

مساهمة في تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة (Zn, Cu, Cr, Cd, Pb) في الرسوبيات البحرية الشاطئية لمدينة بانياس باستخدام مطيافية الامتصاص الذري (AAS)

الدكتور عصام محمد*
الدكتورة فاتن علاء الدين*
هند محفوظ**

(قبل للنشر في 2003/9/24)

□ الملخص □

يتناول هذا البحث تحديد تراكيز نزر خمسة عناصر معدنية ثقيلة (Zn, Cu, Cr, Cd, Pb)، في الرسوبيات البحرية لتسعة مواقع منتشرة على طول شاطئ مدينة بانياس (ابتداءً من عرب الملك شمالاً وحتى الفنار جنوباً)، التي تُعد إحدى النقاط الساخنة Hot Spots على شاطئ البحر الأبيض المتوسط. وقد تمّ تحديدها بالاعتماد على مطيافية الامتصاص الذري (تقانة التذرية باللهب هواء- أستلين (Flame-AAS)، وتقانة التذرية الكهروحرارية (ETA-AAS))، كونها تتميز بحساسية تحليل عالية.

أظهرت النتائج وجود تراكم لنزر العناصر المعدنية الثقيلة في الرسوبيات البحرية في كافة المحطات المدروسة، تراوحت معدلاتها الوسطية ما بين (35.2-79.9µg/g) و(6.7-42.1µg/g) و(83.2-214.9µg/g) و(0.04-0.05µg/g) و(µg/g) (1.9-10.1) لكل من العناصر Zn, Cu, Cr, Cd, Pb على الترتيب، كما لوحظ ارتفاع تراكيزها في المحطات St(2) و St(3) و St(4)، بلغت عدة مرات كبير بالمقارنة مع تراكيز العينات المائية في المحطات نفسها.

تشير دراسة العلاقات الارتباط ما بين نزر مختلف العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة إلى وجود علاقة ارتباط إيجابية ما بين هذه العناصر في رسوبيات المحطات St(2) و St(4) و St(6)، مما يدل على أنها ناجمة عن مصادر التلوث نفسها. من خلال مقارنة النتائج التي حصلنا عليها مع نتائج الدراسات الجارية في مناطق أخرى واقعة على حوض المتوسط وخارجه، وجد أن تراكيز نزر العناصر المعدنية المدروسة ضمن العينات الرسوبية، منخفضة باستثناء عنصر الكروم الذي أبدى ارتفاعاً ملحوظاً في تراكيزه في العينات المدروسة.

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

**مرشحة لنيل درجة الماجستير - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

A Contribution To The Determination Of Trace Of Some Heavy Metallic Elements (Zn,Cu,Cr,Cd, Pb) In Tidal Sediments Of Baniyas City Using Atomic Absorption Spectrometry(AAS)

Dr. Issam Mohamad*

Dr. Faten Alaedin*

Hind Mahfoud**

(Accepted 24/9/2003)

□ ABSTRACT □

This study deals with the determination of trace of heavy metals of five elements (**Zn, Cu, Cr, Cd, Pb**), in the marine sediments of nine sites distributed along Baniyas city coast, starting from (Arab Elmalek site to the north till Alfanar site to the south), the area is considered one of the Hot Spots at the Med.sea coast. These were determined using Atomic Absorption Spectrometry ((**Flame-AAS**) and (**ETA-AAS**)) due to its high sensitivity.

Results revealed accumulation of trace of heavy metals in the marine sediments at all studied sites ranged between (35.2-79.9 $\mu\text{g/g}$), (6.7-42.1 $\mu\text{g/g}$), (83.2-214.9 $\mu\text{g/g}$), (0.04-0.05 $\mu\text{g/g}$), and (1.9-10.1 $\mu\text{g/g}$), for all elements (**Zn, Cu, Cr, Cd, Pb**) respectively, besides, we noticed an increase in its concentrations at stations **St(2)**, **St(3)** and **St(4)**, which were very high compared to the concentrations of the water samples in the same station .

Studying the correlation coefficients among trace of elements of various studied metals, reveals positive correlation among these elements at the sediments of stations **St(2)**, **St(4)** and **St(6)**, this correlation suggests that pollution is caused by the same sources.

Comparing our results with some studies, performed in other med regions and else where, we view that the concentrations of heavy metals studied within the sediment samples have less concentrations, except chromium element which has higher concentrations in studied samples.

*Professor at the Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Master Student at the Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

انصب اهتمام الهيئات والمنظمات العالمية في السنوات الأخيرة على معالجة مشكلة التلوث البحري الناجمة عن طرح كميات لأبأس بها من المواد السامة في البيئة البحرية [1]. ومارا فوق ذلك من صعوبات ومشاكل كثيرة واجهت الإنسان ، الذي أعتقد لفترة زمنية طويلة أن المحيطات يمكنها أن تقوم بدور المرشحات للملوثات الواردة إليها، من خلال قدرتها على تذيب جميع النفايات المعدنية والبيولوجية، محولة إياها إلى مواد داعمة للحياة، وبالغ في اعتقاده لدرجة ظن معها أن البحار قادرة على إخفاء معالم المخلفات الصناعية في بساطها الأزرق وراء الأفق [2] .

تُعد العناصر المعدنية الثقيلة من الملوثات الكيميائية، التي رافق وصولها إلى الرسوبيات البحرية ظهور مشاكل خطيرة تفاقمت مع مرور الزمن ، كون معظمها يُستخدم بشكل واسع منذ قرون عدة في مختلف المجالات الصناعية، وأدى ذلك مع تقدم التطور التكنولوجي، والصناعي، وازدياد عدد المنشآت الصناعية إلى ظهور خلل في النظام البيئي عموماً ، والبحري خصوصاً، من خلال ما يتم طرحه من نفايات في البيئة البحرية سواءً بشكل مباشر، أو غير مباشر عبر المسطحات المائية [3,2] .

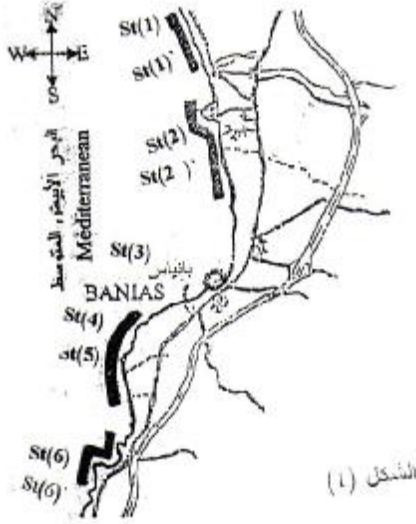
تتضمن البيئة الرسوبية سجل طويل الأمد، يُمكنه التزويد بالمعلومات اللازمة عن التأثيرات الناجمة عن المخلفات البشرية (نفايات صناعية ومنزلية)، وهي المنطقة، التي تظهر عليها غالباً مؤشرات عن وجود تأثيرات سلبية لتلوث ما، قبل ظهور مثل هذه التأثيرات في العمود المائي [4]. وتجدر الإشارة، إلى أن تراكم المواد السامة، والطويلة الأمد في البيئة الشاطئية تزداد باستمرار تبعاً للنشاطات البشرية، كما هو الحال في مصبات الأنهار، والخلجان ، والشواطئ ، التي هي على تماس مباشر معها، والتي تُعد مركزاً للكثير من النشاطات الاقتصادية [5].

تُعد الرسوبيات البحرية المستقر النهائي لمعظم المعادن الثقيلة الواردة إلى البيئة المائية. وتكمن أهمية دراسة العناصر الثقيلة (Zn,Cu,Cr,Cd,Pb) في النظام البيئي البحري، في كون تراكيزها المرتفعة ذات تأثيرات سامة على الأحياء المائية البحرية [6,7,8]، وهي ناجمة بالدرجة الأولى عن مصادر بشرية (صناعية، منزلية) ، من شأنه أن يسبب ارتفاع في تراكيزها في البيئات الشاطئية [9,10]، مما ينجم عنه تراكم لنزر هذه العناصر في نسج الكائنات الحية [11] ، وقد أظهرت دراسات عدة وجود علاقة ارتباط ما بين الوسط المائي والأحياء من جهة [12] ، وما بين المياه والرسوبيات من جهة أخرى [13] . مما يقود إلى احتمال وجود خطر حقيقي عبر انتقال هذه العناصر من النسج اللحمية للأسماك إلى الإنسان الذي يقع في قمة هرم السلسلة الغذائية [14] .

مما سبق ، نجد أنه لا بُد من مراقبة ازدياد تراكيز هذه العناصر في الرسوبيات البحرية الشاطئية ، التي تشكل المخزون الرئيسي لها [15]. وبناءً عليه تمّ اختيار شاطئ مدينة بانياس لمثل هذه الدراسة كونه زاخر بالمنشآت الصناعية، ومخلفات الصرف الصحي، ويُعد أحد النقاط الساخنة HotSpots على شاطئ البحر الأبيض المتوسط، وفق القائمة الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة United Nations Environment Programme (UNEP) [16] .

1- مناطق الاعتيان:

تمّ اعتيان العينات المدروسة من ستة مواقع منتشرة على طول شاطئ مدينة بانياس، شملت مصادر متعددة للتلوث الصناعي والنفطي (شركة نقل النفط، مصفاة بانياس، المحطة الحرارية)، والسكاني (صرف صحي)، بالإضافة إلى مرفأ صيد بانياس. ويوضح الشكل (1) المناطق المدروسة.



- 1-عرب الملك- شركة نقل النفط - يمين St(1)
- 2- عرب الملك- شركة نقل النفط - يسار St(1)
- 3-مصفاة بانياس- يمين مصب المجرور St(2)
- 4-مصفاة بانياس- يسار مصب المجرور St(2)
- 5-القيبات-صرف صحي كثيف +مرفأ صيد بانياس St(3)
- 6-المحطة الحرارية - مدخل مياه التبريد St(4)
- 7-المحطة الحرارية-مخرج مياه التبريد St(5)
- 8-الفتار - مصب (1) St(6)

9-الفتار- مصب (2) St(6) ← صرف صحي محدود + ينابيع مياه عذبة، (شُعد محطة الفتار بعيدة نسبياً عن مصادر التلوث الصناعي والنفطي).

2- جمع العينات وطرائق معالجتها:

جُمعت العينات الرسوبية من المحطات المدروسة خلال الفترة الممتدة من (أيار 2000 وحتى حزيران 2001) ، بمعدل طلعتين في الفصل الواحد ، وقد تمّ اعتيان العينات الرسوبية بواسطة اسطوانة مصنعة من مادة الـبولي فينيل كلوريد (P.V.C.) [17] . تبعاً في أكياس مصنعة من مادة البولي ايتلين، ثم توضع في صندوق مُبرد بالتلج، بعد ذلك تُنقل إلى المختبر وتُحفظ في جمادة عند الدرجة (-20 °C) إلى حين استخلاصها. وللمقارنة تم جمع عينات مائية من المحطات St(2) ، St(3) ، St(4) بالتزامن مع العينات الرسوبية ، وذلك في عبوات (11) مصنعة من مادة البولي ايتلين ، ثمّ تُحمض في موقع الاعتيان عند (PH=2-3)، تجنباً لحدوث امتزاز للعناصر على جدران العبوة[18] .

تمت مُعالجة العينات الرسوبية وفقاً للطريقة المعتمدة في مخابر الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) International Atomic Energy Agency [19]، وذلك باستخدام الماء الملكي وحمض الفلور (HNO₃:3HCl + HF). في حين اعتمدنا طريقة الاستخلاص (APDC-MIBK) للعينات المائية

المدرسة بتقانة اللهب (Flame-AAS) [20,13]، والطريقة (APDC-CHCl₃) للعينات المقاسة بطريقة التذرية الكهروحرارية (ETA-AAS) [22,21]، كما تم تحضير محاليل العينات الشاهدة والمواد المقارنة (Reference Materials)، بالطريقة نفسها المتبعة لتحضير العينات الرسوبية والمائية. وتجدر الإشارة إلى أن المادة المقارنة (IAEA-405) المعتمدة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، قد استخدمت من أجل ضبط عمل الجهاز والتحقق من صحة النتائج [23].

3-الكواشف الكيميائية والأجهزة المستخدمة :

Hydro chloric acid (37%, Super pure)	(HCl)	1-حمض كلور الماء
Nitric acid(65%,Super pure)	(HNO ₃)	2-حمض الآزوت
Hydro fluoric acid(48%, analytical grade)	(HF)	3-حمض الفلور
Chloroform	(CHCl ₃)	4-كلوروفورم
Boric acid crystals	(H ₃ BO ₃)	5-بلورات حمض البور
Sodium Bore Hydride	(NaBH ₄)	6-بور هيدريد الصوديوم
Methyl Iso Butyl Ketone	(MIBK)	7-ميثيل أيزو بوتيل كيتون
Ammonium pyrrolidine dithiocarbamate	(APDC)	8-أمونيوم بيرو ليدين ثنائي ثيوكرامات
Standard solution (Merck) 1000 mg/l		9-محاليل قياسية للعناصر المدروسة

تتمتع جميع المحاليل المستخدمة بدرجة عالية من النقاوة، خاصة بتحليل نزر العناصر المعدنية الثقيلة وفق تقانة الامتصاص الذرية (AAS)

10-جهاز امتصاص ذري من نوع Varian موديل (220)، يعمل وفق تقانات طيفية متعددة، وتستخدم كمنابع ضوئية، مصابيح المهبط الأجوف (HCL: Hollow Cathode Lamp)، التي تصدر إلى البلازما إشعاعات ضوئية وحيدة اللون على شكل فوتونات، يتم اقتلاعها من مهبط المصباح المصنع من مادة العنصر المدروس. يجري تصحيح خلفية الإشارة باستخدام مصحح المصباح الهيدروجيني (الديتيريوم) Hydrogen background corrector

4- الشروط الآلية والحرارية المستخدمة:

تم التحري عن نزر العناصر (Zn,Cr,Cu) في العينات الرسوبية، وعنصر التوتياء فقط في العينات المائية، باستخدام تقانة التذرية باللهب، في حين اعتمدت تقانة التذرية الكهروحرارية (ETA-AAS) لتحديد نزر العناصر (Cr,Cu,Cd,Pb) في العينات المائية ونزر عنصر (Cd , Pb) في العينات الرسوبية، كون تراكيز هذه العناصر تقع دون عتبة الكشف لتقانة التذرية باللهب (Flame-AAS). وقد تم استخدام الشروط الآلية المرجعية المعتمدة لعمل الجهاز لكل من (Zn, Cu ,Cr, Pb, Cd) الجدول (1).

الجدول (1): الشروط الآلية المعتمدة لعمل الجهاز وفق التقنيتين (اللهب-التذرية الكهروحرارية).

الغاز الحامل بتقانة ETA-AAS	اللهب المستخدم بتقانة Flame-AAS	الزمن التكاملي للإشارة (sec)		طول الموجة (nm)	شدة التيار (mA)	فتحة الشق (nm)	العنصر المدرّس
		ETA-AAS	Flame-AAS				
-	C ₂ H ₂ - Air	-	2	213.9	5	1	Zn
Argon	C ₂ H ₂ - Air	2	2	357.9	7	0.5	Cr
Argon	C ₂ H ₂ - Air	2	2	324.8	4	0.5	Cu
Argon	-	2	-	283.3	10	0.5	Pb
Argon	-	2	-	228.8	4	0.5	Cd

في حين تمت دراسة المنحنيات الحرارية مخبرياً بغية تحديد درجات حرارة الترميد والتذير المثلّي قبل إجراء التحاليل الخاصة بالعناصر المدروسة، وذلك من خلال رسم المنحني البياني لتغيرات الامتصاصية كتابع لدرجة حرارة الترميد أو التذير، ($A = f(T_{\text{Ashing}})$ و ($A = f(T_{\text{Atomization}})$ ، من أجل الحصول على نتائج تحليل جيدة [24].

الجدول (2) الشروط الحرارية المستخدمة لتحليل الـ Cr, Cu, Cd, Pb في العينات المائية.

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

3	2	1900	1900	تنظيف
---	---	------	------	-------

5-النتائج:

1-5- الرسوبيات:

1-1-5- عنصر الكروم:

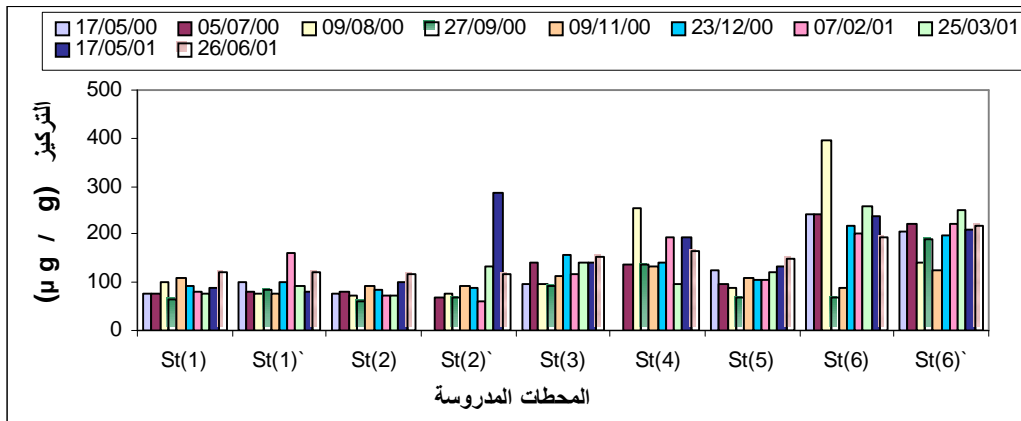
أظهرت النتائج تواجد عنصر الكروم بتركيز مرتفعة في عينات الرسوبيات البحرية في مختلف فصول الدراسة، بالمقارنة مع تراكيز العناصر المدروسة الأخرى الشكل (2) ، حيث تراوحت تراكيزه ما بين 61.75µg/g في المحطة St(2) في مطلع خريف 2000 و 394.5µg/g في المحطة St(6) في صيف 2000. يشير الجدول (3) إلى تقارب في تراكيز عنصر الكروم ما بين الموقعين St(2) و St(2) مع تباين في تراكيزه في ربيع 2001 ، ناجم عن استخدام مجرى تصريف الموقع St(2) بدرجة أكبر من مجرى تصريف الموقع St(2) ، أما بالنسبة للمواقع الأخرى فقد لوحظ تباين في التراكيز خلال فترة الدراسة، وعلى وجه الخصوص في المحطات St(3)، St(4)، St(5)، St(6) و St(6) ، مع الملاحظة إلى أن التراكيز المرتفعة لهذا العنصر (70.53-394.50µg/g) و (124.93-251.66µg/g) سُجلت على مدار العام في المحطتين St(6) و St(6) بشكل عام شأنه في ذلك شأن عنصر التوتياء.

جدول(3): تراكيز عنصر الكروم في العينات الرسوبية (µg/g dry.wt.) في المحطات المدروسة.

Date	Cr**	St (1)	St (1)ˆ	St (2)	St (2)ˆ	St (3)	St (4)	St (5)	St (6)	St (6)ˆ
17/05/00	Min.	73.320	102.330	75.180	_	96.600	_	124.070	237.470	203.910
	Max.	75.920	102.670	75.800	_	98.100	_	126.850	245.830	209.750
	Ave.	74.963	102.510	75.410	_	97.260	_	125.650	240.820	206.490
	SD*	1.4296	0.1704	0.3396	_	0.7672	_	1.4271	4.4222	2.9799
5/07/00	Min.	75.720	80.970	81.500	66.590	140.410	134.320	94.660	241.310	220.850
	Max.	77.620	81.950	82.500	67.420	143.760	135.740	96.600	241.670	223.270
	Ave.	76.740	81.570	82.090	66.970	142.190	135.120	95.840	241.480	222.280
	SD	0.9570	0.5257	0.5225	0.4203	1.6848	0.7257	1.0401	0.1804	1.2669
9/08/00	Min.	98.070	77.010	70.530	74.900	96.750	252.260	86.820	393.440	140.260
	Max.	102.920	80.540	71.280	75.360	97.250	253.320	87.450	395.760	140.820
	Ave.	99.990	78.420	70.860	75.203	96.960	252.890	87.210	394.500	140.460
	SD	2.5799	1.8671	0.3830	0.2627	0.2627	0.5594	0.3407	1.1729	0.3124
27/9/00	Min.	62.500	84.830	60.880	67.570	93.600	137.270	70.300	70.130	187.350
	Max.	67.325	86.620	62.200	68.750	94.650	137.850	70.900	71.180	189.430
	Ave.	65.320	85.740	61.750	68.010	94.110	137.590	70.510	70.530	188.480
	SD	2.5120	0.8939	0.7564	0.6494	0.5256	0.2928	0.3381	0.5679	1.0508
9/11/00	Min.	110.160	77.360	91.570	91.220	111.450	133.930	107.910	90.130	124.530
	Max.	111.000	77.930	92.720	91.460	112.690	134.410	108.560	90.380	125.290
	Ave.	110.470	77.740	92.290	91.360	112.110	134.190	108.180	90.250	124.930
	SD	0.4636	0.3289	0.6298	0.1234	0.6232	0.2425	0.3387	0.1253	0.3821
23/12/00	Min.	91.700	99.270	85.320	87.450	154.830	139.570	105.080	216.130	197.070
	Max.	93.000	100.880	86.070	87.780	155.830	140.550	106.300	218.030	197.930
	Ave.	92.333	100.200	85.610	87.640	155.530	140.150	105.890	216.920	197.430

	SD	0.651	0.8365	0.4050	0.1692	0.5132	0.5125	0.6987	0.9896	0.4484
7/02/01	Min.	80.470	161.670	73.070	61.400	118.280	192.970	103.880	201.320	223.270
	Max.	81.330	162.420	73.570	63.030	118.420	194.170	104.950	202.700	223.800
	Ave.	81.010	162.130	73.370	62.380	118.350	193.560	104.570	202.100	223.520
	SD	0.4701	0.4035	0.2665	0.8618	0.0700	0.6001	0.5960	0.7074	0.2658
25/3/01	Min.	76.630	91.400	72.000	132.950	138.730	96.850	121.750	258.320	246.380
	Max.	77.650	93.170	72.980	134.370	139.680	97.250	121.900	259.550	255.130
	Ave.	77.160	92.100	72.430	133.560	139.240	97.030	121.830	258.870	251.660
	SD	0.5096	0.9425	0.5021	0.7322	0.4796	0.2021	0.0751	0.6242	4.6435
17/5/01	Min.	87.150	79.300	99.430	284.780	141.280	190.730	133.700	238.470	210.380
	Max.	88.180	80.800	100.020	285.400	143.280	192.420	134.450	239.720	211.420
	Ave.	87.830	80.190	99.770	285.150	142.410	191.620	134.120	239.230	210.870
	SD	0.5918	0.7877	0.3037	0.3270	1.0250	0.8491	0.3842	0.6673	0.5232
26/6/01	Min.	115.520	119.150	117.920	113.600	154.580	165.520	147.920	191.230	214.250
	Max.	124.230	120.170	118.130	116.420	154.820	167.400	150.200	196.330	217.800
	Ave.	120.440	119.550	118.020	115.200	154.730	166.420	148.950	194.310	216.550
	SD	4.4682	0.5454	0.1060	1.4479	0.1332	0.9430	1.1568	2.7063	1.9944

*SD:Standard Deviation,**Count of readings(Cr = 9).



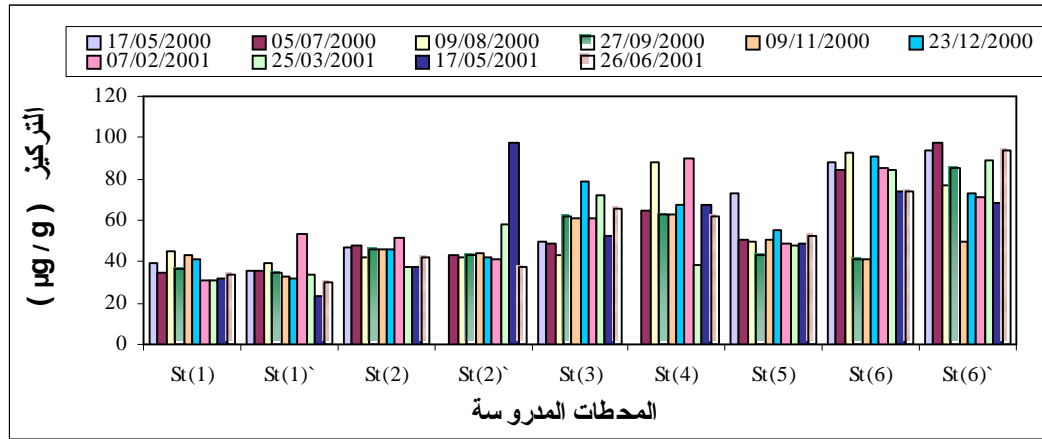
الشكل (2): يمثل تراكيز عنصر الكروم ($\mu\text{g/g}$) في الرسوبيات البحرية في المحطات المدروسة.

5-1-2- عنصر التوتياء:

يأتي التوتياء في المرتبة الثانية بعد الكروم من حيث نسبة تواجده في الرسوبيات البحرية. تراوحت تراكيزه في كافة المحطات المدروسة خلال فترة الدراسة ما بين $23.69\mu\text{g/g}$ في المحطة St(1) و $97.55\mu\text{g/g}$ في المحطة St(2) في ربيع 2001 الشكل (3).

يتضح من الجدول (4) ظهور تقارب ملحوظ إلى حد ما في تراكيز عنصر التوتياء في مختلف فصول السنة لكل من المحطتين St(1) و St(1) ، تراوحت ما بين $(31.14-45.40\mu\text{g/g})$ و $(23.69-37.35\mu\text{g/g})$ على التوالي، وكذلك بالنسبة للمحطتين St(2) و St(2) $(37.30-51.21\mu\text{g/g})$ و $(37.35-57.67\mu\text{g/g})$ على الترتيب، مع ظهور قيمة مرتفعة $97.55\mu\text{g/g}$ في المحطة St(2) في ربيع 2001 ناجمة عن

نشاط بشري واضح. أما بالنسبة للمحطتين St(6) و St(6) ، فقد أبدت ارتفاعاً في التراكيز بشكل مشابه لعنصر الكروم تراوحت ما بين (41.24-93.16µg/g) و(49.97-97.41µg/g) على التوالي. في حين لوحظ تباين واضح في تراكيز هذا العنصر ضمن المحطات St(3)، St(4)، St(5) تبعاً للنشاطات البشرية والصناعية، تراوحت ما بين (42.77 - 78.46µg/g) و(38.88 - 89.74µg/g) و(43.43 - 73.09µg/g) على الترتيب .



الشكل(3): يمثل تراكيز عنصر التوتياء (µg/g) في الرسوبيات البحرية في المحطات المدروسة.

جدول (4): تراكيز عنصر التوتياء في العينات الرسوبية (µg/g dry.wt.) في المحطات المدروسة.

Date	Zn**	St (1)	St (1)´	St (2)	St (2) ˆ	St (3)	St (4)	St (5)	St (6)	St (6) ˆ
17/5/00	Min.	38.950	35.000	46.860	—	49.820	—	73.030	87.700	92.810
	Max.	39.150	35.900	48.330	—	50.800	—	73.160	88.300	94.720
	Ave.	39.040	35.560	47.250	—	50.150	—	73.090	88.060	93.740
	SD*	0.1015	0.4933	0.7411	—	0.5658	—	0.0656	0.3194	0.9555
5/07/00	Min.	34.700	35.460	47.330	42.950	48.970	64.500	50.460	84.240	96.870
	Max.	35.340	35.910	48.290	43.060	49.460	65.020	51.020	84.700	97.790
	Ave.	34.970	35.680	47.880	43.000	49.190	64.700	50.760	84.410	97.410
	SD	0.3301	0.2252	0.4965	0.0557	0.2499	0.2822	0.2829	0.2548	0.4821
9/8/00	Min.	45.270	39.730	42.460	42.200	42.640	87.640	49.930	92.840	76.230
	Max.	45.520	39.940	42.600	42.240	42.950	87.900	50.000	93.580	76.640
	Ave.	45.400	39.830	42.540	42.220	42.770	87.780	49.960	93.160	76.450
	SD	0.1250	0.1054	0.0737	0.0208	0.1595	0.1311	0.0379	0.3775	0.2074
27/9/00	Min.	36.380	34.530	45.980	43.210	61.600	62.850	43.350	41.230	85.500
	Max.	36.470	34.580	46.150	43.480	62.150	63.130	43.600	41.380	86.180
	Ave.	36.430	34.550	46.080	43.370	61.830	63.000	43.430	41.320	85.760
	SD	0.0473	0.0252	0.0874	0.1401	0.2843	0.1419	0.1443	0.0794	0.3672
9/11/00	Min.	43.520	32.320	45.900	44.460	61.350	62.320	50.480	41.150	49.870
	Max.	43.620	32.640	45.980	44.630	61.450	62.700	50.520	41.290	50.040
	Ave.	43.570	32.490	45.930	44.530	61.400	62.540	50.510	41.240	49.970
	SD	0.0503	0.1609	0.0436	0.0889	0.0503	0.1955	0.0231	0.0781	0.0889
23/12/00	Min.	40.650	32.080	45.580	41.570	78.270	66.920	55.530	90.890	72.420
	Max.	41.230	32.470	45.670	41.980	78.580	67.220	55.850	91.230	73.430
	Ave.	40.900	32.260	45.640	41.730	78.460	67.100	55.670	91.010	72.820

	SD	0.2982	0.1967	0.0520	0.2214	0.1664	0.1607	0.1637	0.1882	0.5329
7/02/01	Min.	31.180	53.570	50.930	41.400	60.270	89.600	48.780	85.420	71.780
	Max.	31.580	53.930	51.380	41.420	60.670	89.810	49.300	85.880	72.380
	Ave.	31.340	53.700	51.210	41.410	60.490	89.740	49.100	85.600	71.690
	SD	0.2136	0.1998	0.2466	0.0115	0.2030	0.1185	0.2822	0.2458	0.3175
25/03/01	Min.	30.880	33.370	37.180	57.270	71.870	38.630	47.250	84.520	88.800
	Max.	31.500	33.500	37.450	57.950	72.070	39.180	47.630	84.830	89.900
	Ave.	31.140	33.450	37.300	57.670	71.970	38.880	47.500	84.700	89.330
	SD	0.3235	0.0700	0.1353	0.3573	0.1002	0.2784	0.2166	0.1609	0.6011
17/05/01	Min.	32.020	23.370	37.270	97.330	52.480	67.320	48.470	73.970	68.550
	Max.	32.350	23.880	38.100	97.880	53.000	67.650	49.270	74.650	69.120
	Ave.	32.190	23.690	37.740	97.550	52.820	67.480	48.970	74.300	68.840
	SD	0.1652	0.2787	0.4258	0.2930	0.2919	0.1652	0.4382	0.3404	0.2851
26/06/01	Min.	33.330	30.330	41.730	37.150	65.680	61.570	52.420	74.200	93.380
	Max.	33.450	30.720	42.350	37.450	66.250	61.920	52.780	74.270	93.630
	Ave.	33.380	30.460	42.000	37.350	65.940	61.720	52.540	74.180	93.500
	SD	0.0603	0.2252	0.3176	0.1732	0.2875	0.1803	0.2050	0.0404	0.1258

*SD:Standard Diviation,**Count of readings(Zn = 9).

5-1-3-عنصر النحاس:

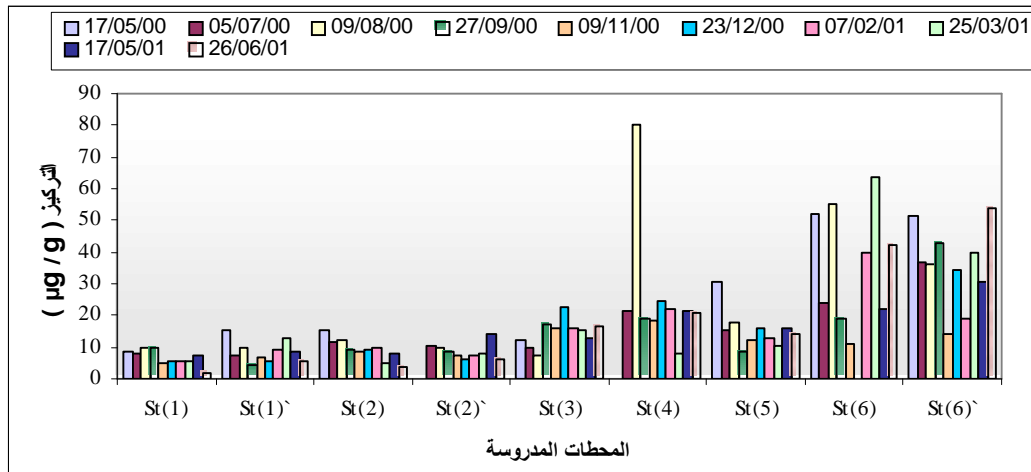
كما هو مُبين في الشكل (4)، تراوحت تراكيز عنصر النحاس في كافة المحطات خلال فترة الدراسة ما بين $1.94\mu\text{g/g}$ في المحطة (1) St في مطلع صيف 2001 و $80.28\mu\text{g/g}$ في المحطة (4) St في صيف 2000 . يشير الجدول (5) إلى تقارب في تراكيز عنصر النحاس في كل محطة من المحطات المدروسة خلال فترة الدراسة، كما لوحظ بشكل عام انخفاض وتقارب في التراكيز ما بين المحطات (1) St، (1) St، (2) St، (2) St، تراوحت ما بين $(1.94-9.83\mu\text{g/g})$ ، $(4.57-15.40\mu\text{g/g})$ و $(3.93-15.36\mu\text{g/g})$ ، $(5.94-14.34\mu\text{g/g})$ على الترتيب، إلى جانب ارتفاع في التراكيز في المحطات (3) St، (4) St، (5) St، تراوحت ما بين $(7.29-22.46\mu\text{g/g})$ و $(8.06-80.28\mu\text{g/g})$ على التوالي. أما بالنسبة للموقعين (6) St و (6) St فقد سُجلت فيهما أعلى التراكيز، كما هو الحال بالنسبة للعناصر (Cr,Zn)، وتراوحت ما بين $(11.22-63.96\mu\text{g/g})$ و $(14.21-53.61\mu\text{g/g})$ على الترتيب.

جدول(5): تراكيز عنصر النحاس في العينات الرسوبية ($\mu\text{g/g dry.wt.}$) في المحطات المدروسة.

Date	Cu**	St (1)	St (1) `	St (2)	St (2) `	St (3)	St (4)	St (5)	St (6)	St (6) `
17/5/00	Min.	7.950	15.320	15.200	_	11.830	_	30.620	51.570	51.090
	Max.	9.680	15.500	15.650	_	12.720	_	30.800	52.440	52.420
	Ave.	8.870	15.400	15.360	_	12.410	_	30.600	52.060	51.570
	SD*	0.8702	0.0929	0.2516	_	0.5000	_	0.2107	0.4453	0.7382
5/7/00	Min.	7.810	7.190	11.210	9.730	9.300	20.570	14.680	23.610	36.460
	Max.	8.090	7.530	11.580	11.380	9.920	22.690	15.510	24.920	36.870
	Ave.	7.990	7.320	11.430	10.410	9.600	21.700	15.040	24.050	36.680
	SD	0.1562	0.1815	0.1947	0.8624	0.3105	1.0669	0.4245	0.7563	0.2066
9/8/00	Min.	9.490	9.870	11.850	9.290	7.130	79.560	17.220	54.540	36.190
	Max.	10.130	10.160	12.540	9.920	7.440	80.740	17.920	55.520	36.430
	Ave.	9.830	10.010	12.280	9.650	7.290	80.280	17.460	55.340	36.330
	SD	0.3213	0.1453	0.3751	0.3259	0.1557	0.6275	0.3985	0.4900	0.1266

27/9/00	Min.	9.100	4.440	8.550	8.100	16.000	18.450	8.250	17.600	42.650
	Max.	10.550	4.690	9.650	8.650	17.650	19.550	8.950	19.430	43.300
	Ave.	9.680	4.570	9.143	8.390	16.980	18.920	8.610	18.750	42.870
	SD	0.7692	0.1253	0.5551	0.2757	0.8658	0.5686	0.3504	1.0038	0.3753
9/11/00	Min.	4.200	5.950	8.090	7.220	15.600	17.700	11.480	10.740	13.790
	Max.	5.660	7.410	8.550	8.020	16.640	19.070	12.390	11.630	14.540
	Ave.	4.910	6.780	8.380	7.580	16.180	18.580	12.020	11.220	14.210
	SD	0.7306	0.7516	0.2524	0.4060	0.5303	0.7663	0.4800	0.4484	0.3819
23/12/00	Min.	5.300	4.870	8.900	6.330	22.320	23.920	15.470	53.670	33.980
	Max.	5.680	5.970	9.750	6.470	22.680	24.450	15.980	53.900	34.950
	Ave.	5.480	5.550	9.410	6.390	22.460	24.220	15.680	53.80	34.400
	SD	0.1904	0.5921	0.4498	0.0709	0.1950	0.2732	0.2650	0.1179	0.4979
7/02/01	Min.	5.050	8.980	9.570	7.150	15.670	21.800	11.850	39.650	18.480
	Max.	6.020	9.780	10.070	7.680	16.400	22.500	12.980	39.970	19.020
	Ave.	5.470	9.390	9.837	7.360	15.980	22.180	12.590	39.810	18.760
	SD	0.4992	0.4002	0.2517	0.2816	0.3787	0.3547	0.6385	0.1601	0.2702
25/3/01	Min.	5.630	12.300	4.530	7.480	15.47	7.930	10.230	63.670	39.620
	Max.	5.900	12.950	4.980	8.070	15.680	8.180	10.820	64.230	39.930
	Ave.	5.750	12.680	4.693	7.840	15.590	8.060	10.590	63.960	39.750
	SD	0.1375	0.3371	0.2278	0.3158	0.0354	0.1258	0.3179	0.2802	0.1609
17/5/01	Min.	7.130	8.500	7.350	14.030	12.900	21.280	15.570	22.070	30.530
	Max.	7.250	8.800	8.020	14.550	13.050	21.550	16.030	22.270	30.920
	Ave.	7.180	8.620	7.790	14.340	12.950	21.370	15.760	22.160	30.660
	SD	0.0611	0.1607	0.3812	0.2759	0.0866	0.1559	0.2402	0.1026	0.2252
26/6/01	Min.	1.820	5.070	3.630	5.630	16.570	20.800	13.130	41.980	53.480
	Max.	2.170	5.600	4.220	6.550	17.080	21.350	14.750	42.980	53.770
		1.940	5.380	3.927	5.940	16.810	21.120	13.850	42.450	53.610
	SD	0.2021	0.2762	0.2950	0.5255	0.2563	0.2843	0.8238	0.5021	0.1484

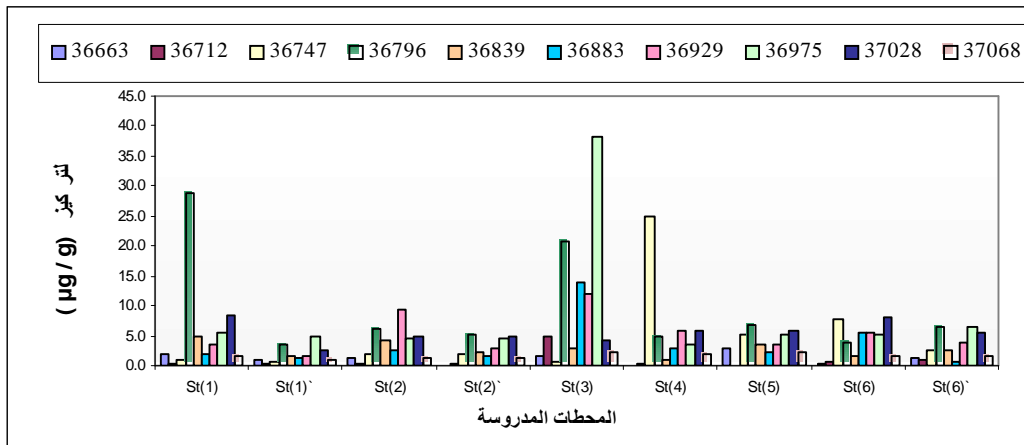
*SD:Standard Deviation,**Count of readings(Cu = 9).



الشكل(4): يمثل تراكيز عنصر النحاس ($\mu\text{g/g}$) في الرسوبيات البحرية في المحطات المدروسة.

5-1-4-عنصر الرصاص:

تبين النتائج التي تمّ الحصول عليها الشكل (5)، وجود اختلافات واضحة في تراكيز عنصر الرصاص ما بين المحطات المدروسة من جهة وضمن المحطة الواحدة من جهة أخرى خلال كامل فترة الدراسة، وتراوحت التراكيز ما بين $0.11\mu\text{g/g}$ في المحطة St(5) في مطلع صيف 2000 و $38.10\mu\text{g/g}$ في المحطة St(3) في مطلع ربيع 2001. تشير القيم المسجلة لعنصر الرصاص في العينات الرسوبية (الجدول 6)، إلى وجود تباين في تراكيزه ما بين المحطات St(1)، St(2) و St(2)´، بشكل مغاير للعناصر (Zn, Cd, Cu, Cr)، حيث تراوحت التراكيز ما بين $(0.21-28.89\mu\text{g/g})$ و $(0.26-4.82\mu\text{g/g})$ و $(0.17-9.55\mu\text{g/g})$ و $(0.24-5.14\mu\text{g/g})$ على الترتيب. كما لوحظ ظهور تراكيز أكثر تفاوتاً في المحطة St(3) تراوحت ما بين $0.65\mu\text{g/g}$ في صيف 2000 و $38.10\mu\text{g/g}$ في مطلع ربيع 2001، مرده النشاط البشري الواضح عبر مجاري الصرف الصحي في هذه المحطة. وتجدر الإشارة، إلى أن أخفض القيم المسجلة لعنصر الرصاص كانت بشكل عام في مطلع صيف 2000.



الشكل(5): يمثل تراكيز عنصر الرصاص ($\mu\text{g/g}$) في الرسوبيات البحرية في المحطات المدروسة.

جدول(6): تراكيز عنصر الرصاص في العينات الرسوبية ($\mu\text{g/g dry.wt.}$) في المحطات المدروسة.

Date	Pb**	St (1)	St (1)´	St (2)	St (2)´	St (3)	St (4)	St (5)	St (6)	St (6)´
17/5/00	Min.	2.001	1.006	1.275	—	1.583	—	2.943	0.419	1.243
	Max.	2.062	1.082	1.346	—	1.665	—	3.051	0.475	1.339
	Ave.	2.037	1.033	1.306	—	1.626	—	2.996	0.439	1.280
	SD*	0.032	0.042	0.036	-	0.041	-	0.054	0.031	0.052
5/7/00	Min.	0.188	0.248	0.162	0.227	4.627	0.338	0.108	0.734	0.892
	Max.	0.228	0.263	0.183	0.246	5.458	0.370	0.113	0.784	0.917
	Ave.	0.206	0.255	0.169	0.235	4.906	0.355	0.110	0.755	0.905
	SD	0.020	0.008	0.012	0.010	0.478	0.016	0.003	0.026	0.013
9/8/00	Min.	0.928	1.074	1.804	1.762	0.636	24.665	5.125	7.566	2.708
	Max.	0.958	1.149	1.972	1.886	0.666	25.472	5.363	7.766	2.782
	Ave.	0.946	0.744	1.871	1.808	0.653	24.952	5.212	7.692	2.735
	SD	0.016	0.042	0.089	0.063	0.015	0.451	0.131	0.110	0.041
27/9/00	Min.	28.036	3.670	5.985	4.942	20.216	4.792	6.642	3.777	6.195

	Max.	30.466	3.757	6.509	5.311	21.080	5.069	6.981	3.909	6.485
	Ave.	28.889	3.707	6.237	5.141	20.731	4.953	6.803	3.829	6.340
	SD	1.367	0.045	0.263	0.186	0.455	0.144	0.170	0.070	0.145
9/11/00	Min.	4.625	1.425	4.165	2.269	2.739	1.005	3.491	1.559	2.651
	Max.	5.202	1.495	4.403	2.415	2.858	1.046	3.732	1.604	2.754
	Ave.	4.844	1.459	4.257	2.339	2.806	1.028	3.623	1.582	2.717
	SD	0.313	0.035	0.128	0.073	0.061	0.021	0.122	0.023	0.057
23/12/00	Min.	1.948	1.213	2.540	1.688	13.822	2.889	2.261	5.452	0.758
	Max.	1.985	1.316	2.706	1.803	14.149	2.976	2.375	5.640	0.824
	Ave.	1.971	1.270	2.613	1.741	13.960	2.922	2.335	5.531	0.787
	SD	0.020	0.052	0.085	0.058	0.169	0.047	0.064	0.098	0.034
7/2/01	Min.	3.567	1.735	9.414	2.847	12.032	5.572	3.628	5.429	3.796
	Max.	3.621	1.748	9.677	2.967	12.332	5.742	3.763	5.445	3.845
	Ave.	3.594	1.742	9.550	2.907	12.137	5.684	3.698	5.439	3.812
	SD	0.027	0.007	0.132	0.060	0.169	0.097	0.068	0.009	0.028
25/3/01	Min.	5.319	4.724	4.353	4.406	37.187	3.437	5.212	4.962	6.383
	Max.	5.557	4.890	4.453	4.667	38.761	3.512	5.281	5.155	6.459
	Ave.	5.451	4.816	4.397	4.546	38.096	3.466	5.236	5.090	6.433
	SD	0.121	0.085	0.051	0.131	0.815	0.041	0.039	0.111	0.044
17/5/01	Min.	8.357	2.548	4.677	4.802	3.983	5.629	5.474	7.939	5.325
	Max.	8.791	2.654	4.808	4.967	4.179	5.784	5.794	8.381	5.560
	Ave.	8.560	2.586	4.738	4.886	4.097	5.684	5.678	8.177	5.464
	SD	0.218	0.059	0.066	0.083	0.102	0.086	0.177	0.223	0.123
26/6/01	Min.	1.622	0.976	1.403	1.102	2.110	1.913	2.127	1.736	1.738
	Max.	1.730	0.998	1.481	1.173	2.161	1.962	2.202	1.796	1.747
	Ave.	1.672	0.987	1.430	1.142	2.143	1.933	2.176	1.757	1.743
	SD	0.054	0.011	0.044	0.036	0.029	0.026	0.042	0.034	0.005

*SD:Standard Diviation,**Count of injections(Pb = 3).

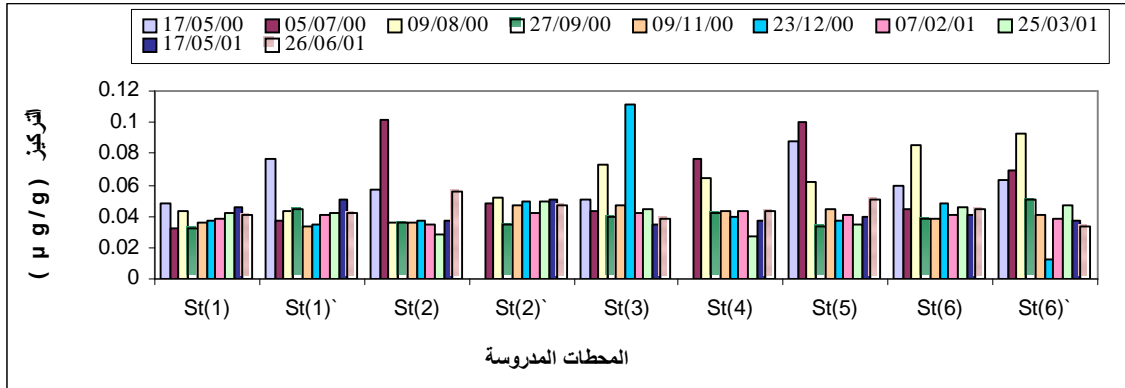
5-1-5- عنصر الكاديوم:

تميز عنصر الكاديوم بالتقارب الواضح في تراكيزه في العينات الرسوبية ضمن كافة المحطات خلال كامل فترة الدراسة الشكل (6)، وتراوحت ما بين $0.012\mu\text{g/g}$ في المحطة (6) و $0.11\mu\text{g/g}$ في المحطة (3) في مطلع شتاء 2000. تشير النتائج التي تم الحصول عليها (الجدول 7)، إلى وجود تقارب في التراكيز ما بين المحطتين St(1) و St(1) و $(0.032 - 0.049\mu\text{g/g})$ و $(0.034-0.050\mu\text{g/g})$ على التوالي، مع ظهور قيمة مرتفعة $0.077\mu\text{g/g}$ في المحطة St(1) في ربيع 2000 تعود في مصدرها إلى نشاط بشري صناعي، مع تباين في التراكيز ما بين المحطتين St(2) و St(2) و $(0.029 - 0.101\mu\text{g/g})$ و $(0.035-0.052\mu\text{g/g})$ على التوالي. وتجدر الإشارة إلى أن معظم التراكيز المرتفعة لعنصر الكاديوم سجلت في صيف 2000 وبلغت $0.101\mu\text{g/g}$ و $0.052\mu\text{g/g}$ و $0.077\mu\text{g/g}$ و $0.1\mu\text{g/g}$ و $0.085\mu\text{g/g}$ و $0.093\mu\text{g/g}$ وذلك في المحطات St(2) و St(2) و St(4) و St(5) و St(6) و St(6) على الترتيب، بالمقارنة مع المحطة St(3) التي سجل أعلى تركيز فيها $0.111\mu\text{g/g}$ في مطلع شتاء 2000.

جدول (7): تراكيز عنصر الكاديوم في العينات الرسوبية ($\mu\text{g/g dry.wt.}$) في المحطات المدروسة.

Date	Cd**	St (1)	St (1) `	St (2)	St (2) `	St (3)	St (4)	St (5)	St (6)	St (6) `
17/05/00	Min.	0.0463	0.0723	0.0552	—	0.0468	—	0.0840	0.0545	0.0616
	Max.	0.0507	0.0788	0.0577	—	0.0527	—	0.0950	0.0634	0.0666
	Ave.	0.0486	0.0765	0.0564	—	0.0507	—	0.0880	0.0590	0.0635
	SD*	0.0022	0.0036	0.0013	—	0.0034	—	0.0063	0.0045	0.0027
05/07/00	Min.	0.0306	0.0361	0.0988	0.0473	0.0422	0.0759	0.0928	0.0424	0.0677
	Max.	0.0336	0.0376	0.1035	0.0489	0.0447	0.0777	0.1057	0.0469	0.0708
	Ave.	0.0323	0.0370	0.1012	0.0479	0.0436	0.0771	0.0999	0.0451	0.0688
	SD	0.0016	0.0008	0.0024	0.0009	0.0013	0.0010	0.0065	0.0024	0.0017
09/08/00	Min.	0.0424	0.0421	0.0352	0.0507	0.0710	0.0645	0.0602	0.0812	0.0921
	Max.	0.0447	0.0447	0.0365	0.0532	0.0744	0.0637	0.0620	0.0883	0.0933
	Ave.	0.0436	0.0437	0.0357	0.0519	0.0730	0.0640	0.0613	0.0853	0.0926
	SD	0.0012	0.0014	0.0007	0.0013	0.0018	0.0004	0.0010	0.0037	0.0006
27/09/00	Min.	0.0315	0.0431	0.0349	0.0339	0.0385	0.0407	0.0320	0.0361	0.0501
	Max.	0.0342	0.0464	0.0374	0.0355	0.0406	0.0422	0.0345	0.0391	0.0505
	Ave.	0.0324	0.0445	0.0359	0.0349	0.0395	0.0415	0.0333	0.0380	0.0503
	SD	0.0016	0.0017	0.0013	0.0009	0.0011	0.0008	0.0013	0.0017	0.0002
09/11/00	Min.	0.0357	0.0331	0.0354	0.0463	0.0460	0.0427	0.0434	0.0387	0.0399
	Max.	0.0369	0.0347	0.0366	0.0488	0.0476	0.0436	0.0458	0.0389	0.0412
	Ave.	0.0364	0.0339	0.0360	0.0475	0.0465	0.0430	0.0446	0.0388	0.0405
	SD	0.0006	0.0008	0.0006	0.0013	0.0007	0.0005	0.0012	0.0001	0.0007
23/12/00	Min.	0.0368	0.0337	0.0368	0.0483	0.1111	0.0387	0.0363	0.0471	0.0108
	Max.	0.0382	0.0349	0.0377	0.0503	0.1117	0.0393	0.0382	0.0488	0.0124
	Ave.	0.0377	0.0341	0.0373	0.0493	0.1114	0.0391	0.0375	0.0481	0.0118
	SD	0.0008	0.0007	0.0005	0.0010	0.0003	0.0003	0.0010	0.0009	0.0009
07/02/01	Min.	0.0385	0.0406	0.0338	0.0410	0.0417	0.0424	0.0405	0.0404	0.0384
	Max.	0.0393	0.0410	0.0351	0.0431	0.0420	0.0440	0.0409	0.0405	0.0397
	Ave.	0.0388	0.0408	0.0344	0.0424	0.0418	0.0431	0.0407	0.0404	0.0389
	SD	0.0005	0.0002	0.0007	0.0012	0.0002	0.0008	0.0002	0.0001	0.0007
25/03/01	Min.	0.0402	0.0414	0.0283	0.0478	0.0444	0.0254	0.0341	0.0446	0.0460
	Max.	0.0432	0.0424	0.0286	0.0507	0.0455	0.0279	0.0356	0.0466	0.0481
	Ave.	0.0419	0.0421	0.0285	0.0492	0.0449	0.0269	0.0350	0.0453	0.0467
	SD	0.0015	0.0006	0.0002	0.0015	0.0006	0.0013	0.0008	0.0011	0.0012
17/05/01	Min.	0.0453	0.0496	0.0363	0.0513	0.0344	0.0365	0.0386	0.0401	0.0359
	Max.	0.0469	0.0512	0.0376	0.0498	0.0355	0.0384	0.0397	0.0416	0.0373
	Ave.	0.0459	0.0503	0.0369	0.0504	0.0348	0.0374	0.0390	0.0408	0.0365
	SD	0.0009	0.0008	0.0007	0.0008	0.0006	0.0010	0.0006	0.0008	0.0007
26/06/01	Min.	0.0401	0.0411	0.0547	0.0451	0.0379	0.0416	0.0506	0.0433	0.0335
	Max.	0.0417	0.0430	0.0571	0.0482	0.0384	0.0442	0.0524	0.0465	0.0343
	Ave.	0.0410	0.0417	0.0559	0.0471	0.0381	0.0429	0.0513	0.0451	0.0340
	SD	0.0008	0.0011	0.0012	0.0017	0.0003	0.0013	0.0010	0.0016	0.0004

*SD:Standard Diviation,**Count of injections(Cd = 3).

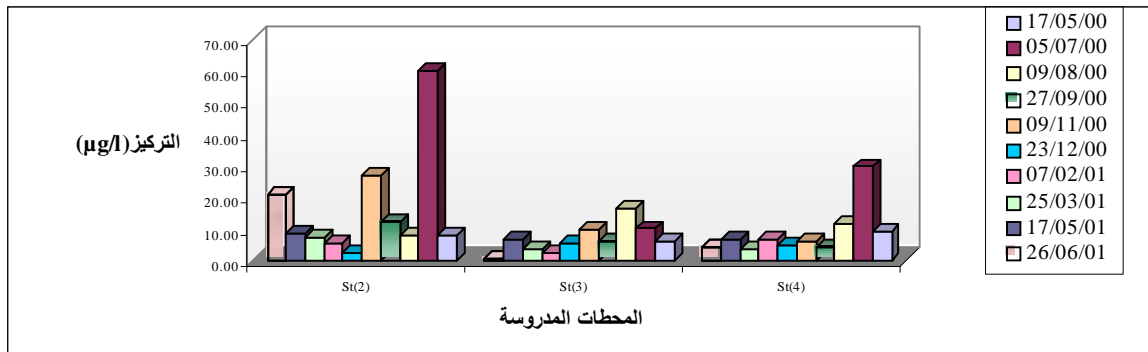


الشكل(6): يمثل تراكيز عنصر الكاديوم ($\mu\text{g/g}$) في الرسوبيات البحرية في المحطات المدروسة.

5-2- العينات المائية:

تضمنت الجداول (8,9,10,11,12)، والأشكال (7,8,9,10,11)، تراكيز نـزـر العناصر (Zn,Pb,Cu,Cr,Cd) في العينات المائية، حيث نجد ارتفاع ملحوظ في تراكيز عنصر التوتياء في جميع المحطات المدروسة بالمقارنة مع العناصر الأخرى ، وقد تراوحت تراكيزه ما بين $2.41\mu\text{g/l}$ في المحطة (3) في شتاء 2000 و $26.93\mu\text{g/l}$ في المحطة (2) في مطلع خريف 2000 ، مع ظهور قيم مرتفعة $60.10\mu\text{g/l}$ و $10.16\mu\text{g/l}$ و $29.79\mu\text{g/l}$ في المحطات (2) و (3) و (4) على الترتيب في مطلع صيف 2000، وذلك بشكل مشابه لعنصر الكاديوم ناجم عن وجود ارتباط كيميائي بين هذين العنصرين [25,26]. يلي ذلك عنصر الرصاص الذي تراوحت تراكيزه ما بين ($0.18-3.31\mu\text{g/l}$) ، في حين يأتي عنصر النحاس في المرتبة الثالثة وبتراكيز متقاربة إلى حد ما تراوحت ما بين ($0.18-1.50\mu\text{g/l}$) في جميع المحطات المدروسة، أما عنصر الكروم، فتراوحت تراكيزه ما بين ($0.05-0.65\mu\text{g/l}$) مع ظهور تباين في تراكيزه من محطة لأخرى ومن فصل لآخر وأحياناً ضمن الفصل الواحد.

وأخيراً عنصر الكاديوم ذو التراكيز المنخفضة بالمقارنة مع تراكيز العناصر الأخرى والتي تراوحت ما بين ($0.007-0.28\mu\text{g/l}$) في جميع المحطات المدروسة، ومن الملاحظ ارتفاع تراكيز هذا العنصر بشكل عام في صيف وربيع 2000 بالمقارنة مع تراكيزه المسجلة في فترات الاعتيان الأخرى من السنة.



الشكل(7): تراكيز عنصر التوتياء في المياه البحرية ($\mu\text{g/l}$) في المحطات المدروسة.

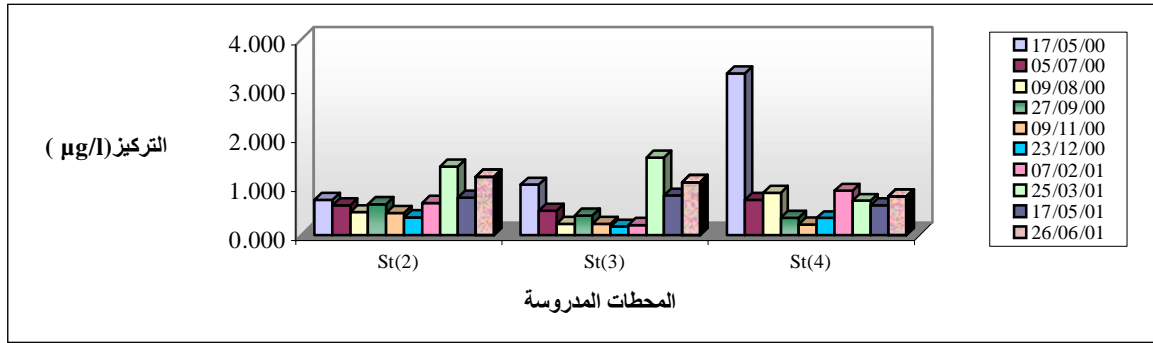
جدول(8): تراكيز عنصر التوتياء في العينات المائية ($\mu\text{g/l}$) في المحطات المدروسة.

Station	Zn**	17/5/0	5/7/0	9/8/0	27/9/0	9/11/0	23/12/0	7/2/01	25/3/01	17/5/01	26/6/01
St(2)	Min	7.625	59.725	7.460	11.962	26.563	2.663	5.4625	7.763	8.4625	21.088
	Max	7.987	60.350	8.070	12.487	27.362	2.775	5.513	7.375	8.513	21.288
	Ava	7.800	60.096	7.747	12.250	26.925	2.721	5.487	7.417	8.464	21.159
	SD*	0.1813	0.3283	0.3066	0.2661	0.4047	0.0561	0.0250	0.3270	0.0475	0.1122
St(3)	Min	5.937	9.940	16.393	6.194	9.896	4.988	2.397	3.436	6.891	0.885
	Max	6.237	10.340	16.670	6.372	9.963	5.550	2.413	3.684	7.143	0.930
	Ava	6.089	10.157	16.495	6.295	9.924	5.296	2.406	3.576	7.037	0.910
	SD	0.1500	0.2021	0.1522	0.0915	0.0350	0.2849	0.0081	0.1272	0.1307	0.0229
St(4)	Min	8.875	29.160	11.424	4.316	5.956	4.989	6.958	3.898	6.889	3.993
	Max	9.193	30.270	11.985	4.535	6.079	5.237	7.132	4.146	7.092	4.672
	Ava	8.988	29.787	11.655	4.433	6.021	5.109	7.036	3.985	6.976	4.280
	SD	0.1776	0.5687	0.2931	0.1102	0.0613	0.1242	0.0884	0.1396	0.1047	0.3516

*SD:Standard Diviation,**Count of readings(Zn = 9).

جدول (9): تراكيز عنصر الرصاص في المياه البحرية ($\mu\text{g/l}$) في المحطات المدروسة.

Station	Pb**	17/5/0	5/7/0	9/8/0	27/9/0	9/11/0	23/12/0	7/2/01	25/3/01	17/5/01	26/6/01
St(2)	Min	0.703	0.585	0.450	0.624	0.447	0.361	0.645	1.373	0.749	1.182
	Max	0.741	0.658	0.482	0.647	0.456	0.368	0.682	1.452	0.789	1.217
	Ava	0.718	0.610	0.470	0.635	0.450	0.365	0.660	1.402	0.767	1.198
	SD*	0.0202	0.0413	0.0174	0.0116	0.0052	0.0038	0.0197	0.0432	0.0202	0.0178
St(3)	Min	1.001	0.476	0.225	0.389	0.226	0.165	0.189	1.551	0.794	1.071
	Max	1.048	0.518	0.242	0.406	0.239	0.185	0.220	1.605	0.838	1.118
	Ava	1.031	0.495	0.231	0.400	0.231	0.176	0.203	1.583	0.812	1.087
	SD	0.0261	0.0213	0.0095	0.0093	0.0070	0.0101	0.0158	0.0284	0.0232	0.0269
St(4)	Min	2.900	0.715	0.823	0.342	0.216	0.338	0.880	0.693	0.583	0.763
	Max	3.543	0.726	0.889	0.369	0.221	0.349	0.962	0.709	0.638	0.827
	Ava	3.310	0.722	0.865	0.352	0.218	0.345	0.909	0.701	0.612	0.794
	SD	0.3564	0.005	0.0367	0.0146	0.0025	0.0059	0.0462	0.0080	0.0276	0.0320



الشكل(8): تراكيز عنصر الرصاص في المياه البحرية (µg/l) في المحطات المدروسة.

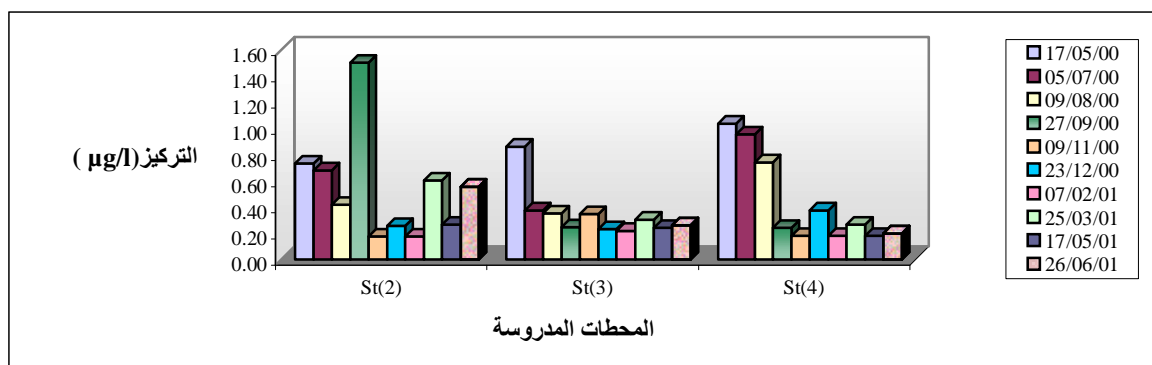
جدول (10): تراكيز عنصر النحاس في العينات المائية (µg/l) في المحطات المدروسة.

Station	Cu**	17/5/0	5/7/0	9/8/0	27/9/0	9/11/0	23/12/0	7/2/01	25/3/01	17/5/01	26/6/01
St(2)	Min	0.75	0.674	0.405	1.465	0.170	0.248	0.174	0.579	0.261	0.546
	Max	0.743	0.691	0.440	1.566	0.183	0.265	0.184	0.645	0.281	0.564
	Ava	0.732	0.681	0.420	1.503	0.175	0.257	0.178	0.607	0.268	0.557
	SD*	0.0248	0.0087	0.4203	0.0547	0.0070	0.0085	0.0055	0.0341	0.0110	0.0099
St(3)	Min	0.822	0.361	0.327	0.236	0.324	0.233	0.213	0.294	0.234	0.244
	Max	0.896	0.397	0.399	0.263	0.367	0.236	0.228	0.317	0.256	0.277
	Ava	0.863	0.376	0.353	0.246	0.349	0.235	0.218	0.303	0.245	0.260
	SD	0.0376	0.0186	0.0402	0.0146	0.0223	0.0015	0.0087	0.0125	0.0110	0.0165
St(4)	Min	1.087	0.919	0.723	0.232	0.174	0.359	0.176	0.259	0.168	0.188
	Max	1.021	0.979	0.777	0.254	0.188	0.392	0.185	0.279	0.193	0.206
	Ava	1.040	0.958	0.741	0.244	0.183	0.377	0.181	0.267	0.181	0.199
	SD	0.0711	0.0335	0.0312	0.0112	0.0078	0.0168	0.0045	0.0104	0.0125	0.0095

جدول(11): تراكيز عنصر الكروم في العينات المائية (µg/l) في المحطات المدروسة.

Station	Cr**	17/5/0	5/7/0	9/8/0	27/9/0	9/11/0	23/12/0	7/2/01	25/3/01	17/5/01	26/6/01
St(2)	Min	0.060	0.635	0.073	0.222	0.050	0.108	0.227	0.086	0.093	0.153
	Max	0.061	0.672	0.077	0.237	0.052	0.117	0.250	0.090	0.103	0.164
	Ava	0.060	0.652	0.075	0.231	0.051	0.113	0.237	0.088	0.097	0.160
	SD*	0.0006	0.0188	0.0020	0.0078	0.0010	0.0046	0.0115	0.0020	0.0055	0.0061
St(3)	Min	0.070	0.402	0.080	0.197	0.201	0.102	0.074	0.227	0.076	0.48
	Max	0.079	0.456	0.089	0.202	0.203	0.105	0.079	0.257	0.079	0.506
	Ava	0.073	0.427	0.084	0.200	0.202	0.104	0.077	0.242	0.078	0.492

	SD	0.0049	0.0272	0.0047	0.0026	0.0010	0.0015	0.0026	0.0150	0.0015	0.0132
St(4)	Min	0.111	0.288	0.347	0.136	0.084	0.108	0.558	0.230	0.223	0.144
	Max	0.123	0.302	0.356	0.150	0.085	0.118	0.608	0.244	0.229	0.158
	Ava	0.117	0.296	0.350	0.143	0.085	0.114	0.577	0.235	0.225	0.151
	SD	0.0060	0.0071	0.0052	0.0070	0.0006	0.0051	0.0273	0.0078	0.0032	0.0070

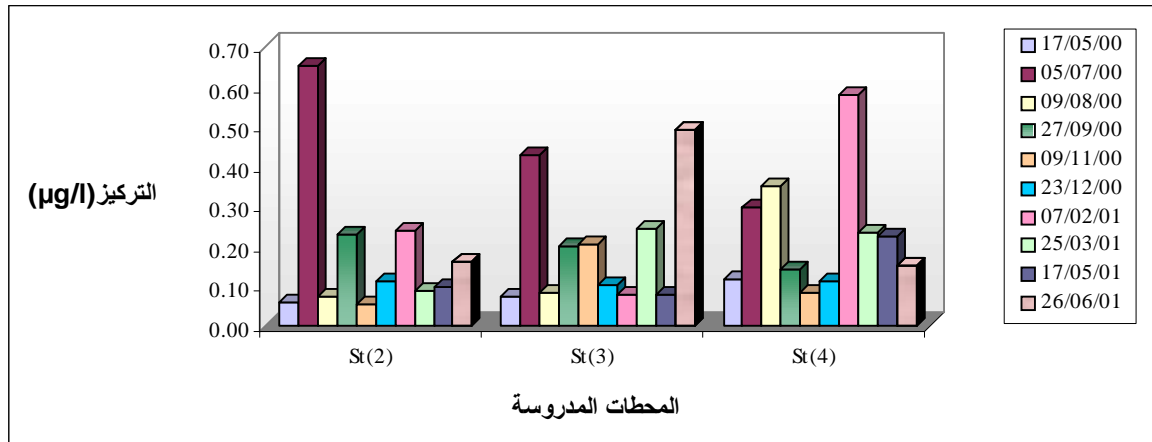


الشكل (9): تراكيز عنصر النحاس في المياه البحرية ($\mu\text{g/l}$) في المحطات المدروسة.

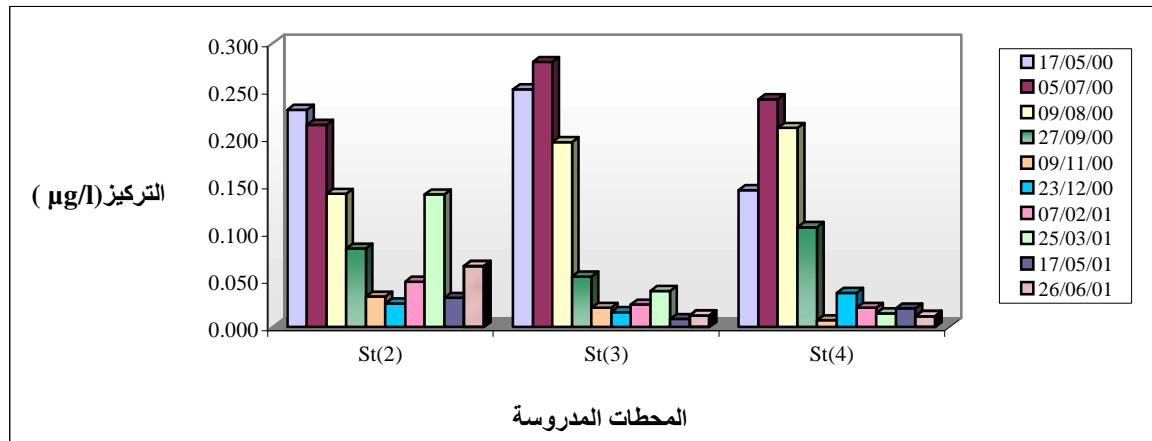
جدول (12): تراكيز عنصر الكاديوم في المياه البحرية ($\mu\text{g/l}$) في المحطات المدروسة.

SStation	Cd**	17/5/0	5/7/0	9/8/0	27/9/0	9/11/0	23/12/0	7/2/01	25/3/01	17/5/01	26/6/01
St(2)	Min	0.223	0.181	0.135	0.080	0.030	0.024	0.048	0.135	0.03	0.064
	Max	0.238	0.231	0.146	0.085	0.034	0.026	0.049	0.146	0.032	0.065
	Ava	0.230	0.214	0.141	0.083	0.032	0.025	0.048	0.140	0.031	0.065
	SD*	0.0076	0.0286	0.0055	0.0025	0.0021	0.0010	0.0006	0.0056	0.0012	0.0006
St(3)	Min	0.243	0.275	0.184	0.052	0.019	0.015	0.023	0.038	0.010	0.012
	Max	0.261	0.284	0.213	0.055	0.022	0.017	0.025	0.039	0.009	0.013
	Ava	0.251	0.280	0.195	0.053	0.021	0.016	0.024	0.038	0.009	0.012
	SD	0.0092	0.0047	0.0155	0.0015	0.0015	0.0010	0.0010	0.0006	0.0010	0.0006
St(4)	Min	0.143	0.199	0.204	0.099	0.007	0.035	0.020	0.014	0.019	0.011
	Max	0.148	0.268	0.221	0.110	0.008	0.038	0.021	0.015	0.021	0.012
	Ava	0.145	0.241	0.210	0.106	0.007	0.036	0.020	0.015	0.020	0.012
	SD	0.0026	0.0367	0.0093	0.0059	0.0006	0.0015	0.0006	0.0006	0.0010	0.0006

*SD:Standard Deviation,**Count of injections (Pb,Cu,Cr, Cd , = 3).



الشكل(10): تراكيز عنصر الكروم في المياه البحرية (µg/l) في المحطات المدروسة.



الشكل(11): تراكيز عنصر الكادميوم في المياه البحرية (µg/l) في المحطات المدروسة.

6 - دراسة إحصائية:

6-1- العينات الرسوبية:

الجدول (13) : قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة St(1).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1				
Cu	0,325	1			
Cr	0,326	-0,660	1		
Pb	-0,140	0,364	-0,472	1	
Cd	-0,006	0,037	0,142	-0,378	1

الجدول (14): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة St(1).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1				
Cu	0,198	1			
Cr	0,691	0,075	1		
Pb	-0,166	0,103	-0,077	1	
Cd	-0,063	0,718	0,030	-0,019	1

الجدول (15): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة St(2).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1				
Cu	0,568	1			
Cr	-0,313	-0,512	1		
Pb	0,192	-0,210	-0,321	1	
Cd	0,326	0,296	0,183	-0,619	1

الجدول (16): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة St(2).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1,000				
Cu	0,823	1,000			
Cr	0,953	0,694	1,000		
Pb	0,587	0,323	0,481	1,000	
Cd	0,298	0,256	0,381	-0,387	1,000

الجدول (17): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة St(3).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1,000				
Cu	0,928	1,000			
Cr	0,532	0,393	1,000		
Pb	0,612	0,398	0,131	1,000	
Cd	0,331	0,332	0,162	-0,005	1,000

الجدول (18): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة St(4).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1,000				
Cu	0,656	1,000			
Cr	0,850	0,831	1,000		
Pb	0,575	0,941	0,809	1,000	
Cd	0,449	0,525	0,365	0,300	1,000

الجدول (19): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة St(5).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1,000				
Cu	0,943	1,000			
Cr	0,378	0,300	1,000		
Pb	-0,410	-0,293	-0,254	1,000	
Cd	0,564	0,642	0,000	-0,654	1,000

الجدول (20): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة (6) St.

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1,000				
Cu	0,759	1,000			
Cr	0,850	0,700	1,000		
Pb	0,261	0,187	0,436	1,000	
Cd	0,543	0,587	0,810	0,263	1,000

الجدول (21): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في رسوبيات المحطة (6) St.

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1,000				
Cu	0,845	1,000			
Cr	0,641	0,384	1,000		
Pb	-0,119	-0,129	0,200	1,000	
Cd	0,312	0,189	-0,271	-0,035	1,000

نلاحظ من خلال دراسة معاملات الارتباط ما بين تراكيز مختلف العناصر في العينات الرسوبية، التي جرى اعتبارها من كافة المحطات خلال فترة الدراسة ، وجود قيم ارتباط متباينة بلغت أعلى قيمة إيجابية لها ($R=0.95$) ما بين عنصرى التوتياء والكروم في المحطة (2) St ، وقيمة ارتباط سلبية (-0.619) ما بين عنصرى الرصاص والكاديوم في المحطة (2) St.

تشير الجداول (13-14-15-16-17-18-19-20-21) إلى وجود ارتباط إيجابي متوسط إلى جيد ما بين مختلف العناصر المدروسة في المحطات (4) St و (6) St، مما يدل على أن مصادر التلوث متشابهة في كل محطة من هذه المحطات، في حين نلاحظ بشكل عام وجود ارتباط إيجابي إلى سلبى ما بين هذه العناصر في المحطات (1) St و (1) St و (2) St و (3) St و (5) St و (6) St ، مما يعني وجود مصادر تلوث متعددة ترد إلى هذه المحطات. ومما تجدر الإشارة إليه هو وجود علاقة ارتباط سلبية إلى إيجابية ضعيفة بشكل عام ما بين عنصر الرصاص وبقية العناصر الأخرى في جميع المحطات باستثناء المحطة (4) St.

6-2- العينات المائية:

الجدول (22): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في مياه المحطة (2) St.

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1.000				
Cu	0.117	1,000			
Cr	0.816	0,259	1,000		
Pb	-0.074	0,164	-0,094	1,000	
Cd	0.381	0,386	0,380	0,149	1,000

الجدول (23): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في مياه المحطة (St(3).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1.000				
Cu	0.157	1,000			
Cr	-0.238	-0,183	1,000		
Pb	-0.456	0,277	0,322	1,000	
Cd	0.539	0,687	0,073	-0,010	1,000

الجدول (24): قيم معاملات الارتباط بين العناصر خلال الفترة المدروسة في مياه المحطة (St(4).

	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Zn	1.000				
Cu	0.693	1,000			
Cr	0.254	-0,014	1,000		
Pb	0.080	0,659	-0,055	1,000	
Cd	0.783	0,867	0,142	0,312	1,000

تظهر دراسة معاملات الارتباط الخطية، الجداول (22-23-24)، ما بين تراكيز مختلف العناصر في العينات المائية، التي تمّ اعتبارها خلال فترة الدراسة ، وجود قيم ارتباط متفاوتة تميزت بطابعها الإيجابي الضعيف باستثناء قيم ارتباط متوسطة إلى جيدة (R=0.54, 0.67) (R=0.78 , 0.87) سجلت ما بين عنصر الكاديوم وكل من عنصري التوتياء والنحاس في المحطتين (3) St و (4) St على الترتيب، إضافة إلى قيم ارتباط إيجابية (R=0.69,0.87) ما بين عنصر النحاس وكل من عنصري التوتياء والرصاص في المحطة (4) St ، في حين لم نلاحظ سوى علاقة ارتباط إيجابية قوية ووحيدة (R=0.82) بين عنصري التوتياء والكروم في المحطة (2) St.

7-الاستنتاجات:

- 1-تراكم لنزر العناصر المعدنية الثقيلة في العينات الرسوبية، تراوحت معدلاتها الوسطية في كافة المحطات المدروسة خلال فترة الدراسة ما بين (35.2-79.9µg/g) و (6.7-42.1µg/g) و (83.2-214.9µg/g) و (0.04-0.05µg/g) و (1.9-10.1 µg/g)، لكل من العناصر Zn و Cu و Cr و Cd و Pb على الترتيب.
- 2-ارتفاع في تراكيز كل من نزر عناصر الكروم، التوتياء والنحاس في المحطتين (6) St و (6) St ، بالمقارنة مع المحطات الأخرى، بالرغم من كون محطة الفنار بعيدة نسبياً عن مصادر التلوث الصناعي والنفطي، يعزى ذلك إلى نشاط بشري واضح ، ناجم عن مصبات الصرف الصحي التي تخدم شاليهات الاصطياف وما تحمله من ملوثات أخرى تتدفق إلى هذه المحطة.
- 3-ارتفاع ملحوظ في تراكيز نزر العناصر المعدنية الثقيلة (Zn,Cu,Cr,Cd,Pb)، ضمن العينات الرسوبية خلال فترة الدراسة في المحطات (2) St و (3) St و (4) St، بلغت عدة مرات كبر بالمقارنة مع تراكيزها في العينات المائية في المحطات نفسها.

4-وجود علاقة ارتباط إيجابية بين مختلف نزر العناصر المعدنية الثقيلة، في رسوبيات المحطات (2) St و(4) St و(6) St ، مما يدل على أنها ناجمة عن مصادر التلوث ذاتها.

5-بمقارنة النتائج التي حصلنا عليها مع نتائج بعض الدراسات التي أجريت على حوض المتوسط وشواطئ أخرى واقعة على بحر العرب الجدول (25)، تبدو تراكيز نزر العناصر المدروسة في رسوبيات شاطئ بانياس منخفضة باستثناء عنصر الكروم، الذي أبدى ارتفاعاً ملحوظاً في تركيزه في العينات المدروسة.

الجدول(25): تراكيز نزر العناصر المعدنية ($\mu\text{g/g}$) المسجلة في رسوبيات بعض شواطئ البحر الأبيض المتوسط وخارجه.

Zn	Cr	Cu	Pb	Cd	العنصر
					المنطقة
35.2-79.9	83.2-214.9	6.7-42.1	1.9-10.1	0.04-0.05	سوريا-شواطئ بانياس
20.4-666	5.9-358	3.6-151	14.6-353	0.017-2.07	[27]اسبانيا- بحر كاتالونيان
12 - 123	17 - 121	-	17 - 48	1.2 - 3.9	[28]الكويت- الخليج العربي
15.9- 180.3	5.5-45.3	3.4 - 42.7	1.9 - 19.8	0.11-0.89	[29]باكستان- بحر العرب
-	-	-	9.8 - 28.6	0.013-0.48	[30] اسبانيا- شاطئ غاليسيه
55-1300	-	13-550	16.5-1275	0.13-2.10	[31] يوغسلافيا-خليج كاستيلا
-	-	60.7-103.7	21.3 - 71.0	0.71-2.72	[03]شواطئ النيرانتي الشمالية

المراجع:

.....

- [1]-UNEP(February 1995). “ Manual for the geochemical analysis of marine sediments and suspended particulate matter ”. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 63.
- [2]-الحفار، سعيد، محمد(1990). “بيئة من أجل البقاء ” دار الثقافة للنشر قطر الدوحة . ص : (973)
- [3]-Breder, R., Nurnberg, H. W., Stoepler, M., (1980). “Toxic trace levels in water and sediments from the estuaries of the southern ligurian and northern Tyrrhenian Coasts:acomparative study”.
V^{es} Journées Étud. Pollutions, p.p.285-292.
- [4]- Ramessur, T.R., Ramjeawon, T., (2002). “ Determination of lead, Chromium and Zinc in sediments from an Urbanized river in Mauritius”. Environment International 28, p.p.315-324
- [5]- Windom, H. L., (1992). “Contamination of the marine environment from Land - Based Sources”. Mar.Pollut, 25(1-4):32-
- [6]- NOAA (1991). National Oceanic and Atmospheric Administration. “Contaminant trends in the southern California Bight ”. Inventory and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOSORCA62, Seattle, Washington DC.
- [7]- Sadiq, M., (1992). “ Toxic metal chemistry in marine environments”. Marcel Dekker, New York.
- [8]- Cohen,T., Que Hee, S.S., Ambrose, F.R., (2001). “ Trace metals in fish and invertebrates of three California coastal Wetlands ”. Mar. Pollut., 42, No.3, p.p. 224-232.
- [9]- Sanudo-Willhelmy , S., Flegal, R., (1992). “ Anthropogenic silver in the southern California: a new tracer of sewage in coastal water” . Environmental Science and Technology 26, p.p.2147-2151.
- [10]-Salomons , W. , Förstner, U., (1984). “Metals in the hydrocycle”. New York, Springer, p. 349
- [11]-Förstner, U., Wittmann, G .T. W., (1983). “Metal pollution in the Aquatic environment”. 2nd ed.
Berlin: Springer, p. 486
- [12]-O’ Connor, T. P., (1998). “ Mussel watch result from 1986 to 1996 ”. Marine Pollution

- Bulletin , 37(1-2), p.p. 14-19.
- [13]-Tariq, J., Jaffar, M., Ashraf, M., Moazzam, M., (1993). “Heavy metal concentration in fish, shrimp, Seaweed, sediment, and water from the Arabian sea, Pakistan”. Marine Pollution Bulletin Vol. 26, No. 11, p.p. 644-647.
- [14]-Kljaković Gašpic, Z., Zvonarić, T. , Vrgoč, N. , Odžak, N., Barić , A., (2002). “ Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic Sea ”. Water Research 36, p.p.5023-5028.
- [15]-Veil, M., Nembrini ,G. P., Vernet, J. P., (1984). “ Vertical distribution and chemical speciation of heavy metals in Lago Maggiore sediments (north Italy)”. In proc. Inter. Conf. Heavy metals in Environ, Hidelberg, sept. 1983, p. 54.
- [16]-UNEP (OCA) MED/G (1997). “ A regional site specific temporal Trend Monitoring Programme”. p.9.
- [17]-Alsenoy ,V.V., Bernard , P., Grieken, R. V., (1992). “ Elemental concentrations and heavy metal pollution in sediments and suspended matter from the Belgian North Sea and the Scheldt estuary ”. the Science of the Environment, 133(1993). p.p.153-181.
- [18]-Subramanian, K. S., Chakrabarti, C. L. , Sueiras, J. E., Maines, I. S., (1978). Anal. Chem., 50, p. 444
- [19]-Azemard , S. , Coguary , M. , (1997). “ Standard operating procedures for trace metals determination”. Traning course on the analysis of trace metals in biological and sediment samples for MED POL, IAEA, MESL, p. 52.
- [20]-Koklu, U., Akman, S., (1990). “ Comparisons of three different enrichment Techniques in the determination of lead in tap water and bottled water by flame atomic absorption spectrometry ”. Analytical letter, 23(3), p.p. 569-576.
- [21]-Filippeli , M., (1984) the analyst, April, Vol. (109).
- [22]-عصام محمد، هشام أبظلي ، نور الدين يوسف(1994). ” تحديد آثار بعض العناصر المعدنية الثقيلة في المياه الشاطئية المقابلة لمدينة بانياس بطريقة الامتصاص الذري“ مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية سلسلة العلوم الأساسية العدد /2/ ص: 45-62 .
- [23]-de Mora ,S. J ., Wyse ,E. J., Azemard , S., Cassi, R., (2002) . “Traning workshop on the

- analysis of trace metals in biological and sediment samples for MED. POL". IAEA, MEL, p. 99 .
- [24]-Riandey, C., Linhares, P., and Pinta, M., (1975). *Analysis* 3:303.
- [25]-Yamagata, N., Shigematsu, I., (1970). "Cadmium pollution in perspective". *Bull. Inst. Publ. Health*, 19, p.p. 1-27
- [26]-Anonymous, (1971). "Cadmium pollution and Itai-Itai disease". *Lancet*, 1, p.p. 382-383.
- [27]-Salvat, O. J., Morer, T. X., Peiro Mir, L. A., (1984). "Pollutant levels in sediments of Catalanian sea. Data analysis". *V^{es} Journées Étud. Pollutions*, p.p. 339-346.
- [28]-Anderlini, V. C., Muhammad, O. S., Zarba, M. A., Fowler, S. W., Miramand, P., (1982). "Trace metals in marine sediments of Kuwait". *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 28, p.p. 75-80.
- [29]-Tariq, J., Jaffar, M., Ashraf, M., (1994). "trace metal concentrations in sediments from the south-west Arabian sea coast, Pakistan". *Toxicological and Environ. Chemistry*, Vol.47, p.p.57-63.
- [30]-Bermejo, B. P., Barciela, A. M. C., Moreda, P. J., Gonzáles, S. C., Bermejo, B. A., (1996). "Determination of trace metals (As, Cd, Hg, Pb, and Sn) in marine sediment slurry sample by electrothermal atomic absorption spectrometry using palladium as a chemical modifier". *Spectrochimica Acta B* 51, p.p. 1235-1244.
- [31]- Stegnar, P., Vukadin, I., Smodis, B., Vakselj, A., Prosenč, A., (1980). "Trace elements in sediments and organisms from Kastela Bay". *V^{es} Journées Étud. Pollutions*, p.p. 595-600.