تأثير الكادميوم في الإنتاجية الأولية لبعض أجناس الطحالب الخضراء المزرقة

رشدي صباح عبد القادر

قسم علوم الحياة ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(استلم ١٨ / ٢ / ٢٠٠٧، قبل ١٠ / ٦ / ٢٠٠٧)

الملخص:

تعد الإنتاجية الأولية من أهم الفعاليات البيئية وإن قياس قيمها مؤشر على حيوية المواطن ودلالة على فعالية المنتجين في تثبيت الطاقة الشمسية وإنتاج الغذاء، الأجناس Oscillatoria , Anabaena , Chroococcus أنتجت (٠,٠٤١٦)، (٠,٠٣٤٧)، (٠,٠٣٥٠) غرام كاربون/متر مربع/يوم على التوالي في ظروف حضن مختبرية فيما انخفضت هذه القيم وبصورة واضحة عند معاملتها مع تراكيز مختلفة من ايون الكادميوم (نترات الكادميوم). انفرد جنس Anabaena بأعلى قيمة إنتاجية عند تراكيز مختلفة من الكادميوم (٠,٥–١–١,٥) مايكروغرام/لتر منتجاً (٠,٠٤١٢ – ٠,٠٣٧٨ – ٠,٠٣٧٨) على التوالي ومسجلاً قيمه فروق معنوية (عند مستوى معنوية ٠,٠٥) عن إنتاجية الجنسين Chroococcus و Oscillatoria . بينت النتائج ارتباط سلبي وثيق بين تراكيز الكادميوم وقيم الإنتاجية الأولية (تثبيت الكاربون –٠,٦٢٨ عند مستوى معنوية ٠,٠٥، إنتاج الأوكسجين –٠,٦٢٧ عند مستوى معنوية ٠,٠٥).

المقدمة:

إن سعي الإنسان لتوفير لما يتطلبه حياته من وسائل الرفاهية وأدواتها جعل من حياة باقي الكائنات الحية على الكرة الأرضية وحياتها تقترب في كثير من الأحيان إلى حدود لا يمكن السيطرة عليها وجعل من مصادر استمرار هذه الحياة في خطراً مستمر بسبب عدم تنظيم استخدامه لمصادر الطاقة ولتأثر الكثير من المواطن الطبيعية بمخلفات هذه الحياة، ففي السنوات الأخيرة برزت مشاكل عديدة بسبب هذه الفوضى سواء كانت عن طريق التوسع في بناء المدن وإنطلاق الصناعات واستخدام وسائط النقل، إذ أوضحت الدراسات (Haus *et l.*,2007; Sutherland and Tolosa, 2000) تلوث مواطن المياه العذبة قد ينتج عن مصادر غير محددة مثل المبازل الزراعية وعوادم السيارات أو إستهلاك وحرق الإطارات والإضافات المحسنة للوقود والأصباغ وتتركز أغلب هذه المعادن (النحاس،الكادميوم والزنك) في أجسام الأحياء المائية وقيعانها والتي تثبت عن طريق إتحاد أو تكوين أواصر مع بعض المكونات الضرورية مثل الأحماض الأمينية أو من خلال الجزئيات الناقلة، فعلى سبيل المثال تستخدم عناصر (الكادميوم، النحاس، الكروم، والمنغنيز) مكان أيونات (الكالسيوم والمنغنيسيوم) في أملاح هذه الأيونات(Herber, 2004).

إن استخدام الطحالب في التجارب الحيوية لقياس قدراتها على إستيعاب العناصر تحمل سميتها والكشف عن تراكيزها أصبحت من الطرائق الأساسية للاستدلال على وجود هذه العناصر السامة الثقيلة والكشف عن الالية الممكنة الاستخدام في معالجة تراكيز وإزالة هذه العناصر (Yu *et al.*, 1999) فعلى سبيل المثال ازدياد تراكيز الكادميوم في أنسجة الكائنات المنتجة يتناسب طردياً مع ازدياد تراكيزه في الموطن وطول فترة التعرض(Maine *et al.*,2001). وعلى الرغم من كون الطحالب الخضراء المزرقة كائنات بدائية النواة فهي تمتلك المسارين الضوئي الأول والثاني Photosystem I&II والصبغات الضوئية { (كلوروفيل أ، وصبغات الفيكوبليبروتين Phycobiliprotein في مجموعة Typical Cyanophyta) ، (وكلوروفيل أ،ب وأحياناً ج في مجموعة Porochlorophyta) } الضرورية في تثبيت الكاربون وإنتاج الأوكسجين وتوفيرها في المحيط الحيوي (Sze, 1997)والتي يمكن الأستعانة بها في الكشف عن مدى تأثير تراكيز عناصر مختلفة في قيم الإنتاجية الأولية (تثبيت الكاربون وإنتاج الأوكسجين)، إذ لم يوثق لحد الآن أي دور حيوي لهذه العناصر (منها الكادميوم) في الفعاليات الحيوية في الطحالب (Halliwell and Gatteridge, 1999) فيما وثق صلتها بالتحلل اللامائي للمركبات الكاربونية في دايتوم Thalassiosira weissflogii (Lane and Morel, 2000) ،إضافة إلى دورها الكبير في عدم إنتظام فعاليات النمو والتركيب الضوئي ونقل الأيونات والماء ونقص واضح في نشاط الأنزيمات مما يؤدي إلى تفاعل الكادميوم مع المجاميع الفعالة وتثبيط نشاطها(Prasad,1995).

هدف دراستنا تقدير تأثير تراكيز مختلفة من عنصر الكادميوم في قيم الإنتاجية الأولية في ثلاثة أجناس مختلفة من الطحالب الخضراء المزرقة (Anabaena, Oscillatoria & Chroococcus).

المواد وطرائق العمل:

١ .جمع العينات:

جمعت العينات من مياه نهر دجلة من محطة واحدة { مدينة تكريت الواقعة ضمن خط طول ($43^{o}37^{/}$-$43^{o}52^{/}$) ودائرة عرض ($34^{o}15^{/}$-$34^{o}30^{/}$) } لمدة سنة واحدة ابتداء من تشرين الثاني ٢٠٠٥ وإلى كانون الأول ٢٠٠٦ ومن الطبقة السطحية (٠ _ ٣٠) سنتيمتر وباستخدام حاوية مصنوعة من مادة البولي أثيلين سعة ٥ لتر وكانت تحفظ في حاويات سعة ٢ لتر لنقلها إلى المختبر و أجراء الفحوصات عليها لتحديد بعض الخصائص اللمنولوجية والحصول على بعض الأجناس الطحلبية المستخدمة في البحث.

٢. تحديد العوامل اللمنولوجية:

أستخدم محرار زئبقي (٠ – ١٠٠)م° لقياس درجة حرارة الماء، وجهاز WTW Multi-meterلقياس الدالة الحامضية وقابلية التوصيل الكهربائي حقلياً وطريقة (Golterman *et al.*,1978) لقياس الملوحة، فيما أستخدم جهاز Hana Turbidity meter لقياس الكدرة بوحدات (N.T.U.) وجهاز Jenway Model 9070 Gallenkamp لقياس الأوكسجين المذاب حقلياً وقيم المتطلب الحيوي للأوكسجين لخمسة أيام،

وطريقة (A.S.T.M., 1989) لقياس عسرة الكالسيوم والعسرة الكلية، وطريقة (Strickland and Parson, 1972) لقياس تراكيز الفسفور الفعال والسليكا الفعالة والنتريت.

٣. عزل وتنمية وتنقية أجناس الطحالب الخضراء المزرقة:

٣-١. رشح لتر من مياه نهر دجلة من كل عينة باستخدام جهاز Millipore Filter بمرشحات ذو قطر 0.45 مايكروميتر والمصنعة من نترات السليلوز، ومن ثم أخذ الراسب وجزء من الراشح ونشر على الوسط الزرعي الأنتقائي ASM-1 الصلب (إضافة ١% وزن / حجم من اكار Agar للوسط) (Gallon *et al.*,1978) وحضنت الأطباق في حاضنة مبردة في ٢٥م˚ وظروف إضاءة مستمرة بشدة ٢٥٠٠لوكس.

٣-٢. ظهرت المستعمرات والتجمعات الطحلبية الخضراء المزرقة خلال مدة تراوحت بين ثلاثة وستة أسابيع بهيئة واضحة وبالاستعانة (Desikachary, 1958; Rippka *et al.*1979) شخصت أجناس الدراسة وزرعت مجدداً في أطباق جديدة للحصول على عزلات نقية على مستوى الأجناس وبنفس ظروف الحضن.

٣-٣. نقلت الأجناس المشخصة إلى الوسط ASM-1 السائل المعقم وبكميات متساوية تقريباً في ستة مكررات من كل جنس لبدء معاملاتها مع أيونات الكادميوم (نترات الكادميوم) بتراكيز مختلفة.

٣-٤. قياس تراكيز الأوكسجين المذاب في الدوارق الحاوية على العينات التجريبية للأجناس بجهاز Jenway Model 9070 Gallenkamp وتسجيلها.

٣-٥. تم تحضير التراكيز المختلفة من أيون الكادميوم وإضافتها إلى الدوارق الحاوية على الأجناس.

٣-٦. حفظت ستة مكررات في ظروف إضاءة ٢٥٠٠لوكس و٢٥م˚ وستة أخرى في ٢٥م˚ في الظلام لمدة أربع وعشرين ساعة ومن ثم قياس الأوكسجين المذاب مرة أخرى.

٤. اعتمدت طريقة (Rolan,1973) في حساب تركيز الأوكسجين المذاب كدلالة على الإنتاجية الأولية وحساب تركيز الكاربون المثبت.

٤-١. حساب قيم الإنتاجية الأولية بدلالة تراكيز الأوكسجين:

س$_1$ = تراكيز غاز الأوكسجين المذاب لحظة الصفر (قبل البدء بالتجربة).

س$_2$ = تراكيز غاز الأوكسجين المذاب في نهاية مدة الحضن في القناني المعتمة.

س$_3$ = تراكيز غاز الأوكسجين المذاب في نهاية مدة الحضن في القناني الشفافة.

قيم أجمالي الإنتاجية الأولية (معبراً عنها بتراكيز الأوكسجين المذاب **ملغرام/لتر)** = س$_3$ – س$_1$.

قيم صافي الإنتاجية الأولية (معبراً عنها بتراكيز الأوكسجين المذاب **ملغرام/لتر)** = س$_3$ – س$_2$.

٤-٢. تم حساب قيم الإنتاجية الأولية بدلالة تركيز الكاربون المثبت وكما يلي:

$$\text{أ.كمية ثنائي أوكسيد الكاربون الممثلة (ملغرام/لتر) } = \frac{\text{كمية الأوكسجين المنتج(ملغرام/لتر)}}{١٢٥}$$

ب. كمية الكاربون الممثل (**ملغرام/لتر**) = ٠,٢٧ × كمية ثنائي أوكسيد الكاربون الممثل**(ملغرام/لتر)**.

ج. كمية الكاربون الكلي الممثل (**غرام كاربون/متر مربع/يوم**) = كمية الكاربون الممثل (**غرام/لتر/يوم**) × حجم دورق الحفظ (لتر).

د. الإنتاجية الأولية (**غرام كاربون/متر مربع/يوم**) = كمية الكاربون الكلي (**غرام كاربون/متر مربع/يوم**) × ١١المساحة السطحية للدورق (**متر مربع**) .

٥. التحليل الإحصائي:

استخدم برنامج SPSS بإصداره ٧,٥ ضمن نظام Windows لتحليل البيانات إحصائياً في حساب علاقات الارتباط و حساب الإختلاف بين المعاملات باستخدام اختبار ANOVA One Way واختبار دنكن Duncan ومعنوية هذه الفروق.

النتائج والمناقشة:

تعد مياه نهر دجلة أحد أهم روافد الحياة في بلادنا صفاتها اللمنولوجية [جدول(١)]،أوضحت أن درجة حرارة الماء ضمن منطقة الدراسة تراوحت بين (٨-٢٨)مْ، وسجلت قيم الدالة الحامضية لمياه النهر معدل ٨,١ مؤشرة القاعدية الخفيفة وهذه الصفة مسجلة لأغلب المياه السطحية الداخلية في العراق(اللامي وجماعته، ٢٠٠٣).

ترادفت تسجيل أعلى تراكيز للملوحة وأعلى قيم لقابلية التوصيل الكهربائي في مياه النهر (٠,٤٧ جزء بالألف) و(٧٥٩ مايكروسمنس/سنتمتر) على التوالي وبذلك تعد مياه النهر عموماً عذبة، أعلى قيمة للكدرة في نهر دجلة ١٤٠ نفثالين وحدة كدرة كانت خلال فترة فيضانه في شهري نيسان وأيار، وانخفضت إلى معدلاته الطبيعية في النهر مع انخفاض مناسيبه وسرعة تياره. مياه النهر جيد التهوية إذ تراوحت تراكيز الأوكسجين الذائب ما بين (٦,١-١١)ملغرام/لتر غير أنها بحاجة إلى معالجة لاستخدامها للأغراض الصحية إذ تراوحت قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين ما بين (٢,٥-٣,٥)ملغرام/لتر.

عسرة مياه النهر كانت واضحة (١١٠-٦٣٥)ملغرام/لتر وكذلك تحديد الفسفور الفعال بهيئة أيونات الفوسفيت لنمو الكائنات المنتجة (٠,٠٢-١,٥٢)مايكروغرام/لتر نسبة إلى تراكيز النتروجين بهيئة أيونات نتريت الفعال (قيم غير محسوسة-٢,١)مايكروغرام/لتر، فيما تراكيز السليكا (٠,٢٣ – ١٠,٩)ملغرام/لتر سجلت وفرة مشجعة نمو الدايتومات.

جدول (١) الصفات اللمنولوجية لمياه نهر دجلة

ت	العوامل	القيم و التراكيز
١	درجة حرارة الماء (درجة مئوية)	٨–٢٨
٢	الدالة الحامضية	٧,٥–٨,٦
٣	قابلية التوصيل الكهربائية (مايكروسمنس/سنتيمتر)	٢٤٥–٧٥٩
٤	الملوحة (غرام/لتر)	٠,٢–٠,٤٧
٥	الكدرة (نفثالين وحدة كدرة)	٠,١–١٤٠
٦	الأوكسجين المذاب (ملغرام/لتر)	٦,١–١١
٧	المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغرام/لتر)	٢,٥–٣,٥
٨	العسرة الكلية (ملغرام/لتر)	١١٠–٦٣٥
٩	عسرة الكالسيوم (ملغرام/لتر)	٥٠–٢٤٠
١٠	الفسفور الفعال (مايكروغرام فسفور–فوسفيت/لتر)	٠,٠٢–١,٥٢
١١	النتريت (مايكروغرام نيتروجين–نتريت/لتر)	قيم غير محسوسة–٢,١
١٢	السليكا (ملغرام سليكون–سليكا/لتر)	٠,٢٣–١٠,٩
١٣	أيون الكادميوم (مايكروغرام/لتر)	(قيم غير محسوسة– ١)

تعد الطحالب قاعدة الشبكة الغذائية في جميع النظم البيئية المائية، وأكبر الكائنات المنتجة والمثبتة للطاقة الشمسية إضافة إلى توفيرها جزء كبير من الأوكسجين للمحيط الحيوي ومد الشبكة الغذائية لمجموعة واسعة من المستهلكين (هائمات حيوانية، يرقات وعذارى الحشرات والأنواع المختلفة من الأسماك) بالغذاء والطاقة اللازمة لاستمرارها(Stefels & VanBaekel,1993).غير إن هذا الدور المتميز بدء يثبط نتيجة لأسباب عديدة منها التأثير السلبي للملوثات المختلفة في قدرة الطحالب على تثبيت الطاقة الشمسية وإطلاق غاز الأوكسجين والتي من أبرزها العناصر الثقيلة ومنها الكادميوم الغير ضروري لنمو النباتات(An, 2004) والتي تشكل في الأغلب ٠,٥–٢% من مياه المجاري (المياه الصناعية والمنزلية) وقد تصل تراكيزها إلى ٤% مع غيرها من العناصر (الكروم، النحاس، النيكل،الرصاص والزنك)(Babel and Dacera, 2006) وقد تعيق الدور الإيجابي لبعض العناصر (الكالسيوم والمنغنيسيوم) (Couillard and Mercier, 1990) كونها تستخدم مكان أيوناتها في الأملاح التي تستخدمها النباتات وبهذا تؤثر سلباً على فعالياتها الفسلجية(Herber, 2004).

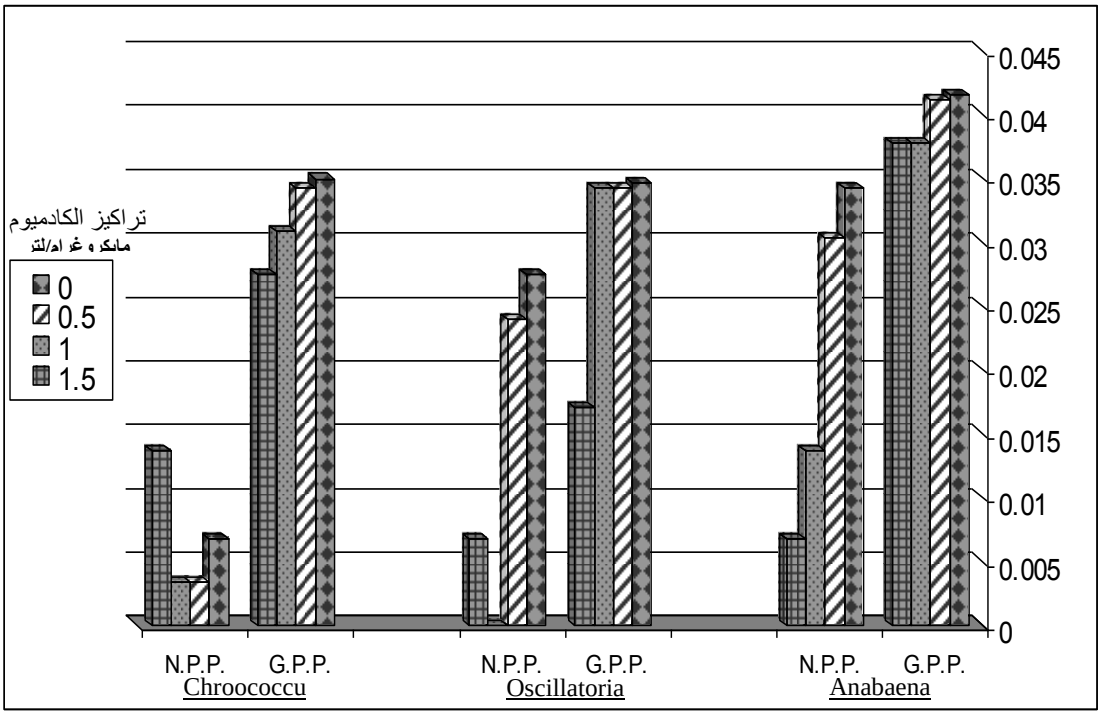
تميزت مياه نهر دجلة بانخفاض تركيز الكادميوم فيها إذ سجلت (قيم غير محسوسة– ٢٧١,٢) مايكروغرام/لتر للمدة من تشرين الأول ١٩٩٩ إلى تموز ٢٠٠٠ (عبد القادر وعبد الجبار،٢٠٠٤) فيما سجلت(قيم غير محسوسة– ٦)مايكروغرام/لتر للمدة من تشرين الثاني ٢٠٠١ إلى تشرين الأول٢٠٠٢ (عبد الجبار وجماعته،٢٠٠٦) وهي أعلى من الحدود المسموح بها لمواطن المياه العذبة غير الملوثة التي يوضحها جدول(٢) (OECD,1994)، تراجع النشاط الصناعي في المنشات الصناعية في المناطق المختلفة من حوض نهر دجلة وروافده خلال مدة البحث تشرين الثاني ٢٠٠٥ إلى كانون الأول ٢٠٠٦ أثر على تراكيز الكادميوم المسجلة (قيم غير محسوسة– ١)مايكروغرام/لتر جدول(١).

جدول (٢) التراكيز المسموح بها للكادميوم في مواطن المياه العذبة في بعض الدول

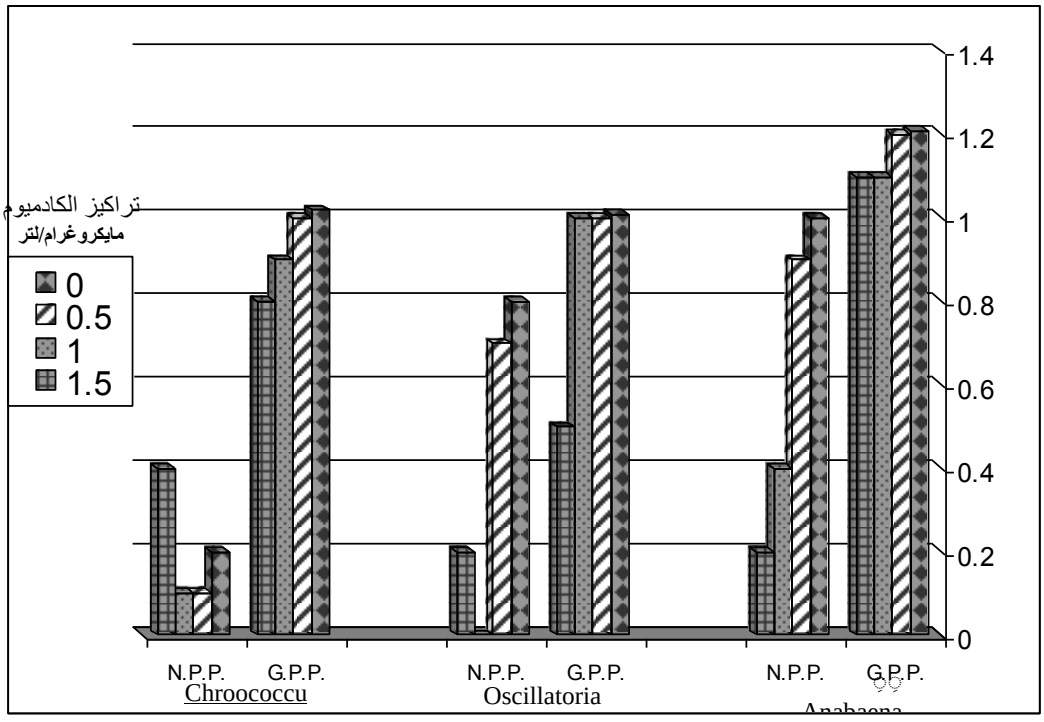
ت	الدول	التراكيز مايكروغرام/لتر
١	استراليا	٠,٢–٥
٢	كندا	٠,٢–١,٨
٣	فلندا	٥
٤	سويسرا	٥
٥	المملكة المتحدة	٥
٦	الولايات المتحدة	١,١

اتجهت بعض الدراسات منها دراستي (Levlin, 2004; Fuentes *et al.*,2004) إلى بيان هيئة تواجد الكادميوم في مياه المجاري والتي في الأغلب تكون بهيئة مؤكسدة في الظروف الهوائية وهيئات أخرى في ظروف لا هوائية وإمكانية إختزالها باستخدام النباتات المائية والطحالب القادرة على تحمل سميتها (Maine *et al*,.2001) والتي تعتمد بدرجة كبيرة على هيئتها الكيميائية ونوعية أواصرها(Fuentes *et al.*, 2006) استخدام الطحالب في التجارب الحيوية لقياس قدراتها على تحمل سمية العناصر وقدراتها على التأقلم للتراكيز السامة أظهر اعتمادها على الإلية المستخدمة في معالجة العناصر وإزالتها(Muse *et al.*,1999).

نتائج دراستنا أظهرت إنخفاض واضح في قيم الإنتاجية الأولية (إجمالي وصافي الإنتاجية الأولية) شكل(١) وتراكيز الأوكسجين المنتج شكل(٢) والتي تدرجت نسبة إلى التراكيز المستخدم من الكادميوم (٠,٥–١–١,٥) مايكروغرام/لتر المناظرة لتركيز الكادميوم في مياه النهر خلال مدة البحث جدول(١)، إذا وثقت علاقة إرتباط سلبية بين قيم الإنتاجية الأولية الممثلة بإنتاج وتثبيت الكاربون



شكل (١) معدل قيم الإنتاجية الأولية (أجمالي الإنتاجية وصافي الإنتاجية الأولية) للكاربون المثبت ضمن التراكيز المختلفة من الكادميوم.



شكل (٢) معدل قيم الإنتاجية الأولية (أجمالي الإنتاجية وصافي الإنتاجية الأولية) لغاز الأوكسجين المذاب ضمن التراكيز المختلفة من الكادميوم.

(٠,٦٢٨– عند مستوى معنوية ٠,٠٥) وإطلاق غاز الأوكسجين (٠,٦٢٧– عند مستوى معنوية ٠,٠٥) بفعل تثبيطها فعالية التركيب الضوئي ومعدلات إنتاج السكريات والأوكسجين متوافقاً مع معدلات التثبيط التي وصلت إلى ٨٠% في طحلب Chlamydomonas (Wundram *et al.*,1996).

النشاطات الصناعية والسكانية المتزايدة في الأغلب توفر ظروف بيئية غير مناسبة لنمو النباتات(Conesa *et al.*,2006) منها انخفاض الدالة الحامضية(Wong *et al.*,1998) وازدياد تراكيز المعادن(Norland and Veith, 1995)، وإن تثبيط الإنتاجية الأولية (تثبيت الكاربون وإطلاق غاز الأوكسجين) قد يكون بسبب تخلخل توازن السايتوبلازم (

اتجاه قيم الدالة الحامضية نحو الحامضية) الناجم عن دخول الكادميوم وإعادة استقطابه للغشاء البلازمي(Conner and Schimid, 2003 ; Pinto *et al.*,2003) ولذلك يتجه السايتوبلازم من خلال بعض الأليات والمكونات مثل بروتين Phytochelatian و Metallothioneins المنتجة بكميات أكبر عند دخول الكادميوم إلى داخل الخلايا (Cobbett and Goldsbrough, 2002) والذي يتكون من أحماض أمينية مثل Cysteine و Glutamate القادرة على تكوين أواصر مع المعادن باستخدام مجموعة Sulfhydryl، إذا إن بروتين Phytochelatians متخصص في الإتحاد مع الكادميوم دون غيره من المعادن (النحاس، الزيبق، الزنك والنيكل) فيما بروتين Metallothioneins مسؤول عن الخطوات اللاحقة المسيطرة على درء سمية المركب الجديد المتكون(Ha *et al.*, 1999).

إن جنس Anabaena (طحلب خيطي حاوي على خلايا متخصصة الحويصلات المغايرة Heterocyst والخلايا الساكنة Akinete cells) تميز عن جنسي Oscillatoria (خيطي غير حاوي على خلايا متخصصة) و Chroococcus (يتواجد بهيئة تجمعات) بإنتاجية أعلى جدول(٣) مسجلاً قيمه فرقاً معنوياً (عند مستوى معنوية ٠,٠٥) عن قيم إنتاجيتهما وإطلاق غاز الأوكسجين جدول(٤).غير إن جنس Chroococcus أظهر تأقلماً لتراكيز الكادميوم مسجلاً قيم أعلى لصافي الإنتاجية (0.0275 غرام كاربون/متر مربع/يوم) عند تركيز ١,٥ مايكروغرام/لتر من جنسي Anabaena و Oscillatoria (0.0068 غرام كاربون/متر مربع/يوم) إضافة إلى قيمه (٠,٠٠٣٤ غرام كاربون/متر مربع/يوم) عند تركيز ١ مايكروغرام/لتر والتي فاقت قيم صافي الإنتاجية الأولية (٠,٠٠ غرام كاربون/متر مربع/يوم) لجنس Oscillatoria ، إذا وثق في طحلب Porphyra umbilicalis التكيف لتراكيز عنصر الكادميوم(Hu, 1996).

إن مراقبة وفهم ونمذجة إمتصاص وتثبيت الكاربون وإنبعاثه مفتاح لفهم الفعاليات الحيوية والتغيرات المناخية وتفسير مراحلها(Verstraetten *et al.*, 2006) لذلك لابد من متابعة دور العناصر السامة في تقويض الإنتاجية الأولية وإطلاق غاز الأوكسجين لتحديد مدى تأقلم الأجناس وأنواعها وتكيفها عبر المواطن المائية واستخدام بعضها أدالة حيوية على التراكيز السامة لهذه العناصر واستخدام أخرى من خلال تطوير صفاتها كأداة حيوية لتخفيف تراكيز العناصر السامة ومساهمتها في تقليل أخطارها على بقية الكائنات الحية.

جدول (٣) قيم معدل إنتاج الكاربون

ت	الأجناس	تركيز الكادميوم مايكروغرام/لتر	قيم أجمالي الإنتاجية الأولية غرام/متر مربع/يوم	قيم صافي الإنتاجية الأولية غرام/متر مربع/يوم
١	Chroococcus	0.00	0.0350	0.0068
		٠,٥	٠,٠٣٤٣	٠,٠٠٣٤
		١	٠,٠٣٠٩	٠,٠٠٣٤
		١,٥	٠,٠٢٧٥	٠,٠١٣٧
٢	Oscillatoria	0.00	0.0347	0.0275
		٠,٥	0.0343	0.024
		١	0.0343	0.0000
		١,٥	0.0171	0.0068
٣	Anabaena	0.00	0.0416	0.0343
		٠,٥	0.0412	0.0304
		١	0.0378	0.0137
		١,٥	0.0378	0.0068

جدول (٤) معدل قيم إنتاج الأوكسجين

ت	الأجناس	تركيز الكادميوم مايكروغرام/لتر	قيم أجمالي إنتاج الأوكسجين ملغرام/لتر	قيم صافي إنتاج الأوكسجين ملغرام/لتر
١	Chroococcus	0.00	1.02	0.2
		٠,٥	1	0.1
		١	0.9	0.1
		١,٥	0.8	0.4
٢	Oscillatoria	0.00	1.01	0.8
		٠,٥	1	0.7
		١	1	0.00
		١,٥	0.5	0.2
٣	Anabaena	0.00	1.21	1
		٠,٥	1.2	0.9

		١	1.1	0.4
		١,٥	1.1	0.2

المصادر:

١. **اللامي، علي عبد الزهرة ؛ عبد القادر، رشدي صباح ؛ الدليمي، سهيلة صبار مخلف وعبد الجبار، رياض عباس.**٢٠٠٣.التنوع الحياتي للافقريات متفرعة اللوامس في رافد الزاب الأسفل ونهر دجلة.مجلة تكريت للعلوم الصرفة، ٩(٢):١٧-٢٧.

٢. **عبد الجبار، رياض عباس؛ اللامي، علي عبد الزهرة وعبد القادر، رشدي صباح عبد القادر.**٢٠٠٦. تراكيز بعض العناصر في مياه نهر دجلة ورافد الزاب الأسفل . مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية،٦(١):١٤٨-١٥٤.

٣. **عبد القادر، رشدي صباح.**٢٠٠٤.التقدير الكمي لتأثير بعض العناصر الثقيلة والمغذية الدقيقة في تراكيز كلوروفيل أ للهائمات النباتية في مياه نهر دجلة. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية ، ٤(٢): ٢٠٥-٢١٨.

4. **American Society for Testing and Materials** (**A.S.T.M.**). 1989. Annual book of A.S.T.M. standards, Water Printed in Easton Md. U.S.A. 1129 pp.
5. **An,Youn-Joo**.2004. Soil ecotoxicity assessment using cadmium sensitive plants. *Environ. Pollut.*, 127: 21-26.
6. **Babel, Sandhya and Dacera, Dominica del Mundo**.2006. Heavy metal removal from contaminated sludge for land application. *Wast Management*, 26: 988-1004.
7. **Cobbett, C. and Goldsbrough, P.** 2002. Phytochelatians and metal-lothioneins: roles in heavy metal detoxification and home-ostasis. *Annu. Rev. Plant Biol*., 53: 159-182.
8. **Conesa, Hector M.; Faz, Angel and Arnaaldos**.2006. Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of the semiarid cartagena-La Union mining district (SE Spain) Science of the total environmental, 366: 1-11.
9. **Conner, S. D. and Schimid, S. L.** 2003. Regulated portals of entry in to the cell. *Nature* 422: 37-44.
10. **Couillard,D. and Mercier,G**.1990. Bacterial leaching of heavy metal from sewage sludge-bioreactors comparison. *Environ. Pollut.*,66: 237-252.
11. **Desikachary, T.V.** 1958. " Cyanophyta " Indian Council of Agriculture research, New Delhi.
12. **Fuentes, Ana; Llorens, Mercedes; Saez, Jose and Aguilar, M. Isabel** .2004. Phytotoxicity and heavy metals speciation of stabilized sewage sludges. *Hazardous Materials*, A108: 161-169.
13. **Fuentes, Hna; Llorens, Mercedes; Saez, Jose; Hguilar, M. Isabel; Perez-Marn, Ana Belen; Ortuno, Juan F. and Meseguer, F.Victor**.2006. Ecotoxicity, Phytotoxicity and extractability of heavy metals from different stabilized sewage sludges. *Environ. Pollut.*, 143: 355-360.
14. **Gallon, J.R.; Larue, T.A. and Krutz, W.G**.1978. Photosynthesis and Nitrogenase activity in the Blue Green Algae Gloeocapsa. *Can. J.*, 20: 1633-1687.
15. **Golterman, H. L.; Clyamo, R. S. and Ohntad, M. A. M.** 1978. Methods for Physical and Chemical of freshwater. 2nd Edi. IBP. Hand Book No.8. Black Well Scientific Publications, Osney mead, Oxford. 213pp.
16. **Ha, S. B.; Smith, A. P.; Howden, R.; Dietrich, W. M., Bugg, S., O'Connell, M. J.; Goldsbrough, P.B. and Cobbett, C. S.** 1999. Phytochelatin synthase gene from Arabidopsis and yeast Schizosaccharomyces pombe. *Plant Cell*, 11: 1153-1164.
17. **Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C.** 1999. Free Radical in Biology and Medicine. 3rd edition. Oxford University Press, New York, 936pp.
18. **Haus,N.; Zimmermann, S.; Wiegand, J. and Sures, B.**2007. Occurrence of platinum and additional traffic related heavy metals in sediments and biota. *Chemosphere*, 66: 619-629.
19. **Herber, R.F.M.**2004.Cadmium In: Merian, E., Auke, M., Stoepple, M.(Eds). Elements and Compounds in the Environment Niley VCH,Weiheim.
20. **Hu, S.; Tang, C. H. and Wu, M.** 1996. Cadmium accumulation by several seaweed. *Sci. Total Environ.*, 187: 65-71.
21. **Lane, T. W. and Morel, F. M. M.** 2000. A biological function for cadmium in marine ditoms. *Proc. Natl. Acad. Sci.* USA, 97: 4624-4631.
22. **Levlin,E**.2004. Sustainable sludge handing-metal removal and phosphorus recovery. Available from: htt://www.lwr.kth.,access March,2004.
23. **Maine, Maria A.; Duarte, Maria V. and Suue, Noemi L**. 2001.Cadmium up take by floating macrophytes. *Wat.Res.*,35(11): 2629-2634.
24. **Muse, J.O.; Stripeikis, J.D.; Fernadez, F.M.; d' Huicque. L.; Tudino, M.B. ; Cardacci, C.N. and Troccoli, O.E.** 1999. Sea weeds in the assessment of heavy metal pollution in the Gulf San Jorge, Argentiua. *Environ. Pollut.*,104: 315-322.
25. **Norland, M.R. and Veith, D.L**.1995. Revegetation of coarse taconite iron ore tailing using municipal wast compost. *J. Hazard Mater*, 41: 123-134.
26. **OECD Environment Monograph Series.**1994. Risk Reduction Monograph No.3.Organisation for economic co-operation and development. Paris. 195 pp.
27. **Pinto, Ernani; Sigaud-Kutner, Teresa C. S.; Leitao, Maria A. S.; Okamoto, Oswaldo; Morse, David and Colepicolo, Pio.** 2003. Heavy metal- induced oxidative stress in algae(RIVIEW). *J.Phycol*., 39: 1008-1018.

28. **Prasad, M. N. V.** 1995. Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants. *Environ. Exp. Bot.*, 35: 525-545.
29. **Rippka, R.; Deruelles, J.; Waterbury, J.; Aardman, M. and Stanier, R**.1979. Generic assignments strain histories and properties of pure cultures of Cyanobacteria. *J.Can.Microbiol.*, 111: 1-61.
30. **Rolan, Robert G.** 1973. Laboratory and Field investigation in General Ecology. The Mac Millar company, New York, USA.245pp.
31. **Stefels, J. and van Boekel, W. H. M.** 1993. Production of DMS from dissolved DMSP in axenic culture of the marine phytoplankton species Phaeocystis sp**.** *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 97: 11-18.
32. **Strickland, J.D.H. and Parson, T.R.** (1972). A practical hand book of seawater analysis. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada, 310pp.
33. **Sutherland, R.A. and Tolosa, C.A.** 2000. Multi-element analysis of road deposited sediment in an urban drainage basin, Honolulu, Hawaii. *Environ. Pollut.*, 110: 483-495.
34. **Sze, Philip**.1997. A Biology of the Algae. 3rd Edition. WCB,MCG raw-Hill. Boston. 286 pp.
35. **Verstraetten, Willem; Veroustraete, Frank and Feyen,Jan**.2006 On temperature and water limitation of net ecosystem productivity: Implementation in the C-Fix model. *ECOLOGICAL MODELING*, 199: 4-22.
36. **Wong, J.W.C.; Ip, C.M. and Wong, M.H**.1998. Acid forming capacity of lead zinc mine tailings and its implications for mine rehabilitation. *Environ. Geochem. Health*, 20: 149-155.
37. **Wundram, M.; Selmar, D. and Bahadir, M.** 1996. The Chlamydomonas test: a new Phytotoxicity test based on the inhibition of algal photosynthesis enables the assessment of hazardous leachates from waste disposals in salt mines. *Chemosphere*, 32: 1623-1631.
38. **Yu, Q.; Matheickal, J. T.; Yin, P. and Kaewsarn, P.** 1999. Heavy metal capacities of common marine macro algal biomass. *Water Res.*, 33: 1534-1537.

Cadmium Effect in Some Cyanophyta Genus Primary Productivity

Rushdi Sabah Abdalkader

Biology Dept., Education College, Tikrit University, Tikrit, Iraq

Abstract:

Primary productivity one of the most important ecological activities and measures values character to habitat active and producers activity in fixation solar energy and produce food and oxygen, genus (Anabaena, Oscillatoria & Chroococcus) produce (0.0416, 0.0347 and 0.0350)**gram/m²/day** in lab condition. These values was lowing clearly with cadmium ions (cadmium nitrate) concentrations (0.5-1-1.5)**microgram/liter.** Anabaena recorded high product values (0.0412, 0.0378 and 0.037)**gram/m²/day** in all concentration (0.5-1-.5)**microgram/liter** recoding confidence difference (p=0.05) from Oscillatoria and Chroococcus primary productivity, and monitoring negative correlations between cadmium concentrations and primary productivity values (carbon produce -0.628,p=0.05; oxygen -0.627,p=0.05).