دور بعض الطحالب الخضرالمزرقة في المعالجة الحيوية لبعض العناصرالمعدنية الثقيلة

احمد محسن عذبي * صباح ناهي ناصر * عبد الوهاب ريسان عيال

*** جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة**

جامعة ذ ي قار / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة

المستخلص :

تم في الدراسة الحالية معاملة نوعين من الطحالب الخضر المزرقة *Microcystis aeruginosa* و *Hapalosiphon aureus* من العناصر المعدنية الثقيلة وهما الرصاص Pb والكادميوم Cd وبتراكيز (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0 و 2,0) ملغم / لتر لمدة أسبوعين لمعرفة قدرتهما على المراكمة الحيوية . أظهرت نتائج الدراسة أن الطحلب *H.aureus* كان أكثر مراكمة لعنصر الرصاص وكان تركيز العنصر (1.724) مايكغم / غم وزن الجاف ، بينما كان التركيز (1.579) مايكغم / غم وزن جاف في الطحلب *M .aeruginosa* عند المعاملة 2 ملغم / لتر. أما فيما يخص عنصر الكادميوم فكان طحلب *M .aeruginosa* أكثر مراكمة لعنصر الكادميوم (1.08) مايكغم / غم وزن جاف بالمقارنة مع الطحلب *H. aureus* والذي كان تركيزه للعنصر ذاته (0.63) مايكغم / غم وزن جاف عند المعاملة ذاتها . وكان هناك تباينا ملحوظا في تركيز العنصرين بين المعاملات المختلفة ، إذ لوحظ زيادة تراكيز العنصرين بصورة تدريجية في نوعي الطحلب مع الزيادة الحاصلة في تركيز المعاملات ، و من نتائج التحليل الإحصائي لوحظ وجود بعض الفروق المعنوية في تراكيز عنصري الرصاص والكادميوم في الطحلبين بين المعاملات المستعملة .

الكلمات المفتاحية : العناصر المعدنية الثقيلة ، التراكم الحيوي ، الطحالب الخضر المزرقة.

The role of some blue green algae on the bioremediation of some heavy mineral elements

Ahmed M. Athbi & Sabah N. Nasir & Abdul - Wahab R. Ayyal *

Coll. of Educ. for Pure Sci. / Biol. Dept. Thiqar Univ. /

Abstract

In the present study two species of blue green algae *Microcystis aeruginosa* and *Hapalosiphon aureus* were treated with two heavy mineral element were cadmium and lead on the different concentration (0.10 , 0.25 , 0.50 , 1.0 and 2.0) mg / L for two weeks to know the possibility to the bioremediation . The results of the study were showing that , the alga *H . aureus* accumulated more of lead element the concentration was (1.724) µg / gm dry weight whereas , the concentration (1.579) µg / gm dry weight on the alga *M .aeruginosa* at the treatment 2 mg / l . On the other hand the algal *M*

.*aeruginosa* was accumulated more of cadmium element (1.08) µg / gm dry weight as compared with the algal *H . aureus* (0.63) µg / gm dry weight at the same treatment .The difference was observed on the concentration of the two element between the different treatments , It was noticed a gradual increase on the concentrations of the two elements on the two species of algae with the increase that occurred on the concentration of the treatments , it was observed from the results of the statistical analysis some of significant differences on the concentrations of lead and cadmium elements on the algae between the used treatments.

المقدمة :

إن اهتمام العالم بالبيئة يعود بدرجة أساس الى التدهور المستمر جراء استغلال الإنسان الخاطئ لها من خلال طرحه النفايات والمخلفات بأنواعها المختلفة ، فالبيئة المائية تستقبل ألاف الأطنان ومن مصادر مختلفة تؤدي الى تلوثها بأنواع مختلفة من الملوثات التي تزداد مصادرها يوما بعد أخر ، و يعد التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة من أهم الضغوط المسلطة على البيئة المائية والتي ينظر أليها الكثير على أنها مستودع للنفايات وفضاءا واسعا يستوعب الملوثات ويخففها بالكتل المائية الهائلة إلا إن هذا الاعتقاد ليس صحيحا لان الظروف البيئية قد تؤد الى تراكم الملوثات بحيث تضر بالبيئة المائية و أحيائها المختلفة (السعد و اخرون ، 2006) ، و يعد التلوث منظومة متكاملة يمد بعضه بعضا ، فقد لوحظ أن هناك ترابط بين أنواع الملوثات المختلفة متمثلة بتلوث الهواء و الماء و اليابسة ، إذ يعد تلوث المياه من اخطر أنواع التلوث في النظام البيئي (Malik *et al* ., 2010) وتعد العناصر المعدنية الثقيلة من اخطر الملوثات للبيئة المائية ، إذ تنتقل عبر الأنظمة البيئية أما بواسطة العمليات الفيزيائية أو نتيجة لنشاط وفعاليات الإنسان كالمخلفات الصناعية منها مخلفات محطات توليد الطاقة الكهربائية و مياه المخلفات الزراعية والصناعية والمنزلية (Moriea *et al* ., 1994) . تؤدي العناصر المعدنية الثقيلة دورا هاما في حياة الكائنات الحية وفعاليتها الحيوية المختلفة أو حتى بتراكيزها المنخفضة إذ تؤدي الزيادة في هذه العناصر عند حدود معينة أو انخفاضها الى حدوث أضرارا فسلجية أو حتى هلاك تلك الأحياء ، و هناك عدد من العناصر المعدنية الثقيلة ومنها الرصاص والكادميوم و التي لم يعرف لها وظيفة أساسية للكائنات الحية و التي تدخل الأنظمة البيئية وتسبب مشاكل عديدة للكائنات ، إذ تتراكم في داخل أجسامها وانتقالها عبر السلسلة الغذائية (Brown and Depiedge , 1998) . و على العكس فان بعض العناصر المعدنية الثقيلة تكون ضرورية للأنظمة الإنزيمية في الكائنات الحية ولو إن الحاجة لها بكميات قليلة جدا ضمن التركيب الكيميائي لبعض أجزاء الخلية كالنحاس الذي يدخل في تركيب العديد من الإنزيمات (عباسي ، 2004) . فزيادة تركيز هذه العناصر عن احتياج الطحالب تسبب تثبيط النمو وخفض عملية البناء الضوئي وكذلك تعمل على إطالة طور السكون Lag phase ، كما تعمل أيضا على زيادة معدل حجم الخلية (محمد و اخرون ، 2002) ، وبما إن الطحالب تمتاز بقدرتها على ادمصاص العديد من العناصر المعدنية الثقيلة من البيئة المائية وتراكمها داخل الخلايا بتراكيز تبلغ عدة إضعاف لما هو عليه في المحيط الخارجي Luxury storage كنتيجة للعديد من الآليات و التي تمكنها من مراكمة العناصر المعدنية الثقيلة (عبد الجبار ،2008) ، إذ تستطيع الطحالب مراكمة العناصر المعدنية الثقيلة بصورة رئيسية بعمليتين الأولى كيميائية – فيزيائية إذ يتم ادمصاص العنصر على السطح الخارجي للطحلب و الثانية هي عملية اخذ خلوي منتظم و بطيء يعتمد على الطاقة (Ting *et al* ., 1991) و لبعض الانواع من الطحالب القدرة على مراكمة كميات كبيرة من

العناصر المعدنية الثقيلة على الرغم من وجودها بتراكيز منخفضة في الوسط الذي تعيش فيه (Torres *et al* ., 1988) ، و ربما يكون تراكم هذه العناصر منتخبا من قبل الطحالب (عباس و اخرون ، 2012) لذا كان الهدف من الدراسة الحالية معرفة كفاءة الطحلبين *M.aeruginosa* و *H.aureus* و قدرتهما على المعالجة الحيوية لبعض العناصر المعدنية الثقيلة و استعمالها كمرحلة اضافية في محطات معالجة المياه الملوثة .

مواد العمل و طرائقه :

مواقع الدراسة Study locations

تم اختيار أربعة مواقع على نهر الفرات عند مدينة الناصرية لانجاز الدراسة الحالية ، فالموقع الأول يقع شمال غرب مدينة الناصرية عند دخول النهر الى المدينة بمنطقة الشريف على بعد 10 كم من محطة توليد الطاقة الكهربائية الحرارية في الناصرية ، إما الموقع الثاني يقع على النهر في منطقة تصريف المياه الحارة من محطة توليد الطاقة الكهربائية الحرارية في الناصرية على النهر وأما الموقع الثالث فيعد الموقع الأكثر تلوثا بالملوثات العضوية ، إذ تصب فيه كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي غير المعاملة وكذلك يحتوي على مخلفات عضوية و يقع على النهر في منطقة تصريف مياه المجاري وأخيرا الموقع الرابع الذي يقع جنوب شرق المدينة على نهر الفرات ويبعد بحدود 10 كم عن الموقع الثالث .

جمع عينات الطحالب The collection o algae samples

تم جمع عينات الطحالب من مواقع الدراسة و بمعدل شهريا و لمدة عام كامل للفترة مابين كانون الثاني 2014 ولغاية كانون الأول للعام ذاته وذلك بجلب عينات مياه باستعمال قناني بلاستيكية نظيفة سعة (500) سم^3 الى المختبر وتم تثبيت عينات الطحالب باستعمال الفورمالين بتركيز (4%) لغرض الفحص المجهري بينما ترك الجزء الأخر دون تثبيت لغرض استزراع الطحالب .

الوسط الزرعي

استعمل الوسط الزرعي (Chu-10) المحور من قبل (Al-Aaragy , 1996) في تنمية الطحلبين *Microcystis aeruginosa* و *Hapalosiphon aureus* والذي حضر بشكل محاليل خزينة Stock solution ثم عقم الوسط باستعمال المؤصدة الكهربائية Autoclave نوع Hirayama من إنتاج شركة Hirayama manufacturing corporation \ Japan بدرجة حرارة 121م وضغط 1.5 باوند / انج**2** ولمدة 20 دقيقة .

عزل الطحالب وتشخيصها

ركزت عينات الطحالب بعد جمعها باستعمال جهاز الطرد المركزي Centrifuge وبسرعة 3000 دورة / دقيقة ، وأهمل الراشح واخذ الراسب وفحص باستعمال المجهر الضوئي نوع Xsz107BN Novel عند قوة تكبير (40x) وذلك من خلال تحضير الشرائح

المجهرية ثم زرعت الطحالب على الوسط الزرعي الصلب بطريقة التخطيط (Streaking method) باستعمال اللاقح المعقم (Loop) و استعملت طريقة التخفيف (Dilution method) بالنسبة للأوساط السائلة و الموضحة من قبل (Stein , 1973) و ذلك لغرض الحصول على عزلات وحيدة الطحلب Unialgal culture بعدها نقلت الى غرفة الزرع الطحلبي المهيأة لزراعة الطحالب اذ حددت العوامل البيئية لغرض الحصول على أفضل نمو والتي تمثلت بشدة إضاءة تراوحت بين (130 – 150) مايكروانشتاين / م^2 / ثا^2 و فترة إضاءة 16 ضوء : 8 ظلام وبدرجة حرارة (٢+_ 25) م وبعدها شخصت الطحالب اعتمادا على المصدر (Prescott , 1975) .

تنقية الطحالب Algae purification

بعد الحصول على عزلات وحيدة الطحلب كما في الفقرة السابقة تم تنقيتها من البكتريا والفطريات وذلك باعتماد على الطريقة الموصوفة من (Wedeman *et al* ., 1984) ، و ذلك لغرض الحصول على عزلات نقية .Axenic culture وبعدها زرعت عزلات الطحالب النقية باستعمال الوسط الزرعي (Chu-10) ، إذ نقل كل نوع منها ، فمن الوسط السائل بواسطة ماصة معقمة ومن الوسط الصلب بواسطة اللاقح المعقم ، ونقل من كلا الوسطين الى عدد من الدوارق الحجمية الزجاجية المعقمة وبعدها أغلقت فوهاتها بالقطن المعقم ونقلت الى غرفة الزرع الطحلبي.

إكثار عزلات الطحالب

استعملت دوارق زجاجية جافة ونظيفة سعة (1000) سم^3 و أضيف لكل دورق 700 سم ^{3} من الوسط الزرعي المعقم ولقح كل دورق بحجم قدره 70 سم ^{3} من المزرعة الخزينة للحصول على كميات كافية من المزارع الطحلبية و حسب طريقة (Stein , 1975) وتحت ظروف الزرع المشار إليها سابقا تم الحصول على مزارع كافية لإجراء التجارب المختبرية اللاحقة .

تحضير تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة

حضرت محاليل قياسية بتراكيز 1000 ملغم / لتر لايونين من العناصر المعدنية الثقيلة وهما الكادميوم (Cd) و الرصاص (Pb) بإذابة خلات الكادميوم $Cd(CH_3coo)_2$ و خلات الرصاص $Pb(CH_3coo)_2\ 3H_2o$ ، على التوالي في الماء المقطر الخالي من الايونات ، إذ حضرت بتراكيز (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0و 2.0) ملغم / لتر لكل عنصر . ثم حضرت دوارق زجاجية سعة 250 سم^3 يحتوي كل منها على (150) س^3 من الوسط الزرعي السائل المعقم ، لقح كل دورق بحجم مقداره (15) سم^3 من المزرعة النقية وتركت الدوارق لمدة يومين لغرض إتاحة الفرصة للطحالب للتأقلم بعدها أضيفت تراكيز محاليل العناصر المعدنية الثقيلة الى المزارع وحضنت في حاضنة هزازة بدرجة حرارة (20 - 25) م مع فترة إضاءة 16 ضوء : 8 ظلام و لمدة أسبوعين ، وبعد ذلك تم تحديد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في كل من الطحالب المستعملة و الوسط الزرعي لها في نهاية التجربة ، وباستعمال أوراق الترشيح نوع Millipore filter paper قطر ثقوبها (0.45) مايكروميتر و المعروف وزنها مسبقا و ذلك لفصل الطحالب عن الراشح (الوسط الزرعي) في قناني بلاستيكية نظيفة لغرض قياس تراكيز ايونات العناصر فيه . و بعدها تم قياس تراكيز العناصر المتبقية في الوسط الزرعي (الراشح) باستعمال جهاز طيف الامتصاص الذري أللهبي Flame atomic absorption spectrophotometer نوع Phoenix 986 واستعملت المصابيح الكاثودية الخاصة لكل عنصر ، إما بالنسبة لقياس تراكيز العناصر المتراكمة في الطحالب ، بعد

عملية الترشيح أخذت أوراق الترشيح الحاوية على الطحالب و جفدت بجهاز التجفيد Freezing drier ، وبعد ذلك تم وزن الورقة لمعرفة وزن الطحالب المجفدة ، وتم تحديد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المتراكمة في الطحالب وحسب الطريقة الموضحة في (APHA , 1995) .

التحليل الإحصائي

حللت النتائج إحصائيا وفق تصاميم التجارب العاملية Factorial experiments بعاملين و بثلاث مكررات ، ويمثل العامل الأول نوعي الطحلب *M.aeruginosa* و *H.aureus* والعامل الثاني التراكيز وبخمسة مستويات هي (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0و 2.0) ملغم / لتر و بتوزيع عشوائي كامل للمعاملات إذ تم الاستعانة بالبرنامج الإحصائي Spss11-2003 في استخلاص النتائج و استعمل اختبار اقل فرق معنوي Least significant difference (L.S.D) في تحليل التباين عند مستوى احتمال ($P < 0.05$) (الراوي و خلف الله ، 1980) .

النتائج :

يبين الجدول (1) تراكيز عنصر الرصاص التي تراكمت في الطحلب *H .aureus* و الوسط الزرعي له ، إذ كانت التراكيز من العنصر في الطحلب (0.083 و 0.171 و 0.425 و 0.845 و 1.724) مايكغم / غم وزن جاف وللمعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0 و 2.0) ملغم / لتر، على التوالي في حين كانت تراكيز العنصر في الوسط الزرعي (0.015 و 0.030 و 0.046 و 0.052 و 0.190) ملغم / لتر على التوالي للمعاملات ذاتها ، إذ لوحظ إن هناك زيادة تدريجية في تركيز عنصر الرصاص في الطحلب مع الزيادة المضطردة في تركيز العنصر في المعاملات المستعملة و المضافة الى الوسط الزرعي . بالنسبة لتراكيز عنصر الرصاص بواسطة الطحلب ، أثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في تراكيز العنصر عند المعاملة (2.0) ملغم / لتر مع المعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50) ملغم / لتر ، في حين لم يظهر فرقا معنويا بين المعاملتين (1.0 و 2.0) ملغم / لتر ، أما فيما يخص تراكيز العنصر في الوسط الزرعي فلم تلاحظ تلك الفروق وعند المعاملات المستعملة كافة . ويبين الجدول (2) تراكيز عنصر الرصاص المتراكمة في الطحلب *M. aeruginosa* والوسط الزرعي له ، إذ كانت تراكيز العنصر في الطحلب (0.065 و 0.108 و 0.375 و 0.768 و 1.579) مايكغم / غم وزن جاف للمعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0 و 2.0) ملغم / لتر ، على التوالي في حين كانت تراكيز العنصر في الوسط الزرعي (0.018 و 0.030 و 0.057 و 0.114 و 0.130) ملغم / لتر ، على التوالي للمعاملات المذكورة أعلاه ، إذ لوحظ إن هناك زيادة تدريجية في تركيز عنصر الرصاص في الطحلب مع زيادة تركيز العنصر في المعاملات المستعملة . فبالنسبة لتراكيز عنصر الرصاص المزالة من الطحلب ، أثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين التراكيز بين المعاملة (2.0) ملغم / لتر مع المعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50) ملغم / لتر ، في حين لم يظهر فرقا معنويا بين المعاملتين (1.0 و 2.0) ملغم /لتر ، أما فيما يخص تراكيز العنصر في الوسط الزرعي فلم تظهر فروق معنوية وعند المعاملات المستعملة كافة .

جدول (1) : تراكيز عنصر الرصاص (مايكغم / غم وزن جاف) في طحلب *H .aureus* والوسط الزرعي له (ملغم / لتر) .

المعاملات لعنصر الرصاص المضاف (ملغم / لتر)	تركيز العنصر في الطحلب مايكغم / غم وزن جاف	تركيز العنصر في الوسط الزرعي ملغم / لتر
0.10	0.083	0.015
0.25	0.171	0.030
0.50	0.425	0.046
1.00	0.845	0.052
2.00	1.724	0.190
المتوسط	0.651	0.064

L.S.D (P<0.05) = 0.959 للطحلب ، L.S.D (P<0.05) = 0. 316 للوسط الزرعي

- الأرقام التي تحمل حروف أبجدية متشابهة لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال (P<0.05)

جدول (2) : تراكيز عنصر الرصاص (مايكغم / غم وزن جاف) في طحلب *M. aeruginosa* و الوسط الزرعي له (ملغم / لتر) .

معاملات عنصر الرصاص المضاف (ملغم / لتر)	تركيز العنصر في الطحلب مايكغم / غم وزن جاف	تركيز العنصر في الوسط الزرعي ملغم / لتر
0.10	0.065	0.018
0.25	0.108	0.030
0.50	0.375	0.057
1.00	0.768	0.114
2.00	1.579	0.130
المتوسط	0.579	0.069

L.S.D (P<0.05) = 0.928 للطحلب ، L.S.D (P<0.05) = 0.262 للوسط الزرعي

و يبين الجدول (3) تراكيز عنصر الكادميوم المتراكمة في الطحلب *H .aureus* والوسط الزرعي له ، إذ كانت تراكيز العنصر في الطحلب (0.06 و 0.11 و 0.27 و 0.54 و 0.63) مايكغم / غم وزن جاف للمعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0 و 2.0) ملغم / لتر وعلى التوالي، في حين كانت تراكيز عنصر الكادميوم في الوسط الزرعي (0.02 و 0.10 و 0.19 و 0.44 و 0.73) ملغم / لتر على التوالي للمعاملات السابقة الذكر ، إذ لوحظ إن هناك زيادة تدريجية في تركيز عنصر الكادميوم في الطحلب مع زيادة تركيز العنصر في المعاملات المستعملة . وبالنسبة لتراكيز عنصر الكادميوم المزالة من الطحلب ، أثبتت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين التراكيز وعند المعاملات المستعملة كافة ، إما فيما يخص تراكيز العنصر في الوسط الزرعي فقد لوحظ وجود فروق معنوية بين التراكيز عند المعاملتين (0.10 و 2.0) ملغم / لتر في حين لم تلاحظ تلك الفروق عند المعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0) ملغم / لتر .

جدول (3) : تراكيز عنصر الكادميوم (مايكغم / غم وزن جاف) في طحلب *H. aureus* والوسط الزرعي له .

معاملات عنصر الكادميوم المضاف (ملغم / لتر)	تركيز العنصر في الطحلب مايكغم / غم وزن جاف	تركيز العنصر في الوسط الزرعي ملغم / لتر
0.10	0.06	0.02
0.25	0.11	0.10
0.50	0.27	0.19
1.00	0.54	0.44
2.00	0.63	0.73
المتوسط	0.322	0.296

L.S.D(P<0.05) = 0.591 للطحلب ، L.S.D(P<0.05) = 0. 631 للوسط الزرعي

و يبين الجدول (٤) تراكيز عنصر الكادميوم المتراكمة في الطحلب *M . aeruginosa* والوسط الزرعي له ، إذ كانت تراكيز العنصر في الطحلب (0.03 و 0.06 و 0.17 و 0.35 و 1.08) مايكغم / غم وزن جاف للمعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50 و 1.0 و 2.0) ملغم / لتر ، على التوالي في حين كانت تراكيز عنصر الكادميوم في الوسط الزرعي (0.06 و 0.16 و 0.29 و 0.58 و 0.91) ملغم / لتر وعلى التوالي للمعاملات السابقة المذكورة أعلاه ، إذ لوحظ إن هناك زيادة تدريجية في تركيز عنصر الكادميوم في الطحلب مع زيادة تركيز العنصر في المعاملات المستعملة . بالنسبة لتراكيز عنصر الكادميوم المزالة من الطحلب ، أثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين التراكيز عند المعاملة (2.0) ملغم / لتر مع المعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50) ملغم / لتر، في حين لم يظهر فرقا معنويا عند المعاملتين (1.0 و 2.0) ملغم /لتر ، إما فيما يخص تراكيز العنصر في الوسط الزرعي فقد لوحظ وجود فروق معنوية بين التراكيز عند المعاملات (0.10 و 0.25 و 2.0) ملغم / لتر في حين لم تظهر تلك الفروق بين التراكيز عند المعاملات (0.10 و 0.25 و 0.50 و1.0) ملغم / لتر والتراكيز عند المعاملات (0.50 و 1.0 و 2.0) ملغم / لتر .

جدول (4) : تراكيز عنصر الكادميوم (مايكغم / غم وزن جاف) في طحلب*M . aeruginosa* والوسط الزرعي له .

معاملات عنصر الكادميوم المضاف (ملغم / لتر)	تركيز العنصر في الطحلب مايكغم / غم وزن جاف	تركيز العنصر في الوسط الزرعي ملغم / لتر
0.10	0.03	0.06
0.25	0.06	0.16
0.50	0.17	0.29
1.00	0.35	0.58
2.00	1.08	0.91
المتوسط	0.338	0. 40

L.S.D(P<0.05) = 0.772 للطحلب ، L.S.D(P<0.05) = 0. 690 للوسط الزرعي

المناقشة :

أظهرت نتائج الدراسة الحالية اختلاف بين الطحلبين في قدرتهما على تركيز عنصر الرصاص خلال فترة الحضن ، إذ ان اختلاف الكميات المتراكمة من ايونات العناصر المعدنية الثقيلة في الطحلب يعزى الى اختلاف نوع و تركيز العنصر ونوع الطحلب (Whitton *et al*., 1985) ، وان لبعض أنواع الطحالب القدرة على تركيز كميات كبيرة من العناصر المعدنية الثقيلة على الرغم من وجودها بتراكيز واطئة في الوسط الذي تعيش فيه (Torres *et al*., 1998) ، وقد لوحظ من نتائج الدراسة قدرة الطحلب *H. aureus* العالية على مراكمة عنصر الرصاص و الكادميوم ويعزى ذلك الى كبر المساحة السطحية للادمصاص الناتجة من تركيبه الخيطي وتفرعاته الكثيرة (Murugesan *et al* .,2008) أو ربما يعود السبب الى قدرته العالية على عملية الامتصاص الحر وكذلك الاختلاف في تركيب الأغشية الخلوية مقارنة بطحلب *M. aeruginosa* الذي يتميز بصغر حجمه (Becker , 1994) . وتتفق هذه النتائج مع

ماتوصل إليه عدد من الباحثين منهم العظماوي (1995) على الطحلبين *Hapalosiphon sp.* و *Oscillatoria sp.* و إل خير الله (2008) على الطحلبين *Chlorella vulgaris* و *Oscillatoria amoena* و Soeprobowati and Hariyati (2014) على طحلب *Spirulina platensis*. أما بالنسبة لعنصر الكادميوم فقد لوحظ من النتائج أيضا إن هناك تباينا في تأثر الطحلبين بالعنصر ، إذ كان تأثير ايونات العناصر المعدنية الثقيلة يختلف من نوع الى أخر تبعا لاختلاف تركيب جدار الخلية و مواقع تبادل الايونات الموجبة والسالبة في جدار الخلية والغشاء الخلوي (Delanoue *et al* ., 1998) ، وقد لوحظ كذلك إن طحلب *M. aeruginosa* كان أكثر فعالية في تركيزه لعنصر الكادميوم من الطحلب الأخر وقد يعزى سبب ذلك الى كون جدار الخلية ربما يحوي سكريات متعددة و متنوعة و مكونات أخرى عالية التعقيد وهذه المكونات بدورها تمتلك ألفة عالية للايونات الموجبة ثنائية التكافؤ وبالتالي تزداد عملية الامتصاص الحيوي (Chen *et al* ., 2002) ، أو ربما يعود سببه الى كون هذا الطحلب يكون بشكل تجمعات غير منتظمة و محاطة بمادة جيلاتينية تجعل هناك زيادة في المساحة السطحية له و بالتالي ادمصاصه لكميات كبيرة من ايونات العناصر المتنوعة ومنها الكادميوم أو قد يعود سببه الى التباين الوراثي بين الطحلبين (Dupon *et al*., 2008) . وهذه النتائج تتفق مع ماتوصل إليه عدد من الباحثين منهم البيضاني (2009) على الطحالب *Anabaena variabilis* و *Hapalosiphon aureus* و الاسدي (2014) . *Stigonema sp* و *Oscillatoria sp*. و *Cladophora glomerata* و Soeprobowati and Hariyati (2014) على طحلب *Spirulina platensis*

.

المصادر العربية والأجنبية References

الاسدي ، رائد كاظم عبد (٢٠١٤) استعمال بعض أنواع الطحالب والنباتات المائية في المعالجة الحيوية لمياه محطات المعالجة الحيوية في مدينة الديوانية – العراق . أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة القادسية .

البيضاني ، مريم فوزي (2009) قابلية بعض أنواع السيانوبكتريا على مراكمة الهيدروكاربونات الأروماتية و بعض العناصر الثقيلة . رسالة ماجستير، كلية التربية ، جامعة البصرة .

أل خير الله ، رؤى جعفر خضير (2008) دراسة التأثير السمي لايوني الكادميوم والرصاص في نمو نوعين من الطحالب *Chlorella vulgaris* و *Oscillatoria limosa* . رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة ذ ي قار .

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

السعد ، حامد طالب و سلمان ، نادر عبد و عبد الرحمن ، مهيوب (2006) الثروات والموارد البحرية .

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة البصرة ، مركز علوم البحار ،منشورات مركز علوم البحار رقم (19) ، ص 240 .

العظماوي ، محمد عجة عودة (1995) بعض الجوانب البيئية لأنواع من الطحالب الخضرالمزرقة المثبتة للنتروجين المعزولة من جنوب العراق . رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة البصرة .

عباس ، يأس خضير و العبادي ، عبدا لوهاب ريسان و البدري ، سعاد حسين (2012) مقارنة القدرة التراكمية لنبات الكطل *Hydrilla verticillata* و الطحلب الأخضر *Scenedesmus demorphus* للعناصر الثقيلة . مجلة جامعة ذ ي قار للبحوث الزراعية ، 1 (2) : 163 – 174 .

عباسي ، مصطفى عبد اللطيف (2004) حماية البيئة من التلوث- حماية الحياة . جامعة الإسكندرية ، دار الوفاء للطباعة والنشر ، ص 76 .

عبد الجبار ، احمد شاكر (2008) تقدير كفاءة الطحلبين *Nostoc linckia* و *Oscillatoria limosa* في إزالة بعض العناصر الثقيلة من مياه الفضلات في محطة طاقة الناصرية الحرارية . مجلة أبحاث البصرة (العلميات) ، العدد (34) ، الجزء الثاني ، ص 15 – 21.

محمد ، موفق حسين والسعدي ، حسين علي و قاسم ، ثائر إبراهيم (2002) التأثير التراكمي لبعض المعادن الثقيلة في طحلب *Scenedesmus quadricauda* . المجلة العراقية لعلم الأحياء ،2(1) : 24 – 31 .

Al – Aarajy ,M . (1996) Studies on the mass culture of some microalgae as food for fish larva . PhD . thesis , Univ . Basrah , Iraq . 107 pp .

APHA(American Public Health Association) (1995) Standard methods For examination of water and wastewater , Washington , D .C . 1193 – 20035 pp.

Brown , M . and Depledge , M . (1998) Determination of trace metal concentration in marine organism . Arch . Envi .Contam Toxicol .,

11: 323 – 333 .

Chen , J .P . ; Hong , L . A . ;Wu , S . N . and Wang , L . (2002) Elucidation of interactions between metal ions and alginate – based ion – exchange resin by spectroscopic analysis and modeling simulation –Langmuir , 18 (24) : 9413 – 9421 .

Delanoue , J . ; Lessard , P . and Dumas , G . (1998) Biotreatment from effluents using the cyanobacterium *Phormidium bohner* , Aquacul . Eng . 17 .57 – 68.

Dupont , C . ; Barbean , K . and Palenik , B . (2008) Ni uptake and Limitation in marine *Syenchoccus* starins. Appl . Environ . Microbiol . J . , 74(1) : 23 – 31 .

Malik , N. ; Biswas , A . ; Qureeshi , T . ; Borana , K . and Virha , R (2010) Bioaccumulation of heavy metals in fish tissues of fresh water lake of Bhopal . Environ . Monit . Asses . 160 : 267 – 276 pp.

Moriea , P . ; Calama , D. and Bieny , D . (1994) Review of heavy metals . Review of pollution in African aquatic environmental , 25 : 37 – 43.

Murugesan , A . G . ; Moheswari , S . and Bagirath , G . (2008) Biosorption of cadmium by live and immobilized cell of *Spirulinqa platensis* . International journal of environmental research , 2(3) : 307 – 312 .

Prescott , G . (1975) Algae of the western great lake area . Ellion , C., Brown C. Pub ., Dugugue , Lowa, USA.

Soeprobowati , T . R . and Hariyati , R . (2014) Phycoremediation of Pb, Cd ,

Cu and Cr by *Spirulina platensis* . America . J . Biol ., 2(4) :

165 – 170 .

Stein , J . R . (1973) Handbook of phycological methods . Cambridge Univ-

Press., Cambridge , U K.

Stein , J . R . (1975) Handbook of phycological methods. Cambridge Univ .

Press ., Cambridge , UK., 445pp.

Ting , Y; Lowson , F. and Prince , I . (1991) Uptake of cadmium and zinc by the algae *Chlorella vulgaris* . Biotechnology and Bioengineering . 37 (5) : 445 – 455

Torres , E .; Cid , A . ; Herrero , C . and Abalde , J.(1998) Removal of Cadmium

ions by the marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin)

accumulation long – term kinetics of uptake . Bioresource Technology , 63 :

213 – 220 .

Wedeman , V . ; Walne , P. and Tainor , F . (1984) Use of plant to monitor

heavy metal in rivers . In : Heavy metals in northern .

England . Environ . and Bio. Aspects ., 135 – 145 .

Whitton , B . A . ; Say , P . J . and Wher , M . J . (1985) Use of plant to

monitor heavy metal in rivers . In : Heavy metals in northern England .

Environ .and Bio . Aspects ., 135 – 145