مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (5) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (5) 2012

"إنشاء شبكة إقليمية لرصد تراكيز نزر العناصر المعدنية من خلال مجمعات حيوية في الشاطئ الشرقي للبحر الأبيض المتوسط"

الدكتور سيف الدين نور الدين*
الدكتور محمد بكر**
الدكتور ازدهار عمار***
الدكتور احمد قره علي***
الدكتور غياث عباس****
أسامة عبدو*****
عزت عربية*****

(تاريخ الإيداع 20 / 9 / 2011. قبل للنشر في 31 / 7 / 2012)

□ ملخّص □

حُددت في هذا البحث تراكيز العناصر المعدنية (Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Cr & Hg) باستخدام مجمعات حيوية (كائنات رصد) لأفراد من النوعين Brachidontes variabilis & Mytilus galloprovincialis في ثلاث مناطق ساحلية سورية (الحميدية، اللاذقية ورأس البسيط) من قبل فريقي بحث سوري وفرنسي ضمن مشروع البحث Mytimed. وجرت عملية تحديد العناصر النزرة باستخدام مطيافية الأمتصاص الذري AAS. كانت النتيجة الأولى والأكثر وضوحاً هي الموت الكامل لأفراد النوع الرخوي Mytilus galloprovancialis في كل الأقفاص المزروعة في المياه السورية، أما بالنسبة لتغيرات تراكيز العناصر المعدنية المدروسة في النوع Brachidontes variabilis فكانت وفق نتائج فريق البحث السوري كما يلي:

Zn : 165.18–542.76 µg/g, Cu : 29.33–65 µg/g, Cd : 1.4–2.49 µg/g, Ni : 3–5.5µg/g .

Pb : 11–14 µg/g, Cr : 4.55–9 µg/g, Hg : 0.14–0.2 µg/g

وقد أظهرت دراسة النسبة المئوية للتراكم المقدرة الكبيرة لدى هذا النوع من الرخويات على تجميع العناصر (Ni, Cd, Cr) مقارنة مع بقية العناصر. كما بينت الدراسة الإحصائية وجود علاقة ارتباط قوية بين عنصر النحاس وبقية العناصر الأخرى ضمن المواقع الثلاث المدروسة.

الكلمات المفتاحية: نزر العناصر المعدنية، المراقبة الحيوية، الشاطئ السوري.

* أستاذ– كلية العلوم– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
** أستاذ– كلية العلوم– جامعة دمشق – دمشق – سورية .
*** مدرس– المعهد العالي للبحوث البحرية– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
**** أستاذ مساعد– المعهد العالي للبحوث البحرية– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
***** قائم بالأعمال– المعهد العالي للبحوث البحرية– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (5) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (5) 2012

The Establishment of a regionalnetwork for tracing metals observation By biotical assembly in the eastern coast of theMediterranean

Dr. Seif Eddin NOUREDDIN[*]
Dr. Mohammad BAKER[**]
Dr. Izdehar AMMAR[***]
Dr. Ahmed KERH ALI[***]
Dr. Ghiath ABBASSE[****]
Osama ABDO[*****]
Ezat ARABYIA[*****]

(Received 20 / 9 / 2011. Accepted 31 / 7 /2012)

□ ABSTRACT □

In this study the concentrations of some trace metals (Hg, Cr, Mn, Zn, Cu, Pb & Cd) were determined in three region on the Syrian coast (Hamidiyeh, Lattaquié, Ras el Bassit)using Brachidontes variabilis & Mytilus galloprovincialis by Syrian & Frenchresearch teams (Mytimed). The determination of trace metals was achieved by AAS. The most clear result was the death of Mytilus galloprovancialis in the Syrian location. With regard to theconcentration of trace metals obtained by Syrian research team were as following: Zn : 165.18-542.76 µg/g, Cu : 29.33-65 µg/g, Cd : 1.4-2.49 µg/g, Ni : 3-5.5µg/g،Pb : 11-14 µg/g, Cr : 4.55-9 µg/g,Hg : 0.14-0.2 µg/g.It was also clearthatthe Brachidontes variabilis had an ability to accumulate the following heavy metals (Cr,Cd,Ni) in contrast with other metals. In addition to that, there was a good relationship between Cu and the other metals in the studied regions.

Keywords: Trace metals, Biotical assembly, Syrian coast.

[*]**Professor, the Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Professor, the Faculty of Sciences, Damascus University, Damascus, Syria.**
[***]**Assistant Professor, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[****]**Associate Professor, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[*****]**Academic Assistant, High Institute of Marine Research, Tishreen University , Lattakia, Syria.**

مقدمة :

تصنّف العناصر المعدنية الثقيلة، وفقاً لخواصها التراكمية في البيئة ولآثارها السامة ضمن مجموعة العناصر السامة الثابتة PTS (Persistent Toxic Substances)، التي تعتبر من أهم الملوثات اللاعضوية في البيئة البحرية بسبب تأثيراتها السمية المباشرة على الإنسان وتراكمها الحيوي في الكائنات الحية [1-3].

ونتيجة للاهتمام العالمي المتزايد في الآونة الأخيرة بمشاكل التلوث بالعناصر المعدنية فقد تركزت الدراسات البيئية الحديثة حول أهمية المراقبة المستمرة لتراكيز هذه الملوثات الخطيرة في مختلف أقسام البيئة من أجل الوقوف عند آثارها التلوثية وإيجاد الحلول المناسبة لها مما يساهم في الحفاظ على الكائنات الحية والوصول إلى بيئة نظيفة خالية من التلوث [4-6].

من خلال معرفتنا بأن معظم مشاكل التلوث في البحر المتوسط توجد في المناطق الشاطئية، وهي بالتالي تخرب بشكل أساسي أنظمتها البيئية، فكان الهدف الأساسي لمشروع البحث Mytimed هو تقدير مستوى الملوثات الكيميائية على طول الشواطئ المتوسطية من خلال استخدام مجمعات حيوية (كائنات رصد) قادرة على تركيز الملوثات الكيميائية في نسجها من خلال معامل نسبي يرتبط بقدرتها الحيوية [7-14]. إن بدء تنفيذ هذا المشروع خلال عام 2007، سمح بتعاون علمي متوسطي واسع حيث جمع عدة مراكز بحثية متخصصة بعلوم البحار. شارك المعهد العالي للبحوث البحرية (جامعة تشرين، اللاذقية، سورية) في هذا المشروع مستفيداً من دعم مالي مقدم من PNUE/PAM ومن دعم تقني مقدم من معهد الـ IFREMER (فرنسا).

تم في هذا البحث استخدام نوعين من الرخويات في عملية المراقبة الحيوية هما:

النوع الأول: *Mytilus galloprovincialis*

النوع الثاني: *Brachidontes variabilis*

من خلال الخصائص المناسبة للرخوي *Mytilus galloprovincialis* الذي يستجيب لعدّة متطلبات، فقد اعتُمِدَ هذا النوع في البروتوكول التجريبي للـ IFREMER في المراقبة الحيوية وتمّ إحضاره من محطة زراعة بحرية في اليونان لغياب هذا النوع في المياه السورية واللبنانية، وقد اعتمد هذا النوع في العديد من الدراسات العالمية لرصد ومراقبة تراكيز نزر العناصر المعدنية في شواطئ البحر الأبيض المتوسط وغيرها [15-18].

أما النوع الثاني فهو من الأنواع المستوطنة وينتشر بغزارة مرتفعة على المستندات القاسية لشواطئ شرقي المتوسط، وقد شكل هدفاً للعديد من الدراسات المتعلقة بتراكم المعادن الثقيلة [19-22].

أهمية وأهدافه البحث:

تأتي أهمية البحث في كونه متابعة لبرامج الرصد الوطنية والإقليمية في مراقبة تلوث الشواطئ المتوسطية بالعناصر الثقيلة، إضافةً إلى استخدام نوع جديد من الرخويات *Mytilus galloprovincialis* غير موجودة في الشواطئ السورية واللبنانية.

تتلخص أهداف البحث في النقاط الرئيسة الآتية:

1. متابعة التغيرات المكانية والزمانية لمستويات العناصر المعدنية على طول الشواطئ المتوسطية من خلال استخدام مجمعات حيوية (كائنات رصد).

2. معرفة مدى قدرة هذه المجمعات على تركيز العناصر المعدنية في نسجها وتأقلمها مع الظروف البيئية المحلية.

شكل (1): مواقع المحطات البحرية الخاصة بالأقفاص الموضوعة في المياه الشاطئية السورية على خارطة "Google Earth" .

طرائق البحث ومواده:

1- مناطق الدراسة:

تم اختيار ثلاث محطات موزّعة على طول الشاطئ السوري (شكل 1) من أجل تنفيذ عملية المراقبة الحيوية باستخدام تقنية أقفاص الرخويات. وتمثل هذه المحطات ثلاث مناطق مختلفة من الشاطئ السوري (تبعد عن الشاطئ حوالي 500m): تقع المحطة الأولى في منطقة الحميدية بالقرب من الحدود اللبنانية (35.51.604E, 34.44.379N)، أما المحطة الثانية فتقع في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية بالقرب من المعهد العالي للبحوث البحرية ممثلة منطقة وسطى من الشاطئ السوري (35.43.829 E, 35.35.661N)، في حين تقع المحطة الثالثة في منطقة رأس البسيط شمال الشاطئ السوري (35.49.519E, 35.51.66N) وقريباً من الحدود التركية.

2- الأجهزة والمواد المستخدمة في البحث:

2-1-الأجهزة المستخدمة:

- جهاز امتصاص ذري (Varian 220).
- جهاز تجفيد
- أدوات مخبريه مختلفة

2-2- المواد الكيميائية المستخدمة:

-حمض الآزوت المركز عالي النقاوة

-حمض كلور الماء المركز عالي النقاوة

-ماء ثنائي التقطير

-محاليل قياسية مختلفة للعناصر المدروسة (Merck 1000 mg\l).

-كلور القصدير

3- الأعمال البحرية

- اختيار مواقع المحطات البحرية وتحديدها

وضعت الأقفاص في المحطات البحرية بتاريخ 2007/5/21؛. بمعدل أربعة أقفاص في كل محطة في نقاط متباعدة عن بعضها وعلى عمق يتراوح بين 20-30 متراً غاطسة في المياه البحرية.

وجرى توزيع النوعين Brachidontes variabilis و Mytilus galloprovancialis على الأقفاص الأربعة المستخدمة، بالتعاون مع فريق عمل معهد الـ Ifremer، وفقاً للبروتوكول المتّبع لديه وبوساطة سفينة البحوث البحرية الفرنسية "l'Europe".

- استرداد الأقفاص البحرية

جرت عملية الاسترداد يومي 10 و 11/ أيلول/ 2007، بوساطة الغطس وباستخدام جهاز GPS تفاضلي، فقد استُردَت الأقفاص التي وضعت بتاريخ 2007/5/21 بنسبة استرداد بلغت 100%.

أما بالنسبة للعينات الشاهدة من الـ Brachidontes variabilis فقد جمعت من محطة زراعة بحرية على الشاطئ اللبناني بعيدة عن مصادر التلوث وتمّ اختيارها بقياسات متقاربة وظروف بيئية واحدة، وحُدّدت تراكيز العناصر المعدنية فيها من قبل الفريق الفرنسي.

4- الأعمال المخبرية:

كانت تنقل العينات بعد كل يوم عمل بحري إلى المخبر من أجل معالجتها بخلط عينات النوع الواحد لكل محطة مع بعضها واعتبارها كوحدة متكاملة ممثلة للمحطة المدروسة، وحسبت نسبة النفوق مباشرةً عند فتح الأقفاص المستردة.

نزعت الكائنات من قواقعها ونشف القسم اللحمي على قمع بوخنر من البورسلين، وعند الانتهاء من هذه العملية، عبئت أربع عبوات، عبوتان لفريق الـ Ifremer وعبوتان لفريق المعهد العالي للبحوث البحرية لإجراء التحاليل الكيميائية حول تراكم الملوثات المدروسة في العينات ومقارنة النتائج مع بعضها.

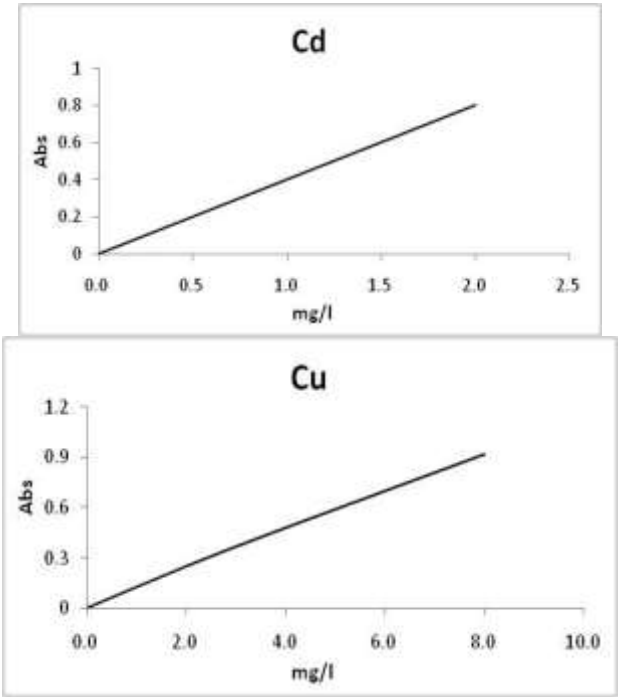
قيس الوزن الرطب لكل عينة وجففت على البارد لمدّة 12 ساعة تقريباً، واستخلصت العناصر المعدنية المدروسة باستخدام حمض الآزوت عالي النقاوة عند الدرجة 90°م ولمدّة ثلاث ساعات [21]. بعد ذلك حلل المحلول الناتج باستخدام تقنية الامتصاص الذري (تقنية البخار البارد بالنسبة للزئبق وتقنية اللهب بالنسبة لباقي العناصر)، وحددت تراكيز العناصر التالية: Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Cr, Hg. وقام الفريق الفرنسي بإجراء تحليل مماثل لما قام به الفريق السوري باستثناء عنصر الفاناديوم الذي حدّده الفريق الفرنسي فقط. ويوضح الجدولان (1) و (2) الشروط الآلية المستخدمة لتحديد العناصر المدروسة.

الجدول (1) الشروط الآلية المستخدمة في التذرية باللهب

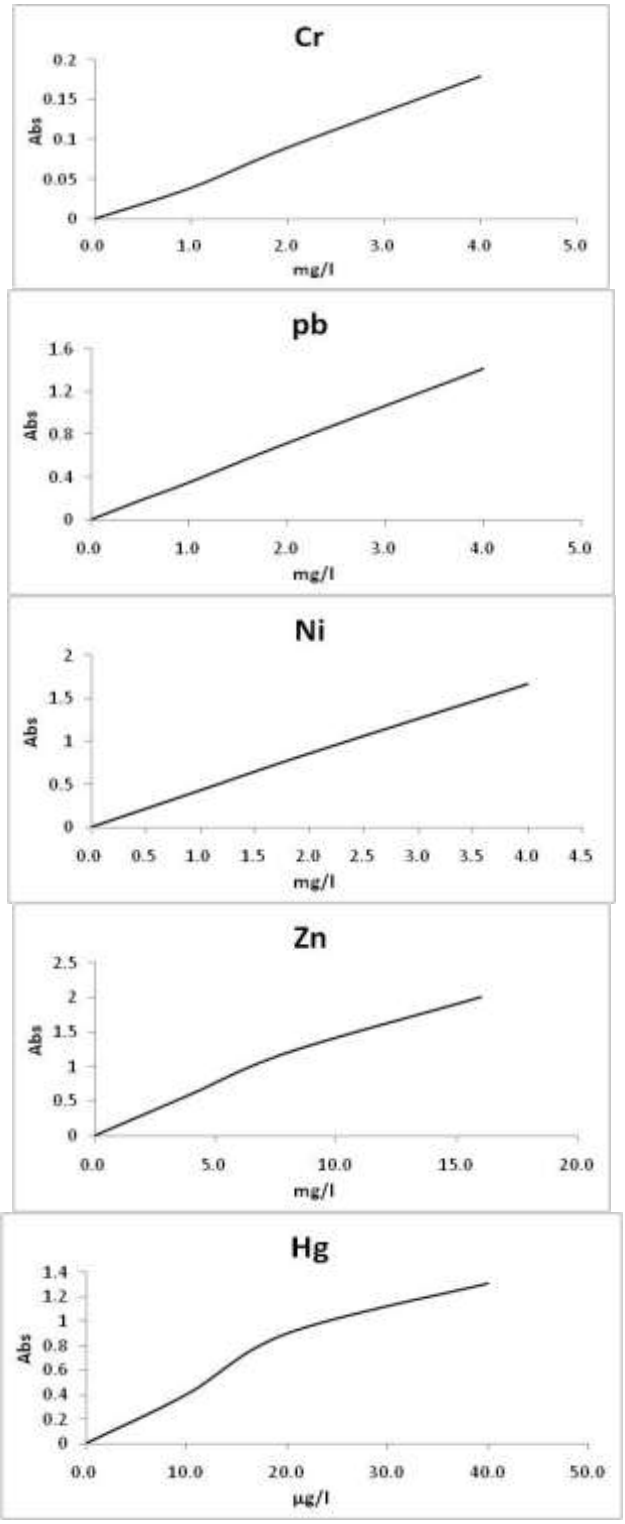
العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة (nm)	شدة تيار المصباح(mA)	فتحة الشق (nm)	نوع اللهب	نسبة تدفق هواء/أستيلين L/m
Cr	HCL	357.9	7	0.2	هواء– أستيلين	3.5/1.5
Zn	HCL	213.9	5	0.2	هواء– أستيلين	3.5/1.5
Pb	HCL	217	10	0.2	هواء– أستيلين	3.5/1.5
Mn	HCL	279.5	5	0.2	هواء– أستيلين	3.5/1.5
Cu	HCL	324.8	4	0.5	هواء– أستيلين	3.5/1.5
Cd	HCL	228.8	4	0.5	هواء– أستيلين	3.5/1.5

الجدول (2) الشروط الآلية المستخدمة لتحديد عنصر الزئبق بتقنية البخار البارد

نوع المصباح	طول الموجة	شدة تيار المصباح (mA)	فتحة الشق (nm)	نوع الغاز الحامل
HCL	253.7	4	0.5	Argon



الشكل (2) المنحنيات العيارية المستخدمة لتحديد نزر العناصر المعدنية.



تابع الشكل (2) المنحنيات العيارية المستخدمة لتحديد نزر العناصر المعدنية.

النتائج والمناقشة:

1- تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في المواقع السورية وفق نتائج فريقي البحث السوري والفرنسي:

سوف نعرض في هذا الجزء تراكيز العناصر النزرة المدروسة التي حصل عليها كل من فريقي البحث السوري (HIMR) والفرنسي (IFREMER) في الأفراد ذات النوع *Brachidontes variabilis* وذلك في العينات المختلفة المأخوذة من المواقع السورية الثلاثة المدروسة (الحميدية، اللاذقية ورأس البسيط)، الجدول (3).

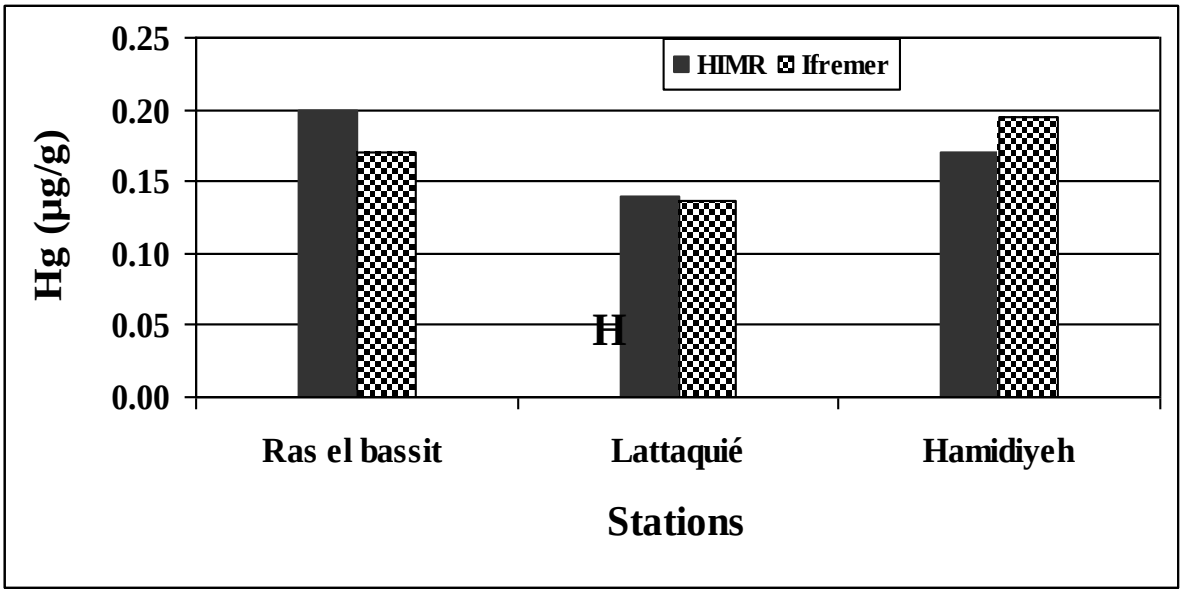
كانت النتيجة الأولى والأكثر وضوحاً لمشروع البحث Mytimed هي الموت الكامل لأفراد النوع الرخوي*Mytilus galloprovancialis* في كل الأقفاص المزروعة في المياه السورية (لذلك تم استبعادها من عمليات التحليل)، وهذا ما يؤكد صواب الاحتياط المسبق باستخدام النوع المحلي *Brachidontes variabilis* إلى جانب النوع *Mytilus galloprovancialis*. على أية حال، لم يشر أي مرجع إلى وجود النوع الأخير في الشواطئ الشرقية للبحر المتوسط.

الجدول (3): تراكيز العناصر المعدنية (ميكروغرام/ غرام) التي حصل عليها فريقا البحث السوري والفرنسي في العينات السورية.

	اسم الموقع	Cr ($\mu g/g_{P.S.}$)	Ni ($\mu g/g_{P.S.}$)	Cu ($\mu g/g_{P.S.}$)	Zn ($\mu g/g_{P.S.}$)	Cd ($\mu g/g_{P.S.}$)	Pb ($\mu g/g_{P.S.}$)	Hg ($\mu g/g_{P.S.}$)
نتائج فريق الـ l'IFREMER	الشاهد	1.49	2.96	58.83	200.14	0.87	0.59	0.14
	الحميدية	2.51	3.88	75.14	262.39	1.70	0.63	0.20
	اللاذقية	1.90	3.02	55.75	210.03	1.07	0.43	0.14
	رأس البسيط	2.89	5.63	77.76	245.42	1.55	0.73	0.17
نتائج المعهد العالي للبحوث البحرية	الحميدية	8.95	5.59	64.80	542.76	1.94	11.25	0.17
	اللاذقية	5.23	3.11	29.38	242.94	1.40	13.56	0.14
	رأس البسيط	6.25	4.46	56.55	156.18	2.47	11.01	0.2

- تركيز الزئبق:

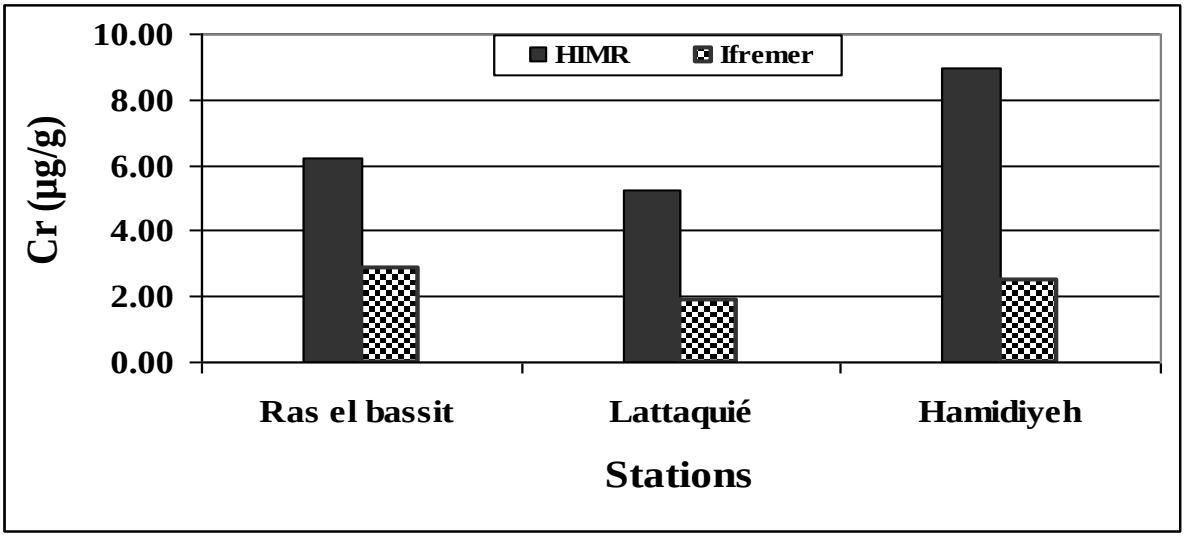
تراوح تركيز هذا العنصر في أنواع *Brachidontes variabilis* بين 0.14 – 0.2 µg/g، وذلك حسب نتائج فريقي البحث السوري والفرنسي الجدول (3). وبلغت القيمة العظمى في موقعي رأس البسيط والحميدية للفريقين السوري والفرنسي على التوالي، بينما سُجلت القيمة الدنيا في موقع اللاذقية لكلا الفريقين وكانت مساوية لتركيز العينة الشاهد. ويلاحظ من الشكل (3) وجود تقارب في قيم تراكيز هذا العنصر بحسب نتائج فريقي البحث السوري (HIMR) والفرنسي (IFREMER).



الشكل (3) تغيرات تركيز عنصر الزئبق في المواقع الثلاث المدروسة

- تركيز الكروم:

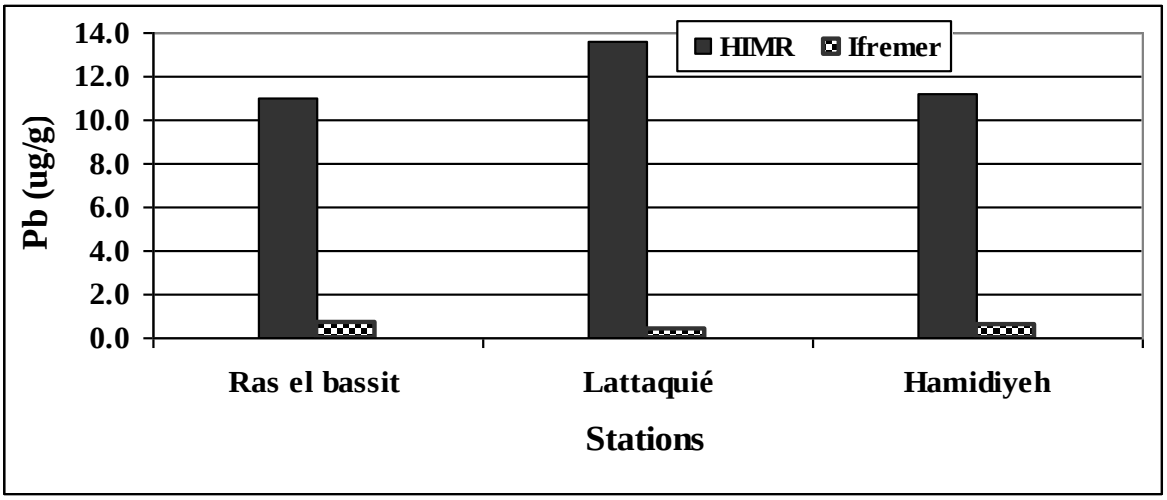
تراوح تركيز هذا العنصر بين 5.23–8.95 µg/g بالنسبة لنتائج الفريق السوري، وبين 1.9–2.89 µg/g بالنسبة للفريق الفرنسي الجدول (3)، مع تركيز أصغري عند موقع اللاذقية لكلا الفريقين، بينما كان التركيز الأعظمي عند موقعي الحميدية ورأس البسيط للفريقين السوري والفرنسي على التوالي (الشكل 4).



الشكل (4) تغيرات تركيز عنصر الكروم في المواقع الثلاث المدروسة

- تركيز الرصاص:

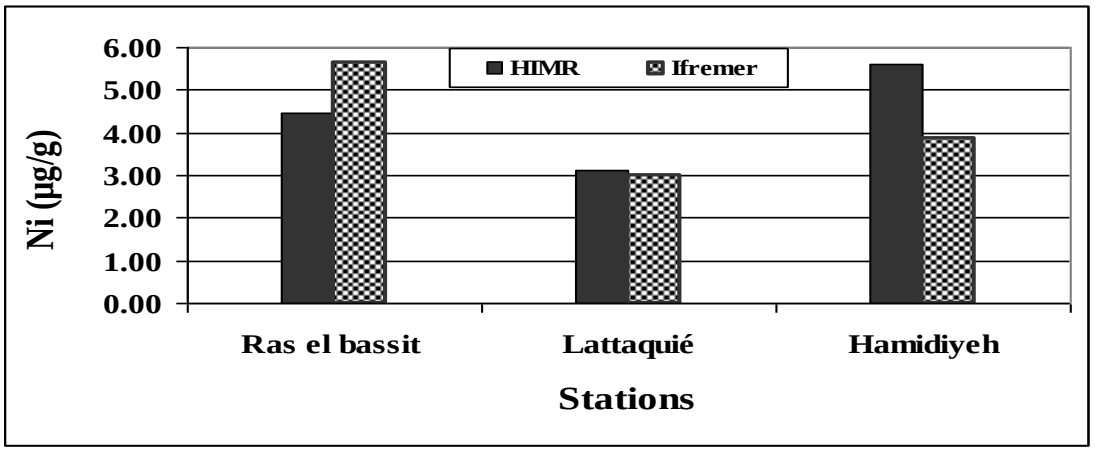
تراوح تركيز هذا العنصر بالنسبة لنتائج الفريق السوري بين 11.01–13.56 µg/g مع قيمة عظمى في موقع اللاذقية، بينما تراوح المجال وفقاً لنتائج الفريق الفرنسي بين 0.43–0.73 µg/g مع قيمة عظمى في موقع رأس البسيط (الشكل 5). ويلاحظ من الشكل تقارب تراكيز هذا العنصر عند موقعي الحميدية ورأس البسيط بالنسبة لفريقي البحث.



الشكل (5) تغيرات تركيز عنصر الرصاص في المواقع الثلاث المدروسة

- تركيز النيكل:

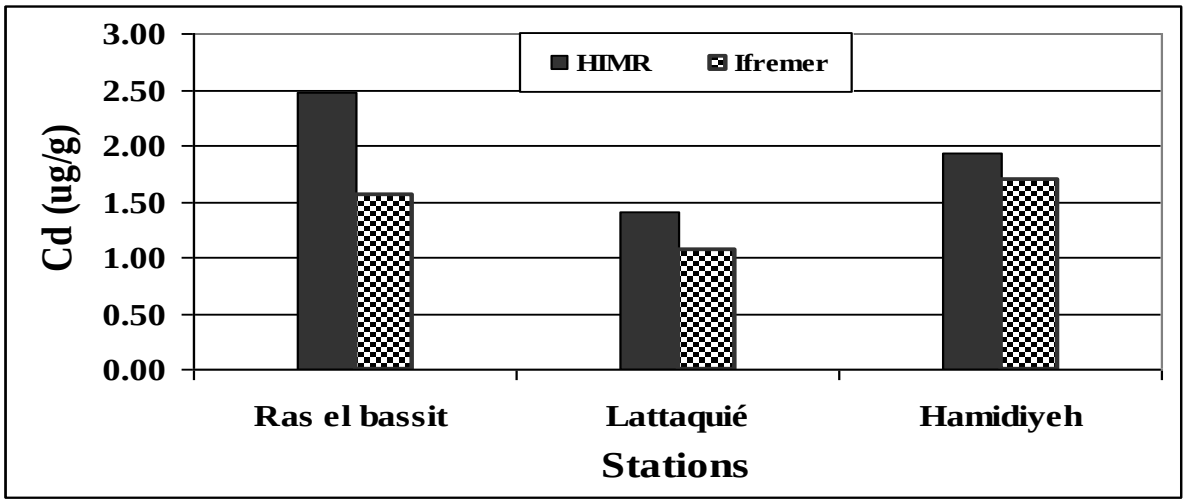
يلاحظ من الجدول (3) تقارب مجالي تراكيز هذا العنصر عند فريقي البحث، فقد تراوح تركيز هذا العنصر ضمن المجال 3.11–5.59 µg/g وضمن المجال 3.02–5.63 µg/g بالنسبة لفريقي البحث السوري والفرنسي على التوالي. ويمكن التحقق من خلال الشكل (6) الاختلاف الواضح بين منطقة اللاذقية من جهة (إذ كانت نتائج التحليل للفريقين متطابقة تقريباً) والموقعين الأخريين من جهة أخرى إذ لوحظ اختلاف في نتائج الفريقين. فبحسب نتائج الفريق البحثي الفرنسي كان التركيز الأعظمي في منطقة رأس البسيط بينما كان التركيز أعظمياً في منطقة الحميدية بالنسبة لفريق البحث السوري.



الشكل (6) تغيرات تركيز عنصر النيكل في المواقع الثلاث المدروسة

- تركيز الكادميوم:

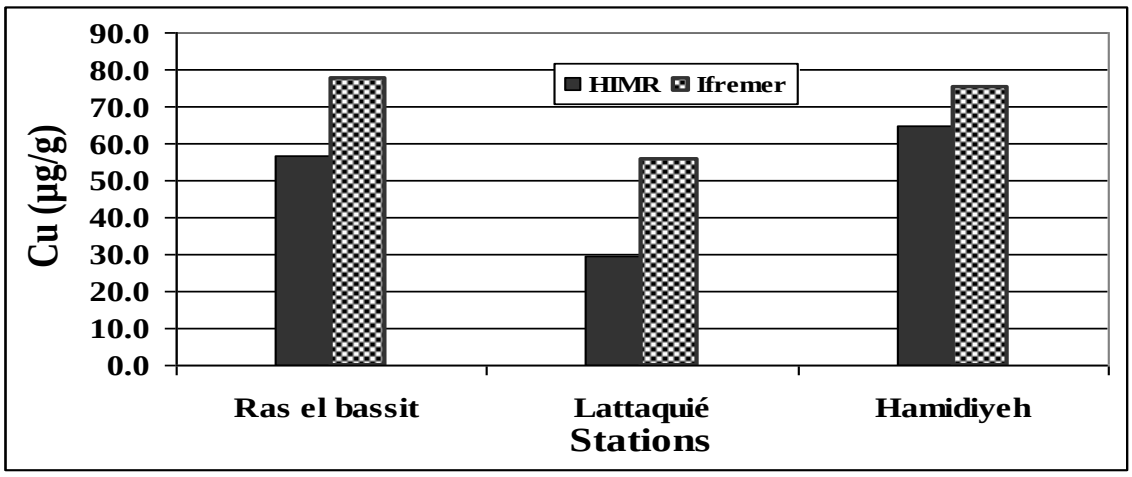
تراوحت تراكيز هذا العنصر بين 1.4-2.47 µg/g بالنسبة للفريق السوري، بينما كان المجال 1.07-1.7 µg/g وفقاً لنتائج الفريق البحثي الفرنسي، وسجلت القيمة الصغرى لتركيز هذا العنصر في موقع اللاذقية بالنسبة لفريقي البحث (الشكل 7)، في حين كانت القيمى العظمى عند موقعي رأس البسيط والحميدية بالنسبة لفريقي البحث السوري والفرنسي على التوالي.



الشكل (7) تغيرات تركيز عنصر الكادميوم في المواقع الثلاث المدروسة

4-6- تركيز النحاس:

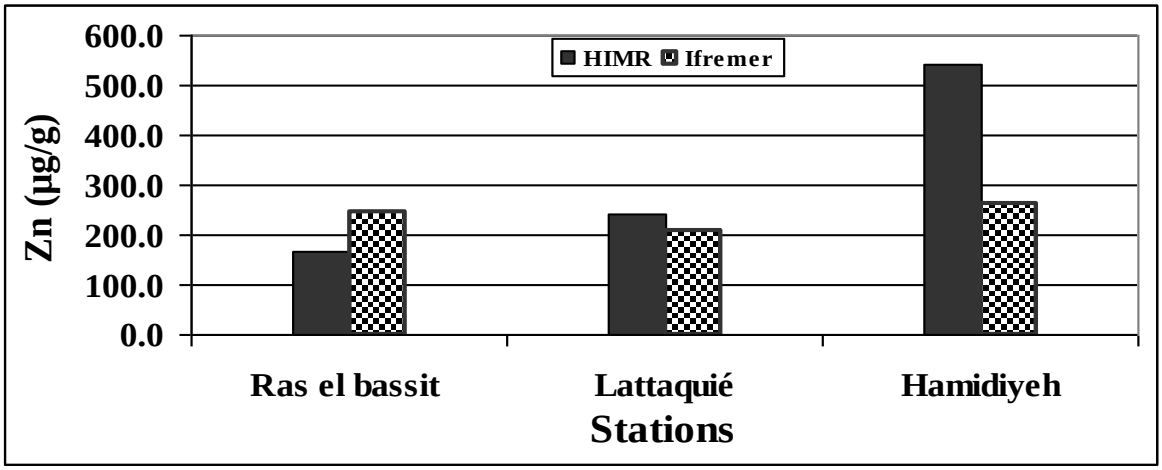
لقد كان تركيز هذا العنصر المعطى من قبل الفريق البحثي الفرنسي أعلى بكثير من القيم التي حصل عليها الفريق السوري وهذا معاكس لما كان عليه الحال بالنسبة لبقية العناصر الأخرى، حيث تراوحت تراكيز هذا العنصر ضمن المجال 29.38-64.8 µg/g بالنسبة للفريق السوري، بينما كان المجال 55.75-77.76 µg/g بالنسبة للفريق الفرنسي الجدول (3)، وسجلت القيمة الدنيا عند موقع اللاذقية لكلا الفريقين، الشكل (8).



الشكل (8) تغيرات تركيز عنصر الرصاص في المواقع الثلاث المدروسة

- تركيز الزنك:

لقد أظهرت نتائج تحاليل الفريق السوري انخفاضاً في تركيز هذا العنصر من جنوب إلى شمال الساحل السوري الشكل(9) سُجلت القيمة الأعظمية لتركيزه في منطقة الحميدية (542.76 µg/g) والقيمة الدنيا في منطقة رأس البسيط (156.18µg/g). بينما كان الاختلاف قليلاً بين المناطق الثلاث بحسب نتائج الفريق الفرنسي (210.03-262.39 µg/g)، إذ سُجلت القيمة الدنيا في منطقة اللاذقية والعظمى في منطقة الحميدية أيضاً.



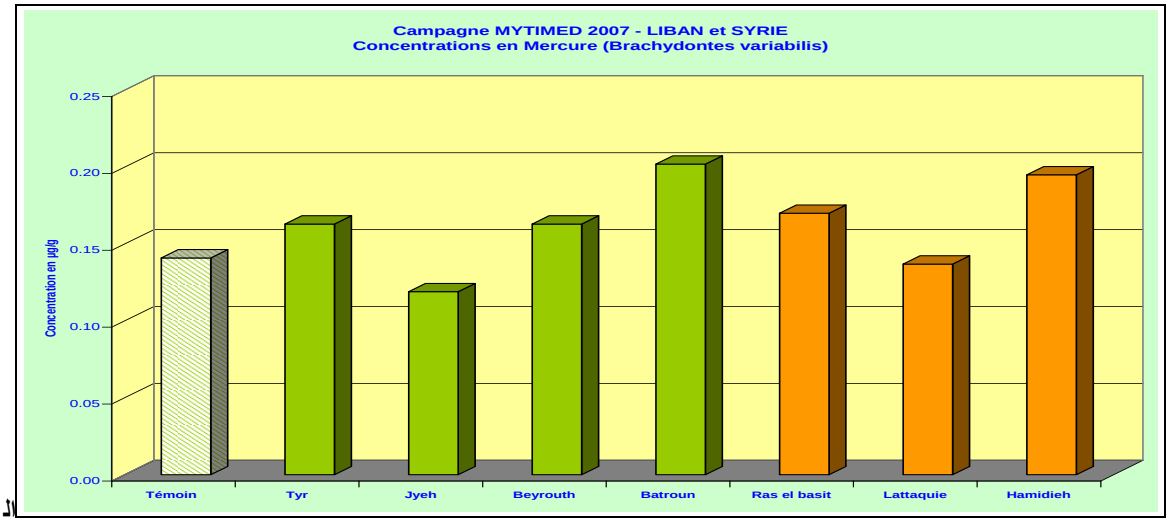
الشكل (9) تغيرات تركيز عنصر الزنك في المواقع الثلاث المدروسة

2- تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في المواقع السورية واللبنانية التي حصل عليها فريق البحث الفرنسي:

سنجري في هذه الفقرة مقارنة بين المواقع السورية واللبنانية من حيث تراكيز نزر العناصر المعدنية في الأفراد ذات النوع *Brachidontes variabilis*، وذلك وفقاً للنتائج التي حصل عليها فريق البحث الفرنسي ، لأنه تمت عملية تحديد العناصر المعدنية الثقيلة في المواقع اللبنانية من قبل هذا الفريق فقط.

- تركيز الزئبق:

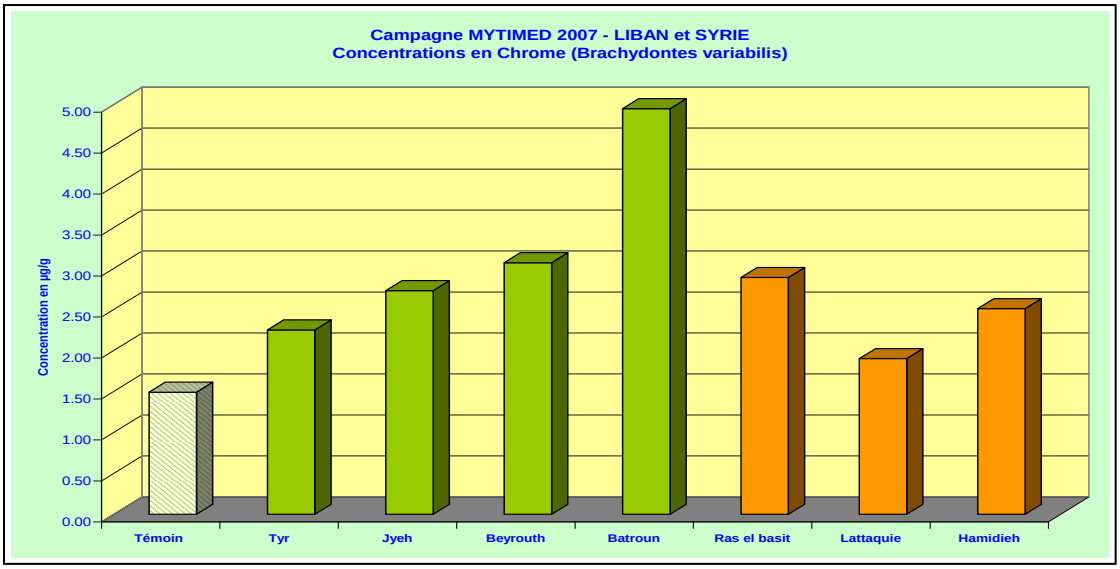
يبين الشكل (11) وجود تقارب في تراكيز عنصر الزئبق بين المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي، يلاحظ هذا التقارب بين موقعي الحميدية والبترون، وأيضاً بين موقعي رأس البسيط وبيروت، مع تسجيل قيمة عظمى في موقع البترون.



شكل (11) تغير تركيز الزئبق في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

-تركيز الكروم:

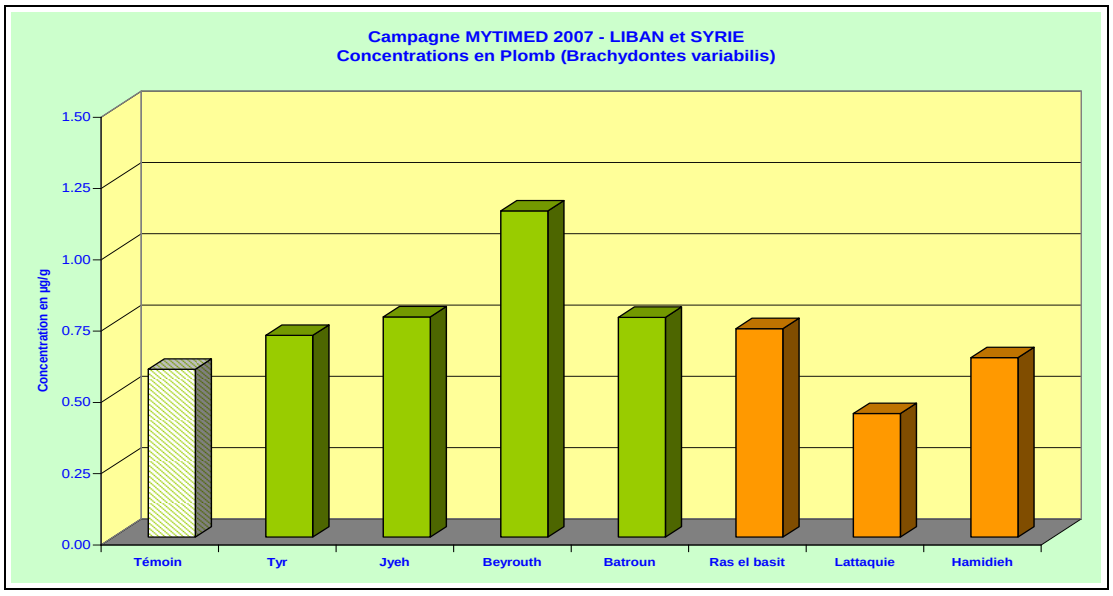
سجلت تراكيز هذا العنصر قيماً أعلى في المواقع اللبنانية مقارنة مع المواقع السورية، بلغت القيمة العظمى في منطقة البترون 4.95µg/g، وكان تركيز الكروم في العينة الشاهد (Témoin) أخفض من باقي المواقع، كما يلاحظ وجود تقارب في تراكيز هذا العنصر بين موقعي رأس البسيط والجيّة اللبناني. الشكل (12).



الشكل (12) تغير تركيز الكروم في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

-تركيز الرصاص:

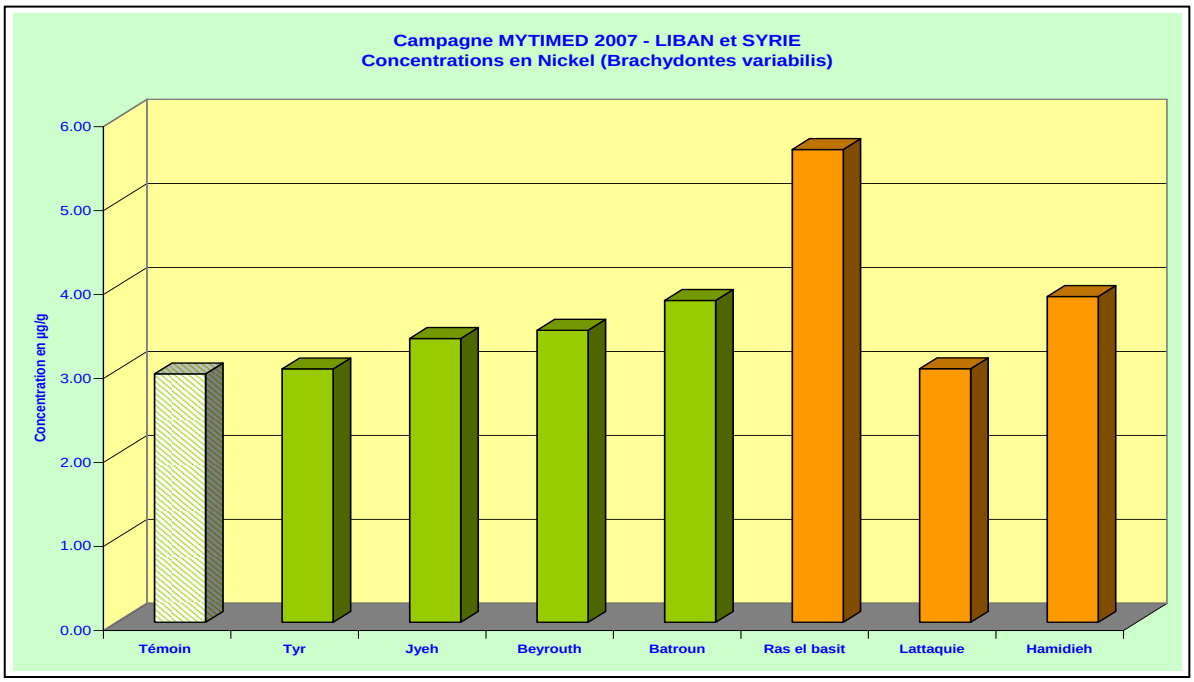
سجلت تراكيز هذا العنصر قيماً متقاربة بين المواقع السورية واللبنانية، الشكل (13)، باستثناء منطقة بيروت التي بلغت عندها قيمة عظمى (1.14 µg/g)، بينما سُجلت القيمة الدنيا في موقع اللاذقية (0.43 µg/g) وهي أقل من تركيز العينة الشاهد.



الشكل (13) تغير تركيز الرصاص في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

-تركيز النيكل:

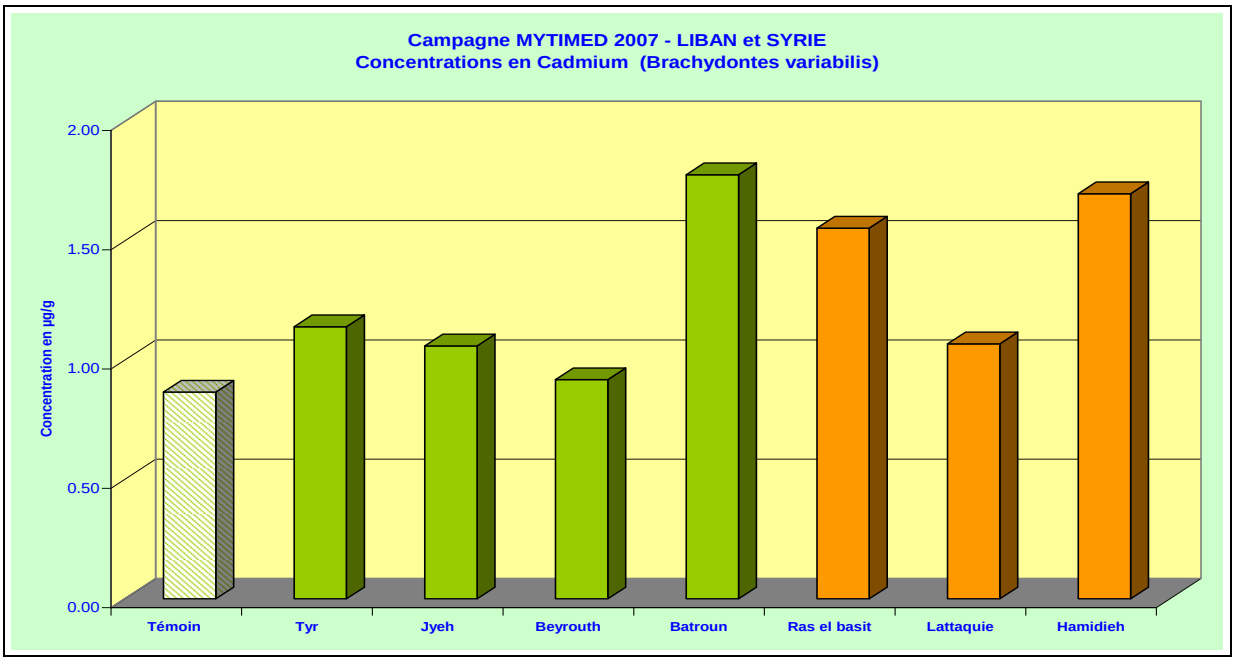
سجلت تراكيز هذا العنصر قيمة عظمى في منطقة رأس البسيط (5.63 µg/g) بينما كانت القيم متقاربة نسبياً في باقي المواقع السورية واللبنانية، الشكل (14)، مع ملاحظة وجود تقارب في التراكيز بين موقع اللاذقية والعينة الشاهد.



الشكل (14) تغير تركيز النيكل في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

-تركيز الكادميوم:

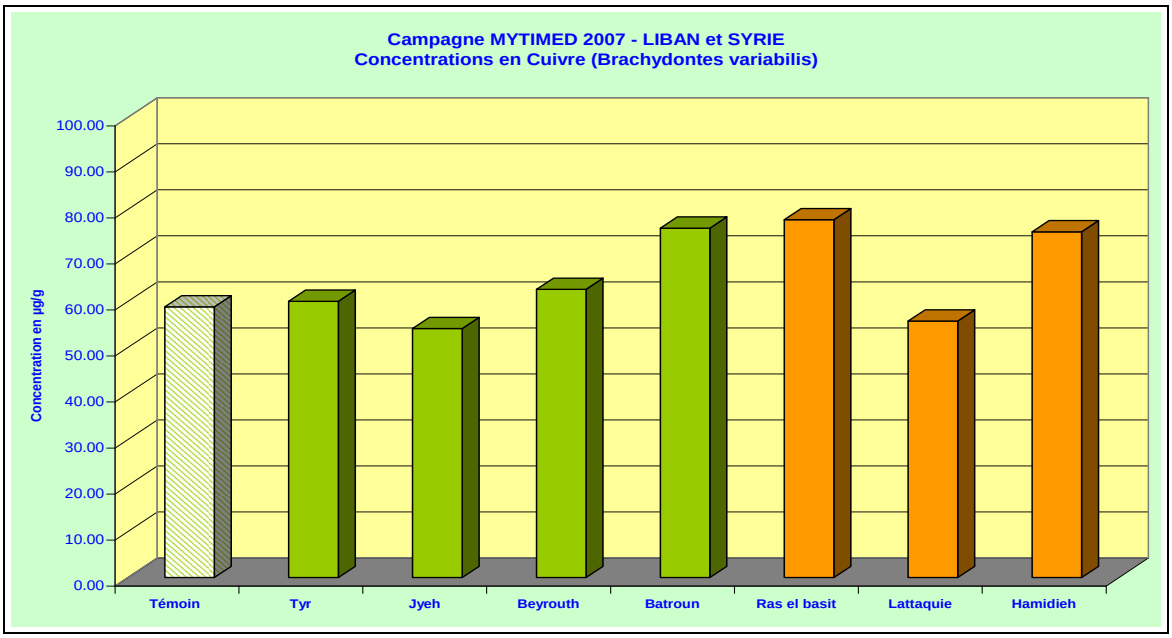
يُظهر الشكل (15) أن تركيز الكادميوم في المناطق السورية أعلى من تركيزه في المناطق اللبنانية ماعدا منطقة البترون التي سجلت أعلى تركيز لهذا العنصر مقارنة بجميع المواقع الأخرى. كما يلاحظ أيضاً أن منطقة اللاذقية ومنطقة بيروت سجلت أدنى تركيز بالنسبة للمواقع السورية واللبنانية على التوالي.



الشكل (15) تغير تركيز الكادميوم في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

-تركيز النحاس:

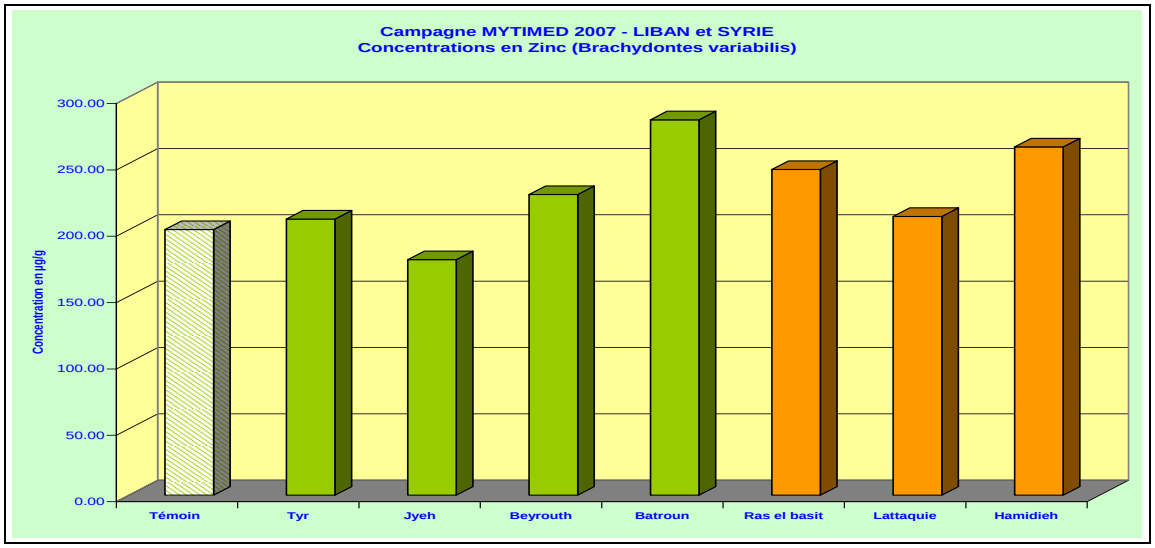
سجلت تراكيز هذا العنصر قيماً مرتفعة في مواقع البترون، الحميدية ورأس البسيط، بينما كانت القيم أقل نسبياً في باقي المواقع مع قيمة أصغرية في منطقتي اللاذقية وبيروت بالنسبة للمواقع السورية واللبنانية على التوالي، الشكل (16).



الشكل (16) تغير تركيز النحاس في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

-تركيز الزنك:

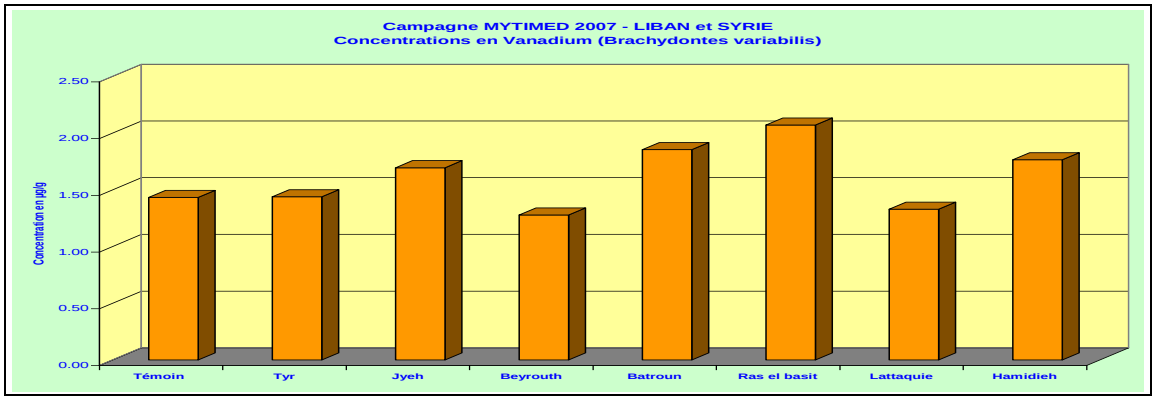
بحسب نتائج التحليل التي قام بها الفريق البحثي الفرنسي فإن قيم تراكيز هذا العنصر كانت أعلى من 200 µg/g في ستة مواقع من أصل سبعة مواقع مدروسة على طول الساحل السوري واللبناني مع ملاحظة أن القيمة العظمى لهذه التراكيز كانت في منطقة البترون اللبنانية (282.87 µg/g) تليها قيم التراكيز في منطقتي الحميدية ورأس البسيط على الساحل السوري، الشكل (17).



الشكل (17) تغير تركيز الزنك في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

- **تركيز الفاناديوم:**

لقد تم قياس هذا العنصر من قبل الفريق البحثي الفرنسي فقط. أظهرت نتائج تحاليل هذا العنصر أن منطقة رأس البسيط هي الأكثر تلوثاً من بين جميع المناطق السورية واللبنانية، الشكل (18)، إذ بلغ التركيز القيمة 2 µg/g، وكما كان عليه الحال بالنسبة لجميع العناصر كانت منطقة اللاذقية هي الأقل تلوثاً بهذا العنصر وتتشابه كثيراً في ذلك مع منطقة بيروت اللبنانية.



الشكل (18) تغير تركيز الفاناديوم في النوع Brachidontes variabilis في المواقع السورية واللبنانية وفق نتائج فريق البحث الفرنسي.

3- النسب المئوية لتراكم العناصر المعدنية المدروسة في الأفراد ذات النوع *Brachidontes variabilis*:

يظهر الجدول رقم (4) النسبة المئوية لتراكم نزر العناصر المعدنية في المحطات السورية الثلاثة المدروسة وفق نتائج فريق البحث الفرنسي، التي تم حسابها استناداً إلى تراكيز العينات الشاهد المُحددة من قبل هذا الفريق. (وإذا قبلنا القيم السالبة المحددة في موقع اللاذقية) فإن نسبة التراكم تتغير بين القيمة صفر من أجل الزئبق (محطة اللاذقية) والقيمة 93.96 من أجل الكروم (محطة الحميدية). كما يلاحظ ارتفاع نسبة التراكم لكل من العناصر النيكل، الكروم والكادميوم بشكل خاص في محطتي الحميدية ورأس البسيط، الأمر الذي يظهر المقدرة لدى النوع Brachidontes variabilis على تراكم العناصر (Ni, Cd & Cr) أكثر من العناصر الأخرى.

الجدول (4) النسبة المئوية لتراكم العناصر المعدنية المدروسة في الأفراد ذات النوع *Brachidontes variabilis*

Metal / Stations	V	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Hg
Hamidiyeh	23.8	68.5	31.1	27.8	31.1	93.3	6.8	42.9
Lattaquié	neg	27.5	2.02	neg	4.6	23	neg	0.00
Ras el Bassit	44.8	93.96	90.2	32	22.6	78.2	23.7	3

4- دراسة علاقة الارتباط بين تراكيز العناصر المعدنية المدروسة في المواقع السورية المدروسة:

يتبين من خلال الجدول (5) والذي يمثل معاملات ارتباط بيرسون بين تراكيز العناصر المعدنية في المواقع السورية وجود علاقة ارتباط قوية بين عنصر النحاس من جهة وبقية العناصر المدروسة من جهة أخرى، كما يلاحظ

أيضاً وجود علاقات ارتباط قوية ضمن مجموعات العناصر التالية: (Ni, Cr, Cu, pb) (Zn, Cd, Cu) (Hg, Cd, Cu) أي أن للعناصر ضمن المجموعة الواحدة سلوك متشابه.

الجدول (5) معاملات الارتباط (معامل ارتباط بيرسون) بين تراكيز مختلف العناصر المعدنية في المواقع السورية

Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	pb	Hg	
						1.000	Hg
					1.000	0.655	pb
				1.000	0.845	0.957	Cd
			1.000	0.996	0.792	0.792	Zn
		1.000	0.908	0.943	0.975	0.975	Cu
	1.000	0.820	0.505	0.583	0.927	0.323	Ni
1.000	0.947	0.961	0.756	0.814	0.998	0.611	Cr

الاستنتاجات والتوصيات:

1- الموت الكامل لأفراد النوع الرخوي Mytilus galloprovancialis في المياه الساحلية السورية، الأمر الذي يعني عدم قدرته على التأقلم مع الشروط البيئية المحلية.

2- المقدرة لدى النوع Brachidontes variabilis على تراكم العناصر المعدنية الثقيلة وبشكل خاص العناصر (Ni, Cd & Cr)، وبالتالي يمكن استخدامه كمؤشر حيوي لقياس التلوث بهذه العناصر.

3- أبدت تغيرات تراكيز عنصر النحاس بين المواقع السورية علاقات ارتباط قوية مع تغيرات بقية العناصر.

4- وجود تشابه في السلوك ضمن مجموعات العناصر (Ni, Cr, Cu, pb) (Zn, Cd, Cu) (Hg, Cd, Cu).

5- انخفاض تراكيز العناصر المعدنية عموماً في النوع Brachidontes variabilis (على عكس ماهو متوقع) ضمن موقع اللاذقية مقارنةً مع موقعي الحميدية ورأس البسيط.

المراجع:

[1] HIIL, S. J. *Speciation of trace metals in the environment*. Chemical Society Reviews. V, 26. 1997, 291- 298.

[2] CALMANO, W; HONG, J; FORSTNER, U. *Water Sci. Technol*. V, 28. 1993, 223.

[3] MOREL, EM. M. *Principles of Aquatic Chemistry*. John Wiley & Sons, New York. 1983, 446.

[4] ADRIANO, D. *Trace elements in terrestrial environments : biogeochemistry, bioavailability, and risks of heavy metals*. Springer-Verlag, New York, 2001, 1-846.

[5] NORWOOD, W.P., BORGMANN, U., DIXON, D.G., WALLACE, A., *Effects of metal mixtures on aquatic biota: a review of observations and methods*. Hum. Ecol. Risk Assess. 9, 2003, 795–811.

[6] DEMARK, A., F. YILMAZ, A.L. TUNA AND N. OZDEMIR. *Heavy metals in water, sediment and tissues of Leuciscus cephalus from a stream in southwestern Turkey*. *Chemosphere*, 63, 2006, 1451–1458

[7] ANDRAL, B; STANISIERE J. Y; SAUZADE, D; DAMIER E., THEBAUL,T. H; GALGANI, F; BOISSERY, P. *Monitoring chemical contamination levels in the*

Mediterranean based on the use of mussel caging. Marine Pollution Bulletin. V, 49. 2004, 704 – 712.

[8] GALGANI, F. ; CHIFFOLEAU, JF ; LE GALL, P; PICHOT, Y; ANDRAL , B; MARTIN,Y. *Deep sea caging of the mussel mytilus galloprovincialis*. Chemistry and ecology, 21(2), 2005, 133-141.

[9] AMADO FILHO, G.M., CREED, J.C., ANDRADE, L.R., PFEIFFER, W.C. *Metal accumulation by Halodule wrightii populations*. *Aquatic Botany*, 80, 2004, 241-251.

[10] CALICETI, M., ARGESE, E., SFRISO, A., PAVONI, B. *Heavy metal contamination in the seaweeds of the Venice lagoon*. *Chemosphere*, 47, 2002, 443-454

[11] CHIFFOLEAU, J.F., AUGER, D., ROUX, N., ROZUEL, E., SANTINI, A. *Distribution of silver in mussels and oysters along the French coasts* : Data from the national monitoring program. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 2005, 1719-1723.

[12] DEMIREZEN, D., AKSOY, A. *Common hydrophytes as bioindicators of iron and manganese pollutions. Ecological Indicators*, 6, 2006, 388-393.

[13] VILLARES, R., PUENTE, X., CARBALLEIRA, A. *Ulva and Enteromorpha as indicators of heavy metal pollution*. *Hydrobiologia*, 462, 2001, 221-232.

[14] WARNAU, M., BIONDO, R., TEMARA, A., BOUQUEGNEAU, J.-M., JANGOUX, M., DUBOIS, P. *Distribution of heavy metals in the echinoid Paracentrotus lividus from the Mediterranean Posidonia oceanica ecosystem* : seasonal and geographical variations. *Journal of Sea Research*, 39, 1998, 267-280.

[15] ZATTA, P., GOBBOS, S., ROCCO, P., PERAZZOLO, M., FAVARATO, M. *Evaluation of heavy metal pollution in the Venetian lagoon by using Mytilus galloprovincialis as biological indicator*. *The Science of the Total Environment*, 119, 1992, 29-41.

[16] RODRIGUEZ, C., GUERRERO, J., BENEDICTO, J.M., JORNET, A. *Spatial distribution of heavy metals in mediterranean mussel Mytilus galloprovincialis from Spanish mediterranean coast. Rapports de la Communauté Internationale sur la mer Méditerranée*, 34, 1995, 145.

[17] BAT. L, USTUN. F, BAKI. O. *Trace Element Concentrations in the Mediterranean Mussel Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819 Caught from Sinop Coast of the Black Sea, Turkey*. *The Open Marine Biology Journal*, *6*, 2012, 1-5.

[18] ROME´O, M; FRASILA, C; GNASSIA-BARELLI, M; DAMIENS G; MICU, D; MUSTATA G. *Biomonitoring of trace metals in the Black Sea (Romania) using mussels Mytilus galloprovincialis*. Water Res; 39: 2005, 596-604.

[19] SAKER, F; AMMAR,I. *specific composition study of Bivalvia and Gastropod in Banias coat*. 39rd Science Week. 6-11 November 1998. Damas University. Supreme Cuncil of sciences Publication.

[20] SAKER, F; MOHAMAD, I & SALEH M. *Estimation of some trace metals concentration in some Bivalivia in Lattakia coastal water (syria).* 38rd Science Week. 7-12 November 1998. AlBa'ath University. Supreme Cuncil of sciences Publication (en Arabe).

[21] SALEH, M. *Bivalvia in Lattakia's coast and its role in accumulation of some trace heavy metals*. Master Theses in aquatic environment, Tishreen University. 1998, 174 (en Arabe) .

[22] NAKHLÉ KH., D. COSSA, G. KHALAF & BELIAEFF, B. *Brachidontes variabilis and Patella sp. as quantitative biological indicators for cadmium, lead and mercury in the Lebanese coastal waters*. Environmental Pollution, V, 142(1), 2006, 73-82.