزراع النبات بوزن 10 غم/لتر تكون مناسبة لإزالة العناصر الثقيلة في مياه الفضلات.

الكلمات المفتاحية: نبات عدس الماء، عناصر ثقيلة، معالجة، مياه الصرف الصحي

المقدمة:

توجد العناصر المعدنية الثقيلة في المياه الطبيعية بتراكيز قليلة [1 و2] ولكن تصبح قلقة عند زيادة تراكيزها عن الحدود الطبيعية [3 و4]. تتسبب في تلوث المياه والبيئة الطبيعية ومن ثم تؤثر في الصحة العامة للأنسان [5]، يزداد وجود العناصر المعدنية الثقيلة كالرصاص، النحاس، الزنك، الحديد والنيكل في مياه الصرف الصحي للمدن بفعل التطور الحضاري والمدني والصناعي [3 و6] فضلا عن طرح مخلفات عديدة كالحوامض والقواعد الى مياه الصرف الصحي فتعمل على زيادة التلوث [7] عن طريق اشتراكها بتفاعلات تسهم في أطلاق العناصر الثقيلة الى المياه [2] من جهة أخرى تعد العناصر الثقيلة كالنحاس، الزنك والحديد وبتراكيز ضئيلة من العناصر التي تحتاج اليها الكائنات الحية لأغراض النمو والتكاثر بشرط أن تكون ضمن حدود معتمدة خاصة لكل كائن حي [1] لأنه لو أزداد تركيزها عن هذه الحدود تعتبر سامة لتلك الاحياء [8]، فالحدود الدنيا من المعادن الثقيلة غير مؤثرة على النبات الى حد يزداد تركيزها فوق الحد المسموح يصبح تاثيرها سام على تلك النباتات نتيجة ما تسببه هذه المعادن من تداخلات وارتباطات غير مرغوبة للأنظمة الأنزيمية في النبات، [9]. 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. [10]، لذا فان التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة تعد من المشاكل الكبيرة ذات الأنتشار الواسع. هدفت ادراسة اختبار قابلية نبات عدس الماء في معالجة مياه الصرف الصحي.

المواد وطرائق العمل :

1- الفحوصات الموقعية:

1-1- درجة الأس الهيدروجيني:

تم قياس درجة الأس الهيدروجيني (pH) للمياه بوساطة جهاز حقلي، بواقع ثلاث قراءات لمواقع مختلفة من المسطح المائي بعد معايرة الجهاز بالمحاليل الدارئة (Buffer solution).

1-2- درجة حرارة المياه:

استخدم محرار زئبقي لقياس درجة حرارة الماء في أخذ ثلاث قراءات لمواقع مختلفة من المسطح المائي. وتسجل القراءة بعد أن توضع بصلة المحرار في المياه لمدة 1-2 دقيقة ولحين ثبوت القراءة.

2- حفظ نماذج النبات:

أجريت عملية حفظ عينات عدس الماء في المختبر وذلك بعد ان نظف النبات بوضعه في وسيلة تصفية (مصفي) وغسله بالماء المقطر عدة مرات بحيث يتم التأكد من عدم وجود مواد عالقة وجفف بعدها النبات في غرفة جيدة التهوية تسرع من عملية الجفاف [11]. ثم فُرش على شكل طبقة رقيقة على سطح طبقة من الألياف المصنوعة من البولي أثيلين إذ لها مسامية تسمح للهواء بالنفاذ من

*جامعة الموصل/ كلية الزراعة والغابات/ قسم علوم الثروة الحيوانية
**جامعة بغداد/ كلية الزراعة/ قسم علوم الثروة الحيوانية
***جامعة بغداد/ معهد الهندسة الوراثية والتقنيات الأحيائية للدراسات العليا

خلالها (أي يكون لها نفاذية) (الشكل 1) وبعدها حُفظ مادةً جافةً في عبوات بلاستيكية في المختبر إلى حين إجراء الفحوصات اللازمة لتقدير العناصر الثقيلة الموجودة في النبات (الحديد والزنك).

3- حفظ نماذج الماء:

تم ترشيح المياه باستخدام مضخة سحب الهواء نوع SATDRIUS-GMBH GOTTINGEN FED.REP. Model 16612 بقوة حصانيين من خلال ورق الترشيح WhatmanNo.42 حجم الثقوب فيها 0.42 مايكروميتر، أخذت 100 ملم أخرى من المياه المرشحة وضعت في عبوة بلاستيكية مع إضافة حامض النتريك المركز بمقدار 1.5 ملم /لتر من النموذج [12]، وحفظت في الثلاجة لحين تقدير العناصر الثقيلة فيها.

شكل (1): طريقة تجفيف نبات عدس الماء

4- تقدير العناصر الثقيلة في نبات عدس الماء

قدرت العناصر الثقيلة في المادة الجافة من نبات عدس الماء اعتماداً على الطريقة القياسية المعتمدة من قبل AOAC[13]، فقد أخذ 0.5 غم من المادة الجافة لعدس الماء في بيكر زجاجي مقاوم للحرارة وأضيف إليه 5 ملم من حامض الكبرتيك المركز، ثم أضيف 2 ملم من حامض البيروكلوريك المركز ووضع النموذج 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. استخدم جهاز الطيف الذري اللهبي (Atomic Absorption Spectrophotometer) لإجراء تحليل العناصر المعدنية الثقيلة (الحديد والزنك) الموجودة في عدس الماء.

5- تقدير العناصر الثقيلة في المياه

تم تقدير العناصر الثقيلة (الحديد والزنك) بوساطة جهاز المطياف الذري أللهبي وذلك بالاعتماد على محاليل قياسية لكل معدن مقاس وعبر عن النتائج بـ ملغم/ لتر.

6- التحليل الإحصائي

استخدم التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) باستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز Statistical Analysis System (SAS)، (1998) [14] في تحليل تاثير المعاملات في الصفات المدروسة وفق النموذج الرياضي الآتي:-

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

إذ إن

Y_{ij} = قيمة المشاهدة j العائدة لتأثير المعاملة i.

μ = المتوسط العام للصفة المدروسة

T_i = تأثير المعاملة المدروسة بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة.

e_{ij} = الخطأ العشوائي الذي يتوزع طبيعيا بمتوسط يساوي صفر وتباين مقداره Se.

اختبرت الفروقات المعنوية بين متوسطات الصفات المدروسة وفق اختبار دنكن عند مستوى معنوية $P\leq0.05$ [15].

النتائج والمناقشة:

1- اختبار كفاءة نبات عدس الماء في خفض تركيز العناصر الثقيلة من مياه الصرف الصحي عند زيادة الكتلة الحية

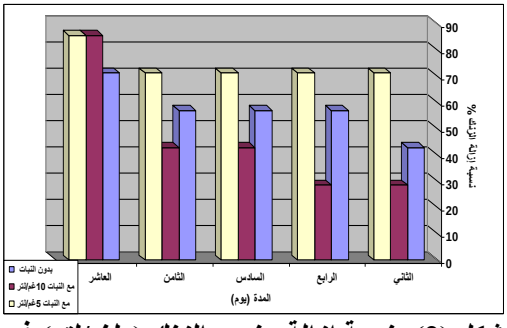
أظهرت النتائج انخفاض تركيز الزنك بعد المعاملة مع النبات وبدونه في نهاية التجربة عن تركيزه قبل المعاملة البالغ 0.07 ملغم/لتر، إذ انخفض إلى 0.02 ملغم/لتر في معاملة النبات بوزن 5 غم/لتر ثم 0.04 ملغم/لتر للمعاملة بدون النبات و0.05 ملغم/لتر في معاملة النبات بوزن 10 غم/لتر في اليوم الأول من التجربة، كانت الفروق معنوية عند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$) (الجدول 1).

جدول (1): تركيز الزنك (ملغم/لتر) في مياه الصرف الصحي لمحطة المعالجة في الرستمية المعاملة باستخدام وزنيين من نبات عدس الماء *Lemna* spp. وبدونه خلال عشرة أيام عند أس هيدروجيني 8.3 ودرجة الحرارة 21 ºم (المعدل ± الانحراف القياسي)

الأيام	مياه الصرف الصحي المستخدمة		
	بدون نبات	معاملة مع النبات بوزن 10 غم (طري)/لتر	معاملة مع النبات بوزن 5 غم (طري)/لتر
قبل المعاملة	a 0.03±0.07	a 0.03±0.07	a 0.03±0.07
الثاني	bdac 0.01±0.04	ba 0.03±0.05	dc 0.00±0.02
الرابع	bdc 0.02±0.03	bac 0.03±0.05	dc 0.00±0.02
السادس	bdc 0.01±0.03	bdc 0.02±0.04	dc 0.01±0.02
الثامن	bdc 0.01±0.03	bdc 0.02±0.04	dc 0.01±0.02
العاشر	dc 0.01±0.02	d 0.01±0.01	d 0.00±0.01

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$)

أعلى نسبة إزالة للزنك من مياه الفضلات كانت في اليوم الثاني للمعاملة 5 غم/لتر ومقدارها 66.40% (الشكل 2)، ربما يكون السبب لكثافة النبات ضمن الحيز المحدود هي أقل من المعاملة 10غم/لتر، الأمر الذي يشجع على حصول نمو ونشوء سعفات جديدة بشكل أكبر لمعاملة النبات بوزن 5غم/لتر من معاملة النبات بوزن 10غم/لتر، تعمل على امتصاص الزنك لغرض سد احتياجات السعفات الجديدة في بناء أغشية النبات والكلوروفيل والأحماض الأمينية والكاربوهيدرات ودوره في تنشيط عدد من الأنزيمات الضرورية لعملية الفسفرة [16 و17]، علماً أن احتياج النبات للزنك يكون بكميات قليلة جداً [18 و19]، وهنالك تداخل بين امتصاص الزنك والفسفور إذ إن زيادة تركيز الفسفور في المحلول المغذي يقلل من امتصاص عنصر الزنك ويسبب تراكم الزنك في السطح الخارجي للنبات والجذر وعدم انتقاله إلى الأجزاء الخضرية [20]، هذا يفسر حالة النبات بالمعاملة 10 غم/لتر الذي كان النمو فيها بطيئاً بسبب كثافة النبات العالية نسبة إلى حجم الوسط الموجود فيه فضلا عن المنافسة الكبيرة بين النبات يؤدي إلى هلاك قسم منه لاسيّما الضعيف و تحلله وإعادة العناصر الموجودة فيه إلى وسط النمو الذي كان يعيش فيه فيظهر انخفاض بطيء في تركيز الزنك خلال الأيام الأربعة الأولى، فضلا عن ان النبات يكون قد أستهلك كميات كبيرة من عنصر الزنك لفترة سابقة وله الأمكانية بعد ذلك في طرح العنصر وبهذا تصبح النسبة مرتفعة أو تكون الإزالة منخفضة، يبدأ زيادة في إزالة الزنك من المياه من اليوم السادس للتجربة للمعاملة 10غم/لتر إذ بلغت 42.86% في حين تفوقت عليها نسبة إزالة الزنك للمعاملة بدون النبات إذ بلغت 57.14% (الشكل 2) ويعود هذا إلى دور الطحالب والكائنات الحية الدقيقة الأخرى التي



شكل (2): نسبة إزالة عنصر الزنك (ملغم/لتر) في مياه فضلات مدينة بغداد لمحطة المعالجة في الرستمية المعاملة باستخدام وزنيين من نبات عدس الماء *Lemna* spp. وبدونه

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، [21 و22]. حصلت أعلى نسبة إزالة للزنك للمعاملات الثلاث بدون النبات ومع النبات بوزن طري 10 و5 غم/لتر في اليوم العاشر من التجربة وكان مقدارها كالتالي 71.43، 85.71، 85.71 %على التوالي.

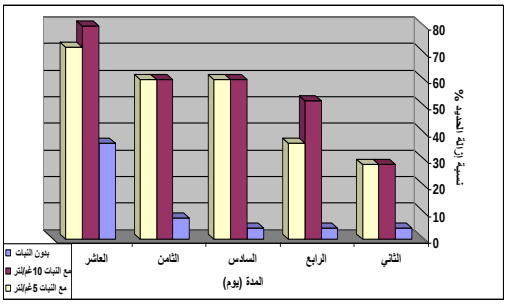
انخفض تركيز الحديد من مياه الفضلات عند المعاملة مع النبات بوزنيين و بدون النبات بفروقات معنوية عند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$)، ولكن لم يلاحظ فرق معنوي لتركيز الحديد في المعاملة بدون النبات للمدة من قبل المعاملة ولغاية اليوم الثامن من التجربة، كما يظهر في جدول (2).

الجدول (2): تركيز الحديد (ملغم/لتر) في مياه الصرف الصحي لمحطة المعالجة بالرستمية المعاملة باستخدام وزنيين من نبات عدس الماء *Lemna* spp. وبدونه خلال عشرة أيام عند أس هيدروجيني 8.3 ودرجة الحرارة 21 °م (المعدل ± الانحراف القياسي)

الأيام	مياه الفضلات المستخدمة		
	بدون نبات	معاملة مع النبات بوزن 10 غم (طري)/لتر	معاملة مع النبات بوزن 5 غم (طري)/لتر
قبل المعاملة	a 0.03±0.25	a 0.03±0.25	a 0.03±0.25
الثاني	a 0.03±0.24	b 0.00±0.18	b 0.02±0.18
الرابع	a 0.02±0.24	cd 0.05±0.12	cb 0.04±0.16
السادس	a 0.02±0.24	ed 0.03±0.10	ed 0.02±0.10
الثامن	a 0.01±0.23	ed 0.03±0.10	ed 0.02±0.10
العاشر	cb 0.01±0.16	f 0.03±0.05	ef 0.01±0.07

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية($P\leq0.05$)

وصل تركيز الحديد في نهاية التجربة لمعاملة النبات بوزن 10 غم/لتر إلى 0.05 ملغم/لتر وفي معاملة النبات بوزن 5 غم/لتر إلى 0.07 ملغم/لتر ثم المعاملة بدون النبات 0.16 ملغم/لتر، نسبة إزالة الحديد في اليوم الثاني من التجربة ارتفع لمعاملتي النبات بوزن 10 و5 غم/لتر إذ بلغت لكليهما 28% وانخفض للمعاملة بدون النبات إذ بلغ 4%، لوحظت أعلى نسبة إزالة في اليوم العاشر للمعاملات التي كان فيها النبات بوزن 10 و5 غم/لتر إذ بلغت 80% و72% على التوالي، في حين بلغت للمعاملة بدون النبات 36.00% (الشكل 3).



شكل (3): نسبة إزالة عنصر الحديد (ملغم/لتر) في مياه فضلات مدينة بغداد لمحطة المعالجة في الرستمية المعاملة باستخدام وزنيين من نبات عدس الماء *Lemna* spp. وبدونه

يلاحظ ارتفاع نسبة إزالة الحديد في المعاملات التي مع النبات، ربما السبب يعود ذلك إلى حاجة النبات للحديد لكونه يدخل في العديد من العمليات الحيوية الضرورية لإدامة نمو النبات [23]، لوحظ أن نسبة إزالة الحديد مع النبات بوزن طري 10 غم/لتر ارتفعت في اليوم الرابع مقارنة بالمعاملة مع النبات بوزن 5 غم/لتر بسبب كثافة النبات العالية التي تدفعه إلى زيادة امتصاص الحديد لتغطية متطلبات النبات في عمليتي البناء الضوئي والتنفس [16].

يحتاج النبات في نموه وتكاثره الخضري إلى الحديد في تكوين بروتينات جدار الخلية النباتية وعملية انقسام الخلايا [24] وعمليات الأكسدة والاختزال كما في اختزال النترات إلى الأمونيا [16]، فضلاً عن أن نبات عدس الماء يمتاز بكونه من النباتات ذات الفعالية الجيدة في امتصاص الحديد كما أنه يستطيع التأقلم والتجاوب مع ظروف نقصان الحديد بزيادة فعاليته في امتصاص الحديد [25]، أما سبب انخفاض إزالة الحديد من المياه للمعاملة بدون نبات فيعود إلى ارتفاع قيمة درجة الأس الهيدروجيني في الوسط، إذ كان معدله خلال التجربة (8.3)، فضلاً عن التهوية الجيدة التي تكون ظروفاً ملائمة لأكسدة الحديد من حالة Fe^{+2} إلى Fe^{+3} ويؤدي إلى ترسيب الحديد الثلاثي التكافؤ [26]، كما ويقل امتصاص الحديد من قبل النبات عند ارتفاع تركيز المواد العضوية في الوسط وبوجود عناصر ثقيلة كالزنك والنحاس، إذ يحل الزنك محل الحديد إحلالاً مماثلاً (Isomorphous replacement) بسبب تقارب أنصاف أقطارها الأيونية [16].

4-3- تقدير العناصر الثقيلة المتجمعة في النبات المتواجد في مياه الصرف الصحي عند زيادة الكتلة الحية للنبات:

لوحظ ارتفاع تركيز الزنك والحديد المتجمع في نبات عدس الماء بعد استزراعه في مياه الصرف الصحي مقارنة بتركيزهما قبل الاستزراع، عدا تركيز الحديد في المعاملة 5 غم/لتر، إذ انخفض من 780.53 ملغم/ كغم إلى 626.18 ملغم/ كغم، أظهرت قيمة t عند مقارنة تركيز الزنك قبل المعاملة وبعدها وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$) وعدم وجود فرق معنوي في تركيز الحديد (الجدول 3).

الجدول (3): تركيز العناصر الثقيلة[1] (ملغم/كغم) المتجمعة في نبات عدس الماء المستزرع في مياه الصرف الصحي لمحطة المعالجة في الرستمية المعاملة باستخدام وزنيين من النبات خلال عشرة أيام عند أس هيدروجيني 8.3 ودرجة الحرارة 21 °م (المعدل ± الانحراف القياسي)

العناصر الثقيلة	مياه الصرف الصحي المستخدمة مع		قيمة t لمقارنه التركيز قبل المعاملة وبعدها
	النبات بوزن 10 غم (طري)/لتر	النبات بوزن 5 غم (طري)/لتر	
الزنك	b 61.32±202.07	a 38.54±451.33	2.47* الفروقات معنوية عند احتمالية ≤ 0.05 p-value = 0.03
الحديد	a 395.71±976.58	a 82.17±626.18	0.16 لا توجد فروقات معنوية عند احتمالية 0.05≥ p-value = 0.88

[1] معدل تركيز العناصر الثقيلة في نبات عدس الماء *Lemna* spp. قبل استزراعه في مياه الصرف الصحي لمحطة المعالجة في الرستمية باستخدام وزنيين من النبات هي: الزنك = 180.60 ملغم/لتر، الحديد = 780.53 ملغم/لتر.

* الحروف المتشابهة ضمن السطر الواحد تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$)

انخفض تركيز الزنك في النبات عن تقديرات منظمة Bio-Tech-Waste Management "BWM" [27] البالغة 732.9 ملغم/كغم، في حين كان تركيز الحديد في النبات قبل المعاملة وبعدها أعلى من تركيزه في نبات عدس الماء البالغ 459.1 ملغم/كغم حسب تقديرات منظمة BWM [27]، من المعلوم أن تركيز الحديد يزداد في النباتات الخضر لدوره الحيوي في النبات من خلال فائدتين أساسيتين، الأولى: هي انه منشط لأنزيمات الأكسدة والاختزال في سلسلة انتقال الألكترونات في عملية التنفس، والثانية: هي أنه يساعد في بناء الكلوروفيل على الرغم من أنه لا يدخل في تركيبه [24]، كما يحدث أن يقل امتصاص الحديد في حالة ارتفاع قيمة درجة الأس الهيدروجيني والتركيز العالي لكل من الفسفور والكالسيوم في الوسط الغذائي للنبات، كما أن وجود النحاس والزنك في الوسط سوف يُحدُّ من قابلية النبات على امتصاص الحديد [26] وهذا يعلل سبب انخفاض نسبة الحديد في المعاملة مع النبات بوزن 5 غم/لتر، ويلاحظ أن تركيز عنصري الزنك والحديد في النبات تضاعفت بعد المعاملة عن ما هو عليه قبل المعاملة في معاملتي النبات بوزن 10 و5 غم/كغم وكما يأتي: الزنك: 1.12 و2.50 مره، الحديد: 1.25 و0.80 مره على التوالي ويلاحظ زيادة في مقدار عنصر الحديد لدى المعاملة الأولى مع النبات بوزن 10غم/لتر عن المعاملة الثانية مع النبات بوزن 5

غم/لتر، ويعود هذا إلى مدة التعرض للعنصر وحجم الحيز الذي يشغله النبات الموجود في مكان محدد، وهنالك تداخل بين امتصاص الزنك والفسفور ففي معاملة النبات بوزن 10غم/لتر ونتيجة لكثافة النبات الذي يكون فيها أكثر من المعاملة 5 غم/لتر في وسط النمو الموحد لكليهما وبهذا تكون عملية النمو في معاملة النبات بوزن 10 غم/لتر بشكل اقل من المعاملة 5 غم/لتر لذا سيحصل زيادة في تراكم الزنك على الجذور ويتوقف عن الانتقال إلى الأجزاء الخضرية في معاملة النبات بوزن 10غم/لتر.

أما في معاملة النبات بوزن 5 غم/لتر فتكون عملية النمو نشطه نتيجة قلة كثافة النبات في الوسط، لذا يحصل امتصاص للزنك من الوسط بعد زيادة امتصاص الفسفور عند حصول سرعة في نمو النبات [20]. ذكر الحمداني [28] في دراسة له لتقدير تركيز عنصر الزنك في مياه الفضلات إذ تراوحت بين تراكيز لم يتحسس لها الجهاز وأخرى مرتفعة وصلت إلى 9.3 ملغم/لتر وتابع قياس تركيز الزنك المتجمع في النباتات النامية في تلك المياه فلاحظ اقل وأعلى تركيز للزنك في أوراق البردي والقصب وسيقان القصب كانت (5.0-84.7) و(7.5-64.9) و(8.4-54.0) مكغم/غم وزن جاف.

المصادر:

1- 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 Wendelaar Bonga, S. E. 1994. Interactions between copper and cadmium during single and combined exposure in juvenile tilapia *Oreochromi mossambicus*: Influence of feeding on whole body metal accumulation and the effect of the metals on tissue water and ion content. Aquatic Toxicol. 30: 117-135.

2-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.

3- 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. Ecotoxicol. and Envir. Safety. 31: 134-159.

4- 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.

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

6- Mason, C. F. 1991. Biology of freshwater pollution, second edition. Longman group UK Ltd., English. P: 351.

7- Witeska, M.; Jezierska, B. and Chaber, J. 1995. The influence of cadmium on common carp embryos and larvae. Aquaculture. 129: 129-132.

8- 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.

9- العمر، مثنى عبد الرزاق.2000. التلوث البيئي، دار وائل للنشر.عمان، الأردن. ص:295.

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

11- 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. 3:10 – 13.

12- عباوي، سعاد عبد و حسن، محمد سليمان.1990. الهندسة العملية للبيئة، فحوصات الماء، طبع جامعة الموصل، وزارة

التعلـيم العـالي والبحـث العلمـي، العـراق. ص:296.
13- Association of Official Analytical Chemists (A. O. A. C.). 1984. Official methods of analysis. (13th. D.). Association of official analytical chemists. Washington. DC.
14- Statistical Analysis System "SAS". 1998. SAS User's Guide Version 7 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC 27513, USA.
15- Duncan, D. B. 1955. Multiple Range and Multiple of Test Biometric., 11:1-19.
16- أبـو ضـاحي، يوسـف محمـد و اليـونس، مؤيـد أحمد. 1988 .دليل تغذيـة النبـات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، ص:411.
17- Martinez, M.; Delramo, J.; Torreblanca, A. and Diaz-mayans, J. 1999. Effect of cadmium exposure on zinc levels in the brine shrimp Artemia Parthenogenetica. Aquaculture. 172: 315-325.
18- 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 Envir. Contam. and Toxicol. 63: 511-519.
19- 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-39182 Kalmar, Sweden.
20- Dlsen, S. R., 1972. Micronutrient interactions in micronutrient in agriculture. Soil Science Society of America Inc. Madison. USA. P: 243-264.
21- Takamura, N.; Kasai, F. and Watanabe, M. M. .1989. Effects of Cu, Cd and Zn on photosynthesis of freshwater benthic algae. J. Appl. Phycol. : 39-52.
22- Kassim, T. I.; Al-Rekabi, S. A. W. and Al-Rubiyee, G. H. 2005. 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 (2006), 612-621.
23- Dekock, P. C.; Commisiong, K.; Farmer, V. C. and Inkson, R. H. E. 1960. interrelationships of catalase, peroxidase, hematin and chlorophyll. Plant Physiol. 35:599-604.
24- الصـحاف، فاضـل حسـين (1989). أنظمـة الزراعـة بـدون اسـتخدام تربـة، وزارة التعلـيم العـالي والبحـث العلمـي، جامعـة بغـداد، بيـت الحكمـة، طبـع مطـابع جامعـة الموصـل. العـراق، ص:320.
25- Venkat raju, 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: 177-190.
26- مينكـل، ك. و كيربـي، ي. آ. 1984. مبـاديء تغذيـة النبـات. ترجمـة النعيمـي، سـعدالله نجـم عبـدالله، وزارة التعلـيم العـالي والبحـث العلمـي، جامعة الموصل، صفحة: 778.
27- Bio-Tech-Waste 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.
28- الحمـداني، علـي احمـد جاسـم .2009. إزالـة الملوثات من بعض مياه مجـاري مدينـة الموصـل باستخدام بعض النباتات المائية. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق. ص:101.

Testing the efficiency of duckweed *Lemna* spp. in reducing the concentration of zinc and iron from the wastewater when increase biomass

Nidhal Tahseen Taha* ***Hasham Abd Al-Rasiak*****
Thaer Ibrahim Kassim****

*University of Mousal/ College of Agriculture/ Frosty Department of Animal Science.
University of Baghdad/ College of Agriculture/ Department of Animal Science.**
***University of Baghdad/ Institute of Genetic Engineering and Biotechnologies for Post Graduate Studies.

Abstract:

The study searches for the possibility of using duckweed *Lemna* spp. to reduce the concentration of heavy metals (zinc and iron) in the wastewater of Baghdad by culturing two different densities of the plant with a fresh weights 5 and 10 g/l and without the plant under optimum uncontrolled conditions.

The result showed that there was a significant differences at the possibility level of ($p \leq 0.05$) for the three treatments, as the highest percentages for zinc removal in the second day for the plant treatment of 5 g/l were 66.40%, while the highest percentage of iron removal were in the tenth days for the plant treatment 10 g/l were 80 %, and noticed that the increase of the heavy metals concentrations accumulated in the plant after being cultured in the wastewater compared to the concentration before it is cultured.

Concluded from the study the superiority of the plant treatments in reducing the concentrations of heavy metals as well as the density of the plant cultured weight 10 g/l is very suitable to remove the heavy metals from the wastewater.