التراكم الحيوي لعنصري الكوبلت والكادميوم في نبات الشمبلان المائي

*احمد محسن عذبي**عبد الوهاب ريسان عيال، **صباح ناهي ناصر
* قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة البصرة
** قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة ذي قار، العراق.

تاريخ قبول النشر: 5 / 4 / 2018

Abstract

Water plant (Ceratophyllum demersum L.) was treated at the laboratory by two of the heavy metals element are cobalt and cadmium on the concentrations (0, 10, 20, 30, 40) and 50 mg / l for forty days divided to four periods, ten days for each period to know the capability of plant on the bioremediation for heavy element. The results of study were revealed that, the plant was more bioremediation for cobalt element (48.6) µg /gm dry weight at the treatment 50 mg / l, whereas the plant accumulated (47.7) µg /gm dry weight from cadmium at the same treatment. There was a difference noticed between the used treatments on the concentrations of the two elements were accumulated in the plant, it was found an increase on the concentrations of each elements gradually in the plant with the an increase of the uses concentrations in the treatments it was noticed.

The results of the statistical analysis were revealed some of significance differences found between the concentrations of the two accumulated elements on.

Key words

Unsaturated polyester, glass particles, sawdust, composites, Thermal analysis (TGA,DSC).

الخلاصة

تم معاملة نبات الشمبلان المائي L. Ceratophyllum demersum مختبرياً بنوعين من العناصر الثقيلة وهما الكوبلت Co والكادميوم Cd وبتراكيز مختلفة (0,10,20,30,40,50) ملغم / لتر ولمدة أربعين يوما مقسمة على أربعة فترات زمنية وبواقع عشرة أيام لكل منها لمعرفة قدرة النبات على المعالجة الحيوية للعناصر الثقيلة. أظهرت نتائج الدراسة ان النبات كان أكثر معالجة لعنصر الكوبلت (48.6) مايكرو غرام / غم وزن الجاف عند المعاملة (50) ملغم / لتر، أما عنصر الكادميوم فقد راكم النبات منه (47.7) مايكرو غرام / غم وزن جاف وللمعاملة ذاتها. وكان هناك تباينا ملحوظا بين المعاملات المستعملة في تراكيز العنصرين المتراكمين في النبات، إذ لوحظ وجود زيادة في تراكيز كل من العنصرين وبصورة متدرجة في النبات مع زيادة التراكيز المستعملة في المعاملات. أثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود بعض الفروق المعنوية بين تراكيز العنصرين المتراكمين في النبات بين المعاملات المستعملة المختلفة.

الكلمات المفتاحية

العناصر المعدنية الثقيلة، التراكم الحيوي، نبات الشمبلان.

1. المقدمة:

ازدادت مشكلة التلوث المائي مع نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين نتيجة الثورة الصناعية في العالم وتعد هذه المشكلة من المشاكل العالمية الكبيرة والتي نتجت من سوء التخطيط والاستعمال المضر وغير المبرمج لموارد البيئة [1].

ويعد التلوث بالعناصر الثقيلة من أخطر أنواع التلوث للمياه وذلك لكونها من العناصر الانتقالية والتي لها القدرة على تكوين مركبات معقدة ثابتة مع اغلب المركبات العضوية وغير العضوية الموجودة في أجسام الكائنات الحية مما يؤدي الى تراكمها داخل هذه النظم البيئية الحية، كما وتتميز بعدم إمكانية تحللها وطبيعتها الثابتة وسميتها [2]. أن للعناصر المعدنية الثقيلة تأثيرا مباشرا في الإحياء ومنها النباتات المائية ، و يتوقف تركيز العناصر الثقيلة في أجسام الإحياء المائية على عدة عوامل يرتبط بعضها بالأوضاع البيئية المحيطة بالكائن الحي والبعض الأخر يرتبط بالخواص البايولوجية للكائن الحي [3]ونتيجة لتزايد طرح المخلفات الصناعية و الزراعية والمنزلية إلى البيئة المائية مع قلة كفاءة الطرق التقليدية للكشف عن الملوثات الكيميائية التي تحويها هذه المخلفات لذا وجب على الباحثين استعمال طرق أخرى للكشف عنها ومنها الدلائل الحيوية Bioindicators إذ استعملت الكثير من الكائنات الحية ومنها النباتات المائية كأدلة حيوية للكشف عنها[4] .

تؤدي النباتات المائية دورا هاما في الحفاظ على الموازنة الحيوية من خلال مشاركتها في تدوير المغذيات وتنظيمها في الدورات الكيميائية الحيوية لأنها تشغل موقعا وسطيا بين الترسبات وعمود الماء [5]، فضلا عن أهميتها الاقتصادية والبيئية، كما أنها تدخل في مجالات صناعية عديدة وتستعمل كأدلة حيوية للعناصر الثقيلة والهيدروكاربونات فضلا عن أهميتها في الحفاظ على طبيعة القاع من التعرية[6]. وبالنظر لتنوع البيئات المائية وانتشارها النباتات الواسع في المسطحات المائية وتحملها الجيد للظروف البيئية المتغيرة فقد استعملت أنواع مختلفة منها كأدلة حيوية لدراسة تلوث المياه بالعناصر الثقيلة [7]. اهتم العديد من الباحثين في الحفاظ على جودة ونوعية المياه و تنقيتها من الملوثات المختلفة بطرائق متعددة سواء كانت كيميائية أو ميكانيكية أو حيوية ، ومن بينها استعمال النباتات المائية في ازالة أو تقليل اثر الملوثات ، إذ إن لهذه النباتات القدرة على ازالة الملوثات من المياه وتتمثل بالأنواع الطافية Floating والبارزةEmergent والغاطسة Subemergent [8]، وتعد النباتات البارزة أكثرها استعمالا في المعالجة الحيوية بسبب قدرتها الكبيرة على امتصاص الملوثات من القاع و عمود الماء فقط و كونها تمتلك الرايزومات التي توفر مساحة سطحية اكبر لتحطيم الملوثات ، بينما تمتلك النباتات الطافية معدلات نمو عالية و لها القدرة على امتصاص الملوثات من عمود الماء فقط ، أما الغاطسة فهي الأقل استعمالا في المعالجة الحيوية وذلك لان البعض منها لايتحمل ظروف الإثراء الغذائي و على الرغم من ذلك فان بعضها يمتلك مساحة سطحية كبيرة لإنتاج الأوكسجين و بذلك توفر ظروف ملائمة للاحياء المجهرية للمساهمة في المعالجة الحيوية ، وكذلك تكيفت معظم أجزائها للامتصاص و الخزن خصوصا مايعرف بالامتصاص الفائض عن الحاجة Luxury storage [9]. لقد طورت النباتات ثلاث مسارات أساسية للنمو في البيئات الملوثة تمثلت بنباتات تعمل على تراكم العناصر داخل أنسجتها بتراكيز مماثلة لتراكيزها في البيئة الخارجية كونها تمثل انعكاس لمستوى العناصر في التربة و تسمى أدلة معدنية Metal indicators ونباتات تعمل على تراكم العناصر داخل الجذور فقط و تمنع انتقالها للأجزاء الخضرية وتسمى مقصيات المعادن Metal excluders وبعضها تراكم العناصر بتراكيز تفوق تراكيزها المتواجدة في القاع أو النباتات الأخرى المجاورة لها في البيئة والتي لا تعمل على التراكم المعدني مثلها و تسمى بالمراكمات المعدنية Accumulators [10] . يعد نبات الشمبلان من النباتات

الغاطسة ويكثر في المياه العراقية وفي الاهوار وضفاف الأنهار والبرك والبحيرات والمسطحات المائية الأخرى [11]. انتشر النبات في العالم عن طريق تجارة الأحواض والبرك المائية وذلك لقابلية أجزاءه على البقاء حية لمدة أشهر في الأوساط المائية، إذ يمكنها أن تنمو في أعماق لا تستطيع الأعشاب والنباتات المائية الأخرى أن تعيش فيها [12]. ويمكن أن ينمو النبات بشكل غاطس أو طاف أو ينمو طبيعيا داخل أوحال الطين والمياه الراكدة والقليلة الحركة و الغنية بالعناصر الغذائية وذات الطبيعة الرائقة و العكرة وفي درجة حرارة تتراوح بين (15 – 30) م° [13]. يضم جنس الشمبلان أربعة أنواع أكثرها انتشارا هو النوع C. demersum وموطنه الاصلي شمال أمريكا ثم انتقل الى مناطق أخرى من العالم في أوربا كإيطاليا و روسيا و السويد وفي استراليا و أسيا كالصين و اليابان و العراق و مصر و فيتنام، أما الانواع الأخرى فتتواجد في الولايات المتحدة الأمريكية وهي C.echinatum ويوجد في شمال غرب أمريكا و النوع C.maricatum فيوجد في ولايتي فلوريدا و شمال كارولينا [14] . يزدهر النبات في فصل الشتاء حتى نهاية الربيع [15]، ويعرف بأسماء متعددة فمنها العالمية فيعرف بعشبة القرن Horn wort و عشبة القرن الصلب Rigid horn wortو Countial [13]، أما الأسماء العراقية فيعرف بالشلنت و الشمبلان [16] ونبات الشمبلان من النباتات السائدة في مياه نهر الفرات في مدينة الناصرية من جنوب العراق ونظرا لانتشاره بكثافة عالية أكثر من بقية النباتات الأخرى فقد تم اختياره للدراسة لبيان دوره في المعالجة الحيوية وإزالة العناصر المعدنية الثقيلة الملوثة للمياه.

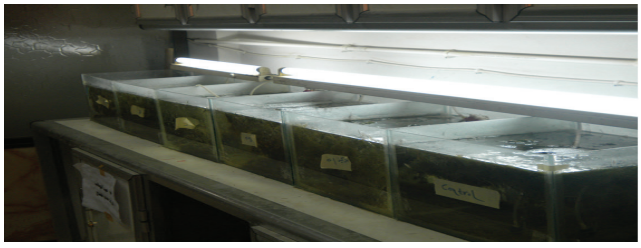
2. مواد العمل وطرائقه:

1.2. جمع عينات نبات الشمبلان Collection of plant samples

جمعت عينات النبات باليد من مياه نهر الفرات في مدينة الناصرية وغسلت بماء النهر مرات عدة للتخلص من المواد العالقة بها ووضعت في أكياس بلاستكية نظيفة وبعد ذلك نقلت إلى المختبر واستعملت لإجراء التجارب المختبرية الخاصة بقدرة النبات على الإزالة الحيوية للعناصر الثقيلة من المياه.

2.2. إعداد وتصميم الدراسة

تم تصميم أحواض زجاجية سعة الواحد منها (15) لتر وبأبعاد (25× 25) سم وبعمق 20 سم لتغطية المعاملات المحددة للدراسة، واستعملت ثلاثة مكررات لكل تركيز ورتبت بصورة أفقية في المختبر وتم توفير مصدر إضاءة (فلورسنت) شدة اضاءته (130– 150) مايكروانشتاين م^2 / ثا^2 ولفترة 10: 14 ساعة (ضوء: ظلام) وتم إضافة مصدر هوائي لكل حوض من الأحواض بوضع مضخة كهربائية لضخ الهواء فيها.



صورة (1): توضح أحواض الدراسة المنمى فيها نبات الشمبلان المعامل بالتراكيز المختلفة من العنصرين

3.2. تحضير تراكيز ايونات العناصر الثقيلة

حضرت محاليل قياسية بتركيز (1 غم / لتر) لأيوني الكوبلت Co والكادميوم Cd وهما من العناصر المعدنية الثقيلة بإذابة خلات الكاديوم $Cd(CH_3COO)_2$ ونترات الكوبلت $CO(NO_3)_2$، على التوالي في الماء الخالي من الايونات، وحضرت التراكيز (10 ،20، 30، 40، 50) ملغم / لتر لكل من العنصرين المذكورين بالإضافة إلى معاملة السيطرة بالماء المقطر.

4.2. دراسة تأثير العناصر الثقيلة على النبات

تم مليء الأحواض الزجاجية بالماء المقطر وبحجم (10) لتر لكل حوض، كذلك تم ترتيب المصدر الهوائي من خلال توفير الهواء اللازم لتنفس النبات في الأحواض، ووضعت عينات النبات المجموعة من موقع الدراسة في الأحواض المعدة لها مختبريا وبواقع (100) غم / وزن طري لكل حوض بعد أن وفر لها الأوكسجين والضوء اللازمين لنموها، استمرت التجربة لمدة (40) يوما، بعدها حصدت النباتات وبواقع (30) غم من كل عينة وجفدت بجهاز التجفيد وحفظت بدرجة حرارة (– 20) م° لحين الاستعمال.

5.2. تقدير تراكيز العناصر الثقيلة في النبات

قدرت تراكيز العناصر الثقيلة بعد إن تم اخذ نماذج نباتية ثابتة الوزن مقدارها (1)غم / وزن جاف خلال فترات زمنية متعاقبة (10 و 20 و 30 و 40) يوما ، وأضيف لكل عينة 5 مل من خليط حامضي النتريك والبيركلوريك المركزين وبنسبة 1 : 4 على التوالي، وتركت العينة لمدة (30) دقيقة، ثم وضع المزيج على صفيحة ساخنة بدرجة حرارة (60) م° إلى إن أصبح المحلول رائقا، ونقل محتوى الدورق الى قناني بلاستيكية نظيفة محكمة الغلق جاهزة للقياس بواسطة جهاز طيف الامتصاص الذري ألللهبي Flame atomic absorption spectrophotometer وحسب الطريقة الموصوفة من [17] .

6.2. تقدير تراكيز العناصر الثقيلة في العينات المائية النامي فيها نبات الشمبلان

تم تقدير تراكيز العناصر الثقيلة من خلال اخذ حجم قدره (50) مل من العينة المائية وتم تقدير العناصر الثقيلة باستعمال جهاز طيف الامتصاص الذري اللهبي.

7.2. حساب نسبة الازالة الحيوية للعناصر الثقيلة

حسبت بالنسبة لنبات الشمبلان المنمى في أحواض الدراسة مدة (40) يوما قسمت الى أربعة فترات متساوية (10) أيام لكل منها وبحسب المعادلة الآتية [18].

$$\text{نسبة الأزالة الحيوية} = \frac{\text{تركيز الملوث قبل المعالجة} - \text{تركيز الملوث بعد المعالجة}}{\text{تركيز الملوث قبل المعالجة}} \times 100$$

8.2. التحليل الإحصائي

حللت النتائج إحصائيا وفق تصميم التجارب العاملية Factorial experiments بعاملين وبثلاث مكررات، اذ يمثل العامل الأول النبات بنوع واحد والعامل الثاني تراكيز العناصر الثقيلة وبخمسة تراكيز وهي (10 ،20، 30، 40، 50) ملغم / لتر إضافةً إلى معاملة السيطرة وبتوزيع عشوائي كامل للمعاملات وتم الاستعانة بالبرنامج الإحصائي Spss (Statistical Package for social sciences) 2003- 11 في إستخلاص النتائج واستعمل اختبار اقل فرق معنوي L. S. D (Least Significance) Difference في تحليل التباين عند مستوى احتمال (P>0.05) [19] .

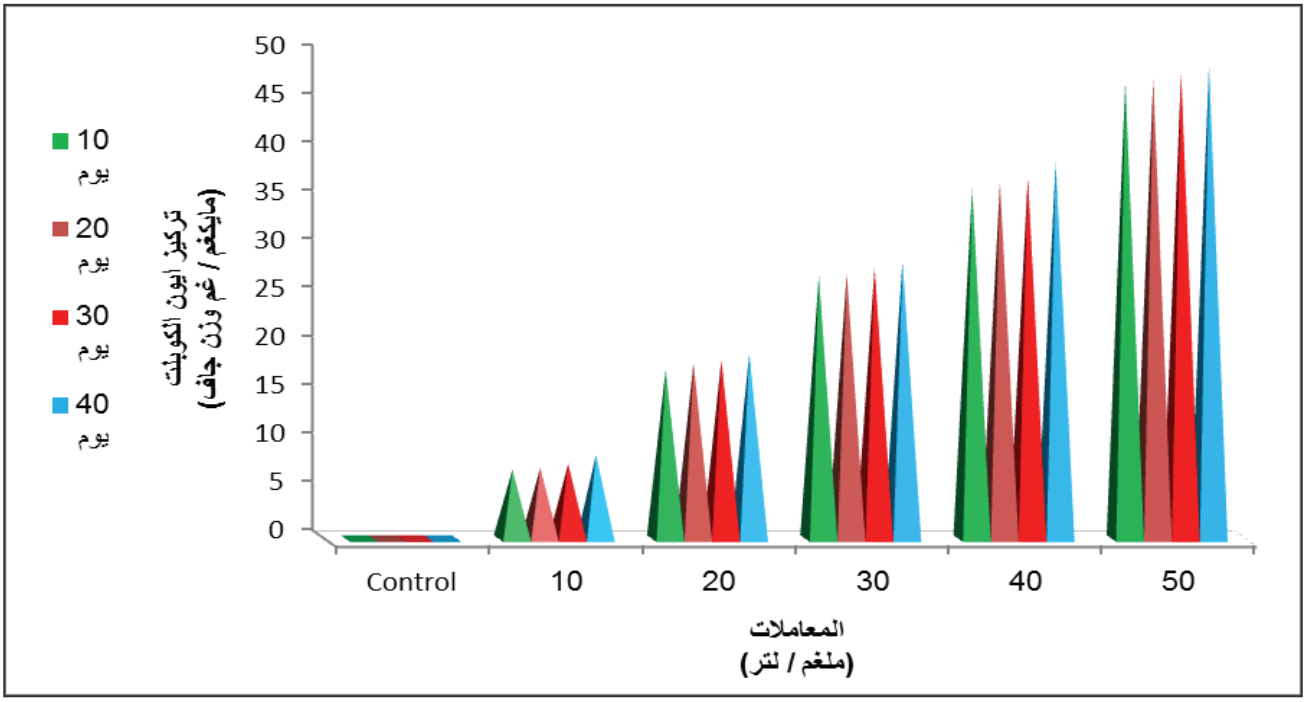
3. النتائج:

أ – الكوبلت

بينت النتائج ان هناك تباينا واضحا في تراكيز الكوبلت في أنسجة النبات بين المعاملات المختلفة وللفترات الزمنية المتعاقبة، اذ كان معدل التركيز المرتفع (47.70) ميكروغرام/ غم وزن جاف عند المعاملة (50) ملغم/ لتر للفترة الزمنية (40) يوم ومعدل التركيز المنخفض (7.675) ميكروغرام/ غم وزن جاف عند المعاملة (10) ملغم / لتر

للفترة الزمنية (10) ايام. أثبتت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقا معنوية ($P < 0.05$) في تراكيز الكوبلت بين المعاملات المختلفة، وفيما يخص تأثير الفترات الزمنية، فقد لوحظ تباينا في تراكيز الكوبلت ، إذ كان معدل التركيز المرتفع (28.58) ميكروغرام/ غم وزن جاف في الفترة الزمنية (40) يوما ومعدل التركيز المنخفض (26.90) ميكروغرام/ غم وزن جاف أثناء الفترة الزمنية (10) أيام، وقد لوحظت فروقا معنوية بين معدلات تراكيز الكوبلت عند الفترة الزمنية (10) أيام بالمقارنة مع تراكيزه في الفترة الزمنية (40) يوما، في حين لم تلاحظ تلك الفروق بين معدلات تراكيز العنصر عند الفترات الزمنية (10 و 20 و 30) يوما وكذلك لم يلاحظ فرقا معنويا عند الفترات (30 و40) يوما الشكل (1) .

أما فيما يخص تركيز الكوبلت المتبقي في الوسط المائي للأحواض، فكان هناك تباينا في تركيزه وللمعاملات المختلفة، اذ كان معدل التركيز المرتفع (1.80) ملغم / لتر عند المعاملة (50) ملغم / لتر ومعدل التركيز المنخفض (1.37) ملغم / لتر عند المعاملة (10) ملغم / لتر. أثبتت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقا معنوية ($P < 0.05$) في التراكيز بين معاملة السيطرة والمعاملات الأخرى، وكذلك وجد فرقا في التركيز عند المعاملة (10) ملغم / لتر مع المعاملات (30، 40، 50) ملغم / لتر في حين لم تختلف مع المعاملة (20) ملغم / لتر، اما المعاملات (20، 30، 40، 50) ملغم / لتر فلم تظهر بينها فروقا معنوية في تركيز العنصر. وفيما يخص تأثير الفترات الزمنية في تراكيز الكوبلت، فقد لوحظ تباينا في تراكيزه بين الفترات

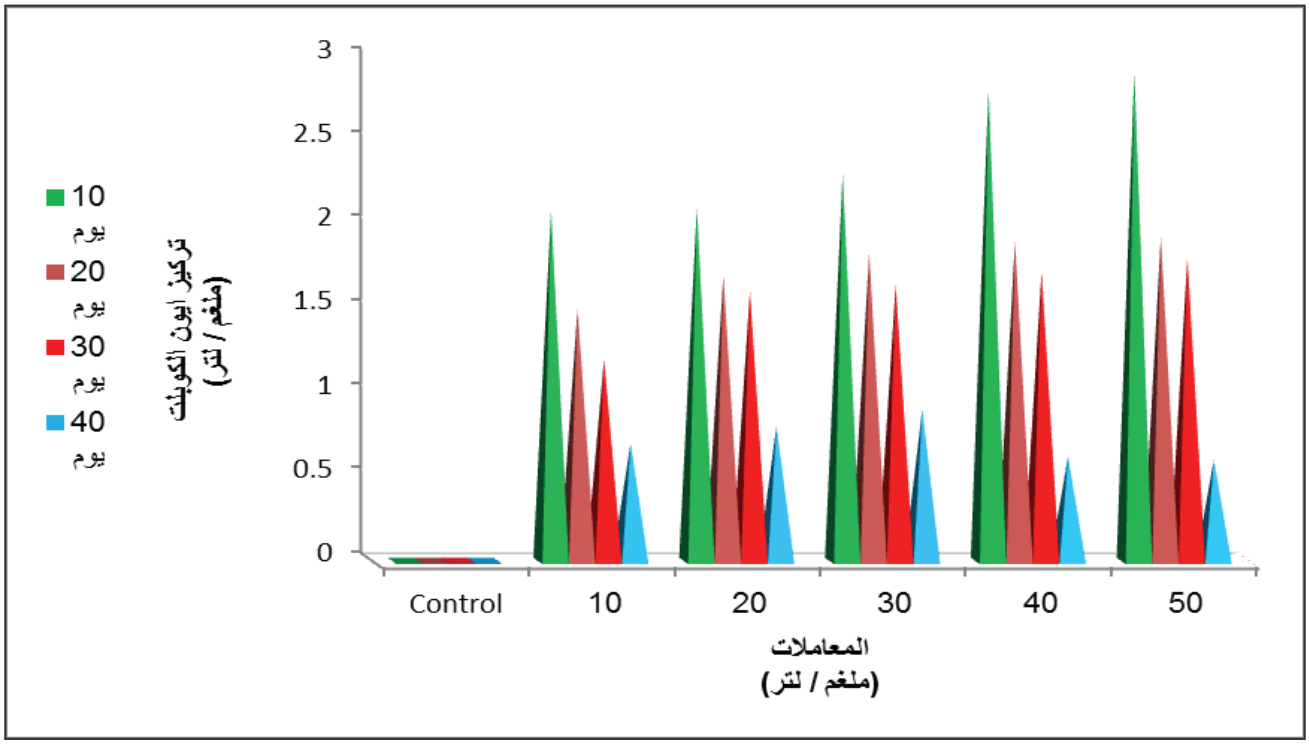


شكل (1): تراكيز الكوبلت (مايكروغرام / غم وزن جاف) في نبات الشمبلان

الزمنية، وظهر انخفاضا في تراكيز الكوبلت مع زيادة الفترة الزمنية، وكان معدل التركيز المرتفع (2.436) ملغم / لتر عند الفترة الزمنية (10) أيام ومعدل التركيز المنخفض (0.72) ملغم / لتر عند الفترة الزمنية (40) يوما. أثبتت

نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقا معنوية بين معدلات تراكيز الكوبلت عند الفترة الزمنية (10) أيام مع بقية الفترات الزمنية، في حين لم تظهر تلك الفروق بين معدلات التراكيز عند الفترتين الزمنيتين (20 و30) يوما شكل (2).

وبينت النتائج كذلك ان النسبة المئوية للإزالة الحيوية للكوبلت من قبل نبات الشمبلان، كانت واضحة إذ أن هناك زيادة تدريجية مع زيادة تراكيز الكوبلت المضاف إلى مياه الأحواض، إذ كانت النسبة (94.20٪) عند المعاملة (50) ملغم / لتر اثناء الفترة الزمنية (10) أيام، بينما كانت النسبة المئوية للإزالة (98.56٪)عند الفترة الزمنية (40) يوما ولذات المعاملة جدول (1).



شكل (2): تراكيز الكوبلت (ملغم / لتر) المتبقي في الوسط المائي لنبات الشمبلان

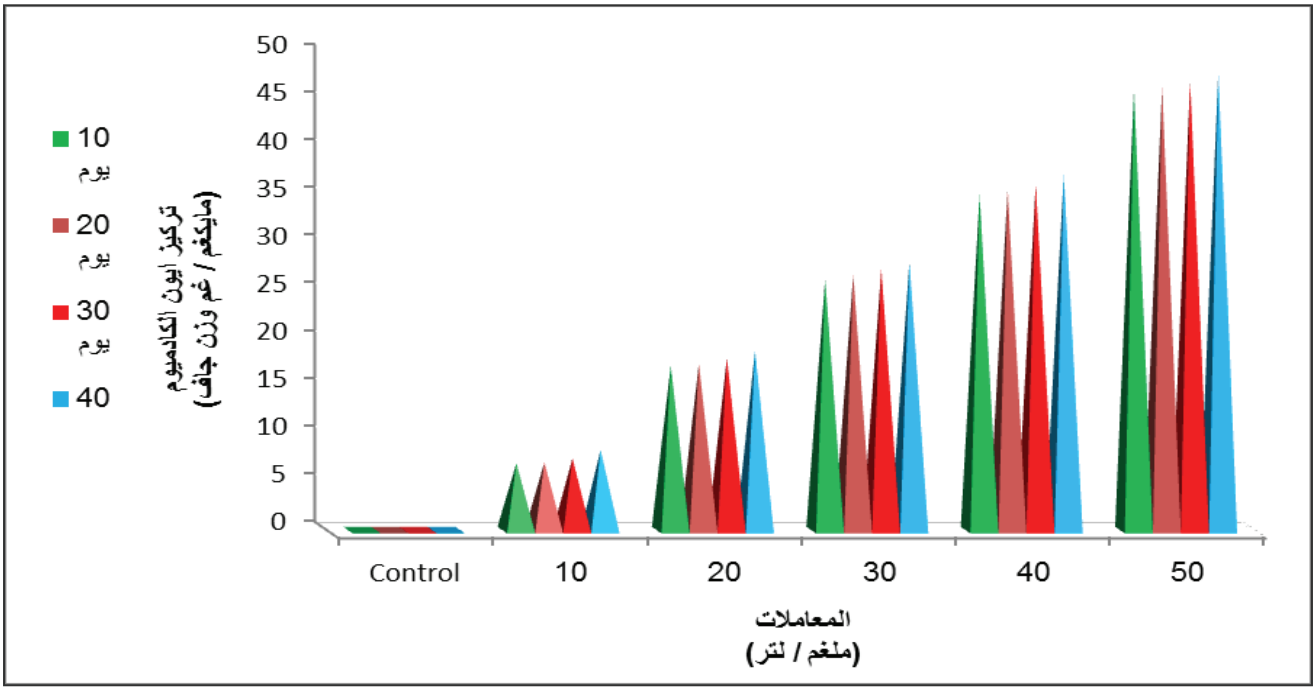
جدول (1): النسبة المئوية (٪) للإزالة الحيوية لعنصر الكوبلت من قبل نبات الشمبلان

المعاملات (ملغم / لتر) / الفترات الزمنية (الأيام)	10	20	30	40
السيطرة	0	0	0	0
10	79.20	85.0	88.0	93.0
20	89.50	91.50	92.0	96.0
30	92.33	93.90	94.53	97.0

98.50	95.70	95.25	93	40
98.56	96.40	96.14	94.20	50

ب – الكادميوم

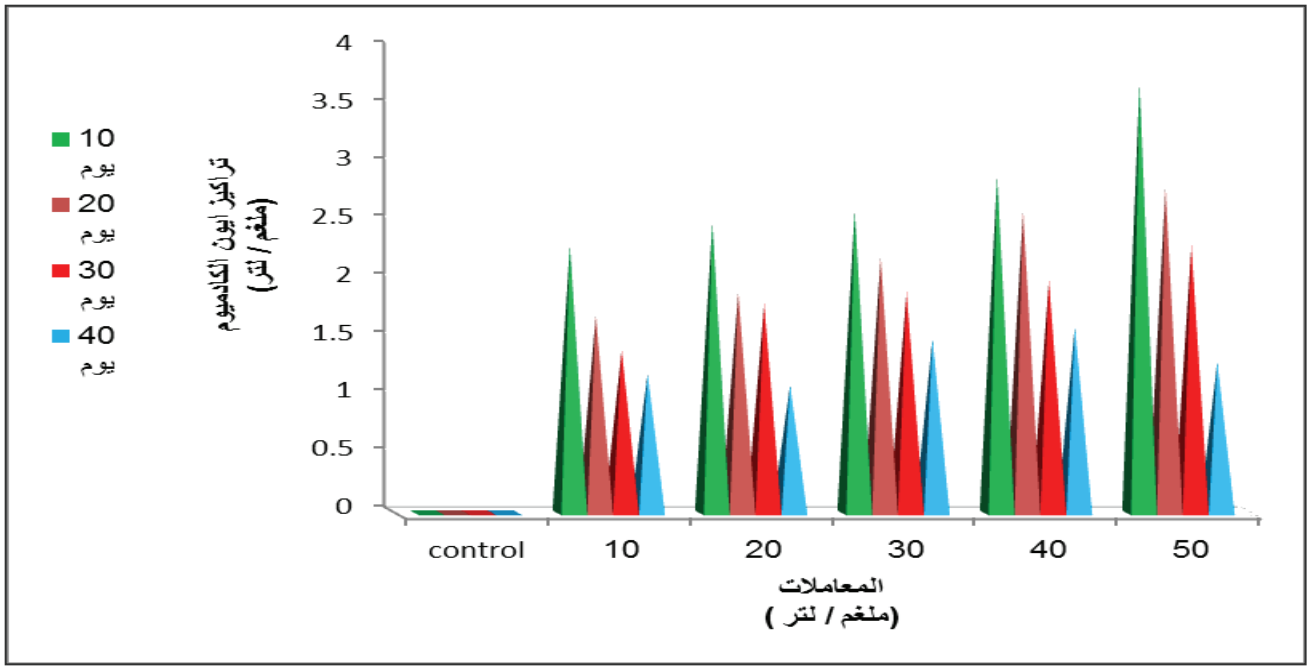
أظهرت النتائج ان هناك تباينا واضحا في تراكيز الكادميوم بين المعاملات المختلفة والفترات الزمنية، وكان معدل التركيز المرتفع (46.725) مايكروغرام / غم وزن جاف عند المعاملة (50) ملغم / لتر ومعدل التركيز المنخفض (7.50) مايكروغرام / غم وزن جاف عند المعاملة (10) ملغم / لتر. أثبتت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقا معنوية ($P < 0.05$) بين تراكيز الكادميوم عند المعاملات كافة ، وفيما يخص تأثير الفترات الزمنية في تراكيز الكادميوم، فكان معدل التركيز المرتفع (27.98) مايكروغرام / غم وزن جاف في الفترة الزمنية (40) يوما ومعدل التركيز المنخفض (26.28) مايكروغرام/ غم وزن جاف اثناء الفترة الزمنية (10) أيام فقد ظهر واضحا وجود فروقا معنوية بين تراكيز الكادميوم عند المعاملات كافة و كانت تلك الفروق بين معدلات تراكيز الكادميوم في الفترة الزمنية (40) يوما عن تراكيزه في الفترات الزمنية (10 و 20) يوما في حين لم تلاحظ تلك الفروق بين التراكيز عند الفترات الزمنية (10 و 20 و30) يوما وكذلك لم يلاحظ فرقا في التركيز عند الفترات الزمنية (30 و40) يوما شكل(3). ويظهر الشكل (4) تراكيز الكادميوم المتبقية في الوسط المائي للأحواض النام فيها نبات



شكل (3): تراكيز الكادميوم (مايكروغرام / غم وزن جاف) في نبات الشمبلان

الشمبلان، فقد ظهر هناك تباينا في تراكيزه، وكان معدل التركيز المرتفع (2.525) ملغم / لتر عند المعاملة (50)

ملغم / لتر ومعدل التركيز المنخفض (1.65) ملغم / لتر عند المعاملة (10) ملغم / لتر. أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقا معنوية ($P < 0.05$) في التراكيز بين معاملة السيطرة والمعاملات الأخرى، كما لوحظ فرقا في التراكيز بين المعاملة (10) ملغم / لتر والمعاملات (30 و40 و50) ملغم / لتر، في حين لم يظهر ذلك الفرق في التركيز مع المعاملة (20) ملغم / لتر، وكذلك تباين تركيز الكادميوم عند المعاملة (50) ملغم / لتر عن بقية المعاملات الاخرى ولم يظهر ذلك الفرق بين المعاملة (30 و40) ملغم / لتر. أما ما يخص تأثير الفترات الزمنية في تراكيز الكادميوم، فكان هناك انخفاضا في تراكيز الكادميوم مع زيادة الفترة الزمنية، وكان معدل التركيز المرتفع (2.80) ملغم / لتر عند الفترة الزمنية (10) أيام ومعدل التركيز المنخفض (1.34) ملغم / لتر اثناء الفترة الزمنية (40) يوما، أثبتت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقا معنوية بين معدلات التراكيز عند الفترات الزمنية كافة.



شكل (4): تراكيز الكادميوم (ملغم / لتر) المتبقي في الوسط المائي لنبات الشمبلان

أما النسبة المئوية للإزالة الحيوية للكادميوم من قبل نبات الشمبلان، فقد كانت هناك زيادة في نسبة إزالة الكادميوم المضاف الى مياه الأحواض، فقد كانت 92.6٪ عند المعاملة (50) ملغم / لتر اثناء الفترة الزمنية (10) أيام بينما اصبحت 97.40٪ للمعاملة ذاتها (جدول 2).

جدول (2): النسبة المئوية (٪) للإزالة الحيوية لعنصر الكادميوم من نبات الشمبلان

الفترات الزمنية (الأيام) / المعاملات (ملغم/ لتر)	10	20	30	40
السيطرة	0	0	0	0

10	77.0	83.0	86.0	88.0
20	87.50	90.50	91.0	94.5
30	91.33	92.66	93.66	95.0
40	92.75	93.50	95.0	96.0
50	92.60	94.40	95.40	97.40

4. المناقشة:

أ – الكوبلت Co

أظهرت نتائج الدراسة ان تراكيز الكوبلت ازدادت بصورة تدريجية بزيادة المدة الزمنية في أنسجة نبات الشمبلان النام في الاحواض ، وربما يعزى ذلك الى قدرة النبات على ازالة هذا العنصر من الاحواض بزيادة المدة الزمنية ، اذ ان نسبة الازالة الحيوية للعنصر ازدادت بزيادة تركيز الكوبلت المضاف إلى مياه المعاملات في الأحواض من قبل النبات من جانب ، وبزيادة المدة الزمنية للدراسة من جانب اخر ، اذ بلغت نسبة الازالة للكوبلت في مياه المعاملات في الاحواض (98.56٪) وخاصةً في نهاية مدة الدراسة وقد تعزى قدرة النبات على الازالة الحيوية للكوبلت الى تحمل النبات للتراكيز المرتفعة من العنصر والاستمرار في التمثيل الحيوي ولكن بمعدلات مقبولة ومن آليات النبات خفض تكوين الجذور الحرة من خلال فقدان جزيئة الاوكسجين مكونا بذلك إشكالا اقل سمية كالجذور الهيدروكسيلية التي تشارك في عملية تحطيم الغشاء الخلوي وجزيئة (DNA) وايقاف تكوين عامل الاختزال (NADPH) الذي يعتمد عليه في تفاعلات الفيرودوكسين [20] او الارتباط بالببتيدات الحاوية على مجموعة الثايول (–SH) وتسمى الكلابيات النباتية [22,21] أو من خلال Metallothioneins وهي بروتينات موجودة في الخلية النباتية اذ تؤدي دورا مهما في ازالة السمية من خلال الارتباط بالعناصر الموجودة في الخلية [23] . وتتفق نتائج الدراسة مع ما توصل اليه [26,25,24]، على ان للنباتات المائية القدرة على المعالجة الحيوية للعناصر الثقيلة من خلال المراكمة لتلك العناصر داخل أنسجتها.

ب – الكادميوم Cd

لوحظ من نتائج الدراسة ان نبات الشمبلان ابدى كفاءة عالية في ازالة الكادميوم ، إذ بلغت نسبة الازالة الحيوية للعنصر 97.40٪ وخاصةً في نهاية الدراسة ، اذ ان نسبة الازالة ازدادت بزيادة تركيز العنصر المضاف فضلا عن عامل الزمن وقد تعزى قدرة النبات على إزالة الكادميوم إلى وجود ايونات سالبة على جدران خلايا النبات والتي تقوم بأخذ ايونات الكادميوم الموجبة من مياه معاملات الاحواض ، اذ ان الشحنات سالبة على جدران الخلايا النباتية تعود إلى مجاميع الكاربوكسيل العائدة لحامض البكتيك والتي تقوم بجذب الشحنات الموجبة لها ، وقد تعود الشحنة السالبة على جدار الخلية الى فرضية الفرق في الجهد الكهربائي ، اذ ان تركيز ايون الهيدروجين في المحلول يكون اقل من تركيزه على جدران الخلايا، علما ان مياه المعاملات تراوح الاس الهيدروجيني لها بين (7.21– 8.62) وفي هذه الحالة يمكن ان يحصل فرق في الجهد الكهربائي ليكون جدار الخلية سالبا ويؤدي الى جذب الايونات الموجبة والمتمثلة بعنصر الكادميوم [22] او ربما يعود سببه الى قدرة النبات على تكوين معقدات مخلبية للأيونات الموجبة الحاوية على الثايول مثل الكلوتاثايون Glutathione (GSH) والميتالوثايونين كاستجابة عامة للعناصر الثقيلة المنتقلة عبر السايتوبلازم

Symplast pathway [27]، وان مستويات المواد المخلبية Chelators تزداد عند التعرض لتراكيز مرتفعة من العناصر الثقيلة كالكادميوم اذ سجلت زيادة في مستويات الكلوتاثايون في نباتي Pistia stratiotes و Echhornia crassipes وهذه الزيادة في انتاج المواد المخلبية يظهر تركيزها بكثرة في منطقة الجذور والاوراق [28]. ان موقع تراكم الكادميوم هو الجدار الخلوي الذي يكون مستودعا له بالإضافة الى ان القليل منه يخزن في البلاستيدات الخضر وبهذا فان عملية البناء الضوئي لاتتاثر بشكل كبير او من خلال ارتباط الكادميوم مع الببتيدات الغنية بالثايول والتي تعرف Phytochelatins وبذلك يمنع تراكم هذا العنصر في المواقع المستهدفة Target sites ويحولها الى اشكال خاملة (بلورات ملحية غير ضارة) وخزنها في مواقع غير حساسة كالفجوات [29]، اذ يعرف بتراكمه فيها او يقوم بتحويلها الى اشكال غير سامة من الممكن ان تتوزع وتستعمل مرة اخرى في العمليات الايضية [30] . وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع ماتوصل اليه [33,32,31]. وعليه فأن نبات الشمبلان المستعمل أظهر كفاءة عالية في معالجة العناصر الثقيلة المختبرة وهذا ربما يعود سببه إلى الظروف المحيطة بالنبات كدرجة الحرارة والأس الهيدروجيني وتركيز العنصر وفترة التعريض وعمر النبات فضلا عن الخصائص الفسلجية والوراثية للنبات [34].

المصادر

[1] الاسدي، رائد كاظم عبد. استعمال بعض أنواع الطحالب والنباتات المائية في المعالجة الحيوية لمياه محطات المعالجة في مدينة الديوانية / العراق. إطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة القادسية (2014).

[2] Singh, D . Removal of Zn (II) from aqueous solution bybiosorption using two blue green algae species Oscillatoria sp. and Spirogyra sp. Clean technology (2008).

[3] شقوير، ليلى و عباس، ممدوح. تأثير العوامل البيئية والبايولوجية على تراكيز العناصر الثقيلة في الأحياء البحرية في بحيرة اوكو. المجلة المصرية للبحث المائي، 31(1): 28 – 34 (2005).

[4] Sithik, A; Thirumara, G.; Arumugan, R.; Kamnan, R. and Anantharaman, P. Studies of phytoplankton diversity from angitheertham and kothandaramar koil coastal water, south coast of India. Global. J. Envir. Res., 3(2): 118 – 125 pp (2009).

[5] الركابي، حسين يوسف خلف. دراسة بيئية وفسلجية لبعض النباتات المائية في هور الحمار العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة، 122 ص (1992).

[6] Al – Haidarey, M. J. Assessment and sources of some heavy metals in Mesopotamian marshes, Ph. D. Thesis, College. Sci. for women, university of Baghdad, 275 pp(2009).

[7] Prasad, M. N. Metal – bimolecular complex in plants: Occurrence, functions and applications. Analysis magazine., 26 (6): 25 – 28(1998).

[8] Thomas, K. and Eggleton, J. Areview of factors affecting the release and bioavailability of contamination during sediment disturbance events. Envir. Inter., 30 (7): 973 – 980(1995).

[9] Sprecher, S.; Getsinger, K. and Stewart, A. Selective effects of aquatic herbicides on sago pond weed. J. Aquatic. Plant manage., 36: 64 – 68(1998).

[10] Barker, A. and Walker, P. Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants, heavy metal tolerance in plants. In: Show, A.

(1990) Evolutionary aspects. CRC – Press Boca Rotan., 155 – 177(1990).

[11] الحلي، مجيد رشيد و العاني ، حكمت عباس. علم البيئة المائية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، دار النشر بيت الحكمة، 123 ص (1989).

[12] NIWA(National institute of water and atmospheric research). Provides a wealth of information about the presence and effects of C. demersums in New Zealand. Articles: Aquatic plants (2005).

[13] Wells, R.; Bannon, H. and Hicks, B. Ceratophyllum demersum (aquatic plant), New Zealand. New Zealand. J. Ecology of Ceratophyllum demersum., 37: 85 – 93(2006).

[14] Les, D. H.. Ceratophyllaceae. In: Flora of north America volume 3. Magnoliophyta: Magnoliidae in sediment – water plants system (1997).

[15] المياح، عبد الرضا أكبر وحميم، فريال إبراهيم. النباتات المائية والطحالب. الجزء الاول، مطبعة دار الحكمة، جامعة البصرة، 235 ص (1991).

[16] السعدي، حسين علي والمياح، عبد الرضا أكبر. النباتات المائية في العراق. منشورات مركز دراسات الخليج العربي، جامعة البصرة، 192 ص (1983).

[17] Barman, S.; Sahu, R.; Bhargava, S. and Chatterjee, C. Distribution of heavy metals in wheat, mustard and wheat grainsirrigated with industrial effluents. Bull. Environ. Conta. Toxicol., 64, 489 – 496(2000).

[18] العادلي، بتول محمد حسن. دراسة تراكيز الكبريتات في مياه الشركة العامة للصناعات النسيجية في الحلة وطرائق معالجتها. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بابل، 102 ص (2003).

[19] الراوي، خاشع محمود و خلف الله ، عبد العزيز محمد. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر (1980).

[20] Saenz, M. E.; A ccorinti, J. and Tortorelli, D. Toxicity of parquet to green algae Scenedesmus acutus. J. Eviron. Sci. Health., 28(2): 193 –204(1993).

[21] Vanassche, F. and Cljster, H. Effects of metals on enzyme activity in plants. Plant, Cell and Envir., 13: 195 – 206(1990).

[22] Cobbett, C. S. Phytochelatins biosynthesis and function in heavy metal detoxification. Cur. Opine. Plant biol., 3: 24 – 44(2000).

[23] Rauser, W. E. Structure and function of metal cheaters produced by plants: the case for organic acids, amino, phytin and metallothioneins. Cell, Biochem. Biophys., 31 (1): 19 – 48(1999).

[24] سلمان، جاسم محمد؛ حسن، فكرت مجيد و صالح، ميسون مهدي. دراسة بيئية لاستخدام الأحياء المائية كأدلة حياتية لتلوث نهر الفرات بالعناصر الثقيلة. المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك. 2 (3): 144 – 167 (2010).

[25] المياح، عبد الرضا اكبر و الاسدي، وداد مزبان. القدرة التراكمية لنباتي Hydrilla verticillata و Ceratophyllum demersums لبعض العناصر الثقيلة مختبريا. مجلة أبحاث البصرة. 2 (38): 1– 13 (2012).

[26] سعيد، إبراهيم عمر. دراسة نوعية ومعالجة نباتية لمياه عين صوبا شي في قضاء تلعفر. مجلة علوم الرافدين، 25(1): 79 – 96 (2014).

[27] Cobbett, C. and Goldsbrough, P. Phytochelatins andmetallothioneins: Roles in heavy metal detoxification and homeostasis. Annu. Rev. Plant biol., 53 :159 –182(2002).

[28] Stout, L. and Nusslein, K. Shifts in rhizoplane communities of aquatic plants after cadmium exposure. Applied environmental microbiology.,71: 2484 –2492(2005).

[29] Lignell, A.; Rommans, G. and Pederson, M. Localization of absorbed cadmium in Fucus vesiealosus L. by x- ray microanalysis. Z. P. flanzenphysiol. Bd. 105-109. In: Preverly. J. H. (1988) Cadmium movement and accumulation in sediment – water plantssystem (1982).

[30] Memon, A.; Argents, F.; Berg, A.; Oregioni, B. and Pozzi, G. Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants. Turk. J. Bot., 25: 111 – 121(2001).

[31] الجريان، عبد الجبار جاسم. إزالة عنصر الرصاص من المياه باستخدام نبات الشمبلان Ceratophyllum demersum L. مختبريا. رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، 98 ص (2009).

[32] الشدود ، علياء حسين طالب. دراسة بيئية للنبات المائي الشمبلان L. Ceratophyllum demersum في مياه نهر الفرات عند مدينة الناصرية ودوره في الازالة الحيوية لعنصر الكادميوم. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة ذ ي قار (2012).

[33] الاسدي، رائد كاظم عبد. استعمال بعض أنواع الطحالب والنباتات المائية في المعالجة الحيوية لمياه محطات المعالجة في مدينة الديوانية / العراق. أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة القادسية، 105 ص (2014).

[34] Malec, P.; Maleva, M; Prasad, M. and Strzalka, K. Responses of Lemna trisulca L. (Duckweed) exposed to low doses of cadmium: thiols, metal ecotoxicity. Protoplasma., 240: 69 – 74(2010).