Iraqi Journal of Science
ISSN: 0067-2904
GIF: 0.851

الازالة الحيوية لمعدني الرصاص والكادميوم بوساطة طحلب *Westiellopsis prolifica*

عبد الهادي كاظم الحسيني، ايثار كامل الميالي*
قسم علوم الحياة، جامعة بغداد، كلية العلوم، بغداد، العراق

الخلاصة

تم تعريض طحلب *Westiellopsis prlifica* الى التراكيز 1و 2 و3 و 5 و 7 و 10 جزء بالمليون من عنصري الرصاص و الكادميوم، وذلك لغرض اختبار قدرة الطحلب على ازالة العنصرين في البيئة المائية الملوثة وتحمل تراكيزهما ، وقد اعتمدت الظروف المثلى للطحلب في جميع تجارب التعرض للعنصرين المذكورين. اظهر الطحلب *Westiellopsis prlifica* القابلية على ازالة عنصر الرصاص بنسب مئوية 31.57 و 54.42 و 62.35 و 61.8 و 57.02 و 68.34 % للتراكيز 1 و 2 و 3و 5و 7و 10 جزء بالمليون على التتالي، ولكنه لوحظ ان بعض نسب الازالة كانت افضل في اليوم الاخير من التجربة لبعض التراكيز (1و 2و 3) جزء بالمليون، اما قابلية التحمل فقد كانت لغاية 10 جزء بالمليون.

وأظهر طحلب *Westiellopsis prlifica* قابلية لإزالة عنصر الكادميوم بنسب 42.32 و 52.07 و 58.18 و 57.6 و 62.31 و 73.2 % للتراكيز 1 و 2 و 3 و 5 و 7 و 10 جزء بالمليون على التتالي، في حين كانت قابلتيه على تحمل تراكيز الكادميوم فقد كانت لغاية 10 جزء بالمليون.

Bioremoval of Lead and Cadmium by the Alga *westillopsis prolifica*

Abdulhadi Kadhim Al-Hussainy, Ithar Kamil Al-Mayaly*
Department of Biology, College of Science, University of Baghdad, Baghdad, Iraq

Abstract

Westiellopsis *prlifica* was exposed to 1, 2, 3, 5, 7 and 10 ppm from both lead & Cadmium, in order to measure their capacity to remove these metals from the polluted aquatic environment and to study its ability to tolerant them. The algae were grown under optimum conditions.

Westiellopsis *prlifica* had the ability to remove the lead with percentages about 31.57, 54.42, 62.35, 61.8, 57.02 and 68.34% for the concentrations 1, 2, 3, 5, 7 and 10 ppm, respectively, but it was found that these percentages were be better in the last day of the experiment for some of the concentrations 1, 2 and 3 ppm, While the tolerant of it to lead was up to the concentration 10 ppm.

Westiellopsis *prlifica* appears ability to remove Cadmium with percentages 42.32, 52.07, 58.18, 57.6, 62.31 and 73.2% for the concentrations 1, 2, 3, 5, 7 and 10 ppm, respectively. But it is ability to tolerant was up to the concentration 10 ppm.

Keywords: Bioremoval, heavy metals, Algae

المقدمة

تعمد معظم الدول التي تعاني من مشكلة تلوث المياه بالمخلفات الصناعية إلى اعتماد طرائق طبيعية آمنة صحياً ولا تمثل عبئاً جديداً على البيئة المثقلة بالملوثات. ويعد أسلوب المعالجة البيولوجية Bioremediation من اهم الطرائق الحديثة وأفضلها وتعرف على أنها: استخدام الأحياء الدقيقة المجهرية لإزالة أو تحطيم الملوثات، وقد تكون هذه الأحياء الدقيقة طحالب أو بكتريا أو فطريات للمعالجة البيولوجية منها إزالة السيلينوم وكذلك العناصر الثقيلة السامة من النفايات [1]. وقد تستخدم في هذا الجانب الطحالب ولا

*Email: Ithar_abbas@yahoo.com

سيما الطحالب الخضر مثل *Scenedesmus*, *Chorella* إذ تحتوي على محتوى بروتيني يقارب 50% من وزنها الجاف [2] وتشير بعض الأبحاث بأن الطحالب البحرية بأنواعها المختلفة لها قدرة على امتصاص المعادن الثقيلة وقد تكون هنالك بعض الاختلافات لهذه الطحالب متمثلة بقدرة بعضها على امتصاص معادن معينة اكثر من الأنواع الأخرى. ويعد استخدام الطحالب في تنقية مياه الصرف الصناعي قليل التكلفة مقارنة بالأجهزة والمواد الكيماوية التي تستخدم لهذا الغرض، فضلاً عن مخاطرها الجانبية على البيئة بما فيها صحة الإنسان خاصة عند استخدامها بتركيزات عالية [3] .

يعد تلوث المياه بالمعادن الثقيلة من اصعب أنواع التلوث كون هذه المعادن الثقيلة تبقى من دون أن تتفكك Non degradable وتكون الطحالب عادة أول الكائنات المائية التي تتأثر بهذه المعادن لان الطحالب تمثل قاعدة السلسلة الغذائية في الأنظمة البيئية [4]. وكذلك فأن المعادن التي تزال بوساطة الطحالب أو بعض النباتات المائية ممكن أن تعود للمياه بعد موت الكائنات أو تفسخها [5]. نال موضوع تجمع Accumulation المعادن الثقيلة في أجسام الطحالب في المزارع المختبرية اهتماماً كبيراً من قبل الكثير من الباحثين وذلك لان بعض الطحالب لها القابلية على إزالة Removal المعادن الثقيلة من النفايات الصناعية [6]. وتعتمد كمية المعادن الثقيلة المزالة بوساطة الطحالب على الأنواع الطحلبية المستخدمة في الإزالة ودرجة تحملها والتي تتحدد بالكمية التي تستطيع إزالتها من هذه العناصر [7]. ويهدف البحث الحالي الى :

1. دراسة امكانية طحلب *Westiellopsis polifica* لإزالة عنصري الرصاص والكادميوم.
2. تقييم الإمكانية بهدف اقتراح الطحلب المدروس كأداة مهمة من معالجة وإزالة العناصر الثقيلة في المياه الملوثة فيها وجعلها صالحة للاستعمال البشري.

المواد وطرائق العمل

يعد طحلب *Wesillopsis prolifica* يعد من الطحالب المسجلة حديثاً في البيئة المائية العراقية

- **تصنيف طحلب *Westiellopsis sp.*: تم تصنيف الطحلب من قبل** [8] .

Division:	Cyanophyta
Class	Cyanophyceae
Order	Stigonematales
Family	Hapalosiphonacea
Genus	Westiellopsis
Species	Prolifica

يعود نوع *Westiellopsis Prolifica* لشعبة الطحالب الخضر المزرقة بدائية النواة وهي اقدم مجاميع الطحالب عن الكرة الأرضية منذ العصر البركاني ويقدر عمرها اكثر من 2500 مليون سنة [9] ، ويعود طحلب *Westiellopsis Prolifica* إلى رتبة *Stigonematales* وهي المثبتة للنيتروجين والتي لها القابلية على النمو في بيئات مختلفة [10 Abed]1 ويمتاز بشكله الخيطي النحيف المستقيم وله تفرعات حقيقية تتألف من عدد من الخلايا تكون الخلية القمية دائرية الشكل وتفصل بين الخلايا جدران عرضية محببة ، ويتكاثر خضرياً بطريقة التجزئة (Fragmentation) او تكوين الهرموكونيا (Hormogonia) ويعيش في مياه الفضلات الثقيلة ويمتاز بتحمل الظروف البيئية القاسية [10]، إذ عزل هذا النوع من مياه الفضلات الثقيلة حيث يمكنه استغلال المواد العضوية المختلفة وبإمكانه تحمل الظروف البيئية القاسية وعزل من مناطق جافة تعرف بقلة الرطوبة فيها [11].

عزل هذا الطحلب *Westiellopsis prolifica* في العراق كنموذج جديد لم يُشخص سابقاً، وعزل ونمي هذا النوع في مختبرات قسم علوم الحياة ـ كلية العلوم ـ جامعة بغداد من قبل [12]، استخدم هذا الطحلب في هذه الدراسة كنوع يمكنه ادمصاص كميات كبيرة من المعادن الثقيلة لتحمله المعادن الثقيلة بكميات كبيرة.

الوسط الزراعي للطحالب

استخدم الوسط الزراعي (Chu–No.10) الموضحة مكوناته من قبل [13] مع بعض التحويرات التي اجراها [14] ،حضر الوسط بشكل محاليل احتياطية Stock solution وحفظت في الثلاجة بدرجة حرارة 4م° لحين الاستخدام واستخدم الوسط الزرعي بأخذ 2.5 مل من كل محلول احتياطي الى اللتر الواحد من الماء المقطر الخالي من الايونات، ونظم الأس الهيدروجيني الى 6.8–7 وعقم باستخدام جهاز الموصدة Autoclave بدرجة 121م° وضغط 1.5 جو لمدة 15 دقيقة وحفظ في الثلاجة لحين استخدامه.

ولغرض الحصول على عزلة نقية Axenic culture استخدمت طريقة باترسون [15] إذ ترك حجم معين من العزلة في الظلام لمدة 24 ساعة، بعدها سحب 10 مل منه ونقل الى وسط زرعي جديد ومعقم، وترك مرة ثانية في الظلام لمدة 3 ساعات تقريبا بعدها رسب الطحلب باستخدام جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة / دقيقيه ولمدة 5 دقائق وخمسة عشر مرة بعدها غسل الراسب بالماء المقطر ومن ثم زرع لغرض تنشيط النمو. ولغرض التثبت من عدم وجود تلوث مايكروبي اخذت مسحه من العزلة وزرعت على وسط Nutrient ager وحضنت بدرجة حرارة 37م° ولمدة 48–72 ساعة.

تحضير محاليل العناصر الثقيلة

حضرت محاليل قياسية بتركيز 1000 جزء بالمليون لكل من الرصاص والنيكل بإذابة الاملاح النقية نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ وكبريتات الكادميوم $CdSo_4$ في الماء الخالي من الأيونات وحضرت التراكيز بأجراء التخفيف اللازم وذلك باعتماد القانون الآتي : **التركيز الأول × الحجم الأول = التركيز الثاني × الحجم الثاني**

حضر (1 و 2 و 3 و 5 و 7 و 10) جزء بالمليون من الرصاص والكادميوم كلاً على حدة ونميت عزلة الطحلبين بإضافة 50 مل من المزرعة النقية السائلة الى حجم 1000 مل من الوسط الزراعي الحاوي على أيونات العناصر الثقيلة. استخدم ثلاثة مكررات لكل تركيز ثم حضنت في درجة حرارة في 28م° و 3000 مايكروانشتاين /م^2/ثا لطحلب *Westiellopsis prolifica.* [16 وبمدة إضاءة 16 ساعة ضوء و8 ساعات ظلام مع الرج اليومي، وتم حساب النمو اعتمادا على العدد الكلي للطحالب.

حساب عدد الخلايا

استخدمت الهيماسايتوميتر Haemocytometer المستخدم في حساب عدد خلايا كريات الدم البيض ، إذ يوضع حجم معين من العينة على سطح كل ردهة من ردهتي الشريحة، وتفحص تحت المجهر بعد وضع غطاء الشريحة، وتم التعبير عن النتائج بـ (خلية/مل) باستخدام طريقة القطاع المستعرض وحسب الخطوات الاتية : [17].

عدد القطاعات في واحد مل من العينة= 1000ملم^3 ÷ حجم العينة في القطاع الواحد (ملم^3).

عدد الخلايا في 1 مل من العينة= معدل عدد الخلايا في قطاع واحد × عدد القطاعات في 1 مل من العينة.

وتم حساب معدل النمو Growth rate (k) وزمن التضاعف Doubling time (G) اعتمادا على المعادلات الموضحة من قبل فوك [18] :

$$k = \frac{\log 10\, Nt - \log 10\, N0}{t}$$

حيث ان: Nt= عدد الخلايا عند الزمن t ، N0= عدد الخلايا عند الزمن صفر ،T= الزمن (يوم) ،اما زمن التضاعف (G) فقد تم الحصول عليه من معدل النمو (K) حسب المعادلة الأتية:

$$\mathbf{G} = \frac{\mathbf{0.301}}{\mathbf{K}} \times \mathbf{24\ (ساعة)}$$

تقدير تركيز العناصر الثقيلة في راشح مزارع الطحلبين المعاملين

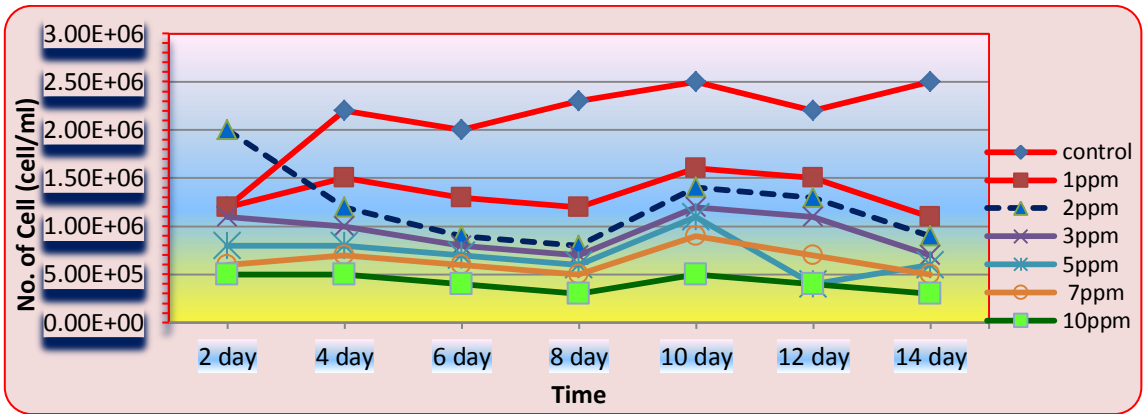
اخذ حجم من معين مزرعة الطحلب المعامل بالعنصر الثقيل ورشح بعد تمريره خلال أوراق ترشيح من الألياف الزجاجية (Milipore filter paper) قطر 0.45 مايكرون اخذ الراشح وقيس تركيز العنصر الثقيل فيه باستخدام جهاز المطياف الذري Atomic absorption (المختبر المركزي – قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة بغداد) وذلك لاختبار كفاية الطحلب المدروس في إزالة وتقليل تراكيز العناصر الثقيلة المعامل فيها وبملاحظة نسب التراكيز ومقارنتها بالتركيز الأصلية المعامل بها الطحلب يتم معرفة مقدار الإزالة، وكذلك فان متابعة النمو للطحالب وأجراء المقارنة ما بين عدها في زمن الصفر وبعد مرور 14 يوما يتم الاستدلال وبشكل واضح على كفاية هذه الطحالب في مقاومة تراكيز العناصر الثقيلة، بغية اعتمادها كأسلوب معالجة حيوية للحد من تلوث المياه بالعناصر الثقيلة.

النتائج والمناقشة

نمي الطحلب درجة حرارة 28م° وشدة اضاءة 3000 مايكرو انيشتاين م$^{-2}$. ثا$^{-1}$، كونها الظروف المثلى لنمو هذا الطحلب اعتمادا على [14] وقد أجريت جميع التجارب تحت هذه الظروف.

الكتلة الحية للطحلب

أظهرت النتائج أن اعداد الخلايا تزداد عن اليوم الأول من بدء التجربة لكنها تبقى زيادة اقل مما هي علية لعينة السيطرة (الشكل-1.



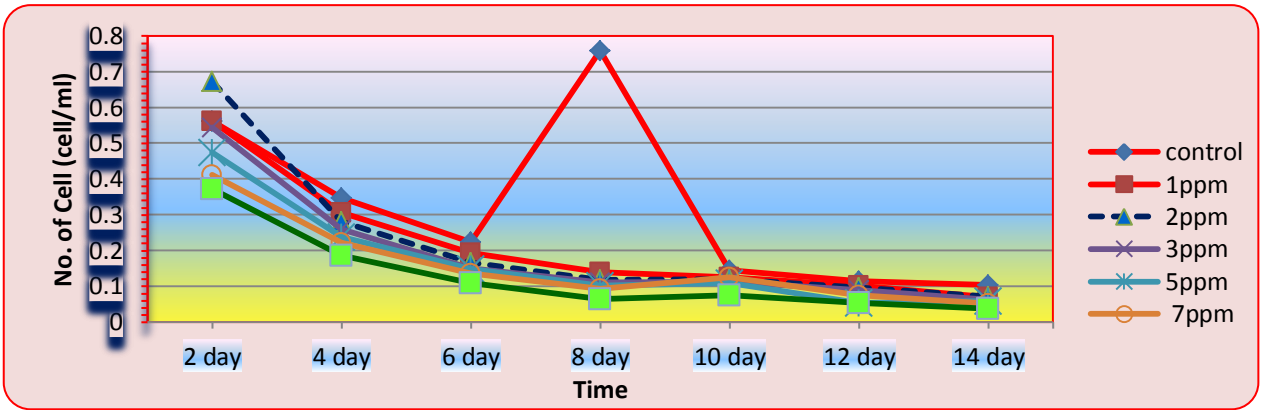
الشكل 1- الكتلة الحية لطحلب.Westiellopsis prolifica عند تعرضه لتراكيز مختلفة من عنصر الرصاص

وتبعا لذلك فقد لوحظ ان معدلات النمو انخفضت تدريجياً عن اليوم الأول للتجربة (الشكل-2) وقد يعود ذلك إلى زيادة الفضلات المطروحة من قبل خلايا الطحلب او قلة المغذيات والتي استهلكت مع مرور وقت التجربة، وازدادت قيم زمن التضاعف للتراكيز جميعها وكانت اعلى مما هي علية في عينة السيطرة (الشكل-3). وتشير التحاليل الإحصائية بان هناك تأثيراً معنوياً ما بين التراكيز في الكتلة الحية وكذلك زمن التضاعف، وبين معظم التراكيز فيما يخص معدلات النمو عدا التركيزين 2,1 جزء بالمليون(الجدول-1).

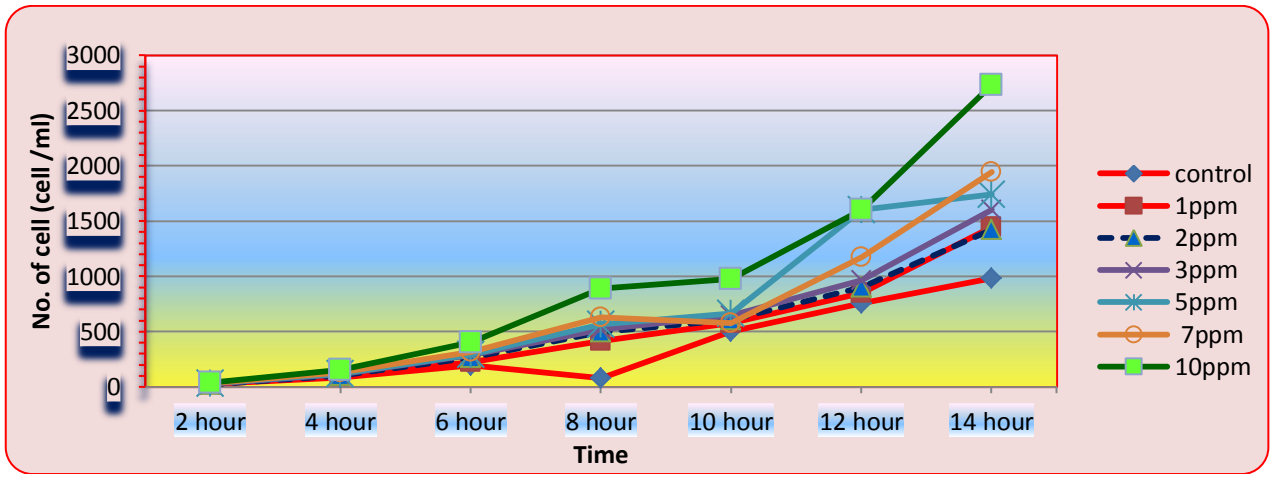
الجدول 1- تأثير عنصر الرصاص على طحلب *Westiellopsis polifica* للمؤشرات المدروسة (المعدل ± الخطأ القياسي)

Ppm التراكيز	الكتلة الحية خلية/مل		معدل النمو خلية / مل		زمن التضاعف G ساعة	
السيطرة	2128571.43 ±431176.132	a	0.322 ± 0.2392135	a	373.8637 ± 358.7511	g
1 ppm	1342857.14± 189555.872	b	0.213857 ± 0.1627981	bc	518.9785 ± 473.448	f
2 ppm	1214285.71±3977172.147	c	0.217429 ± 0.2014419	b	545.0077 ± 467.6362	e
3ppm	942857.143± 208041.891	d	0.189857 ± 0.1597039	d	594.7311 ± 521.7871	d
5ppm	714285.714± 218072.727	e	0.168857 ± 0.1406326	e	717.8962 ± 656.5827	b
7ppm	642857.143± 151530.289	f	0.158857 ± 0.1177753	f	686.8962 ± 636.8198	c
10ppm	414285.714± 111111.27	g	0.127857 ± 0.1122276	g	971.7303 ± 897.8946	a
L.S.D	50276.93937		0.004458782		8.989835456	

الحروف المتشابهة في العمود الواحد تعني عدم وجود فروق معنوية عند احتمالية p>0.05



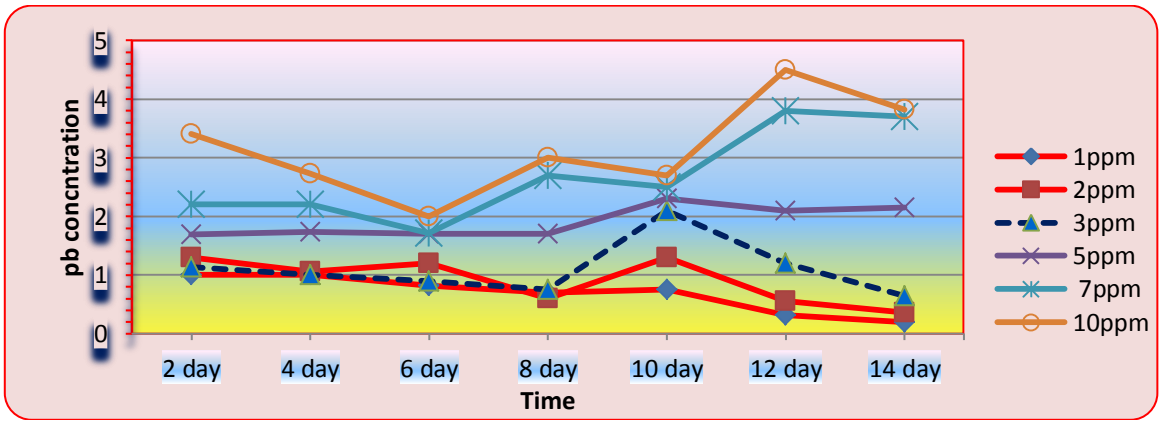
الشكل 2– معدل النمو (K) لطحلب *Westiellopsis prolifica*. بتراكيز مختلفة من عنصر الرصاص (خلية / يوم).



الشكل 3– قيم زمن التضاعف (G) لطحلب *Westiellopsis prolifica*. في تراكيز مختلفة من الرصاص (ساعة).

تركيز العنصري في راشح مزرعة الطحلب و النسبة المئوية للإزالة

يلاحظ ان التراكيز انخفضت عن التراكيز الأصلية المعرض لها الطحلب ولجميع التراكيز (1, 2, 3, 5, 7, 10) جزء بالمليون (الشكل–4).



الشكل 4– رقم تركيز عنصر الرصاص في راشح مزرعة طحلب *Westiellopsis prolifica.* المعرض للعنصر

ويشير التحليل الإحصائي بعدم وجود فروق معنوية ما بين التراكيز جميعا (الجدول–2).

الجدول 2- معدل تراكيز عنصر الرصاص في راشح طحلب *Westiellopsis prolifica*

التراكيزppm	خلية/ مل pb راشح ***wesillopsis Prolifica***	
1ppm	0.68428571± 0.31819132	f
2ppm	0.91142857 ± 0.38725038	E
3ppm	1.10285714 ± 0.46238667	D
5ppm	1.91 ± 0.29794295	C
7ppm	2.68714286 ± 0.76067827	B
10ppm	3.16571429 ± 0.91626727	a
L.S.D	0.165157794	

الحروف غير المتشابهة بالعمود الواحد تعني وجود فروق معنوية عند مستوى الاحتمالية $P<0.05$

وعليه لوحظ ان النسب المئوية لإزالة العنصر (الجدول-3) من قبل الطحلب قد وصلت اعلى قيمتها (78.6,82,80%) في اليوم الرابع عشر من التجربة للتراكيز او 3,2,1 جزء بالمليون ولكنها كانت اعلى في اليوم الثاني من التجربة لبقية التراكيز الأخرى 10,7,5 جزء بالمليون، وقد يعود إلى ذلك قلة الخلايا لموت بعضها مع قرب نهاية زمن التجربة وتشبع مواقعها الفعالة بالعنصر المعرض عليها [19] بعض خصائص جزيئات المعادن المتعرض لها الطحلب وخواصها وأيوناتها ذات الصفات الكلابية مع بعض المواقع والتي تختلف تبعا لمكونات جدار الخلية وحجوم هذه الخلايا وشحنتها وبقية الصفات الفسيولوجية الأخرى [20] .

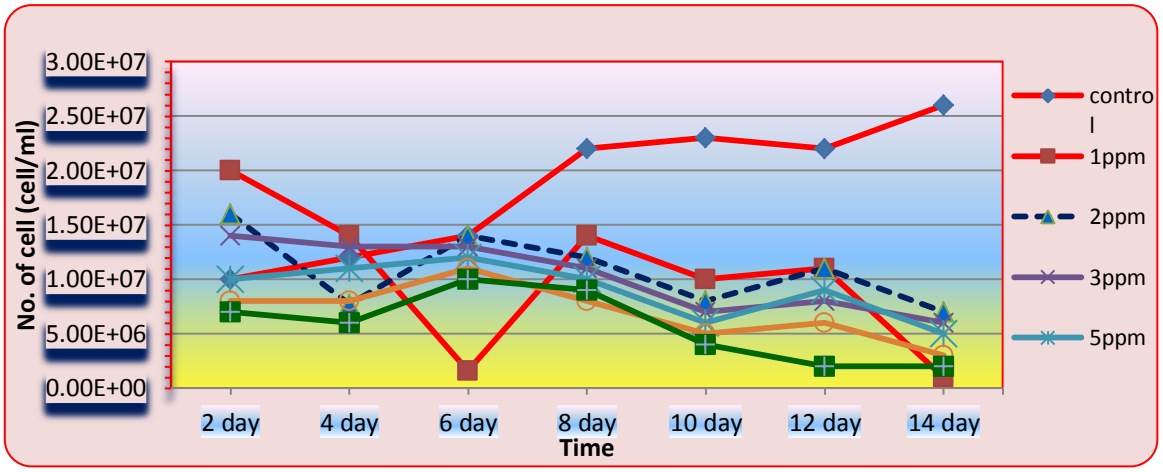
الجدول 3- النسبة المئوية لإزالة عنصر الرصاص من قبل طحلب *Westiellopsis prolifica*

day	1ppm	2ppm	3ppm	5ppm	7ppm	10ppm
2	Zero	35	56.3	66.2	68.5	65.9
4	Zero	47	66.6	65.4	71.4	72.7
6	18	40	70	66	45.5	80
8	30	70	75	66	6104	70
10	25	35	30	54	64.2	73
12	68	72	60	58	45.7	55
14	80	82	78.6	57	42.8	61.8
المعدل	31.5714	54.4285	62.35	61.8	57.02	68.342571

الطحلب *Westiellopsis Prolifica* وعنصر الكادميوم:

الكتلة الحية

تشير معدلات الكتلة الحية الموضحة في الجدول-4 الى ان اعداد الطحلب ازدادت عما عليه في زمن بدء التجربة ولكن معدل نمو السيطرة كان هو الاعلى قيمة. ومن ملاحظة الشكل-5 ان هذا النمو قد يكون انخفضا تدريجياً بعد اليوم الثامن وقد يعود السبب ذلك الى دورة حياة الطحالب القصيرة عموماً [5] وتماثل هذه النتيجة ما توصلت اليه [21] عند دراستها للكتلة الحية للداتيوم *Nitzschia palea* عند تعريضه لعنصر النيكل وأشارت التحاليل الإحصائية الى عدم وجود تأثير معنوي ما بين التراكيز 3,2 جزء بالمليون فيما يخص معدلات الكتلة الحية (الجدول-2) ، اما معدلات النمو لوحظ انخفاضها حتى نهاية التجربة (الشكل-6) وأشار الجدول-4 إلى أن هناك تأثيراً غير معنوي ما بين التركيزين 2,1 جزء بالمليون على عكس التراكيز الأخرى المتعرض لها الطحلب. لوحظ هذا التأثير غير المعنوي بين التركيزين 5,3 جزء بالمليون لساعات زمن التضاعف.

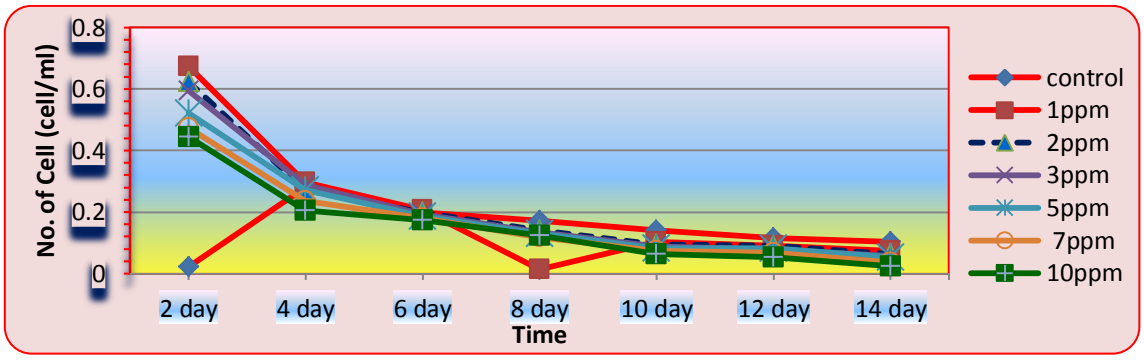


الشكل 5– الكتلة الحية لطحلب *Westiellopsis prolifica*. في تراكيز مختلفة من عنصر الكادميوم Cd

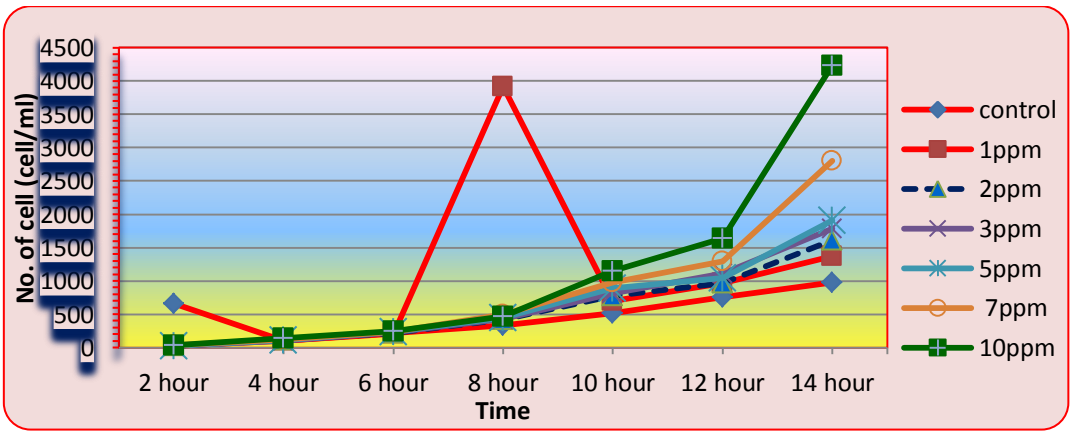
الجدول 4– تأثير عنصر الكادميوم Cd على طحلب *Westiellopsis prolifica*. للمؤشرات المدروسة (المعدل ± الخطأ القياسي)

التراكيزppm	لكتلة الحية خلية/مل		معدل النمو خلية / مل		زمن التضاعف G ساعة	
السيطرة	18428571.43 ±5956689.21	a	0.14757 ± 0.07735	f	508.89 ± 295.92	g
1 ppm	10228571.43± 6537999.30	cd	0.20869 ± 0.21365	ab	1040.009 ± 1295.24	b
2 ppm	10811714.29± 3752702.10	b	0.211429 ± 0.18578	a	588.48± 540.98	fe
3ppm	10285714.30± 3090056.30	bc	0.205429 ± 0.17974	b	639.75 ± 614.162	ed
5ppm	9000000 ± 2456829.50	e	0.189714 ± 0.15615	c	665.77 ± 638.95	d
7ppm	7000000 ± 2459622.80	f	0.169857 ± 0.143541	d	851.0597 ± 944.2	c
10ppm	5714285.70± 3035858.70	g	0.15571 ± 0.136349	e	1129.65± 1418.05	a
L.S.D	541617.60		0.004543816		76.60580834	

الحروف المتشابهة في العمود الواحد تعني عدم وجود فروق معنوية عند احتمالية p>0.05



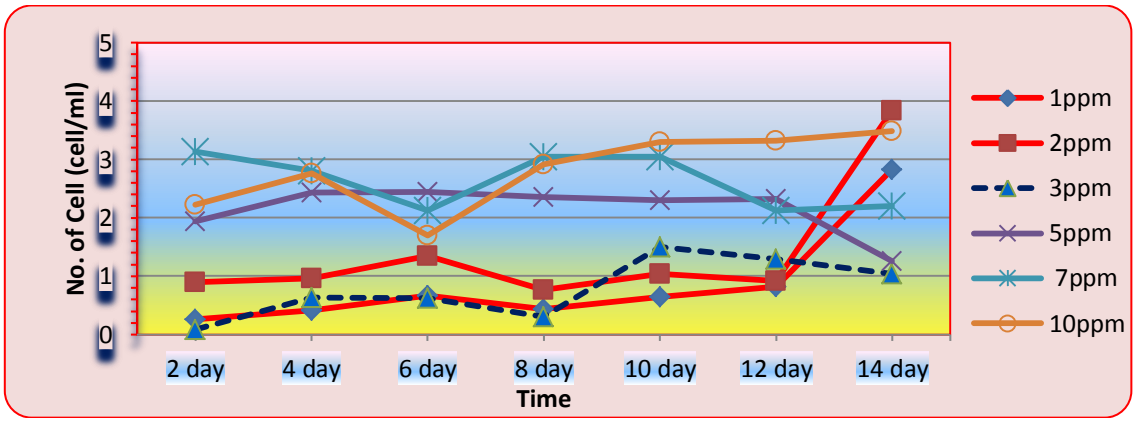
الشكل 6– معدل النمو (K) لطحلب *Westiellopsis prolifica* في تراكيز مختلفة من عنصر الكادميوم (خلية/ يوم)



الشكل 7– قيم زمن التضاعف لطحلب *Westiellopsis prolifica* في تراكيز مختلفة من الكادميوم Cd (ساعة)

تركيز العنصر في راشح مزرعة الطحلب والنسبة المئوية للإزالة

انخفضت تراكيز العنصر المتعرض له الطحلب عما هي عليه من تراكيز كانت قد سجلت عند بدء التجربة، وحتى اليوم التاسع من التجربة ولكن هذه التراكيز قد عادت للزيادة مع اليوم العاشر من التجربة (الشكل-8).



الشكل 8- تركيز عنصر الكادميوم Cd في راشح مزرعة طحلب *Westiellopsis prolifica*

وقد يكون بعض التراكيز قد سبب موت الخلايا وقلة أعدادها مما سبب إعادة ما أخذته هذه الخلايا من العنصر بعد أدمصاصه عندما كانت حية إلى المحيط المائي [5] ويشير التحليل الاحصائي (الجدول-5) الى عدم وجود فرق طرق معنوي ما بين التركيزين 3,1 جزء بالمليون، وبعكسه يوجد هناك تأثيرات معنوية ما بين التراكيز الأخرى مع بعضها وبعضها الآخر .

الجدول 5- معدل تركيز عنصر الكادميوم في راشح طحلب الطحلب *Westiellopsis prolifica*

التراكيزppm	خلية / مل cd راشح الطحلب *Westiellopsis prolifica*	
1ppm	0.86285714 ± 0.83974486	e
2ppm	1.39142857 ± 1.04024654	d
3ppm	0.78 ± 0.4995498	ef
5ppm	2.14857143 ± 0.44958076	c
7ppm	2.63714286 ± 0.49333703	b
10ppm	2.81285714 ± 0.64077409	a
L.S.D	0.110188986	

الحروف المتشابهة بالعمود الواحد تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى الاحتمالية P<0.05

وقد تجاوزت النسبة المئوية للإزالة الجدول (6) نسبة الـ 50% لجميع التراكيز، وقد وصلت لغاية 90% للتركيز 3 جزء بالمليون في اليوم الثامن من التجربة، ولكن النتائج عموما تشير لكون نسبة الإزالة المئوية كانت عالية في التراكيز واقل في التراكيز القليلة. ان انتقال العنصر عبر غشاء الخلية وتجمعه داخلها يعتمد على أيضا الخلية نفسها، وقد يكون هذا النوع من الادمصاص لا يتم بين العنصر والخليلة الا في حالة كون الخلية حية فقط أي في مراحل الأيض الخلوي ويرتبط ذلك غالباً مع النظام الدفاعي الفعال للكائن عند تعرضه للعنصر السام عموماً [22] ويماثل هذه النتيجة سلوك الطحلب الخيطي *Mougeotia sp* عند تعريضه لتراكيز مختلفة لعنصر الرصاص [23].

الجدول 6- النسبة المئوية لإزالة عنصر الكادميوم Cd من قبل طحلب *Westiellopsis prolifica* المعرض للعنصر

days	1ppm	2ppm	3ppm	5ppm	7ppm	10ppm
2	74	55.5	64	61.2	55.2	77.8
4	59	52	45.0	51.4	60	72.4
6	34	33	36	51.2	69.7	83
8	57	62	90	53	56.4	70.4
10	36	48	50	54	56.6	67
12	18	54	57	53.6	69.7	66.8
14	18. 3	60	65.3	78.8	68.6	75.2
المعدل	42.32	52.07	58.18	57.6	62.31	73.12

المصادر:

1. Emsley, J. **2001.** Nature's Building Blocks: *An A-Z Guide to the Elements*. Cambridge: Oxford University Press. 2001.
2. Gray N.F. **1999**. *Water technology*. John Wiley & Sons, New York, pp: 473-474., 488.
3. الأزهري ،مدحت .**2004**. الطحالب ..تلتهم مخلفات الصناعة Science &Technology-Islam online.
4. Torres, E., Cid, A., Herrero, C. and Abad, J. **1998**. Removal of Ca- dmium Ions by The Marine Diatom *Phaeo Dactylum Tricornutum Bohlin* Accumulation and Long-term kinetics of Uptake.Bioreso- urce technology. Elsevier Science. Ltd. Great Britain. 63:213-220.
5. Debusk, W. F. **1999**. *Waste Water Treatment Wetland*: Contaminant Removal Processes. University of Florida. IFAS Extension.
6. Ross, I.S. **1986**.Uptake of Heavy Metals by Microorganism. *Int. Incl. Biotechnical*, 6:184-188.
7. Jennet, J.C., Hassett, J. M. and Smith J.E .**1980**. The use of Algal to control Heavy metals in the Environment. *Minerals and the Environ*, 2:26-31.
8. Janet, M. **1941**. Westiellopsis prolifica gen.etsp.nov. A new member of Stigonemataceae. *Ann.Bot.*(NS)5:167-170.
9. السعدي ،حسين علي وسليمان، نضال ادريس .**2002**. الطحالب والاركيكونات .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .جامعة بغداد.
10. Dash, A. K. and Mishra, P. C. **1999**. Growth Response of Blue-Green Alga *Westiellopsis prolifica* in sewage enriched paper mill waste water. Rev. *Int. Contam. Ambient*, 15(2):79-83.
11. Tiwari, O. N., Singh, B. V., Mishra, U., Singh, A. K., Dahar, D. W. and Sangh, B. K. **2005**. Distribution and physiological characterization of Cyanobacteria isolated from arid zones of Rajasthan, *Tropical Ecology*., 46(2):165-171.
12. Abed, J. I. **2013.** Environmental and Identification Study of Algae present in Three Drinking Water plants in Baghdad and Molecular Detection of some Toxigenic Cyanobacteria. Ph.D. Thesis. College of science. University of Baghdad, Baghdad, Iraq.
13. Chu, S. P. **1942**. The influence of the mineral composition of the medium on the growth of phytoplanktonic algae. *J.Ecol*, 30: 284-325.
14. Kassim, T. I. **1998**. Production of Some Phytoplankton and Zooplankton and Use Live Food for Fish Larvae. Ph.D. Thesis. University of Basrah, Basrah, Iraq.
15. Patterson, G. **1983**. Effect of Heavy Metals on Fresh Water Chl- orophyta. Ph.D. Thesis, University of Durham, Durham, England. p.212.
16. Stanier, R. X., R. Kuniswa, M. Mandel and G. Cohen _ Bazire .**1971**. Purith cation and properties of Unicellular blue – greenalgae (order chroowc cales). *Ct. Rev.* 35:171-205.
17. Hadi, R. A. M. **1981**. Algal studies of River .U.S.K. Ph.D. Thesis, College and University of Cardiff, Cardiff, Wales.
18. Fogg, G. E. **1975**. *Algal Culture and Phytoplankton ecology*. University Of Wisconsin Press.166.
19. Chen, H. and Pan, S. **2005**.Bioremediation Potential of Spirulina: Toxicity and Biosorption Studies Of Lead. *J. of Zhejiang University Science*. 6B(3):171-174.
20. Chie, B.S and Han-Sung, J. **2000.** A Study on the Adsorption Behavior of Some Heavy metals on Duolite GT-73 Chelating Resin. *Bull. Korean Chem.* Soc. pp: 538-540.
21. الميـالـي، ايثـار كـامل .**2006**. استخدام بعض أنواع الطحالب والبكتريا لمعالجة بعض ملوثات المياه .اطروحة دكتوراه. جامعة بغداد، بغداد، العراق.
22. Ahalya, N., Ramachandra and Kanamadi. **2003**. Biosorption of heavy metals. *Research Journal of chemistry and Environmental*. 7(4):71-78.
23. Al-Mayaly, I. K. **2011**. Use of filamentous alga *Mougeotia sp*. to Remove Lead Ions from Contaminated Water under Laboratory Conditions. *International Journal of Basic and Applied Science (IJBAS)*, 11(6).