مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (30) العدد (5) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (30) No. (5) 2008

تراكم العناصر الثقيلة النزرة في بعض أنواع القاعيات الحيوانية في شاطئ المحطة الحرارية في بانياس

الدكتور فائز صقر*
الدكتور محمد سعيد المصري**
محمد صالح***

(تاريخ الإيداع 28 / 7 / 2008. قبل للنشر في 2008/11/17)

□ الملخّص □

جرى في البحث الحالي دراسة تراكم العناصر (Cd, Pb, Cr, Cu, Zn) في خمسة أنواع من القاعيات الحيوانية، التي جمعت من شاطئ المحطة الحرارية في بانياس، وهي: *Pinctada radiata* ، *Brachidonta variabilis* ، *Patella caerulea*، *Monodonta turbinata*، *Eriphia verrucosa*. دلت نتائج المعالجة الإحصائية وجود تراكم للعناصر في كافة الأحياء المدروسة، اختلفت باختلاف النوع، وزمن الإعتيان، وموقعه، إذ يمكن اعتبار جميع الأنواع المدروسة مؤشرات حيوية للتلوث بـ (Cd, Pb)، إذ تراوحت حدودهما العليا على التوالي مابين(4.8.w.w µg/g-2.43، 2.16-1.05)، واعتبار النوع *Pinctada radiata* مؤشرا"حيويا" للتوتياء الذي وصل حده الأعلى(875.w.w µg/g)، والنوع *Brachidonta variabilis* مؤشرا"حيويا"للتلوث بالنحاس الذي وصل حده الأعلى إلى(23.15.w.w µg/g)، والنوعين *Patella caerulea*، *Monodonta turbinata* مؤشرين حيويين للتلوث بالكروم، قيمتها العليا على التتالي(4.6.w.w µg/g و7.46).كما بينت الدراسة وجود علاقات ارتباط متباينة بين العناصر المدروسة، وأقواها وجدت بين النحاس والتوتياء عند النوع *Patella caerulea* .

الكلمات المفتاحية: قاعيات حيوانية، مؤشر حيوي، معادن ثقيلة نزرة.

* أستاذ – قسم علم الحيوان –كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** رئيس قسم الوقاية والأمان – هيئة الطاقة الذرية – دمشق – سورية.
* * * طالب دكتوراه – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (30) العدد (5) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (30) No. (5) 2008

Trace Heavy Metals Accumulation in Some Zoo Benthic Species of Banias Littoral Thermal Station

Dr. Fayez Saker*
Dr. Mohamad.S. AL- Masri **
Mohamad Saleh ***

(Received 28 / 7 / 2008. Accepted 17/11/2008)

□ ABSTRACT □

We have studied the accumulation of elements (Cd, Pb, Cr, Cu, Zn) in five different Zoo benthic species collected from Banias Littoral Thermal station. These species are: *Pinctada radiata*, *Brachidonta variabilis*, *Patella caerule*a, *Monodonta turbinate* and *Eriphia verrucosa*. Statistic results indicate a heavy metals accumulation in all organisms, and the differences were due to species difference and time and place of sampling. We can consider all studied species as indicators of pollution (Cd, Pb) and maximum limits between (Pb:2.43-4.80, Cd:1.05-2.16 µg/g.w.w). We can consider *Pinctada radiata* as bio indicators for Zinc whose limits reach to (875 µg/g.w.w) and *Brachidonta variabilis* bio indicators of pollution in Cooper (maximum limits 23.15µg/g.w.w). The two species: *Patella caerulea and Monodonta turbinata* are bio indicators for pollution in Chromium, its maximum value (4.60µg/g, 7.46µg/g.w.w). This study showed different types of correlation between elements, and the highest was between Cu and Zn in species *Patella caerulea.*

Keywords: Zoo benthos, bio indicators, Trace heavy metals.

***professor , Department of Zoology, Faculty of Science, Tishreen University , Lattakia , Syria**
****** Corresponding, Department of protection and safety, Atomic Energy Commission of Syria.**
******* Postgraduate student, High Institute of Marine Research - Department of Zoology, Faculty of Science, Tishreen University- Lattakia - Syria**

مقدمة:

تشير الدراسات إلى تزايد خطورة المواد الكيميائية على الأوساط المائية، وخاصة البحرية، لكونها المستقر النهائي لمعظم أنواع الملوثات، وتعتبر المنطقة الشاطئية البحرية من أكثر المناطق تعرضا" للتلوث بالمعادن الثقيلة النزرة، الناتجة عن تزايد نشاطات الإنسان، الزراعية، والصناعية(UNEP,1995؛ Usero,2005)، وتكمن خطورة هذه العناصر في ثباتها الطويل في البيئة البحرية، وتراكمها في أنسجة الأحياء المائية(Islam et al, 2004) المتثبتة، والبطيئة الحركة، كالقاعيات الحيوانية القريبة من مصادر التلوث(Watzin et al,1997).

اعتُمدت بعض أنواع الأحياء المائية في برامج مراقبة البيئة البحرية في أغلب دول العالم وخاصة بعض أنواع ثنائيات المصراع وظهر مايسمى ببرنامج المراقبة بالبلح Mussel Watch(برنامج عالمي لمراقبة ملوثات المنطقة الشاطئية، استخدمت فيه الرخويات ثنائيات المصراع Bivalvia بما فيها البلح البحري من فصيلة Mytilidae، والمحاريات من فصيلة Ostriedae)، حيث أصبحت الطريقة المعتمدة (على مستوى البحر المتوسط) لتقييم مستوى تلوث الأوساط المائية، ففي الجزائر جرى استخدام أنواع من ثنائيات المصراع(Beldi et al, 2006) التي تعيش على الشواطئ الرملية، ولها قدرة على تحمل التراكيز المرتفعة، وجرت دراسة تراكيز العناصر الثقيلة النزرة في القاعيات الحيوانية في مصب سان فرانسيسكو(David et al, 2001)، وتم تحديد مستوى التلوث بالعناصر الثقيلة النزرة عند بعض أنواع القاعيات الحيوانية في منطقة أم الطيور شمال مدينة اللاذقية(النعمة وآخرون، 1997)، كما تم تحديد تراكيز بعض العناصر النزرة في بعض أنواع ثنائيات المصراع وعلاقتها بوزن الجسم الرخو(صقر وآخرون،1998، 1999)، وفي شاطئ بانياس درست بعض العناصر النزرة في الرسوبيات البحرية(محمد وآخرون، 2003)، وجرت دراسة حديثة لبعض أنواع القاعيات الحيوانية المنتشرة على طول الساحل السوري كيميائيا" وإشعاعيا"(المصري وآخرون، 2006). وللأهمية الكبيرة لشاطئ مدينة بانياس وذلك لوقوعه في منطقة هامة من الناحية الزراعية وخاصة الزراعات المحمية ولوجود أكبر المنشات الصناعية(المحطة الحرارية ، مصفاة لتكرير النفط ، مصب النفط ...الخ) ووجود مصبات الأنهار والصرف الصحي والتي تلعب دورا" سلبيا" بشكل مباشر أو غير مباشر، وبمستويات مختلفة في تلوث هذا الشاطئ، وباعتباره من النقاط الساخنة على شاطئ البحر الأبيض المتوسط حسب القائمة الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة(UNEP,1997). ولهذا أجرينا دراستنا الحالية لتقييم مستوى التلوث بالعناصر الثقيلة النزرة في شاطئ المحطة الحرارية في مدينة بانياس، باستخدام بعض أنواع القاعيات بما فيها ثنائيات المصراع المنتشرة على طول هذا الشاطئ المثقل بشتى أنواع الملوثات.

أهمية البحث وأهدافه:

1-دراسة تراكم بعض العناصر النزرة(Cd,Pb,Cr,Cu,Zn) في بعض أنواع القاعيات الحيوانية(ثنائيات المصراع Bivalvia، بطنيات القدم Gastropoda، قشريات Crustasea) في شاطئ المحطة الحرارية في بانياس.

2-دراسة علاقات الارتباط مابين العناصر ومواقع الدراسة.

طرائق البحث ومواده:

مواقع الدراسة والإعتيان: جرى اختيار ثلاثة مواقع تختلف عن بعضها باختلاف المستند القاعي ونوعية ودرجة تعرضها لمصادر المياه الصناعية ويبين الشكل(1) مواقع جمع العينات وهي على الشكل التالي:

1–الموقع(A): يقع مقابل برج الصبي ويعد هذا الموقع محطة مرجعية ويتميز ببعده عن المصادر المباشرة للمياه الصناعية، يحتوي على مصب صرف صحي محدود ناتج عن النشاطات السكانية القريبة ويتميز بوجود ينابيع مياه عذبة شاطئية وتحت شاطئية وطبيعة المستند القاعي صخريا" في بعض النقاط ورملي ناعم في نقاط أخرى ومختلط أحيانا" تتخلله بعض الرمال والحصى.

الشكل(1) مواقع الدراسة والإعتيان في شاطئ بانياس.

2 –جنوبي المحطة الحرارية(B): يمتد من مكسر مدخل مياه التبريد للمحطة الحرارية جنوبا بمسافة 500 م ويتميز بوجود ينابيع مياه عذبة شاطئية وتحت شاطئية وطبيعة المستند القاعي متبدلة من رمال وحصى سوداء إلى رمال ناعمة إلى صخري أحيانا".

3 –الموقع(C): مدخل مياه التبريد للمحطة الحرارية ويتميز بمستند قاعي شاطئي صخري تتخلله بعض التجمعات الرملية بالانتقال من نقطة إلى أخرى ومستند تحت شاطئي رملي خشن وحصى صغيرة هذا الموقع هو مدخل مياه دارة التبريد للمحطة الحرارية في بانياس حيث تدخل مياه البحر إلى حوض محمي من الأمواج القوية بأرصفة صخرية ومن ثم تضخ هذه المياه بمضخات كبيرة بعد تنقيتها وتصفيتها من الشوائب والعوالق بشباك معدنية إلى المحطة لتدخل دارة التبريد.

4-الموقع(D):مخرج مياه التبريد للمحطة الحرارية ويتميز بمستند قاعي شاطئي متنوع صخري ورمال خشنة وحصى صغيرة وكبيرة ومستند تحت شاطئي رملي خشن وحصى صغيرة سوداء. هذا الموقع هو مخرج المياه الساخنة الناتجة عن دارة تبريد مكثفات المحطة الحرارية.

عينات الدراسة: بعد أن جرت دراسة تصنيفية أولية لتحديد الأنواع الموجودة في شاطئ بانياس باستخدام مفاتيح التصنيف المعتمدة عالميا":(Riedl ، Gaillard , 1978، Parenzan,1974,1976 ، pietro , 1974,1976 ,1983) تم اختيار خمسة أنواع قاعية مختلفة عن بعضها من ناحية الحركة وطريقة التغذية تنتمي لصفين من شعبة الرخويات، ينتمي النوعان *Pinctada radiata*(Leachi,1814) و*Brachidonta variabilis*(Krauss,1962) إلى صف ثنائيات المصراع Bivalaia وهما نوعان يتثبتان على المستندات الصلبة ويتغذيان بالترشيح، أما النوعان *Patella caerulea*(Linnaeus,1758) و*Monodonta turbinate*(Born,1780) ينتميان إلى صف بطنيات القدم Gastropoda وهما نوعان عاشبان يتثبتان على المستندات الصخرية في المنطقة الشاطئية، وينتمي النوع *Eriphia verrucosa* (Forskale,1775) من السرطانات إلى صف القشريات Crustacea شعبة مفصليات الأرجل Arthropoda وهو نوع متحرك ومفترس يعيش في المنطقة الشاطئية تحت الحجارة والشقوق والأنفاق الصخرية.

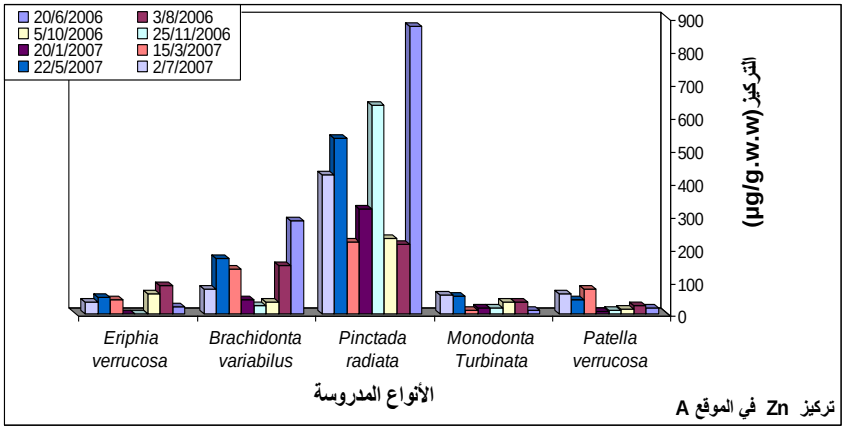
تحضير العينات ومعالجتها:جمعت العينات باليد مباشرة من قاع المنطقة الشاطئية لمواقع الدراسة، أزيلت المواد العالقة على سطح القوقعة أو الأفراد المختارة للدراسة بواسطة أدوات بلاستيكية نظيفة، وسجل متوسط الطول لأفراد كل عينة ومتوسط وزن الجزء الرخو بعد فتح القوقعة، وحضرت العينات بالطرق المعتمدة عالميا"(UNEP,1984) بتهضيمها بالطريقة الرطبة(Wet –Digestion Method) بحمض الآزوت النقي 65 % على حمام مائي بدرجة الغليان لمدة ساعتين تقريبا"، مددت العينات المهضمة بالماء ثنائي التقطير المستخدم في الطرائق القياسية المرجعية (Hanson,1973)، ولتحديد محتواها من العناصر النزرة، جرى استخدام جهاز مطيافية الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrometerنوع Varian موديل 220 والجهاز Analytic Jena موديل nov AA 400 باستخدام تقنية اللهب (Flame-AAS) لتحديد(Zn , Cu)وتقنية التذرية الكهرحرارية(ETA – AAS)العالية الحساسية لتحديد(Cd, Pb, Cr)لانخفاض تركيزها في العينات المدروسة في أغلب الأحيان كما رافق تحليل العينات تحضير سلسلة من المحاليل القياسية للعناصر المدروسة عند كل تحليل واستخدمت العينة السمكية(Trace elements and, 2003 ,IAEA-407 methylmercury in fish tissue) المحضرة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية كعينة مرجعيةREFERENCE MATERIAL لضمان جودة التحاليل.

النتائج والمناقشة:

بعد القياسات الدورية لتغيرات العناصر (Cd, Pb, Cr, Cu, Zn) في الأنواع القاعية المأخوذة من المواقع A، C، D جرى تحليل النتائج في كل موقع على حدا:

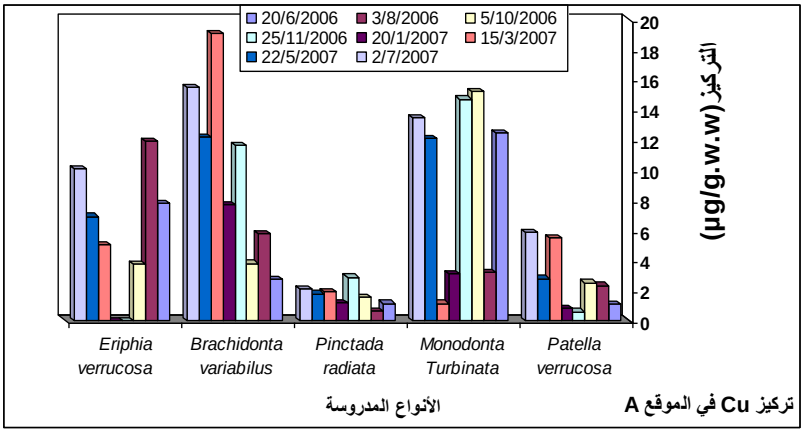
1- الموقع(A): توضح الأشكال(2، 3، 4، 5، 6) تغيرات هذه العناصر عند الأنواع المدروسة في الموقع A خلال فترات الدراسة، هذا وسيناقش كل عنصر من العناصر على حدى.

-**عنصر التوتياء:**يوضح الشكل(2) أن تغيرات تراكيز التوتياء في الأنواع المدروسة كافة والأكثر تواجدا" في مياه الموقع(A)، والبعيد عن مياه الصرف الصناعي للمحطة الحرارية، ومصفاة تكرير النفط في بانياس، تختلف من فترة إلى أخرى، ومن نوع إلى آخر، إذ بلغت أعلى التراكيز(875 µg/g.w.w) عند النوع *Pinctada radiate* في الشهر السادس من صيف عام 2006، وأدناها(213.54 µg/g.w.w)عند النوع نفسه في الشهر الثامن من العام2006، وهذا عائد إلى اختلاف فترة الإعتيان، واختلاف أبعاد الأفراد المدروسة، تليه التراكيز عند النوع *Brachidonta variabilis* التي تراوحت مابين(27.63-281.96 µg/g.w.w)، بينما نجد تقارباً نسبياً في تراكيز هذا العنصر عند بقية الأنواع المدروسة في هذا الموقع، حيث تراوحت عند الأنواع التالية: *Eriphia verrucosa*، *Patella caerulea*، *Turbinata Monodonta* على التتالي (86.95- 23.3، 74.48-8.14، 58.71 -1313.40µg/g w.w). وهذا عائد إلى اختلاف زمن الإعتيان، وإلى نوعية الغذاء، والنشاط الفزيولوجي لأفراد كل نوع.



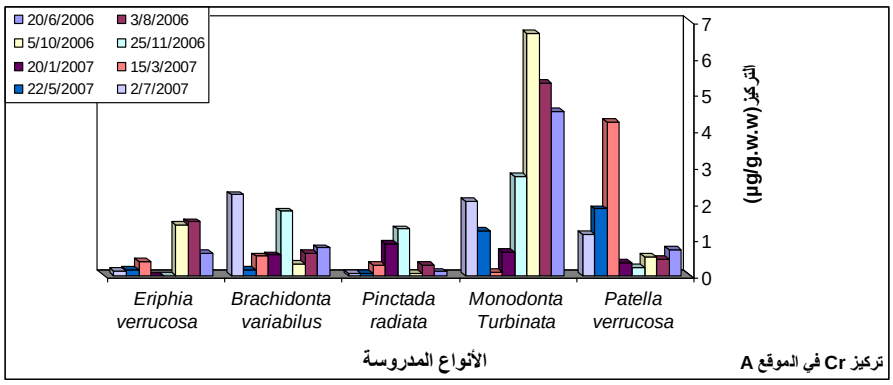
شكل(2): تركيز Zn(µg/g.w.w) في الأنواع المدروسة في الموقع A خلال مراحل الدراسة.

-**عنصر النحاس:**يظهر الشكل(3) بأن تراكيز هذا العنصر جاءت معاكسة لما كانت عليه في عنصر التوتياء، حيث وجدنا أن أقل الأنواع تركيزا" لهذا العنصر هو النوع*Pinctada radiata* ، إذ تراوحت التراكيزمابين (0.64-2.9 µg/g.w.w)، بينما بلغت أعلى التراكيز عند النوع *Brachidonta variabilis* ، إذ تراوحت مابين (2.73-19.09 µg/g.w.w)، وهذا عائد إلى نوعية الغذاء، والخاصية الاصطفائية لهذين النوعين التابعين لصف ثنائيات المصراع Bivalvia وتطابقت نتائج هذا البحث مع عمل سابق(صقر وآخرون، 1999) وتقاربت تراكيز هذا العنصر مع تراكيزه عند النوع *Turbinata Monodonta* والتي تراوحت مابين (3.12 – 15.25 µg/g.w.w)، بينما تراوحت التراكيز عند النوعين *Eriphia verrucosa* *Patella caerulea* على التتالي (3.80 – 11.95 µg/g.w.w، 5.89 – 0.61).



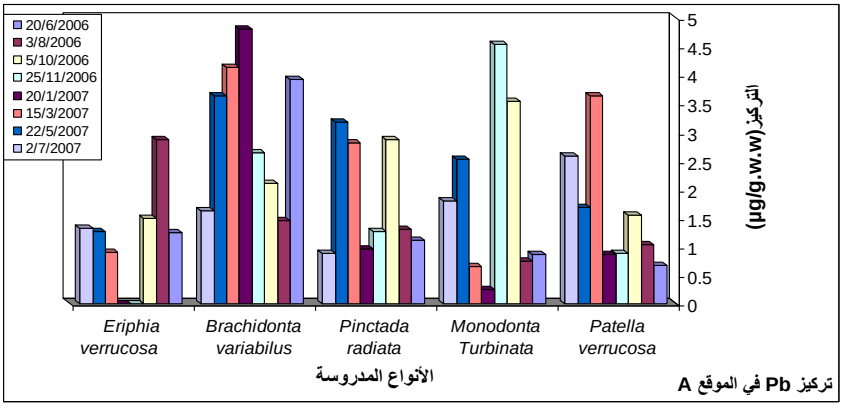
شكل (3): تركيز Cu (µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع A خلال مراحل الدراسة.

-عنصر الكروم: يظهر من الشكل(4) أن تغيرات هذا العنصر متقاربة عند معظم الأنواع، حيث سجلت أعلى القيم عند النوع *Monodonta Turbinata* وبلغت أعلى القيم (6.68 µg/g.w.w) في الشهر العاشر لعام2006، وأدناها (0.07µg/g.w.w) في الشهر السابع لعام 2007 عند النوع *Pinctada radiata* .



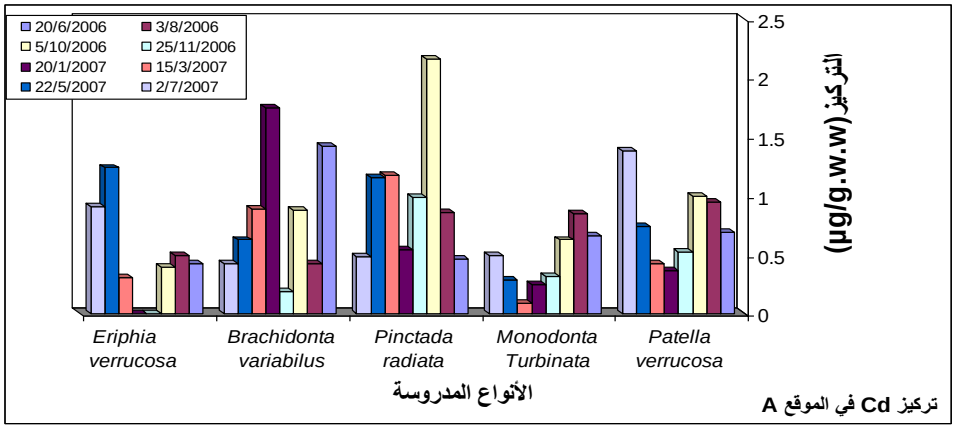
شكل(4): تركيز Cr(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع A خلال مراحل الدراسة

-عنصر الرصاص: تراوحت تراكيز هذا العنصر خلال فترة الدراسة عند الأنواع المدروسة مابين (µg/g.w.w 0.25 – 4.8)، وكانت القيمة العليا عند النوع *Brachidonta variabilis* في الشهر الأول لعام 2007 والدنيا عند النوع *Monodonta Turbinata* في الشهر الأول لعام 2007 (شكل، 5) ويعود سبب الاختلاف في التراكيز مع اختلاف الأنواع إلى اختلاف نوعية المغذيات، وزمن الإعتيان، والملوثات التي تصل إلى البحر، والتي تؤثر بشكل مباشر على المنطقة الشاطئية.



شكل(5): تركيز Pb(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع A خلال مراحل الدراسة.

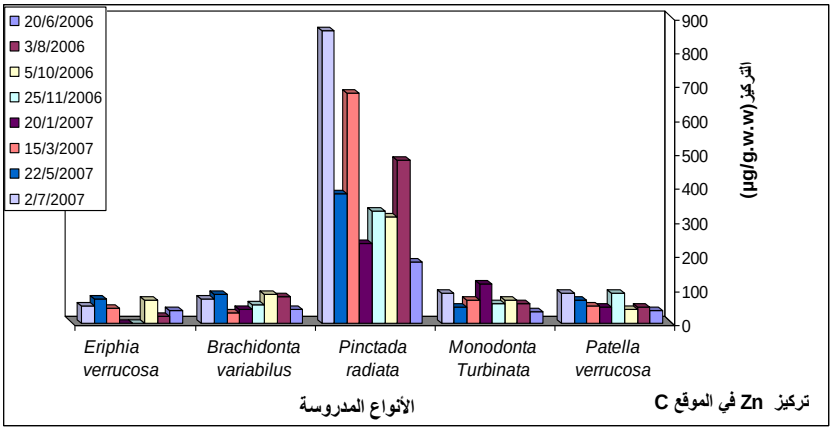
-**عنصر الكادميوم:**إن تراكيز هذا العنصر أكثر تقاربا" بين الأنواع في الموقع(A) خلال مرحلة الدراسة (شكل، 6)، حيث تراوحت التراكيز مابين(0.09 µg/g.w.w)عند النوع*Monodonta Turbinata* في الشهر الثالث لعام 2007 ، وبين(2.16 .µg/g w.w) عند النوع *Pinctada radiata* في الشهر العاشر لعام 2007، أما بقية الأنواع *Patella caerulea*، *Brachidonta variabilis*، *Eriphia verrucosa* فقد تراوحت التراكيز فيها على التتالي (0.37 – 1.38 .µg/g w.w، 0.19 – 1.75، 0.31 – 1.24).



شكل(6): تركيز Cd(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع A خلال مراحل الدراسة.

2-الموقع B:هذا الموقع هو من مواقع الدراسة البيولوجية والكيميائية، لم يذكر في هذا البحث لضيق المكان من جهة، وللتركيز على مدخل ومخرج التبريد للمحطة الحرارية فقط، وسوف يدرس في بحث لاحق.

3-الموقع C: أجرينا مراقبة دورية لتغيرات تراكيز العناصر النزرة المدروسة في خمسة أنواع قاعية، تعيش في هذا الموقع، ونستعرض فيما يلي تحليلا"لتغيرات كل عنصر من العناصر في الموقع C:

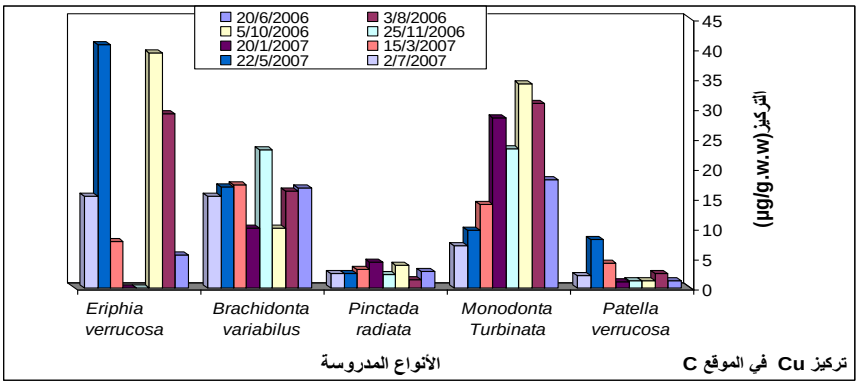


شكل(7): تركيز Zn (µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع C خلال مراحل الدراسة.

-**عنصر التوتياء:** يبدو واضحا"من الشكل(7) أن تراكيز هذا العنصر مرتفعة في هذا الموقع بالمقارنة مع الموقع المرجعي A، وهذا دليل على مصدرها الصناعي القريب، وأن أعلى مستوى لتراكم هذا العنصر هو عند ثنائي المصراع *Pinctada radiata* ، والتي تراوحت تراكيزه مابين (178.13–859.16 µg/g.w.w)، أما عند بقية الأنواع فقد كانت متقاربة وقد تراوحت(32.08–116.2 µg/g.w.w، 38.2–88.98، 29.6–84.9،

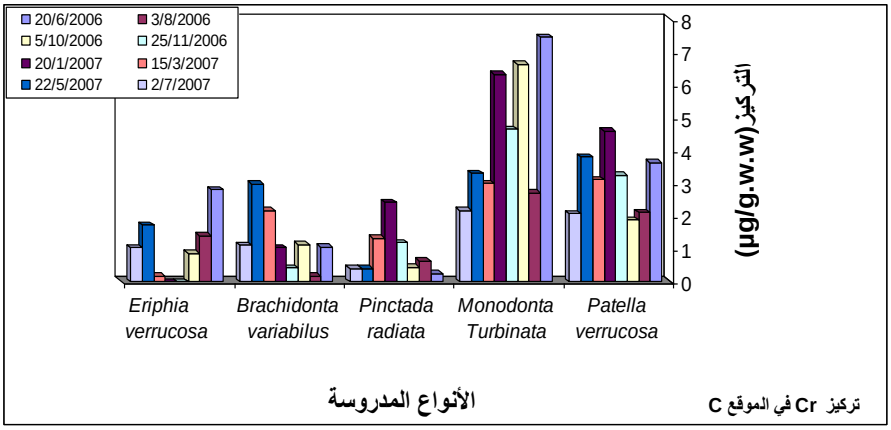
19.38 –71.27)على التتالي:*Monodonta Turbinata*، *Patella caerulea*، *Brachidonta variabilis* ، *Eriphia verrucosa*.

– **عنصر النحاس:**جاءت النتائج معاكسة لعنصر التوتياء بالنسبة للنوع *Pinctada radiata*، وكانت تراكيزه منخفضة بالنسبة للأنواع الأخرى، وتراوحت بين(1.43–4.36 µg/g.w.w)، في حين وصلت عند النوع *Monodonta Turbinata* إلى حدها الأعلى(28.46 µg/g.w.w)، يليه النوع *Brachidonta variabilis*، حيث وصلت إلى (23.15 µg/g.w.w)، بينما عند النوع *Eriphia verrucosa* وصلت إلى(20.70 µg/g.w.w)، أما عند النوع *Patella caerulea* كانت منخفضة بالنسبة للأنواع الثلاثة السابقة ولم تتجاوز (8.13 µg/g.w.w) خلال فترة الدراسة(شكل، 8).

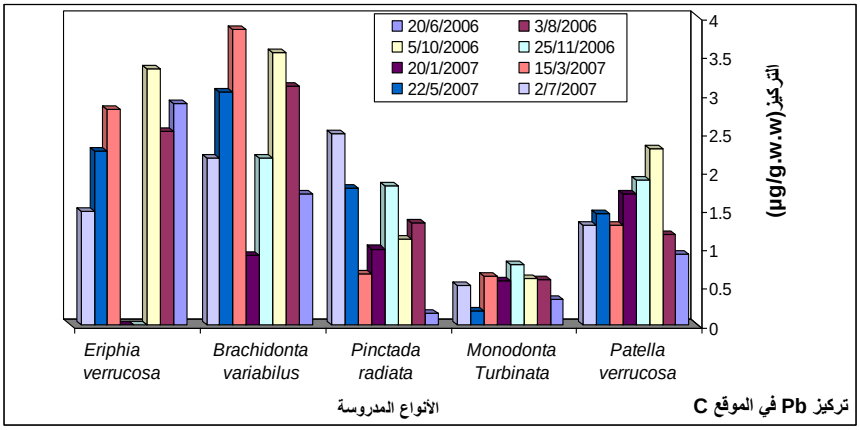


شكل(8): تركيز Cu (µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع C خلال مراحل الدراسة.

–**عنصر الكروم:**أظهرت النتائج أن تغيرات عنصر الكروم في الموقع C كانت متفاوتة نسبيا" بين الأنواع المدروسة، حيث بلغت أعلى التراكيزعند النوع *Monodonta Turbinata*، وتراوحت مابين (2.18–7.46 µg/g.w.w) يليه النوع*Patella caerulea* الذي تراوحت تراكيز هذا العنصر في نسجه الحية مابين (1.88–4.6 µg/g.w.w)، أما بالنسبة للأنواع*Brachidonta variabilis*، *Eriphia verrucosa*، *Pinctada radiata* فقد كانت التراكيز عندها متقاربة، وكانت على التتالي (0.42–2.98 µg/g. w.w، 0.16–2.80، 0.25–2.43)(شكل، 9).

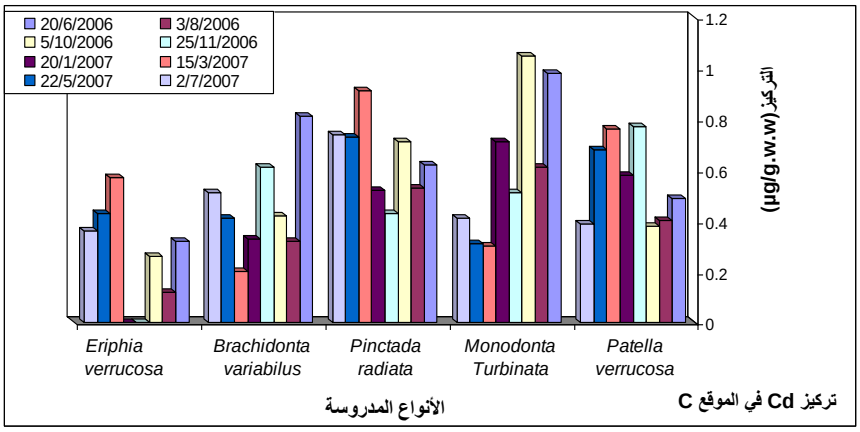


شكل(9): تركيز Cr (µg/g.w. w)) في الأنواع المدروسة في الموقع C خلال مراحل الدراسة.



شكل(10): تركيز Pb(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع C خلال مراحل الدراسة.

-**عنصر الرصاص:**تبين من الشكل(10) أن تراكيز هذا العنصر متباينة بين نوع وأخر، حيث إن أعلى التراكيز سجلت عند النوع *Brachidonta variabilis* وتراوحت مابين(0.91-3.85 µg/g.w.w)، يليه(1.48-3.33 µg/g.w.w) عند النوع*Eriphia verrucosa* ، بينما كانت التراكيز متقاربة عند النوعين*Pinctada radiata* ، *Patella caerulea* وكانت على التتالي(0.16-2.49 µg/g.w.w، 0.92 -2.30)، بينما سجلت أقل التراكيز عند النوع *Monodonta Turbinata* ولم تتجاوز (0.78 µg/g.w.w).

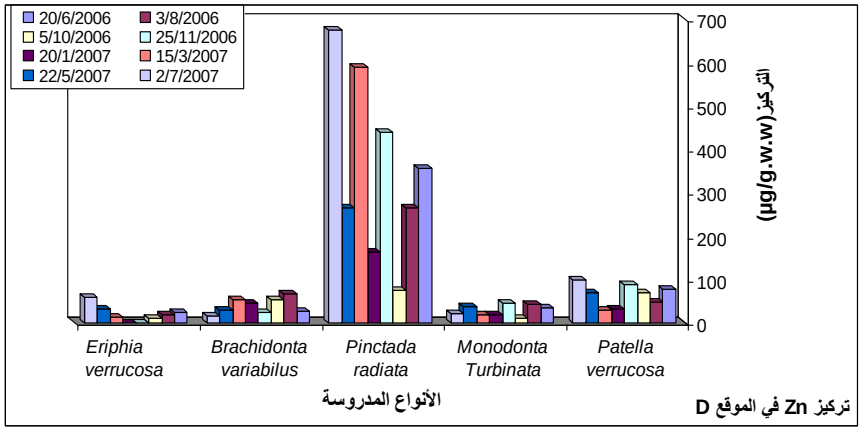


شكل(11): تركيز Cd(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع C خلال مراحل الدراسة

-**عنصر الكادميوم** : بدراسة النتائج التي توصلنا إليها لتغيرات هذا العنصر(شكل،11) وجدنا أن التراكيز كانت متقاربة عند الأنواع المدروسة، وتراوحت خلال مرحلة الدراسة مابين(0.12-1.05 µg/g.w.w)، وقد سجلت تغيرات هذا العنصر عند الأنواع التالية: *Monodonta Turbinata*،*Pinctada radiata* ، *Brachidonta variabilis* . *Patella caerulea* ، *Eriphia verrucosa* على التتالي (0.31-1.05، 0.81-0.91 ،0.20-0.43، 0.12-0.57) التراكيز مقدرة بالميكروغرام/غرام وزن رطب.

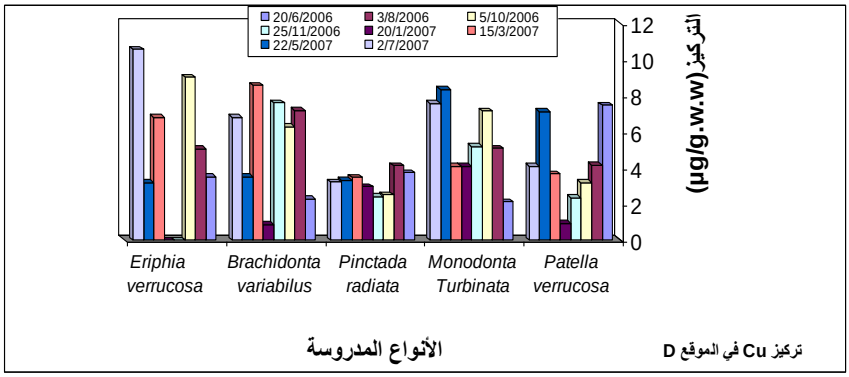
4-الموقع D: قمنا بمراقبة ورصد تغيرات تراكيز العناصر النزرة في خمسة أنواع، مأخوذة من هذا الموقع على بعد حوالي 30-50m يمينا" وشمالا"، من مركز التقاء المياه الساخنة مع مياه البحر، وذلك لعدم وجود أنواع حية في

النقاط التي تبعد أقل من 25m من مصب المياه الساخنة للمحطة الحرارية، نتيجة نفوقها، وتخريب مستنداتها القريبة، بسبب عدم تحملها لحرارة المياه الساخنة المباشرة، مع الإشارة إلى غزارة العديد من الأنواع في هذا الموقع، وخاصة في المياه البحرية التي تبعد أكثر من 50m، والتي ترتفع درجة حرارتها بمقدار°C4-2، نتيجة تدفق المياه الساخنة للمحطة الحرارية، ونبين في الأشكال(12، 13، 14، 15، 16) تغيرات تراكيز العناصرالنزرة المدروسة خلال فترة الدراسة في الموقع D، وفيما يلي تحليل لتغيرات كل عنصر في الموقع.



شكل(12): تركيز Zn (µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع D خلال مراحل الدراسة.

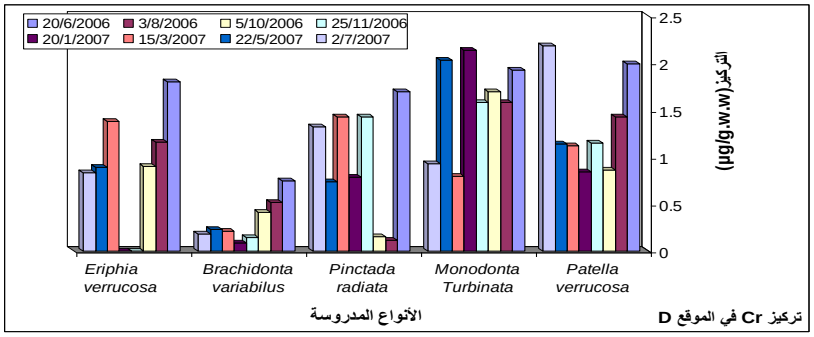
-**عنصر التوتياء** : يبدو واضحا من الشكل(12) أن تراكيز هذا العنصر عند النوع *Pinctada radiata* تتضاعف عدة مرات عن تراكيزه في الأنواع الأخرى في هذا الموقع، حيث تراوحت تراكيزه مابين (75.55-676.50 µg/g.w.w)، أما عند الأنواع: *Patella caerulea*، *Brachidonta variabilis*، *Monodonta Turbinata*، *Eriphia verrucosa* فكانت على التتالي(98.97-30.03، 67.5- 16.8، 11.02- ، 57.62-11.37) 45.20 وهذه التراكيز مقدرة بالميكروغرام/غرام وزن رطب، وتدل النتائج على اصطفائية واضحة لتراكم هذا العنصر في النوع *Pinctada radiata*.



شكل(13): تركيز Cu(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع Dخلال مراحل الدراسة.

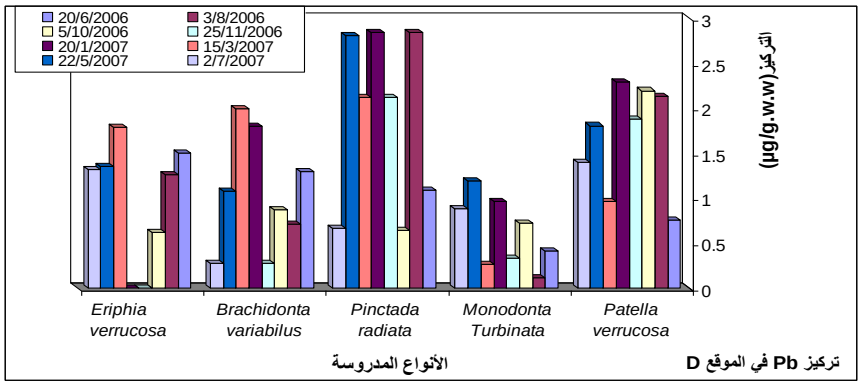
-**عنصر النحاس:** أظهرت النتائج وجود تقارب في تراكيز هذا العنصر في الموقع D عند الأنواع المدروسة وتراوحت خلال فترة الدراسة مابين (0.94 -10.6 µg/g.w.w) وكما هو واضح من الشكل(13) إن أدنى القيم

سجلت عند النوع*Pinctada radiata* ولم تتجاوز (4.14µg/g.w.w) وعلى العكس تماما" عما كان عليه الأمر في عنصر التوتياء عند هذا النوع، بينما بلغت عند الأنواع التالية: *Eriphia verrucosa* *Brachidonta variabilis* ، *Monodonta Turbinata*، *Patella caerulea* على التتالي (10.6 µg/g.w.w، 8.6، 8.35، 7.50).



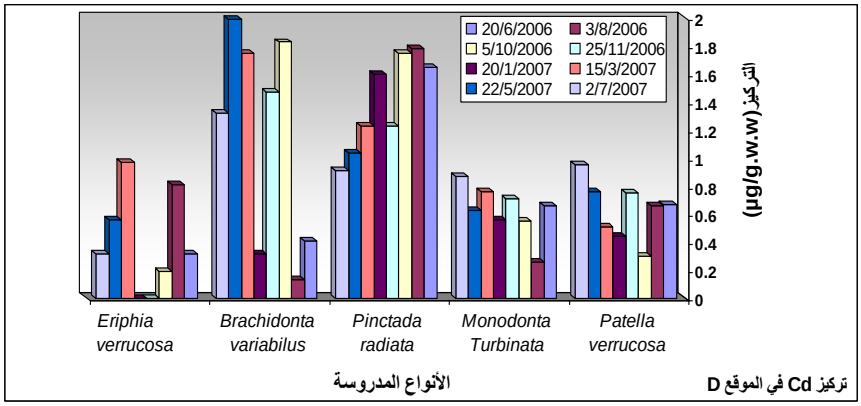
شكل(14): تركيز Cr (µg/g.w.w) في الأنواع المدروسة الموقع D خلال مراحل الدراسة.

- **عنصر الكروم**:يوضح الشكل(14) أن النوع الأقل تركيزا" لهذا العنصر هو *Brachidonta variabilis*، حيث تراوحت التراكيز عنده مابين (0.09–0.75 µg/g.w.w)، أما التراكيز في بقية الأنواع فكانت متقاربة وكانت على التتالي(0.86–2.18 µg/g.w.w، 0.80–2.13، 0.83–1.80، 0.12–1.69)عند الأنواع *Patella caerulea*، *Monodonta Turbinata, Eriphia verrucosa*، *Pinctada radiata*.



شكل(15): تركيز Pb(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع D خلال مراحل الدراسة.

-**عنصر الرصاص**:نلاحظ من الشكل(15)أن أعلى التراكيز هي عند النوع*Pinctada radiata* وتراوحت بين (0.64 –2.85 µg/g.w.w)، يليه القيم المسجلة عند النوع *Patella caerulea* وتراوحت مابين(2.3– µg/g.w.w 0.76) التراكيز كانت عند النوع وأقل *Monodonta Turbinata* وتراوحت مابين (0.12–1.20 µg/g)، بينما كانت متقاربة عند النوعين *Brachidonta variabilis* ، *Eriphia verrucosa* وكانت على التتالي(0.28–2 µg/g.w.w، 0.62 –1.79).

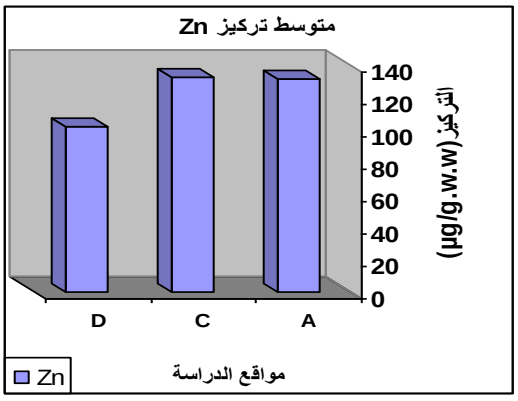


شكل(16): تركيز Cd(µg/g.w. w) في الأنواع المدروسة في الموقع D خلال مراحل الدراسة

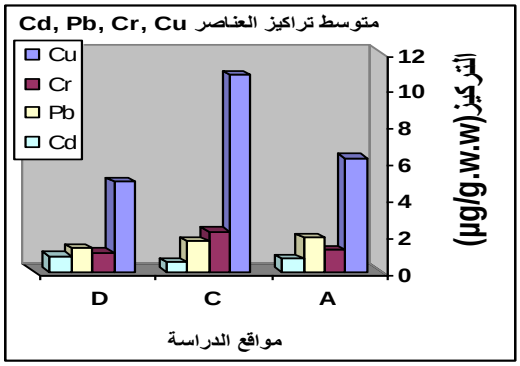
-عنصر الكادميوم: يوضح الشكل(16) أن أعلى القيم بالنسبة لعنصر الكادميوم في الموقع D كانت عند النوع *Brachidonta variabilis*، وتراوحت مابين (0.134-1.83 µg/g.w.w) وتقاربت مع التراكيز المسجلة عند النوع *Pinctada radiata* والتي تراوحت مابين (0.91-1.78 µg/g.w.w)، أما بالنسبة للأنواع *Patella caerulea*، *Monodonta Turbinata* ، *Eriphia verrucosa*، فكانت على التتالي(0.30 -0.95 µg/g، 0.26 -0.87، 0.19 -0.97).

- **متوسط تراكيز العناصر المدروسة :**

بدراسة متوسط تراكيز (Zn, Cu, Cr, Pb, Cd) عند جميع الأنواع القاعية في مواقع الدراسة في شاطئ بانياس(الشكلين، 17، 18) نلاحظ أن أدنى القيم للعناصر (التوتياء والنحاس والكروم والرصاص) كانت في الموقع في الموقعD، وبلغت على التتالي(Zn:102.43 µg/g.w.w، Cu:4.92، Cr: 1.07، Pb: 1.30) وهذا عائد إلى عدم وجود أنواع حية في نقطة التقائها مع المياه البحرية المباشرة، لذلك أخذت من مسافة تبعد 50م على الأقل من نقطة انصبابها في البحر، بينما كانت أعلى القيم في الموقع C ووصلت إلى (Cu: 10.8, Zn: 132.55 µg/g.w.w، Cr: 2.21)، حيث كانت قيم التوتياء متقاربة مع القيم في الموقع المرجعي A وهذا يؤكد على وجود مصادر أخرى لهذا العنصر غير المحطة الحرارية ويمكن أن يصل إلى البيئة البحرية من مصادر زراعية، وصرف صحي، ونشاطات إنسانية ناتجة عن الحركة السياحية كلها عوامل مساعدة زيادة تراكيزه، وزيادة تراكمه في القاعيات البحرية، بينما تراكيز عنصر النحاس كانت الأعلى في الموقع C، أما عنصر الكادميوم فكانت أعلى القيم في الموقع D، بينما عنصر الرصاص فكانت أعلى قليلا" في الموقع المرجعي A .



شكل(17): متوسط تراكيز Zn (µg/g.w. w) في مواقع الدراسة في شاطئ بانياس



شكل(18): متوسط تراكيز العناصر (Cu، Cr، Pb، Cd) (µg/g.w. w) في مواقع الدراسة في شاطئ بانياس.

دراسة قيم معاملات الارتباط بين العناصر المدروسة فيما بينها في مواقع الدراسة:

تبين الجداول(جداول، 1، 2، 3، 4، 5) قيم معاملات الارتباط للعناصر الثقيلة النزرة فيما بينها عند كل نوع من الأنواع المدروسة بالارتباط مع مواقع الدراسة(A، C، D).

جدول (1): قيم معاملات الارتباط(n=8)r بين العناصر عند النوع *Patella caerulea* في المواقع A, C, D.

Zn			Cu			Cr			Pb			Cd			
D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	
												1	1	1	Cd
									1	1	1	0.29	0.04	0.14	Pb
						1	1	1	0.38	-0.15	0.87	-0.48	0.59	-0.25	Cr
			1	1	1	-0.10	0.19	0.69	0.60	-0.21	0.93	0.11	0.41	0.47	Cu
1	1	1	-0.11	0.16	0.94	0.25	-0.11	0.84	-0.33	0.08	0.93	0.27	0.28	0.24	Zn

جدول (2): قيم معاملات الارتباط بين العناصر عند النوع *Monodonta Turbinata* في المواقع D, C, A.

Zn			Cu			Cr			Pb			Cd			
D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	
												1	1	1	Cd
									1	1	1	0.29	0.04	-0.02	Pb
						1	1	1	038	-0.04	0.30	-0.48	0.59	0.88	Cr
			1	1	1	-0.10	0.66	0.42	0.60	0.52	0.78	0.11	0.41	0.24	Cu
1	1	1	-0.11	0.29	0.38	0.25	-0.06	0.07	-0.33	0.38	0.23	-0.27	0.28	0.24	Zn

جدول (3): قيم معاملات الارتباط بين العناصر عند النوع *Pinctada radiata* في المواقع D, C, A.

Zn			Cu			Cr			Pb			Cd			
D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	
												1	1	1	Cd
									1	1	1	-0.06	-0.11	-0.11	Pb
						1	1	1	-0.36	0.27	-0.17	0.50	-0.26	-0.26	Cr
			1	1	1	-0.02	0.17	0.56	0.13	0.10	-0.41	0.17	0.19	0.19	Cu
1	1	1	0.17	0.15	-0.32	0.72	0.00	-0.18	-0.20	0.35	0.55	-0.72	0.58	0.58	Zn

جدول (4): قيم معاملات الارتباط بين العناصر عند النوع *Brachidonta variabilis* في المواقع D, C, A.

Zn			Cu			Cr			Pb			Cd			
D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	
												1	1	1	Cd
									1	1	1	-0.11	-0.48	0.75	Pb
						1	1	1	-0.02	0.28	-0.30	-0.42	-0.36	-0.45	Cr
			1	1	1	-0.14	0.17	0.22	-0.38	0.10	0.10	0.42	0.33	-0.38	Cu
1	1	1	0.20	-0.19	-0.22	0.20	0.01	-0.33	0.38	0.23	0.26	-0.26	-0.05	0.24	Zn

جدول (5): قيم معاملات الارتباط بين العناصر عند النوع *Eriphia verrucosa* في المواقع D, C, A.

Zn			Cu			Cr			Pb			Cd			
D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	
												1	1	1	Cd
									1	1	1	0.66	-0.11	-0.11	Pb
						1	1	1	0.70	0.01	0.72	0.65	-0.36	-0.19	Cr
			1	1	1	-0.12	-0.17	0.05	-0.41	-0.18	0.68	-0.31	-0.44	0.25	Cu
1	1	1	0.27	0.40	0.27	-0.45	-0.15	0.73	0.14	0.02	0.83	-0.33	0.40	-0.10	Zn

بدراسة معاملات الارتباط الواردة في الجداول(1، 2، 3، 4، 5) في المواقع D, C, A تبين بأن معاملات الارتباط بين العناصر النزرة فيما بينها متباينة من موقع إلى آخر، ومن نوع إلى آخر، خلال مراحل الدراسة، إذ تراوحت من قيم ارتباط ايجابية قوية وأقواها مابين التوتياء والنحاس والتوتياء والرصاص على التتالي (0.94 ، R= 0.93)عند النوع *Patella caerulea* في الموقع A، وهذا دليل على وجود مصدر للتلوث واحد، أما سبب ظهور قيم سلبية ضعيفة فيعود إلى تنوع مصادر هذه الملوثات وتباينها وقد يعود إلى نوعية المغذيات لأفراد كل نوع ونشاطه الفيزيولوجي، تليها القيم المسجلة عند النوع*Eriphia verrucosa* والتي وصلت في (R=0.83) مابين التوتياء والرصاص في الموقع A، بينما نجد قيماً أقل قوة وضعيفة وسلبية في الموقعين C، D، وهذا دليل على تنوع مصادر التلوث في هذين الموقعين .

مقارنة النتائج مع دراسات محلية وعالمية:

يبين الجدول (4) مقارنة النتائج التي حصلنا عليها في مواقع الدراسة مع نتائج بعض الدراسات التي جرت في حوض البحر الأبيض المتوسط.

الجدول(9):تراكيز(Cd,Pb,Cr,Cu,Zn) عند بعض أنواع القاعيات الحيوانية في مناطق مختلفة من البحر الأبيض المتوسط.

النوع المدروس	العنصر المدروس / مكان الدراسة	Zn µg/g	Cu µg/g	Cr µg/g	Pb µg/g	Cd µg/g
Donax trunculus (Linnaeus ,1758)	خليج Augusta - ايطاليا (Di Geronimo,1990)	228.5 –42.92	18.1 – 4.62	14.5 – 0.99	3.12 – 0.69	1.12 – 0.5
	الشاطئ الاسباني (De Leon,1984) *	–	–	–	2.01 – 0.26	0.93 – 0.061
	شاطئ الجزائر** (Fishelson et al,1999)	–	11 – 6	–	11 – 2	11 – 6
	شاطئ الجزائر (Usero et al, 2005) **	107 – 63	383 – 60	–	36 – 1.1	0.20 – 0.19
Chamelea gallina (Linnaeus,1758)	شاطئ اسبانيا (De Leon,1984) *	–	–	–	1.65 – 0.04	0.5 – 0.019
Brachidonta variabilis (Krauss,1962)	خليج Augusta - ايطاليا (Di Geronimo,1990) *	183.91 – 114	48.5 – 24.4	4.27 – 1.5	2.26 – 0.92	1.06 – 0.6
	شاطئ اللاذقية(صقر وآخرون، 1998، 1999) **	68.5 – 18.5	25.5 – 3.3	0.72 – 0.12	0.58 – 0.15	0.62 – 0.23
	الساحل السوري(المصري وآخرون ،2006) *	211 –62.6	146 – 21.5	–	5 – 0.4	1.8 – < 0.25
	شاطئ المحطة الحرارية في بانياس(الدراسة الحالية) **	281.96 –10.8	23.15 – 0.87	2.98 – 0.09	4.8 – 0.28	1.99 – 0.13
Pinctada radiata (Leachi,1814)	شاطئ اللاذقية(صقر وآخرون، 1998، 1999) **	437.5 –103.9	2.40 – 0.85	0.75 – 0.11	0.49 – 0.17	0.82 – 0.31
	شاطئ المحطة الحرارية في بانياس(الدراسة الحالية) **	875 – 75.55	4.36 – 0.64	2.43 – 0.076	2.43 – 0.09	2.16 – 0.43

Monodonta turbenata (Born,1780)	الساحل السوري(المصري وآخرون ،2006) *	64.8 – 42.8	53.2 – 29.8	–	3.6 – 0.5	1.1 – < 0.25
	شاطئ المحطة الحرارية في بانياس(الدراسة الحالية) **	116.2 –11.02	28.46 – 1.15	7.46 – 0.11	4.53 – 0.12	1.05 – 0.09
Patella caerulea (Linnaeus ,1758)	الساحل السوري(المصري وآخرون ،2006) *	113 – 44.9	17.3 – 6.3	–	0.5 – < 0.20	3 – 1.1
	شاطئ المحطة الحرارية في بانياس(الدراسة الحالية) **	98.97 – 8.14	8.13 – 0.61	4.6 – 0.23	3.63 – 0.67	1.38 – 0.3
Eriphia verrucosa (Forskale,1775)	شاطئ المحطة الحرارية في بانياس(الدراسة الحالية) **	86.95 – 11.37	20.7 – 3.19	3.38 – 0.14	3.33 – 0.62	1.24 – 0.12

ملاحظة: * وزن جاف ** وزن رطب

بمقارنة النتائج التي حصلنا عليها في مواقع الدراسة، مع نتائج بعض الدراسات التي جرت في حوض البحر الأبيض المتوسط(جدول، 6)، يتبين بأن مجال تراكيز (Zn, Cu, Cr, Pb, Cd)عند القاعيات المدروسة في شاطئ بانياس كانت على التوالي(Zn:10.8–875 µg/g، Cu:0.61–28.46 µg/g، Cr:0.076–7.46 µg/g، Pb:0.12–4.80 µg/g، Cd:0.09–2.16 µg/g، بينما في شواطئ بعض الدول المتوسطية(ايطاليا، اسبانيا، الجزائر)تراوحت على التتالي (Zn:42.92–228.5 µg/g، Cu:4.62–383 µg/g، Cr:0.99–14.5µg/g، Pb:0.04–36 µg/g، Cd:0.019–1.12 µg/g) وبالمقارنة يبدو بأنه يوجد تقارب في مجال تراكيز عنصري الكروم والكادميوم، وارتفاع في تراكيز عنصر التوتياء وبشكل ملحوظ عند النوع ***pinctada radiate***، وانخفاض في مجال تراكيز عنصري النحاس والرصاص عما هو عليه الحال في شواطئ بعض الدول المتوسطية الأخرى، كما يوجد تقارب إلى ارتفاع في تراكيز هذه العناصر بالمقارنة مع شاطئ اللاذقية.

الاستنتاجات والتوصيات:

1– تتغير تراكيز العناصر المدروسة(Zn، Cu، Cr، Pb، Cd) من نوع إلى آخر، ومن موقع إلى آخر، خلال مراحل الدراسة.

2– للنوع *pinctada radiata* قدرة عالية على تجميع عنصر التوتياء تصل إلى حوالي خمسة أضعاف عما هي عليه عند بعض الأنواع الأخرى المدروسة، لذا يمكن اعتباره مؤشرا"حيويا" لعنصر التوتياء، وهذه خاصية مميزة لهذا النوع.

3– يعتبر النوع *Brachidonta variabilis* مؤشرا"حيويا"للتلوث بعنصر النحاس لقدرته العالية على تركيز هذا العنصر بالمقارنة مع تراكيزه في الأنواع الأخرى.

4– تميل تراكيز عنصر الكروم إلى الارتفاع عند النوعين *Patella caerulea*، *Monodonta Turbinata* اللذين ينتميان إلى صف بطنيات القدم Gastropoda بالمقارنة مع أنواع ثنائيات المصراع والقشريات المدروسة، لذا يمكن اعتبارهما مؤشرين حيويين للتلوث بعنصر الكروم.

5–تقاربت متوسطات تراكيز عنصر التوتياء في المواقعين(C, A) وبلغت(132.55 µg/g.w.w)، بينما بلغت متوسطات تراكيز العناصر (النحاس والكروم) قيمها العليا في الموقع C، وبلغت على التتالي (µg/g.w.w Cu: 10.8، Cr: 2.21)، وتقاربت متوسطات تراكيز عنصر الرصاص ولم تتجاوز (2 µg/g.w.w) في المواقع المدروسة، وبلغت تراكيز الكادميوم قيمها العليا في الموقع D ولم تتجاوز(0.5 µg/g.w.w).

6– وجود معاملات ارتباط إيجابية متباينة بين العناصر المدروسة، تختلف قوتها باختلاف النوع، والموقع وأقوى معاملات الارتباط بين العناصر وجدت عند النوع *Patella caerulea* في الموقع A وبلغت (R=0.94, n=8) وهذا دليل عدم تأثره بملوثات الموقعين D وC المتأثرين بمصادر متنوعة ومختلفة.

7– بمقارنة النتائج التي حصلنا عليها في شاطئ المحطة الحرارية مع نتائج بعض الدراسات التي جرت في حوض البحر الأبيض المتوسط تبين تقارب إلى ميل بالانخفاض في تراكيز جميع العناصر المدروسة باستثناء عنصر التوتياء الذي ارتفع تركيزه بشكل ملحوظ عند النوع *radiata pinctada* في مواقع الدراسة في شاطئ بانياس ووصل(875µg/g.w.w)، بينما لم يتجاوز في شواطئ الدول المتوسطية المختارة للمقارنة (228.5 µg/g.w.w) ، كما أن تراكيز العناصر المدروسة متقاربة إلى مرتفعة عما هي عليه في شاطئ اللاذقية.

المراجع:

1. BELDI, H.GIMBERT, F.MAAS, S.SCHEIFLER, R.SOLTANI, N. "*Seasonal variations Of Cd, Cu, Pb and Zn in the edible mollusc Donax trunculus (Mollusca, Bivalvia) From the gulf of Annaba*" Algeria African. Journal of Agricultural Research. Vol. 1 (4), 2006.085-090.
2. DAVIS, N; BELL, D; GOLD, J. "*Field Sampling Manual for the Regional Monitoring Program for Trace Substances*" SanFrancisco Estuary Institute, Oakland, CA. 2001.60.
3. De LEON, A; R, MAS. "*monitoring of heavy metals in super ficial Sediment and marine organisms Form the western Mediterranean coasi*". VI[es], journées étude pollution LucCrne, C.I.E.S.M. 1984.321-326.
4. DI GERONIMO, I. "*Relation entre Bioco enoses et pollution dans la Baie D'AUGUSTA (SICILE ORIENTAIE)*". UNEP. Athens No. 40. 1990.
5. DITTRITCH.K,MANDRY.R,WENNRICH.R. "Fortschritte in der Atomspektro-metrischen Spurenanalytik,Band 2 .VCH Verlagsgesellschaft mbH .Weinheim.Germany. 1986.
6. ISLAM MD, TANAKA M. " *Impact of pollution on coastal and marine Ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for Management: a review andsynthesis* ". Mar. Pollut. Bull. 48 , 2004, 624-649.
7. FISHELSON, L; BRESLER, V; MANELISA, R; ZUK-RIMON, Z., DOTAN, A; HORNUNG H; YAWETZ, A. "*Toxicological aspects associated with the ecology of Donax trunculus (Bivalvia, Mollusca) in a polluted environment*". Sci. Total Environ. 226: 1999.121-131.
8. GAILLARD, J.M. " *Mediterrian et Mer - Zone de pêche 37. Vol. 1. Fiches FAO D'Identification des espèces pour les besoins de la pêche*". FAO & ECCE, Rome. 1978.
9. HANSON.N.W. "*Official standardized and recommended methods of analysis 2[nd], the Society for analysis chemistry*, London. 1973.

10. PARENZAN,P. " *carta d'identita delle conehigilie del mediterraneo*", vol .(II. Bivalvi Prima part). Ed.Bios. taranto1974, 50.
11. PARENZAN,P. " *carta d'identita delle conehigilie del mediterraneo*". VOL .(II. Bivalvi P second), Parte. 1976 ,1-225.
12. PIETRO, P. " *Carta d'identita delle corchigile del Mediterraneo*" . Vol. II .Bivalvi prima Parte . Ed . Bios – Taranto. 1974.
13. RIEDL , R . "F*auna and Flora des Mittelmeeres"* . verlag paul parey Hamburg Berlin . 1983.1-832
14. UNEP (OCA) MED/G. "A *regional site specific temporal Trend Monitoring Programme* ".1997,. 9.
15. UNEP" *Manual for the geochemical analysis of marine sediments and suspends Particulate matter* ". Reference Methods for Marine Pollution Studies, No.63. 1995.
16. UNEP. " *Sampling of selected marine organisms for sample preparation for Trace Metal analysis* "Reference Methods for Marine Pollution Studies, UNEP/FAO/IOC/IAEA. N.7,Rev.2. 1984.15.
17. USERO J, MORILLO J, GRACIA I. " *Heavy metal concentrations in Mollusks from the Atlantic coast of southern Spain*". Chemosphere 59. 2005,1175-1181.
18. WATZIN, M.C; ROSCIGNO, P.R. " *The effects of zinc contamination on the Recruitment and early survival of benthic invertebrates in an estuary* "Marine Pollution Bulletin. Vol. 34, No.6, 1997.443-455.
19. WYSE, E.J; S.AZEMARD and S.J.de MORA, " *Report on the world-wide Intercomparison exercise for the determination of trace elements and methyl mercury in fish homogenate* IAEA-407 .IAEA/AL/144,IAEA/MEL/72,IAEA, 2003.94.
20. النعمة، محمد. عثمان، إبراهيم. العسافين ، عيسى .1997. " *دراسة القاعيات الحيوانية في منطقة أم الطيور (تصنيفها، بيئتها، نشاطها الإشعاعي)*". هـ.ط.ذ.س _ ب/ ت ن ب ع 148 أيلول.
21. المصري، محمد سعيد. ماميش، سامر. الشمالي، كمال. بدير، يوسف.1999. "*تعيين عناصر الأثر (*Cu ،Zn ،Cd ،Pb*) في الجزء المأكول من الأسماك البحرية والنهرية السورية*، هـ ط ذ س– و/ت د ع 292.
22. المصري، محمد سعيد. إبراهيم، سحاب.2001."*تعيين عناصر الأثر في بعض المواد الغذائية السورية في مدينة دمشق وضواحيها وتحديد معدلات اندخالها*"،هـ ط ذ س– و/ت د ع 383.
23. المصري، محمد سعيد . عمار، ازدهار. ماميش، سامر. عبد الحليم، محمد.2006. "*دراسة الرخويات المنتشرة على طول الشاطئ السوري كيمائياً وإشعاعياً* " هـ ط ذ س– و/ت د ع 702.
24. صقر، فائز .محمد، عصام.صالح،محمد.1999."*دراسة المحتوى الإجمالي لنزر العناصر المعدنية الثقيلة* (*Zn*، *Cu*، *Cr* ، *Pb*، *Cd*) *عند النوعين Pinctada radiata، Brachidonta variabilis وعلاقته بالوزن باستخدام مطيافية الامتصاص الذري*.مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الأساسية، المجلد(21) العدد(8)، 153– 170.
25. صقر، فائز .محمد، عصام.صالح،محمد.1998. "*تحديد نزر العناصر المعدنية الثقيلة (*Cd,Pb,Cr,Cu,Zn*) في النسج اللحمية لبعض أنواع ثنائيات المصراع في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية باستخدام مطيافية الامتصاص الذري*.أسبوع العلم الثامن والثلاثون – جامعة البعث– دراسات وبحوث العلوم الأساسية، الجزء الثاني،ص:303–312.