Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)
Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: com@eps.utq.edu.iq
Volume 7, Number 4, December 2017

قابلية الطحلب الأخضر *Scendesmusdimorphus* على المراكمة الحيوية لبعض العناصر الثقيلة وتاثيرها على اشكال خلاياه ومحتوياتها

صباح ناهي السعيدي[1] أحمد محسن عذبي الجعفر[2] سعاد حسين علي البدري[3]

(1)مركز أبحاث الأهوار/ جامعة ذي قار

(2)كلية التربية للعلوم الصرفة/جامعة البصرة

(3)كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة ذي قار

الخلاصة

أجريت الدراسة الحالية لمعرفة قابلية الطحلب الأخضر ***Scendesmusdimorphus*** على مراكمة أربعة من العناصر الثقيلة وهي النحاس والرصاص والكادميوم والنيكل باستعمال أربعة تراكيز (5و10 و 15 و 20) ملغم/لتر لكل منها ومن ثم ملاحظة تاثير تراكيز العناصر على شكل الخلية وتراكيبها الداخلية بأستعمال تقنية المجهر الألكتروني الماسح ،وقد بينت النتائج أن عنصر النحاس كان الأقل شدة في تاثيره على شكل ومحتويات خلايا الطحلب مقارنة مع بقية العناصر الثلاثة ،في حين كان الكادميوم هو الاكثر شدة في تأثيره من بين العناصر المضافة .وظهر من نتائج طيف الامتصاص ان ترتيب امتصاص العناصر من حيث التركيز كان عنصر الكادميوم هو الأكثر تراكماً داخل الخلية إذ بلغ تركيزه (0.78%) من الوزن الجاف وتلاه في ذلك عنصر النحاس بتركيز قدره (0.33%) من الوزن الجاف ثم عنصر النيكل وبلغ تركيزه (0.18%) من الوزن الجاف في حين كان عنصر الرصاص هو الاقل تراكماً وقد بلغ تركيزه (0.10%) من الوزن الجاف للطحلب.

الكلمات المفتاحية: التراكم الحيوي ،العناصر الثقيلة ،المجهر الالكتروني الماسح،الطحلبالأخضر *Scendesmusdimorphus*.

Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)
Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: com@eps.utq.edu.iq
Volume 7, Number 4, December 2017

ability of green alga*Scendesmusdimorphus*on the bioaccumulation of some heavy elements and their affects on shapes and contents of their cells

Sabah.N. Al – Seedi(1) Ahmed M. Al – Jaafar(2) Suad H. Ali Al – Badri(3)

(1) Marshes Research center / University of Thi- Qar

(2) College of Education for pure Science / University of Basrah

(3) College of Education for pure Science / University of Thi- Qar

Abstract

The study was conducted to know the ability of the green alga *Scendesmusdimorphus* to accumulate four heavy elements were copper, lead, cadmium and nickel in four concentrations (5, 10, 15 and 20) mg / L for every one and then observed the effects of these elements on the shape of the cell and its internal structures by using the scanning electron microscopy technique. The results were showing that the copper ion was the least severe effect on the form and content of algae as compared with the rest of the other elements, while cadmium was the most affect among the elements that were added. The results of the absorption spectrum that the order of absorption of elements in terms of concentration was cadmium (0.78%) of the dry weight, followed by the copper percent (0.33%) of the dry weight, the nickel and its concentration (0.18%) of the dry weight while the lead element was the least accumulation, Its concentration was (0.10%) of dry weight.

Keywords: Bioaccmulation, Trace elements , Scanning electron microscopy ,Scenedesmusdimorphus.

المقدمة

تعد ظاهرة التلوث البيئي من الظواهر العكسية للمسار الصحيح للنظام الطبيعي وتشكل مصادر التلوث المائي خطرا كبيرا بسبب تحويلها البيئة النظيفة الصحية الى بيئة ملوثة ممرضة نتيجة الاستخدامات الخاطئة عند التعامل مع المياه،وقدبداتهذة المشكلة تاخذ ابعادًا بيئية واقتصادية واجتماعية خطيرة **(الخفاجيوحسين،2015)**،وأصبح تلوث المياه بانواع مختلفة من الملوثات يشكل قلقًا متزايداً ،وقد وجد ان النباتات والاحياء الاخرى هي الاكثر تاثراً بتلوث الماء بمختلف الملوثات العضوية واللاعضوية كالمبيدات والعناصر الثقيلة وغيرها من الملوثات الاخرى ،كما إن لتلوث المياه تاثيرات اخرى مرضية فضلاً عن إحداث خلل في النظام البيئي والتنوع في الكائنات الحية **(Mothiba and Chech ,2013)**.ويتفق معظم الباحثين على ان المركبات العضوية والعناصر الثقيلة والمواد المشعة والمنظفات تعد من اخطر المجاميع الملوثة للمياة السطحية **(Weiner,2000)**. وتعد العناصر الثقيلة من اخطر الملوثات المائية التي تودي الى تدهور الانظمة البيئية الطبيعية (**Chech-Schutte*et al* ., 2005**)وذلك بسبب ثبوتيتها العالية وفترات بقائها غير المحدودة اذ يمكن ان تنتقل الى مسافات بعيدة عن مناطق نشوئها **(Schutzendubel and Chech , 2002)**.

*البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الثالث.

وبالمقارنه مع الانواع الاخرى من الملوثات المائية فان العناصر الثقيلة من الملوثات ذات الظهور القليل والتاثير الكبير والواسع في النظام البيئي نتيجة لسميتها وقابليتها على التراكم في أنسجة الكائنات الحية المختلفة **(Edem*et al*., 2008)**،كما أنها تختلف عن المواد العضوية كونها لا تتحلل ولاتتفكك الى ما هو ابسط منها وبذلك تنتقل عبر السلسلة الغذائية خلال مسارات متعددة **(Gulfraz*et al*., 2001)**.توثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الانهار على سمية وحركة وسلوك العناصر الثقيلة ويتميز كل عنصر ايضا بسلوك معين ويمتلك دورة كيميائية ارضية احيائية خاصة به **(Fang and Lin , 2002)**. من المهم دراسة وفهم السلوك الفردي والتجمعي لبعض العناصر الثقيلة لفهم حركة العناصر وتاثيرها على مكونات النظام البيئي ابتداء من دخولها المياه وصولا الى اجسام الكائنات الحية او ترسبها في القاع **(Hill, 1997)**، كما ان دراسة وتقدير تراكيز العناصر الثقيلة في محتوى المكونات الحية والغير حية في النظم البيئية يساعد على تقييم ومعرفة مستوى التلوث في البيئة المائية والحد من انتشارها ومعرفة مصادرها **(Wei and Yang, 2010)**،خاصة وان هذه العناصر تصل الى البيئة بكميات كبيرة ومن مصادر متنوعة سواء من المخلفات الصناعية او من مياه الفضلات وبالتالي تعمل على تكوين مركبات ثابتة مع مركبات اخرى سواء كانت عضوية او غير عضوية داخل اجسام الكائنات الحية مسببة تراكمها في المستويات الغذائية (**Mohan *et al*., 2008**)، وقد دُرست العناصر الثقيلة بشكل موسع بالنسبة للمسطحات المائية بشكل عام وفي العراق بشكل خاص فمنها الدراس ة التي شملت الاجزاء الجنوبية من العراق وابرزها دراسة **Abaychi and Dou-Abul (1985)** على مياه شط العرب. يعد استعمال الخلايا الحية للطحالب وكتلتها الحيوية هي الطريقة الأكثر فعالية لازالة العناصر الثقيلة من المسطحات المائيه،فعند نمو الطحالب يتم إزالة العناصر الثقيلة من البيئة المحيطة بعمليتين أساسيتين الأولى لا تعتمد على الأيض وهي الادمصاص Adsorption والثانية تعتمد على الايض وهي الامتصاص Absorption ولكن بشرط توفر الظروف البيئية المناسبة لنمو الطحالب مثل الضوء و درجة الحرارة والأس الهيدروجيني، إذ ان استعمال الطحالب في عملية الازالة الحيوية تعد طريقة فعالة وبسيطة وغير مكلفه .

المواد وطرائق العمل

جمعت العينات من المياة السطحية لنهر الفرات وعلى عمق 30 سم من المياة من مناطق مختلفة من النهر في محافظة ذي قارجنوب العراق وأستخدمت قناني بلاستيكية سعة 500 سم^3 وجلبت الى المختبر لغرض اجراء تجارب الاستزراع . و استعمل الوسط الزرعي Chu-10 والمحور من قبل **(Al-Aarajy,1996)** لتنمية العزلات الطحلبية (جدول 1) ، حضر الوسط الزرعي

بشكل محاليل قياسية Stock solution وحفظ بدرجة حرارة (4°م) في الثلاجة وبدون تعقيم لحين الاستعمال ، إذ تم خلط كميات محددة منه عند تحضير الوسط الزرعي وأكمل الحجم بالماء المقطر حسب الحجم المطلوب وعدل الرقم الهيدروجيني بين (7.4- 7.0) عند زراعة الطحالب بأضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.2عياري .عقمت الأوساط الزرعية بعد ذلك باستعمال جهاز الموصدة الكهربائية Autoclave نوع Webeco بدرجة حرارة (121 مْ) وضغط (1.5))باوند / انج ولمدة (20) دقيقة.أضيف الفسفور بعد التعقيم بالترشيح باستعمال ورق ترشيح ذو فتحات قطرها (0.2) مايكرومتر وذلك لمنع ترسب الفوسفات خلال التعقيم .

جدول (1) :مكونات الوسط الزرعيChu -10المحور من قبل (Al-Aaragy , 1996)

المركب الكيميائي	التركيز غم / لتر	المركب الكيميائي	التركيز ملغم / لتر
$NaNO_3$	53.3	$MnCl_2.4H_2O$	0.045
K_2HPO_4	10	$(NH4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$	0.007
$MgSO_4.7H_2O$	25	$ZnSO_4.7H_2O$	0.056
$CaCl_2.2H_2O$	40	$CuSO_4.5H_2O$	0.02
$FeCl_3.6H_2O$	1.46	$CoCl_2.6H_2O$	0.01
$Na_2SiO_3.9H_2O$	6.2	H_3BO_3	0.72
Na_2.EDTA	31.8	pH	7.3
$NaHCO_3$	25		

وجمعت عينات المياه من مناطق مختلفة من النهر للتحري عن أنواع الطح الب ، ووضعت في قناني بلاستيكية محكمة الغلق حاوية على وسط زرعي Chu-10 معقم لحين فحصها في المختبر ،اذ جلبت العينات مباشرة الى المختبر للتحري عن الأنواع الطحلبية المراد عزلها.لغرض الحصول على مزرعة وحيدة الطحلب Unialgal culture استخدمت طريقتي التخفيف والتخطيط للحصول على مزارع وحيدة الطحلب **(Stein , 1973)** . و اعتمدت المصادر التالية في تشخيص الطحلب المعزول في الدراسة والمبين تصنيفهُ في ادناه **(Desikachary , 1959 ; Prescott , 1975 ; Bourrely , 1980).**

Division : Chlorophyta

Class: Chlorophyceae

Order:Chlorellaes

Family:Scenedesmaceae

Genus:*Scenedesmusdimorphus*

وتم تنقية المزارع وحيدة الطحلب من الجراثيم طبقاً الى طريقة **Weidman *et al.* (1984)** والموضحة تفاصيلها من (**Andersen, 2005**) والتي تتضمن : الغسل بواسطة الماء المقطر المعقم ثم الترسيب بواسطة الطرد المركزي ، اذ يمكن فصل الجراثيم عن الطحالب بواسطة عملية الطرد المركزي للعينة بسرعة 3000 دورة / دقيقة لمدة (90) ثانية ، بعدها أُزيل الراشح وأعيد غسل الراسب (الخلايا الطحلبية) في الماء المقطر المعقم وأعيدت هذه العملية 12 مرة على الاقل . ولغرض التاكد من النقاوة

تم زرعها على وسط الاكار المغذي Nutrient agar حسب ما موضح في **Stein (1973)**،اذ حضنت في درجة حرارة (37) مْ ولمدة (18) ساعة في كابينة الزرع واعيدت هذه العملية عدة مرات للتاكد من خلو المزرعة من الجراثيم من خلال ملاحظة خلو الوسط الزرعي من أي نمو وهكذا تم الحصول على عزلات نقية Axenic cultures. و بعد عزل و تشخيص الطحالب نُقلت الانواع المعزولة من الوسط الزرعي السائل الموجودة فيه باستعمال الماصة المعقمة الى عدد من الدوارق الزجاجية المعقمة ذات حجم (100) مل تحوي (70) مل من الوسط الزرعي المعقم وغلقت فوهات الدوارق بالقطن النظيف وحضنت في درجة حرارة (2± 25)ْم واضاءة (150) مايكرو انشتاين /$م^2$/ثا في كابينة النمو وبنظام (16:8) ساعة ظلام: أضاءة مع مراعاة الرج المستمر للعينات لحين الحصول على النمو المطلوب (**Tomaselli*et al.* ,1981**). و لغرض الحصول على كمية كافية من الطحالب المعزولة لاجراء التجارب المختبرية عليها تم اكثار العزلات باستعمال دوارق زجاجية سعة (1000)مل وتم اضافة الوسط الزرعي بواقع (700) مل لكل دورق ولقح كل منها بحجم قدره (70) مل من المزارع الخزنية وتم تنميتها عندالظروف المثلى للزرع للحصول على الكمية المطلوبة.وتم تقدير معدل نموكل طحلب حسب الطريقة الموضحة من قبل **(Andersen , 2005)**بتحديد الكثافة الضوئية Optical density باستعمال جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer نوع ("CECIL"France)عند الطول الموجي (650) نانوميتر لاجل تحديد منحنى النمو وبالتالي تحديد اطوار النمو وبالذات مرحلة الطورالمستقر، إذ تحصد المزارع الطحلبية في منتصف هذا الطور. وعبر عن معدل النموgrowth rate بثابت النمو K وحسب المعادلة المذكورة في **Fogg (1975)** :-

$$K = \frac{\text{Log Nt} - \text{Log No}}{\qquad\qquad\qquad}$$

اذ ان :- t

t :- الزمن

N_t :- الطحالب بعد الزمن t

N_0 :- الطحالب عند بداية التجربة

وتم حساب زمن التضاعف (Generation time)

$$G = \frac{0.301}{K}$$

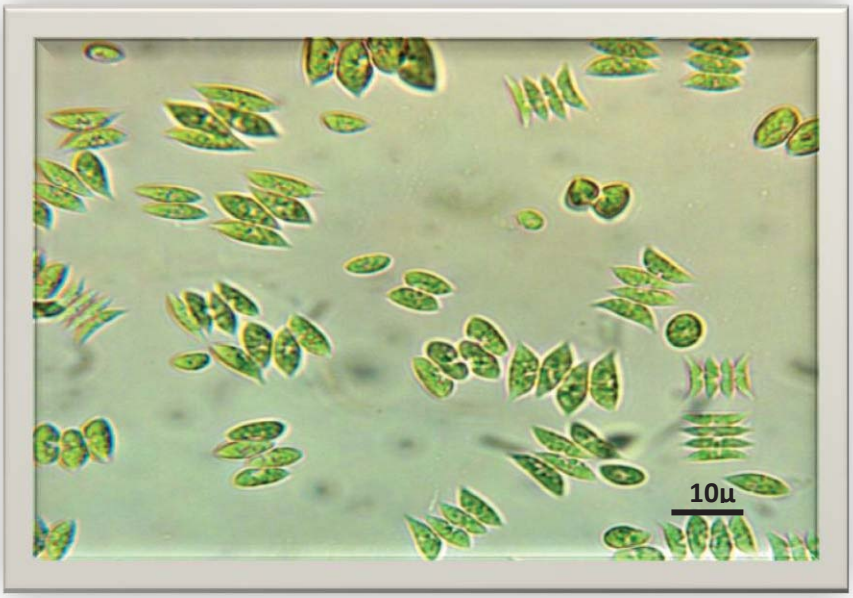
تحضير تراكيز ايونات العناصر الثقيلة

حضرت المحاليل القياسية بتركيزقدره 1000 ملغم / لتر لكل من الكادميوم والنيكل والنحاس والرصاص وذلك بإذابة الأملاح النقية لخلات الكادميوم $Cd(CH_3COO)_2$ وكلوريد النيكل $NiCl_2$ وكبريتات النحاس $CuSO_4$ وخلات الرصاص $Pb(CH_3COO)_2$ على التوالي في الماء الخالي من الايونات وحضرت التراكيز المطلوبة بإجراء التخفيف اللازم ، إذ تم تحضير التراكيز(5،10،15و20) ملغم/ لتر لكل من العناصر الاربعة. و لغرض اضافة العناصر بالتراكيز المذكوره ، تم اعداد المزارع الخاصة بالطحلب وذلك باضافة 15 مل من المزرعة النقية للطحلب الى دوارق حجمية سعة 250 مل حاويه على 150 مل من الوسط الزرعي وتركت لمدة 48 ساعة لغرض اقلمة الطحالب و بعد ذلك تم اضافة تراكيز العناصر الثقيلة لكل مزرعة ونقلت الى حاضنة هزازة لغرض الحضن عند ظروف الزرع المثلى مع رج الدوارق يوميا . ولغرض تحديد تراكيز العناصر الثقيلة في الطحلب والوسط الزرعي تم ترشيح 75مل من المزارع الطحلبية بعد انتهاء فترة الحضن الخاصة ب الطحلب بجهاز سحب الهواء vacuum pump وباستعمال اوراق ترشيح (GF/F) نوع (Glass fiber filter) قطر ثقوبها (0.45) مايكروميتر معروفة

الوزن مسبقاً لفصل الطحلب عن الراشح،وحفظت لغرض اكمال التجارب عليها. و استعملت تقنية المجهر الالكتروني الماسح Scanning electron microscope - x – ray التي اعتمدت على كاشف X- ray EDX with SE2 لتحديد مواقع تراكم العناصر الثقيلة والتغيرات الملحوظة في خلايا الطحلب ،اذ تمتاز هذه الطريقة بالقدرة على فحص العينات بالاعتماد على الضغط العالي وبالتالي عدم الحاجة الى استعمال اي مادة موصله.

النتائج

ظهر الطحلب بشكل مستعمرات محدودة العدد تتالف من (4-8) خلايا تكون على شكل سلسلة متبادلة من الخلايا الداخلية ذات نهايات حادة مستقيمة اما الخلايا الخارجية هلالية منحنية بشدة مع نهايات حادة الخلايا ذات ابعاد تتراوح من (3-6) مايكرون عرضاً و(16-22) مايكرون طولاً ، وهو واسع الانتشار في البيئة العراقيةشكل (1).

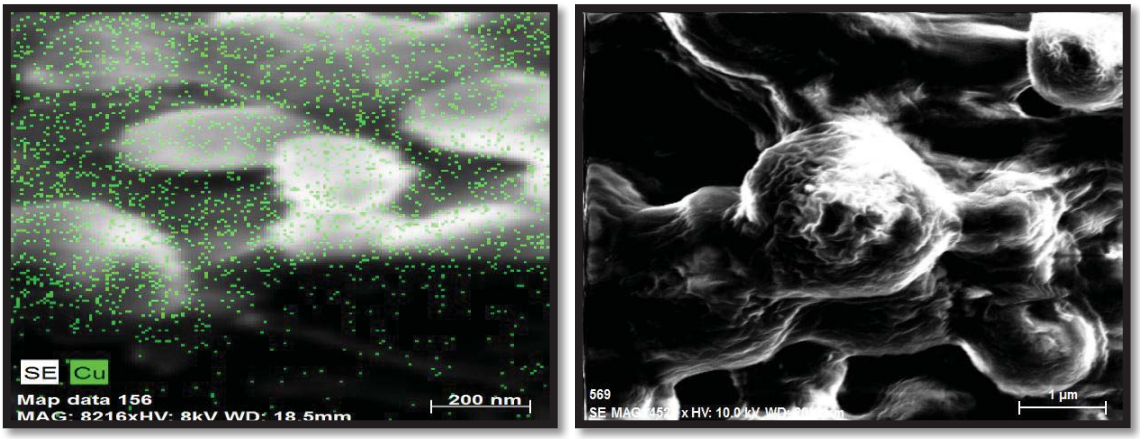


صورة (1) : الطحلب الأخضر *Scenedesmus dimorphus*

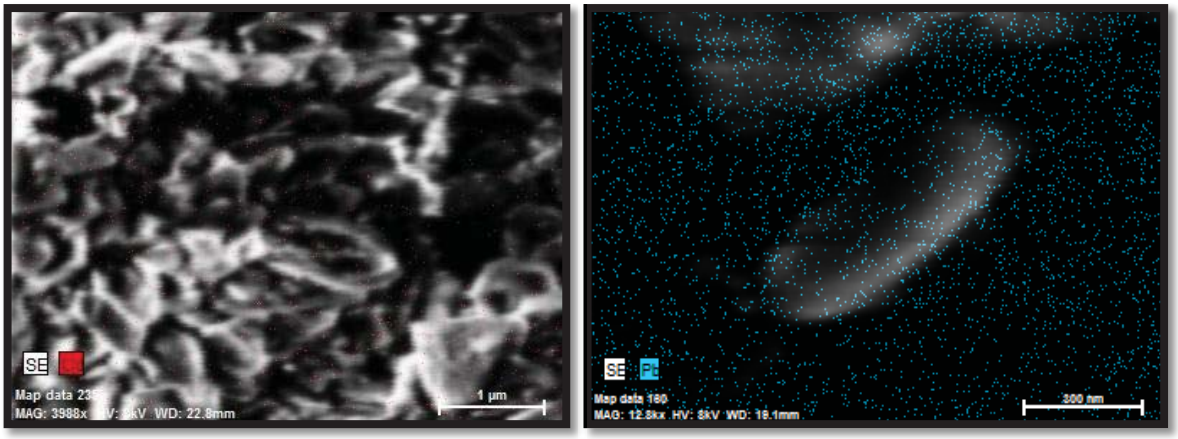
عند قوة تكبير (40x)

أوضحت صور المجهر الالكتروني تواجد خلايا الطحلب بشكل تجمعات ،إذ ظهرت الخلايا متجمعة مع بعضها بشكل واضح كما أن النواة بارزة في وسط الخلية فضلاً عن تواجد بعض العضيات الاخرى(صورة 1). وبينت نتائج طيف الامتصاص إحتواء عينة السيطرة على العديد من العناصر التي ظهرت بقمم مختلفة وفولتية متباينة مثل الكبريت والكلور والكاربون والبوتاسيوم والصوديوم والنتروجين والمغنسيوم والسليكون (شكل 2).وعند مقارنة هذه النتيجة مع معاملة الطحلب بأيون النحاس لوحظ تواجد خلايا الطحلب بشكل تجمعات ايضاً مع ملاحظة انتشار ايون النحاس داخل الخلية وخارجها ولكن يصعب تمييز المحتويات الداخلية للخلية وقد سجل أيون النحاس تركيز قدرهُ (0.33%) من الوزن الجاف (صورة 2).وسجلت نتائج طيف الامتصاص تواجد ايون النحاس عند فولتية (0.9) كيلوفولت إذ سجل أعلى امتصاصية لهُ ، فضلاً عن تواجد أيونات عناصر اخرى عند قيم فولتية مختلفة كأيونات الكبريت والكاربون والأوكسجين والنتروجين والحديد والصوديوم والمغنسيوم والألمنيوم والسليكون والكلور (شكل 3).وعند مقارنة تاثير معاملة الخلية الطحلبية بأيون الرصاص وجد انهُ على النقيض من ايون النحاس فقد كان تاثيرهُ على شكل الخلية شديداً ،إذ لوحظ تلف الخلية وتحلل في غالبية أجزاء الجدار الخلوي فضلاً عن إنعدام ملاحظة اي من المحتويات الداخلية للخلية ،وظهر أنتشار أيون الرصاص بشكل واضح وكثيف فقد بلغ تركيزهُ (0.10%) من الوزن الجاف في كافة اجزاء الخلية

(صورة 3) .وأوضحت نتائج طيف الامتصاص أن ايون الرصاص أعطى أعلى امتصاصية لهُ عند فولتية (2.3) كيلوفولت ،في حين تدرجت بقية ايونات العناصر الأخرى بين قيم فولتية تراوحت بين (0.1-3.4) كيلوفولت وشملت ايونات الكبريت والكلور والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد والصوديوم والمغنسيوم والسليكون (شكل 4). توضح صورة (4) التاثير السلبي لأيون الكادميوم على خلية الطحلب إذ لوحظ حدوث تحطم كامل في الخلايا وأختفاء معالمها مع عدم القدرة على تمييز حدود الخلية ولا أيٍ من التراكيب الداخلية ،كما يظهر الأنتشار البارز لأيون الكادميوم داخل الخلية وخارجها وقد سجل تركيز قدرهُ (0.78 %).أما نتائج طيف الأمتصاص فقد دلت على تواجد قمتين لامتصاص الكادميوم احدهما عند فولتية (0.3) كيلوفولت والأخرى عند فولتية (3.1) كيلوفولت ،فضلاً الى ظهور قمم لامتصاص ايونات عناصر اخرى كالكبريت والأوكسجين والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد والصوديوم والمغنسيوم والسليكون (شكل 5).كان تاثير إضافة ايون النيكل الى الوسط الزرعي الحاوي على خلايا الطحلب مشابه تقريباً لتاثير ايون الرصاص ،إذ ظهر التلف والتحلل في أجزاء من جدار الخلية فضلاً عن عدم إمكانية ملاحظة أيٍ من العضيات داخل الخلايا كما ظهر ايضاً الانتشار الواضح لايون النيكل الذي بلغ تركيزهُ (0.18%) من الوزن الجاف (صورة 5). واشارت نتائج طيف الامتصاص ان ايون النيكل أعطى أعلى امتصاصية عند فولتية (0.9) كيلوفولت إضافة الى تواجد ايونات الكبريت والكلور والكاربون والبوتاسيوم والأوكسجين والصوديوم والمغنسيوم (شكل 6).

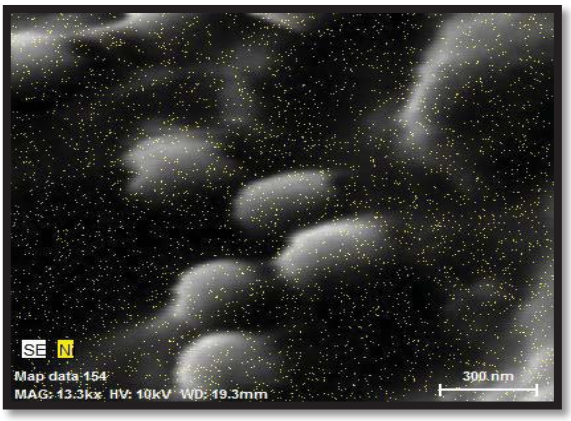


صورة (1) توضح عينة السيطرة لطحلب *S. dimorphus* **صورة (2)** توضح تاثير ايون النحاس بتركيز(20)ملغم/لتر على طحلب *S. dimorphus*

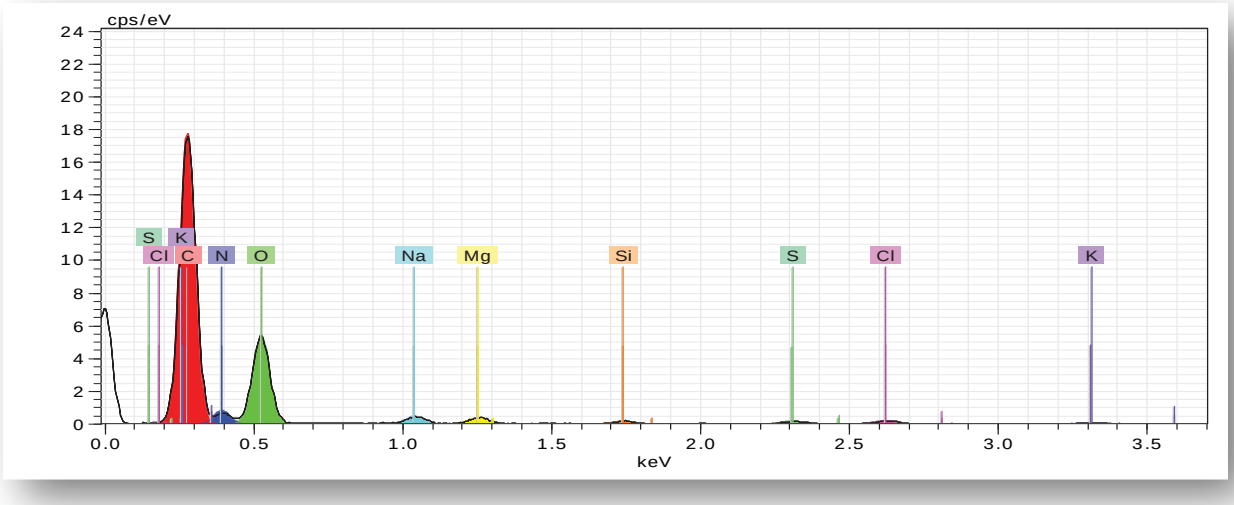


صورة(3) توضح تاثير ايون الرصاص بتركيز(20)ملغم/لتر على طحلب *S. dimorphus* **صورة** (4) توضح تاثير ايون الكادميوم بتركيز(20)ملغم/لتر على طحلب *S. dimorphus*

Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)
Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: com@eps.utq.edu.iq
Volume 7, Number 4, December 2017



صورة (5) توضح تاثير ايون النيكل بتركيز(20)ملغم/لتر على طحلب *S. dimorphus*



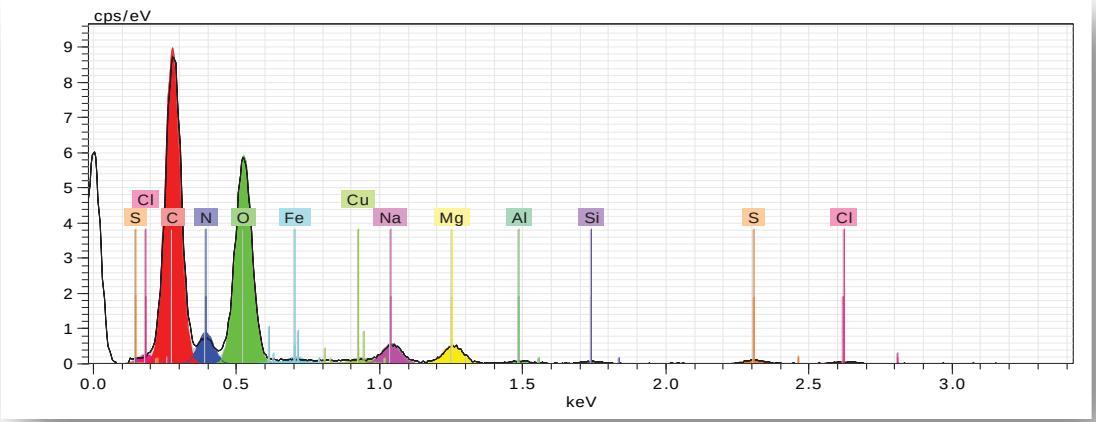
شكل (2) يوضح طيف الامتصاص لعينة السيطرة لطحلب*S. dimorphus*

Spectrum: Acquisition 588

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm.C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Carbon	K-series	55.10	55.10	62.16	18.44
Oxygen	K-series	30.71	30.71	26.00	11.06
Nitrogen	K-series	10.27	10.27	9.94	4.70
Sodium	K-series	1.02	1.02	0.60	0.27
Chlorine	K-series	0.71	0.71	0.27	0.17
Magnesium	K-series	0.78	0.78	0.43	0.21
Silicon	K-series	0.48	0.48	0.23	0.15

Sulfur	K-series	0.51	0.51	0.22	0.15
Potassium	K-series	0.42	0.42	0.15	0.14

Total: 100.00 100.00 100.00

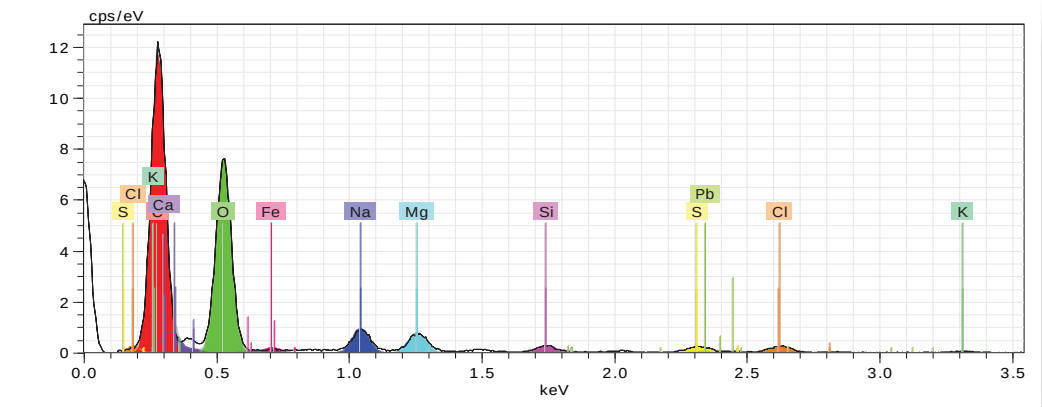


شكل (3) يوضح طيف الامتصاص لايون النحاس بتركيز (20) ملغم \ لتر لطحلب *S. dimorphus*

Spectrum: Acquisition 594

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm.C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Carbon	K-series	41.49	41.49	50.25	14.17
Oxygen	K-series	38.03	38.03	34.58	13.27
Nitrogen	K-series	10.45	10.45	10.86	4.51
Iron	L-series	2.96	2.96	0.77	1.63
Sodium	K-series	2.05	2.05	1.30	0.45
Magnesium	K-series	1.78	1.78	1.07	0.36
Sulfur	K-series	0.61	0.61	0.28	0.17
Aluminium	K-series	0.32	0.32	0.17	0.13
Silicon	K-series	0.41	0.41	0.21	0.15
Chlorine	K-series	0.44	0.44	0.18	0.15
Copper	L-series	1.44	1.44	0.33	0.87

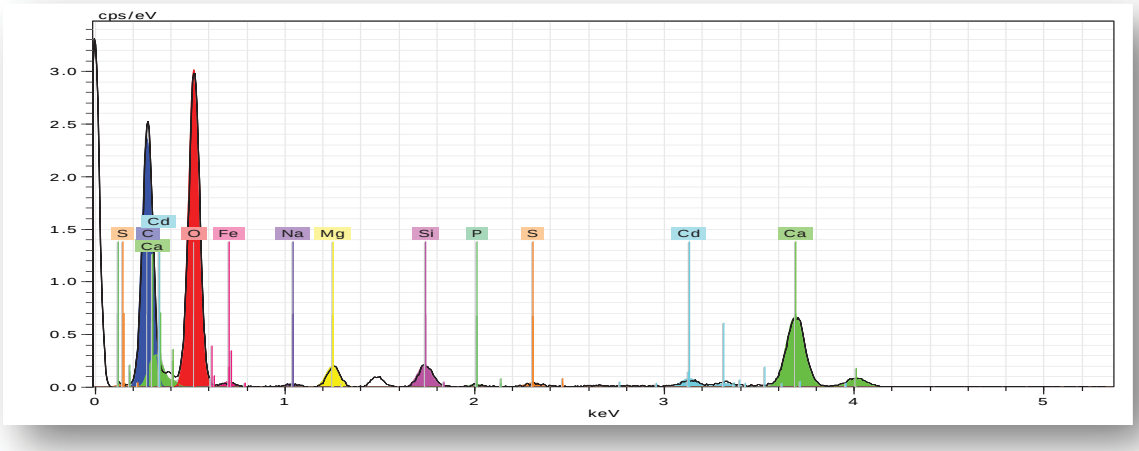
Total: 100.00 100.00 100.00



شكل (4) يوضح طيف الامتصاص لايون الرصاص بتركيز (20) ملغم \ لتر لطحلب *S. dimorphus*

Spectrum: Acquisition 595

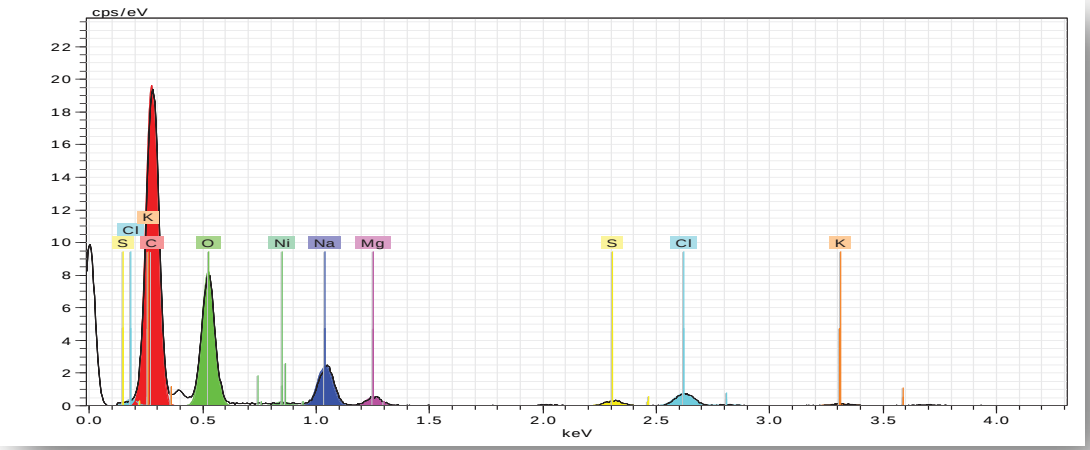
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm.C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Carbon	K-series	86.02	46.70	58.05	29.27
Oxygen	K-series	69.31	37.63	35.12	24.12
Sodium	K-series	4.95	2.69	1.74	0.96
Magnesium	K-series	3.89	2.11	1.30	0.69
Silicon	K-series	2.70	1.46	0.78	0.45
Sulfur	K-series	2.00	1.09	0.51	0.34
Chlorine	K-series	3.55	1.93	0.81	0.52
Potassium	K-series	1.44	0.78	0.30	0.31
Calcium	K-series	2.80	1.52	0.57	0.51
Iron	L-series	5.02	2.73	0.73	2.76
Lead	M-series	2.50	1.36	0.10	0.44
Total:		184.17	100.00	100.00	



شكل (5) يوضح طيف الامتصاص لايونالكادميوم بتركيز (20) ملغم \ لتر لطحلب*S. dimorphus*

Spectrum: Acquisition 812

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm.C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Oxygen	K-series	48.92	40.66	49.20	17.04
Calcium	K-series	34.37	28.58	13.80	4.08
Carbon	K-series	24.25	20.16	32.49	8.68
Cadmium	L-series	5.47	4.55	0.78	0.76
Silicon	K-series	2.77	2.31	1.59	0.45
Magnesium	K-series	1.48	1.23	0.98	0.32
Sulfur	K-series	0.51	0.43	0.26	0.15
Phosphorus	K-series	0.27	0.22	0.14	0.12
Sodium	K-series	0.26	0.22	0.19	0.14
Iron	L-series	1.99	1.65	0.57	1.28
Total:		120.29	100.00	100.00	



شكل (6) يوضح طيف الامتصاص لايون النيكل بتركيز (20) ملغم \ لتر لطحلب*S. dimorphus*

Spectrum: Acquisition 593

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm.C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (3 Sigma) [wt.%]
Carbon	K-series	57.15	57.15	66.32	19.33
Oxygen	K-series	33.16	33.16	28.89	11.84
Sodium	K-series	4.34	4.34	2.63	0.86
Chlorine	K-series	2.42	2.42	0.95	0.35
Magnesium	K-series	0.89	0.89	0.51	0.23
Sulfur	K-series	0.73	0.73	0.32	0.17
Potassium	K-series	0.55	0.55	0.20	0.16
Nickel	L-series	0.75	0.75	0.18	0.53
Total:		100.00	100.00	100.00	

المناقشة

لوحظ من نتائج الدراسة قدرة الطحلب الاخضر ***S. dimorphus*** على مراكمة ايون النحاس داخل خلاياه دون حدوث اضرار كثيرة وقد يعزى السبب في ذلك لكون عنصر النحاس يعد احد العناصر الضرورية للطحالبفهو يدخل في تركيب العديد من الأنزيمات ومنها Cytochrome Oxidase و Plastocyanin و Multicopper Oxidase لكنه يصبح سام عند زيادة تراكيزه لذا فأن الخلية فقدت محتوياتها الداخلية بسبب التاثير الناتج عن زيادة سميتهُ خاصةً وأنهُ يدخل الى السايتوبلازم عن طريق جدار الخلية فضلاً عن وفرة الناقلات الخاصة بهذا العنصر مما يودي الى تجمعهِ داخل خلية الطحلب ويعمل على تحطيم المحتويات الداخلية

والذي قد يكون سببه تثبيطهُ للانزيمات او احلاله محل ذرة المغنسيوم في جزئية الكلوروفيل **(Ali , 2011)**.كان تاثير أيون الرصاص أكثر ضرراً من أيون النحاس وقد يرجع السبب كون الرصاص يعد من العناصر الثقيلة السامة وغير ضروري للطحالب لذا كان تاثيرهُ اشد بزيادة التركيز ،إذ ان التراكيز المنخفضة من الرصاص لا تؤثر على شكل الخلية ومحتوياتها لكن زيادة التركيز سبب أضرار واضحة على شكل الخلية ومحتوياتها وهذا يتفق مع دراسة **(Bajguza ,2000)** الذي لاحظ ان معدل النمو لانواع من الطحالب الخضر والحمر قد ثبط عند تعريضها للرصاص بتراكيز اكبر من 10 ملغم/لتر.أما أيون الكادميوم كان هو الأكثر ضرراً على خلية الطحلب من بين العناصر الأربعة المضافة إذ سبب تلف واضح في تركيب الخلية وقد يعزى سبب ذلك كون الكادميوم يعد عنصر سام حتى عند تراكيزه الواطئة إذ اثبتت العديد من الدراسات التاثير السلبي لهذا العنصر على نواحي مختلفة في الطحالب منها تاثيرهُ على العضيات الداخلية ومسبباً تلفها فقد لوحظ انه يحل محل الحديد الذي يرتبط بالسايتوكرومات في النظام الضوئي مما يؤثر سلباً على عملية البناء الضوئي .كما أظهرت النتائج أن الطحلب راكم عنصر الكادميوم بتركيز اعلى من بقية العناصر والذي بلغ (0.78 %) من الوزن الجاف وقد يرجع السبب الى إحتواء الطحلب على العديد من الأجسام متعددة الفوسفات Polyphosphate bodiesالتي تقوم بحجز أومسك جزئيات عديدة من مركبات العناصر الثقيلة **(Pandery and Mirsha , 1998)** ، او قد يرجع السبب الى الكتلة الحية الكبيرة التي تزيد من نسبة السطح الملامس **(Murugesan*et al* ., 2008)**. كان النيكل هو الأقل تراكماً في الخلية إذ بلغ تركيزه (0.18%) من الوزن الجاف لكن رغم ذلك كان تاثيرهُ واضح على الخلية إذ سبب ضرراً واضحاً في أجزاء الجدار الخلوي والتراكيب الداخلية مما يدل على سمية هذا العنصر عند التراكيز العالية ،وقد يعود السبب الى كون تراكم العناصر من قبل الطحالب يكون أنتقائياً وقد بينت النتائج أن مقدار ما يركزهُ الطحلب من هذا العنصر يزداد بزيادة التركيز وهذا يتفق مع دراسة **العاشور (2003)** ،أو قد يرجع السبب الى قلة أمتصاص أو ادمصاص هذا العنصر من قبل خلية الطحلب والتي تعتمد بشدة على نوع العنصر وعدد الشحنات وألفة مواقع الأرتباط لكل عنصر **(Convert*iet al* ., 2009)** .

المصادر العربية والأجنبية:

الخفاجي،باسم يوسف وحسين،حيدر مشكور(2015).تراكيز بعض العناصر النزرة في الماء والرواسب ونبات القصب في نهر الديوانية. العراق ،مجلة علوم ذي قار 5(2) :2- 12 .

العاشور ، احمد شاكر عبد الجبار(2003). تأثير بعض العناصر الثقيلة في بعض الخواص الفسلجية و الكيموحيوية للطحلب *Nostoclinckia*(Cyanobacteria) . رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة البصرة ، 66 ص .

Al- Aarajy, M. (1996) Studies on the mass culture of some microalgae as food for fish larvae. Ph. D.Thesis, Univ. Basrah - Iraq, P : p 107.

Ali, A.H.,(2011) Performance of Adsorption/Biosorption for Removal of Organic and InorganicPollutants", Ph.D. Thesis, University of Baghdad,College of Engineering

Abaychi , J. K. and DouAbul , A. A. Z. (1985) Trace metals in Shatt Al-Arab river , Iraq. Water Res. , 19(4) : 457- 462.

Andersen, R. A. (2005) Algae culturing techniques. Physiol. Soc. Amer., Elsevier Academic Press,Pp: 578.

Bajguza , A . (2000) . Block adge of heavy metal accumulation in *Chlorella vulgaris* cell by 24 – epibrassinolid –plant physiol – Bioch. (7) : 797-801 .

Bourrely, P. (1980) Les algaesdeuudouce, initiation alasystematique, Soc. Naur. Edit. Boubee, Paris, (517, cited by Venkataraman and Becker, 1985).

Chech-Schulte,R. A., Costa ,C.M. and Vink , R. (2005). Modelling the overland transport of lead deposited from atmosphere in the Elbe catchment over four decades (1958-1995). Water Air Soil Pollut., 160:271-291

Converti, A.; Casazza, A.; Ortiz, Y.; Perego, P. and Del Borghi, M. (2009). Effect of temperature and nitrogen concentration on the growth and lipid content of *Nannochloropsisoculata*and *Chlorellavulgaris* for biodiesel production. *Chem. Eng. Process.*, *48:* 1146 – 1151.

Desikachary, T. (1959) CyanophytaEdt. Indian Council of Agric. Res., New Delhi, 51.

Edem ,C.A.; Akpan ,B and Dosunmu ,M .I. (2008) . A comparative assessment of heavy metals and hydrocarbon accumulation in Sphyrenaafra, Orechromisniloticus and lops lacerta from Anantigha Beach market in Calabar – Nigeria.Afr. J. Environ.Pollut.and Health., 6 : 61-64

Fang, T.H and Lin, C.L .(2002). Dissolved and Particulate Trace Metals and Their Partitioning in a Hypoxic Estuary: The Tanshui Estuary in Northern Taiwan,*Estuaries*. 25(4) : 598–607 .

Fogg, G. E. (1975) Algal culture and phytoplankton ecology. 2nd ed. University of Wisconsin Press. Wisconsin, USA. Pp : 175.

Gulfraz, M. ; Ahmad, T. and Afzal, H. (2001). Concentration levels of heavy and trace metals in the fish and relevant water from Rawal&Mangla lakes. Online J.Biolo. Sci., 1 (5): 414-416

Hill, S .(1997). Speciation of trace metals in the environment . Chem. Soc. Revi., 27:291-298

Mohan, D.; Chandhary,A and Gaur,S. (2008). Patterns of trace metals accumulation in diferent trophic levels of lake Kalian, Jodhpur(India) 12th lake conference.

Mothiba,T and Chech ,J.O.,(2013). Physico-chemical characteristics and pollution levels of heavy metals in the rivers in Thohoyandoyu ,South Africa ,J.Hydrol ., 308,122-127.

Murugesan , A . ; Maheswari , S . and Bagirath , G . (2008). Biosorption of cadmium by live and immobilized cell of *Spirulinaplatensis* . Intern . J . Environ . Res ., 307 – 312 .

Pandery, U. and Mirsha, A. (1998). Cu and Cd uptake and the localization in cyanobacterium*Anacystisnidulans* .J. Ecotox. Environ. Monitoring ., 8 : 179 - 182.

Prescott, G. (1975) Algae of the western great lake area . Elion C . , Brown Co . Pub .Dugugue , Lowa , USA .

Schutzendubel, A. and Chech, A. (2002). Plant responses to abiotic stresses: heavy metal- induced oxidative stress and protection by mycorrhization. J. Exp. Bot., 53: 1351–1365 .

Stein, J. R. (1973) Hand book of phycological methods. Cambridge Unv. Press. Cambridge, U K.

Tomaselli, L.; Giovannetti, L. and Margheri, M. (1981) The mechanism of trichome breakage in *Spirulinaplatensis*and *Spirulina maxima*. Ann. Microbiol., 31:27 - 33.

Wei, B., and Yang, L., (2010). A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. Microchemi. J., 94 - 99.

Weidman , V . ; Walne , P . and Tainor , F . (1984) A new technique for obtaining axenic culture of algae . Can. J . Bot ., 42 : 958 – 959 .

Weiner ,E.R. (2000). Application of environmental chemistry .Lewis puplshers ,London ,New York.