قابلية بعض انواع الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) على مراكمة بعض العناصر الثقيلة

مريم فوزي حميد* حامد طالب السعد* احمد محسن عذبي

*مركز علوم البحار/ جامعة البصرة

كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة البصرة

المستخلص :

تناولت الدرسة الحالية عزل وتشخيص ثلاثة أنواع من الطحالب الخضر- المزرقة (السيانوبكتريا) وهي *Microcystis aeruginosa* و *Hapalosiphon aureus* و *Anabaena variabilis* ومن ثم تنقية وأكثار هذه الأنواع مختبرياً للحصول على مزارع وحيدة الطحلب unialgal culture ونقية axenic لأختبار قابليتها على تركيز ومراكمة العناصر الثقيلة (النيكل Ni والكادميوم Cd والكوبلتCo) كلاً على حده وبتراكيز مختلفة (0.1 , 0.25 , 0.5 , 1.0 , 2.0) ppm ولمدة أسبوعين وقد كان طحلب *H. aureus* أكثرها تركيزاً لعنصر النيكل في التركيز (2.0) ppm المضاف أذ ركز (1.45) ppm يليه طحلب *M. aeruginosa* حيث ركز منه (1.08) ppm ثم طحلب *A. variabilis* والذي ركز (1.06) ppm وكانت هناك فروق معنوية عند مستوى الأحتمالية (0.05) في مقدار ما ركزه الطحلب بين الأنواع من جهة وبين فترة التعريض والتركيز المضاف .

أما عند أضافة محلول عنصر الكادميوم فكان طحلب *A. variabilis* أكثرها تركيزاً عند التركيز (2.0) ppm المضاف وفي نهاية التجربة أذ ركز (1.25) ppm يليه طحلب *M. aeruginosa* حيث ركز (1.02) ppm ثم طحلب *H. aureus* أذ ركز (0.58) ppm وكانت هناك فروق معنوية أيضاً بين الأنواع وبين فترة التعريض وبين التركيز المضاف أذ يزداد مقدار ماركزه كل طحلب بزيادة فترة التعريض وبزيادة التركيز المضاف .

وعند استخدام محلول ملح الكوبلت كان طحلب *H. aureus* أكثر الأنواع تركيزا لهذا لعنصر أذ بلغ مقدار ما ركزه هذا الطحلب من العنصر في نهاية التجربة (1.30) ppm يليه طحلب *M. aeruginosa* حيث ركز(1.27) ppm تلاه طحلب *A. variabilis* الذي ركز (1.0) ppm وكان مقدار ما ركزه كل طحلب يزداد بزيادة فترة التعريض كما يزداد بزيادة التركيز المضاف من العنصر.

المقدمة :

يعد تلوث البيئة بالعناصر الثقيلة Heavy metal أحد أهم صور التلوث وأخطرها التي تهدد البيئة المائية بمكوناتها الحية وغير الحية ومن ثم تؤثر على الكائنات الحية عموماً والأنسان خصوصاً وتشكل المخلفات الصناعية أحد أبرز مصادر تلوث البيئة المائية بالعناصر الثقيلة (Lustigman *et al.*, 1995) . لذا فقد اصبح التلوث بالعناصر الثقيلة مشكلة بيئية كبيرة بسبب سميتها, وعدم قدرتها على التحلل وطبيعتها الثابتة (Singh ,2008) ان تراكيز العناصر المختلفة ربما تزداد بمستويات تفوق المستويات الطبيعية بسبب اطلاق مخلفات المجاري والمخلفات الصناعية والزراعية والمنزلية وغيرها من المخلفات حيث ان من المعروف جيداً بأن هناك حدوداً مسموحاً بها لكل عنصر وأن الزيادة عن تلك الحدود يعتبر العنصر ساماً (Atte ,2004; Gadd ,1992) ان خطورة العناصر الثقيلة تكمن في كونها من الملوثات الخطرة التي يصعب ازالتها من البيئة بسهولة بالعمليات الطبيعية كمعظم الملوثات العضوية (محمود ,2008) وبيّن Nguyen *et al.*

(2005) ان تركيزها يكون كبيراً في الروافد الصغيرة بسبب ارساء الزوارق والسفن الصغيرة ,كما اشار الى ان الأحوال الجوية تمثل دوراً رئيسياً في التوزيع المعدني في مياه البحيرات وبالأخص المياه الضحلة .

وبالنظر لما تمتاز به السيانوبكتريا من قوة تحمل عالية للظروف البيئية القاسية , الا ان بعضها تكون حساسة للتلوث بواسطة المعادن الثقيلة (Murugesan *et al.* ,2008) فبالأضافة الى مساهمتها بشكل كبير في أغناء البيئة المائية بالأوكسجين المهم للكثير من الأحياء المائية والذي تطرحه كناتج عن عملية التركيب الضوئي تعد الطحالب ومعظم السيانوبكتريا مؤشر حيوي Bioindicator مهم لتلوث البيئة المائية لما لها من القدرة على تجميع الملوثات داخل أجسامها بتراكيز أعلى مما هي عليه في المحيط الخارجي الذي يعد دليلاً واضحاً على مدى تلوث ذلك الوسط أكثر مما تعطيه التحاليل الكيميائية المباشرة (Becker , 1983) .

يمكن تعريف التراكم الحيوي Bioaccumulation بأنه تركيز المواد الكيميائية داخل جسم الكائن الحي وقد تشمل هذه المواد العناصر الثقيلة والمبيدات (Kamat , 1994) وأن معظم الطحالب التي تعيش في المياه المحتوية على المعادن الثقيلة تتجه الى تركيز تلك المعادن بمستويات أعلى مما هو موجود في البيئة (Murugesan *et al.* ,2008) حيث تعرف الطحالب الدقيقة بقابليتها على تراكم المعادن الثقيلة بشكل كبير مثل النحاس والرصاص والزنك (David *et al.* ,2006) فقد طورت هذه الخلايا طرقاً طبيعية في الإستجابة للمعادن مثل النحاس والرصاص والكادميوم من خلال التراكم السلبي داخل خلاياها ومن خلال السطح مرتبطة بمجاميع وظيفية مختلفة.

تدخل المعادن الثقيلة جسم الطحلب بثلاث طرق :

البلع والإبتلاع Phagocytosis ,والإمتصاص Absorption عبر أغشية الخلية المعرضة للمياه المحيطة بها ,والإدمصاص Adsorptionحيث تتجمع المعادن على سطح المناطق المعرضة (Cobbett and Goldsbrough , 2002) .وأن للطحالب أليات مختلفة للتخلص من سمية هذه المعادن ومن هذه الأليات أن بعض الطحالب لها القدرة على تكوين مركبات مخلبية نباتية Phytochelating compounds وهي مركبات ببتيدية أوبروتينية غنية بالحامض الأميني السيتين وتكون هذه المركبات قادرة على ربط ايونات المعادن الى تركيبها منتجة معقدات المعادن .وأن هذه المركبات تبنى بواسطة أنزيم Phytochelating Synthetase , (Philip 2006).والبعض الأخر من الطحالب لها القدرة على تكوين مركبات خارج خلوية Extracellular compounds ترتبط بالمعادن حيث تحولها الى شكل غير فعال أو تقلل من فعالية الأيون (Grill *et al.* ,1987) . ومن ضمن أليات المقاومة الأخرى هي تكوين معقدات داخل خلوية أو التفاعل مع الأوكسجين أو الأمتصاص الحيوي وهذه الأليات غالباً ما تؤدي الى أزالة المعادن من البيئة الخارجية وخزنها في الكتلة الحيوية للطحالب وتراكمها (Pinto *et al.* 2003 ; Crist ,1988) فبعض الطحالب لها القدرة على تكوين مركبات عضوية داخل الخلية مثل الكربوهيدرات وهذه بدورها تعمل على الأرتباط بالمعدن ومن ثم حجزه وربطه اليها (Macfie and Welbourn , 2000) .ومن أليات المقاومة الأخرى هي تكوين أجسام متعددة الفوسفات Polyphosphate bodies داخل الخلية تبعد عن طريقها المعدن عن الموقع الفعال في الخلية (Jensen and Corre , 1993) أذ تنتج السيانوبكتريا معظم هذه الأجسام لمقاومة سمية المعادن الثقيلة من خلال حصر المعدن داخل أجسام متعددة الفوسفات (Jensen T. , 1994) كما أن هناك العديد من الدراسات التي أشارت الى أن مجموعة الكاربوكسيل الموجودة في خلايا الطحالب تكون مسؤولة عن ارتباط الأيونات المختلفة (Gardea-Torresdey *et al.* ,1996).

المواد وطرائق العمل :

جمعت العينات من مناطق مختلفة من قضاء أبي الخصيب في نهر شط العرب بواسطة قناني بلاستيكية نظيفة سعة (500) مل

ركزت عينات الطحالب واستخدمت طريقة التخطيط (Streaking method) للاوساط الصلبة وطريقة التخفيف (Dilution method) للاوساط السائلة والموضحتان من قبل (Stein ,1973) وذلك لغرض الحصول على عزلات وحيدة الطحلب (unialgal cultures) وحضنت في حاضنة مضاءة شدة أضاءتها (130-150) مايكروأنشتاين م^{2} /ثا^{2} بفترة أضاءة (16 ضوء: 8 ظلام) ساعة بدرجة حرارة(27±2)مْ لحين ظهور النمو بعدها صنفت الطحالب اعتماداً على المصادر التالية ; Prescott ,1975; (Desikachary ,1959, Bourrly ,1980) بعدها نقيت العزلات من الجراثيم والفطريات بالاعتماد على الطريقة الموصوفة من قبل (Wedeman *et al*.1984) , بعد الحصول على عزلات وحيدة الطحلب نقية زرعت تلك العزلات بأستخدام الوسط الزرعي Chu 10 – لحين الحصول على نمو جديد .

حضرت محاليل قياسية بتركيز 1000 mg/l لأيونات العناصر الثقيلة وهي الكادميوم (Cd) والكوبلت (Co) والنيكل (Ni) بأذابة عنصر الكادميوم Cd metal وكلوريد الكوبلت المائي $CoCl_2.6H_2O$ ونترات النيكل($Ni(NO_3).6H_2O$)في الماء الخالي من الأيونات , ومنها حضرت التراكيز (0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0) mg/l لكل عنصر من العناصر الثلاثة .

حضرت دوارق حجمية سعة 250 مل يحتوي كل منها على150 مل من الوسط الزرعي السائل المعقم ولقح كل دورق بـ 15 مل من المزرعة النقية وتركت الدوارق لمدة يومين لغرض أتاحة الفرصة للأنواع الطحلبية للتأقلم بعدها تمت أضافة تراكيز العناصر الثقيلة الى المزارع وحضنت في حاضنة هزازة وبدرجة حرارة (27±2) مه مع فترات أضاءة (16ضوء : 8 ظلام) لمدة أسبوعين وتم تحديد تراكيز العناصر الثقيلة المدروسة في كل من الطحالب والوسط الزرعي في نهاية كل أسبوع من التجربة وذلك بترشيح (75) مل من المزعة الطحلبية المعاملة بجهاز الترشيح الكهربائي وبأستخدام أوراق الترشيح من نوع Millipore حجم ثقوبها (0.45) مايكرومتر والمعروف وزنها مسبقاً وذلك لفصل الطحالب عن الراشح ,حيث حفظ الراشح (الوسط الزرعي) في قناني بلاستيكية نظيفة لغرض قياس تراكيز أيونات العناصر الثقيلة فيه.

بعد الحصول على الراشح من الفقرة السابقة قيست تراكيز أيونات العناصر الثقيلة فيه بأستخدام جهاز طيف الأمتصاص الذري اللهبي Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (F.A.A.S.).

بعد القيام بعملية الترشيح تترك أوراق الترشيح والحاوية على الطحالب لتجف بدرجة حرارة الغرفة وبعد الجفاف توزن الورقة لمعرفة وزن الطحالب . قيست تراكيز العناصر الثقيلة المتراكمة في الطحالب وحسب طريقة APHA (1995) بأخذ الطحالب المعروفة الوزن مسبقاً ووضعها في أنابيب زجاجية نوع (Pyrex) ذات حجم (25) مل بعدها يضاف الى كل أنبوبة نسبة (3:1) من الحامضين $HClO_4$: HNO_3 ثم ترج الأنابيب وتغطى فوهتها بسداد زجاجي وتترك لمدة (24) ساعة تحت مفرغة الهواء ,تنقل الأنابيب الى حمام مائي لمدة نصف ساعة لتسريع عملية الهضم ثم يضاف لها بعد أخراجها من الحمام المائي من (2-3) مل من الماء المقطر الخالي من الأيونات . توضع بعدها الأنابيب على سطح ساخن (Hot plate) بدرجة حرارة (70) مه الى أن يصل الحجم الى(2) مل مع مراعاة عدم الوصول الى الجفاف . فأذا كان هناك راسب في الأنابيب فنستخدم جهاز الطرد المركزي للتخلص من الراسب , أما أذا لم يكن هناك راسب فيكمل الحجم الى أن يصل الى (5) مل بالماء المقطر الخالي من الأيونات ,تنقل العينات الى قناني بلاستيكية نظيفة لحين القياس بجهاز طيف الأمتصاص الذري اللهبي .

النتائج :

أظهرت النتائج قابلية السيانوبكتريا على تركيز أيونات العناصر الثقيلة (Co ,Cd , Ni) داخل أجسامها وأختلفت التراكيز المتراكمة فيها والتراكيز المتبقية في الوسط الزرعي أختلافاً معنوياً ($P<0.05$) بأختلاف نوع العنصر والتركيز المضاف ونوع الطحلب وفترة التعريض حيث كان تأثير الطحالب المدروسة واضحاً على هذه العناصر للانواع الثلاثة المستخدمة وعلى مدى

أسبوعين من الزرع حيث كانت الزيادة التدريجية بالتركيز داخل الطحلب واضحة والتي يقابلها نقصان تدريجي بالتركيز في الوسط الزرعي للطحلب مع وجود بعض التفاوت .

النيكل :

كانت نتائج تأثير الطحالب المدروسة على هذا العنصر متفاوتة بين الأسبوعين إلا أنه بصورة عامة هناك نقصان بالتركيز في الوسط الزرعي يقابله زيادة التركيز في الطحلب .

ففي طحلب *H.aureus* أشارت النتائج الى أنه في نهاية الأسبوع الأول من التجربة لم يستطع الطحلب أن يركز أي مقدار من التركيز (0.1) ppm المضـــاف ,جدول(1), بينما في نهاية الأســـبوع الثاني ركز الطحلب منه مامقداره (0.01) ppm وبنســـبة 10 % ,جدول (2) .وفي التركيز (0.25) ppm المضـاف ركز الطحلب منه في نهاية الأسبوع الأول (0.05) ppm أي بنسبة 20 % وأرتفعت هذه النسبة الى 28 % في نهاية الأسبوع الثاني وبمقدار (0.07) ppm أما في التركيز (0.5) ppm المضـاف فقد بلغت نسبة تركيز الطحلب في نهاية الأسبوع الأول 44 % أي بمقدار (0.22) ppm وفي نهاية الأســـبوع الثاني أرتفعت النســـبة الى 56 % أي بمقدار (0.28) ppm . وهكذا بالنسـبة للتركيزين الأخرين (1.0 و 2.0) ppm المضـافين فقد ركز الطحلب منهما بنســـبة (56 و 60) % على التوالي في نهاية الأســـبوع الأول أي مامقداره (0.56 و 1.20) ppm و (63 و 72) %في نهاية الأسبوع الثاني والذي يمثل مقدار(0.63 و1.45) ppm على التوالي .

بينما في الوسـط الزرعي لطحلب *H.aureus* فكانت التراكيز المتبقية فبه في نهاية الأسـبوع الأول من التجربة (0.09 , 0.18 , 0.20 , 0.40 , 0.66) ppm للتراكيز , 0.5 , 1.0, 2.0) (0.1 , 0.25 ppm المضـــافة ,جدول (1) , والتي اســـتمرت في الأنخفاض لتصـــل في نهاية الأســـبوع الثـاني الى (0.06 , 0.15 , 0.19 , 0.28 , 0.43) ppm على التوالي للتراكيز المضافة نفسها,جدول(2) .

جدول (1) : تراكيز عنصر النيكل في طحلب *H.aureus* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر النيكل المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.00	0.00	0.0000	0.10 – 0.07	0.09	0.0153
0.25	0.06 – 0.04	0.05	0.0100	0.19 – 0.17	0.18	0.0100
0.50	0.23 – 0.20	0.22	0.0153	0.21 – 0.20	0.20	0.058
1.00	0.58 – 0.54	0.56	0.0208	0.42 – 0.36	0.40	0.0346
2.00	1.23 - 1.17	1.20	0.0306	0.68 – 0.64	0.66	0.0208

R.L.S.D التركيز*النوع*الوقت*التركيز المضاف = 0.0325

جدول (2) : تراكيز عنصر النيكل في طحلب *H.aureus* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر النيكل المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.02 – 0.01	0.01	0.0058	0.08 – 0.05	0.06	0.0173
0.25	0.08 – 0.05	0.07	0.0153	0.18 – 0.12	0.15	0.0306
0.50	0.29 – 0.27	0.28	0.0115	0.20 – 0.19	0.19	0.058
1.00	0.66 – 0.61	0.63	0.0252	0.30 – 0.26	0.28	0.0208
2.00	1.47 – 1.44	1.45	0.0153	0.43 – 0.42	0.43	0.0058

R.L.S.D. التركيز*النوع*الوقت*التركيز المضاف = 0.0325

أما طحلب *M.aeruginosa* فقد بلغت نسبة تركيزه لعنصر النيكل في التركيز (0.1) ppm المضاف هي 10 % في نهاية الأسبوع الأول ,جدول (3) , لتصل الى 30 % في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول (4) .أما في التركيز (0.25) ppm المضـــاف فكانت نســـبة تركيزه في نهاية الأسبوع الأول 24 % أي بمقدار (0.06) ppm مرتفعةً الى 48 % في نهاية الأسبوع الثاني أي بمقدار (0.12) ppm . وفي التركيز (0.5) ppm المضاف بلغت نسبة التركيز36 % في نهاية الأسبوع الأول أي (0.18) ppm و 56 % في نهاية الأسبوع الثاني أي بمقدار (0.28) ppm . وهكذا بالنســـبة للتركيزين المضـــافين من النيكل (1.0 , 2.0) ppm فقد ركز طحلب *M.aeruginosa* منهما (0.28 , 0.98) ppm على التوالي في نهاية الأســـبوع الأول أي بنسبة (28 , 49) % و(0.35 , 1.08)ppm في نهاية الأسبوع الثاني أي بنسبة (35 , 54) % .

وفي الوســـط الزرعي لطحلب *M.aeruginosa* كانت التراكيز في نهاية الأســـبوع الأول , جدول (3) كما يلي (0.08, 0.16, 0.3 , 0.63 , 0.78) ppm للتراكيز المضـافة على التوالي والتي أنخفضـــت في نهاية الأســـبوع الثاني الى (0.04 , 0.10 , 0.20 , 0.42 , 0.63) ppmعلى التوالي ,جدول (4) .

جدول (3) : تراكيز عنصر النيكل في طحلب *M.aeruginosa* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر النيكل المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.01	0.01	0.0000	0.09 – 0.06	0.08	0.0153
0.25	0.07 – 0.05	0.06	0.0115	0.16	0.16	0.0000
0.50	0.19 – 0.16	0.18	0.0153	0.33 – 0.27	0.30	0.0306
1.00	0.29 – 0.27	0.28	0.0115	0.64 – 0.62	0.63	0.0115
2.00	0.99 – 0.96	0.98	0.0173	0.80 – 0.75	0.78	0.0265

R.L.S.D. التركيز*النوع*الوقت*التركيز المضاف = 0.0325

جدول (4) : تراكيز عنصر النيكل في طحلب*M.aeruginosa* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر النيكل المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.04 – 0.03	0.03	0.0100	0.05 – 0.02	0.04	0.0153
0.25	0.14 – 0.11	0.12	0.0153	0.10 – 0.09	0.10	0.0058
0.50	0.29 – 0.27	0.28	0.0115	0.21 – 0.19	0.20	0.0115
1.00	0.36 – 0.35	0.35	0.0058	0.44 – 0.38	0.42	0.0321
2.00	1.09 – 1.06	1.08	0.0153	0.64 – 0.63	0.63	0.0058

R.L.S.D. التركيز*النوع*الوقت*التركيز المضاف = 0.0325

وفي طحلب *A.variabili* جدول(5) أذ بلغت نسبة تركيزه للعنصر في التركيز (0.1) ppm المضـاف في نهاية الأسـبوع الأول هي (0.02) ppm وبنسـبة 20 % والتي أرتفعت لتصـل الى (0.04) ppm وبنسـبة 40 % في نهاية الأسـبوع الثاني ,جدول (6) .أما في التركيز ppm (0.25) المضـاف فقد بلغت نسـبة تركيز الطحلب له في نهاية الأسـبوع الأول 32 % وبمقدار (0.08) ppm وأرتفعت الى 76 % وبمقدار (0.19) ppm في نهاية الأسـبوع الثاني. وفي التركيز (0.50) ppm فكانت نسـبة تركيز الطحلب من عنصـر النيكل في نهاية الأسـبوع الأول 43 % وبمقدار (0.17) ppm وفي نهاية الأسـبوع الثاني كانت 64 % وبمقدار (0.32) ppm وفي التركيزين (1.0 , 2.0) ppm المضافين أرتفعت نسبة تركيز الطحلب من (32 , 51) %

على التوالي وبمقدار(0.32 , 1.02) ppm في نهاية الأسبوع الأول لتصل الى (42 – 53) % وبمقدار (0.42 – 1.06) ppm في نهاية الأسبوع الثاني .
أما في الوسط الزرعي لطحلب *A.variabilis* كانت التراكيز في نهاية الأسبوع الأول , جدول (5) للتراكيز المضـــافة نفســـها هي (0.06 , 0.12 , 0.28 , 0.52 , 0.81) ppm والتي أنخفضـت في نهاية الأسـبوع الثاني ,جدول (6) الى (0.02, 0.04, 0.16, 0.31, 0.43) ppm على التوالي .

جدول (5) : تراكيز عنصر النيكل في طحلب *A.variabilis* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر النيكل المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.03 – 0.01	0.02	0.0115	0.07 – 0.04	0.06	0.0153
0.25	0.10 – 0.07	0.08	0.0153	0.14 – 0.09	0.12	0.0252
0.50	0.18 – 0.16	0.17	0.0115	0.30 – 0.27	0.28	0.0173
1.00	0.35 – 0.28	0.32	0.0351	0.56 – 0.49	0.52	0.0351
2.00	1.06 – 0.99	1.02	0.0379	0.82 – 0.79	0.81	0.0153

التركيز*النوع*الوقت*التركيز المضاف = 0.0325

جدول (6) : تراكيز عنصر النيكل في طحلب *A.variabilis* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر النيكل المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.05 – 0.02	0.04	0.0173	0.02 – 0.01	0.02	0.0058
0.25	0.20 – 0.16	0.19	0.0231	0.04	0.04	0.0000
0.50	0.33 – 0.31	0.32	0.0100	0.19 – 0.13	0.16	0.0306
1.00	0.42	0.42	0.0000	0.33 – 0.30	0.31	0.0173
2.00	1.08 – 1.04	1.06	0.0208	0.44 – 0.41	0.43	0.0153

R.L.S.D. التركيز*النوع*الوقت*التركيز المضاف = 0.0325

الكادميوم

أظهرت نتائج تعريض الطحالب الى تراكيز مختلفة من ايونات الكادميوم في أثناء فترات القياس وجود أختلافات معنوية ($P<0.05$) بين التراكيز المتراكمة بأختلاف الأنواع والتراكيز المضافة وفترات التعرض. فكانت نتائج تأثير الطحالب على هذا العنصر متفاوتة بصورة عامة فمن ملاحظة النتائج في نهاية المدة لجميع التراكيز تبين أن طحلب *A.variabilis* كان أكثر ها تركيزاً لهذا العنصر من بين الأنواع الأخرى فعند ملاحظة الجدول (7) نجد أن تركيز الطحلب لهذا العنصر في نهاية الأسبوع الأول للتركيز (0.1) ppm المضاف كان (0.01) ppm أي مايعادل نسبة 10% وفي التركيز (0.25) ppm المضاف كان مقدار ماركزه الطحلب (0.05) ppm أي بنسبة 20 % أما في التركيز (0.50) ppm المضاف فقد ركز الطحلب ppm (0.12) وبنسبة تبلغ 24% وهكذا بالنسبة للتركيز (1.0) ppm المضاف ركز الطحلب منه (0.32) ppm أي بنسبة 32 % وفي التركيز (2.0) ppm المضاف ركز الطحلب منه (0.78) ppm أي مايعادل 39 % . اذ يلاحظ أن تركيز الطحلب للعنصر في نهاية الأسبوع الأول يزداد بزيادة التركيز .

أما في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول (8) فنلاحظ زيادة تركيز الطحلب للعنصر لكل التراكيز المضافة عن مثيلاتها في نهاية الأسبوع الأول وبنسب مختلفة حيث في التركيز (0.1) ppm المضاف زادت النسبة من 10 – 50 % أي أن الطحلب ركز (0.05) ppm منه , وفي التركيز (0.25) ppm المضاف أرتفعت النسبة من 20 – 48 % أي أن مقدار ماركزه الطحلب هو (0.12) ppm . وكذلك في التركيز (0.5) ppm المضاف أرتفعت النسبة الى 64 % أي ما يعادل (0.32) ppm وهكذا بالنسبة الى التركيزين (1.0 , 2.0) ppm المضافين فقد ركز الطحلب منهما (0.58 , 1.25) ppm على التوالي وبنسب (58 , 62) % .

والحالة معكوسة في الوسط الزرعي لطحلب *A.variabilis* حيث نلاحظ في نهاية الأسبوع الأول ,جدول (7) , التراكيز مرتفعة (0.06 , 0.13 , 0.32 , 0.62 , 1.02) ppm للتراكيز

المضـافة (0.1 , 0.25 , 0.5 , 1.0 , 2.0) ppm على التوالي لكنها في نهاية الأسـبوع الثاني ,جدول (8) ,شكل (3 – 16) أنخفضت كثيراً لتصل الى(0.03 ,0.06 , 0.12 , 0.32 , 0.60) على التوالي لنفس التراكيز المضافة .

جدول (7) : تراكيز عنصر الكادميوم في طحلب *A.variabilis* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر الكادميوم المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.02 – 0.00	0.01	0.0100	0.07 – 0.06	0.06	0.0050
0.25	0.08 – 0.03	0.05	0.0289	0.14 – 0.12	0.13	0.0115
0.50	0.14 – 0.10	0.12	0.0208	0.34 – 0.30	0.32	0.0208
1.00	0.33 – 0.31	0.32	0.0115	0.67 – 0.58	0.62	0.0473
2.00	0.78 – 0.77	0.78	0.0058	1.04 – 1.00	1.02	0.0208

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيزالمضاف = 0.0354

جدول (8) : تراكيز عنصر الكادميوم في طحلب *A.variabilis* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر الكادميوم المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.05 – 0.04	0.05	0.0058	0.04 – 0.01	0.03	0.0153
0.25	0.13 – 0.10	0.12	0.0153	0.07 – 0.05	0.06	0.0115
0.50	0.34 – 0.29	0.32	0.0265	0.12 – 0.11	0.12	0.0058
1.00	0.60 – 0.55	0.58	0.0252	0.35 – 0.31	0.32	0.0231
2.00	1.27 – 1.23	1.25	0.0200	0.62 – 0.59	0.60	0.0173

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيزالمضاف = 0.0354

وفي طحلب *M.aeruginosa* ففي نهاية الأسبوع الأول ,جدول(9) لم يركز الطحلب أي مقدار من العنصر في التركيز(0.1) ppm المضاف بينما في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول (10) أرتفعت نسبة تركيز الطحلب للعنصر لنفس التركيز المضاف الى 30 % أي أن الطحلب ركز بمقدار (0.03) ppm. وفي التركيز (0.25) ppm المضاف ركز الطحلب في نهاية الأسبوع الأول (0.03) ppm وبنسبة 12 % والتي وصلت في نهاية الأسبوع الثاني الى 28 % وبمقدار (0.07) ppm. وفي التركيز (0.5) ppm المضاف ركز الطحلب (0.09) ppm وبنسبة 18 % في نهاية الأسبوع الأول والتي أرتفعت في نهاية الأسبوع الثاني الى 36 % وبمقدار (0.18) ppm. وهكذا بالنسبة للتركيز (1.0) ppm فكان تركيز الطحلب للعنصر (0.16) ppm في الأسبوع الأول وبنسبة 16 % والتي ارتفعت في الأسبوع الثاني الى 36 % وبمقدار (0.36) ppm اما التركيز(2.0) المضاف والذي ركز منه الطحلب في نهاية الأسبوع الأول (0.55) ppm وبنسبة 27.5 % وفي نهاية الأسبوع الثاني ركز (1.02) ppm وبنسبة 51 % .

أما في الوسط الزرعي لطحلب *M.aeruginosa* نجد أن تراكيز العنصر في نهاية الأسبوع الأول ,جدول(9) كانت (0.09 , 0.20 , 0.38 , 0.73 , 1.37) ppm للتراكيز المضافة (0.1 , 0.25 , 0.5 , 1.0 , 2.0) ppm على التوالي لكنها في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول (10) أنخفضت عما كانت عليه في نهاية الأسبوع الأول لتصل الى (0.06 , 0.15 , 0.28 , 0.52 , 0.98) ppm على التوالي .

جدول (9) : تراكيز عنصر الكادميوم في طحلب *M.aeruginosa* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر الكادميوم المضاف (ppm)	ركيز العنتصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.00	0.00	0.0000	0.10 – 0.08	0.09	0.0115
0.25	0.05 – 0.02	0.03	0.0153	0.23 – 0.18	0.20	0.0265
0.50	0.09	0.09	0.0000	0.40 – 0.37	0.38	0.0153
1.00	0.16 – 0.15	0.16	0.0058	0.77 – 0.71	0.73	0.0321
2.00	0.56 – 0.54	0.55	0.0100	1.41 – 1.33	1.37	0.0404

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيزالمضاف = 0.0354

جدول (10) : تراكيز عنصر الكادميوم في طحلب*M.aeruginosa* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر الكادميوم المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.04 – 0.02	0.03	0.0115	0.06 – 0.05	0.06	0.0058
0.25	0.09 – 0.05	0.07	0.0208	0.17 – 0.14	0.15	0.0173
0.50	0.18	0.18	0.0000	0.31 – 0.26	0.28	0.0265
1.00	0.36 – 0.35	0.36	0.0058	0.55 – 0.49	0.52	0.0306
2.00	1.06 – 0.98	1.02	0.0404	0.99 – 0.96	0.98	0.0153

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0354

أما في طحلب *H.aureus* فأن مقدار ماركزه من عنصر الكادميوم في نهاية الأسبوع الأول من التجربة , جدول(11) من التركيز (0.1) ppm المضـــاف كان (0.01) ppm وبنســبة 10 % وفي نهاية الأسبوع الثاني ,جدول(12) وصلت نسبة ماركزه من نفس التركيز المضـاف الى 50 % وبمقدار(0.05) ppm , وفي التركيز (0.25) ppm المضـــاف ركز الطحلب في نهاية الأسـبوع الأول (0.09) ppm وبنسـبة 36 % والتي لم تتغير في نهاية الأسـبوع الثاني ,أما في التركيز (0.5) ppm المضـاف ركز الطحلب منه في نهاية الأسبوع الأول من الإضـافة (0.18) ppm وبنسبة 36 % وفي نهاية الأسبوع الثاني أرتفع مقدار ماركزه الطحلب ليصل الى (0.24) ppm وبنسبة 45 % , وفي التركيز (1.0) ppm المضاف ركز الطحلب منه في نهاية الأسبوع الأول (0.26) ppm وبنسبة26 % وفي نهاية الأسبوع الثاني كان تركيزه (0.52) ppm وبنسبة 52 % , وفي التركيز المضـاف الأخير (2.0) ppm ركز منه الطحلب في نهاية الأسبوع الأول (0.32) ppm بنسبة 16 % والتي وصلت في نهاية الأسبوع الثاني الى (0.58) ppm بنسبة 29 % .

وفي الوســـط الزرعي لهذا الطحلب كانت التراكيزفي نهاية الأســـبوع الأول ,جدول(11) للتراكيز المضـافة نفسـها هي (0.07 , 0.29 , 0.30 , 0.66 , 0.82) ppm والتي وصـلت في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول(12) الى(0.03 , 0.10 , 0.22 , 0.43 , 0.70) .

جدول (11) : تراكيز عنصر الكادميوم في طحلب*H.aureus* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر الكادميوم المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.03 – 0.00	0.01	0.0153	0.08 – 0.06	0.07	0.0100
0.25	0.09 – 0.08	0.09	0.0058	0.32 – 0.26	0.29	0.0300
0.50	0.22 – 0.16	0.18	0.0321	0.31 – 0.30	0.30	0.0058
1.00	0.27 – 0.25	0.26	0.0624	0.69 – 0.64	0.66	0.0436
2.00	0.33 – 0.32	0.32	0.0153	0.84 – 0.79	0.82	0.0265

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0354

جدول (12) : تراكيز عنصر الكادميوم في طحلب*H.aureus* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر الكادميوم المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.07 – 0.04	0.05	0.0173	0.03 – 0.02	0.03	0.0058
0.25	0.11 – 0.06	0.09	0.0265	0.12 – 0.09	0.10	0.0173
0.50	0.27 – 0.22	0.24	0.0252	0.24- 0.20	0.22	0.0208
1.00	0.59 – 0.47	0.52	0.0115	0.48 – 0.40	0.43	0.0265
2.00	0.60 – 0.57	0.58	0.0058	0.72 – 0.68	0.70	0.0200

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0354

الكوبلت

أظهرت النتائج في نهاية مدة الحضن أن طحلب *H.aureus* كان أكثر الأنواع تركيزاً لعنصر الكوبلت إذ أن قيمه كانت أعلى من قيم باقي الأنواع في نهاية المدة .ففي نهاية الأسبوع الأول ,جدول (13) لم يستطع الطحلب أن يركز أي مقدار من التركيز (0.1) ppm المضاف بينما

وصلت نسبة تركيزه في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول(14) لنفس التركيز المضاف الى 60 % أي مامقداره (0.06) ppm . وفي التركيز (0.25) ppm المضاف ركز الطحلب في نهاية الأسبوع الأول (0.06) ppm وبنسبة 24 % والتي وصلت الى 60 % في نهاية الأسبوع الثاني وبمقدار (0.15) ppm , أما في التركيز المضاف ركز الطحلب منه (0.13) ppm في نهاية الأسبوع الأول وبنسبة 26 % وفي نهاية الأسبوع الثاني ركز الطحلب (0.22) ppm وبنسبة 44 % , وفي التركيز (1.0) ppm المضاف ركزالطحلب منه في نهاية الأسبوع الأول (0.21) ppm أي ما نسبته 21 % وفي نهاية الأسبوع الثاني كانت النسبة 38 % وبمقدار (0.38) ppm , وأخيراً في التركيز (2.0) ppm المضاف ركز الطحلب (0.90) ppm منه في نهاية الأسبوع الأول بنسبة 45 % بينما في نهاية الأسبوع الثاني ركز منه (1.30) ppm أي بنسبة 65 % .

بينما في الوسط الزرعي لهذا الطحلب كانت التراكيز في نهاية الأسبوع الأول ,جدول(13) كالتالي :(0.09 , 0.15 , 0.30 , 0.65 , 1.05) ppm لكنها في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول(14) أنخفضت لتصبح (0.03 , 0.08 , 0.22 , 0.52 , 0.60) ppm على التوالي للتركيز المضافة (0.1 , 0.25 , 0.5 , 1.0 , 2.0) ppm على التوالي .

جدول (13) : تراكيز عنصر الكوبلت في طحلب*H.aureus* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر الكوبلت المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.00	0.00	0.0000	0.11 – 0.08	0.09	0.0153
0.25	0.06 – 0.05	0.06	0.0058	0.17 – 0.13	0.15	0.0208
0.50	0.15 – 0.12	0.13	0.0153	0.31 – 0.29	0.30	0.0115
1.00	0.22 – 0.20	0.21	0.0115	0.65 – 0.64	0.65	0.058
2.00	0.93 – 0.87	0.90	0.0306	1.08 – 0.99	1.05	0.0493

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0342

جدول (14) : تراكيز عنصر الكوبلت في طحلب*H.aureus* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر الكوبلت المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.08 – 0.04	0.06	0.0208	0.03 – 0.02	0.03	0.0058
0.25	0.16 – 0.14	0.15	0.0115	0.09 – 0.07	0.08	0.0100
0.50	0.23 – 0.20	0.22	0.0153	0.25 – 0.18	0.22	0.0315
1.00	0.41 – 0.35	0.38	0.0306	0.53 – 0.51	0.52	0.0115
2.00	1.33 – 1.29	1.30	0.0231	0.63 – 0.56	0.60	0.0361

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0342

وفي طحلب *M.aeruginosa* ركز الطحلب من عنصر الكوبلت في نهاية الأسبوع الأول , جدول (15) من التركيز (0.1) ppm المضاف ركز منه (0.01) ppm وبنسبة 10 % وفي نهاية الأسبوع الثاني ,جدول(16) , ركز منه (0.03) ppm أي أن نسبته أرتفعت الى 30 % . أما في التركيز (0.25) ppm المضاف ركز الطحلب منه في نهاية الأسبوع الأول (0.09) ppm بنسبة 36 % لتصل الى (0.12) ppm وبنسبة 48 % في نهاية الأسبوع الثاني . وفي التركيز (0.5) ppm المضاف ركز الطحلب (0.19) ppm في نهاية الأسبوع الأول أي بنسبة 38 % وفي نهاية الأسبوع الثاني ركز (0.26) ppm وبنسبة 52 % . وهكذا في التركيز (1.0) ppm المضاف والذي ركز منه الطحلب (0.31) ppm في نهاية الأسبوع الأول وبنسبة 31 % و (0.41) ppm في نهاية الأسبوع الثاني وبنسبة 41 % . وفي التركيز (2.0) ppm المضاف في نهاية الأسبوع الأول ركز الطحلب (0.82) ppm بنسبة 41 % و (1.27) ppm بنسبة 63 % في نهاية الأسبوع الثاني .

وفي الوسط الزرعي لطحلب *M.aeruginosa* كانت تراكيز عنصر الكوبلت في نهاية الأسبوع الأول جدول(15) للتراكيز المضافة نفسها هي (0.04 , 0.18 , 0.28, 0.36, 1.08) ppm والتي أنخفضت في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول(16) , عما كانت عليه لتصل الى (0.01 , 0.10 , 0.15 , 0.26 , ppm) 0.71.

جدول (15) : تراكيز عنصر الكوبلت في طحلب*M.aeruginosa* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر الكوبلت المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.01 – 0.00	0.01	0.0058	0.06 – 0.03	0.04	0.0153
0.25	0.10 – 0.08	0.09	0.0115	0.18 – 0.17	0.18	0.0084
0.50	0.21 – 0.17	0.19	0.0208	0.29 – 0.26	0.28	0.0153
1.00	0.31	0.31	0.0000	0.37 – 0.34	0.36	0.0173
2.00	0.85 – 0.78	0.82	0.0361	1.10 – 1.05	1.08	0.0265

R.L.S.D للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0342

جدول (16) : تراكيز عنصر الكوبلت في طحلب*M.aeruginosa* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر الكوبلت المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.05 – 0.02	0.03	0.0153	0.01	0.01	0.0000
0.25	0.14 – 0.11	0.12	0.0153	0.13 – 0.08	0.10	0.0265
0.50	0.28 – 0.23	0.26	0.0252	0.16 – 0.13	0.15	0.0153
1.00	0.42 – 0.40	0.41	0.0115	0.27 – 0.24	0.26	0.0173
2.00	1.30 – 1.25	1.27	0.0265	0.72 – 0.70	0.71	0.0115

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0342

وأخيراً في طحلب *A.variabilis* كان تركيز االطحلب من عنصـــر الكوبلت من التركيز (0.1) ppm المضـاف في نهاية الأسبوع الأول ,جدول(17) , هو (0.02) ppm بنسبة 20 % أما في نهاية الأســـبوع الثاني ,جدول(18), فكان تركيزه (0.03) ppm بنســـبة 30 % .وفي التركيز(0.25) ppm المضاف في نهاية الأسبوع الأول ركز الطحلب (0.10) ppm منه بنسبة 40 % لتصل الى 60 % في نهاية الأسبوع الثاني أي بمقدار(0.15) ppm. وفي التركيز (0.5) ppm المضـــاف ركز الطحلب (0.17) ppm منه في نهاية الأســـبوع الأول وبنســـبة 34 % و

(0.20) ppm وبنسبة 40 % في نهاية الأسبوع الثاني .أما في التركيز (1.0) ppm المضاف فكان تركيز الطحلب منه في نهاية الأسبوع الأول (0.38) ppm أي بنسبة 38 % و (0.46) ppm في نهاية الأسبوع الثاني وبنسبة 46 % . وأخيراً في التركيز (2.0) ppm المضاف ركز الطحلب منه (0.72) ppm في نهاية الأسبوع الأول وبنسبة 36 % وركز (1.0) ppm في نهاية الأسبوع الثاني وبنسبة 50 % .

وفي الوسط الزرعي له كانت التراكيز في نهاية الأسبوع الأول ,جدول(17) , مرتفعة قليلاً وهي (0.02 , 0.16 , 0.37 , 0.52 , 1.06) ppm أما في نهاية الأسبوع الثاني ,جدول (18) , أصبحت التراكيز (0.01 , 0.10 , 0.26 , 0.33 , 0.82) ppm على التوالي .

جدول (17) : تراكيز عنصر الكوبلت في طحلب *A.variabilis* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الأول

تركيز عنصر الكوبلت المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الأول			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الأول		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.03 – 0.00	0.02	0.0173	0.02	0.02	0.0000
0.25	0.11 – 0.09	0.10	0.0115	0.17 – 0.16	0.16	0.0058
0.50	0.18 – 0.16	0.17	0.0100	0.39 – 0.36	0.37	0.0173
1.00	0.42 – 0.35	0.38	0.0361	0.53 – 0.50	0.52	0.0153
2.00	0.73 – 0.69	0.72	0.0231	1.07 – 1.05	1.06	0.0100

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0342

جدول (18) : تراكيز عنصر الكوبلت في طحلب *A.variabilis* ووسطه الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني

تركيز عنصر الكوبلت المضاف (ppm)	تركيز العنصر في الطحلب في نهاية الأسبوع الثاني			تركيز العنصر في الوسط الزرعي في نهاية الأسبوع الثاني		
	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري	مدى التركيز	المعدل	الأنحراف المعياري
0.10	0.04 – 0.03	0.03	0.0058	0.02 – 0.00	0.01	0.0100
0.25	0.17 – 0.13	0.15	0.0208	0.12 – 0.08	0.10	0.0208
0.50	0.21 – 0.19	0.20	0.0115	0.27 – 0.25	0.26	0.0100
1.00	0.47 – 0.46	0.46	0.0058	0.33 – 0.32	0.33	0.0058
2.00	1.04 – 0.98	1.00	0.0321	0.84 – 0.79	0.82	0.0252

R.L.S.D. للتركيز*الوقت*النوع*التركيز المضاف = 0.0342

المناقشة :

النيكل

لوحظ من النتائج أن هناك تفاوتاً في تأثر الطحالب المدروسة بالعنصر أذ أن تأثير أيونات المعادن الثقيلة يختلف من نوع لأخر تبعاً لأختلاف تركيب جدار الخلية ومواقع تبادل الأيونات الموجبة والسالبة في جدار الخلية والغشاء (Munda and Hudnik, 1986) حيث أشارت العديد من الدراسات الى أن سطح الأحياء المائية ولاسيما أغلب الهائمات النباتية تلعب دوراً مميزاً من حيث الأرتباط بالعناصر الثقيلة وذلك لألفتها العالية لهذه العناصر (Fayed *et al.* ,1983 ; Xue and Sigg, 1990 ; Vymazal, 1984) أذ تدخل المعادن الثقيلة الى جسم الطحلب من خلال جدار الخلية والغشاء الخلوي ومن ثم تستقر داخل خلايا الطحلب (Robinson, 1989) .

وهذا ما يفسر كون أن مقدار ما يركزه كل طحلب خلال الأسبوع الأول من التجربة أكثر مما يركزه في الأسبوع الثاني ولأغلب التراكيز المضافة . ففي طحلب *H. aureus* نجد أن مقدارماركزه الطحلب من التركيز (0.25) ppm المضاف هو (0.05) ppm وفي الأسبوع الثاني فقد ركز (0.02) ppm ليصبح مقدار ما ركزه خلال فترة أسبوعين هو (0.07) ppm وهكذا بالنسبة لباقي التراكيز .

وقد لوحظ من النتائج أن طحلب *H. aureus* كان أكثر الطحالب تركيزاً لعنصر النيكل من النوعين الأخرين للتراكيز (0.1 و0.25 و0.5 و 1.0 و 2.0) ppm المضافة حيث بلغ مقدار ماركزه الطحلب (0.01 و 0.07 و 0.28 و 0.63 و 1.45) ppm على التوالي , ويعزى ذلك الى كبر مساحته السطحية الناتجة من تركيبه الخيطي وتفرعاته الكثيرة وهذا ما أشار اليه Subramanian and Uma (1996) الى دور الأشكال الخيطية من الطحالب في أزالة العناصر الثقيلة بفعالية. كما أظهر Wu *et al.* (1998) أن تراكم المعادن من قبل الطحالب يكون أنتقائياً. كما تبين من النتائج أن مقدار مايركزه الطحلب من هذا العنصر يزداد بزيادة التركيز وهذا يتفق مع دراسة (العاشور,2003) على طحلب *Nostoc* والذي لاحظ أزدياد الكميات المتراكمة من العنصر في داخل الطحلب بازدياد التراكيز المضافة منه . وقد بلغ أعلى معدل للتراكم (1.45) ppm في التركيز (2) mg/l بينما أنخفضت التراكيز في الوسط الزرعي وبشكل تدريجي ولكل التراكيز المضافة .حيث أن أمتصاص وأزالة المعادن الثقيلة بواسطة الطحالب يعتمد على التركيز الأولي للمعادن في الوسط ومن ثم يزداد بزيادة تركيز المعدن في الوسط حتى يصل الى حالة التشبع عند تركيز محدد للمعدن (Mehta and Gaur, 2005) .

أما طحلب *A. variabilis* فقد كان مقدار ما ركزه من عنصر النيكل للتراكيز المضافة (0.1 , 0.25, 0.5, 1.0, 2.0) ppm هي (0.04 و 0.19 و 0.32 و 0.42 و 1.06)ppm على التوالي في نهاية التجربة وقد سجل نسبة (53) % في التركيز (2.0) ppm المضاف وهي مقاربة للنسبة التي سجلها Jayant Doke *et al.* (2004) في طحلب *Spirulina sp.* والذي أزال حوالي (57) % من عنصر النيكل في الوسط الذي يعيش فيه , حيث أن قابلية الطحالب على الأمتصاص الحيوي تعود بصورة رئيسية الى جدار الخلية والذي يحوي سكريات متعددة متنوعة ومكونات عضوية أخرى عالية التعقيد وهذه المكونات تمتلك ألفة عالية للأيونات الموجبة ثنائية التكافؤ(Figueira *et al.* , 1999 ; Chen *et al.* ,2002) وأن كفاءة الأدمصاص تعتمد بشدة على نوع آيونات المعدن وعدد الشحنات وألفة مواقع الأرتباط لكل معدن (Converti *et al.* 2006), وبصورة عامة لوحظ زيادة في مقدار مايركزه الطحلب بزيادة فترة التعرض لكل التراكيز المضافة وهذا يتفق مع ما لاحظه Pettersson *et al.*(1986) من أن محتوى خلايا طحلب *Anabaena cylindrical* من عنصر الألمنيوم يزداد مع زيادة فترة التعرض لذلك العنصر . كما أشار Pinas (1990) الى أن تراكم العناصر الثقيلة في طحلب *Anabaena sp.* يتناسب طردياً مع الزمن . أما طحلب*M. aeurogenosa* فقد كان مقدار ما ركزه من عنصر النيكل وللتراكيز

المضافة نفسها في نهاية الأسبوع الثاني من التجربة كانت (0.03 , 0.12 , 0.28 , 0.35 , 1.08) ppm وقد كانت أعلى نسبة تركيز سجلها الطحلب هي (56) % في التركيز (0.5) المضاف وهي أقل من النسبة التي أشارت لها دراسة(1998).Parker *et al* من تراكم النيكل بواسطة نفس الطحلب والتي كانت (73) % من التركيز(0.5) µg/ml. أن سبب قابلية بعض السيانوبكتريا ومنها *M. aeurogenosa* في تواجدها في البيئة والذي يكون بشكل تجمعات غير منتظمة ومحاطة بمادة جلاتينية تجعل هناك زيادة في المساحة السطحية له وبالتالي أمكانية أدمصاصه لكميات كبيرة من ايونات المعادن المتنوعة ومنها النيكل وهذا ينطبق على طحلب – *M. flos aquae*) Parker *et al*. ,1996 ; Plude *et al*. ,1991; Nakagawa *et al*. ,1986). كما أوضح (2005) Metha and Gaur أن طحلب *M. aeruginosa* يمتلك قابلية أمتصاص عالية لعنصر النيكل.

الكادميوم

أظهرت نتائج الدراسة الحالية اختلاف الطحالب في قابليتها على تركيز عنصر الكادميوم خلال فترة الحضن أذ أن أختلاف الكميات المتراكمة من ايونات المعادن الثقيلة في الطحلب يعزى الى أختلاف تركيز المعدن ونوع الطحلب وفترة تعريضه(Whitton ; Hart and Scaifi, 1977 *et al*. ,1985) وأن لبعض أنواع الطحالب القدرة على تركيز كميات كبيرة من المعادن الثقيلة على الرغم من وجودها بتراكيز واطئة في الوسط الذي تعيش فيه (Torres *et al*. 1998) فقد كان طحلب *A. variabilis* أكثرها تركيزاً للعنصر ولكل التراكيز المضافة من النوعين الأخرين أذ بلغ مقدار ماركزه الطحلب هو(0.05 و0.12 و 0.32 و 0.58 و1.25) ppm في نهاية التجربة للتراكيز المضافة نفسها على التوالي وقد أشار (2006) Wilke *et al*. أن قابلية السيانوبكتريا على أخذ المعادن الثقيلة تنوعت بين منخفضة جداً في حالة طحلب *Lyngbya taylorii* وعالية جداً في حالة طحلب *Anabaena inaequalis* ,كما أشار Pandey and Mishra (1998) الى أن طحلب*A. nidularis* هي واحدة من السيانوبكتريا التي أظهرت قابلية عالية على تراكم آيونات النحاس والكادميوم في الأجسام متعددة الفوسفات(Polyphosphate bodys (PPbs وهي حبيبات غنية بالفسفور موجودة في السيانوبكتريا تلعب دوراً مهماً في أزالة سمية المعادن بالأضافة الى خزن الفسفور .كما يعود الى زيادة تحمل الكتلة الحية وزيادة نسبة حجم السطح الملامس وعلى فترة الحضن (Murugesan *et al*. ,2008 ; Vecchino *et al*. ,1998) . وهذا خلاف ما توصل اليه (1980) Delmotte الذي أشار الى أن خلايا طحلب *Anabaena sp*. تتحطم عند تعريضها الى تركيز 2 mg/l من الكادميوم .

أما طحلب *M. aeuroginosa* فكان مقدار ما ركزه في نهاية التجربة للتراكيز المضافة نفسها هي (0.03 و 0.07 و0.18 و0.36 و 1.02)ppm وسبب قدرة هذا الطحلب على تراكم العناصر الثقيلة هو أحتواءه على المحفظة الخارجية (الغشاء الذي يحيط بالمستعمرة) والذي يتكون من سكريات متعددة حيث يعتقد(2005) Metha and Gaur أن عدد من سلالات السيانوبكتريا تمتلك غشاء خارجي أو محفظة مصنوعة من السكريات المتعددة وهذه المحفظة تكون ذات طبيعة سالبة الشحنة بسبب وجود حامض اليورونك(Uronic acid) ومجاميع مشحونة أخرى وبسبب طبيعة هذه المحفظة السيانوبكتيرية السالبة فهي تمتلك ألفة عالية تجاه آيونات المعادن وعليه فهي تعتبر عامل أزالة مهم للمعادن الثقيلة من البيئة المائية .

وكذلك بالنسبة لطحلب *H. aureus* والذي كان مقدار ما ركزه الطحلب من عنصر الكادميوم في نهاية الأسبوع الثاني (0.05 و 0.09 و 0.24 و 0.52 و 0.58)ppm للتراكيز المضافة نفسها على التوالي .وقد كان لفترة التعريض أثر كبير على تركيز العنصر في الطحالب المدروسة حيث من الملاحظ زيادة مقدار مايركزه كل طحلب من العنصر بزيادة فترة التعريض وهذا واضح من مقارنة جداول الأسبوع الأول مع جداول الأسبوع الثاني لكل طحلب ففي طحلب *A. variabilis* نجد مقدار ما ركزه الطحلب من التركيز (0.1) ppm المضاف في الأسبوع الأول (0.01) ppm والتي أرتفعت لتصل الى (0.05) ppm في الأسبوع الثاني وهكذا بالنسبة لباقي التراكيز المضافة

, وفي طحلب *M. aeruginosa* كان مقدار ما ركزه الطحلب في الأسبوع الأول (0.0) وصل الى (0.03) ppm في نهاية الأسبوع الثاني للتركيز المضاف نفسه والحالة تنطبق على باقي التراكيز المضافة وهكذا بالنسبة لطحلب *H. aureus* وهذا يتفق مع دراسة العظماوي (1995) التي أظهرت أن الطحلبين *Hapalosiphon sp.* و *Oscillatoria sp.* القدرة على تركيز عنصري الكادميوم والنحاس للتراكيز (1 و 5 و 25)ppm المضافة كمعدل عام في اليوم السادس عشر أكثر من اليومين الثالث والسابع وتنطبق هذه النتيجة مع ماتوصل اليه Murugesan *et al.* (2008) في قابلية طحلب *Spirulina platensis* على تركيز أيونات الكادميوم التي تزداد بزيادة فترة التعريض .

كما لوحظ زيادة مقدار ماتركزه الطحالب المدروسة من العنصر بزيادة التركيز المضاف وهذا ما أكده محمد وجماعته (2002) في دراسته على طحلب *Scenedesmus quadricauda* حيث أزدادت الكميات المتراكمة من عنصر الكادميوم بزيادة التركيز خلال الفترات (24 و 48 و 72 و 96) ساعة,كما أشار Ruangsomboom and Wongrat (2006) الى أن تراكم الكادميوم في طحلب *Chlorella vulgaris* يزداد بزيادة التركيز في الماء . كما أشارت دراسة Monica *et al.*(2002) أن أزالة الكادميوم بواسطة خلايا الطحلب *Tetraselmis suecica* والتي أختبرت في مزارع عرضت الى تراكيز مختلفة من الكادميوم(0.6 و 3 و6 و 15 و 30 و 45)mg/l تتناسب مع تركيز هذا المعدن في الوسط الزرعي ويعتمد على وقت التعرض حيث أن المزارع في التراكيز العالية من الكادميوم تزيل كميات عالية منه. وقد أظهر المجهر الألكتروني أن جدار الخلية هو أكثر المواقع المحتملة لأدمصاص الكادميوم بواسطة Ectocarpus siliculosus (Metha and Gaur , 2005) حيث يعتقد أن مجاميع الكاربوكسيل في جدار خلية السيانوبكتريا هي المواقع النشطة لأرتباط آيونات المعادن وقد أوضح مشاركة مجموعة الكاربوكسيل في أدمصاص النحاس والكادميوم والرصاص على جدار خلية السيانوبكتريا كما أن مجموعة الكاربوكسيل مسؤولة بشكل كبير عن الأمتصاص الحيوي للكادميوم .

الكوبلت

أظهرت النتائج قدرة عالية للطحالب الثلاثة المدروسة على تركيز أيونات الكوبلت داخل أجسامها أذ وجد EL – Nagger *et al.* (1999) أن التراكيز المنخفضة من الكوبلت تحفز النمو في طحلب *Nostoc muscorum* . ألا أن كل طحلب يختلف في قابليته على على تركيز العنصر عن الطحلب الأخر , حيث ذكر Shen (1990) أن الطحالب تختلف في قابليتها على تراكم العناصر الثقيلة تبعاً لنوع العنصر الذي تتعرض له وتركيزه ,حيث تظهر بعض الطحالب ألفة عالية لأمتصاص آيون معدن معين في حين الأخرى لاتظهر هذه الخصوصية (Mehta and Gaur 2005, ,لكن بصورة عامة كانت هناك زيادة في تراكيز العنصر في داخل كل طحلب يقابلها أنخفاض في التراكيز في الوسط الزرعي . ففي طحلب *H. aureus* لحوظ أن مقدار ماركزه الطحلب من عنصر الكوبلت في نهاية الأسبوع الثاني وللتراكيز(0.1 و 0.25 و 0.5 و 1.0 و 2.0)ppm المضافة كان(0.06 و 0.15 و 0.22 و 0.38 و 1.30) على التوالي , وكانت أعلى نسبة سجلها هي (65) % في التركيز (2.0) ppm المضاف أما في طحلب *M. aeruginosa* فكان مقدار ماركزه من العنصر في نهاية التجربة ولنفس التراكيز المضافة هو (0.03 و 0.12 و 0.26 و 0.41 و 1.27)على التوالي . وفي طحلب *A. vaeiabilis* كانت التراكيز في نهاية التجربة (0.03 و 0.15 و0.20 و 0.46 و 1.0)ppm للتراكيز المضافة نفسها على التوالي , وهذا يظهر القابلية العالية لهذه الطحالب على تركيز عنصر الكوبلت في أجسامها ولكون هذا العنصر يعتبر من المغذيات الصغرى وأن الأختلاف في درجة أستجابة الطحالب تجاه تأثير المعادن الثقيلة تعتمد على مقدار الآيونات الموجبة التي تدخل الى الخلية من خلال الأغشية الخلوية (Sauvant *et al.*, 1999) . وكانت التراكيز تزداد في كل طحلب بزيادة فترة التعرض لتبلغ أعلى قيمة لها في اليوم الأخير من التجربة وهو مشابه لما توصل اليه Hreeb and Al – Asadi (2006) أذ سجلا أعلى معدل للنمو في اليوم الأخير (12) يوم لكلا الطحلبين.*Rivularia sp.*

و*Oscillatoria amoena* في التركيز (10) ppm من الكوبلت بالأضافة الى أن مقدار ما يركزه كل طحلب من عنصر الكوبلت كان يزداد بزيادة التركيز المضاف .

مما سبق نستنتج أن كل طحلب من الطحالب الثلاثة المدروسة يراكم العناصر بترتيب يختلف عن الطحلب الأخر , طحلب *H. aureus* كان أكثر مراكمة لعنصر النيكل (1.45) ppm يليه عنصر الكوبلت (1.30) ppm ثم الكادميوم (0.58) ppm . أما طحلب *A. vaeiabilis* فكان أكثر عنصر ركزه هو الكادميوم(1.25) ppm يليه عنصر النيكل (1.06) ppm وأخيراً عنصر الكوبلت (1.00) ppm . أما طحلب *M. aeruginos* كان أكثر عنصر ركزه هو الكوبلت (1.27) ppm ثم النيكل (1.08) ppm ثم الكادميوم (1.02) ppm .وهذا يعني أن الهائمات النباتية تعمل بطريقة أنتخابية في أمتصاصها للعناصر الثقيلة المختلفة الموجودة في البيئة وأن لها القدرة على مراكمة هذه العناصر في أجسامها بدرجات مختلفة (Sigaud – Kutner *et al*. ,2003) ,كما أظهر Wilke *et al.* (2006) أن الأخذ الأختياري للمعادن الثقيلة بواسطة الممتصات الحيوية يعود الى الخواص الكيميائية والفيزيائية للمعادن المختبرة .

المصادر :

- **APHA (American Public Helth Association) (1995).** Standard methods for examination of water and wastewater , Washington , D. C. 20036, 1193p.
- **Atte, R. S. (2004).** Water quality criteria in the Shatt Al – Arab River and the main drainage system with levels of some heavy metals pollutants. Ph. D. thesis, Agri. Coll. Basrah Univ. Iraq .
- **Beckles, M. D. ; Ward, C. H. and Hughes, J. E. (1998).** Effect of mixtures of polycyclic aromatic hydrocarbons and sediments of fluoromethane biodegradation pattern .Environ. Toxicol. Chem. ,17 : 1246 – 1257 .
- **Bourrely, P. (1980).** Les algues deuu douce , initiation .Alga Systematic quc. Soc. Nouu**.** Edit. Bon. Bee. Paris , 517 p.(cited by Venkatarman and Becker ,1985).
- **Chen, J. P. ; Hong, L. A. ; Wu, S. N. and Wang, L. (2002).** Elucidation of interactions between metal ions and Ca alginate – based ion – exchange resin by spectroscopic analysis and modeling simulation . Langmuir, 18(24): 9413 – 9421 .
- **Cobbett, C. and Goldsbrough, P. (2002).** Phytochelatin and metallothioneins : Roles in heavy metal detoxification and homeostasis . Annu. Rev. Plant Biol. 53 : 159 – 182.
- **Converti, A. ; Lodi, A. ; Solisio, C. ; Soletto, D. ; Del Borghi, M. and Carvalho, J. C. M. (2006).** *Spirulina platensis* biomass as adsorbent for copper removal . Scienc. Technol. Aliment. ,5(2) : 85 – 88 .at Org/journal ISSN. 1135 – 8122 .WWW. somenta
- **Crist, R. H. (1988).** Interactions of metals and protons with algae . Environ. Sci. Technol. 22 : 755 – 760 .
- **David, A. R. ; Alistair, G. B. P. and Emma, L. J. (2006).** Ecological consequences of copper contamination in macroalgae : effects

onepifauna and associated herbivores .Environ. Toxicol. And Chemi , 25 (9):2470 – 2479 .

- **Delmotte, A. (1980).** Influence of cadmium on growth and nitrogen metabolism of *Anabaena cylindrical* Lemn. J. Exp. Bot. 31 : 1107 – 1118 .
- **Desikachary, T. V. (1959).** Cyanophyta Indian .Concil of Agricultural Research . New Delhi , India .
- **El – Naggar, A. H. ; Osman, M. E. H. ; Dyab, M. A. and El – Mohsenaway, E. A. (1999).** Cobbalt and Lead toxicities on *Calothrix fusca* and *Nostoc muscorum* . J. Union Arab Biol. Cairo .7 : 421 – 441.
- **Fayed, S. E. ; Abdel – Shafy, H. I. and Khalifa, N. M. (1983).** Accumulation Cu , Zn , Cd and Pb by *Scendesemus obliqus* under growth condition . Environ. Inter. , 9 : 409 – 414 .
- **Figueira, M. M. ; Volesky, B. and Mathieu, H. J. (1999).** Instrumental analysis study of iron species biosorption by *Sargassum* biomass . Environ. Sci. Technol. 33(11) : 1840 – 1846 .
- **Gadd, G. M. (1992).** In Encyclopedia of Microbiology (ed. Lederberg, J.), Academic Press Inc. ,Harcourt Brace Javanovich publishers, San Diego , 2 : 351 – 360 .
- **Gardea – Torresdey, J. L. ; Arenas, J. L. ; Webb, R. ; Tiemann, K. and Gonzalez, J. (1996).** Uptake of metal ions from solution by inactivated cells of cyanobacteria . Proceedings for 1996 HSRC – WERC joint conference of the Environment, 48 – 58 p .
- **Grill, E. ; Winnacker, E. L. and Zenk, M. H. (1987).** Phytochelatins , aclass of heavy metal bending peptides from plants , are functionally analogous to metallothioneins . Proc. Natl. Acad. Sci.84 : 439 – 443
- **Hart, B. A. and Scaifi, B. D. (1977).** Toxicity and bioaccumulation of Cadmium in *Chlorella pyrenoidosa* . Envi. Res. ,14: 401 – 413 .
- **Hreeb, K. K. and Al – Asadi, M. S. (2006).** The effect of cobalt and nickel on the growth of some blue green algae . Marina Mesopotamica 21(2) : 143 – 243.
- **Jayant Doke, V. ; Raman, K. and Ghole, V. S. (2004).** Treatment of anaerobically digested wastewater using *Spirulina sp.*Inter. J. Algae, 6(4) : 1610 – 1015 .
- **Jensen, T. E. (1994).** Picoplankoton ,cyanophyta from three small lakes with special reference to polyphosphate bodies . Algological studies , 67 : 145 – 156 .
- **Jensen, T. E. and Corre, W. A. (1993).** Elemental composition of the polyphosphate body in microbial cell from a small lake . Arch. Hydrobio. 127 (4) : 305 – 393 .

- **Kamat, N. (1994).** Biodiversity in the Westerngeta :An information Kit produced by WWF . India Goa Division and International Institute of Rural.
- **Lustigman, B. ; Lee, L. H. and Weiss, M. (1995).** Effect of Cobalt and Ph on growth of *Clamydomonas reinhardtii* . Bull. Environ. Contam. Toxical. ss, 65 .
- **Macfie, S. and Welbourn, P. (2000).** The cell wall as a barrier to uptake of metal ions in the unicellular alga *Chlamydomonas reinhardtii* (Chlorophyceae) . Arch. Environ. Contam. Toxicol. 39: 413 - 419 .
- **Mehta, S. K. and Gaur, J. P. (2005).** Use of algae for removing heavy metal ions from wastewater : Progress and prospects . Red Orbit , PMID : 16294830 , 25(3) : 113 - 52
- **Mónica P.- R.; Julio A A. ; Concepción H. L. and E. T. V. (2002).** Cadmium removal by living cells of the marine microalga *Tetraselmis suecica* . Science Direct , 84 (3) : 265 – 270 p.
- **Munda, I. M. and Hudnik, V. (1986).** Growth response of *Fucus vesiculosus* to heavy metals, singly and in dusal combination, as related to accumulation , Botan. Mar. XXIX : 401 – 412 .
- **Murugesan, A. G. ; Maheswari, S. and Bagirath, G. (2008).** Biosorption of Cadmium by live and immobilized cell of *Spirulina platensis* . International Journal of Environmental Research , 2 (3) 307 – 312 .
- **Nakagawa, M. ; Takamura, Y. and Yagi, O.(1986).** Isolation and characterization of the slim form a cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* K – 3A. J. Agric. Biol. Chem. 1 : 329 – 337 .
- **Nguyen, H. L. ; Leermakers, M. ; Osan, J. ; Török, S. and Baeyens, W. (2005).** Heavy metals in lake Balaton wter column , suspended matter , sediment and biota . Science of the total Environment 340 : 213 – 230 .
- **Pandey, U. and Mishra, A. (1998).** Cu and Cd uptake and their localization in cyanobacterium *Anacystis nidulans* .J. Ecotox. Environ. Monitoring 8: 179 – 182.
- **Parker, D. L. ; Rai, L. C. ; Mallick, N. ; Rai, P. K. and Kumar, H. D. (1998).** Effects of cellular metabolism and viability on metal ion accumulation by cultured biomass from a bloom of the cyanobacteria *Microcystis aeruginosa* **.** Appl. Environ. Microbiol. 64(4): 1545 – 1547
- **Parker, D. L. ; Schram, B. R. ; Plude, J. L. and Moore, R. E. (1996).** Effect of metal cations on the viscosity of a pectin – like capsular polysaccharide from the cyanobacterium *Microcystis flos – aquae* C3 – 40 .Appl. Environ. Microbiol. 62: 1208 – 1213.
- **Philips, A. R. (2006).** Phytochelatin synthase ,Papain's Cousin ,in strereo . 3 : 507 – 508 .

- **Pinas, F. F. (1990**). Effect of sodium deficiency on ammonium grown cell of *Anabaena*. (Abstract).
- **Pinto, H. ; Sigaud – Kutner, T. ; Leilao, M. ; Okameta, O. ; Morse, D. and Colepicolo, P. (2003).** Heavy metal induced oxidative stress in algae . J. Phycol. 39 : 1008 – 1018 .
- **Plude, J. L. ; Parker, D. L. ; Schommer, O. J. ; Timmerman, R. J. ; Hagstrom, S. A. ; Joers, J. M. and Hnasko, R. (1991).** Chemical characterization of polysaccharide from the slime layer of the cyanobacterium *Microcystis flos – aquae* C3 – 40. Appl. Environ. Microbio. 57: 1696 – 1700 .
- **Prescott, G. (1975).** Algae of the Western great lake area . Ellion C. , Brown Co. pub. ,Dugugue, Lowa , USA .
- **Robinson, N. J. (1989).** Algal metallothioneins :Secondary metabolites and protein **. J.** Appl. Phycol. 1: 5 – 18 .
- **Ruangsomboon, S. and Wongrat, L. (2006)** Bioaccumulation of Cadmium in an experimental aquatic food chain involving phytoplankton (*Chlorella vulgaris*), zooplankton (*Moina macrocopa*), and the predatory catfish *Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus* . Aquatic Toxicology , 78 (10): 15 – 20 .
- **Sauvant, M. P. ; Pepin, D. and Piccinni, E. (1999).** *Tetralymena pyriformis* : A tool for toxicological studies. Review , Chemospher . 38(7) : 1631 – 1642 .
- **Shen, J. (1990).** Glu – 69 of the D2 protein in photosystem II as potential ligand to Mn involved in photosynthetic oxygen evolution .(Abstract)
- **Stein, J. R. (1973).** Handbook of phycological methods. Cambridge Univ. Press. ,Cambridge , U k.
- **Subramanian, G. and Uma, L. (1996).** Cyanobacteria in pollution control . J. Sci. Ind. Res. 55 : 685 – 692 .
- **Torres, E. ; Cid, A. ; Herrero, C. and Abalde, J. (1998).** Removal of Cadmium ions by the marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin) accumulation and long – term kinetics of uptake .Bioresource Technology, 63 : 213 – 220 .
- **Vecchino, A. ; Finoli, C. ; Disimine, D. and Andreoni, V. (1998).** Heavy metal biosorption by bacterial cell . Fren. Jr. Anal. Chem. 338 – 342 .
- **Vymazal, J. (1984).** Short – term uptake of heavy metals by periphyton algae. Hydrobiol. ,119: 171 – 179 .
- **Wedeman, V. E. ; Walne,P. R. and Tainor, F. R. (1984).** Anew technique for obtaining axinic culture of algae . Can. J. Bot. , 42 : 985 – 995 .

- **Whitton,B. A. ; Say, P. J. and Wehr,MJ. D. (1985).** Use of plant to monitor heavy metal in rivers. In: Heavy metals in Northern England . Environ. And Bio. Aspects., 135 – 145 .
- **Wilke, A. ; Buchholz, R. and Bunke, G. (2006).** Selective biosorption of heavy metals by algae . Environ. Biotechnol., 2(2) : 47 – 56 .
- **Wu, J. T. ; Hsieh, M. T. and Kow, L. C. (1998).** Role of proline accumulation in response to toxic copper in *Chlorella* (Chlorophyceae) cell .J. Phycol. ,34: 113 – 117 .
- **Xue, H. B. and Sigg, L. (1990).** Binding of Cu (II) to algae ammemml buffer . Wat. Res. 24 (9) : 1129 – 1136 .
- **العاشور, احمد شاكر عبد الجبار(2003).** تأثير بعض العناصر الثقيلة في بعض الخواص الفسلجية والكيموحيوية للطحلب *Nostoc linckia* (Cyanobacteria) .رسالة ماجستير/ كلية التربية / جامعة البصرة,66 ص .
- **العظماوي ,محمد عجة عودة (1995) .**بعض الجوانب البيئية لأنواع من الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) المثبتة للنيتروجين المعزولة من جنوب العراق .رسالة ماجستير/ كلية التربية / جامعة البصرة,72 ص .
- **محمد ,موفق حسين ؛ السعدي, حسين على ؛ قاسم,ثائر أبراهيم (2002).** التأثير التراكمي لبعض المعادن الثقيلة في طحلب *Scenedesmus quadricauda* . المجلة العراقية لعلم الأحياء ,المجلد(2) ,العدد 1 ,24 – 31 .
- **محمود ,أمال أحمد (2008)** . تركيز الملوثات في مياه ورواسب ونباتات بعض المسطحات المائية في جنوب العراق رسالة دكتوراه/ كلية العلوم / جامعة البصرة ,244 ص .

The ability of some species of blue – green algae (cyanobacteria) to accumulate some heavy metals

***Mariam F. Hameed *Hamid T. Al-Saad Ahmed M. Athbi**

*Marine Science Center / Basrah University-Iraq

College of Education for pure science / Basrah University

The present study deals with the isolation and the identification of three species of blue – green algae (Cyanobacteria): *Anabaena variablis* , *Microcystis aeruginosa* and *Hapalosiphon aureus* which were collected from different stations of Shatt Al – Arab river (Abu Al – Khasib). They were purified, isolated in vitro to obtain a unialgal and axenic culture to test the ability of three species to accumulate heavy metals (nickel, cadmium and cobalt) in different concentration (0.1 ,0.25 ,0.5 ,1.0 ,2.0) ppm for two weeks. *H. aureus* accumulates more nickel ion than the other species at the concentration 2.0 ppm which was 1.45 ppm whereas *M.*

aeruginosa accumulates (1.08) ppm and *A.variabilis* accumulates (1.06)ppm. When the cadmium is added, *A.variabilis* accumulates 1.25 ppm at the concentration of 2.0 ppm while *M.aeruginosa* accumulates 1.02 ppm , and *H. aureus* 0.58 ppm .

In case of cobalt, *H.aureus* was the most species accumulating this ion 1.30 ppm were as *M. aeruginosa* accumulates 1.27 ppm and *A. variabilis* 1.0 ppm . There were significant differences ($P < 0.05$) between the accumulation of three species and the exposure period and the concentration of the metal.