تقييم قابلية ثلاث انواع من الطحالب في ازالة بعض العناصر الثقيلة من المياه

علي لعيبي تفيج ، عبد الزهرة طه ظاهر، نجلة جبر الاميري

قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق

الخلاصة: استخدمت ثلاثة انواع من الطحالب (*Chroococcus limntecus* و*Nostoc linkia* و*Chlorella vulgaris*) كمرشحات لإزالة العناصر الثقيلة من المياه المعقمة وغير المعقمة المجموعة من ثلاثة مصادر للمياه (الصرف الصحي وشط العرب وشط البصرة) وبفترات زمنية مختلفة، وقدرت العناصر الثقيلة (المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم) للمياه المذكورة بعد مرورها على مرشحات الطحالب فضلاً عن حساب كفاءة الإزالة (%) Removal efficiency واظهرت النتائج تفوق *Chlorella vulgaris* في ازالة الكادميوم بنسبة 97.08% بعد خمسة ايام من الحضن من مياه الصرف الصحي المعقمة وغير المعقمة وازالت الرصاص 92.57% و92.63% بعد خمسة ايام من حضن مياه شط العرب المعقمة وغير المعقمة وازالت الرصاص بنسبة 77.30% و77.24% بعد خمسة ايام من حضن مياه شط البصرة المعقمة وغير المعقمة، كذلك تمكن الطحلب *Nostoc linkia* من ازالة المنغنيز بنسبة 69.01% و68.95% والنحاس بنسبة 68.16% و68.07% بعد تسعة ايام من الحضن وازالة الرصاص بنسبة 72.05% و72.48% بعد خمسة ايام من الحضن من مياه شط البصرة.

الكلمات المفتاحية: العناصر الثقيلة، كفاءة الازالة، مرشحات الطحالب.

المقدمة: يتعرض العراق في السنوات المقبلة الى شحة في المياه الصالحة وذلك للتغيرات المناخية العالمية، وسوء الادارة للموارد المائية وإنشاء السدود على نهري دجلة والفرات خارج الحدود وستبلغ هذه الندرة في المياه درجتها القصوى عام 2015 – 2025 اذ يقدر تجهيز المياه بحدود 43 ـ 17.61 مليار م^3 (4). ان هذه الشحة في المياه تتطلب ايجاد حلول فعالة، ومنها اعتماد طرق علمية لمعالجة المياه المالحة ومياه الصرف الصحي بما يعرف بمصادر المياه البديلة او الرديفة ولو كانت لا تمتلك المواصفات الكاملة عند استخدامها لغرض محدد (10). بعد ان تدخل المياه في الاستخدامات الزراعية والصناعية والسكانية تخرج بكميات كبيرة على شكل مياه فضلات وهي محملة بأنواع مختلفة من الملوثات وخصوصاً الملوحة والعناصر الثقيلة وبمستويات تفوق الحدود الطبيعية المسموح بها والتي يكون العنصر عندها ساماً، اذ تعد العناصر الثقيلة خطرة لصعوبة ازالتها من البيئة بالعمليات الطبيعية (2). ان استخدام العمليات التكنلوجية مثل الترسيب الكيميائي والتبادل الايوني والترشيح والمعالجة الكيموكهربائية وتقنيات الاغشية وإعادة التبخر لإزالة العناصر الثقيلة وتقليل المحتوى الملحي للمياه المتوسطة الملوحة ومياه البحر لتحويلها الى مياه صالحة للاستعمالات المختلفة ما زالت مكلفة اقتصادياً لحاجتها الكبيرة الى مصادر الطاقة، فضلاً من انها غير فعالة وخصوصاً عندما يكون تركيز المعادن الثقيلة منخفضةً جداً. لذلك لجأ الباحثون الى استخدام خيارات اقل كلفة وسهلة لتحقيق ذلك الهدف ومنها استخدام التراكم الحيوي للكتلة الطحلبية الحية في تركيز المعادن الثقيلة وازالتها من البيئة المائية

(5). فقد اشار Singh (22) الذي أكتشف امكانية إزالة الزنك من المحاليل المائية بواسطة التراكم الحيوي للطحلبين *Oscillatoria sp.* و *Spirogyra sp.* وتكون الإزالة اسرع عندما يزداد تركيز ايون المعدن في المحلول المائي. واكد David (7) قدرة الطحالب على تراكم المعادن الثقيلة وخصوصاً النحاس والرصاص والزنك، فقد طورت هذه الخلايا طرقاً طبيعية في الاستجابة للمعادن مثل النحاس والرصاص والكادميوم من خلال التراكم السلبي داخل خلاياها ومن خلال السطح مرتبطة بمجاميع وظيفية مختلفة.

الهدف من الدراسة

يهدف البحث الى عزل وتشخيص وتنقية واكثار بعض العزلات الطحلبية واستخدامها في ازالة العناصر الثقيلة المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم.

المواد وطرائق العمل:

تهيئة وتعقيم الوسط الزرعي:

استعمل الوسط الزرعي Chu-10 والمحور من قبل (3) لتنمية العزلات الطحلبية، أذ حضر الوسط الزرعي بشكل محاليل خزينة stock solution، والتي حفظت بدرجة حرارة 4 مْ في الثلاجة وبدون تعقيم لحين استعمالها، أذ خلطت كميات محددة من المحاليل الخزينة عند تحضير الوسط الزرعي ويكمل الحجم بالماء المقطر حسب الكمية المطلوبة وعدل الرقم الهيدروجيني بين 7.0- 7.4 بإضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيز (0.2N) لتعديل الأس الهيدروجيني بعدها عقم الوسط الزرعي بجهاز المؤصدة الكهربائية Autoclave. للحصول على الوسط الزرعي الصلب يضاف الأكار بتركيز (1.5%) وصب في أطباق بتري في كابينة الزرع ثم تحفظ الأطباق في الثلاجة.

مواقع جمع عينات المياه لعزل الطحالب:

جمعت عينات عشوائية من المياه من مواقع مختلفة من ناحية الهارثة وكرمة علي في محافظة البصرة واستعملت قناني بلاستيكية نظيفة ومحكمة الغلق سعة 500 مل، وتم التحري مباشرة عن انواع الطحالب المراد عزلها في المختبر باستعمال طريقتين:

1ــ طريقة الترشيح Filtration Method:

استخدم ورق ترشيح Millipore's قطر فتحاته (0.45) مايكرومتر ووضعت الأوراق في حجم قليل من الماء المقطر (5- 10) مل وحضرت الشرائح الزجاجية وفحصت تحت المجهر الضوئي.

2. تقنية الطرد المركزي Centrifugation:

إذ رجت قناني الجمع بصورة جيدة واخذ 20 مل من كل عينة ووضعت في جهاز الطرد المركزي بسرعة (3000 دورة دقيقة$^{-1}$) أخذ الراسب وأضيف له 1 مل من الماء المقطر بعدها أخذت عدة قطرات منه وفحصت تحت المجهر للتأكد من الأنواع المراد عزلها.

عزل الطحالب وتشخيصها:

اعتمدت طريقة (25) للحصول على المزارع وحيدة الطحلب إذ اعتمدت طريقتي التخطيط والنشر على الوسط الزرعي الصلب، باستخدام ابرة التلقيح Loop وكذلك استخدمت طريقة التخفيف وصولاً الى المزارع وحيدة الطحلب بعدها صنفت الطحالب بالاعتماد على المصادر التصنيفية: (6 و8 و18).

استزراع الطحالب:

تم نقل كل نوع من الطحالب الى عدد من الدوارق الزجاجية حجم (250) مل يحتوي الدورق على (150) مل من الوسط الغذائي المعقم وأغلقت فوهات الدوارق بالقطن المعقم وينقل الى كابينة النمو تحت درجة حرارة 27 درجة مئوية، وإضاءة تراوحت (130-150) مايكروانشتاين م^{2} ثا$^{-1}$ ولمدة (8:16) ساعة اضاءة: ظلام مع رج المزارع الطحلبية يوميا واستمرت العملية للحصول على نمو جديد.

تنقية العزلات:

لتنقية الطحالب المعزولة من الجراثيم اعتمدت الطريقة الموصوفة من قبل Weidman وآخرون (29)، اذ غسلت الطحالب بالماء المقطر المعقم ثم نبذت مركزيا بسرعة (3000 دورة دقيقة$^{-1}$) ولمدة ثلاث دقائق، اهمل الراشح واعيد مزج الراسب بالماء المقطر مرة اخرى كررت العملية (12) مرة على الأقل وزرع جزء من الراسب في الوسط الزرعي المعقم لغرض تنشيط النمو، وللتأكد من نقاوة العزلات أتبعت الطريقة الموضحة من قبلStein (24)، والمتضمنة الفحص المجهري للعزلات بعد زرعها على وسط الأكار المغذي Nutrient agar، وحضنت بدرجة حرارة (37) مْ ولمدة (18) ساعة.

إكثار العينات الطحلبية:

تم اكثار الطحالب قيد الدراسة بمزارع اكبر حجما للحصول على كتلة حية باستخدام المزارع الثابتة اذ تم تحضير عدد من المزارع الصغيرة بحجم 10 مل لاستعمالها لقاحا ابتدائيا للمزارع الأكبر حجما، والتدرج في زيادة الحجم ابتداءً من (10 و100 و 200 و400) مل حضر وسط زرعي بحجم 2 لتر في قناني حجمية شفافة ومعقمة مغلقة بسداد قطني وأضيف إليها اللقاح، وينقل الى كابينة النمو تحت درجة حرارة 27 درجة مئوية، وإضاءة تراوحت 150 130 - مايكروانشتاين م^{2} ثا$^{-1}$ ولمدة (8:16) ساعة اضاءة: ظلام مع رج المزارع لحين الوصول الى طور الثبات Stationary phase.

مواقع جمع عينات المياه الملوثة بالعناصر الثقيلة:

جلبت عينات مياه الصرف الصحي من المركز التجميعي في منطقة حمدان الصناعية التابعة لمديرية مجاري محافظة البصرة من الحوض الداخلي من المحطة وجلبت عينات اخرى من شط العرب وعينات من شط البصرة وضعت العينات في اوعية بلاستيكية نظيفة وحفظت في الثلاجة تحت درجة حرارة 4 مْ لحين اجراء التحليلات المطلوبة وفقا لما جاء في SMEW (23).

المحتوى الكلي للعناصر الثقيلة:

هضمت عينات المياه باستخدام حامض النتريك المركز مع التسخين المستمر إلى إتمام عملية الهضم وقيس تركيز المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم باستخدام جاز الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrophotometer نوع Phoenix – 986.

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول (1) تأثير مرشح الطحالب والوقت في تركيز عناصر المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم المتبقي في الوسط الزرعي ملغم لتر$^{-1}$ لمياه الصرف الصحي المعقمة وغير المعقمة ويظهر منه ان الطحالب المستخدمة اثرت معنوياً في ازالة المنغنيز والكادميوم من الوسط المعقم وغير المعقم اذ تفوق الطحلب نوع *Chlorella vulgaris* على بقية انواع الطحالب في ازالة المنغنيز والكادميوم في الوسط الزرعي اذ كان اقل تركيز متبقي (1.55

و0.06) ملغم لتر$^{-1}$ للعنصرين على التوالي وبنسبة ازالة وصلت الى (56.82% و56.58%) و(95.62% و95.59%) للمياه المعقمة وغير المعقمة على التوالي مقارنة بالطحلب *Nostoc linkia* اذ ان التركيز المتبقي للمنغنيز 2.29 ملغم لتر$^{-1}$ ولطحلب *Chroococcus limntecus* التركيز المتبقي للكادميوم 0.21 ملغم لتر$^{-1}$ وبنسبة ازالة (36.21% و35.85%) و(84.76% 84.55%). ولم يكن هنالك تأثير معنوي لنوع الطحالب المدروسة في ازالة كل من الرصاص والنحاس. ان تأثير ايونات المعادن الثقيلة يختلف من نوع طحلبي الى اخر اعتمادا على اختلاف تركيب جدار الخلية ومواقع تبادل الايونات الموجبة والسالبة في جدار وغشاء الخلية (12). اذ ان امتصاص وازالة المعادن الثقيلة بواسطة الطحالب يعتمد على التركيز الاولي للمعادن في الوسط اذ يزداد بزيادة تركيز المعدن في الوسط حتى يصل الى حالة التشبع عند تركيز معين من العنصر. كذلك يلاحظ من الجدول (1) ان لفترة التعريض اثر كبير على تركيز العنصر في الطحالب المدروسة اذ يلاحظ ان هنالك تأثير معنوي في خفض تركيز كل من المنغنيز والنحاس والرصاص وكان اعلى تركيز عند الزمن ساعة واحدة وبلغت 2.34 و1.73 و0.81 ملغم لتر$^{-1}$على التوالي وبنسبة ازالة بلغت (34.82 و34.45%) و(55.30% و55.18%) و(82.61% و82.29%) وكان اقل تركيز 1.31 و1.13 و0.41 ملغم لتر$^{-1}$عند اليوم التاسع على التوالي وبنسبة ازالة بلغت (63.40% و63.30%) و(70.83%و70.13%)و(91.22% و91.18%) للعناصر السابقة وللمياه المعقمة وغير المعقمة على التوالي. ان امتصاص المعادن الثقيلة بواسطة الطحالب يحدث على مرحلتين الاولى هي الامدصاص القصير الامد والذي يتضمن الامدصاص الفيزيائي على سطح الخلية وهو عملية سريعة تحصل في الساعات القليلة الاولى من التعريض. والثانية مرحلة الامتصاص الطويل الامد والذي يتضمن التراكم الخلوي وتحصل مباشرة بعد المرحلة الاولى (21). وقد اثر التعقيم معنوياً في جميع العناصر المدروسة اذ ادى الى خفض التركيز المتبقي من العناصر في الوسط الزرعي اذ بلغت تركيزها في المياه المعقمة 2.78 و2.23 و0.99 و0.19 ملغم لتر$^{-1}$ لعناصر المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم على التوالي وبنسبة ازالة بلغت (22.56% و42.38% و78.75% و6.13%) اما في المياه غير المعقمة فكانت تراكيزه 0.836 و0.647 و0.222 و0.075 ملغم لتر$^{-1}$ لنفس العناصر السابقة على التوالي وبنسبة ازالة بلغت (76.58% و83.24% و95.21% و4.49%) يعزى ذلك الى ان التعقيم يؤدي الى تكوين معقدات للعناصر الثقيلة مع مركبات اخرى وبالتالي لا تتمكن الطحالب من ازالتها (1) او يعزى ان المياه غير المعقمة تحتوي على كائنات دقيقة اخرى تساهم في عملية ازالة العناصر الثقيلة من المياه. اثر التداخل بين نوع الطحالب وزمن التعرض معنوياً في ازالة عنصري الرصاص والكادميوم وكانت نسبة الازالة 99.14% و99.13% بواسطة طحلب *Nostoc linkia* بعد 1 يوم من الحضن في المياه المعقمة وغير المعقمة على التوالي بينما كانت اعلى نسبة لإزالة الكادميوم من الوسط الزرعي 97.08% و97.06% بواسطة طحلب *Chlorella vulgaris*

بعد 5 ايام من الحضن. ان للرصاص القابلية العالية على التراكم على سطوح وداخل جدران الخلايا الطحلبية اكبر من الاجزاء الخلوية (20). وهذا ما اكده Mishra وpandy (16) اذ وجدا ان بعض الطحالب اظهرت قابلية عالية على تراكم الكادميوم في الاجسام متعددة الفوسفات Polyphosphate bodys وهي حبيبات غنية بالفسفور موجودة في السيانوبكتريا تلعب دوراً مهماً في ازالة سمية المعادن بالإضافة الى خزن الفسفور. وكان للتداخل بين الطحالب والتعقيم فهو غير معنوي لعنصري المنغنيز والكادميوم (جدول1) بينما كان تأثيرهما معنوياً لعنصري النحاس والرصاص اذ كانت اعلى ازالة (اقل تركيز متبقي) لعنصر النحاس سجلته طحالب *Chlorella vulgaris* في الوسط غير المعقم بلغ 0.47 ملغم لتر$^{-1}$ وبنسبة ازالة (88.08%) بينما اعطت نفس الطحالب اقل نسبة ازالة أي اعلى تركيز متبقي للرصاص بقيمة 1.19 ملغم لتر$^{-1}$ ونسبة ازالة (74.46%) في الوسط المعقم وبلغ اقل تركيز متبقي للرصاص في الوسط غير المعقم والذي يحوي طحلب *Chroococcus limntecus* وبلغت 0.07 ملغم لتر$^{-1}$ وبنسبة ازالة (92.93%). اما بالنسبة لتداخل الوقت والتعقيم فقد كان التأثير غير معنوي لجميع العناصر المدروسة اما التداخل الثلاثي بين الطحالب والوقت والتعقيم فقد كان غير معنوي للمنغنيز والنحاس والكادميوم, بينما كان للتداخل الثلاثي تأثيراً معنوياً في ازالة عنصر الرصاص اذ بلغت اعلى تركيز 1.60 ملغم لتر$^{-1}$ لطحلب *Nostoc linkia* في الوسط المعقم عند زمن ساعة واحدة وبنسبة ازالة وصلت الى (65.66%) بينما سجلت طحالب *Chroococcus limntecus* اقل قيمة للتركيز المتبقي 0.00 ملغم لتر$^{-1}$وبلغت نسبة الازالة للرصاص 100% في الوسط غير المعقم في اليوم الخامس.

جدول(1) تأثير مرشح الطحالب والوقت في تركيز العناصر الثقيلة Mn, Cu, Pb, Cd ملغم لتر$^{-1}$ المتبقي في الوسط الزرعي لمياه الصرف الصحي المعقمة وغير المعقمة.

نوع الطحلب	*Chroococcus*	*Nostoc linkia*	*Chlorella*	متوسط	الوقت × التعقيم	الطحالب × الوقت

					الوقت	*vulgaris*				*limntecus*			
العنصر	التعقيم / الوقت	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة	*Chro. Lim.*	*Nostoc inkia*	*Chlo. Vulg.*
Mn	ساعة1	2.57	1.14	2.93	0.98	2.62	1.06	2.71	1.06	2.34	1.85	1.96	1.84
	اليوم 1	2.71	1.31	3.27	2.10	2.85	0.80	3.28	1.40	1.89	2.01	3.19	1.82
	اليوم 5	1.74	0.55	2.61	0.36	2.36	0.23	2.24	0.38	1.70	1.15	1.49	1.29
	اليوم 9	2.31	0.40	2.07	0.96	2.31	0.14	2.89	0.50	1.31	1.36	2.51	1.22
متوسط الطحالب		1.59		2.29		1.55		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المياه المعقمة = 2.78				المياه غير المعقمة = 0.84		متوسط الطحالب		متوسط الوقت		متوسط التعقيم	
الطحالب×التعقيم		2.33	0.85	3.47	1.10	2.53	0.56	0.41		0.58		*	
Cu	ساعة1	2.38	1.49	2.47	0.83	2.19	0.89	1.73	1.07	2.34	1.94	1.65	1.94
	اليوم 1	2.44	1.16	2.68	1.06	2.37	0.67	1.71	0.96	2.50	1.80	1.87	1.52
	اليوم 5	1.84	0.64	2.18	0.30	1.96	0.19	1.19	0.38	1.99	1.24	1.24	1.08
	اليوم 9	1.94	0.34	2.38	0.09	1.92	0.11	1.13	0.18	2.08	1.14	1.24	1.02
متوسط الطحالب		1.53		1.50		1.29		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المياه المعقمة = 2.23				المياه غير المعقمة = 0.65		متوسط الوقت		متوسط التعقيم		الطحالب×التعقيم	
الطحالب × التعقيم		2.15	0.91	2.43	0.57	2.11	0.47	0.25		*		0.31	
Pb	ساعة1	1.43	0.03	1.60	0.92	1.13	0.59	0.81	0.34	1.28	0.57	1.26	0.60
	اليوم 1	1.11	0.26	0.09	0.72	1.45	0.07	0.64	0.28	0.99	0.84	0.04	1.02
	اليوم 5	1.19	0.00	1.47	0.07	1.38	0.00	0.56	0.02	0.80	0.60	0.77	0.41
	اليوم 9	0.10	0.00	0.08	0.00	0.81	0.00	0.41	0.24	0.89	0.05	0.40	0.69
متوسط الطحالب		0.52		0.62		0.68		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المياه المعقمة = 0.99				المياه غير المعقمة = 0.22		الوقت	ت	الطحالب×الوقت		الطحالب×التعقيم	الثلاثي
الطحالب × التعقيم		0.96	0.07	0.81	0.43	1.19	0.17	0.23	*	0.40		0.29	0.57
Cd	ساعة1	0.70	0.39	0.13	0.05	0.08	0.02	0.24	0.15	0.32	0.54	0.11	0.05
	اليوم 1	0.08	0.03	0.17	0.00	0.17	0.02	0.08	0.02	0.14	0.05	0.09	0.10
	اليوم 5	0.42	0.00	0.14	0.02	0.08	0.00	0.11	0.01	0.21	0.21	0.08	0.04
	اليوم 9	0.07	0.00	0.09	0.38	0.13	0.00	0.11	0.13	0.10	0.04	0.23	0.07
متوسط الطحالب		0.21		0.13		0.06		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المياه المعقمة = 0.19				المياه غير المعقمة = 0.08		متوسط الطحالب		متوسط التعقيم		الطحالب×الوقت	
الطحالب × التعقيم		0.32	0.10	0.14	0.11	0.12	0.01	0.11		*		0.23	

التركيز الاصلي للمياه المعقمة			
Mn	Cu	Pb	Cd
3.59	3.87	4.66	1.37

التركيز الاصلي للمياه غير المعقمة			
Mn	Cu	Pb	Cd
3.57	3.86	4.63	1.36

الباحث Vymazal (28) اوضح ان هناك عدة عوامل تؤثر على فعالية الطحالب في ازالة العناصر الثقيلة حيث يؤثر الاس الهيدروجيني على مراحل اخذ العناصر الثقيلة عن طريق مواقع الارتباط بجدار الخلية في حين ان للمركبات العضوية وشدة الاضاءة ودرجة الحرارة دور فعال في ازالة العناصر الثقيلة وبين الباحث ان سمية هذه العناصر تعتمد على المركبات العضوية الموجودة في الوسط الزرعي والتي تشكل مع هذه العناصر معقدات تعمل على ترسيبها وخفض سميتها. يبين الجدول (2) تأثير مرشح الطحالب والوقت في تركيز عناصر المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم المتبقي في الوسط الزرعي لمياه شط العرب المعقمة وغير المعقمة, يظهر من النتائج ان لنوع الطحالب تأثير معنوي في ازالة الرصاص في الوسط المعقم وغير المعقم, تفوق الطحلب نوع *Chlorella vulgaris* على بقية

انواع الطحالب في ازالة الرصاص في الوسط الزرعي اذ كان اقل تركيز متبقي 0.30 ملغم لتر$^{-1}$ وبنسبة ازالة بلغت (89.39% و89.47%) مقارنة بالطحلبين *Chroococcus limntecus* و *Nostoc linkia* واعلى تركيز متبقي للرصاص اعطته طحالب *Chroococcus limntecus* وكان 0.55 ملغم لتر$^{-1}$ أشارت العديد من الدراسات الى أن سطح الأحياء المائية ولاسيما أغلب الهائمات النباتية تلعب دوراً مميزاً من حيث الارتباط بالعناصر الثقيلة وذلك لألفتها العالية لهذه العناصر (31)، ويلاحظ من النتائج الواردة في الجدول(2) ان لفترة التعريض تأثير معنوي في خفض تركيز كل من المنغنيز والنحاس والكادميوم وكانت اعلى تركيز عند الزمن ساعة واحدة وبلغت 1.31 و1.89 و0.14 ملغم لتر$^{-1}$ على التوالي ونسبة ازالة (55.59% و55,14%) و(35.01% و34.60%) و(87.39% و86.14%) في المياه المعقمة وغير المعقمة على التوالي واقل تركيز كان 1.38 و1.15 و0.07 ملغم لتر$^{-1}$ عند اليوم التاسع للعناصر السابقة على التوالي اي ان نسبة ازالة المنغنيز والنحاس والكادميوم في الوسط الزرعي كانت (55.59% و55.13%) و(60.58% و60.35%) و(93.06% و93.69%) للعناصر المذكورة على التوالي قياساً الى التركيز الاصلي لعينات المياه المعقمة وغير المعقمة في حين لم تظهر فروق معنوية لوقت التعريض على ازالة الرصاص. ان السبب في زيادة تركيز العناصر لكل طحلب بزيادة فترة التعريض هو تحمل الكتلة الحية وزيادة نسبة حجم السطح الملامس (15 و27). وقد اثر التعقيم معنوياً في جميع العناصر المدروسة وانخفض التركيز المتبقي من العناصر في المياه المعقمة 2.79 و2.31 و0.57 و0.16 ملغم لتر$^{-1}$ ونسبة ازالة (5.42%) و(20.62%) و(80%) و(85.58%) لعناصر المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم على التوالي اما في المياه غير المعقمة فكانت تراكيزه 0.77 و0.63 و0.25 و0.05 ملغم لتر$^{-1}$ ونسبة ازالة (73.63%) و(78.20%) و(91.49%) و(95.05%) لنفس العناصر السابقة على التوالي، ان ازالة العناصر الثقيلة من المياه غير المعقمة كان اكثر من المياه المعقمة من خلال قياس المتبقي في الوسط الزرعي وسبب ذلك قد يعود الى ان التعقيم يؤدي الى تكوين معقدات للعناصر الثقيلة مع مركبات عناصر اخرى وبالتالي لا تتمكن الطحالب من ازالتها او قد يعود الى وجود احياء مجهرية اخرى في المياه غير المعقمة تقوم بعملية اخذ العنصر من الوسط الزرعي وهذا يتفق مع ما توصل اليه Kassim و AL-Lami (11). يلاحظ من نتائج الجدول (2) ان التداخل بين نوع الطحالب والوقت قد اثر معنوياً في ازالة الرصاص من الوسط الزرعي بنسبة 92.57% و92.63% بتأثير الطحلب *Chlorella vulgaris* في اليوم الخامس من الحضن بينما سجل الطحلب *Chroococcus limntecus* اقل ازالة للرصاص وبلغت 66.31% و66.07% في زمن ساعة واحدة من الحضن، ان للرصاص القابلية العالية على التراكم على سطوح وداخل جدران الخلايا الطحلبية اكبر من الاجزاء الخلوية.

جدول(2) تأثير مرشح الطحالب والوقت في تركيز العناصر الثقيلة Mn, Cu, Pb, Cd ملغم لتر$^{-1}$ المتبقي في الوسط الزرعي لمياه شط العرب المعقمة وغير المعقمة.

نوع الطحلب		*Chroococcus limntecus*		*Nostoc linkia*		*Chlorella vulgaris*		متوسط الوقت	الوقت × التعقيم		الطحالب × الوقت		
العنصر	التعقيم / الوقت	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة		مياه معقمة	مياه غير معقمة	*Chro. Lim.*	*Nostoc inkia*	*Chlo. Vulg.*
Mn	ساعة1	2.82	1.73	2.04	1.55	2.64	1.09	2.31	2.17	1.46	2.17	2.29	1.86
	اليوم 1	2.73	0.71	2.27	0.82	2.86	1.05	1.91	2.96	0.86	1.72	2.05	1.96
	اليوم 5	2.09	0.46	2.64	0.68	2.00	0.32	1.53	2.58	0.49	1.77	1.66	1.16
	اليوم 9	2.45	0.40	2.55	0.14	2.46	0.27	1.38	2.48	0.27	1.43	1.34	1.36
متوسط الطحالب		1.92		1.84		1.59		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المياه المعقمة = 2.79		المياه غير المعقمة = 0.77				متوسط الوقت			متوسط التعقيم		
الطحالب×التعقيم		2.02	0.82	2.87	0.80	2.49	0.68	0.38			*		
Cu	ساعة1	2.09	1.40	2.47	1.29	2.20	0.91	1.89	2.59	1.20	2.25	1.88	1.55
	اليوم 1	2.20	0.59	2.73	0.68	2.39	0.87	1.58	2.44	0.72	1.40	1.71	1.63
	اليوم 5	2.52	0.38	2.20	0.54	1.67	0.27	1.26	2.13	0.39	1.45	1.37	0.70
	اليوم 9	2.04	0.33	2.12	0.11	2.04	0.23	1.15	2.07	0.22	1.19	1.12	1.14
متوسط الطحالب		1.57		1.52		1.32		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المياه المعقمة = 2.31		المياه غير المعقمة = 0.63				متوسط الوقت			متوسط التعقيم		
الطحالب × التعقيم		2.47	0.68	2.38	0.66	2.07	0.57	0.22			*		
Pb	ساعة1	1.18	0.75	0.46	0.24	0.45	0.19	0.54	0.69	0.39	0.96	0.35	0.32
	اليوم 1	0.46	0.26	0.67	0.38	0.51	0.30	0.43	0.55	0.31	0.36	0.53	0.40
	اليوم 5	0.94	0.27	0.42	0.17	0.35	0.07	0.37	0.57	0.17	0.61	0.30	0.21
	اليوم 9	0.43	0.12	0.59	0.16	0.46	0.11	0.31	0.49	0.13	0.27	0.37	0.28
متوسط الطحالب		0.55		0.39		0.30		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المعقمة المياه = 0.57		المياه غير المعقمة = 0.25				متوسط الطحالب			متوسط التعقيم		الطحالب×الوقت
الطحالب × التعقيم		0.75	0.35	0.54	0.24	0.44	0.17	0.18			*		0.36
Cd	ساعة1	0.22	0.09	0.23	0.12	0.12	0.04	0.14	0.19	0.08	0.16	0.17	0.08
	اليوم 1	0.11	0.04	0.19	0.08	0.17	0.06	0.11	0.15	0.06	0.07	0.13	0.11
	اليوم 5	0.21	0.05	0.20	0.06	0.10	0.01	0.11	0.17	0.08	0.13	0.13	0.06
	اليوم 9	0.11	0.00	0.15	0.00	0.14	0.02	0.07	0.13	0.01	0.06	0.07	0.08
متوسط الطحالب		0.10		0.13		0.09		اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط					
متوسط التعقيم		المعقمة المياه = 0.16		المياه غير المعقمة = 0.05				متوسط الوقت			متوسط التعقيم		
الطحالب × التعقيم		0.16	0.05	0.19	*	0.14	0.04	0.05			*		

التركيز الاصلي للمياه المعقمة				التركيز الاصلي للمياه غير المعقمة			
Mn	Cu	Pb	Cd	Mn	Cu	Pb	Cd
2.95	2.91	2.85	1.11	2.92	2.89	2.83	1.01

ان سبب زيادة بعض الايونات وانخفاضها في ايام اخرى وهذا ما حدث في انخفاض الرصاص في اليوم الخامس وزيادته في اليوم التاسع قد يعود الى ان بعض العناصر الثقيلة كالرصاص والنحاس والكادميوم قد تؤدي سميتها الى تحطيم اغشية الخلايا من خلال تأثيرها على الدهون المفسفرة في تركيب الاغشية مما يؤدي الى اطلاق هذا العناصر او قد يلجأ الطحلب الى استبعاد هذا العنصر كرد فعل على سميته وبالتالي خفض التركيز في خلاياه (19). اما في حالة التداخل بين الطحالب والتعقيم فهو غير معنوي لجميع العناصر المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم على التوالي وعلى الرغم من

عدم معنوية التداخل بين الطحالب والتعقيم الا انه قد ازال العناصر الثقيلة وبشكل كبير وهذا يدل على قدرة الطحالب في الازالة الا انها اختلفت في المياه المعقمة عن غير المعقمة اذ اشار Dumas(9)، ان قدرة الطحالب على الازالة قد يعود الى المحتويات الكيميائية للخلية اضافة الى وفرة الايونات الحرة في الوسط وكذلك الآليات التي يستخدمها الطحلب في مقاومه سمية تلك العناصر خارج وداخل الخلية.

يبين الجدول (3) تأثير مرشح الطحالب والوقت في تركيز عناصر المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم المتبقي في الوسط الزرعي (ملغم لتر$^{-1}$) لمياه شط البصرة المعقمة وغير المعقمة يظهر من النتائج تفوق الطحلب نوع *Chlorella vulgaris* على بقية انواع الطحالب في ازالة الرصاص من الوسط الزرعي اذ كان اقل تركيز متبقي (1.42) ملغم لتر$^{-1}$ ونسبة ازالة وصلت الى (62.53% و62.43%) مقارنة بالطحلبين *Chroococcus limntecus* و*Nostoc linkia* واعلى تركيز متبقي للرصاص كان بتأثير الطحالب *Nostoc linkia* وكان 2.27 ملغم لتر$^{-1}$ ونسبة ازالة الرصاص 62.44% و62.37% للمياه المعقمة وغير المعقمة على التوالي قياساً الى التركيز الاصلي لعينات المياه المعقمة وغير المعقمة وسبب ذلك قد يعود الى ان هذه الطحالب لها القدرة على تركيز كميات كبيرة من المعادن الثقيلة على الرغم من وجودها بتراكيز واطئة في الوسط الذي تعيش فيه (26). وقد يكون تراكم هذه المعادن منتخباً من قبل الطحلب (30). كذلك يلاحظ من النتائج المبينة في الجدول(3) ان لفترة التعريض اثر كبير على تركيز العنصر في الطحالب المدروسة اذ يلاحظ من النتائج ان لفترة التعريض تأثير معنوي في ازالة المنغنيز والنحاس والرصاص في الوسط الزرعي اذ ازالتها بنسبة (56.41% و56.54%) و(59.78% و59.75%) و(62.44% و62.37%) بعد تسعة ايام من الحضن للعناصر السابقة. وسبب هذا الانخفاض قد يعود الى زيادة مقدار ما يركزه كل طحلب من العنصر بزيادة فترة التعريض (13). اذ أن تراكم العناصر الثقيلة في طحلب *Anabaena sp.* يتناسب طردياً مع الزمن وان الاختلاف في ازالة العناصر الثقيلة من طحلب الى اخر يعزى الى طبيعة جدار الخلية اذ يتميز جدار الطحالب الخضر المزرقة باحتوائه على عدة طبقات من Mucopeptide Compounds ومكون من عدة احماض امينية مثل الانلاين والكلوتامين (17). وقد اثر التعقيم معنوياً في جميع العناصر المدروسة اذ ادى الى انخفاض تركيزها في الوسط الزرعي اذ بلغت تركيزه في المياه المعقمة 3.07 و2.82 و3.00 و0.15 ملغم لتر$^{-1}$ بنسبة ازالة (8.36% و15.31% و20,84% و86,72%) لعناصر المنغنيز والنحاس والرصاص والكادميوم على التوالي اما في المياه غير المعقمة فكانت تراكيزه 0.96 و0.89 و0.83 و0.09 ملغم لتر$^{-1}$ وبنسبة ازالة (71,43% و73,19% و78,04% و91,96%) لنفس العناصر السابقة على التوالي ويعزى ذلك الى وجود احياء اخرى في الوسط غير المعقم مثل البكتريا والفطريات وبعض الطحالب الاخرى تقوم بعملية امتصاص المعادن الثقيلة من الوسط الزرعي. كذلك اثر التداخل بين نوع الطحالب والوقت معنوياً في ازالة عناصر المنغنيز والنحاس والرصاص من الوسط الزرعي وتفوق الطحلب*Nostoc linkia* في

ازالة عنصري المنغنيز والنحاس بنسبة (69.04% و68.95%) و(68.16% و68.07%) في اليوم التاسع من الحضن بينما سجلت طحالب *Chlorella vulgaris* اعلى نسبة ازالة للرصاص بلغت (77.30% و77.24%) في اليوم الخامس علماً بأنه لم تختلف معنوياً عن الطحلب *Nostoc linkia* في ازالة الرصاص بعد خمسة ايام من الحضن. ان قدرة الطحالب على الازالة قد يعود الى المحتويات الكيميائية للخلية اضافة الى وفرة الايونات الحرة في الوسط وكذلك الآليات التي يستخدمها الطحلب في مقاومه سمية تلك العناصر خارج وداخل الخلية (9). وقد اثر التداخل بين الطحالب والتعقيم معنوياً في ازالة الرصاص من الوسط الزرعي اذ بلغ اعلى تركيز متبقي 3.54 ملغم لتر$^{-1}$ في طحلب *Nostoc linkia* للمياه المعقمة واقل تركيز متبقي كان 0.55 ملغم لتر$^{-1}$ لطحلب *Chlorella vulgaris* في المياه غير المعقمة وبنسبة ازالة وصلت الى 85.48%. اما بالنسبة لتداخل الوقت والتعقيم فقد كان التأثير غير معنوي لجميع العناصر المدروسة. اما التداخل الثلاثي بين الطحالب والوقت والتعقيم كان التأثير غير معنوي لعناصر المنغنيز والنحاس والكادميوم. واثر التداخل الثلاثي ما بين الطحالب والوقت والتعقيم في تركيز الرصاص المتبقي في الوسط الزرعي اذ بلغت اعلى قيمة 3.68 ملغم لتر$^{-1}$ لطحلب *Nostoc linkia* للمعاملة المعقمة في زمن ساعة واحدة واقل قيمة لطحلب *Nostoc linkia* في المعاملة غير المعقمة في اليوم التاسع 0.11 ملغم لتر$^{-1}$ بنسبة ازالة بلغت 97.09% و97.08% وهذا يبين ان تراكم العناصر الثقيلة في السيانوبكتريا يختلف باختلاف جنس الطحلب وأن قابلية أخذ المعادن تتأثر بعوامل مختلفة مثل الحامضية وطول فترة بقاء الطحالب في الوسط الحاوي على المعادن وتركيز الكتلة الحية الطحلبية وأن معدل أخذ المعادن يكون سريعاً جداً في الساعات الاولى. ان هناك عدة عوامل تؤثر على فعالية الطحالب في ازالة العناصر الثقيلة حيث يؤثر الاس الهيدروجيني على مراحل اخذ العناصر الثقيلة عن طريق مواقع الارتباط بجدار الخلية في حين ان للمركبات العضوية وشدة الاضاءة ودرجة الحرارة دور فعال في ازالة العناصر الثقيلة وان سمية هذه العناصر تعتمد على المركبات العضوية الموجودة في الوسط الزرعي والتي تشكل مع هذه العناصر معقدات تعمل على ترسيبها وخفض سميتها وهذا ما اكـــــــــــــــــــــــــــده (14 و28).

جدول(3) تأثير مرشح الطحالب والوقت في تركيز العناصر الثقيلة Mn, Cu, Pb, Cd ملغم لتر$^{-1}$ في الوسط الزرعي لمياه شط البصرة المعقمة وغير المعقمة.

نوع الطحلب	*Chroococcus*	*Nostoc linkia*	*Chlorella*	متوسط	الوقت × التعقيم	الطحالب × الوقت

					الوقت	*vulgaris*				*limntecus*			
Chlo. Vulg.	*Nostoc inkia*	*Chro. Lim.*	مياه غير معقمة	مياه معقمة		مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	مياه غير معقمة	مياه معقمة	التعقيم / الوقت	العنصر
2.20	2.94	2.79	1.64	2.65	2.64	1.33	3.07	1.85	3.04	1.74	2.83	ساعة1	Mn
2.58	1.64	2.38	1.31	3.03	2.10	1.74	2.41	0.83	2.44	1.34	2.42	اليوم 1	
1.59	1.83	1.84	0.42	3.10	1.75	0.50	2.68	0.36	3.30	0.38	3.31	اليوم 5	
1.84	1.04	1.52	0.49	2.44	1.46	0.89	2.79	0.25	1.82	0.32	2.72	اليوم 9	
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط						2.05		1.86		2.13		متوسط الطحالب	
الطحالب×الوقت		متوسط التعقيم		متوسط الوقت		المياه غير المعقمة = 0.96		المياه المعقمة = 3.07		متوسط التعقيم			
0.68		*		0.39		1.12	2.99	0.83	2.80	0.94	3.32	الطحالب×التعقيم	
1.84	2.57	2.64	1.41	3.28	2.35	1.06	2.62	1.77	2.36	1.41	2.87	ساعة1	Cu
2.52	1.56	1.98	1.16	2.88	2.02	1.68	2.36	0.70	2.42	1.12	2.85	اليوم 1	
1.32	2.04	1.79	0.65	2.79	1.72	0.41	2.24	1.22	2.87	0.32	2.26	اليوم 5	
1.56	1.06	1.39	0.36	2.32	1.34	0.59	2.04	0.21	1.90	0.27	2.52	اليوم 9	
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط						1.81		1.81		1.59		متوسط الطحالب	
الطحالب×الوقت		متوسط التعقيم		متوسط الوقت		المياه غير المعقمة = 0.89		المياه المعقمة = 2.82		متوسط التعقيم			
0.64		*		0.37		0.93	2.69	0.97	2.64	0.78	3.13	الطحالب × التعقيم	
1.50	2.71	3.32	1.51	3.51	2.51	0.75	2.25	1.73	3.65	2.04	3.56	ساعة1	Pb
1.99	2.67	1.52	1.10	3.02	2.06	1.16	2.82	1.25	3.09	0.89	2.15	اليوم 1	
0.86	1.04	2.33	0.49	2.99	1.74	0.04	1.68	0.91	3.16	0.52	2.14	اليوم 5	
1.34	1.66	1.08	0.22	2.50	1.36	0.24	2.44	0.11	3.22	0.31	1.84	اليوم 9	
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط						1.42		2.27		2.06		متوسط الطحالب	
التداخل الثلاثي	الطحالب ×التعقيم	الطحالب×الوقت	متوسط التعقيم	متوسط الوقت	متوسط الطحالب	المياه غير المعقمة = 0.83		المياه المعقمة = 3.00				متوسط التعقيم	
0.88	0.44	0.62	0.36	*	0.31	0.55	2.30	1.00	3.54	0.94	3.18	الطحالب × التعقيم	
0.09	0.16	0.15	0.07	0.16	0.12	0.05	0.13	0.06	0.16	0.10	0.20	ساعة1	Cd
0.12	0.12	0.10	0.07	0.16	0.11	0.07	0.17	0.07	0.17	0.06	0.14	اليوم 1	
0.07	0.09	0.12	0.04	0.14	0.09	0.02	0.11	0.04	0.15	0.65	0.17	اليوم 5	
0.09	0.09	0.07	0.03	0.14	0.09	0.04	0.15	0.03	0.16	0.03	0.12	اليوم 9	
اقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 المعنوية فقط						0.09		0.10		0.11		متوسط الطحالب	
متوسط التعقيم						المياه غير المعقمة = 0.05		المياه المعقمة = 0.15				متوسط التعقيم	
*						0.04	0.14	0.05	0.16	0.06	0.16	الطحالب × التعقيم	

التركيز الاصلي للمياه غير المعقمة				التركيز الاصلي للمياه المعقمة			
Cd	Pb	Cu	Mn	Cd	Pb	Cu	Mn
1.12	3.78	3.32	3.36	1.13	3.79	3.33	3.35

المصادر:

1 عبد الجبار، احمد شاكر (2008). تقدير كفاءة الطحلبين ***Nostoc linckia* (Roth.) Bron.** و***Oscillatoria limosa* (Roth.) C. A. Ag &** **Thar.** في ازالة بعض العناصر الثقيلة من مياه الفضلات في محطة طاقة الناصرية. قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة ذي قار

2. محمود, أمال أحمد (2008). تركيز الملوثات في مياه ورواسب ونباتات بعض المسطحات المائية في جنوب العراق اطروحة دكتوراه/ كلية العلوم/جامعة البصرة, 244 ص.

3 Al-Aarajy, M., (1996). Studies on the mass culture of some microalgae as food for fish larvae, ph. D. Thesis, Univ. basra. 107 pp.

4 Al -Ansari, N. A.; Al -Hanbaly, M. and Knutsson, S. (2013). Hydrology of the most ancient water harvesting schemes, J. Earth Science and Geotechnical Engineering, V3, 1: 15-25.

13 Monica 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.

14 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.

15 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.

16 Pandey, U. and Mishra, A. (1998). Cu and Cd uptake and their localization in cyanobacterium Anacystis nidulans J. Ecotox. Environ. Monitoring 8: 179 – 182.

17 Pinas, F. F. (1990). Effect of sodium deficiency on ammonium grown cell of Anabaena. (Abstract).

18 Prescott, G.W. (1975). Algae of the westeren great lake area 6th ed. Willam C. Brown Co. publisher Dubugue Towa, pp. 977.

19 Rai, L. C.; Jensen, T. E. and Rachlin, J. W. (1990). Amorphometric and X-ray dispersive approach to monitoring pH- altered cadmium toxicity in Anabaena flos– aquae to Arch. Environ. Contam. Toxicol., 19: 479- 487.

5 Becker, E. W. (1983). Limitation of heavy metals removal from waste water by mean of algae. Wat. Res. 17(4) :459 – 466.

6 Bourrly, P. (1980). Les Algues deuu douce, initiation ala system atigue .soc. Nouv. Edit. Boubee, Paris, 517 p. cited by Venkartman and Becker, 1985.

7 David, A. R.; Alistair, G. B. P. and Emma, L. J. (2006). Ecological consequences of copper contamination in macroalgae. effects on epifauna and associated herbivores. Environ. Toxicol. And Chemi, 25 (9): 2470 – 2479.

8 Desikachary, T. V., (1959). Cyanophyta Indian. concil of Agricultural Research. New Delhi, India.

9 Dumas, A.; Laliberte, G.; P. Lessard, and Delanie J. (1998). Biotreatment of fish from effluents using the cyanobacterium *phormidium* bohner Aquacul. Eng. 17.57- 68.

10 FAO, (1992). The use of saline water for crop production irrigation and drainage. Paper 48 Rome, Italy.

11 Kassim, T.I. and AL-Lami, A.A. (1999). Possible use of micro green algae to the remove phosphate and nitrate from wastewater. Iraq J. of Biology 1(1), 11-16.

12 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.

Phaeodactylum tricornutum (Bohlin) accumulation and long – term kinetics of uptake. Bioresource Technology, 63: 213 – 220.

27 Vecchino, A.; Finoli, C.; Disimine, D. and Andreoni, V. (1998). Heavy metal biosorption by bacterial cell. Fren. Jr. Anal. Chem. 338 – 342.

28 Vymazal, J. (1984). Short–term uptake of heavy metals by periphyton algae. Hydrobiol., 119: 171 – 179.

29 Weidman, V. E., Walne, P. R. and Tainor, F. R. (1984). Anew technique for obtaining axenic culture of algae .Can. J. Bot., 42: 958- 959.

30 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.

31 Xue, H. B. and Sigg, L. (1990). Binding of Cu (II) to algae ammemml buffer. Wat. Res. 24 (9): 1129 – 1136.

20 Rachlin, J. W.; Jensen, T. E. and Warkentine, B. (1984). The toxicological response of algae Anabaena flos – aquae to cadmium Arch. Environ. Contam. Toxicol. 13: 143 – 151.

21 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.

22 Singh, D. (2008). Removal of Zn(II) from aqueous solution by biosorption using two blue green algae species *Oscillatoria* sp. and Spirogyra sp., Clean technology.

23 Standard method for the examination of water and wastewater (2005). American water public Health Assoc. American water works Assoc. 21St. ed. New York.

24 Stein, J. R. (1973). Handbook of phycological methods. Cambridge Univ. Press., Cambridge, U k.

25 Stein, J. R. (1975). Hand book of phycological methods. Cambridge Unv. press. Cambridge, pp. 445.

26 Torres, E.; Cid, A.; Herrero, C. and Abalde, J. (1998). Removal of Cadmium ions by the marine diatom

Abstract: Three species of algae (*Chroococcus limntecus, Nostoc linkia and Chlorella vulgaris*) were used to remove heavy metals from tow treatments of water (sterilized and non-sterilized) collected from three resources (sewage, Shatt al-Arab and Shatt al-Basra) at different periods. Heavy metals (Mn, Cu, Pb and Cd) of water mentioned were estimated after passing algae filters in addition to calculated removal efficiency. The results showed superiority *Chlorella vulgaris* in removal of Cd by about 97.08% from sewage water sterilized and non-sterilized after five days of incubation. And removal of Pb was about 92.57%, 92.63% and 77.30%, 77.64% from Shatt al-Arab water (sterilized and non-sterilized) and Shatt al-Basra water (sterilized and non-sterilized) respectively, after five days of incubation. As well as ability of *Nostoc linkia* to removal Mn by about 69.01% ,68.95% and Cu by about 68.18% , 68.07% after nine days of incubation. And removal of Pb was about 72.05% and 72.48% from Shatt al-Basra water after five days of incubation.

Key words: heavy metals, the efficiency of removal , algal filters.

*** : Pant of MS.C thesis of first researcher**