مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (38) العدد (2) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (38) No. (2) 2016

تحديد بعض العناصر المعدنية الثقيلة النزرة في أنواع من الطحالب البحرية على شاطئ مدينة بانياس

الدكتور حسام الدين لايقة*
الدكتور آصف عباس**
ياسمين حريبة***

(تاريخ الإيداع 17 / 11 / 2015. قُبِل للنشر في 16 / 3 /2016)

□ ملخّص □

تركزت الدراسة في هذا البحث على تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة (النحاس Cu، الكادميوم Cd، الرصاص Pb) في بعض أنواع الطحالب البحرية المنتشرة على شاطئ مدينة بانياس خلال عام 2014 وذلك باستخدام مطيافية الامتصاص الذري (تقانة اللهب Flame–AAS).

تشير النتائج إلى ارتباط تغير تراكيز كل من الرصاص، الكادميوم والنحاس بنوع الطحلب ومواقع جمع العينات من جهة، وبمصادر التلوث من جهة أخرى، لوحظ أن النوعين *Sargassum vulgare* (طحلب أسمر) والـ *Enteromorpha linza* (طحلب أخضر) أكثر مراكمة للعناصر الثقيلة من الأنواع الأخرى وخاصة أنواع الطحالب الحمراء.

تراوحت تراكيز عنصر النحاس بين 1.291ppm و 11.716ppm في الأنواع المدروسة، حيث بلغت أعلى قيمة في طحلب الـ *Enteromorpha linza* وأدناها في طحلب الـ *Sargassum vulgare*، أما بالنسبة لعنصر الرصاص كانت أعلى قيمة (59.354 ppm) في طحلب الـ *Enteromorpha linza* وأدنى قيمة (6.46 ppm) في طحلب الـ *Ulva fasciata*، بينما سجلت أعلى القيم لعنصر الكادميوم (10.457ppm) في طحلب الـ *Enteromorpha linza* وأدناها (0.666 ppm) في طحلب الـ*Ulva fasciata*.

الكلمات المفتاحية: الطحالب البحرية – العناصر المعدنية الثقيلة–التلوث.

* **مدرس – قسم الكيمياء البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .**
** **أستاذ مساعد – قسم علم الحياة النباتية– كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
*** **طالبة ماجستير– قسم الكيمياء البحرية–المعهد العالي للبحوث البحرية –جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (38) العدد (2) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (38) No. (2) 2016

Determination of the contents of some trace of Heavy metals (Cu, Cd, Pb) in marine algae from the coast of Banias

Dr. Hussam Eddin Laika[*]
Dr. Assef Abbas[**]
Yasmin Hriba[***]

(Received 17 / 11 / 2015. Accepted 16 / 3 /2016)

□ ABSTRACT □

The study focused in this research to determine the trace of some heavy metal elements (Copper Cu, Cadmium Cd, Lead Pb) in some types of marine macroalgae scattered on the shore of the city of Banias during 2014, using atomic absorption spectroscopy (technology flame Flame- AAS).

The results indicate that the concentrationsofeach of Copper, Cadmium and Lead have a link with macroalgae types, sampling sites from direction, and Source of pollution on the other hand; it was observed that the accumulation of heavy metals in both of *Sargassum vulgare* (browen algae) and *Enteromorpha linza* (green algae) was more than red algae.

Copper concentration ranged between 1.291 ppm and 11.716 ppm in the studied species, Reaching the highest value in the *Enteromorpha linza*algae and the lowest in *Sargassum vulgare*algae, the highest value of Lead element was (59.354 ppm) in *Enteromorpha linza*and the lowest value of it was (6.46 ppm) in *Ulva fasciata*, While the highest values of the element Cadmium recorded (10.457 ppm) in *Enteromorpha linza* and the lowest (0.666 ppm) in *Ulva fasciata*.

Key word: Marine algae-Heavy metals elements- Pollution

[*]**Assistant professor –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria**
[**] **Associate professor- Department of Life Science- Faculty of Science- Tishreen University- Lattakia-Syria**
[***] **Postgraduate Student–High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria**

مقدمة:

تعد دراسة نزر العناصر المعدنية الثقيلة في بعض أنواع الطحالب البحرية من المواضيع الهامة التي تعطي مؤشراً واضحاً عن التلوث في البيئة البحرية، حيث تساعد دراسة تراكيز هذه العناصر في الحصول على معلومات واضحة عن مدى ارتفاع تراكيزها في مياه البحر نتيجة تأثرها بمصادر تلوث مختلفة متمثلة بمياه الصرف الصحي، الأراضي الزراعية، مخلفات المصانع وما تحمله مياه الأنهار والمجاري المائية. الأمر الذي يؤدي إلى عدم قدرة المياه على التخلص من التلوث، فتتحول بذلك إلى مياه ملوثة ذات تأثير خطر متزايد على البيئة بشكل عام وعلى الإنسان بشكل خاص(Buffle *et al.,* 2009; Akcali and Kucuksezgin, 2011; Alkhalifa *et al.,* 2012)

ازداد الاهتمام العالمي بتحديد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة نتيجة عدم قابليتها للتحلل الحيوي ولسمية بعضها (Pb, Cd)حتى ولو وجدت بتراكيز منخفضة (Hall,2002 ; Simon *et al.,* 2011)، أو في تراكم بعضها الآخر في أنسجة الكائنات الحية (Fe, Zn, Cu) بتراكيز مرتفعة أعلى من التراكيز اللازمة للنمو الطبيعي لتصل إلى درجة السمية مما يؤدي في النهاية إلى تسمم الإنسان المستهلك النهائي لهذه الأحياء (سمينة والجبة، 2002 ; محمد، 2008 ; عبد المنعم والتركي، 2012).

توجد العناصر الثقيلة في البيئة البحرية إما منحلة في المياه أو مدمصة على الرواسب، ويعتمد ذلك على الشكل الكيميائي للعنصر ، والعوامل الفيزيوكيميائية المؤثرة (الـpH ، الملوحة، الناقلية) (Praveena *et al.,* 2008). الأمر الذي يساهم في إمكانية تراكمها في الكائنات الحية كالطحالب الكبيرة (الـ macro algae) مثلاً، حيث أظهرت العديد من الدراسات إمكانية استخدامها كمؤشر حيوي للتلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة (Malea and Haritonidis, 2000; Lee and Wang, 2001; Deng *et al.,* 2006; Theodora *et al.,* 2008; Praveena *et al.,* 2008; Metian *et al.,* 2008; Jothinayagi and Anbazhagan, 2009; Alkalifa *et al.,* 2012)

تختلف الطحالب البحرية بقدرتها على تراكم العناصر المعدنية وذلك حسب الشكل المرفولوجي والتركيب الخلوي، حيث يتألف الجدار الخلوي للطحالب من سكاكر مركبة (آغار، ألجينات،كاراجينان....)، وبروتينات ودهون ذات القدرة العالية كسطوح لادمصاص العناصر المعدنية بكميات أعلى بعدة مرات من تراكيزها في الوسط المحيط (Hashim and Chu 2004; Deng *et al.,* 2006; Romera *et al.,* 2008; Sari and Tuzen, 2008; Kumar *et al.,* 2009).

اعتمدت هذه الدراسة على تحديد تراكيز كل من العناصر الثقيلة (pb, Cd , Cu) في بعض أنواع الطحالب البحرية (الطحالب الخضراء، الطحالب الحمراء والطحالب السمراء) المنتشرة على شاطئ مدينة بانياس بهدف معرفة مقدار تراكم العناصر الثقيلة في الطحالب المدروسة وتحديد أي الأنواع أكثر مراكمة للعناصر المعدنية الثقيلة وإجراء مقارنة بسيطة بين المواقع المدروسة.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث للوقوف على محتوى الطحالب البحرية من العناصر المعدنية الثقيلة (Cu, Cd, Pb) التي يمكن أن يعاد تدويرها في العمود المائي الموجودة على شاطئ مدينة بانياس، وتحديد أكثر العناصر الثقيلة المدروسة تركيزاً في المنطقة، وتحديد أكثر أنواع الطحالب قدرة على امتصاص العناصر المدروسة.

وتهدف هذه الدراسة إلى:

1 -تحديد وتصنيف أنواع الطحالب الموجودة في المياه الشاطئية لمدينة بانياس.

2 -تحديد الأنواع الأكثر ألفة وامتصاصية للعناصر الثقيلة المدروسة.

3 -تقييم جودة المنطقة المدروسة من خلال إجراء مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة (Cu, Cd, Pb) من جهة وتراكم العناصر الثقيلة المدروسة في أنواع الطحالب البحرية بين المحطات المدروسة.

طرائق البحث ومواده:

شملت هذه الدراسة عدة مواقع من شاطئ مدينة بانياس من منطقة عرب الملك (N35.924833، E35.265869) حتى منطقة المحطة الحرارية (N35.925762, E35.171872)

تم توزيع مواقع الدراسة على ثلاث محطات (A,B,C)، تمثل المحطة A منطقة عرب الملك التي يصب بها نهر السن حاملا معه ملوثات متنوعة إلى البيئة البحرية، ويمتاز شاطئ عرب الملك بأنه صخري على شكل مصاطب تتخلله بعض البرك الشاطئية وتتناوب معه مساحات شاطئية رملية كما تتميز هذه المحطة بمرور ناقلات النفط والغاز (الصورة1)، وتمثل المحطة B مناطق مختلفة (شركة مصفاة بانياس، شاليهات، مصب نهر جوبر ومصب نهر الزلو ومصب نهر رأس النبع)، وتمتاز بوجود شواطئ رملية متناوبة مع شواطئ صخرية (الصورة 2، 3)، بينما المحطة C تتمثل بالمحطة الحرارية وذات الشاطئ الرملي والصخري (الصورة 4). جمعت العينات اللازمة لهذا البحث خلال عام 2014، ثم تم تصنيفها مخبريا (عباس، 1992 ; ميهوب وعباس، 1992 ,Pereira and Neto, 2015 ;) جدول (1)، ثم غسلت الطحالب بالمياه البحرية وأزيلت المواد العالقة لضمان عدم تلوث العينات، وغسلت بعد ذلك بالماء المقطر لعدة مرات ووضعت في أكياس من النايلون الخاصة ليتم نقلها إلى المخبر لاستكمال التحاليل المطلوبة.

جدول (1): يمثل أنواع الطحالب المدروسة في البحث

طحالب حمراء	طحالب سمراء	طحالب خضراء
Laurencia obtusa	*Sargassum vulgare*	*Enteromorpha linza*
	Scytosiphon lomentaria	*Ulva fasciata*
	Colpomenia sinuosa	*Codium vermilara*

صورة رقم (1): مواقع الاعتيان في عرب الملك

صورة رقم (2): مواقع الاعتيان في مصب الشركة السورية للنفط

صورة رقم (3): مواقع الاعتيان في مصب نهر جوبر

صورة رقم (4): مواقع الاعتيان في المحطة الحرارية

الأدوات والأجهزة المستخدمة:

- جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrometer نوع Varian 220(المعهد العالي للبحوث البحرية).
- حمض الآزوت (HNO_3) عالي النقاوة (65%)(Merck).
- أكياس نايلون.
- جهاز ميكرويف لتهضيم العينات Micro Prep Q-20 Canada (المعهد العالي لبحوث البيئة).

تحليل العينات المدروسة:

غُسلت العينات أولاً بماء ثنائي التقطير لإزالة جميع الشوائب والرمال العالقة على الطحالب والتي يمكن أن تؤثر على نتائج التحليل، ومن ثم جُففت العينات عند درجة الحرارة $60c^{\circ}$ حتى ثبات الوزن، وطُحنت بعد ذلك باستخدام خلاط كهربائي. وضع g 1.5 من مسحوق الطحالب الجاف وأضيف إليها 8ml من حمض الآزوت، لتهضم بعد ذلك باستخدام جهاز ميكرويف وفق برنامج حراري خاص لمدة 45 دقيقة (Caliceti *et al.,* 2002; Radoslaw *et al.,* 2007; Nabil *et al.,* 2008). بعد تمام عملية التهضيم رشحت العينات باستخدام فلتر قطر مساماته 10µm ثم مُددت العينات بالماء ثنائي التقطير ليتثنى قياسها وفقاً للشروط التحليلية الموضحة في الجدول(2).

الجدول(2) : يمثل الشروط الآلية المعتمدة للتحليل على تقانة جهاز الامتصاص الذري باللهب (Flame-AAS).

العنصر	طول الموجة(nm)	فتحة الشق(nm)	نوع اللهب	نوع لمبة المصباح
الكادميوم	228.8	0.5	هواء-استيلين	HCL
الرصاص	217	1	هواء-استيلين	HCL
النحاس	324.8	0.5	هواء-استيلين	HCL

النتائج والمناقشة:

شملت هذه الدراسة تحديد تراكيز العناصر (Pb, Cd, Cu) في بعض أنواع الطحالب البحرية التي جُمعت من مواقع مختلفة على طول شاطئ مدينة بانياس خلال عام 2014، حيث تتراكم هذه العناصر في الطحالب البحرية التي تمثل جزء في السلسلة الغذائية وتنتقل عبر مراحل السلسة لتصل إلى الانسان الذي يقع في نهاية السلسلة الغذائية وتكون بمستويات مرتفعة. يعرض الجدول (3) تغيرات تراكيز العناصر في أنواع الطحالب البحرية المدروسة ومناطق الاعتيان ومحطات الدراسة.

تم تحديد نزر العناصر المعدنية (Pb, Cd, Cu) في الأنواع الطحلبية البحرية المختلفة بتقانة الـ(FLAME-AAS) لأن تراكيزهم مرتفعة نسبياً.

جدول (3): تراكيز كل من Pb،Cu and Cd في الأنواع الطحلبية المدروسة من شاطئ مدينة بانياس مقدرة بـ ppm .

المحطات	المواقع	مكان الدراسة	نوع الطحالب	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)
المحطة A	St1	مصب نهر السن	*Scytosiphon lomentaria*	6.622	2.319	11.054
	St2		*Enteromorpha linza*	6.266	2.697	42.697
	St3	عرب الملك	*Ulva fasciata*	4.300	0.666	6.460
	St4		*Codium vermilara*	3.096	3.559	34.991
	St5		*Sargassum vulgare*	1.291	2.254	16.173
	St6	مصب نهر ثورين	*Ulva fasciata*	3.427	2.417	34.475
	St7		*Codium vermilara*	3.050	5.083	26.293
	St8	شركة مصفاة	*Scytosiphon*	2.567	3.666	35.761

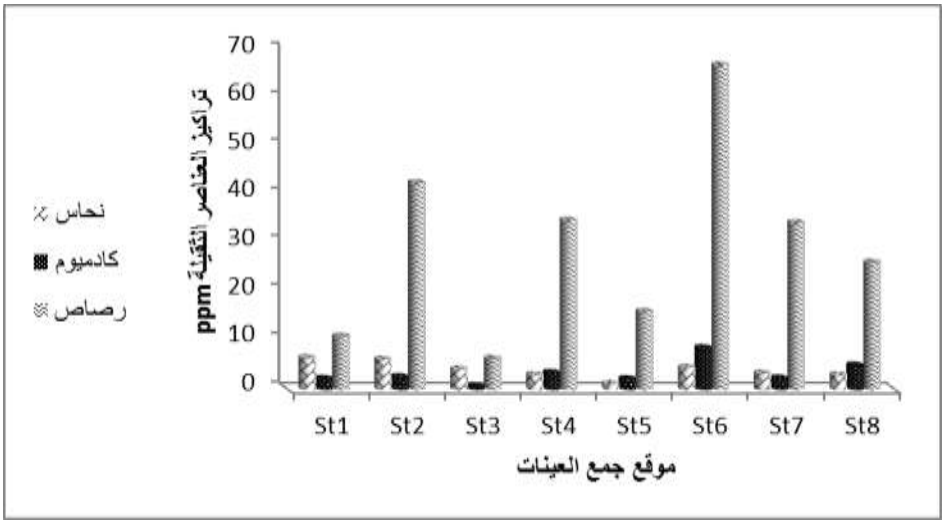
المحطة B		بانياس	*lomentaria*			
	St9		*Laurencia obtusa*	5	4.983	30.508
	St10		*Sargassum vulgare*	2.334	5.728	45.576
	St11		*Colpomenia sinuosa*	7.270	9.555	11.396
	St12		*Enteromorpha linza*	5.425	3.986	24.980
	St13	مصب نهر جوبر	*Enteromorpha linza*	3.328	1.523	23.807
	St14	مصب نهر الزلو	*Enteromorpha linza*	8.510	7.152	7.082
	St15	شاليهات	*Codium vermilara*	5.707	7.351	22.654
	St16		*Enteromorpha linza*	3.433	9.166	18.158
	St17	مصبنهر رأس النبع	*Enteromorpha linza*	11.716	10.457	59.354
المحطة C	St18	المحطة الحرارية	*Laurencia obtusa*	6.967	9.183	16.415
	St19		*Entermorpha linza*	4.221	6.394	23.744

توضح الأشكال (1, 2 ,3) تفاوت تراكيز العناصر ضمن عينات الطحالب المدروسة في المحطات (A,B,C). ففي المحطة A، تراوحت تراكيز عنصر النحاس بين 6.622 ppm –1.291 حيث سجلت أعلى قيمة في طحلب *الـ Scytosiphon lomentaria*في الموقع (St1)، وأدنى قيمة في طحلب الـ *Sargassum vulgare* في الموقع (St5). بينما تراوحت تراكيز عنصر الكادميوم بين 5.083ppm –0.666 حيث سجلت أعلى قيمة في طحلب الـ *Codiumvermilara* في الموقع (St7) وأدنى قيمة في طحلب الـ *Ulva fasciata* في الموقع (St3). أما بالنسبة لعنصر الرصاص فقد كانت أعلى قيمة (42.697 ppm) في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في الموقع (St2) و بلغت أدنى قيمة (6.46 ppm) في طحلب الـ *Ulva fasciata* في الموقع (St3)(الشكل 1). يعود سبب زيادة تركيز عنصر النحاس في طحلب *الـ Scytosiphon lomentaria* وزيادة تركيز عنصر الرصاص في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في موقع مصب نهر السن إلى امكانية انتقال هذه العناصر الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة مع تدفق النهر إلى البيئة البحرية، في حين يعزى سبب ارتفاع تركيز عنصر الكادميوم في طحلب*الـ Codium vermilara* إلى تأثر هذا الموقع(St4) إلى حد ما بحركة السفن التي تقوم بنقل النفط والغاز مما يؤدي إلى انتقال هذه العناصر إلى البيئة البحرية وانتشارها بفعل التيارات البحرية مع الاشارة إلى أن المحطة A نظيفة نسبياً بالمقارنة مع المحطات الأخرى.

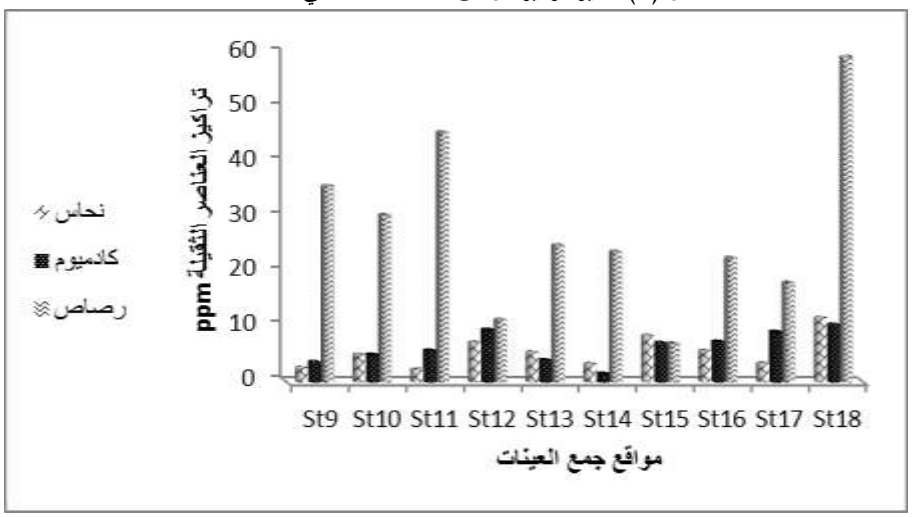
سجلت تراكيز عنصر النحاس في المحطة B من 2.334 ppmإلى 11.716 ppm، حيث بلغت أعلى قيمة للتركيز في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في الموقع (St17)، وأدنى قيمة في طحلب الـ *Saragssum vulgare* في الموقع (St10). أما عنصر الكادميوم فقد تراوحت تراكيزه بين 10.457ppm –1.523، لوحظت أعلى قيمة للتركيز في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في الموقع (St17)، وأدنى قيمة في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في الموقع (St13)، في حين تراوحت تراكيز عنصر الرصاص بين 59.357ppm–7.082، حيث سجلت أعلى قيمة في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في الموقع (St17)، وأدنى قيمة في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في الموقع (St14) (الشكل2). نلاحظ ارتفاع تراكيز عنصر النحاس الكادميوم و

الرصاص في موقع مصب نهر راس النبع (St17) ويعود السبب إلى قربه من ميناء الصيد وما ينتج عنه من ملوثات مختلفة يمكن أن تساهم إلى حد كبير في تزويد البيئة البحرية بكميات من العناصر المعدنية الثقيلة.

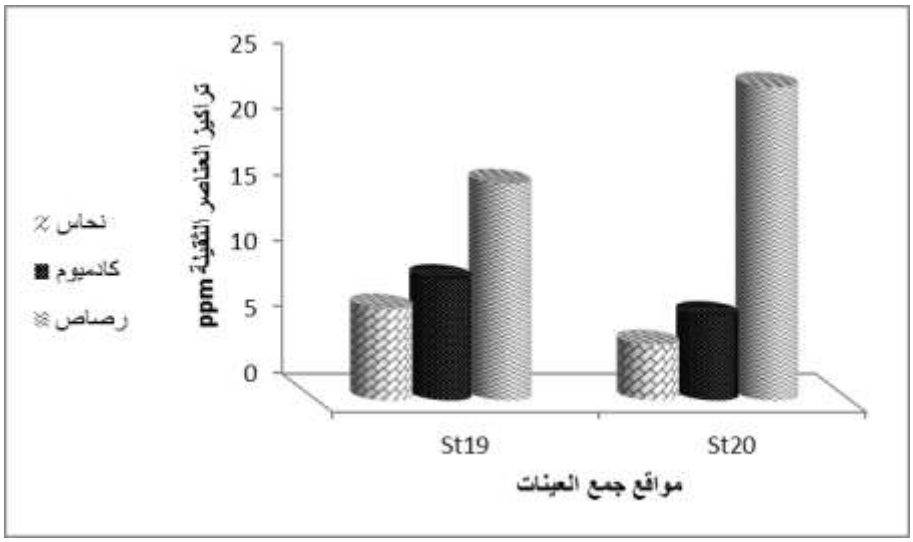
لوحظ في طحلب الـ *Laurancia obtusa* تسجيل أعلى قيمة لتراكيز النحاس والكادميوم (9.183ppm, 6.966ppm) في الموقع (St18) وفي طحلب الـ *Enteromorpha linza* سجلت أدنى لتراكيز النحاس والكادميوم في الموقع (St19) التابعة للمحطة C،في حين سجلت أعلى قيمة للرصاص في طحلب الـ *Enteromorpha linza* في الموقع (St19) وأدنى قيمة له في طحلب الـ *Laurencia obtusa* في الموقع (St18) (الشكل3).



شكل (1): تغير تراكيز كل من Pb،Cd،Cu في المحطة A



شكل (2): تغير تراكيز Cu, Cd, Pb في المحطة B

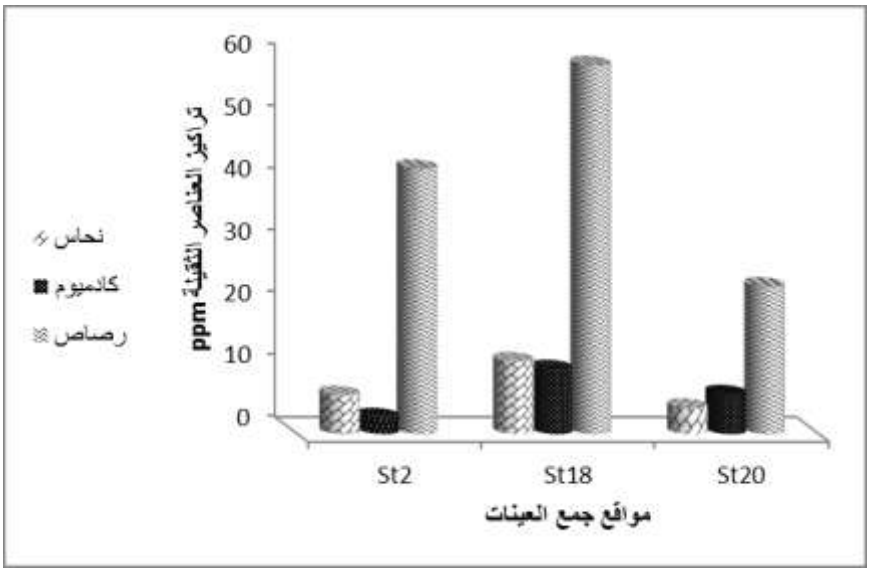


شكل(3): تغير تراكيز Cu, Cd, Pb في المحطة C

بينت النتائج اختلاف تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة باختلاف مواقع جمع العينات، وبإجراء مقارنة بسيطة بين تراكيز العناصر في المحطات المدروسة، كانت تراكيز كل من عنصر النحاس وعنصر الكادميوم وعنصر الرصاص مرتفعة في الموقع St18 (مصب نهر راس النبع) التابع للمحطة B، بينما سجلت أخفض قيم لتراكيز العناصر في المحطة A، مع ملاحظة ارتفاع تركيز عنصر الرصاص مقارنة مع الكادميوم والنحاس في كل المحطات.

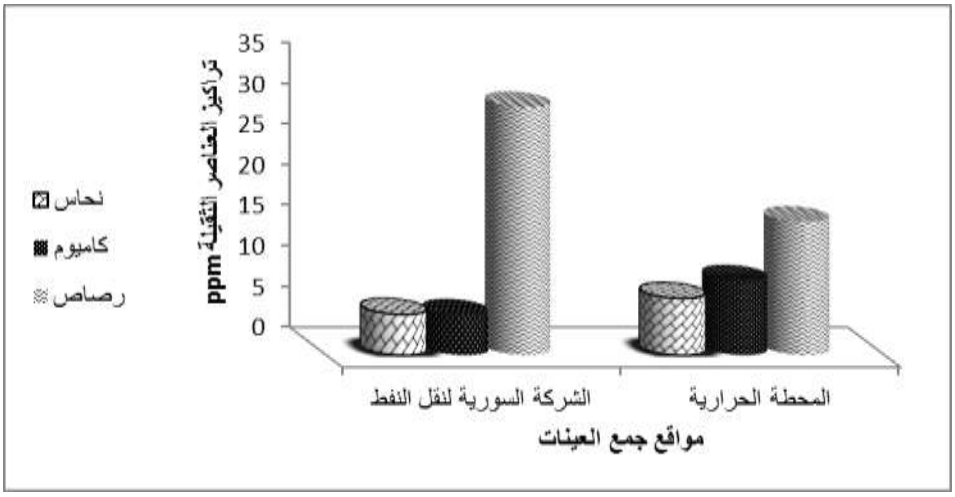
نستنتج أن كل من الشكل المورفولوجي والجدار الخلوي للطحالب بالإضافة إلى مكان جمع العينات وعتبة التلوث والعوامل الفيزيائية والكيميائية مثل (درجة الحرارة، الملوحة، قيم الـ pH) تؤدي إلى اختلاف في قدرة هذه الطحالب على تراكم العناصر المعدنية الثقيلة حيث بينت الدراسات المرجعية قدرتها على تراكم العناصر الثقيلة بكميات أعلى بعدة مرات من تراكيزها في الوسط المحيط (Hashim and Chu 2004; Deng *et al.,* 2006; Romera *et al.,* 2008; Sari and Tuzen, 2008; Kumar *et al.,* 2009)

يوضح الشكل(4) اختلاف تراكيز العناصر (Cu, Cd, Pb) في طحلب الـ *Enteromorpha linza* (طحلب أخضر)، وفق الترتيب التالي Pb> Cu> Cd، وهذا يتفق مع الدراسات المرجعية في كل من تركيا (Fytianos *et al.,* 1999) وايطاليا (Favero *et al.,*1996)، حيث بينت كل من الدراستين تسجيل تراكيز مرتفعة لعنصر الرصاص بالمقارنة مع العناصر النزرة المدروسة.



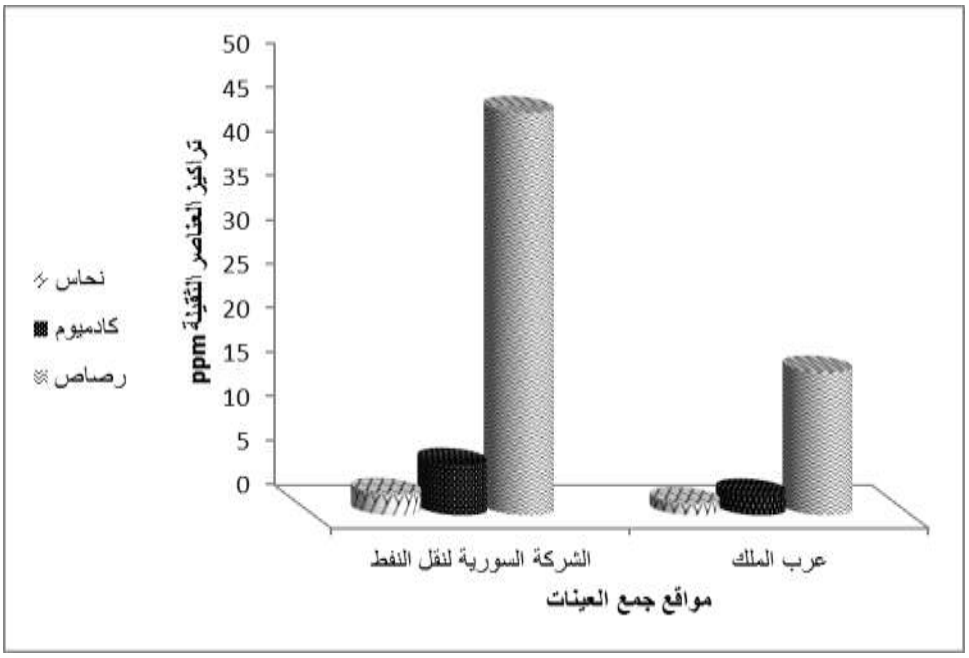
شكل (4): اختلاف تراكيز Cu, Cd, Pb في طحلب الـ *Enteromorpha linza*

في حين يبين الشكل (5) الاختلاف المكاني لتراكيز العناصر المدروسة لدى طحلب الـ *Laurencia obtusa* (طحلب أحمر)، وذلك وفق الترتيب التالي Pb>Cd >Cu، وهذا يعود بالدرجة الأولى إلى اختلاف مصدر التلوث بهذه العناصر بين الموقعين.



شكل(5): تراكيز الـ Cu, Cd, Pb في طحلب الـ *Laurencia obtusa*

بينما يظهر الشكل(6) الاختلاف الكبير بين تراكيز الـ Pb، Cd،Cu في طحلب الـ *Sargassum vulgare* وهو من الطحالب السمراء، وفق الترتيب التالي: Pb> Cd> Cu وهذا يتفق مع الدراسة المرجعية في ليبيا (Ismail *et al.,* 2015). حيث أشارت نتائج الدراسة إلى ارتفاع تراكيز عنصر الرصاص بالمقارنة مع بقية العناصر المعدنية المدروسة.



شكل(6): تراكيز الـ Cu, Cd, Pb في طحلب الـ *Sargassum vulgare*.

وبمقارنة تراكيز العناصر المعدنية المدروسة بين الأنواع الطحلبية المختلفة (*Enteromorpha linza* طحلب أخضر، *Sargassum vulgare* طحلب أسمر، *Laurencia obtuse* طحلب أحمر) كما وضحته الأشكال (4,5,6) نجد أن طحلب الـ *Enteromorpha linza* يراكم عنصر الرصاص بشكل كبير بالمقارنة مع بقية الطحالب المدروسة وذلك وفق الترتيب التالي:

Enteromorpha linza> Sargassum vulgare> Laurencia obtusa

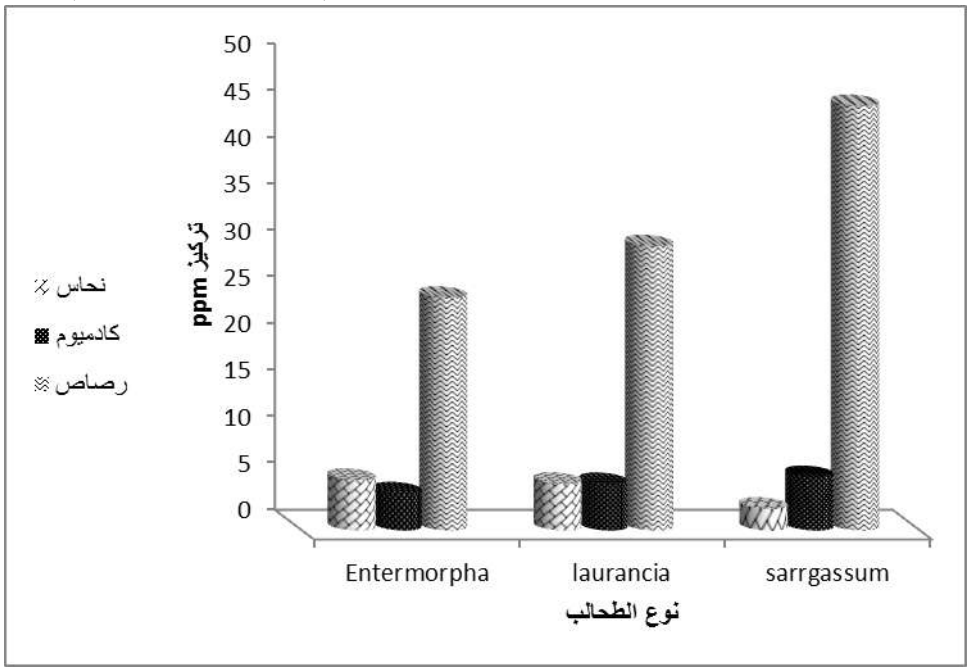
أما بالنسبة لعنصر النحاس فقد بينت النتائج ارتفاع تراكيزه في الطحالب الخضراء بالمقارنة مع الطحالب السمراء والحمراء وذلك وفق الترتيب التالي: Enteromorpha *linza>Laurencia obtusa>Sargassum vulgare*

في حين أن تراكيز عنصر الكادميوم كانت متقاربة بين طحلبي الـ *Entermorpha linza* و Laurencia *obtusa* وبنسبة أقل في طحلب الـ *Sargassum vulgare*

تشير نتائج بحثنا إلى إمكانية استخدام الطحالب البحرية كمؤشر للتلوث بالعناصر الثقيلة بشكل عام، فمثلا يمكن استخدام طحلب (*Sargassum vulgare*) وطحلب (*Enteromorpha linza*) كمؤشر للتلوث بعنصر الرصاص الشكل(4,6) والجدول (2)، بالإضافة لقدرته على إزالة العناصر الثقيلة الأخرى وهذا ما أكدته دراسة (Jeba *et al.*, 2014).

يظهر الشكل (7) اختلاف تراكيز العناصر الثقيلة في طحلب الـ *Enteromorpha linza* و *Laurencia obtusa* و *Sargassum vulgare* الشكل (7). حيث تبين أن طحلب الـ *Sargassum vulgare* يراكم عنصري الرصاص والكادميوم بتراكيز أكبر من الطحالب الأخرى حيث يحتوي على كمية من الألجينات والتي تتمتع بشراهة قوية تجاه العناصر الثقيلة (المصري وأمين، 2010)

ركزت الأبحاث في السنوات الأخيرة على إمكانية استخدام الطحالب السمراء كمواد مازة ومنخفضة التكلفة في المعالجة الحيوية للتخلص من العناصر المعدنية الثقيلة من المسطحات المائية (Torres *et al.,* 2008).



شكل(7): مقارنة بين تراكيز الـ Cu, Cd, Pb في الأنواع المختلفة من الطحالب لكل من *Sargassum vulgare*،*Laurencia obtusa*،*Enteromorphalinza* في موقع الشركة السورية لنقل النفط.

الاستنتاجات والتوصيات:

- كان ترتيب تراكيز العناصر المدروسة في الطحالب كما يلي: Pb> Cd >Cu مما قد يؤثر سلبا على جودة المنطقة.
- يمكن اعتبار بعض الطحالب السمراء والخضراء مؤشراً للتلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة.
- تفاوتت تراكيز العناصر المعدنية بين الطحالب المدروسة حيث كان أكثرها تراكما في الطحالب السمراء (*Sargassum vulgare*) والطحالب الخضراء (*Enteromropha linza*) وأقلها بالطحالب الحمراء (*Laurencia obtusa*).
- إمكانية استخدام بعض الطحالب البحرية في معالجة المياه الملوثة بالعناصر الثقيلة وإمكانية استثمارها مستقبلا.
- التعمق في الدراسات الحقلية والمخبرية والاعتماد على أنواع مختلفة من النباتات كأدلة حيوية لتراكم العناصر المعدنية الثقيلة وإمكانية استعمالها في الرصد البيئي.

المراجع:

1. التركي، أحمد وعبد المنعم، عصام. العناصر الثقيلة مصادرها وأضرارها على البيئة. مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية، 2012.

2. المصري، محمد وأمين يسر. استعمال الكتلة الحيوية في إزالة المعادن الثقيلة من الأوساط المائية. هيئة الطاقة الذرية، سوريا، 2010.

3. سمينة، غياث والجبة، ملك. مستوى العناصر الثقيلة في الخضار المجموعة من مواقع على طول مصدر الري لمجرى نهر بردى/ الغوطة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الطبيعية، سورية، المجلد (18)، العدد(2)، 2002.

4. عباس، آصف. مساهمة في دراسة الطحالب البحرية القاعية على شاطئ اللاذقية، جامعة تشرين، أطروحة ماجستير، سورية، 1992.

5. محمد، عصام. استقصاء واقع التلوث بنزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة في مياه الصرف الصحي لمدينة اللاذقية. مجلة جامعه تشرين–سلسلة العلوم الأساسية، سورية، المجلد (30)، العدد (2)، 2008.

6. ميهوب، حامد وعباس، آصف. الطحالب البحرية ذات الأهمية الاقتصادية والطبية في سوريا – 2–الطحالب السمراء والخضراء. مجلة جامعة دمشق، سورية، المجلد 8، العددان 29، 30، 1992.

7. AKCALI, I.; KUCUKSEZGIN, F. A.Biomonitoring study: Heavy metals in macroalgae from eastern Aegean coastal area. Mar. Pollut. Bull. 2011, 62: 637-645.

8. ALKHALIFA, A. H.;AL-HOMAIDAN, A. A.; SHEHATA, A. I.; AL-KHAMIS, H. H.; ALGHANAYEM, A. A.; IBRAHIM,A. S. Browen macroalgae as bio-indicators for heavy metals pollution of Al-Jubail coastal area of Saudi Arabia. African Journal of Biotechnology Vol. 2012, 11(92): 15888-15895.

9. BUFFLE, J.; WILKINSON, K.J.; VAN LEEUWEN, H. P. Chemodynamics and bioavailability in natural waters. Environ. Sci. Technol, 2009, 43: 7170-7174.

10. CALICETI, E.; ARGESE, A.; SFRISO, B.; PAVON, I. Heavy metal contamination in the seaweeds of the Venice lagoon, Chemosphere 47. 2002, 443–454.

11. DENG, L.; YINGYING, S.U.; HUA, S.U.; XINTING, W.; XIAOBIN, Z. Biosorption of copper (II) and lead (II) from aqueous solutions by nonliving green algae Cladophora f ascicularis: Equilibrium, kinetics and environmental effects Adsorption. 2006, 12:267–277.

12. FAVERO, N.; CATTALINI, F.; BERTAGGIA, D.; ALBERGONI, V. Metal accumulation in a biological indicator (*Ulva rigida*) from the lagoon of Venice (Italy). Arch Environ ContamToxicol. 1996, 31: 9- 18.

13. FYTIANOS, K.; VGENIDOU, E.; ZCHARIADIS, G. Use of Macroalgae as Biological indicators of Heavy metal pollution in Thermiokos Gulf , Greec, Bull, Environ, Contam, Toxicol. 1999, 62: 630- 637.

14. HALL, J. L.Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. JExp.Bot. 2002, 53:1–11.

15. HASHEM, M. A.; CHU, K. H. Biosorption of cadmium by brown, green, and red seaweeds. Chemical Engineering Journal 97. 2004, 249–255.

16. ISMAIL, A.A.; ABUAGLA, Y.A.; FATHI, A.S.; SALEM, S.E.; MOHAMED, A.S. Determination of Heavy metals, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Cd and pb in *Sarrgasssum vulgar* and *Pterocaladia capillacea* marine algae in Libyan coast of Al- khoms. International Journal of Advanced Research. Volume 3, Issue 3, 2015, 384-389.

17. JEBA, S.D.; SANGEETHA, K.; SUGINTHI, B. Biosorption of heavy metal lead from aqueous solution by non-living biomass of Sarrgassum myriocystum, IJAIEM, Volume 3, Issue 4, 2014, 2319- 4847.

18. JOTHINAYAGI, N.; ANBAZHAGAN, C. Heavy Metal Monitoring of Rameswaram Coast by Some Sargassum species. American-Eurasian Journal of Scientific Research. 2009, 4 (2): 73-80.

19. KUMAR; N.; CINI, O.; RITA, N. K. Biosorption of Heavy Metals from Aqueous Solution by Green Marine Macroalgae from Okha Port, Gulf of Kutch, India. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci; six. 2009, (3): 317-323.

20. LEE, W. Y.; WANG, W. X. Metal accumulation in the green macroalgae *Ulva fasciata*: Effects of nitrate, ammonium and phosphate. Sci. Total Environ. 2001, 278: 11-22.

21. MALEA, P.; HARITONIDIS, S. Use of the green alga, *Ulva rigida* C. Agardh as an indicator species to reassess metal pollution in Thermaikos Gulf, Greece after 13 years. J. Appl. Phycol. 2000, 12: 169-176.

22. METIAN, M.; EVE GIRO, N.; VANESSA, B.; LAETITIA, H.; JEAN, L. T.; MICHEL, W. The brown alga *Lobophora variegata,* a bioindicator species for surveying metal contamination in tropical marine environments. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 362. 2008, 49-54.

23. NABIL, A.; Al-SHAWAFI, A. I.; RUSHD, I. Heavy metal concentrations in marine green, brown, and red seaweeds from coastal waters of Yemen, the Gulf of Aden. Environ Geo. 2008, 55:653–660.

24. PEREIRA, L and NETO, M. Marine algae: Biodiversity, Taxonomy, Environmental Assessment and Biotechnology. CRC Press. Boca Raton, London, New York. 2015, 397p.

25. PRAVEENA, S. M.; AHMED, A.; RADOJEVIC, M.; ABDULLAH, M. H.; ARIS, A. Z. Heavy metals in mangrove surface sediment of Mengkabong Lagoon, Sabah: Multi- variate and Geo-accumulation Index approaches. Int.J.Environ.Res,2. 2008, 139–148.

26. RADOSLAW, Z.; PIOTR, S.; ADAM, L. Comparison of green algae Cladophora sp. and Enteromorpha sp. as potential biomonitors of chemical elements in the southern Baltic, Science of the Total Environment 387. 2007, 320–332.

27. ROMERA, F.; GONZA´lez, A.; BALLESTER, M. L.; BLA´ZQUEZ, J. A.; MUN˜O, Z. Biosorption of heavy metals by Fucusspiralis, Bioresource Technology 99. 2008, 4684–4693.

28. SARI, A.; TUZEN, M. Biosorption of cadmium (II) from aqueous solution by red algae (*Ceramium virgatum*): Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. Journal of Hazardous Materials 157. 2008, 448–454.

29. SIMON, D. F.; DAVIS, T. A.; TERCIER- WAEBER, M. T.; ENGLAND, R.; WILKINSON, K. J. Insitu evaluation of cadmium biomarkers in green algae. Environ, Pollut, 2011, 159:2630-2636.

30. THEODORA, B.; PARASKEVI, M.; THEODOROS, K. The green seaweed *Ulva rigida*as a bioindicator of metals (Zn, Cu, Pb and Cd) in a low-salinity coastal environment. Botanica Marina. Volume 51, Issue 6. 2008, Pages 472–484.

31. TORRES, M. A.; BARROS, M. P.; CAMPOS, S. C.; PINTO, E.; RAJAMANI, S.; SAYRE, R. T.; COLEPICOLO, P. Biochemical biomarkers in algae and marine pollution: A review. Ecotoxicol. Environ. Safety. 2008. 71:1-15.