الترقيم الدولي ٨٦٩٠ - ١٩٩١ ISSN 1991- 8690

تأثير بعض العناصر الثقيلة في قيم الامتصاصية لمزارع الطحلب الأخضر *Scenedesmus dimorphus*

فؤاد منحر علكم دنيا باهل جدعان

قسم علوم الحياة – كلية التربية – جامعة القادسية

الخلاصة

تضمنت الدراسة بيان أثر بعض العناصر الثقيلة (الرصاص ، الكادميوم ، النحاس ، الخارصين) وسمّيتها بصورة منفردة في نمو الطحلب الأخضر *Scenedesmus dimorphus* وذلك بالاعتماد على قيم الامتصاصية في تقدير كتلة الطحلب الحية، ومنها تمّ حساب معدلات النمو وزمن التضاعف عند تعريض الطحلب إلى هذه العناصر. كذلك تمّ حساب التركيز المتوسط الفعّال EC_{50} لكل واحد من هذه العناصر الأربعة.استعملت التراكيز (30,25,20,15) ملغم/لتر من الرصاص، وأظهرت النتائج أن تعريض الطحلب إلى التركيز 30 ملغم/لتر أدى إلى انخفاض النمو بشكل حاد. أما باقي التراكيز (25,20,15) ملغم/لتر فقد انخفض فيها النمو أيضا وبشكل تدريجي. أما الكادميوم فبعد معاملة الطحلب بالتراكيز (1, 0.5, 0.1, 0.05) ملغم/لتر منه، انخفض عدد الخلايا في المعاملات(0.5, 0.1,0.05) ملغم/لتر، ولكن الانخفاض كان أكثر وضوحا عند استعمال التركيز 1 ملغم/لترمن الكادميوم. أما النحاس فقد استعملت التراكيز (2,1.5,1,0.5) ملغم/لتر، وأظهرت النتائج انخفاض النمو، إلا أن التركيز 2 ملغم/لتر من النحاس كان له تأثير أكبر في خفض النمو. كما أن استعمال الخارصين بالتراكيز (3,2,1,0.7) ملغم/لتر سبّب انخفاضا في النمو، إلا أن التركيز 3 ملغم/لتر كان له أثر في انخفاض النمو بشكل واضح.وأوضحت النتائج أن التأثير السمّي للكادميوم أعلى من الخارصين والنحاس والرصاص وذلك بدلالة التركيز المتوسط الفعّال الذي بلغ (6.8,0.35,0.396,0.23) ملغم/لتر بعد معاملة الطحلب المدروس بالعناصر: الرصاص، الكادميوم، النحاس، الخارصين ولمدة144 ساعة من التعريض لهذه العناصر. وقد تمّ تحليل النتائج إحصائيا باستعمال تحليل التباين (ANOVA). واختبرت الفروق بين المعاملات بتقدير أقل فرق معنوي The Least Significant Difference (LSD) عند مستوى معنوية ٠,٠٥.

المقدمة

ازدادت مشكلة التلوث المائي مع نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين نتيجة الثورة الصناعية في العالم، وتعدّ هذه المشكلة من المشاكل العالمية الكبيرة والتي نتجت من سوء التخطيط والاستعمال المضر وغير المبرمج لموارد البيئة (مولود وجماعته، ١٩٩١).

ويتفق معظم الباحثين على تعريف التلوث البيئي على أنه التحول غير الملائم لمحيطنا كله أو معظمه نتيجة للفعاليات البشرية والطبيعية من خلال تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة للتغيرات في انسياب الطاقة ومستويات الإشعاع والتركيب الفيزيائي والكيميائي ووفرة الكائنات الحية (السعدي ٢٠٠٢)، إذ تتعرض البيئة المائية إلى كم هائل من الملوثات بمختلف أنواعها وأشكالها سواء كانت كيميائية أو فيزيائية والتي عرفتها بوران وأبو دية (٢٠٠٣) على أنها مواد أو ميكروبات أو إشعاع تخل بالنظام البيئي وتعرض الكائنات الحية وبضمنها الإنسان للخطر أو تهدد سلامة مصادره بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

يعد التلوث بالعناصر الثقيلة من أخطر أنواع التلوث وذلك لكونها من العناصر الانتقالية Transition Elements التي لها القدرة على تكوين مركبات معقدة ثابتة مع اغلب المركبات العضوية وغير العضوية الموجودة في أجسام الكائنات الحية مما يؤدي إلى تراكمها داخل هذه النظم البيئية الحية والعناصر الثقيلة من الملوثات البيئية الخطرة والسامة حيث تمتاز بعدم إمكانية تحللها أو تفسخها بواسطة البكتريا والعمليات الطبيعية الأخرى فضلاً عن ثباتها في البيئة (السعدي وجماعته، ١٩٨٦؛ عباسي، ٢٠٠٤).

تعدّ الطحالب من المكونات المهمة في النظم البيئية المختلفة وتكمن أهميتها في كونها من المنتجات الأولية Primary producers التي تعتمد عليها بقية الكائنات الحية في الحصول على غذائها فهي أولى حلقات السلسلة الغذائية، كما أنها ومن خلال عملية البناء الضوئي تجهز الوسط الذي تنمو فيه بكميات كبيرة من غاز الأوكسجين الضروري جداً لتنفس الأحياء الأخرى، فضلا عن فوائدها واستعمالاتها الأخرى في مجال الزراعة والصناعة، ونظراً لأهمية الطحالب لذا فهي مناسبة لدراسة التأثيرات السمية وآثارها وانتقالها إلى مستويات عالية ضمن هذه السلسلة لاسيما تلك الناتجة عن التلوث بالعناصر الثقيلة بشكل خاص (Stauber, 1995; Munda and Hudnik, 1991).

إن سمّية العناصر الثقيلة تعود إلى تركيبها وخواصها الفيزيوكيميائية إذ إن هذه العناصر توجد في الطبيعة على الصورة الأيونية المرتبطة بالماء أو في صورة معقدة مع مركبات عضوية أو غير عضوية ويرجع النشاط البايولوجي لهذه العناصر إلى سهولة تأينها بفقد الكترونات لتتحول إلى ايونات موجبة لها ميل كبير للارتباط بالأهداف الموجودة داخل الكائن الحي أو البيئة المحيطة بها التي تحوي الكبريت(SH) أو النتروجين (NH) أو الأوكسجين (OH) (عباسي، ٢٠٠٤)

و تعرف السّمية Toxicity بأنها التغير الإحيائي في كائن حي أو الاستجابة المتحققة في جماعة سكانية Population والناتجة عن التعرض لمرة واحدة أو جرع متعاقبة لعوامل كيميائية أو فيزيائية خلال مدة زمنية قصيرة (Pistocchi *et al.*,1997).

وكذلك يمكن أن تعرف بأنها مقدار الضرر أو التلف الذي تسببه مادة كيمياوية لكائن حي معين (العادل وعبد، ١٩٧٩).

ويعرف التركيز المتوسط الفعال (EC_{50}) Median Effective Concentration بأنه تركيز المادة الكيمياوية التي تعطي استجابة في نقطة النهاية لـ٥٠% من الأحياء وان نقطة النهاية End Point هي الأعراض التي بموجبها يحكم على وجود تأثير سام للمادة الكيمياوية (Wells, 1999).

أما Torres *et al.*(1998) فقد عرفوه بأنه تركيز المادة السامة الذي يعمل على خفض نمو الجماعة السكانية Population growth إلى ٥٠% عن معاملة السيطرة. وقد يكون التأثير متمثلاً بانخفاض معدل النمو أو إحداث بعض التغيرات المظهرية (Crompton and Consultnt, 1998).

أجريت دراسات عدة حول وجود العناصر الثقيلة في المياه المحلية كالكادميوم والنحاس والرصاص والخارصين والزئبق والكروم والقصدير والنيكل، إذ قامت الحجاج (١٩٩٧) بدراسة توزيع العناصر الثقيلة في شط العرب وقناتي العشار والخندق وذلك من خلال دراسة تأثير كل من الرصاص والكادميوم والخارصين (بصورة منفردة و متجمعة) في نمو الطحلب *Chlorella vulgaris* والطحلب *Oscillatoria amoena* إذ لاحظت أن التأثير السمي للعناصر الثقيلة لا يعتمد على مقدار ما يتراكم منها في الطحالب وإنما على وفرة الايونات الحرة لهذه العناصر داخل الخلية كما وجدت أن ظهور حالات التأثير التضادي أو التآزري عند دمج عنصرين أو أكثر تعتمد على نوع الطحلب والعنصر والتركيز المستعمل.

في حين قام محمد (٢٠٠٠) بدراسة التأثيرات السمية للرصاص والنحاس والكادميوم بصورة منفردة ومجتمعة في نمو الطحلب نفسه ولاحظ ازدياد معدلات التثبيط لنمو هذا الطحلب بزيادة تراكيز المعادن الثقيلة وبطول مدة التعريض.

بينما تناولت الحيالي (٢٠٠١) دراسة التأثير السمي لعنصري الرصاص والكادميوم بوجود المغذيات النباتية (الفسفور والنيتروجين) في نمو الطحلب الأخضر المزرق *Microcystis aeruginosa* ولاحظت أن إضافة النيتروجين أو الفسفور بتراكيزها المختلفة الى الوسط الزرعي من شأنه أن يقلل التأثير السمي للعناصر الثقيلة المستعملة.

أما علكم(٢٠٠٢) فقد وجد أن تركيز العناصر الثقيلة (الخارصين, المنغنيز, الرصاص, النحاس و الكادميوم) في نهر الديوانية كان ضمن المواصفات القياسية وان النباتات المائية تحوي تركيز أعلى مما وجده في بيئتها أي أن لها القدرة على تجميع العناصر الثقيلة.

بينما وجدت الصافي (٢٠٠٥) ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة (الحديد, الكوبلت, الرصاص, الخارصين، الكادميوم، النحاس) في الماء والرواسب والهائمات في قناة الخندق المرتبطة بشط العرب.

كذلك قام العكَيلي(٢٠٠٦) بدراسة تأثير بعض العناصر الثقيلة (الزئبق والخارصين والنيكل) بصورة منفردة ومجتمعة ومبيدي الكلايفوسيت والنوكوز في نمو الطحلب الأخضر *Ankistrodesmus bibraianus* ووجد أن الطحلب أكثر تحملا للخارصين منه للنيكل والزئبق وأن سمية مبيد النوكوز أكثر من سمية مبيد الكلايفوسيت.

وهدفت هذه الدراسة إلى تحديد التركيز المتوسط الفعال للعناصر الثقيلة (الرصاص ، الكادميوم ، النحاس ، الخارصين) للتعرف على مدى تحمل الطحلب لهذه العناصر.

المواد وطرائق العمل

تم الحصول على عزلة نقية لطحلب *Scenedesmus dimorphus* من معهد الهندسة الوراثية والتقنيات الإحيائية– الدراسات العليا– جامعة بغداد.

استعمل الوسط الزرعي Chu No.10 الموضحة مكوناته من قبل Chu- 1942 المحور (Kassim *et al.*, 1999) وكما موضح في الجدول (١) في تنمية الطحلب *S. dimorphus* وحضر الوسط بشكل محاليل خزينة (احتياطية) Stocka solutions عقمت جميع المحاليل الخزينة بوساطة جهاز المؤصدة Autoclave عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية وضغط ١,٥ جو لمدة ٢٠ دقيقة وتركت لتبرد، وحفظت عند ٤ درجة مئوية لحين الاستعمال ولتحضير ١ لتر من الوسط الغذائي تم اخذ ٢,٥ مليلتر من جميع المحاليل الخزينة وأكمل الحجم إلى ١ لتر بوساطة الماء المقطر.

جدول(١) مكونات الوسط الغذائي (Chu No - 10) المحور المستعمل في زراعة وتنمية الطحلب *Scenedesmus dimophus*

رقم المحلول الاحتياطي	الصيغة الكيميائية للملح	التركيز النهائي المطلوب للوسط (غرام/لتر)
Stocka 1	$Mgso_4.7H_2O$	10
Stocka 2	K_2Hpo_4	4
Stocka 3	$NaNo_3$ $CaCl_2$	8 16
Stocka 4	$FeCl_3$	0.32
Stocka 5	$EDTA-Na_2$	4
Stocka 6	NaCl	30
Stocka 7	Na_2Co_3	8
Stocka 8	$MnCl_2.4H_2O$ $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ $ZnSO_4.7H_2O$ $CuSo_4.5H_2O$ $CoCl_2.6H_2O$ H_3BO_3	0.02 0.28 0.224 0.08 0.004 0.288
Stocka 9	Na_2Sio_3	10

حضرت العناصر الثقيلة على شكل محاليل خزينة Stocka Solutions (بتركيز ١٠٠ ملغم/لتر) استعملت في تحضير التخافيف المناسبة حسب كل تجربة .

حيث تم إذابة ١٥٩,٨٤٨٤ ملغم و 163.16726 ملغم و ٣٩٢,٧٢٨٩٩ ملغم و ٤٣٩,٦٠٥٣ ملغم من كل من $Pb(No_3)_2$ و $CdCl_2$ و $CuSo_4.5H_2O$ و $Znso_4.7H_2o$ على التوالي في حجم مناسب من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى ١لتر، بعدها تم تعقيم كل محلول بوساطة جهاز المؤصدة Autoclave عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية وضغط ١,٥ جو لمدة ٢٠ دقيقة وترك ليبرد وحفظ

عند درجة ٤ درجة مئوية في الثلاجة لحين الاستعمال .

وتم تقدير الكتلة الحية في حالة وجود وعدم وجود العناصر المستعملة بالاعتماد على قياس الامتصاصية بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer نوع TRSP-721 من إنتاج TRIUP INTERNATIONAL CORP. على طول موجي ٥٤٠ نانومتر يوميا ولمدة ١٤ يوماً ولجميع المعاملات للتعرف على كثافة خلايا الطحلب المدروس. تم تصفير الجهاز على الوسط الزرعي المستعمل قبل المعاملة بالطحلب (Tam and Wang, 1989).

أما بالنسبة لمعدل النمو Growth rate (μ) وزمن التضاعف Doubling time (G) فقد تم حسابها بالاعتماد على Reynolds (1984) وحسب المعادلة الآتية:

$$\mu=I_n(X_1/X_o)/t$$

حيث إن :

μ= معدل النمو

I_{n2}= ٠,٦٩٣

X_0= قيم الامتصاصية في بداية التجربة (نانومتر).

X_1 = قيم الامتصاصية في نهاية التجربة (نانومتر).

t = الزمن (اليوم)

أما زمن التضاعف (G) فتم الحصول عليه من المعادلة الآتية:

$$G=I_{n2}/\mu$$

حيث إن :

G= زمن التضاعف

μ = معدل النمو

وتم حساب عدد الخلايا باستعمال شريحة الهيماسايتوميتر Heamacytometer المستعملة في حساب عدد خلايا كريات الدم البيض وذلك بوضع حجم معين من العينة بعد رجها جيداً على سطح كل ردهة من ردهتي شريحة العدّ، ثم وضع غطاء الشريحة وفحصت تحت المجهر عند قوة تكبير ٤٠ X باستعمال طريقة القطاع المستعرض Transcet الموضحة من قبل Martinez *et al.*, 1975 وكما يلي :-

حجم النموذج في القطاع الواحد (ملم^3) = طول القطاع (ملم) × عرض القطاع (ملم) × عمق الشريحة (ملم)

عدد القطاعات في واحد مليلترمن النموذج= ١٠٠٠ (ملم^3) ÷ حجم النموذج في القطاع الواحد (ملم^3)

عدد الخلايا في واحد مليلتر من النموذج = معدل عدد الخلايا في قطاع واحد × عدد القطاعات في واحد مليلتر من النموذج.

وحسب معدل التثبيط كنسبة مئوية (Nyholm, 1985) بتطبيق المعادلة:-

$$Inhibition\%=1-XT/XE*100$$

حيث إن:

XT= عدد الخلايا في كل مليلتر من المزارع المعاملة.

XE = عدد الخلايا في كل مليلتر من معاملة السيطرة.

النتائج

الرصاص Lead

عند تعريض الطحلب المدروس إلى التراكيز (١٥, ٢٠ , ٢٥ , ٣٠) ملغم/لتر من الرصاص انخفضت قيم الامتصاصية بينما أظهرت انخفاضا حادا طول مدة التعريض التي امتدت ١٤ يوماً عند التركيز ٣٠ ملغم / لتر (الشكل ١).

أما معدلات النمو فقد انخفضت هي الأخرى مع زيادة تراكيز الرصاص، وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين

المعاملات عند حساب كل من معدلات النمو وزمن التضاعف واعتماداً على قيم الامتصاصية (جدول٢).

الكادميوم Cadmium

بينت نتائج الدراسة عند تعريض الطحلب إلى تراكيز مختلفة من الكادميوم (٠,٠٥ , ٠,١ , ٠,٥ , ١) ملغم/لتر وجود انخفاض في قيم الامتصاصية ، حيث انخفضت قيم الامتصاصية وبشكل واضح في التركيز (١) ملغم/لتر مقارنة بالتراكيز الأخرى خلال مدة التعريض (الشكل ٢).

أما معدلات النمو فقد انخفضت هي الأخرى مع ازدياد زمن التضاعف للطحلب، وأوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين المعاملات باستثناء المعاملين (٠,٠٥- ٠,١ ملغم/لتر) حيث لم يظهر اختلاف معنوي بينها في معدلات النمو وزمن التضاعف في حالة الاعتماد على عدد الخلايا وقيم الامتصاصية (جدول ٣).

جدول (٢): معدل النمو وزمن التضاعف بدلالة قيم الامتصاصية للطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الرصاص

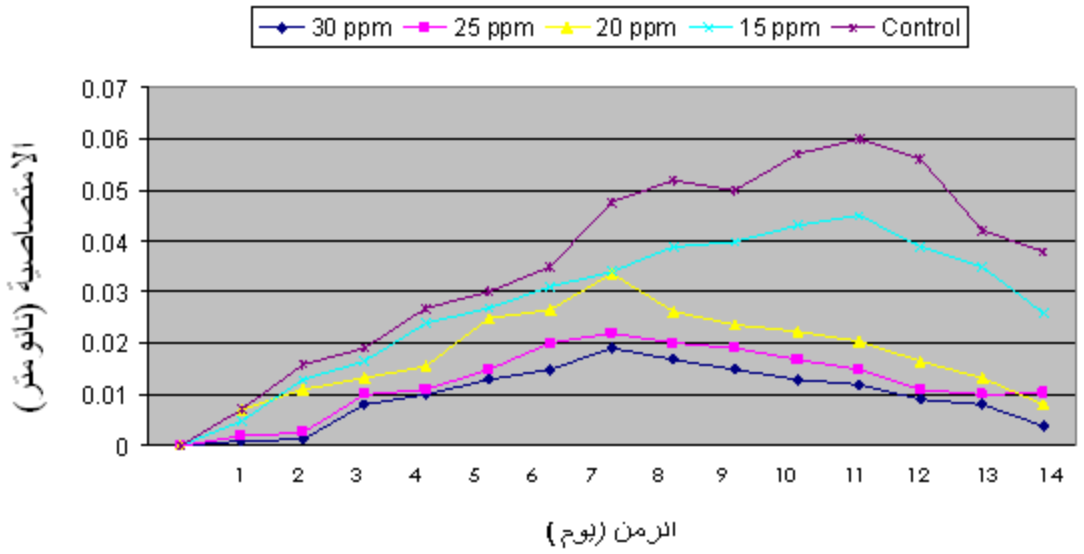
التركيز (ملغم / لتر)	معدل النمو μ (خلية)	زمن التضاعف G (يوم)
Control (0.0)	0.01±0.1233	0.46±5.7030
15	0.01±0.1180	0.32±6.0626
20	0.01±0.1046	1.01±6.9016
25	0.02±0.0997	0.77±7.0446
30	0.14±0.0645	1.51±11.1395
LSD %5	0.034	2.980

❖ الأرقام تشير إلى المعدل ± الخطأ القياسي.

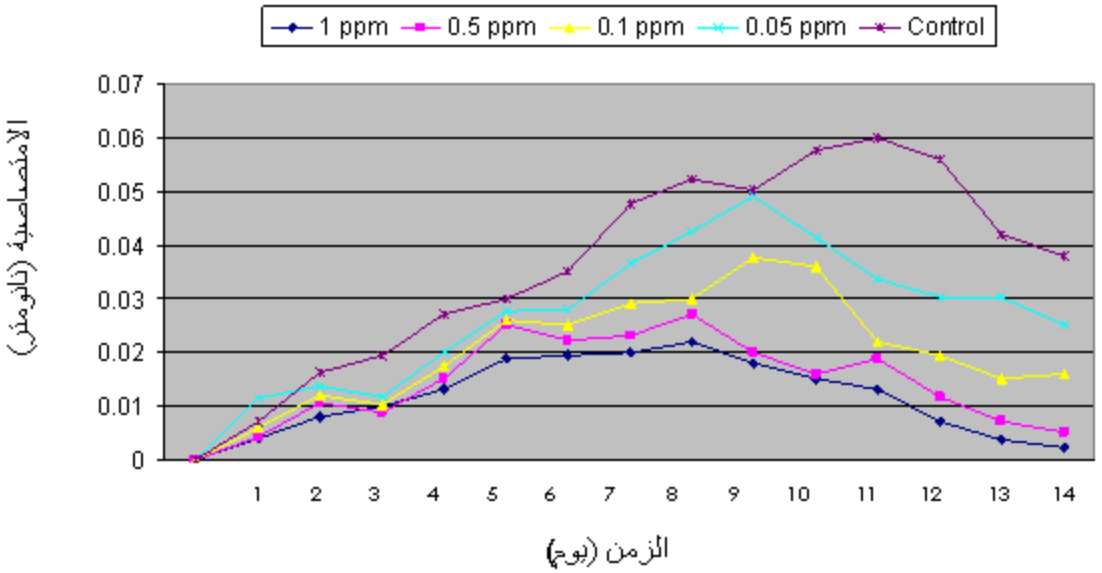
جدول (٣): معدل النمو وزمن التضاعف بدلالة قيم الامتصاصية للطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الكادميوم

التركيز (ملغم / لتر)	معدل النمو μ (خلية)	زمن التضاعف G (يوم)
(0.0) Control	0.01±0.1233	0.46±5.7030
0.05	0.006±0.05842	1.26±12.1486
0.1	0.015±0.05177	7.8±18.1378
0.5	0.01±0.0439 -	2.3±16.4861
1	0.011±0.0383-	6.70±22.7484
LSD %5	0.038	15.090

❖ الأرقام تشير إلى المعدل ± الخطأ القياسي.



شكل(١): منحنى النمو للطحلب *Scenedesmus dimorphus* بدلالة قيم الامتصاصية عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الرصاص



شكل(٢): منحنى النمو للطحلب *Scenedesmus dimorphus* بدلالة قيم الامتصاصية عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الكادميوم

النحاس Copper

عند متابعة نمو الطحلب بعد تعريضه لتراكيز مختلفة من النحاس (٠,٥ , ١ , ١,٥ , ٢) ملغم/لتر فضلا عن تركيز ٠,٠٨ ملغم/لتر الموجود أصلاً في الوسط الغذائي والذي يمثل معاملة السيطرة ولمدة تعريض امتدت ١٤ يوماً أوضحت النتائج الانخفاض التدريجي لقيم الامتصاصية مع زيادة تركيز (شكل ٣). أما نتائج التحليل الإحصائي فقد أظهرت وجود فروقات باستثناء المعاملين (٠,٥ و١,٥) ملغم/لتر حيث لم يظهر اختلاف معنوي بينهما في معدلات النمو (جدول ٤).

الخارصين Zinc

أشارت نتائج تعريض الطحلب *Scenedesmus dimorphus* لتراكيز مختلفة من الخارصين (٠,٧ , ١ , ٢ , ٣) ملغم/لتر بالإضافة إلى تركيز ٠,٢٢٤ ملغم/لتر الموجود أصلاً في الوسط الغذائي الذي يمثل معاملة السيطرة إلى انخفاض في قيم الامتصاصية مع زيادة التركيز خلال مدة التعريض التي امتدت ١٤ يوم مقارنةً مع معاملة السيطرة التي استمرت بالزيادة في النمو حتى نهاية التجربة وكان النقص كبيراً في قيم الامتصاصية عند استعمال التركيز ٣ ملغم/لتر (شكل ٤).

وانخفضت معدلات النمو هي الأخرى بوجود تراكيز الخارصين المستعملة في التجربة وقد ترافق ذلك مع زيادة زمن التضاعف اعتماداً على العلاقة العكسية بينهما، وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين المعاملات ($P<0.05$) باستثناء المعاملين ٠,٧ ملغم/لتر و ١ ملغم/لتر حيث لم يظهر اختلاف معنوي بينهما في معدلات النمو وزمن التضاعف (جدول ٥).

جدول (٤): معدل النمو وزمن التضاعف بدلالة قيم الامتصاصية للطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من النحاس

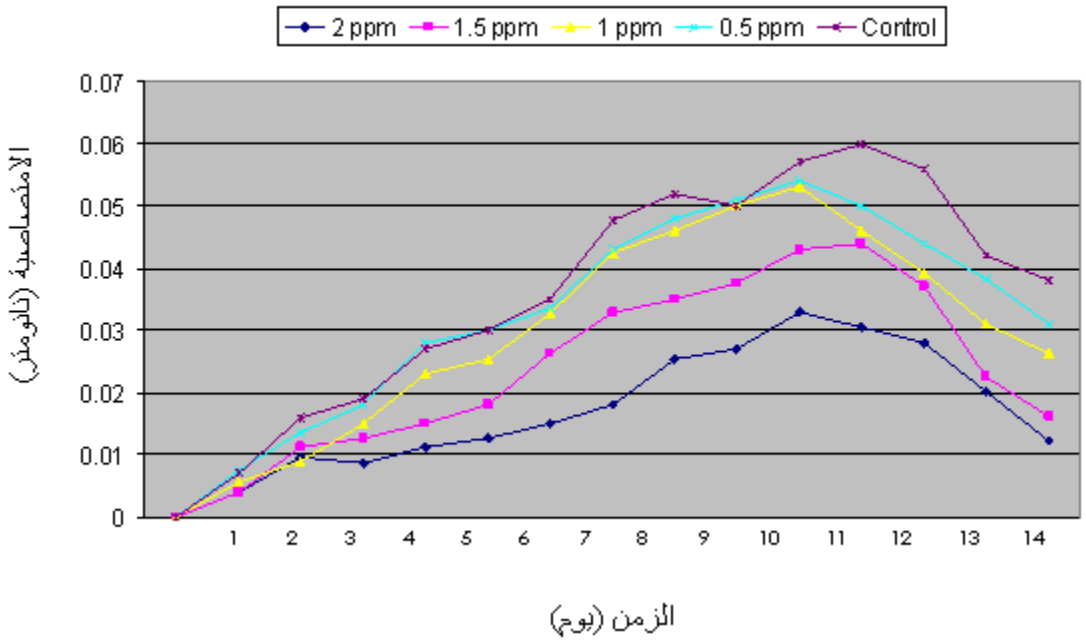
التركيز (ملغم / لتر)	معدل النمو μ (خلية)	زمن التضاعف G (يوم)
(0.0) Control	0.01±0.1233	0.46±5.703
0.5	0.007±0.0996	0.66±6.9620
1	0.019±0.1152	1.05±6.3688
1.5	0.01±0.09748	0.81±7.2862
2	0.01±0.07527	1.02±9.3220
LSD %5	0.036	2.250

❖ الأرقام تشير إلى المعدل ± الخطأ القياسي.

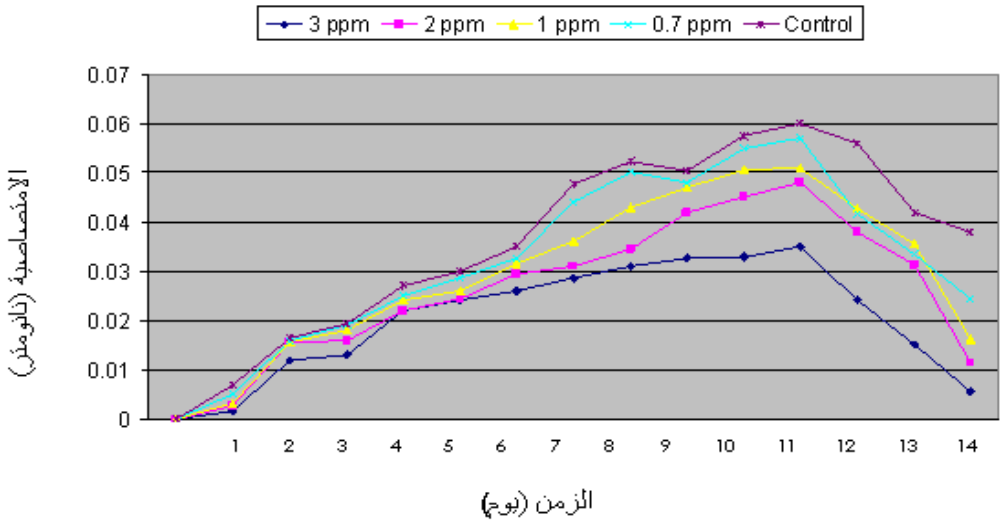
جدول (٥): معدل النمو وزمن التضاعف بدلالة قيم الامتصاصية
للطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الخارصين

التركيز (ملغم / لتر)	معدل النمو μ (خلية)	زمن التضاعف G (يوم)
(0.0) Control	0.01±0.1233	0.46±5.7036
0.7	0.01±0.1161	0.45±6.0369
1	0.03±0.1140	0.80±6.0807
2	0.01±0.1070	0.23±7.1549
3	0.01±0.08899	0.22±7.8582
LSD %5	0.0261	2.1000

❖ الأرقام تشير إلى المعدل ± الخطأ القياسي



شكل(٣): منحنى النمو للطحلب *Scenedesmus dimorphus* بدلالة قيم الامتصاصية عند تعريضه لتراكيز مختلفة من النحاس



شكل(٤): منحنى النمو للطحلب *Scenedesmus dimorphus* بدلالة قيم الامتصاصية عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الخارصين

معدلات التثبيط (%)

تم حساب معدلات التثبيط لطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الرصاص والكادميوم والنحاس والخارصين بصورة منفردة

بلغت معدلات التثبيط (٦٠% و ٧٠% و ٨٠% و ٨٠%) و(٥% و٤٥% و٢٥% و٦٠%) و (٤٥%، ٥٠%، ٥٠% و ٨٠%) و(٥٠%، ٥٥%، ٧٠% و٧٥%) بعد ٢٤ ساعة من التعريض للعناصر: الرصاص بالتراكيز (١٥ , ٢٠ , ٢٥ , ٣٠) ملغم/لتر

و الكادميوم بالتراكيز (٠,٠٥ , ٠,١ , ٠,٥ , ٢) ملغم/لتر و النحاس (٠,٥ , ١ , ١,٥ , ٢) ملغم/لتر و الخارصين بالتراكيز (٠,٧ , ١ , ٢ ,٣) ملغم/لتر و على التوالي .

أما بعد ١٤٤ساعة فقد ازدادت معدلات التثبيط لجميع تراكيز العناصر المستعملة جدول (٦ , ٧, ٨, ٩) .

جدول (٦): معدلات التثبيط (%) لنمو الطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الرصاص ولمدة

التركيز (ملغم/ لتر)	24 ساعة	48 ساعة	72 ساعة	96 ساعة	120 ساعة	144 ساعة
Control	0	0	0	0	0	0
15	60	60	74.6	73.0	72.0	88.7
20	70	77.5	77.7	78.8	77.2	89.1
25	80	82.5	79.3	80.7	80.1	89.1
30	80	85	80.9	87.5	87.5	92.5

جدول (٧): معدلات التثبيط (%) لنمو الطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الكادميوم ولمدة ١٤٤ ساعة

التركيز (ملغم/ لتر)	24 ساعة	48 ساعة	72 ساعة	96 ساعة	120 ساعة	144 ساعة
Control	0	0	0	0	0	0
0.5	45	72.5	74.6	37.5	48.5	71.1
1	50	80	79.3	49	52.2	74.1
1.5	50	82.5	82.5	49	52.9	79.4
2	80	85	82.5	66.3	55.1	82.7

جدول (٨): معدلات التثبيط (%) لنمو الطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من النحاس ولمدة ١٤٤ ساعة

التركيز (ملغم/ لتر)	24 ساعة	48 ساعة	72 ساعة	96 ساعة	120 ساعة	144 ساعة
Control	0	0	0	0	0	0
0.05	5	5	0	12.5	11.7	16.4
0.1	45	12.5	3.1	12.5	18.3	24.3
0.5	25	42.5	39.6	48.0	44.8	74.9
1	60	67.5	77.7	75.9	83.8	88.3

جدول (٩) : معدلات التثبيط (%) لنمو الطحلب *Scenedesmus dimorphus* عند تعريضه لتراكيز مختلفة من الخارصين ولمدة ١٤٤ ساعة

التركيز (ملغم/ لتر)	24 ساعة	48 ساعة	72 ساعة	96 ساعة	120 ساعة	144 ساعة
Control	0	0	0	0	0	0
0.7	50	57.5	79.3	78.8	83	89.8
1	55	85	77.7	83.6	87.5	90.2
2	70	85	82.5	84.6	87.5	91.3
3	75	85	85.7	85.5	89.7	93.2

تقدير سمّية العناصر الثقيلة

تم تقدير سمّية العناصر الثقيلة في الطحلب المدروس من خلال حساب التركيز المتوسط الفعال EC_{50} حيث كان ١٢,٨ , ١٢,٧٥ , ٨,٣ , ٨,٦ , ٦,٨, ٩,٢ ملغم/لتر بعد ٢٤, ٤٨ , ٧٢, ٩٦ , ١٢٠ , ١٤٤ ساعة على التوالي من بدء التعريض للرصاص (جدول ١٠).

جدول(١٠): سمّية عنصر الرصاص والتركيز المتوسط الفعال له خلال ١٤٤ ساعة في الطحلب *Scenedesmus dimorphus*

التركيز (ملغم/ لتر)	لوغاريتم التركيز	24 ساعة		48 ساعة		72 ساعة		96 ساعة		120 ساعة		144 ساعة	
		الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية
السيطرة	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1.17	60	5.25	60	5.25	75	5.67	73	5.61	72	5.58	89	6.22
20	1.30	70	5.25	78	5.77	78	5.77	79	5.80	77	5.73	89	6.22
25	1.39	80	5.84	83	5.95	79	5.80	81	5.87	80	5.84	89	6.22
30	1.47	80	5.84	85	6.03	81	5.84	88	6.17	88	6.17	93	6.47
EC 50		12.8		12.755		8.3		8.6		9.2		6.8	

بينما كان التركيز المتوسط الفعال للكادميوم ٠,٢٦ , ٠,٦٣, ٠,٦٤, ٠,٥٠, ٠,٥٧ و ٠,٢٣ ملغم/لتر بعد ٢٤ , ٤٨ , ٧٢ , ٩٦ , ١٢٠, ١٤٤ ساعة على التوالي (جدول ١١).

جدول(١١): سمّية عنصر الكادميوم والتركيز المتوسط الفعال له خلال ١٤٤ ساعة في الطحلب *Scenedesmus dimorphus*

التركيز (ملغم/ لتر)	لوغاريتم التركيز	24 ساعة		48 ساعة		72 ساعة		96 ساعة		120 ساعة		144 ساعة	
		الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية
السيطرة	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.05	1.30-	5	3.35	5	3.35	-	-	13	3.87	12	3.82	16	4.00
0.1	1-	45	4.87	13	3.87	3	3.11	13	3.87	18	4.08	24	4.29
0.5	0.3-	25	4.32	43	4.82	40	4.74	48	4.95	45	4.87	75	5.67
1	0	60	5.25	68	5.4	78	5.77	76	5.70	84	5.99	88	6.17
EC 50		0.26		0.63		0.64		0.502		0.57		0.23	

❖ (–) تعني تركيز العنصر = صفر

وبالطريقة نفسها تم حساب السمّية والتركيز المتوسط الفعال للنحاس وكانت القيم ١,٢٢ , ٠,٢٧ , ٠,٢٥ , ١,٦٤ , ٠,٦٠٨ , ٠,٣٥ ملغم/لتر بعد ٢٤ , ٤٨ , ٧٢ , ٩٦ , ١٢٠ , ١٤٤ ساعة على التوالي(جدول ١٢).

جدول(١٢): سمّية عنصر النحاس والتركيز المتوسط الفعال له خلال ١٤٤ ساعة في الطحلب *Scenedesmus dimorphus*

التركيز (ملغم/ لتر)	لوغاريثم التركيز	24 ساعة		48 ساعة		72 ساعة		96 ساعة		120 ساعة		144 ساعة	
		الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية
السيطرة 0.08	1.09-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5	0.3-	45	4.87	73	5.61	75	5.67	38	4.69	49	4.97	71	5.55
1.0	0	50	5.00	80	5.84	79	5.80	49	4.97	52	5.05	74	5.64
1.5	0.17	50	5.00	83	5.95	83	5.95	49	4.97	53	5.07	79	5.80
2.0	0.30	80	5.84	85	6.03	83	5.95	66	5.41	55	5.12	83	5.95
EC 50		1.22		0.27		0.25		1.64		0.608		0.35	

❖ (–) تعني تركيز العنصر = صفر

ويبين الجدول(١٣) السمّية والتركيز المتوسط الفعال لتأثير تراكيز الخارصين المختلفة التي كانت ٠,٧ , ٠,٥٨ , ٠,٥ , ٠,٤٨ , ٠,٤٢ , ٠,٣٩٦ ملغم/لتر بعد ٢٤ , ٤٨ , ٧٢ , ٩٦ , ١٢٠ , ١٤٤ ساعة من بدء التعريض.

جدول(١٣): سمّية عنصر الخارصين والتركيز المتوسط الفعال له خلال ١٤٤ ساعة في الطحلب *Scenedesmus dimorphus*

التركيز (ملغم/ لتر)	لوغاريثم التركيز	24 ساعة		48 ساعة		72 ساعة		96 ساعة		120 ساعة		144 ساعة	
		الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية	الاستجابة %	الوحدة الاحتمالية
السيطرة 0.224	0.64-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.7	0.15-	50	5.00	58	5.20	79	5.80	79	5.80	83	5.95	90	6.28
1.0	0.00	55	5.12	85	5.03	78	5.77	84	5.99	88	6.17	90	6.28
2.0	0.30	70	5.52	85	6.03	83	5.95	85	6.03	88	6.17	91	6.34
3.0	0.48	75	5.67	85	6.03	86	6.08	86	6.08	90	6.28	93	6.47
EC 50		0.7		0.58		0.5		0.48		0.42		0.396	

❖ (–) تعني تركيز العنصر = صفر

المناقشة

أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى انخفاض في معدل نمو الطحلب *S. dimorphus* عند إضافة تراكيز مختلفة من الرصاص (15,20,25,30) ملغم/لتر إذ لوحظ من متابعة منحنى نمو الطحلب المدروس (شكل ١) انخفاض حاد في النمو عند تعريض الطحلب إلى تركيز عالٍ 30 ملغم/لترمن الرصاص، أما التراكيز المنخفضة(15 -20 -25) ملغم/لتر فإنها لا تثبط النمو كلياً وقد يعزى ذلك لارتباط ايونات الرصاص مع مواد أخرى داخل الخلية وتحولها إلى شكل غير فعال كما أشار (1990) Vymazal إلى أن ارتباط ايونات الرصاص مع متعدد الفوسفات داخل الخلية يجعلها غير فعالة.

بينت نتائج الجدول (٢) وجود علاقة عكسية بين زيادة تراكيز الرصاص ومعدلات النمو وأخرى طردية بين زيادة التراكيز وزمن التضاعف وهذا يتفق مع العديد من الدراسات التي أشارت إلى دور الرصاص في خفض الانقسامات الخلوية في الطور اللوغارتمي Exponential phase وبذلك فان أوضح تأثير لهذا العنصر يكون في هذا الطور كما في طحلبي *Chlorella Saccharophila* و *Platymonus subcordiformis* (Jensen *et al*., 1982) وقد يؤثر في عملية البناء الضوئي من خلال إحداثه تغيرات في المساحة السطحية للثايلوكويدات أو لارتباطه بمواقع ايضية غير مخصصة له ويثبط عملها كما أشار لذلك Sicko- *et al*. (1986) Goad.

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن هناك تثبيطاً في نمو الطحلب*S. dimorphus* قد حصل نتيجة لإضافة تراكيز مختلفة من الكادميوم شكل (٢) إذ يحل الكادميوم محل الخارصين في بعض الإنزيمات ويثبط عملها مؤدياً بذلك إلى تثبيط نمو الخلايا وذلك للتشابه الكيميائي بين العنصرين مما يجعلهما يتنافسان مع بعضهما للارتباط بالمواقع الفعالة في الخلية (جواد, 1987 ;Forsetner,1995؛ العمر, ٢٠٠٠)، أو يعزى تأثير الكادميوم إلى تحطيم الغشاء الخلوي بشكل تام مما يؤدي إلى خروج السوائل من الخلية وتغيير نفاذيتها وخروج العناصر الخلوية الهامة مثل البوتاسيوم والصوديوم والمغنيسيوم (Rai *et al*., 1990).

ومن خلال ملاحظة الجدول (٣) يتبين انخفاض معدلات النمو وارتفاع زمن التضاعف بشكل حاد عند تعريض الطحلب المدروس إلى تركيز1 ملغم/لتر من الكادميوم وقد يعود هذا لامتلاك الكادميوم ميلاً للارتباط مع مجاميع السلفاهيدرال (SH—) التي تعتبر من المجاميع الفعالة اللازمة لنشاط الإنزيمات مما يؤدي إلى إبطال نشاطها أو يعود تأثيره لتثبيط عملية البناء الضوئي من خلال إزالة الحديد المرتبط بسايتوكرومات البناء الضوئي Photosynthetic Cytochrome والمنغنيز الذي يسهم في تفاعلات انطلاق الأوكسجين(Rachlin *et al*., 1983; Harrison and Marel, 1983).

إن نتائج الدراسة الحالية تتفق مع ما توصل إليه باحثون عدة إذ لاحظ (1995) Barque *et al*. انخفاض معدل انقسام خلايا طحلب *Euglena gracilis* مع زيادة تراكيز الكادميوم من خلال تأثيره على أطوار النمو كما وجد (1980) Albergoni *et al*. وجماعته أن تراكيز (0.62–1.13) ملغم/لتر من الكادميوم ثبطت نمو الطحلب *Euglena gracilis*. إذ بينت نتائج الدراسة الحالية انخفاض نمو الطحلب*S. dimorphus* عند تعريضه لتراكيز عالية من النحاس، فمن خلال متابعة منحنى النمو (شكل ٣) يظهر انخفاض واضح في قيم الامتصاصية إذ أشارت الحجاج (1997) إلى أن

النحاس بتراكيزه المنخفضة (≤0.25) له أهمية كبيرة في نمو الطحلب*Oscillatoria amaena* إلا أن التراكيز العالية (>0.5) تسبب تثبيط العمليات الايضية كالبناء الضوئي والتنفس وذلك عن طريق تثبيط فعالية إنزيم Cytochrom Oxidase المسؤول عن نقل الالكترونات في المايتوكوندريا وتثبيط الـ Plastocyanin الذي يعمل على نقل الالكترونات في عملية البناء الضوئي، كما أن النحاس يسبب تحطيم غشاء البلاستيدات والـ DNA ويثبط الانقسام الخلوي (Rijstenbil *et al*., 1994).

ويبين الجدول (٤) انخفاضاً في معدلات نمو الطحلب مع زيادة تراكيز النحاس ويرافق ذلك ارتفاع في زمن التضاعف فعند تعريض الطحلب إلى التراكيز الواطئة (0.5-1-1.5) ملغم/لتر في الدراسة فان التأثير السمي لهذه التراكيز واطئ مقارنة بالتراكيز العالية (٢)ملغم/لتر، وهذا قد يعود لاحتياج الطحلب إلى هذا العنصر لأداء الفعاليات الايضية أو لإنتاج الطحلب بعض المواد التي تقلل من سمية هذا العنصر فقد ذكر Albergoni *et al*., (1980) أن للطحالب القدرة على إنتاج روابط عضوية لها القابلية على ربط وحصر ايونات النحاس في السايتوبلازم ومن ثمّ تقليل سميته ومنها البروتينات السكرية Glycoprotins والكربوهيدرات والمركبات الثايولية Thiols وهذا يشابه ما توصل إليه Torres *et al*., (1998) عن طحلب *Cylindrothica fusiformis* .

يتبين من (الجدول٥) و(الشكل ٤) انخفاض في قيم الامتصاصية عند إضافة التراكيز (0.7 , 1 , 2) ملغم/لتر من الخارصين وقد يعود هذا الانخفاض إلى استعمال تراكيز أعلى مما يحتاجه الطحلب المدروس للنمو بشكل طبيعي.

إن الانخفاض الواضح في معدلات نمو الطحلب بعد إضافة التركيز 3 ملغم/لتر يتفق مع ما توصل إليه Kessler (1986) و Patterson (1983) من أن الخارصين من المغذيات الصغرى إلا أن زيادة تركيزه عن حدود معينة يؤدي إلى انخفاض معدلات النمو, والذي قد يكون بسبب ارتباطه مع مجموعة السلفاهيدرال (SH-) في الحامض الاميني Cystine وعمله على تثبيط الإنزيمات التي يوجد فيها هذا الحامض Munda and Hudnik, 1986) . (Sunda, 1990;

معدلات التثبيط والتركيز المتوسط الفعال

تم حساب معدلات التثبيط وتقدير السمّية من خلال حساب التركيز المتوسط الفعال عند تعريض الطحلب *Scenedesmus dimorphus* إلى تراكيز مختلفة من العناصر الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، النحاس، الخارصين) لكل (٢٤) ساعة ولمدة (١٤٤) ساعة حيث أظهرت النتائج زيادة معدلات التثبيط بزيادة تراكيز العناصر الثقيلة المستعملة في التجربة الحالية وبطول مدة التعريض ورافق ذلك انخفاض في قيم EC_{50} المستخرجة مما يدل على التأثير السّمي لهذه العناصر التي تعجز الطحالب عن تحمله أو مقاومته، إذ أشار Saenz *el al*. (1993) إلى أن مقاومة الطحالب الخضراء تجاه المواد السامة تنخفض بزيادة التراكيز وطول مدة التعريض .

لوحظ عند حساب قيم EC_{50} بعد تعريض الطحلب المدروس إلى تراكيز مختلفة من الرصاص كانت (12.8و12.75و8.3و8.6و9.2و6.8) ملغم/ لتر في الدراسة الحالية (جدول١٠)، وهذا يتفق مع ما توصل إليه قاسم وجماعته (2000) إذ وجدوا أن قيم EC_{50} تنخفض عند تعريض طحلب *Scenedesmu sp.* إلى تراكيز مختلفة من الرصاص لمدة 96 ساعة , في حين وجد Jensen *el al*. (1982) زيادة قيم EC_{50}

المحسوبة لطحلب *Navicula incerta* والطحلب *Nitzshia closteirum* والطحلب *Chlorella saccharophila* بعد 96 ساعة من التعريض للرصاص. ولابد من الإشارة إلى أن درجة الاستجابة للطحالب تجاه تأثير العناصر الثقيلة تعتمد على مقدار الآيونات الموجبة التي تدخل إلى الخلية من خلال الأغشية الخلوية التي لا تتعرض إلى عمليات إزالة من قبل الميكانيكيات الخلوية لإزالة السمية (Sauvant *el al*.1999)

تشير النتائج في الجدول (١١) إلى أن قيم EC_{50} في الدراسة الحالية كانت (0.23,0.57,0.502,0.64,0.63,0.26) ملغم/لتر عند تعريض الطحلب إلى الكادميوم وهذا يتفق مع ما توصل إليه Rachlin *et al.* (1982) الذين أثبتوا انخفاض قيم EC_{50} للدايتوم البحري *Nitzschia closterinm*، ولدايتوم المياه العذبة *Navicula incerta* وللطحلب الأخضر *Chlorella saccharophila* بعد 96 ساعة من التعريض للكادميوم.

كما أشار Jensen *et al.*(1982) إلى أن الأنواع البحرية أكثر تحملاً للتراكيز العالية من العناصر الثقيلة مقارنة مع أنواع المياه العذبة إذ يعزى ذلك إلى الاختلاف في تركيب الجدار والتغيرات في مواضع التبادل للايونات السالبة Anion والموجبة Cation معاً على الجدار والأغشية الخارجية مما يؤثر على اخذ هذه الايونات الموجبة (Cu^{+2},Cd^{+2},Pb^{+2}) وهذا يفسر سبب اختلاف قيم EC_{50} في الأنواع البحرية عنه في أنواع المياه العذبة.

بينت النتائج في الجدول (12) أن قيم EC_{50} كانت منخفضة عند معاملة الطحلب بالنحاس (0.35, 1.22, 0.27, 0.25, 1.64, 0.608) ملغم/لتر وهذا يتفق مع ما توصل إليه محمد (2000) في دراسته على الطحلب *Scenedesmus sp.* وعند تعريضه للنحاس وبعد 96 ساعة في حين أظهرت دراسة أخرى على الطحلب *Navicula incerta* ارتفاع قيمة EC_{50} بعد تعرضه للنحاس 96 ساعة (Rachlin *et al*., 1983).

إن سبب انخفاض قيمة EC_{50} بعد (24) ساعة من تعريض الطحلب المدروس إلى عنصر النحاس في الدراسة الحالية ربما يعود إلى قابلية الطحلب على نقل ايونات النحاس بتراكيزه الواطئة بصورة سريعة وهذا يعد نوعاً من التكيف للتراكيز الواطئة من النحاس في بيئة المياه العذبة حيث تنخفض معدلات النمو وتزداد السمية بعد ساعات من بدء التعريض بسبب تراكم عنصر النحاس بسرعة كبيرة وبتراكيزه الواطئة، أما التراكيز العالية فإنها قد تتعرض إلى الإزالة بواسطة مركب EDTA في الوسط بعد ادمصاصها على الأسطح الخارجية للخلية بصورة أكثر من دخولها إلى داخل الخلية وبذلك يقل تراكمها داخل الخلية(Knaur *et al*., 1997) .

توضح النتائج في الجدول(13) أن قيم EC_{50} عند تعريض الطحلب للخارصين في الدراسة الحالية كانت منخفضة ومتباينة (0.396, 0.42, 0.48, 0.5, 0.58, 0.7) ملغم/لتر، وان هذه النتائج تتوافق مع ما توصل إليه Wong and Chan (1990) عند دراسته لطحلب *Ankistrodesmus falcatus* كذلك كانت مشابهة لما حصل عليه Wang (1982) من نتائج عند دراسته لطحلب *S .dimorphus* عند تعريضه لعنصر الخارصين، وكذلك إلى ماذكره العكَيلي (٢٠٠٦) من أن تعرض الطحلب *A. bibraianus* للخارصين لمدة استمرت ٧٢ ساعة كانت سبباً في انخفاض EC_{50}.

المصادر العربية

- الحجـاج، مكيـة مهلهـل خلـف (١٩٩٧). توزيـع العناصـر الثقيلـة فـي ميـاه ورواسـب قنـاتي العشار والخندق المرتبطة بشط العرب وبيان تأثيرهـا علـى الطحالـب. رسـالة ماجسـتير، كلية العلوم- جامعة البصرة.
- الحيـالي، عـذراء خليـل حسـين (٢٠٠١). دراسـة التأثير السمي لمعدني الكادميوم والرصاص فـي نمـو الطحلـب Microcystis aeruginosa kuetz. رسـالة ماجسـتير، كلية العلوم-جامعة بابل.
- السـعدي، حسـين علـي و الـدهام، نجـم قمـر والحصان، ليث عبد الجليل (١٩٨٦). علم البيئـة المائيـة . جامعـة البصـرة- مطبعـة جامعة الموصل. ٤٤٥-٥٣٨.
- السـعدي، حسـين علـي (٢٠٠٢). علـم البيئـة والتلـوث- وزارة التعلـيم العـالي والبحـث العلمي- جامعة بغداد.
- الصـافي، عبيـر غـازي عزيـز (٢٠٠٥). دراسـة بعض العناصر الثقيلة في الماء والرواسب والهائمـات النباتيـة فـي ميـاه شـط العـرب. رسـالة ماجسـتير، كليـة العلـوم- جامعـة البصرة.
- العادل، خالد محمد وعبد ، مولود كامل (١٩٧٩). المبيدات الكيمياوية في وقاية النبات. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل: ٣٩.
- العكَيلي، ثائر محمد ابراهيم (٢٠٠٦). أثر بعض الملوثات البيئية في الكتلة الحية للطحلب الأخضـر Ankistrodersmus bibraianus. رسالة ماجستير، كلية التربية (ابن الهيثم)- جامعة بغداد.
- العمر, مثنى عبد الرزاق (٢٠٠٠). التلوث البيئي, دار وائل للطباعة والنشر, عمان, الأردن: ٢٢٥.
- بـوران، عليـاء خـاتوع وأبـو ديـة، محمـد حمدان(٢٠٠٣). علم البيئة. دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.: ٢٢٣.
- جـواد، عصـام مصـطفى (١٩٨٧). التلـوث بالرصـاص والكـادميوم وتأثيراتهـا الصـحية. ص ٢٦-٣٤ في الندوة العلمية الثانية لكلية التربية للبنات بموضوع تلوث البيئة المنعقدة للفترة من ٢٨-٣١ آذار في جامعة بغداد- كليـة التربيـة للبنـات. قسـم علـوم الحيـاة: ٣٠٥.
- عباسي، مصطفى عبد اللطيف (٢٠٠٤). حماية البيئة من التلوث- حماية الحياة، دار الوفاء لـدنيا الطباعـة والنشـر، جامعـة الاسـكندرية: ٧٦.
- علكَم, فؤاد منحر (٢٠٠٢). تركيز بعض العناصر النـزرة فـي ميـاه ونباتـات نهـر الديوانيـة- العـراق- مجلـة القادسـية. ٧(١): ١٩٥-١٩٠.
- قاسم، ثائر إبراهيم والسعدي، حسين علي ومحمد، موفـق حسـين (٢٠٠٠). سـمية بعـض العناصـر الثقيلـة لطحلـب deBreb. Scenedesmus quadricauda(Turp.) في المزارع الثابتة. وقائع المؤتمر القطري الأول فـي تلـوث البيئـة و أسـاليب حمايتهـا المنعقد مـن ٥-٦ تشـرين الثـاني : ٤٣٩-٤٥٢.

- محمد، موفق حسين (٢٠٠٠) . التأثيرات السمية لبعض المعادن الثقيلة في طحلب Scenedesmus quadricauda. رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات– جامعة بغداد.
- مولود، بهرام خضر والسعدي، حسين علي والاعظمي، حسين شريف (١٩٩١). علم البيئة والتلوث. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – جامعة بغداد.

المصادر الأجنبية

- Albergoni, V.; Piccinni, E. and Coppellotti, O. (1980). Response to heavy metals in organisms, excretion and accumulation of physiological and nonphysiological metals in Eugena gracilis. Comp. Biochem. Physiol. 67: 121-127.
- Barque, J. P.; Bourezgui, Y.; Chacun, H. and Bonaly, J. (1995). Growth responses of a chlorophyll. Us Euglena gracillis to selected concentration of cadmium and pentachlorophenol. Arch. Enviro. Contam. Toxicol., 28(1): 8-12.
- Chu, S. P. (1942). The influence of the mineral composition of the medium on the growth of phytoplanktonic algae. J. Ecol. 30: 284-325.
- Crompton, T. R. and Consultnt, A, G. (1998). Toxicant in the aqueous ecosystem. John wiley and sons.
- Forsetner, M. (1995). Land Contamination by metals: Global Scope and magnitude of problem, In: Allen, Huang, C. and Bower, A. (eds.) .metal section and contamination of siol. Lewis publisher.
- Harrison, G. I. and Marel, E. M. (1983). Antagonism between cadmium and iron in the marine diatom. Thalossiasira weissflogli. J. Phycol. 19: 495-507.
- Jensen, T. E.; Rachlin, J. W.; Jani, V. and Warkentin, B. (1982). An x-ray energy dispersive study of celluar compartmentalization of lead and zinc in Chlorella sacchrophila a (Chlorophata), Naviculla incerata and Nitzschia closterium (Bacillariophyta). Environmental and Experimental Botany, 22(3): 319-328.
- Kassim, T. I.; Al-Saadi, H. A. and Salman, N. A. (1999). Production of some phyto and zooplankton and their use as live food for fish larvea. Iraqi. J. Agricultural. Proc. 2nd conf. Animal Product, Poultry and Fish. 4 (5): 188-201.
- Kessler, E. (1986). Limits of growth of five Chlorella species in the presence of toxic heavy metals. Arch. Hydrobiol. Suppl. 73(1): 123-128.
- Knaur, K.; Behra, R. and Sigg, L. (1997). Adsorption and uptake ofcopper by the green algae Scenedesmus subspicatus (Chlorophyta). J. Phycol., 33: 596-601.
- Martinez, M. R.; Chakraff, R. P. and Pantastico, J. B. (1975). Note on direct phytoplantkton counting technique using the

concentration of the divalent cations Cd, Cu, Pb, and Zn, Symposium, Hemphill, D. D. (ed.)Unv. of Missori, Columbia, 72-81Pp.

- Rai, L. C.; Jonsen, T. E. and Rachlin, J. W. (1990). Amorphometric and x-ray dispersive approach to monitoring PH-altered cadmium toxicity in Anabaena flos-aeque. Arch. Environ. Cotam. Toxical., 19: 479-487.

- Reynolds, C. S. (1984). The ecology of fresh water phytoplankton." Cambridge univ. Press.

- Rijstenbil, J. W.; Sadee, A.; Van. Drie, J. and Wijnholds, J. A. (1994). Interaction of toxic trace metals and mechanism of ditoxification in planktonic diatom Ditylum brightwellii and Thalassiosira pseudonano. (FEMS) Microbiology Reviews 14: 387-396.

- Saenz, M. E.; Accorinti, J. and Tortorelli, M. D. (1993). Toxicity of paraquat to green alga Scenedesmus acutus. J. Eviron. Sci. Health. 28(2): 193-204.
- Sauvant, M. P.; Pepin, D. and Piccinni, E. (1999) Tetralymena pyriformis: atool for toxicological studies. Review, chemosphere, 38 (7): 1631
- Sicko-Good, L.; Ladewski, P. and Lazinsky, D. (1986). Synergistic effect of nutrient and lead on quantitative of ultrastructure of Cyclotella (Bacillariophyceae). Arch. Environ. Contam. Toxicol., 15: 291-300.

Haemocytometer. Phil. Agric. 57: 1-12.

- Munda, I. M. and Hudnik, V. (1986). Growth response of Fucus vesiculosus to heavy metals singly and dual combinations as related to accumulation. Botan. Mar. 29: 401-412.

- Munda, I. M. and Hudnik, V. (1991). Trace metal content in some sea Weeds from the Northern Adriatic. Botan. Mar. 34: 241-249.

- Nyholm, N. (1985). Response variable in algal growth inhibition test biomass or growth rate . Wat. Res. 19(3): 273-279.

- Patterson, G. (1983). Effect of heavy metals on fresh water chlorophyta . Ph. D. thesis, Durham. Univ., 212 Pp.

- Pistocchi, R.; Guerrini, F.; Balboni, V. and Boni, L. (1997). Copper toxicity and carbohydrate production in the micro algae Cylindrothica fusiformis and Gymnodinium Sp. Eur. J. Phycol., 32: 125-132.

- Rachlin, J. W. Warkentine, B. and Jensen, T. E. (1982). The growth response of Chorella saccharophila, Navicula incerta and Nitzschia closterium to selected concentration of cadmium. Bull. Torry. Bot. Club., 109: 129-135.
- Rachlin, J. W.; Warkentine, B. and Jensen, T. E. (1983). The response of marine diatom Nitschia losterium to selected

- Stauber, J. L. (1995). Toxicity testing using marine and fresh water Unicellular algae. Australasin J. Ecotoxicol. 1: 15- 24.

- Sunda, W.G. (1990). Trace metal interactions with marine phytoplankton . Biol. Oceano., 6: 411- 442.

- Tam, N. F Y. and Wang, Y. S. (1989). Waste water nutrients removal by Chlorella pyrenoidosa. Environ. Poll. 58: 19-34.

- Torres, M.; Goldberg, J. and Jensen, T. E. (1998). Heavy metals uptake by polyphosphate bodies in living and killed cells of Plectonema boryanum (Cyanophyeae).Microbios, 96:141-147.

- Vymazal, J. (1990). Toxicity and accumulation of lead with respect to algae and Cyanobacteria: Areview. Acta Hydrobiol. Hydrochem. , 18(5): 513-535.

- Wang, W. (1982). Analgal assay technique for aquatic toxicants. ISWS/RI-10 -82, 3Dep. Energy. Nat. Resour. 30.

- Wells, P. G. (1999). Aquatic toxicology . Concepts and practice. In press-General and applied toxicology. 2nd ed.

- Wong, P. T. S. and Chan, Y. K. (1990). Zinc toxicity to fresh water algae . Toxic. Assess. 5(2): 167-177.

Effect of some heavy metal on absorption values of green alga *Scenedesmus dimorphus*

Foad M. Alkam Dunia B. Jad'an

Dept.of Biology-College of Education- University of Al-Qadisiya

Abstract

The present study was concerned with the effect of some heavy metals (Lead, Cadmium, Copper, and Zinc) and their toxicity individually on the growth of green alga *Scenedesmus dimorphus* which belongs to the phylum of Chlorophyta .This was achieved depending on the absorption values to measure the living biomass of the alga,and then computing the growth average and doubling time when exposing the alga to these metals.

The effective median concentration EC_{50} of each of these four metals were also computed.The concentrations (15, 20, 25, 30)mg/l of lead were used. Results showed that exposing the alga to the concentration (30) mg/l caused an acute decrease in growth. The other concentration (15, 20, 25)mg/l also led to a gradual decrease in growth. Treating the alga with(0.05, 0.1, 0.5, 1)mg/l concentration of Cadmium the number of cells decreased in case of three concentration (0.05, 0.1, 0.5) mg/l. The decrease in growth was greater and clearer in case of the concentration (1)mg/l concentration Cadmium.As for Copper the concentrations (0.5, 1, 1.5, 2)mg/l and the concentration (2)mg/l had the greatest effect in deceasing growth. Results also showed that the concentration (3)mg/l of zinc had the greatest effect in decreasing the growth on compared with the other concentration (0.7, 1, 2, 3)mg/l.The toxic effect of cadmium proved greater than that of zinc copper, and lead in terms of the effective median concentration which indicated (0.23, 0.396, 0.35, 6.8) mg/l after treating the alga with lead, cadmium, copper, and zinc for (144) hours. Results were then analyzed statistically by using the variance analysis (ANOVA) and testing the difference between the treatments according to the Least Significant Difference (LSD)in $p< 0.05$.