

مساهمة في دراسة واقع نزر العناصر المعدنية الثقيلة في رسوبيات شاطئ مدينة اللاذقية

* الدكتور عصام محمد

** الدكتور عماد حويجة**

*** أحمد أمير أغورلي***

(قبل للنشر في 2005/3/29)

□ الملخص □

تناولت هذه الدراسة توزيع نزر العناصر المعدنية الثقيلة في الرسوبيات الشاطئية لمدينة اللاذقية حيث تم تحديد تراكيزها في 110 عينة من العينات الرسوبية الشاطئية السطحية، تم اختيارها من سبعة مواقع منتشرة على طول شاطئ مدينة اللاذقية، وذلك خلال الفترة الممتدة ما بين 7 / 5 / 2000 و 21 / 6 / 2001، مستخدمين لذلك جهاز الامتصاص الذري (AAS)، وتم ضبط جودة عمل الجهاز ودقة النتائج، بالاعتماد على تحليل مواد عيارية مرجعية، معتمدة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

تراوحت تراكيز العناصر (*Cd* و *Cr*، *Cu*، *Pb*، *Zn*، *Se*) في العينات الرسوبية ما بين (0.0137-0.394) $\mu\text{g/g}$ ، (13.59-128.17) $\mu\text{g/g}$ ، (0.24-5.96) $\mu\text{g/g}$ ، (0.13-26.80) $\mu\text{g/g}$ ، (14.00-583.94) $\mu\text{g/g}$ و (0.042-0.258) $\mu\text{g/g}$ ، على الترتيب، وبمقارنة النتائج السابقة بالقيم العظمى Maximum Permissible Concentration (MAXPC)، وجد أن هذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها عالمياً، باستثناء عنصر الكروم الذي وصل في بعض المواقع وبعض الجولات إلى قيم أكبر من الحد الأعظمي المسموح به عالمياً.

* أستاذ في قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

** أستاذ مساعد في قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

*** مرشح لنيل درجة الماجستير - قسم الكيمياء - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

Contribution to Study the State of Heavy Metals in Tidal Sediments of Lattakia Coast

Dr. Issam Mohamad*

Dr. Imad Hwejih**

Ahmed Amir Aghiourli***

(Accepted 29/3/2005)

□ ABSTRACT □

This study deals with the distribution of heavy metals in tidal sediments of Lattakia coast. The concentrations of heavy metals were determined in (110) surface samples of sediments taken from seven tidal sites along Lattakia coast, during the period 7 / 5 / 2000 – 21 / 6 / 2001, using the technique of Atomic Adsorption Spectrophotometric (AAS), and the accuracy of apparatus were done, depending on Certified Reference Materials analysis (CRMs), recommended by International Atomic Energy Agency (IAEA).

The concentrations of heavy metals (*Cd*, *Cr*, *Cu*, *Pb*, *Se*, *Zn*) in sediment samples ranged between (0.0137-0.394)µg/g, (13.59-128.17)µg/g, (0.24-5.96)µg/g, (0.13-26.80)µg/g, (0.042-0.258)µg/g and (14.00-583.94)µg/g (dry wt) as follows, and by comparison the prior results with the international (MAXPC) Maximum Permissible Concentration, we found that the values are within the permitted values, except the Chromium element in some seasons and in some stations which reached to higher than the (MAXPC) Maximum Permissible Concentration.

* Prof., Department Of Chemistry-Tishreen University-Lattakia-Syria.

**Associated Prof., Department Of Chemistry-Tishreen University-Lattakia-Syria.

***Msc. Student, Department Of Chemistry - High Institute Of Marine Research – Tishreen University- Lattakia-Syria.

مقدمة:

تتوزع نزر العناصر المعدنية الثقيلة Heavy Metals في البيئة البحرية بنسب متفاوتة، وتصل إلى البيئة البحرية بطرق مختلفة، سواءً عبر النقل الجوي بواسطة الهواء، والتي تشمل كل ما يرد إلى الهواء من الصناعات (كالانبعاثات الناتجة عن عمليات التعدين [1]، وما ينتج عن عوادم السيارات [2]، واحتراق الغابات والأشجار [3]، وحرق النفايات [4]، وما ينتج عن عمليات الحت والتعرية للتربة بفعل الرياح والأمطار [5]،الخ). أو عبر المسطحات المائية، والتي تشمل كل ما يتم نقله عبر مصبات الصرف الصحي [6]، ومياه الأمطار [7]، والسفن [8]، واستخدامات المعادن في عمليات التصنيع مثل الصناعة التحويلية، والكبلات الكهربائية [9]، وتلبيس المعادن [10]، والبطاريات [11]الخ).

وتتوضع العناصر المعدنية الثقيلة على سطوح الجسيمات الموجودة في البيئة المائية، ويتعلق تركيزها في الجسيمات المعلقة بتركيزها في الوسط المائي، وهو مستقل عن حالة الأكسدة للعنصر (رقم الأكسدة)، وترتبط العناصر المعدنية الثقيلة بالجسيمات (طين، رمل، أكسيد الحديد، مواد عضوية،)، وفقاً للآلية الكهرساكنة (تبادل شرجبات)، أو الآلية الكيميائية (امتزاز نوعي) [12]، لتصل آخر المطاف إلى القاع.

وتعتمد معدلات امتزاز العناصر على سطوح الجزيئات على تغيرات درجة الحرارة من جهة وعلى نوعية العنصر من جهة أخرى، فضلاً عن أنها ترتبط بدرجة الملوحة، حيث تؤثر الملوحة على معدلات امتزازها على سطوح الجسيمات [13].

وتشكل بعض هذه العناصر مع الدهون معقدات عضوية معدنية تؤثر إما بالزيادة أو بالنقصان على سرعة نمو الكائن الحي [14، 15]، وتتجلى تأثيراتها الواضحة على بعض أجناس الكائنات الحية (ذكور أو إناث) بما فيها الإنسان [14-17]، وذلك تبعاً لاختلاف سلوك العنصر المعدني في جسم الكائن، مسبباً أمراضاً مختلفة مثل (السرطان، وأمراضٍ أخرى.....الخ) [18-20].

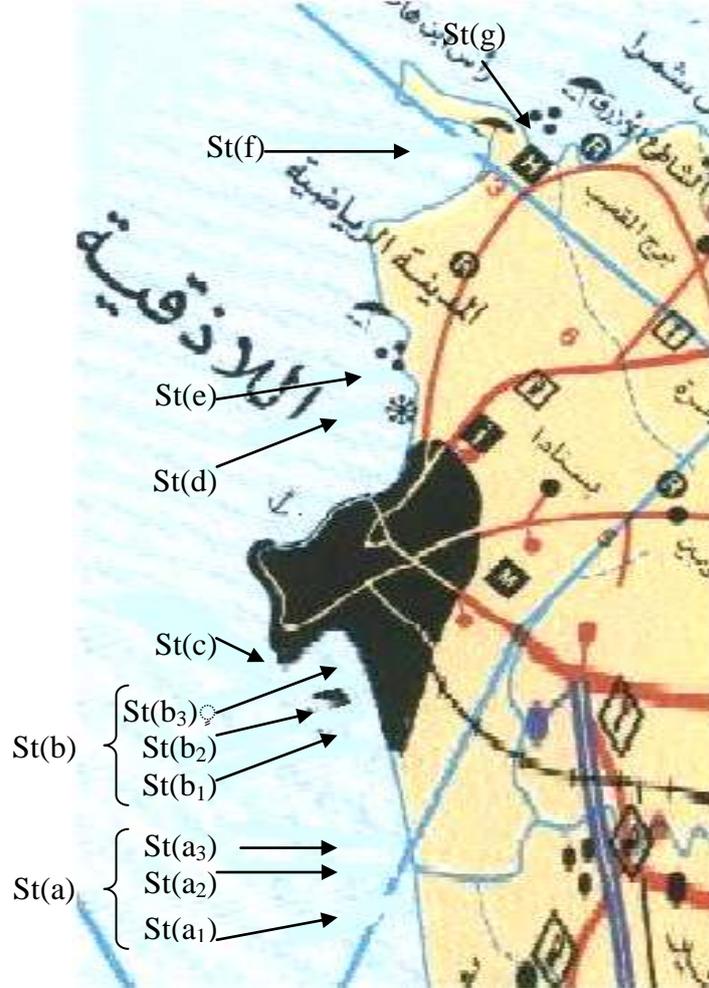
تُعد دراستنا هذه من أولى الدراسات التي أجريت على الرسوبيات البحرية في الشاطئ السوري، ضمن إطار مراقبة ومتابعة تغيرات بعض الملوثات الكيميائية، التي تشكل خطراً على البيئة البحرية، وستساهم هذه الدراسة في إعطاء فكرة أولية عن المواقع المدروسة على شاطئ مدينة اللاذقية.

وسوف نستعرض في بحثنا هذا واقع نزر العناصر المعدنية الثقيلة في الرسوبيات البحرية لمدينة اللاذقية، التي افترضت على أنها إحدى النقاط الساخنة على الشاطئ الشرقي للبحر المتوسط، وذلك استناداً إلى القائمة الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة الـ (United National Environment Program) UNEP عام 1997 [21]، فيما لو كان شاطئها يتعرض لمصادر تلوث مختلفة.

مواقع الاعتيان:

تم جمع عينات من الرسوبيات الشاطئية لمدينة اللاذقية، وفق توزيع جغرافي شمل سبعة مواقع منتشرة على امتداد الشاطئ، بدءاً من مصب نهر الكبير الشمالي جنوباً وحتى منطقة منتجع الشاطئ الأزرق شمالاً، وتم الأخذ بعين الاعتبار مواقع مصبات الصرف الصحي للتجمعات السكنية والصناعية والمياه السطحية دائمة الجريان، التي ترفد مياه البحر، ويبين الشكل (1) مواقع الاعتيان الموزعة على النحو التالي:

- a. الموقع St(a) A: مصب نهر الكبير الشمالي تمّ اختياره نظراً لتلاقي مياه نهر الحفة مع المجرى الرئيسي له، ولوجود بعض المنشآت الصناعية مثل (معمل البطاريات، معامل الرخام، معمل تصنيع المشروبات الغازية، ومعمل تصنيع البرادات والغسالات)، والتي تصبب آخر المطاف إلى البحر، وتمّ الاعتيان من ثلاث نقاط، تقع إحداها أمام المصب، والنقطتان الباقيتان على يمينه ويساره بمسافة تصل إلى حوالي 200م تقريباً.
- b. الموقع St(b) B: مسبح الشعب ويشمل ثلاثة نقاط، تقع جميعها على يمين مصب مجرور الصرف الصحي لمسبح الشعب بمسافة تتراوح ما بين 100-300م.



الشكل (1) مخطط مواقع الاعتيان

- c. الموقع St(c) C: منتزه السوار ويشمل نقطة واحدة فقط، تمّ اختيارها لوجود بعض المنتزهات السياحية المتاخمة للبحر. وتقع على يمين النقطة St(b₃) لمسبح الشعب بمسافة 200م.
- d. الموقع St(d) D: يشمل نقطة واحدة، تقع يمين المدخل الشمالي للمرفأ التجاري، تمّ اختيار هذه النقطة نظراً لوجود قناتي صرف صحي، إضافة إلى وجود بعض خزانات النفط في هذا الموقع.
- e. الموقع St(e) E: موقع سفينة نوح، يشمل نقطة واحدة، تمّ اختيارها بسبب وجود مصب سابق للصرف الصحي.
- f. الموقع St(f) F: موقع فندق المريديان، ويشمل نقطة واحدة، تمّ اختيارها كونها منطقة سياحية.

g. الموقع St(g) G: موقع منتج الشاطئ الأزرق، ويشمل نقطة واحدة، تم اختيارها كونها منطقة سياحية. وقد امتدت دراستنا من شهر أيار 2000 وحتى شهر حزيران 2001 وبمعدل جولة واحدة كل ستة أسابيع.

طرائق العمل:

تمّ جمع العينات (باستخدام أنبوب مصنع من مادة P.V.C، حيث أخذت عينة من الطبقة السطحية للرسوبيات بسماكة لا تتجاوز 5/10- سنتمتر، ونعومة لا تتجاوز 200mesh)، وتمّ تحضير العينات الرسوبية باعتماد طريقة التهضيم للوزن الجاف (Dry-Digestion-Method) وفق الطرائق المرجعية المطبقة في مخابر الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) International Atomic Energy Agency [22]، جُففت العينة عند الدرجة $105^{\circ}C$ واستخلصت بالماء الملكي: حمض فلور الماء (6:1) وجرى تهضمها لمدة ساعتين ونصف الساعة، ثم تم نقلها إلى أنبوب مدرج يحتوي على 2.7gr من حمض البوريك، لنترك بعد ذلك إلى اليوم التالي للقياس. أما بالنسبة للعينات المائية فقد اعتمدت طريقة الاستخلاص (APDC- $CHCl_3$) للعينات المقاسة بتقانة التذرية الكهروحرارية (ETA-AAS)، وطريقة (APDC-MIBK) للعينات المائية المدروسة بتقانة التذرية باللهب (Flame-AAS).

تمّ تحديد نزر العناصر الثقيلة (Cd, Cr, Cu, Pb, Se, Zn) في العينات الرسوبية و(Cd, Cr, Cu, Pb) في العينات المائية، بالاعتماد على تقانات مطيافية جهاز الامتصاص الذري (موديل Varian نموذج 220AA). حيث تم تحديد نزر عنصر السيليونيوم باستخدام اللهب (Flame) وفق تقانة تشكل الهيدريدات Hydride Generation (Hydride-AAS)، ونزر العناصر (Cr, Cu, Zn) وفق تقانة اللهب (Flame-AAS)، في حين تم تحديد نزر العناصر (Cr, Cu, Cd, Pb) في العينات المائية، إضافة إلى نزر عنصر (Cd, Pb) في العينات الرسوبية، وفق تقانة التذرية الكهروحرارية Electro Thermal Atomization (ETA-AAS)، وتبين الجداول التالية الشروط الآلية والحرارية المعتمدة بعد الدراسة المخبرية:

جدول (1): الشروط الآلية المستخدمة لعمل جهاز الامتصاص الذري والمطبقة في هذه الدراسة لتحليل نزر العناصر في العينات الرسوبية والمائية وفق تقانتي اللهب والتذرية الكهروحرارية

نوع اللهب	الغاز الحامل	الزمن التكاملي للإشارة		شدة تيار المصباح mA	فتحة الشق nm	طول الموجة nm	العنصر المدروس
		ETA-AAS	Flame-AAS				
بتقانة-Flame AAS	Argon	-	2	5	1	228.8	Cd
-	Argon	2	2	7	0.5	357.9	Cr
-	Argon	2	2	4	0.5	324.8	Cu
-	Argon	2	-	10	0.5	283.3	Pb
-	-	2	-	4	0.5	213.9	Zn

جدول (2): الشروط الآلية المستخدمة لعمل جهاز الامتصاص الذري والمطبقة في هذه الدراسة لتحليل نزر العناصر في العينات الرسوبية وفق تقانة مولد الهيدريد

العنصر المدروس	طول الموجة nm	فتحة الشق nm	شدة تيار المصباح mA	الزمن التكاملي للإشارة sec	الغاز الحامل	نوع اللهب
Se	196	1	10	5	Argon	C ₂ H ₂ -Air

جدول (3): الشروط الحرارية المستخدمة لعمل جهاز الامتصاص الذري والمطبقة في الدراسة لتحليل نزر العناصر في العينات الرسوبية والمائية

العنصر المدروس	المرحلة	درجة الحرارة (T °c)		زمن التسخين (sec)	تدفق غاز الأرغون (l/min)
		عينات رسوبية	عينات مائية		
Cd	تجفيف	120	120	55	3
	ترميد	250	250	13	3
	تذرية	1800	1800	2	Gas stop
	تنظيف	1900	1900	2	3
Cr	تجفيف	-	120	55	3
	ترميد	-	550	15	3
	تذرية	-	2550	2	Gas stop
	تنظيف	-	2700	2	3
Cu	تجفيف	-	120	55	3
	ترميد	-	500	17	3
	تذرية	-	2400	2	Gas stop
	تنظيف	-	2500	2	3
Pb	تجفيف	120	120	55	3
	ترميد	450	350	15	3
	تذرية	2200	2100	2	Gas stop
	تنظيف	2400	2300	2	3

النتائج والمناقشة:

3-6 نزر العناصر المعدنية الثقيلة:

1-3-6 العينات الرسوبية:

تراوحت تراكيز العناصر (Cd و Cr ، Cu ، Pb ، Zn ، Se) في العينات الرسوبية بين (0.0137-0.394)

µg/g ، (13.59-128.17) µg/g ، (0.24-5.96) µg/g ، (0.13-26.80)µg/g ، (14.00-583.94) µg/g

Maximum Permissible Concentration (MAXPC) (تمثل التأثيرات المميّنة) والقيم الدنيا Minimum Permissible Concentration (MINPC) المسموح بها عالمياً (تمثل التأثيرات المسببة للأمراض) والموضحة بالجدول التالي:

جدول(4): تركيز العناصر العظمى والدنيا المسموح بها عالمياً

	Cd µg/g	Cr µg/g	Cu µg/g	Pb µg/g	Zn µg/g	Se µg/g
MAX PC	12	380	270	530	520	NA *
MIN PC	1.5	80	73	200	200	NA

* NA: Not Available

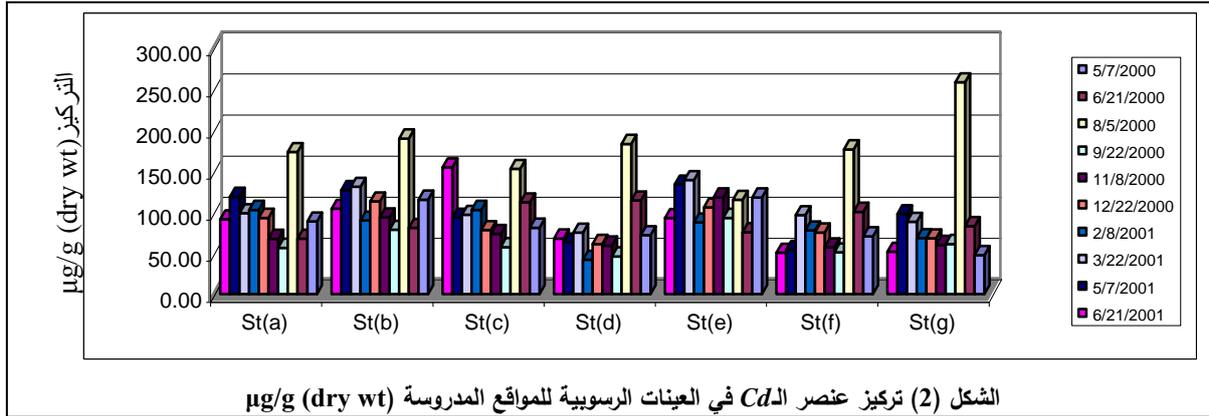
نجد أن هذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها عالمياً، باستثناء عنصر الكروم الذي وصل في بعض المواقع وبعض الجولات إلى قيم أكبر من الحد الأعظمي المسموح به عالمياً [23].

توضح الجداول (5-10) والأشكال (2-7) التالية تراكيز نزر هذه العناصر في المواقع المدروسة:

1- الكاديوم:

يوضح الجدول (5) تركيز عنصر الكاديوم في رسوبيات المواقع المدروسة:

Cd	جدول(5): تركيز عنصر Cd في جميع العينات الرسوبية للمواقع المدروسة µg/g (Dry wt)											max	min
	الموقع	الجولة	07/05/00	21/06/00	05/08/00	22/09/00	08/11/00	22/12/00	08/02/01	22/03/01	07/05/01		
St(a)	min	0.085	0.066	0.170	0.055	0.066	0.091	0.101	0.097	0.117	0.090		
	max	0.091	0.069	0.176	0.058	0.069	0.095	0.104	0.100	0.120	0.093		
	Avr.	0.088	0.068	0.173	0.056	0.067	0.093	0.103	0.099	0.118	0.091	0.173	0.056
	SD	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001
St(b)	min	0.111	0.079	0.184	0.077	0.091	0.111	0.088	0.128	0.124	0.102		
	max	0.117	0.083	0.195	0.079	0.096	0.115	0.090	0.134	0.129	0.106		
	Ave.	0.115	0.081	0.189	0.078	0.093	0.113	0.089	0.131	0.127	0.104	0.189	0.078
	SD	0.003	0.002	0.005	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.005	0.001
St(c)	min	0.079	0.110	0.150	0.055	0.071	0.075	0.101	0.095	0.092	0.152		
	max	0.083	0.115	0.155	0.059	0.076	0.081	0.105	0.099	0.094	0.158		
	Ave.	0.081	0.112	0.152	0.057	0.073	0.078	0.103	0.096	0.093	0.154	0.154	0.057
	SD	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.001
St(d)	min	0.070	0.112	0.178	0.044	0.058	0.060	0.040	0.073	0.062	0.066		
	max	0.074	0.117	0.188	0.047	0.061	0.062	0.043	0.076	0.064	0.070		
	Ave.	0.072	0.114	0.183	0.046	0.059	0.061	0.042	0.075	0.063	0.068	0.183	0.042
	SD	0.002	0.002	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.001
St(e)	min	0.116	0.075	0.113	0.092	0.115	0.104	0.085	0.138	0.132	0.092		
	max	0.119	0.076	0.118	0.093	0.120	0.108	0.090	0.140	0.135	0.094		
	Ave.	0.118	0.075	0.115	0.093	0.118	0.105	0.087	0.139	0.133	0.093	0.139	0.075
	SD	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000
St(f)	min	0.068	0.098	0.171	0.050	0.056	0.073	0.076	0.096	0.052	0.049		
	max	0.072	0.102	0.183	0.052	0.058	0.076	0.079	0.097	0.056	0.052		
	Ave.	0.070	0.100	0.176	0.051	0.057	0.075	0.078	0.096	0.054	0.050	0.176	0.050
	SD	0.002	0.002	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.005	0.001
St(g)	min	0.047	0.081	0.251	0.059	0.059	0.067	0.066	0.087	0.095	0.050		
	max	0.048	0.085	0.264	0.063	0.062	0.068	0.070	0.090	0.100	0.053		
	Ave.	0.047	0.083	0.258	0.061	0.060	0.068	0.068	0.088	0.097	0.052	0.258	0.047
	SD	0.001	0.002	0.005	0.002	0.001	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001	0.005	0.000



يُوضح الشكل (2) تراكيز عنصر الكاديوم في المواقع المدروسة (St(a), St(b), St(c), St(d), St(e), St(f) و St(g)) وتراوحت ما بين $(0.056-0.173)\mu\text{g/g}$ ، $(0.078-0.189)\mu\text{g/g}$ ، $(0.042-0.154)\mu\text{g/g}$ ، $(0.048-0.257)\mu\text{g/g}$ ، $(0.050-0.176)\mu\text{g/g}$ ، $(0.075-0.139)\mu\text{g/g}$ ، $0.183\mu\text{g/g}$ من الشكل (2) ارتفاع تراكيز عنصر الكاديوم في شهر آب 2000 في جميع المواقع باستثناء الموقع St(e)، الذي سجل فيه أعلى تركيز في بداية ربيع 2001. إلى جانب ذلك، يلاحظ ظهور اختلاف واضح في تراكيز هذا العنصر في جميع المواقع المدروسة خلال مراحل الدراسة. يعزى ذلك كما هو متوقع إلى اختلاف ورود نزر هذا العنصر إلى البحر على مدار العام في جميع المواقع المدروسة وضمن الموقع الواحد.

يعود سبب انتقال نزر هذا العنصر إلى مياه البحر، كما هو متوقع، إلى مختلف الأنشطة البشرية سواء ما ينقل منها بواسطة الهواء، أو عبر المسطحات المائية، ومياه الصرف الصحي، وتتضمن هذه الأنشطة أيضاً (عمليات حرق النفايات، والإطارات، والأخشاب.....)، ومخلفات عمليات التعدين، وأعمال الصيانة لأصحاب الشاليهات، والتي تشمل استخدام مواد الطرش والدهانات (حيث تستخدم العناصر المعدنية في الدهانات كمواد صباغية)..... وغيرها [24].

تجدر الإشارة إلى أن التراكيز العظمى لعنصر الكاديوم، والمسجلة في جميع المواقع خلال مراحل الدراسة $(0.139-0.258)\mu\text{g/g}$ ، كانت أخفض من التراكيز الدنيا (التراكيز الممرضة) المسموح بها عالمياً $1.5\mu\text{g/g}$ جدول (5). وبالتالي فإن كميات هذا العنصر الواردة إلى البيئة البحرية لا تشكل خطراً على الأحياء البحرية.

2- الكروم:

تراوحت تراكيز نزر عنصر الكروم في المواقع (St(a), St(b), St(c), St(d), St(e), St(f) و St(g)) كما هو مبين في الجدول (6) ما بين $(310.01-583.94)\mu\text{g/g}$ ، $(236.07-492.52)\mu\text{g/g}$ ، $(14.00-71.76)\mu\text{g/g}$ على الترتيب، ويلاحظ من الشكل (3) تسجيل أعلى التراكيز على مدار العام في الموقعين St(a) و St(b)، يلي ذلك التراكيز المسجلة في الموقع St(e)، وذلك بالمقارنة مع المواقع الأخرى التي سُجلت فيها تراكيز منخفضة لعنصر الكروم على مدار العام. وتجدر الإشارة إلى أن التراكيز الأعظمية لعنصر الكروم $(583.94\mu\text{g/g})$ و $(492.52\mu\text{g/g})$ في الموقعين St(a) و St(b)، كانت أعلى من التركيز الأعظمي $(380\mu\text{g/g})$ المسموح به عالمياً،

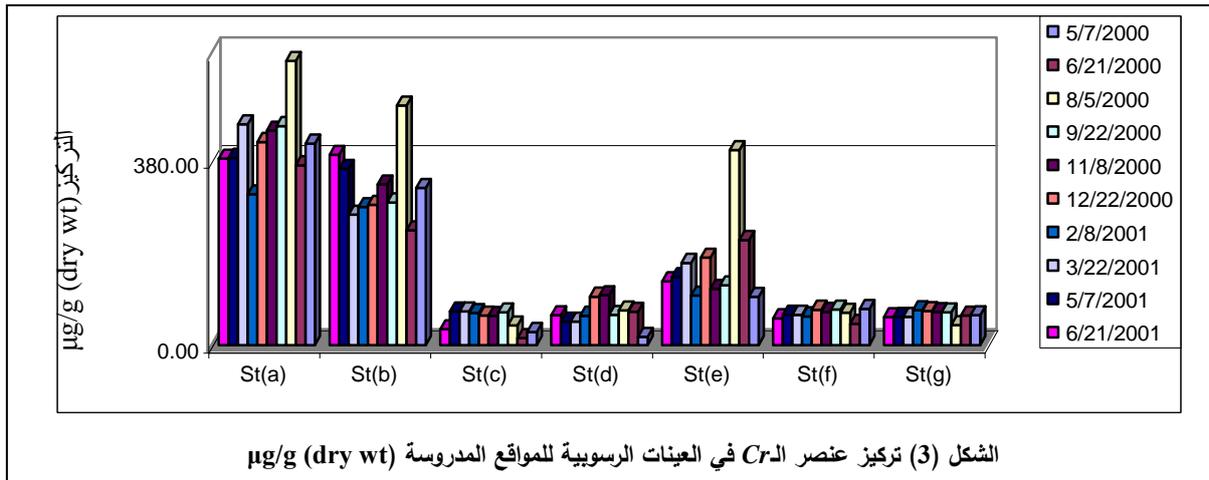
في حين كانت التراكيز الأعظمية في المواقع الأخرى أدنى من الحد الأعظمي ومقاربة فيما بينها على مدار العام وما بين المواقع المختلفة وضمن الموقع الواحد.

تجدر الإشارة إلى أن السبب في ازدياد تراكيز عنصر الكروم قد يعود إلى كونه يدخل في التركيب الطبيعي لرسوبيات هذا الشاطئ، أما بالنسبة للمواقع الأخرى حيث التراكيز منخفضة فهذا دليل على عدم دخوله في التركيب الطبيعي لرسوبيات تلك المواقع.

يُوضح الجدول التالي تركيز عنصر الكروم في رسوبيات المواقع المدروسة:

جدول (6): تركيز عنصر Cr في جميع العينات الرسوبية للمواقع المدروسة $\mu\text{g/g}$ (Dry wt)

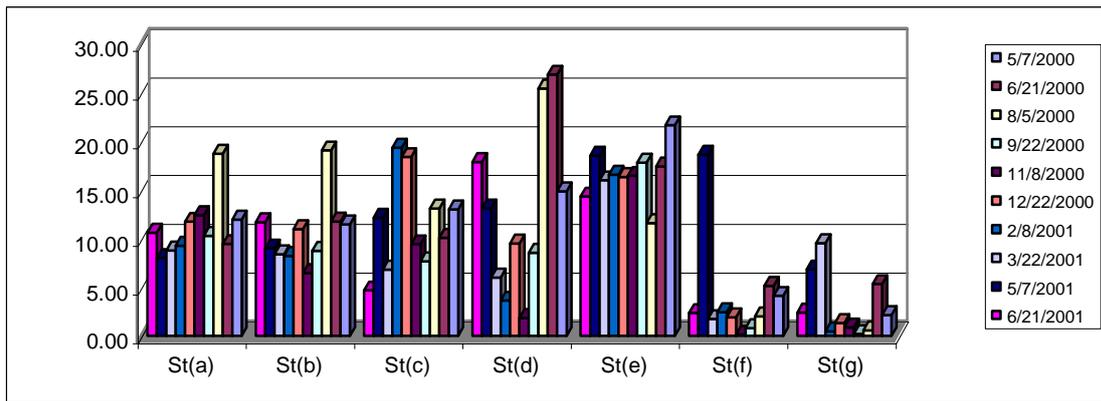
Cr	الموقع	الجملة	المواقع المدروسة										max	min
			07/05/00	21/06/00	05/08/00	22/09/00	08/11/00	22/12/00	08/02/01	22/03/01	07/05/01	21/06/01		
St(a)	min		410.02	367.00	580.13	448.35	439.39	415.45	307.02	451.77	381.63	380.74		
	max		418.83	372.98	587.40	451.30	442.31	419.21	313.59	456.00	387.46	384.70		
	Ave.		414.20	369.77	583.94	450.09	440.58	417.39	310.01	453.91	384.74	383.18	583.94	310.01
	SD		3.66	2.19	2.81	1.21	1.18	1.54	2.42	1.69	2.20	1.51	3.66	1.18
St(b)	min		320.87	233.86	490.01	290.83	328.63	285.22	281.87	267.18	357.47	387.95		
	max		325.81	238.25	496.30	295.48	331.42	290.20	284.89	269.14	365.27	393.94		
	Ave.		322.77	236.07	492.52	293.04	330.02	288.28	283.53	268.10	362.10	390.82	492.52	236.07
	SD		2.06	1.78	2.58	1.85	1.12	1.95	1.14	0.79	3.02	2.46	3.02	0.79
St(c)	min		26.35	13.32	39.71	65.79	59.75	59.83	65.04	55.08	68.39	32.32		
	max		27.56	14.25	40.83	68.10	60.23	60.89	66.64	55.92	69.69	33.02		
	Ave.		26.97	14.00	40.32	66.94	60.09	60.49	65.84	55.71	69.00	32.62	69.00	14.00
	SD		0.57	0.39	0.51	0.82	0.20	0.40	0.62	0.36	0.62	0.31	0.82	0.20
St(d)	min		16.41	65.37	70.15	61.05	101.79	98.82	60.07	47.49	47.49	60.11		
	max		17.67	69.74	71.56	62.12	103.79	99.93	61.00	48.89	48.89	62.23		
	Ave.		16.93	68.31	71.13	61.70	102.50	99.58	60.30	48.18	48.18	61.13	102.50	16.93
	SD		0.55	1.74	0.57	0.39	0.82	0.45	0.40	0.57	0.57	0.75	1.74	0.39
St(e)	min		98.17	214.35	399.80	120.20	114.35	177.73	100.32	166.57	137.70	130.21		
	max		100.05	217.67	402.45	124.16	117.59	182.62	103.63	171.07	140.96	131.66		
	Ave.		99.18	215.98	400.77	122.90	115.43	179.73	101.86	168.82	139.61	130.93	400.77	99.18
	SD		0.67	1.23	1.00	1.62	1.32	1.82	1.41	1.59	1.19	0.57	1.82	0.57
St(f)	min		74.18	42.52	65.55	71.58	66.39	70.48	58.22	61.20	61.20	53.99		
	max		74.38	43.92	66.85	73.90	69.72	74.53	59.45	63.55	63.55	55.78		
	Ave.		74.28	43.48	66.44	72.98	68.06	72.65	58.84	62.23	62.23	54.90	74.28	43.48
	SD		0.07	0.57	0.52	0.94	1.67	1.50	0.62	0.87	0.87	0.65	1.67	0.07
St(g)	min		60.20	60.22	40.44	66.05	66.10	69.16	71.19	57.30	57.30	56.28		
	max		62.40	60.73	41.35	68.25	69.87	70.31	72.29	58.43	58.43	58.33		
	Ave.		61.14	60.48	40.89	66.97	67.91	69.88	71.76	57.93	57.93	57.33	71.76	40.89
	SD		0.97	0.26	0.45	0.84	1.61	0.43	0.53	0.49	0.49	0.72	1.61	0.26



3- النحاس:

يُوضح الجدول التالي تركيز عنصر النحاس في رسوبيات المواقع المدروسة:

جدول (7): تركيز عنصر الـCu في جميع العينات الرسوبية للمواقع المدروسة µg/g (Dry wt)														
Cu	الموقع	الجمولة	07/05/00	21/06/00	05/08/00	22/09/00	08/11/00	22/12/00	08/02/01	22/03/01	07/05/01	21/06/01		
St(a)	min		11.67	9.26	18.47	10.04	12.24	11.50	9.12	8.65	7.86	10.39		
	max		12.12	9.65	18.92	10.46	12.62	11.92	9.45	8.99	8.17	10.83		
	Ave.		11.94	9.43	18.70	10.26	12.39	11.72	9.26	8.76	7.99	10.60	18.70	7.99
	SD		0.17	0.15	0.18	0.17	0.16	0.17	0.13	0.14	0.13	0.18	0.18	0.13
St(b)	min		11.31	11.56	18.79	8.55	6.30	10.56	8.03	8.20	8.64	11.02		
	max		11.67	11.90	19.26	8.89	6.55	11.15	8.35	8.56	9.30	12.59		
	Ave.		11.44	11.75	19.04	8.74	6.46	10.95	8.22	8.37	8.97	11.67	19.04	6.46
	SD		0.14	0.12	0.20	0.14	0.10	0.23	0.12	0.13	0.27	0.65	0.65	0.10
St(c)	min		12.78	9.86	13.01	7.51	9.36	18.07	19.02	6.55	11.99	4.44		
	max		13.18	10.23	13.20	7.84	9.47	18.60	19.67	6.99	12.24	4.91		
	Ave.		12.97	10.08	13.08	7.64	9.40	18.35	19.32	6.81	12.13	4.66	19.32	4.66
	SD		0.17	0.15	0.08	0.12	0.05	0.19	0.26	0.18	0.09	0.19	0.26	0.05
St(d)	min		14.15	26.65	24.68	8.43	1.81	9.33	3.51	5.83	12.90	17.32		
	max		15.56	26.87	25.87	8.60	1.88	9.67	3.69	6.15	13.27	18.03		
	Ave.		14.85	26.80	25.38	8.54	1.84	9.48	3.63	5.99	13.09	17.84	26.80	1.84
	SD		0.55	0.09	0.44	0.07	0.03	0.16	0.07	0.12	0.18	0.30	0.55	0.03
St(e)	min		21.46	17.05	11.44	17.66	16.08	16.06	16.28	15.73	18.15	14.03		
	max		21.98	17.51	11.65	17.88	16.81	16.86	16.82	16.10	18.83	14.44		
	Ave.		21.61	17.39	11.57	17.77	16.42	16.30	16.52	15.97	18.48	14.30	21.61	11.57
	SD		0.22	0.20	0.09	0.08	0.26	0.33	0.23	0.15	0.25	0.16	0.33	0.08
St(f)	min		4.08	4.99	1.95	0.77	0.13	1.85	2.39	1.69	18.42	2.22		
	max		4.13	5.38	2.12	0.81	0.13	1.96	2.54	1.77	18.76	2.49		
	Ave.		4.11	5.15	2.00	0.79	0.13	1.90	2.44	1.73	18.59	2.35	18.59	0.13
	SD		0.02	0.17	0.07	0.01	0.00	0.04	0.06	0.03	0.12	0.10	0.17	0.00
St(g)	min		2.11	5.17	0.54	0.19	0.82	1.29	0.45	8.35	6.74	2.38		
	max		2.19	5.40	0.59	0.19	0.89	1.38	0.48	9.33	6.98	2.42		
	Ave.		2.15	5.32	0.57	0.19	0.85	1.33	0.47	9.51	6.82	2.40	9.51	0.19
	SD		0.04	0.01	0.03	0.00	0.03	0.04	0.01	0.78	0.09	0.01	0.78	0.00

الشكل (4) تركيز عنصر الـ Cu في العينات الرسوبية للمواقع المدروسة ($\mu\text{g/g}$ (dry wt))

يُوضح الجدول (7) تراكيز عنصر النحاس في المواقع المدروسة، حيث تراوحت ما بين $(7.99-18.7)\mu\text{g/g}$ ، $(0.13-18.59)\mu\text{g/g}$ و $(0.19-9.51)\mu\text{g/g}$ ، في المواقع (St(a)، St(b)، St(c)، St(d)، St(e)، St(f) و St(g)) على الترتيب، ولوحظ تسجيل أعلى التراكيز لهذا العنصر في الموقع (St(e)) خلال مراحل الدراسة، كما هو موضح في الشكل (4)، ويُعزى ذلك إلى وجود حوض الصيد والنزهة بجوار هذا الموقع، حيث تجري عمليات الصيانة الدورية لقوارب الصيد، إلى جانب ذلك استخداماته المتعددة في الدهانات، أما بالنسبة للمواقع (St(a)، St(b)، St(c) و St(d)) فكانت التراكيز متقاربة فيما بينها وضمن الموقع الواحد، باستثناء الموقع (St(d)) (يمين المدخل الشمالي للمرفأ التجاري)، الذي سُجلت فيه تراكيز مرتفعة خلال صيف 2000 ($26.8 \mu\text{g/g}$ و $25.83 \mu\text{g/g}$)، والتي تجاوزت بارتفاعها التراكيز المسجلة في جميع المواقع الأخرى، ويُعزى هذا الارتفاع إلى قرب هذا الموقع من مرفأ اللاذقية التجاري، الذي يشهد نشاطاً ملحوظاً، وهذا ما يتوافق مع التراكيز المسجلة في هذا الموقع ($17.84 \mu\text{g/g}$) في صيف 2001، ويبقى الموقعين (St(f) و St(g))، اللذين تميزا بتراكيزهما المنخفضة نسبياً بالمقارنة مع المواقع الأخرى، كونهما موقعي اصطيف، يزداد النشاط البشري فيهما في فترة الصيف، وهذا ما يتوافق مع التراكيز المسجلة في هذين الموقعين خلال تلك الفترة من السنة.

تجدر الإشارة إلى أن التراكيز العظمى لعنصر النحاس والتي تراوحت ما بين $(9.51\mu\text{g/g}-26.80\mu\text{g/g})$ ، في جميع المواقع المدروسة، كانت أخفض من الحدود الدنيا $73\mu\text{g/g}$ المسموح بها عالمياً، مع التأكيد على التباين الحاصل في تراكيز هذا العنصر ضمن الموقع الواحد.

4- الرصاص:

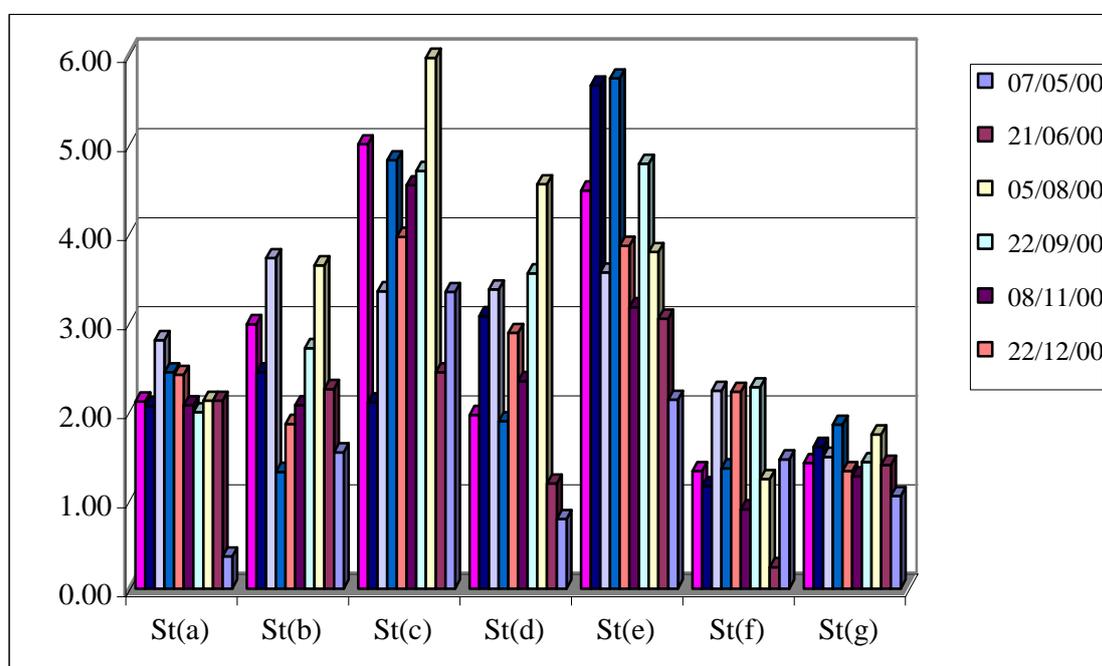
يُلاحظ من الجدول (8)، انخفاض التراكيز المسجلة لنزر عنصر الرصاص في جميع المواقع المدروسة وتراوحت ما بين $(0.36-2.79)\mu\text{g/g}$ ، $(1.31-3.71)\mu\text{g/g}$ ، $(2.09-5.96)\mu\text{g/g}$ ، $(0.78-4.54)\mu\text{g/g}$ ، $(0.24-2.26)\mu\text{g/g}$ و $(1.04-1.84)\mu\text{g/g}$ ، في المواقع (St(a)، St(b)، St(c)، St(d)، St(e)، St(f) و St(g)) على الترتيب، ويُظهر الشكل (5) تسجيل أعلى التراكيز في الموقعين (St(c) (منتزه السوار) و St(e) (موقع سفينة نوح))، ويعود سبب هذا الارتفاع كما هو متوقع إلى النشاطات البشرية المتزايدة في هذين

الموقعين، كون موقع منتزه السوار حافل بالمنشآت السياحية على مدار العام، إلى جانب ذلك حركة السير ووجود مرفأ للصيد، وكذلك بالنسبة لموقع سفينة نوح، الذي يحتوي على مرفأ الصيد والنزهة، ويزخر بعمليات الصيانة للقوارب عبر استخدام مادة أكسيد الرصاص، التي تدخل في تركيب طلاء الزيرقونة، المستخدمة كأساس لحماية وصيانة قوارب الصيد، إضافة إلى عمليات احتراق الوقود الناجمة عن حركة القوارب أو عن حركة النقل، يلي هذين الموقعين الموقع St(d) يمين المدخل الشمالي لمرفأ مدينة اللاذقية التجاري، وهو موقع زاخر بالنشاطات البشرية (صرف صحي، شاحنات لنقل البضائع، سفن نقل التجاري..... إلخ)، أما بالنسبة للموقعين St(a) و St(b)، فكانت التراكيز متقاربة فيما بينهما. وتجدر الإشارة إلى أن أخفض التراكيز سجلت في الموقعين St(f) و St(g)، كونهما موقعان سياحيان، تتفاوت ضمنهما النشاطات البشرية.

يُوضح الجدول التالي تركيز عنصر الرصاص في رسوبيات المواقع المدروسة:

جدول(8): تركيز عنصر Pb في جميع العينات الرسوبية للمواقع المدروسة (µg/g (Dry wt)													
الموقع	الحولة	07/05/00	21/06/00	05/08/00	22/09/00	08/11/00	22/12/00	08/02/01	22/03/01	07/05/01	21/06/01		
St(a)	min	0.35	2.06	2.04	1.92	2.01	2.34	2.37	2.75	2.02	2.06		
	max	0.37	2.17	2.16	2.02	2.11	2.45	2.5	2.85	2.08	2.14		
	Ave.	0.36	2.11	2.11	1.98	2.06	2.4	2.43	2.79	2.05	2.1	2.79	0.36
	SD	0.01	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06	0.04	0.02	0.04	0.06	0.01
St(b)	min	1.5	2.22	3.57	2.64	2	1.82	1.27	3.63	2.36	2.91		
	max	1.56	2.27	3.7	2.76	2.1	1.88	1.37	3.83	2.49	3.05		
	Ave.	1.53	2.24	3.63	2.7	2.06	1.85	1.31	3.71	2.43	2.97	3.71	1.31
	SD	0.02	0.03	0.05	0.05	0.04	0.02	0.04	0.09	0.06	0.06	0.09	0.02
St(c)	min	3.27	2.36	5.86	4.57	4.4	3.9	4.65	3.28	2.03	4.9		
	max	3.39	2.53	6.08	4.77	4.62	4.01	4.97	3.39	2.14	5.11		
	Ave.	3.33	2.43	5.96	4.69	4.53	3.95	4.81	3.34	2.09	4.99	5.96	2.09
	SD	0.05	0.07	0.09	0.09	0.09	0.04	0.13	0.05	0.04	0.09	0.13	0.04
St(d)	min	0.75	1.17	4.36	3.39	2.26	2.83	1.83	3.24	2.95	1.92		
	max	0.8	1.2	4.65	3.63	2.43	2.92	1.94	3.46	3.11	1.99		
	Ave.	0.78	1.18	4.54	3.54	2.33	2.87	1.88	3.36	3.06	1.95	4.54	0.78
	SD	0.02	0.01	0.13	0.11	0.07	0.04	0.05	0.09	0.07	0.03	0.13	0.01
St(e)	min	2.07	3	3.68	4.57	3.06	3.76	5.51	3.45	5.49	4.31		
	max	2.17	3.07	3.89	4.93	3.26	3.94	5.86	3.68	5.89	4.62		
	Ave.	2.12	3.03	3.78	4.77	3.16	3.85	5.73	3.55	5.65	4.47	5.73	2.12
	SD	0.04	0.03	0.09	0.15	0.08	0.07	0.15	0.1	0.17	0.13	0.17	0.03
St(f)	min	1.44	0.23	1.18	2.21	0.86	2.14	1.29	2.17	1.11	1.29		
	max	1.46	0.25	1.28	2.34	0.91	2.25	1.39	2.24	1.18	1.35		
	Ave.	1.45	0.24	1.23	2.26	0.89	2.21	1.35	2.22	1.15	1.32	2.26	0.24
	SD	0.01	0.01	0.04	0.06	0.02	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.06	0.01
St(g)	min	1.02	1.38	1.68	1.36	1.23	1.26	1.82	1.46	1.55	1.37		
	max	1.08	1.41	1.8	1.47	1.28	1.36	1.88	1.51	1.63	1.46		
	Ave.	1.04	1.39	1.73	1.42	1.26	1.32	1.84	1.48	1.59	1.41	1.84	1.04
	SD	0.03	0.02	0.05	0.05	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02

تعد التراكيز العظمى المسجلة لعنصر الرصاص في جميع المواقع المدروسة على مدار العام، والتي تراوحت ما بين $(1.84-5.96)\mu\text{g/g}$ أخفض بكثير من الحد الأدنى المسموح به عالمياً لتركيز هذا العنصر، مما يعطي صورة واضحة عن مدى انخفاض تركيز هذا العنصر في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية.



الشكل (5) تركيز عنصر Pb في العينات الرسوبية للمواقع المدروسة $\mu\text{g/g}$ (dry wt)

5- السيلينيوم:

يُوضح الجدول التالي تركيز عنصر السيلينيوم في رسوبيات المواقع المدروسة:

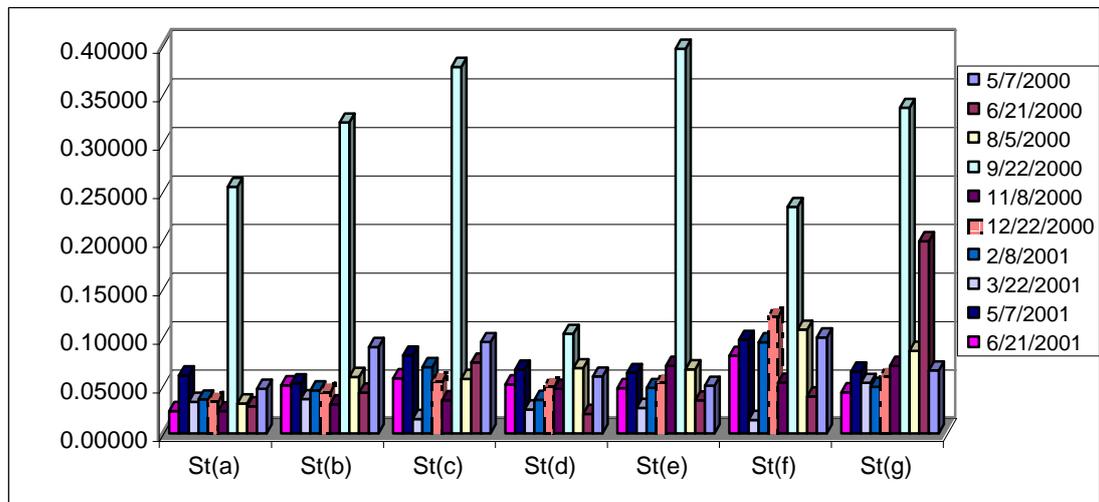
جدول (9): تركيز عنصر Se في جميع العينات الرسوبية للمواقع المدروسة ng/g (Dry wt)

Se	الجملة	07/05/00	21/06/00	05/08/00	22/09/00	08/11/00	22/12/00	08/02/01	22/03/01	07/05/01	21/06/01		
St(a)	min	0.045	0.027	0.030	0.251	0.022	0.032	0.034	0.032	0.059	0.022		
	max	0.047	0.029	0.032	0.256	0.023	0.033	0.036	0.033	0.061	0.024		
	Ave.	0.046	0.028	0.031	0.254	0.023	0.033	0.035	0.032	0.060	0.023	0.254	0.023
	SD	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
St(b)	min	0.087	0.041	0.057	0.318	0.029	0.041	0.044	0.035	0.050	0.048		
	max	0.090	0.043	0.059	0.322	0.031	0.043	0.045	0.036	0.052	0.051		
	Ave.	0.089	0.042	0.058	0.320	0.030	0.042	0.044	0.035	0.051	0.049	0.320	0.030
	SD	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002
St(c)	min	0.093	0.072	0.055	0.376	0.034	0.051	0.067	0.015	0.079	0.056		
	max	0.095	0.074	0.057	0.380	0.034	0.055	0.069	0.015	0.081	0.058		
	Ave.	0.094	0.073	0.056	0.378	0.034	0.053	0.068	0.015	0.080	0.057	0.378	0.015
	SD	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002
St(d)	min	0.058	0.019	0.066	0.102	0.044	0.045	0.034	0.023	0.064	0.050		
	max	0.060	0.021	0.069	0.103	0.048	0.049	0.035	0.026	0.067	0.051		
	Ave.	0.059	0.020	0.067	0.103	0.046	0.048	0.034	0.024	0.066	0.051	0.103	0.020

	SD	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
St(e)	min	0.048	0.033	0.066	0.392	0.069	0.051	0.046	0.026	0.062	0.046		
	max	0.050	0.035	0.066	0.401	0.070	0.052	0.048	0.027	0.063	0.047		
	Ave.	0.049	0.034	0.066	0.396	0.070	0.052	0.047	0.026	0.062	0.047	0.396	0.026
	SD	0.001	0.001	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000
St(f)	min	0.098	0.037	0.105	0.232	0.051	0.118	0.092	0.013	0.095	0.077		
	max	0.100	0.040	0.109	0.234	0.054	0.122	0.096	0.014	0.097	0.082		
	Ave.	0.099	0.038	0.107	0.233	0.052	0.120	0.094	0.014	0.096	0.080	0.233	0.014
	SD	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.000	0.001	0.002	0.002	0.000
St(g)	min	0.064	0.195	0.084	0.331	0.069	0.058	0.047	0.051	0.063	0.042		
	max	0.067	0.202	0.087	0.337	0.070	0.058	0.049	0.052	0.065	0.042		
	Ave.	0.065	0.198	0.085	0.335	0.070	0.058	0.048	0.052	0.064	0.042	0.335	0.042
	SD	0.001	0.003	0.001	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000

٥

يوضح الجدول (9) تراكيز عنصر السيلينيوم التي تراوحت ما بين $(0.023-0.254)$ ng/g، $(0.030-0.320)$ ng/g، $(0.015-0.378)$ ng/g، $(0.026-0.396)$ ng/g، $(0.014-0.233)$ ng/g، $(0.020-0.103)$ ng/g، $(0.042-0.335)$ ng/g، في المواقع (St(a)، St(b)، St(c)، St(d)، St(e)، St(f)، St(g)) على الترتيب، ويُظهر الشكل (6) انخفاض تراكيز عنصر السيلينيوم في جميع المواقع المدروسة بالمقارنة مع العناصر الأخرى، شأنه في ذلك شأن عنصر الكاديوم، ويُعزى ذلك إلى الاستخدامات القليلة لهذا العنصر.



الشكل (6) تركيز عنصر Se في العينات الرسوبية للمواقع المدروسة $\mu\text{g/g}$ (dry wt)

يبين الشكل (6) أيضاً التقارب الحاصل في تراكيز هذا العنصر ما بين جميع المواقع من جهة وضمن الموقع نفسه من جهة أخرى، باستثناء نهاية صيف 2000 التي سُجلت فيها القيم الأعظمية.

6-التوتياء:

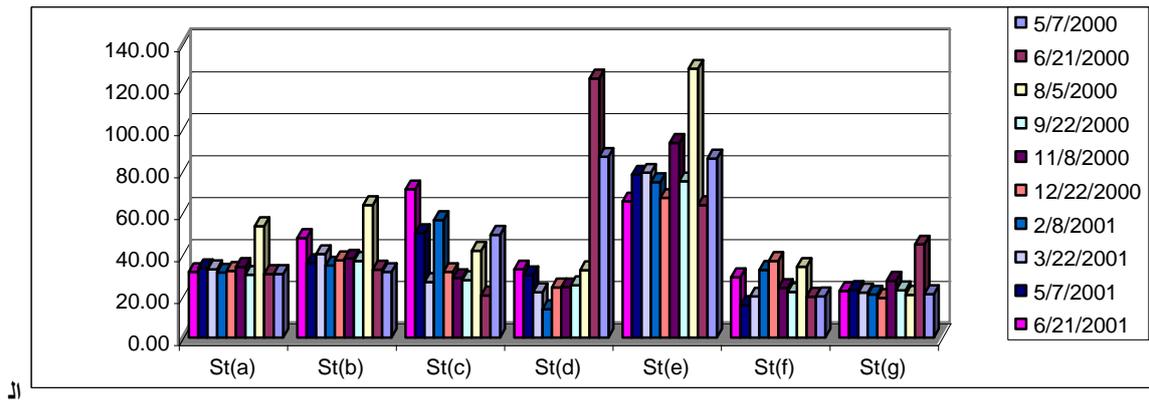
يُوضح الجدول (10)، تراكيز عنصر التوتياء والتي بلغت حوالي $(29.93-53.17)$ $\mu\text{g/g}$ ، $(15.53-$ $(63.13-128.17)$ $\mu\text{g/g}$ ، $(13.59-123.54)$ $\mu\text{g/g}$ ، $(20.14-70.67)$ $\mu\text{g/g}$ ، $(31.29-63.18)$ $\mu\text{g/g}$

36.54) $\mu\text{g/g}$ و (18.94-44.37) $\mu\text{g/g}$ ، في المواقع (St(a), St(b), St(c), St(d), St(e), St(f) و St(g)) على الترتيب، ويُظهر الشكل (7)، ارتفاع تراكيزه في الموقع St(e)، ويعود سبب ذلك كما هو متوقع إلى مختلف الأنشطة البشرية المتضمنة استخدام عنصر التوتياء كمواد أساس في معجونة الدهان بالإضافة إلى عمليات الدهان، وأيضاً عن طريق الصرف الصحي والمبيدات الحشرية، وأما القيم في المواقع الأخرى باستثناء الموقع St(c) فكانت متقاربة مع وجود بعض الاستثناءات لربيع وصيف 2000. يمكن أن يعود سبب ذلك إلى النشاطات البشرية خلال الربيع والصيف، حيث تجري خلالهما أعمال الصيانة للشاليهات، إلى جانب مصبات الصرف الصحي، والمرافق التجارية المجاور للموقع St(d)، أما قيم الموقع St(c)، فكانت متباينة، وقد يعود سبب ذلك إلى تباين أعمال الصيانة في مرفأ الصيد المجاور (صيانة القوارب)، وأعمال صيانة الشاليهات،..... وغيرها على مدار العام.

تُعد التراكيز العظمى المسجلة لعنصر التوتياء في جميع المواقع المدروسة على مدار العام، والتي بلغت حوالي (36.54-128.17) $\mu\text{g/g}$ أخفض من الحد الأدنى المسموح به عالمياً، وبالتالي فإن الكميات التي تصل إلى البيئة البحرية لا تشكل خطراً على الأحياء البحرية وصولاً إلى الإنسان.

يُوضح الجدول التالي تركيز عنصر التوتياء في رسوبيات المواقع المدروسة:

جدول (10): تركيز عنصر Zn في جميع العينات الرسوبية للمواقع المدروسة $\mu\text{g/g}$ (Dry wt)													
Zn	الموقع	07/05/00	21/06/00	05/08/00	22/09/00	08/11/00	22/12/00	08/02/01	22/03/01	07/05/01	21/06/01		
St(a)	min	29.8	29.71	52.66	29.66	32.96	31.36	30.52	32.02	32.7	31.01		
	max	30.92	30.85	53.61	30.32	34.19	32.25	31.46	33.22	33.8	31.61		
	Ave.	30.34	30.3	53.17	29.93	33.61	31.86	31	32.56	33.11	31.29	53.17	29.93
	SD	0.34	0.38	0.28	0.22	0.39	0.29	0.29	0.36	0.3	0.19	0.39	0.19
St(b)	min	30.94	31.94	62.5	35.67	37.17	36.36	33.79	39.31	34.7	46.9		
	max	31.76	33.05	64.13	37.34	38.28	37.37	34.86	40.3	36.05	48.09		
	Ave.	31.29	32.44	63.18	36.53	37.69	36.81	34.36	39.81	35.55	47.49	63.18	31.29
	SD	0.27	0.38	0.5	0.53	0.35	0.29	0.34	0.34	0.4	0.39	0.53	0.27
St(c)	min	48.73	19.81	40.68	26.79	28.12	30.92	55.39	26.04	49.58	70		
	max	49.59	20.52	41.92	27.83	28.66	31.57	56.5	27.07	50.44	71.97		
	Ave.	49.01	20.14	41.46	27.46	28.43	31.31	56.03	26.47	49.83	70.67	70.67	20.14
	SD	0.28	0.22	0.36	0.34	0.17	0.19	0.36	0.28	0.25	0.62	0.62	0.17
St(d)	min	85.82	122.86	31.37	24.53	23.38	23.72	13.12	21.26	29.1	32.12		
	max	86.65	123.95	32.62	25.35	24.35	24.29	14.13	22.02	30	32.84		
	Ave.	86.18	123.54	32.19	24.98	24.01	23.97	13.59	21.61	29.65	32.51	123.54	13.59
	SD	0.31	0.36	0.42	0.27	0.25	0.21	0.33	0.2	0.34	0.21	0.42	0.2
St(e)	min	84.06	61.88	127.46	73.21	91.68	65.71	73.46	77.34	76.96	63.87		
	max	86.42	63.77	129.09	75.81	93.84	67.66	74.82	79.74	78.48	66.53		
	Ave.	85.34	63.13	128.17	74.5	92.81	66.6	74.12	78.58	77.67	64.92	128.17	63.13
	SD	0.77	0.6	0.43	0.84	0.6	0.56	0.47	0.79	0.38	0.94	0.94	0.38
St(f)	min	19.2	18.93	33.56	21.14	23.34	36.22	31.75	19	15.15	27.94		
	max	20.28	20.09	34.15	22.56	23.87	37.42	32.8	19.79	15.93	29.49		
	Ave.	19.65	19.5	33.73	21.83	23.58	36.54	32.25	19.6	15.53	28.77	36.54	15.53
	SD	0.34	0.35	0.19	0.48	0.16	0.35	0.39	0.25	0.24	0.55	0.55	0.16
St(g)	min	20.17	43.56	19.72	21.66	26.66	18.09	20.03	21.07	22.06	21.41		
	max	21.43	44.99	21.03	23	27.99	19.63	20.79	22.02	23.19	23.22		
	Ave.	20.76	44.37	20.43	22.58	27.13	18.94	20.49	21.55	22.73	22.18	44.37	18.94
	SD	0.39	0.41	0.38	0.42	0.48	0.42	0.22	0.26	0.32	0.55	0.55	0.22



شكل (7) تركيز عنصر Zn في العينات الرسوبية للمواقع المدروسة $\mu\text{g/g}$ (dry wt) العينات المائية: 2-3-6

بيّنت الدراسة أن تراكيز نزر العناصر (Pb, Cu, Cr, Cd) في العينات المائية في الموقعين المدروسين، تراوحت ما بين $(0.24-1.83)\mu\text{g/l}$ ، $(0.13-5.93)\mu\text{g/l}$ ، $(0.06-1.33)\mu\text{g/l}$ و $(0.0064-0.3508)\mu\text{g/l}$ على الترتيب، وبمقارنة النتائج السابقة بالقيم العظمى (MAXPC) والقيم الدنيا (MINPC) المسموح بها عالمياً والموضحة بالجدول التالي:

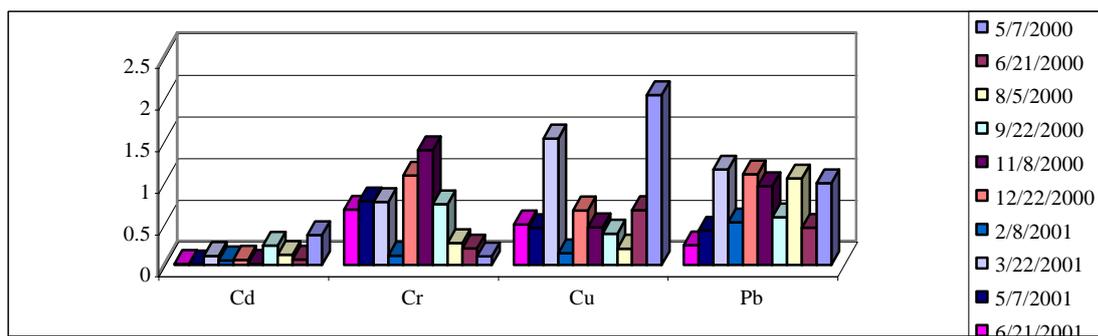
جدول(11): تركيز العناصر العظمى والدنيا المسموح بها عالمياً

	Cd $\mu\text{g/l}$	Cr $\mu\text{g/l}$	Cu $\mu\text{g/l}$	Pb $\mu\text{g/l}$
MAXPC	36	85	7	12
MINPC	0.7	0.14	0.3	2.2

نجد أن القيم الناتجة تقع ضمن الحدود العظمى المسموح بها عالمياً. ويوضح الجدولين (12،13) والشكلين (9،8) التاليين تراكيز نزر هذه العناصر في العينات المائية للمواقع المدروسة:

جدول(12): تراكيز نزر بعض العناصر المدروسة في العينات المائية للموقع $\text{St}(b_w)$ $\mu\text{g/l}$

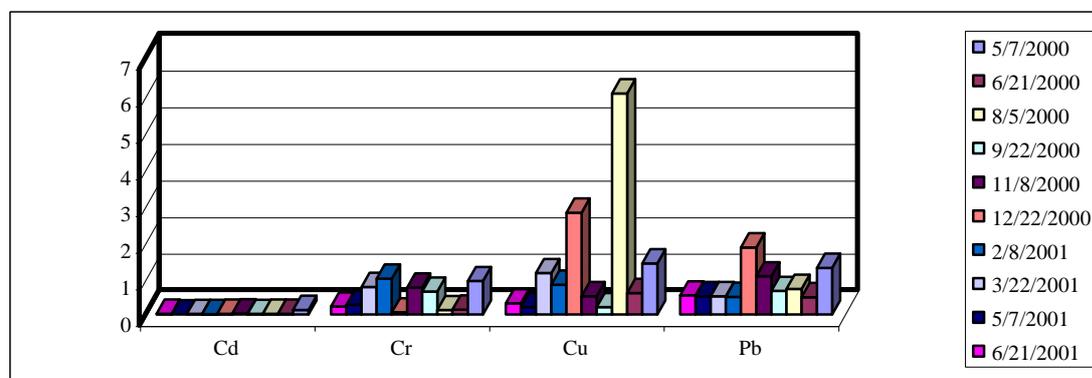
العنصر	تاريخ الاعتيان	تاريخ الاعتيان									
		07/05/2000	21/06/2000	05/08/2000	22/09/2000	08/11/2000	22/12/2000	08/02/2001	22/03/2001	07/05/2001	21/06/2001
Cd	Min	0.351	0.061	0.117	0.223	0.012	0.061	0.053	0.104	0.007	0.012
	Max	0.366	0.066	0.124	0.238	0.013	0.065	0.058	0.112	0.008	0.012
	Ave.	0.358	0.063	0.121	0.231	0.013	0.063	0.055	0.108	0.007	0.012
	SD	0.008	0.003	0.003	0.004	0.001	0.002	0.003	0.005	0.000	0.000
Cr	Min	0.094	0.189	0.254	0.718	1.358	1.055	0.104	0.749	0.761	0.656
	Max	0.110	0.204	0.274	0.740	1.407	1.090	0.120	0.764	0.766	0.672
	Ave.	0.102	0.197	0.263	0.729	1.378	1.073	0.113	0.756	0.763	0.664
	SD	0.008	0.008	0.011	0.016	0.027	0.020	0.008	0.008	0.003	0.008
Cu	Min	2.000	0.631	0.188	0.363	0.450	0.637	0.139	1.482	0.431	0.483
	Max	2.085	0.675	0.205	0.382	0.467	0.678	0.145	1.547	0.451	0.488
	Ave.	2.040	0.659	0.195	0.375	0.452	0.654	0.140	1.518	0.441	0.486
	SD	0.043	0.027	0.009	0.013	0.010	0.022	0.003	0.033	0.010	0.003
Pb	Min	0.953	0.440	1.000	0.568	0.899	1.037	0.501	1.124	0.405	0.231
	Max	1.005	0.450	1.068	0.577	0.996	1.114	0.526	1.183	0.415	0.241
	Ave.	0.980	0.446	1.039	0.572	0.945	1.087	0.512	1.144	0.411	0.236
	SD	0.026	0.005	0.035	0.005	0.049	0.043	0.013	0.034	0.006	0.005



الشكل (8) تراكيز العناصر في العينات المائية للموقع $St(b_w)\mu g/l$

جدول (13): تراكيز نزر بعض العناصر المدروسة في العينات المائية للموقع $\mu g/l St(e_w)$

العنصر	تاريخ الاعتيان										
		07/05/2000	21/06/2000	05/08/2000	22/09/2000	08/11/2000	22/12/2000	08/02/2001	22/03/2001	07/05/2001	21/06/2001
Cd	Min	0.129	0.022	0.025	0.018	0.029	0.022	0.012	0.019	0.006	0.024
	Max	0.133	0.024	0.026	0.019	0.031	0.022	0.012	0.020	0.007	0.025
	Ave.	0.131	0.023	0.026	0.019	0.030	0.022	0.012	0.020	0.006	0.024
	SD	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Cr	Min	0.2067	0.207	0.905	0.127	0.121	0.612	0.699	0.063	0.938	0.749
	Max	0.2292	0.229	0.925	0.144	0.126	0.645	0.764	0.067	1.008	0.764
	Ave.	0.2196	0.220	0.916	0.134	0.124	0.628	0.738	0.064	0.979	0.756
	SD	0.0114	0.011	0.010	0.009	0.001	0.017	0.034	0.003	0.022	0.008
Cu	Min	1.366	0.577	5.932	0.198	0.499	2.766	0.798	1.094	0.194	0.298
	Max	1.433	0.606	6.134	0.203	0.509	2.794	0.827	1.166	0.211	0.313
	Ave.	1.399	0.591	6.037	0.201	0.505	2.783	0.818	1.134	0.202	0.305
	SD	0.033	0.014	0.101	0.003	0.005	0.015	0.015	0.037	0.009	0.009
Pb	Min	1.268	0.461	0.696	0.631	1.004	1.813	0.475	0.489	0.499	0.500
	Max	1.288	0.492	0.707	0.655	1.085	1.866	0.502	0.516	0.521	0.546
	Ave.	1.279	0.477	0.701	0.647	1.045	1.831	0.486	0.503	0.500	0.525
	SD	0.010	0.017	0.005	0.013	0.040	0.030	0.014	0.014	0.015	0.023



الشكل (9) تراكيز العناصر في العينات المائية للموقع $St(e_w)\mu g/l$

يبين الجدولين (12،13) قيم تراكيز العناصر (Pb و Cu ، Cr ، Cd)، التي تراوحت ما بين $0.007-0.358$ $\mu\text{g/l}$ ، $0.102-1.378$ $\mu\text{g/l}$ ، $0.140-2.040$ $\mu\text{g/l}$ و $0.236-1.144$ $\mu\text{g/l}$ في الموقع $St(b_w)$ (مسبح الشعب) على الترتيب، و $0.006-0.131$ $\mu\text{g/l}$ ، $0.0064-0.979$ $\mu\text{g/l}$ ، $0.201-6.037$ $\mu\text{g/l}$ و $0.477-$ 1.831 $\mu\text{g/l}$ في الموقع $St(e_w)$ (سفينة نوح) على التوالي، وُسجلت التراكيز العظمى لعنصر الكاديوم في ربيع ونهاية صيف 2000 في الموقع $St(b_w)$ وفي ربيع 2000 في الموقع $St(e_w)$ ، في حين سجلت تراكيز منخفضة نسبياً في باقي الجولات، وقد غلب طابع العشوائية على تراكيز عنصر الكروم في كلا الموقعين، وأما بالنسبة لعنصر النحاس فقد سُجلت تراكيزه المرتفعة نسبياً في ربيع 2000 في الموقع $St(b_w)$ وفي صيف 2000 في الموقع $St(e_w)$ بالمقارنة مع تراكيزه المسجلة على مدار العام في الموقعين المذكورين، في حين انخفضت قيم التراكيز نسبياً في باقي الجولات، وقد لوحظت العشوائية في قيم التراكيز لعنصر الرصاص في الموقع $St(b_w)$ خلال فترة الدراسة، كما سُجل ارتفاع في التراكيز في ربيع وخريف 2000 في الموقع $St(e_w)$ ، وبمقارنة العناصر مع بعضها البعض نجد أن عنصر الكاديوم أبدى انخفاض في تراكيزه بالمقارنة مع بقية العناصر كونه أقل استخداماً في الأنشطة البشرية بالمقارنة مع العناصر الأخرى علماً أن تراكيز نزر العناصر تقع ضمن المجال الطبيعي للبحار العالمية النظيفة نسبياً.

يمكن أن يعود سبب انتقال نزر عنصر الكاديوم إلى مياه البحر إلى مختلف الأنشطة سواءً ما يُنقل منها بواسطة الهواء، أو عبر المسطحات المائية، ومياه الصرف الصحي، وتتضمن هذه الأنشطة أيضاً عمليات حرق النفايات وما شابهها، ومخلفات عمليات التعدين، وأعمال الصيانة لأصحاب الشاليهات، والتي تشمل استخدام مواد الطرش، والدهانات..... وغيرها، أما عنصر الكروم فيمكن أن يعود سبب ارتفاع تراكيزه في موقع $St(b_w)$ مقارنة مع الموقع $St(e_w)$ إلى استخداماته في الأنشطة البشرية الصناعية، مثل (الغلفنة الكهروكيميائية، وفي صناعة البرادات، والدهانات، ودباغة الجلود،..... وغيرها)، أما عنصر النحاس فيمكن أن يعود سبب وجوده إلى أنه يُستخدم في جميع الأنشطة البشرية بما فيها الحياة اليومية إضافة إلى ما تخلفه عمليات الصيانة الدورية لقوارب الصيد، إلى جانب استخداماته في المبيدات الحشرية..... وغيرها، وأخيراً عنصر الرصاص الذي يعود سبب الارتفاع في تراكيزه إلى مختلف الأنشطة البشرية مثل وجود مرفأ الصيد (موقع $St(e_w)$)، إضافة إلى حركة سير المركبات والسفن المجاورة لتلك المواقع وعوادم السيارات (حيث يُستخدم كمحسن لوقود السيارات) وأيضاً استخدامه في مواد الدهانات..... وغيرها، وعلى الرغم من الدور الذي تلعبه الصناعة والنشاطات البشرية في ارتفاع تراكيز نزر العناصر التي ترد إلى البيئة البحرية، إلا أن هذه التراكيز ما زالت تقع ضمن المجال الطبيعي للشواطئ النظيفة نسبياً .

الاستنتاجات:

- 1- تراوحت تراكيز العناصر (Cd و Cu ، Pb ، Zn ، Se) في العينات الرسوبية ما بين (0.0137-0.394) $\mu\text{g/g}$ ، (13.59-128.17) $\mu\text{g/g}$ ، (0.24-5.96) $\mu\text{g/g}$ ، و (0.13-26.80) $\mu\text{g/g}$ و (0.042-0.258) $\mu\text{g/g}$ على الترتيب، وتشير هذه الدراسة أن تراكيز نزر هذه العناصر هي ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.
- 2- تراوح تركيز عنصر الكروم في العينات الرسوبية ما بين (14.00-583.94) $\mu\text{g/g}$ ، وتشير هذه الدراسة إلى أن تراكيز هذا العنصر هي أعلى من الحدود المسموح بها عالمياً. يمكن أن يعزى إلى دخوله في تركيب رسوبيات هذا الشاطئ، وبمقارنة الموقعين المذكورين بالمواقع الأخرى المدروسة نلاحظ انخفاض القيم في المواقع الأخرى لعدم دخوله في التركيب الطبيعي لرسوبيات تلك المواقع.
- 3- سجلت العناصر الثقيلة (Cd و Cu ، Zn) أعلى قيم لها في الموقع St(e). يمكن أن يعود سبب ذلك إلى النشاط البشري الكثيف الناتج عن وجود المرفأ التجاري المجاور فضلاً عن وجود مرفأ الصيد والنزهة ومجمع نفايات مجاور لهذا الموقع.
- 4- سجل العنصرين (Pb و Se) أكبر قيمة لهما في الموقعين St(c) و St(f) على التسلسل. يمكن أن يعود سبب ذلك بالنسبة لعنصر الرصاص إلى النشاط البشري الناتج عن وجود مرفأ الصيد الذي تتم فيه أعمال الصيانة، والنشاط البشري الزراعي وغيره بالنسبة لعنصر السيلينيوم.

بمقارنة هذه الدراسة مع دراسات أخرى أجريت على حوض البحر الأبيض المتوسط، نجد أن التراكيز المسجلة في رسوبيات شاطئ اللاذقية ضمن حدود التراكيز البحار النظيفة عالمياً، ويوضح الجدول التالي التراكيز الموافقة لبعض الدراسات التي أجريت على حوض البحر الأبيض المتوسط وخارجها.

جدول () : يوضح بعض دراسات نزر العناصر المعدنية الثقيلة والتي تمت على عرض البحر الأبيض المتوسط ابتداء من 1975

الرقم	الدولة	المنطقة	Se	Zn	Pb	Cu	Cr	Cd
-1	اليونان	Thermaikos gulf [25]		23.0-299.0 µg/g	13.0-228.0 µg/g	4.0-37.0 µg/g		
-2	إسبانيا	Rio tinto [26]		3.100 µg/g	1.600 µg/g	1.400 µg/g		4.1 µg/g
-3	اليونان	Rhodes Harbours [27]		59.0-242.0 µg/g	77.7-23.0 µg/g	38.3-101.0 µg/g	19.4-118.0 µg/g	0.03-0.10 µg/g
-4	سوريا	اللاذقية	0.0137-0.394 µg/g	13.59-128.17 µg/g	0.24-5.96 µg/g	0.13-26.80 µg/g	14.00-583.94 µg/g	0.042-0.258 µg/g
-5	اليونان	Amvrakikos gulf [28]		3.34 µg/l	0.37 µg/l	0.62 µg/l		
-6	اليونان	Gulf of Gera [29]		0.34 µg/l	0.48 µg/l	0.95 µg/l		
-7	كرواتيا	Kastela Bay [30]			90mg/l 60mg/l			19 µg/l 16 µg/l
-8	سوريا	اللاذقية			0.411-1.147 µg/l	0.140-2.040 µg/l	0.102-1.378 µg/l	0.007-0.358 µg/l

المراجع:

1. NIVA (1999). "Heavy Metal Surveys In Nordic Lakes, Harmonized Data For Regional Assessment Of Critical Limits". Report SNO 4039-99, Norwegian Institute for water Research. ISBN. p.p.: 4,82,577-3641.
2. Fishbein L. (1981). "Sources, Transport And Alterations Of Metal Compounds: An Overview. I. Arsenic, beryllium, cadmium, chromium and nickel". Environ Health Perspect 40, p.p.:43-64.
3. EPA. 1985a. "Cadmium Contamination Of The Environment: An Assessment Of Nation wide Risk". Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards. EPA-440/, p.p.:4-85-023.
4. EPA. (1990a). "U. S. Environmental Protection Agency. National Pollutant Discharge Elimination System: Storm water discharges". Code of Federal Regulations 40 CFR 122.26.
5. Sadiq, M. (1992). "Toxic Metal Chemistry In Marine Environments".. Marcel Dekker Inc., New York, Basel, Hong Kong. ISBN 0824786475.
6. Schalscha EB, Morales M, Vergara I, et al. (1982). "Chemical Fractionation Of Heavy Metals In Wastewater-Affected Soils". J Water Pollut Control Fed 54, p.p.:175-180.
7. Davis, A. P.,: Burns, M. (1999). "Evaluation Of Lead Concentration In Runoff From Painted Structure". Water research 33(13), p.p.: 2949-2958.
8. Daskalakis KD, O'Connor TP. (1995). "Distribution Of Chemical Concentrations In US Coastal And Estuarine Sediment". Mar Environ Res 40, p.p.:381-398.
9. UNEP (1993). "Preliminary Assessment Of The State Of Pollution Of The Mediterranean Sea By Zinc, Copper And Their Compounds And Proposed Measures". Mediterranean Action Plan UNEP (OCA)/MED/WG.66/Inf.3, Athens
10. EPA. (1998b). "U.S. Environmental Protection Agency. 40 CFR 406. Clean Water Effluent Guidelines". Washington, DC.
11. Committee on Wastewater Management for Coastal Urban Areas, Water, Science And Technology Board, Commission on Engineering and Technical Systems and National Research Council, (1993). "Managing Wastewater In Coastal Urban Areas". National Academy Press, Washington, D.C. p.: 476.
12. Reed BE, Moore RE, Cline SR. (1995). "Soil Flushing Of A Sandy Loam Contaminated With Pb(Ll), Pbs04 (S), Pbco3 (3) Or Pb-Naphthalene: Column Results". J Soil Contamination 4(3), p.p.:243-267.
13. King LD. (1988). "Retention Of Metals By Several Soils Of The Southeastern United States". J Environ Qual 17(2), p.p.:239-246.
14. Forstner, U., Wittmann, G. T. W. (1979). "Metal Pollution In The Aquatic Environment". Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
15. Mance, G. (1987). "Pollution Threat Of Heavy Metals In Aquatic Environments". Elsevier Applied Science, London, New York.F.
16. Watling, H. R. and Watling, R. J. (1976). "Trace Metals In Choromytilus Meridionalis". Mar. Poll. Bull., 7, p.p.: 91-94
17. Pentreath, R.J. (1976). "The Accumulation Of Organic Mercury From Sea Water By The Plaice Pleuronectus Platessa J. Expt". Mar. Bio l. Ecol. 24, p.p.: 121 – 32.
18. Kuykendall JR, Kerger BD, Jarvi EJ, et al. (1996). "Measurement Of DNA-Protein Cross-Links In Human Leukocytes Following Acute Ingestion Of Chromium In Drinking Water". Carcinogenesis 17(9), p.p.:1971-1977.

19. Coogan TP, Squibb KS, Motz J, et al. (1991b). "Distribution Of Chromium Within Cells Of The Blood". Toxicol Appl Pharmacol 108, p.p.:157-166.
20. Hunter DJ, Morris JS, Chute CG, et al. (1990a). "Predictors Of Selenium Concentration In Human Toenails". Am J Epidemiol 132(1), p.p.:114-122.
21. UNEP (OCA) MED/G 1997. "A regional site specific temporal trend monitoring programmed".
22. IAEA-MEL/MESL.(1995). "Training Course on the measurements organo chlorines and petroleum hydrocarbons in the Environmental samples". p.p.69-77,117-121.
23. Long, E.R., and L.G. Morgan. (1990). "The Potential for Biological Effects of Sediment-Sorbed Contaminants Tested in the National Status and Trends Program". NOAA, Seattle, WA. 175 pp. + appendices.
24. SRI. (1994). "Directory of chemical producers. United States of America". Menlo Park, CA: SRI International, 501.
25. Chester, R. and Voutsinou, F. (1981). "The Initial Assessment Of Trace Metal Pollution In Coastal Sediment". Mar. Pollut. Bull. 12, p.p.: 84.
26. Forstner, U., & Wittmann, G. (1981). Metal pollution in the aquatic environment, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1981.
27. Angelidis, M. O. and Aloupi, M. (1995). "Metals In Sediment Of Rhodes Harbour, Greece". Mar. Pollut. Bull. 31(4-12), p.p.: 273-276.
28. Scoullou, M., Dassenakis, M., Zeri, C., Papageorgiou, K. and Dacre, P. (1990). "An Account Of The Levels Of The Dissolved and Particulate Trace Metals In The Amvrakikos Gulf". Rapp. Comm. Int. Mer. Medit. 321, p.p.: 54.
29. Doukakis, S., Scoullou, M. And Dassenakis, M. (1993). "Nutrients and Trace Metals In the Gulf Of Gera, Greece". In Proc. of the 4th Greek Symposium on Oceanography and Fisheries, National Centre for Marine Research. p.p.: 378-381.
30. CIESM, 2002. "Metal and radionuclides bioaccumulation in marine organisms". CIESM Workshop Monographs 19,p.p.: 128.