مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

Study of accumulation of some heavy metal content in two species of algae (jania rubens and Galaxaura lapidescens) in the littoral zone of Lattakia

Dr. Amina Alnesser*
Dr. Suzan Abdullah**

(Received 23 / 3 / 2017. Accepted 17 / 8 /2017)

□ ABSTRACT □

Heavy metals in water are accumulated in living organisms through the food chain, starting from algae and ending by fish, which is considered as main food for humans. Therefore, this study aimed to estimate the concentration of heavy metals (Zn, Cu, Pb and Cd) in the water of two locations (Ras Alshamra and Ras Ibn Hani) on the shore of Lattakia City and in two algae species (jania rubens and Galaxaura lapidescens). The results showed a significant difference in the concentration of heavy metals in the water of the two locations, where Ras Ibn Hani had higher concentrations than Ras Alshamra. This differences in concentrations are due to the presence of various human activities and to a higher number of fishing boats in Ras Ibn Hani comparing to Ras Alshamra. The analysis of algae species showed a higher level of heavy metals in Galaxaura lapidescens than the level in jania rubens. The comparison of heavy metal concentrations between water and algae showed similar patterns. Zn was present in the highest concentration while Cd was in the lowest one. The concentration of heavy metals showed the following order: Zn> Pb> Cu> Cd.

Key words: heavy metals , Jania rubens, Galaxaura lapidescens , seawater, Lattakia , Syria .

***Assistant Prof., Basic Sciences Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University , Syria.**
****Assistant Prof., Basic Sciences Deptment, Faculty of Agriculture, Tishreen University , Syria.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

دراسة تراكم بعض العناصر الثقيلة عند نوعي الطحالب (*Galaxaura lapidescens*، *Jania rubens*) في شاطئ اللاذقية

الدكتورة أمينة النسر *
الدكتورة سوزان عبد الله **

(تاريخ الإيداع 23 / 3 / 2017. قبل للنشر في 17 / 8 / 2017)

□ ملخّص □

يتم تراكم العناصر الثقيلة الموجودة في المياه في الكائنات الحية عبر السلسلة الغذائية، بدءاً من الطحالب وانتهاءاً بالأسماك التي تعد مصدراً أساسياً لغذاء الإنسان.

هدف هذا البحث تقدير تراكيز العناصر الثقيلة (الزنك و النحاس والرصاص والكادميوم) في مياه موقعين على شاطئ مدينة اللاذقية (رأس الشمرة و رأس ابن هاني)، وعند نوعين من الطحالب (*Jania rubens* and *Galaxaura lapidescens*) .

أظهرت النتائج تبايناً واضحاً في تركيز العناصر الثقيلة بين مياه الموقعين المدروسين، حيث كان تركيز كافة العناصر المدروسة أكثر ارتفاعاً في موقع رأس ابن هاني مقارنة بموقع رأس الشمرة، ويعود ذلك لتعرض موقع رأس ابن هاني لنشاطات بشرية متنوعة ولوجود وعمل مراكب الصيد بكثافة أكبر مما هو عليه الحال برأس الشمرة.

تباين نوعي الطحالب باحتوائهما على العناصر الثقيلة، حيث وجد ارتفاعاً بكمية العناصر الثقيلة عند النوع *Galaxaura lapidescens* مقارنة بالنوع *Jania rubens* .

عند مقارنة تراكيز العناصر الثقيلة في المياه مع مثيله عند الطحالب تبين وجود تشابهاً بترتيب محتواهما من العناصر، حيث احتل الزنك اعلى نسبة في حين تواجد الكادميوم بأقل نسبة، وكان ترتيب تركيز العناصر الثقيلة هو: الزنك > الرصاص > النحاس > الكادميوم.

الكلمات المفتاحية : عناصر ثقيلة ، *Jania rubens* ، *Galaxaura lapidescens* ، مياه البحر ،اللاذقية، سورية.

* مدرس . البيئة المائية والتلوث . قسم العلوم الأساسية . كلية الزراعة . جامعة تشرين . سورية.
** مدرس . الكيمياء . قسم العلوم الأساسية . كلية الزراعة . جامعة تشرين . سورية.

مقدمة:

يعتبر تلوث البيئة المائية بالمواد اللاعضوية مشكلة أساسية بالنسبة للكائنات الحية المائية و بخاصة الأسماك، حيث تحوي مياه الصرف الزراعية على أسمدة و مبيدات حشرية تضاف إلى الوسط المائي بالإضافة إلى الفعاليات الصناعية و التوضعات الرسوبية و التي تحوي كميات مؤذية من الأنيونات اللاعضوية و العناصر الثقيلة (Saeed and Shaker ,2008 ; Christophoridis *et al* , 2007)

تلعب بعض العناصر الثقيلة كالنحاس و التوتياء دوراً مهماً في النشاطات الأنزيمية لحد معين و لكن بعد هذا الحد يحدث تراكم لهذه العناصر في جسم الكائن الحي و عندها يصبح ساماً و أحياناً مميتاً. أما العناصر الأخرى كالكادميوم و الرصاص فليس لها دوراً معروفاً في الكائنات الحية و هي سامة حتى في تراكيز منخفضة . (Mwashote , 2003) و بشكل عام تكون تراكيز العناصر الثقيلة في مياه البحر منخفضة جداً .(Levkov and Krstics , 2002)

تقوم الطحالب البحرية بمراكمة العناصر الثقيلة في أنسجتها طيلة حياتها عبر مرحلتين : المرحلة الأولى عبارة عن امتصاص العناصر الثقيلة على سطحها ، أما المرحلة الثانية و هي أبطأ فتدخل العناصر الثقيلة إلى النسج الداخلية للطحالب ، فتحتوي النسج الأقدم عادةً مستويات أعلى من هذه العناصر الثقيلة ، فتزداد احتمالية وجود هذه العناصر عبر السلسلة الغذائية وصولاً للمستهلك النهائي (الإنسان) ، حيث تشكل الطحالب غذاءاً رئيسياً للأسماك كما هو معروف. (Levkov and Krstic, 2002 ; Mwashote 2003).

يعتمد تراكم العناصر الثقيلة بالنسبة للطحالب على عوامل عديدة من بينها (pH، درجة الحرارة ، الملوحة، و بأمواج البحر ،الضوء ، الأكسجين، و عمر الطحالب ، و التغيرات الفصلية ،المغذيات ،....إلخ) .(Murugaiyan, and Narasimman, 2012 ; Jothinayagi and Anbazhagan,2009)

أهمية البحث وأهدافه :

أُستخدمت الكائنات البحرية و بخاصة الطحالب البحرية كمؤشر على مستويات العناصر الثقيلة في المياه البحرية على مستوى العالم. و هي بدورها تنقل هذه العناصر عبر السلسلة الغذائية إلى الأسماك التي تعتبر مصدر غذائي رئيسي للإنسان .

الهدف من الدراسة تحديد و دراسة تراكيز العناصر الثقيلة (Cu، Zn، Cd، Pb في المياه البحرية ، و في نوعين من الطحالب البحرية الحمراء Rhodophyta هما: *Jania rubens* , *Galaxaura lapidescens* في موقعين على شاطئ مدينة اللاذقية أحدهما يعتبر نظيف نسبياً مقارنةً مع الموقع الآخر. و تم اختيار هذين النوعين من الطحالب البحرية بسبب انتشارهما الواسع في الموقعين المدروسين على مدار العام (عباس ، 1992) الشكل (1).

Galaxaura lapidescens

Jania rubens

الشكل (1): الطحالب المدروسة

وتم قياس بعض الصفات الفيزيائية للمياه في الموقعين المدروسين مثل درجة الحرارة ، الـ pH، درجة الملوحة، الأكسجين المنحل ، و تقدير الطلب الحيوي للأكسجين BOD_5 ، و كذلك تحديد بعض الصفات الكيميائية كتركيز الشوارد NO_3^-، NO_2^-، NH_4^+، PO_4^{3-} في مياه البحر.

طرائق البحث و مواده:

1- مواقع الدراسة:

أجريت الدراسة على موقعين في مياه المنطقة الشاطئية لمدينة اللاذقية وهما : (رأس الشمرة ، رأس ابن هاني) الشكل (2) . يتميز موقع رأس الشمرة بقاع صخري تنمو عليه الطحالب بغزارة وهو نظيف نسبياً، وموقع رأس ابن هاني رملي مع بعض الصخور، وتصب بالقرب منه ساقية وتكثر فيه النشاطات البشرية وخاصة خلال الصيف.

الشكل (2): المواقع المدروسة

2-المواد الكيميائية المستخدمة:

حمض آزوت عالي النقاوة (65%) ، موليبدات الأمونيوم، كلوريد القصدير ، غليسرول، حمض كلور الماء، نتروبروسيد الصوديوم، سترات ثلاثية الصوديوم، هيبوكلوريد الصوديوم، فينول، كاشف سلفانيل أميد، كاشف NED ثنائي هيدروكلوريد، ماء ثنائي التقطير، محاليل قياسية للعناصر المعدنية المدروسة (Merck 1000mg/l).

3- جمع العينات و تحضيرها:

جُمعت عينات المياه و الطحالب من الموقعين المذكورين من شهر حزيران 2014إلى شهر حزيران 2015 (وبمعدل عينة واحدة كل شهر)، تم قياس كل من درجة الحرارة و الـ pH و درجة الملوحة و كمية الأكسجين المنحل مباشرة في الحقل و قياس الـ BOD_5 مخبرياً ، ثم رشحت عينات المياه بورق ترشيح ذو قطر مسام No.42 و قسمت إلى قسمين : قسم أضيف له حمض آزوت مركز من أجل تحديد العناصر الثقيلة المدروسة. أما القسم الآخر أُستخدم لقياس تراكيز NO_3^-,NO_2^- ، NH_4^+,PO_4^{3-} بواسطة جهاز SP-3000 UV-VIS Spectrophotometer من شركة OPTIMA بطريقة المواصفات القياسية الأمريكية (APHA, 1998) و (Government of India & Government of Netherlands,1999) في مخبر علم الحيوان كلية الزراعة جامعة تشرين، حيث تم تحديد تركيز NH_4^+ بطريقة فينات عند طول موجة 640nm،

و تركيز NO_2^- باستخدام كاشف سلفانيل أميد عند طول موجة 543nm ، و حدد تركيز PO_4^{3-} باستخدام موليبدات الأمونيوم عند طول موجة 690nm، أما تراكيز الـ NO_3^- فحددت باستخدام HCl(1N) عند طول موجة 220nm، و لقد حضرت محاليل قياسية من كل شاردة و رسمت محاليل عيارية لها. غُسلت عينات الطحالب بالمياه ثم جففت عند الدرجة 75°م لمدة يومين ، أُخذ 0.3 g من كل عينة و هُضمت بـ 6ml من حمض الآزوت المركز لمدة أربع ساعات عند درجة قريبة من درجة الغليان على حمام مائي ثم رُشحت و مُددت بالماء المقطر حتى 50ml ، بعد ذلك جرى قياس تركيز العناصر المعدنية الثقيلة (MANAVI,2013; Żbikowski *et al* , 2007).

تم قياس تراكيز العناصر المعدنية باستخدام جهاز امتصاص ذري من نوع Varian 220 في المعهد العالي للبحوث البحرية في جامعة تشرين باستخدام تقنية التذرية باللهب (Flame-AAS)(هواء –أستيلين) لتحديد (Cu,Zn,Pb) و تقنية التذرية الحرارية (ETA-AAS) لتحديد (Cd) حيث تم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية للعناصر المدروسة عند كل تحليل و رسمت منحنيات عيارية و فيمايلي الشروط الآلية المستخدمة (محمد ، 2007 ، عبدو، 2008) ،

جدول (1) الشروط الآلية المستخدمة في التذرية باللهب

العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة (nm)	شدة تيار المصباح (mA)	فتحة الشق (nm)	نوع اللهب
Zn	HCL	213.9	5	0.2	هواء- أستيلين
Pb	HCL	217	10	0.2	هواء- أستيلين
Cu	HCL	324.8	4	0.5	هواء- أستيلين

جدول (2) الشروط الآلية المستخدمة في التذرية الكهروحرارية

العنصر المدروس	المرحلة	درجة الحرارة (درجة مئوية)	زمن التسخين (S)	سرعة تدفق الغاز (L/min)
Cd	تجفيف	120	10	3
	ترميد	250	5	3
	تحليل	1800	2	0
	تنظيف	1800	2	3

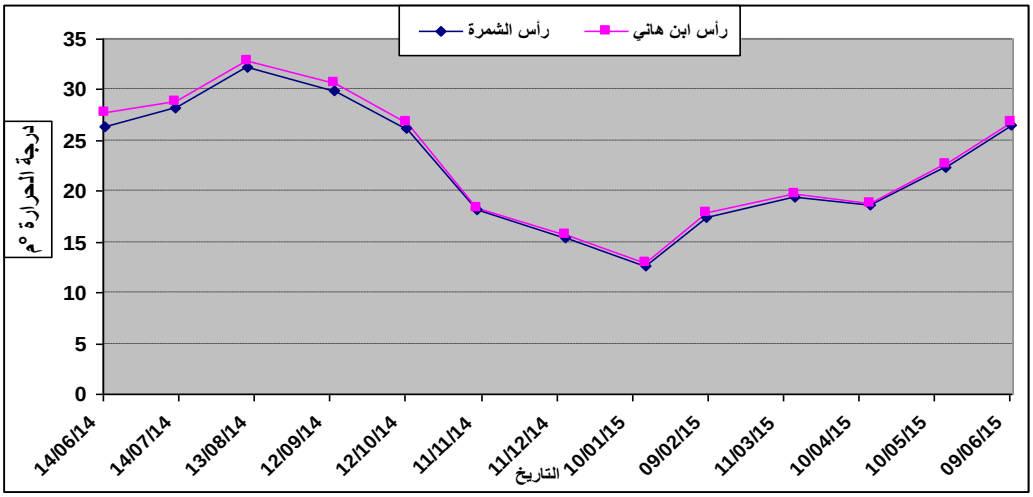
النتائج و المناقشة:

1- الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه:

- درجة الحرارة :

تراوحت درجة الحرارة مابين ($12.7-32.8^0C$) إذ كانت قيمتها الدنيا شتاءاً في شهر كانون الثاني 2015م في موقع رأس الشمرة و قيمتها العظمى صيفاً في شهر آب 2014م في موقع رأس ابن هاني. و هذا يعود إلى طبيعة

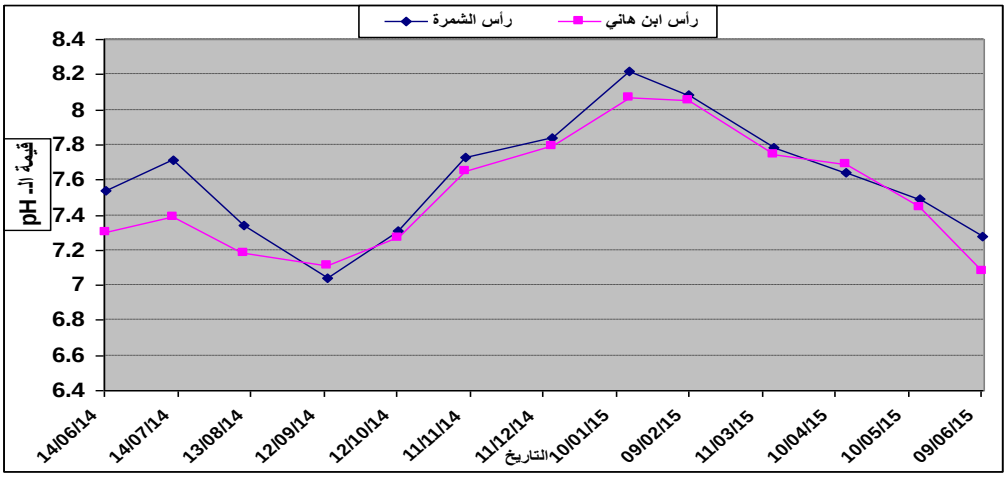
المناخ في منطقتنا كونه يتمتع بمناخ متوسطي يتميز بشتاء معتدل و صيف حار. و كانت قيم درجات الحرارة في الموقعين المدروسين متقاربة جداً مع بعض الفروقات البسيطة جداً ، الشكل (3) .



الشكل (3): تغيرات درجات الحرارة في المياه

- قيم الـ pH:

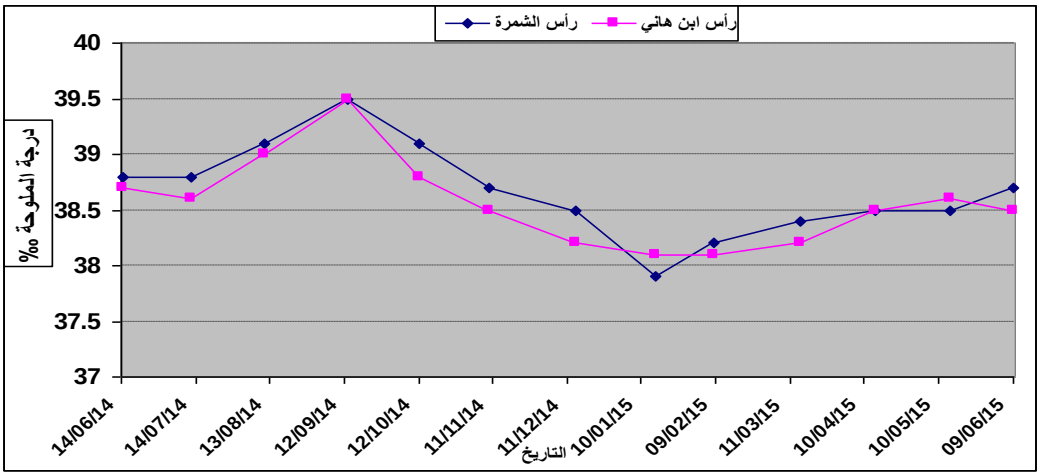
تراوحت قيم الـ pH مابين (8.22-7.04) إذ كانت قيمتها الدنيا في شهر أيلول 2014 في موقع رأس الشمرة ، و قيمتها العظمى في شهر كانون الثاني 2015 في موقع رأس الشمرة . و كانت قيم الـ pH في الموقعين المدروسين متقاربة جداً مع بعض الفروقات البسيطة ، الشكل (4).



الشكل (4): تغيرات قيم الـ pH في المياه

-درجة الملوحة:

تراوحت درجة الملوحة ما بين (‰ 39.5-37.9)، إذ كانت قيمتها الدنيا في شهر كانون الثاني 2015 في موقع رأس الشمرة و قيمتها العظمى في شهر أيلول 2014م في الموقعين الأول و الثاني . و كانت قيم درجات الملوحة في الموقعين المدروسين متقاربة جداً مع بعض الفروقات البسيطة أيضاً، الشكل (5).

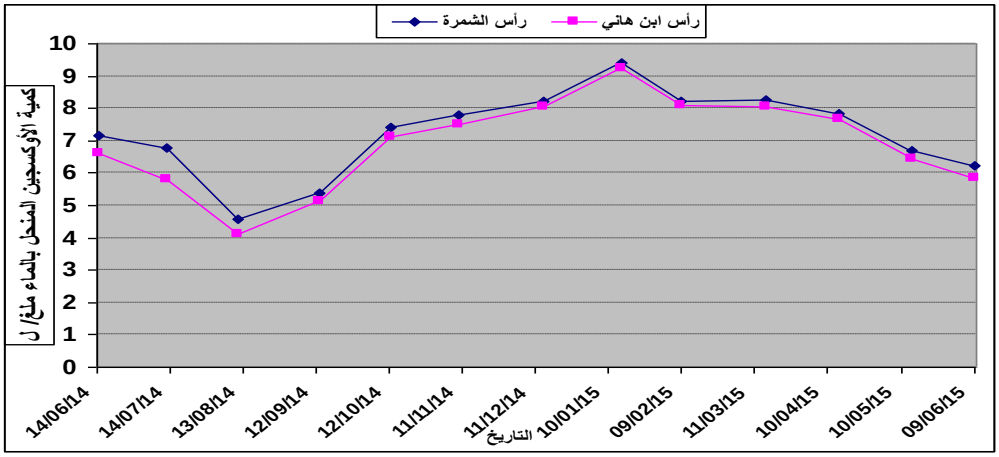


الشكل (5): تغيرات درجات الملوحة في المياه.

- كمية الأكسجين المنحل في الماء :

تراوحت كمية الأكسجين المنحل في الماء ما بين (4.09-9.42mg/L) إذ كانت القيمة الدنيا صيفاً في شهر آب 2014م في موقع رأس ابن هاني، و القيمة العظمى شتاءاً في شهر كانون الثاني 2015م في كلا الموقعين.

و بشكل عام نلاحظ انخفاض تركيز الأكسجين المنحل في الماء صيفاً في كلا الموقعين مع ارتفاع درجات الحرارة بسبب وفرة الملوثات و تناقص انحلالية الأكسجين في المياه و زيادة في استهلاك الأكسجين من قبل البكتريا، و ارتفاعها شتاءاً نتيجة انخفاض درجة الحرارة و قلة الملوثات و انخفاض نشاط البكتريا (العودات 1988، ناشد Kossa,2000،1999 , النسر 2009). كما تميز موقع رأس ابن هاني بانخفاض تركيز الأكسجين المنحل في الماء أكثر من موقع رأس الشمرة نتيجة تلوث موقع رأس ابن هاني أكثر من موقع رأس الشمرة و تراكم الملوثات فيه و خصوصاً صيفاً، الشكل (6).

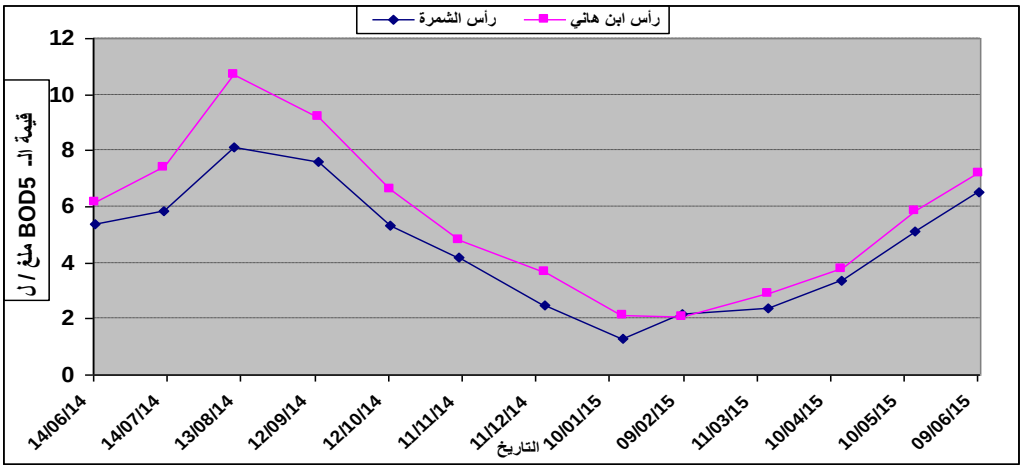


الشكل (6) : تغيرات تركيز الأوكسجين المنحل في المياه

- الاستهلاك(الطلب) الحيوي للأوكسجين (BOD_5) :

تراوحت قيم الـ BOD_5 ما بين (1.29-10.7mg/L) إذ كانت قيمها الدنيا شتاءاً في شهر كانون الثاني 2015م و قيمتها العظمى صيفاً في شهر آب 2014م. وقد لوحظ انخفاض قيم الـ BOD_5 بشكل عام في كلا الموقعين ، شتاءاً نتيجة انخفاض نسبة التلوث و الملوثات العضوية و انخفاض نشاط البكتريا ، و ارتفاع هذه القيم صيفاً بسبب زيادة التلوث و تراكم الملوثات العضوية و زيادة نشاط البكتريا. و قد تميز موقع رأس ابن هاني بقيم

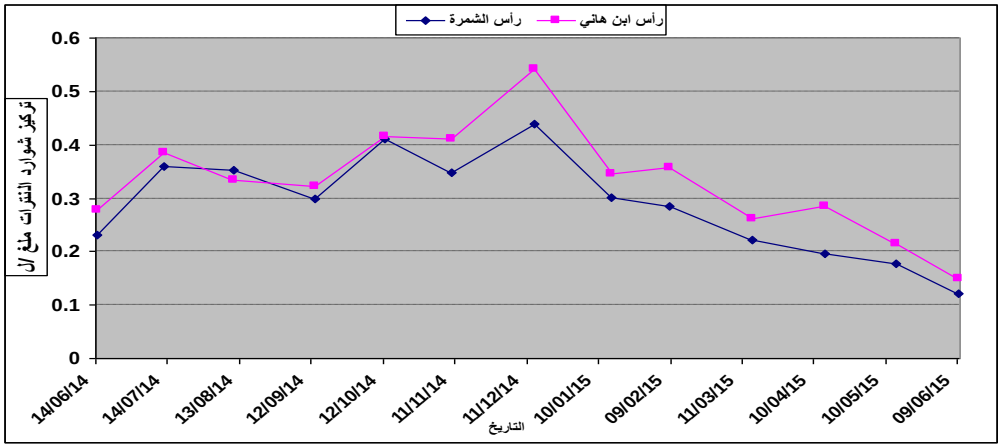
BOD_5 مرتفعة أكثر من موقع رأس الشمرة نظراً لعدم نظافتة نسبياً و لتعرضه لنسبة تلوث أكثر من موقع رأس الشمرة، الشكل (7)، (العودات 1988، الحايك 1989، مولود و زملاؤه 1990، كروم و زملاؤه 1997، النسر 2009).



الشكل (7): تغيرات قيم الـ BOD_5 في المياه.

- تركيز شوارد النترات:

تراوحت قيم تراكيز شوارد النترات ما بين (0.122-0.544mg/L) إذا كانت قيمتها الدنيا في شهر حزيران 2015م في موقع رأس الشمرة و قيمتها العظمى في شهر كانون الأول 2014م في موقع رأس ابن هاني. أي أن تركيز شوارد النترات يرتفع شتاءاً و ينخفض صيفاً و بشكل نسبي، الشكل (8) . و يعود ذلك لوجود النتروجين في جميع الأنسجة النباتية و الحيوانية و في المياه بأشكال عضوية و لا عضوية و تركيز كل شكل يرتبط بالنشاطات الحياتية فهو يوجد بشكل نترات و نتريت و أمونيوم حيث تقوم البكتريا الهوائية بتحليل الحموض الأمينية إلى الأمونيوم و التي تتأكسد إلى نتريت و ثم نترات خلال عملية Nitrification بينما تقوم البكتريا اللاهوائية بتحويل النتريت و النترات إلى غاز النتروجين بعملية Denitrification ، إن النتريت يتأكسد بسهولة إلى نترات لذلك فالنترات أكثر وفرة شتاءاً من النتريت كما يكون النتريت صيفاً أكثر وفرة من النترات في المياه ذات الإفراط الغذائي نتيجة عمليات التحلل التي تحدث في البحر و التي تستهلك الأكسجين و تطلق الأشكال المختزلة للنتروجين من المواد العضوية .Al- (SAADY,1998)

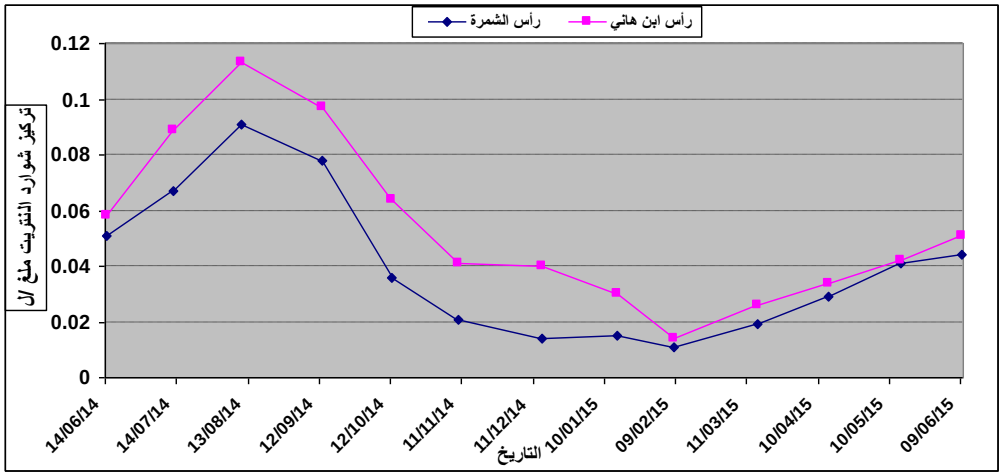


الشكل (8): تغيرات تراكيز شوارد النترات في المياه.

- تركيز شوارد النتريت:

تراوحت تراكيز شوارد النتريت ما بين (0.04–0.113mg/L) فكانت قيمتها الدنيا في شهر شباط 2015م في موقع رأس الشمرة و قيمها العظمى في شهر آب 2014م في موقع رأس ابن هاني.و بشكل عام كانت تراكيز شوارد النتريت منخفضة شتاءاً، و مرتفعة صيفاً في كلا الموقعين نتيجة ارتفاع درجة الحرارة صيفاً و ازدياد نشاط البكتريا التي ترجع شوارد النترات إلى نتريت و بسبب الإفراط الغذائي الناتج عن عمليات التحلل التي تحدث في البحر و التي تستهلك الأكسجين و تطلق الأشكال المختزلة للنتروجين من المواد العضوية .(Al-SAADY,1998)

و قد تميز موقع رأس ابن هاني بقيم نتريت مرتفعة نسبياً أكثر من موقع رأس الشمرة، الشكل (9) نظراً لتعرض هذا الموقع لملوثات أكثر من موقع رأس الشمرة (مولود و زملاؤه 1990، كروم و زملاؤه 1997، النسر 2009)،

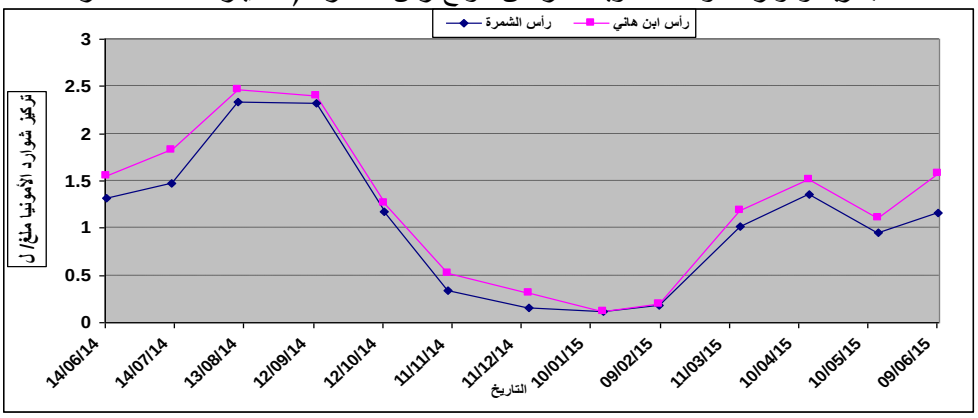


الشكل (9): تغيرات تراكيز شوارد النتريت في المياه

- تركيز شوارد الأمونيا:

تراوحت تراكيز شوارد الأمونيا ما بين (0.112–2.463mg/L) فكانت قيمتها الدنيا في شهر كانون الثاني 2015م في موقع رأس الشمرة، و قيمتها العظمى في شهر آب 2014م في موقع رأس ابن هاني. و بشكل عام كانت تراكيز شوارد الأمونيا منخفضة شتاءاً و مرتفعة صيفاً في كلا الموقعين نتيجة ارتفاع درجة الحرارة صيفاً و زيادة الملوثات.

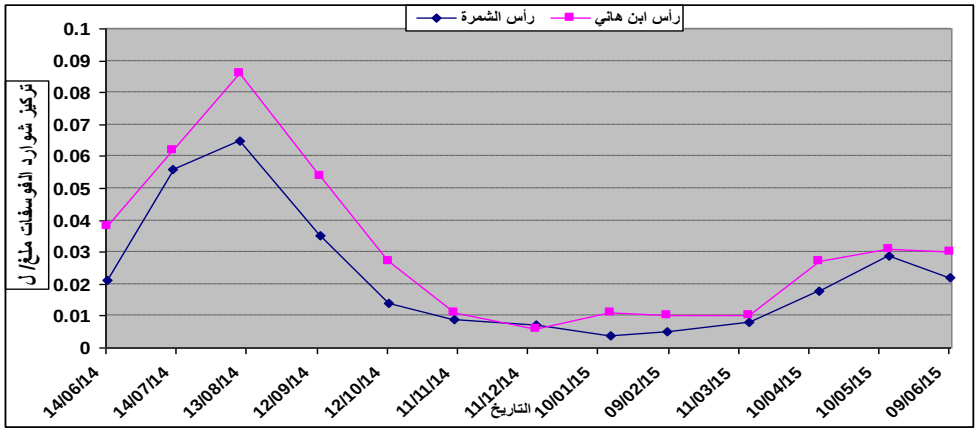
و تميز موقع رأس ابن هاني أيضاً بقيم مرتفعة نسبياً لشوارد الأمونيا أكثر من موقع رأس الشمرة، الشكل (10) نظراً لزيادة النشاطات البشرية و وفرة المواد العضوية أكثر من موقع رأس الشمرة (اختيار1999، النسر.2009).



الشكل (10): تغيرات تراكيز شوارد الأمونيا في المياه

- تركيز شوارد الفوسفات:

تراوحت تراكيز شوارد الفوسفات ما بين (0.004-0.086mg/L) فكانت قيمها الدنيا في شهر كانون الثاني 2015م في موقع رأس الشمرة، و قيمها العظمى في شهر آب 2014م في موقع رأس ابن هاني. و بشكل عام كانت تراكيز شوارد الفوسفات منخفضة شتاءاً و مرتفعة صيفاً للأسباب نفسها و كذلك تميز موقع رأس ابن هاني بارتفاع قيم شوارد الفوسفات أكثر من موقع رأس الشمرة، الشكل (11) نتيجة لوفرة المواد العضوية صيفاً بشكل أكثر من موقع رأس الشمرة نتيجة تلوثه نسبياً و لزيادة النشاطات السياحية في موقع رأس ابن هاني أكثر من الأول (الحايك 1989،مولود و زملاؤه 1990، اختيار 1999 ، Kossa,2000 ، النسر 2009،).

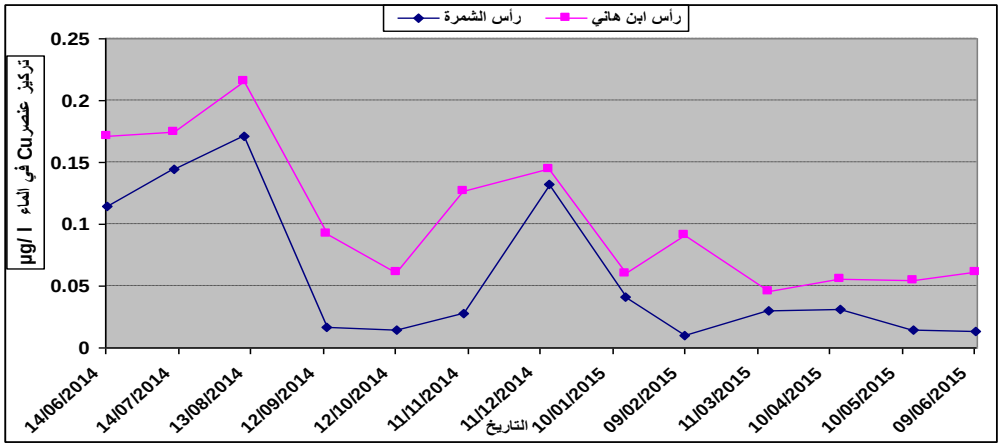


الشكل (11): تغيرات تراكيز شوارد الفوسفات في المياه.

2- تراكيز العناصر الثقيلة (Cu، Zn، Cd، Pb) في المياه و الطحالب المدروسة:

2-1- عنصر النحاس Cu:

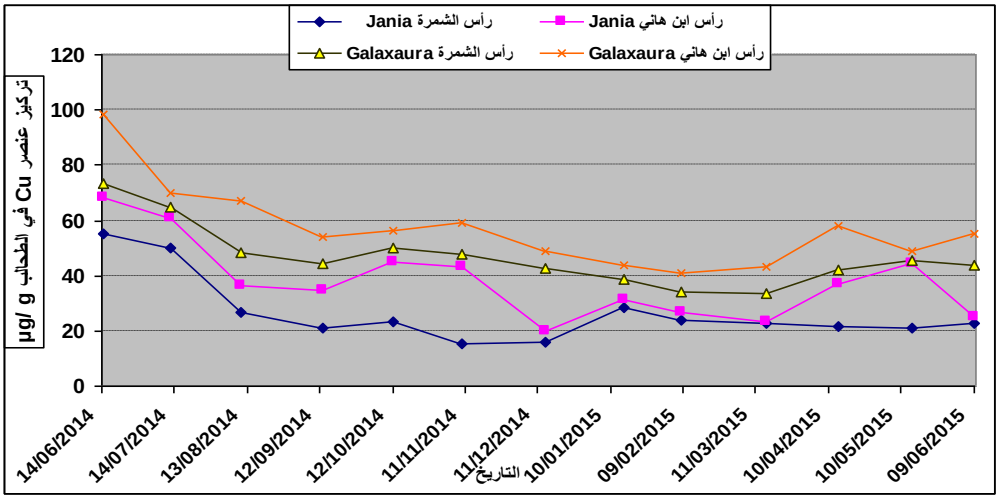
أ-المياه: تراوحت قيم تراكيز عنصر النحاس في موقع رأس الشمرة بين 0.01µg/L في شهر شباط من عام 2015 وكانت أعلى قيمة 0.171µg/L في شهر آب من عام 2014 . وتراوحت هذه القيم في موقع رأس ابن هاني ما بين 0.046µg/L في شهر آذار من عام 2015 و 0.216µg/L في شهر آب من عام 2014م، الشكل (12).



الشكل (12) : تغيرات تراكيز عنصر النحاس في المياه

ب-الطحالب: تراوحت قيم تراكيز عنصر النحاس في النوع *Jania rubens* في موقع رأس الشمرة بين 15.5µg/g في شهر تشرين الثاني من عام 2014 و أعلى قيمة كانت 55 µg/g في شهر حزيران من عام 2014. أما في موقع رأس ابن هاني فقد كانت أدنى قيمة 20 µg/g في شهر كانون الأول من عام 2014 و أعلى قيمة 68µg/g في شهر حزيران من عام 2014 ، الشكل (13).

وفي النوع *Galaxaura lapidescens* تراوحت قيم تراكيز النحاس في موقع رأس الشمرة بين 33.33µg/g في شهر آذار من عام 2015م و 73.5µg/g في شهر حزيران عام 2014م. أما في موقع رأس ابن هاني فتراوحت قيمه بين 41.17µg/g في شهر شباط من عام 2015م و 98.5µg/g في شهر حزيران من عام 2014م، الشكل (13).

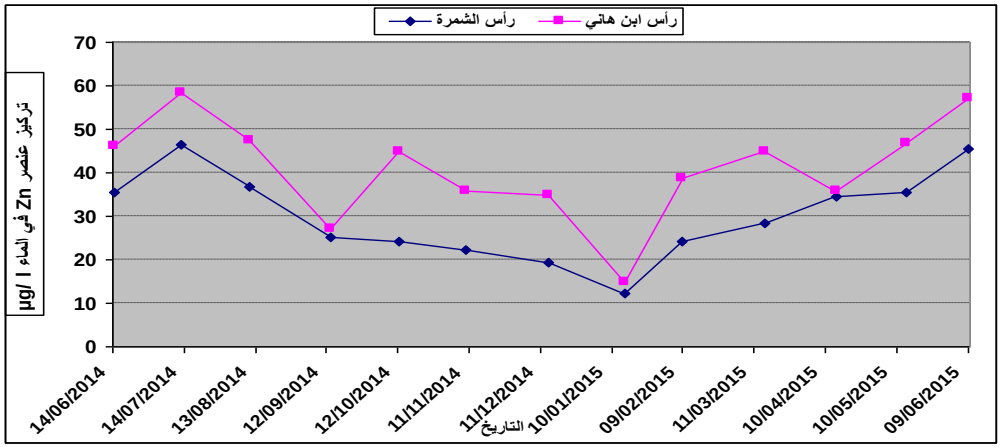


الشكل (13) : تغيرات تراكيز عنصر النحاس في الطحالب.

2-2- عنصر التوتياء Zn:

أ-المياه: تراوحت قيم تراكيز عنصر التوتياء في موقع رأس الشمرة ما بين 12.4µg/L في شهر كانون الثاني من عام 2015م و 46.53µg/L في تموز من عام 2014م . أما في موقع رأس ابن هاني فقد تراوحت قيمه بين

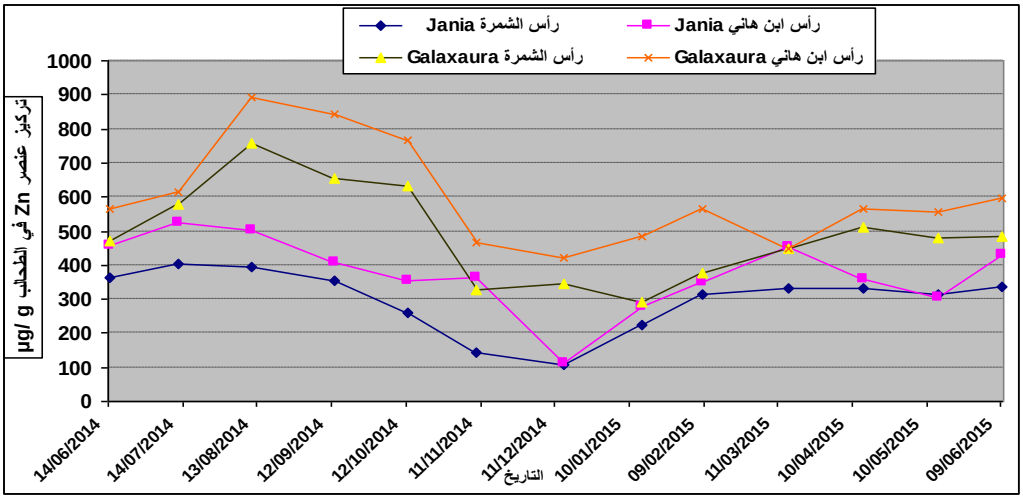
14.992µg/L في شهر كانون الثاني عام 2015م و أعلى قيمة 58.345µg/L في شهر تموز من عام 2014م الشكل (14).



الشكل (14) : تغيرات تراكيز عنصر التوتياء في المياه

ب- الطحالب: تراوحت قيم تراكيز عنصر التوتياء في النوع *J. rubens* في موقع رأس الشمرة بين 106.833µg/g في شهر كانون الأول من عام 2014م و 405.67µg/g في شهر تموز من عام 2014م . و في موقع رأس ابن هاني كانت أدنى قيمة 112.67µg/g في شهر كانون الأول من عام 2014م و أعلى قيمة 525.58µg/g في شهر تموز عام 2014م، الشكل (15) .

أما بالنسبة للنوع *G. lapidescens* فتراوحت قيمZn في موقع رأس الشمرة بين 290µg/g في شهر كانون الثاني من عام 2015م و 758.33µg/g في شهر آب من عام 2014م . و كانت أدنى قيمة في موقع رأس ابن هاني 423.11µg/g من شهر كانون الأول من عام 2014م و أعلى قيمة 891.67µg/g في شهر آب من عام 2014م ، الشكل (15) .

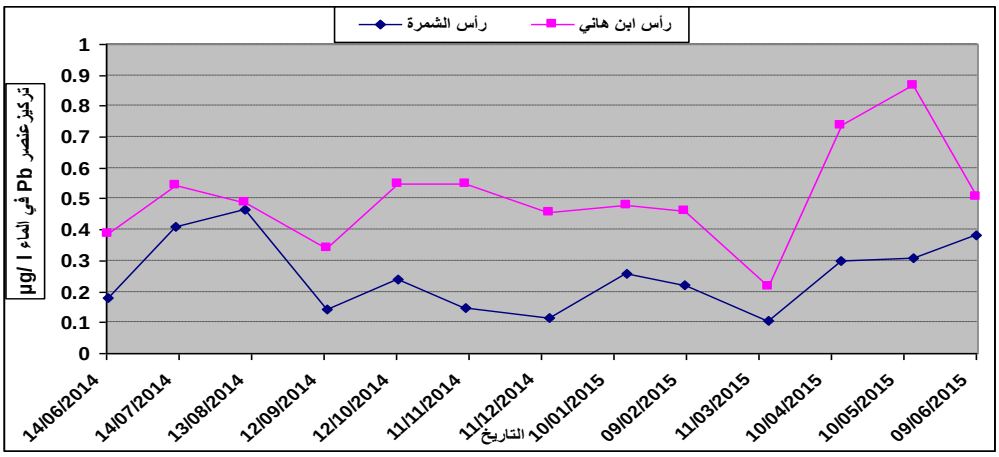


الشكل (15) : تغيرات تراكيز عنصر التوتياء في الطحالب.

2-3- عنصر الرصاص Pb:

أ-**المياه:** تراوحت قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb في موقع رأس الشمرة بين 0.108µg/L في شهر آذار عام 2015م و 0.464µg/L في شهر آب من عام 2014م. أما في موقع رأس ابن هاني فقد تراوحت قيمه بين 0.215µg/L في شهر آذار من عام 2015م و 0.867µg/L في شهر أيار من عام 2015م ، الشكل (16).

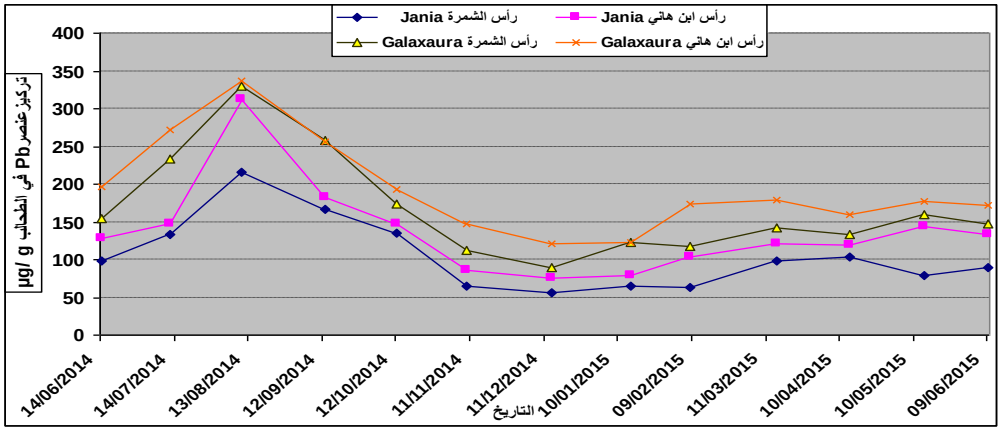
و هذا ما توافق مع دراسات عديدة للساحل السوري من بينها (عبدو، 2008) حيث بين ترتيب تراكيز العناصر المعدنية حسب وجودها في الطور المنحل في القطاع البحري : Zn>Cr>Pb>Fe>Mn>Ni>Cu>Cd . و بينت نتائج دراسة (محمد، 2007) لعينات مائية مأخوذة من شاطئ طرطوس و اللاذقية أن تركيز عنصر الرصاص في المياه أكثر من تركيز عنصري النحاس و الكادميوم و كذلك الأمر بالنسبة لأنواع معينة من الأسماك. و تبين من دراسة (FARAGALLAH,2009) على عينات مياه بحرية مأخوذة من مواقع تبعد 60كم عن ميناء دمياط على ساحل البحر الأبيض المتوسط في مصر اختلاف في مستويات تراكيز عنصري الرصاص و النحاس من موقع لآخر . و ربما يعود السبب إلى التشكيلات الجيولوجية في المنطقة و إلى النشاطات البشرية و وجود الصرف الصحي للمنشآت السياحية و وجود صرف زراعي في المنطقة و يعزى وجود عنصر الرصاص إلى احتراق الوقود الناجم عن مراكب الصيد و الذي يحتوي بشكل أساسي رباعي ألكيل الرصاص و بعض العناصر المعدنية مثل الكادميوم و النحاس و النيكل .(CHMIELEWSKA,2001)



الشكل (16) : تغيرات تراكيز عنصر الرصاص في المياه.

ب- الطحالب: تراوحت قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb في الـ *J. rubens* في موقع رأس الشمرة بين 56.66µg/g في شهر كانون الأول من عام 2015م و 215.67µg/g في شهر آب من عام 2014م . وكانت في موقع رأس ابن هاني أدنى قيمة 74.67µg/g في شهر كانون الأول عام 2014م و أعلى قيمة 312.16µg/g في شهر آب 2014م، الشكل (17).

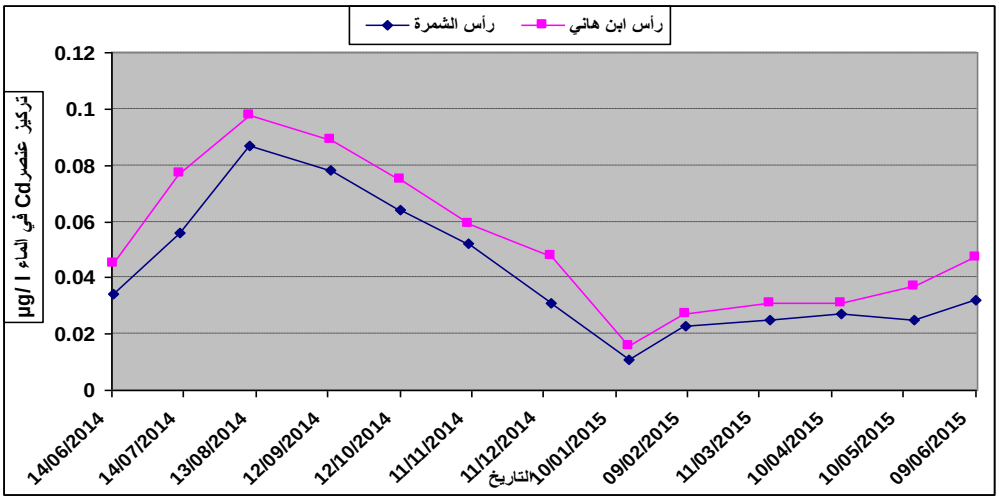
أما بالنسبة للنوع *G. lapidescens* . فقد تراوحت قيمه في موقع رأس الشمرة بين 89.23µg/g في شهر كانون الأول 2014م و 329.33µg/g من شهر آب عام 2014م . و في موقع رأس ابن هاني فقد تراوحت قيمه بين 121.55µg/g في شهر كانون الأول عام 2014م و 336.5 µg/g في شهر آب 2014م، الشكل (17).



الشكل (17) : تغيرات تراكيز عنصر الرصاص في الطحالب

2-4- عنصر الكادميوم:

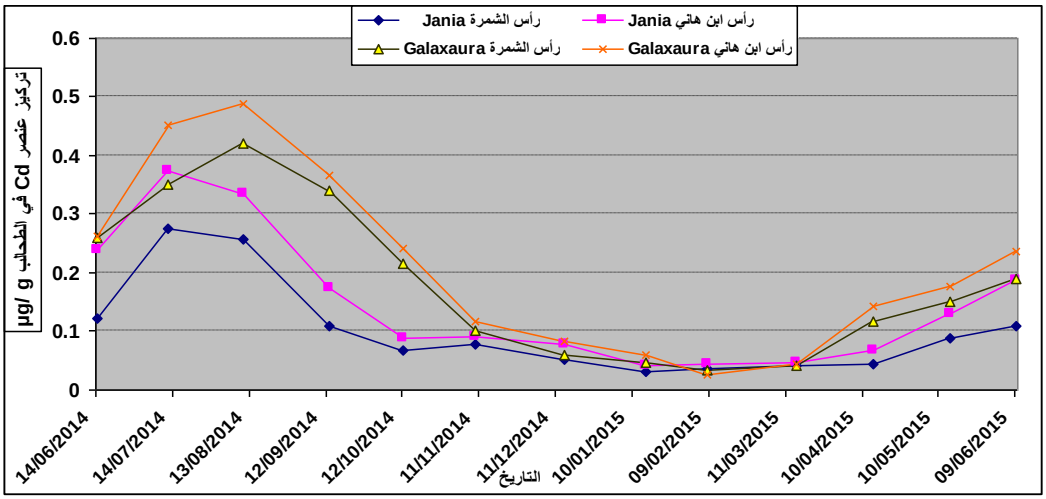
أ-**المياه:** تراوحت تراكيز عنصر الكادميوم Cd في موقع رأس الشمرة بين 0.011µg/L في شهر كانون الثاني 2015م و 0.087µg/L في شهر آب 2014م ، و تراوحت قيمه في موقع رأس ابن هاني بين 0.016µg/L من شهر كانون الثاني 2015م و 0.098µg/L من شهر آب 2014م، الشكل (18).



الشكل (18) : تغيرات تراكيز عنصر الكادميوم في المياه

ب- الطحالب: بالنسبة للنوع *J. rubens* كانت أدنى قيمة في موقع رأس الشمرة 0.0323µg/g في شهر كانون الثاني 2015م و أعلى قيمة 0.2751µg/g في تموز 2014م.أما في موقع رأس ابن هاني تراوحت القيم بين 0.0415µg/g في شهر كانون الثاني 2015م و 0.3741µg/g في شهر تموز 2014م، الشكل (19).

بينما تراوحت قيم الـ Cd عند النوع *G. lapidescens* في موقع رأس الشمرة بين 0.0333µg/g في شهر شباط 2015م و 0.4213µg/g في شهر آب 2014م . أما في موقع رأس ابن هاني تراوحت قيمه بين 0.0248µg/g في شهر شباط 2015م و 0.4891µg/g في شهر آب 2014م ، الشكل (19).



الشكل (19) : تغيرات تراكيز عنصر الكادميوم في الطحالب.

2-5- مناقشة النتائج:

توجد العناصر المعدنية في العمود المائي بأشكال مختلفة تشتمل على شوارد حرة مميهة، معقدات عضوية معدنية منحلة مرتبطة بمختلف أنواع المواد العضوية كالمواد الدبالية الموجودة في البيئة المائية و التي تحتوي على الوظائف العضوية : ($-COOH, -NH_2, -OH, -SH$) ، معقدات لاعضوية تحتوي الشوارد ($OH^-, SH^-, SO_4^{2-}, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-$)، أو توجد بشكل مدمص على سطوح المواد المعلقة و الجزيئية و الكائنات الحية الموجودة في البحر و على شكل هيدروكسيدات معدنية.(عبدو ، 2008)

توجد العناصر المعدنية بثلاثة أطوار : منحل ، معلق، رسوبيات. و تنتقل العناصر المعدنية بين هذه الأطوار من خلال عمليات : الإنحلال و الترسيب و الامتزاز و التعقيد و الإنتزاز . و تلعب المتغيرات الهيدرو كيميائية مثل الملوحة والـ pH و الأكسجين المنحل و درجات الحرارة دوراً رئيسيًا في عملية توزع العناصر المعدنية بين الأطوار الثلاثة (عباس و وسوف،2008). إن معظم المعادن لا تذوب في الماء المعتدل و القلوي و عوضاً عن ذوبانها تمتز هذه العناصر بسرعة على المواد الدقيقة أو من قبل الكائنات الحية و بالتالي يقلل ارتفاع قيم الـpH من انحلالية المركبات المعدنية و يزيد من ترسيبها (محمد،2007؛ عباس و وسوف، 2008). كما أن زيادة درجة الحرارة ستزيد من من انحلالية المركبات المعدنية قليلة الإنحلال مما يفسر زيادة تركيز العناصر المعدنية في المياه البحرية صيفاً، أما تناقص تركيزها شتاءاً فيعود إلى ازدياد تركيز الأكسجين المنحل حيث تتغير طبيعة و مكونات العمود المائي من العناصر المعدنية المنحلة و غير المنحلة و يتجلى هذا التغيير في تغير أرقام الأكسدة لكثير من

العناصر حيث تتأكسد العناصر و تصبح درجات الأكسدة أعلى و تصبح أقل انحلالاً (عباس و وسوف، 2008).

بشكل عام اختلفت قيم تراكيز العناصر الثقيلة من شهر لآخر و قد كانت أعلى القيم في أشهر الصيف و في موقع رأس ابن هاني، و يعود ذلك إلى تزايد النشاط البشري في هذه الفترة من صيد و سياحة و وجود مراكب الصيد والتي تزيد من تراكيز العناصر الثقيلة، إضافة لوجود صرف صحي و زراعي(محمد ، 2007 ; صقر وآخرون، 2008).

تراكيز العناصر الثقيلة في الطحالب أعلى مما هي عليه في المياه ، مما يؤكد قدرة الطحالب على مراكمة هذه العناصر بصورة كبيرة ، وهذا يتعلق بالوسط المحيط وعمر الطحالب والتغيرات الفصلية وماينتج عن النشاطات البشرية (Jothinayagi and Anbazhagan, 2009 ; Yamada, *et al* , 2007 ; Murugaiyan, and Narasimman, 2012).

تمتص الطحالب وبشكل طبيعي العناصر الثقيلة من الوسط المحيط عن طريق الألجينات والمجموعات الوظيفية (الأمينية ، الكربوكسيل، الكبريتات، الفوسفات) التي تساعد على ارتباطها الوثيق ضمن أنسجة الطحالب ، مما يزيد من تراكم هذه العناصر ضمن أنسجتها، ويمكن أن يكون تركيز العناصر الثقيلة في الطحالب أعلى بـ 20000 – 40000 مرة من تركيز هذه العناصر في الماء, وهذا مايفسر التراكيز المرتفعة ضمن الطحالب المدروسة (Żbikowski *et al* , 2007 ; Sadeghi *et al* , 2014).

كما أن تراكيز العناصر الثقيلة عند طحالب النوع *G. lapidescens* أعلى مما هي عند النوع *J. rubens* ، و هذا يعود ربما إلى بنيتها النسيجية التي تجعلها أكثر قدرة على امتصاص المعادن. لذلك تم اعتبار النوع *Galaxaura lapidescens* مؤشر تلوث بالعناصر الثقيلة أكثر من النوع *Jania rubens* في هذه الدراسة .

و كان ترتيب تراكيز العناصر الثقيلة المدروسة في المياه ونوعي الطحالب وفق ما يلي: Zn>Pb>Cu>Cd وهذا ماتوافق مع (Żbikowski *et al* , 2007 ; Allam *et al* , 2016).

مقارنة النتائج مع دراسات أخرى:

يبين الجدول (3) نتائج بعض الدراسات على بعض أنواع الطحالب في حوض البحر الأبيض المتوسط و خارجه.

جدول(3) قيم تراكيز بعض العناصر الثقيلة في بعض أنواع الطحالب (µg/g) ضمن مناطق مختلفة من البحر الأبيض المتوسط و خارجه

مكان الدراسة	نوع الطحالب	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Cd (µg/g)	Zn (µg/g)
Southern Baltic (ŻBIKOWSKI,2007)	*Cladophora sp.*	2.58–7.17	1.41–6.20	–	41.6–94.1
Gulf of Gdanisk (ŻBIKOWSKI,2007)	*Cladophora sp.*	1.10–11.25	1.81–13.20	0.08–0.62	21.7–146.4
Vistula Lagoon (ŻBIKOWSKI,2007)	*Cladophora sp.*	3.81–11.42	2.66–14.55	0.11–0.39	30.0–105
River Vardar, Macedonia (LEVKOV,2002)	*Cladophora glomerata*	7.2–206.5	5.2–891.5	0.94–799.5	23.7–5048
Far West Algerian (ALLAM,2016)	*Corallina officinalis*	0.35±0.1	3.56±0.6	0.37±0.09	4.23±0.57
	Ulva lactuca	0.45±0.1	1.44±0.36	0.15±0.08	2.81±0.54
Saudi Arabia (Al–HOMAIDAN,2011)	*L.glomerata*	13.18–138.28	1.40–9.16	0.15–1.72	14.32–37.98
	E. intestinalis	5.67–79.00	1.02–8.55	0.05–1.48	22.80–91.32
Turkish marine	*C. officinalis*	4.25±0.10	<0.1	<0.02	31.50±0.59

30.17±1.91	<0.02	<0.1	3.16±0.04	*J.rubens*	(TOPCUOGLU,2010)
41.92±2.25	<0.02	<0.1	2.76±0.11	*Corallina. Sp*	
28.72±10.4	0.63±1.2	-	6.16±1.60	*J.rubens*	Egypt (TOPCUOGLU,2010; Abdallah,2008)

تشير نتائجنا إلى أن تركيز عنصر Cu في *J.rubens* (15.5-68µg/g) و في *G. lapidescens* (33.33-98.5µg/g) و تراوح تركيز عنصر Zn عند *J.rubens* (106.83-525.58µg/g) و عند *G. lapidescens* (290-891.67µg/g) ، أما بالنسبة لعنصر Pb فقد تراوحت التراكيز عند *J.rubens* (56.66-312.16µg/g) و عند *G. lapidescens* (89.23-336.5µg/g) و لقد تراوح تركيز عنصر Cd لدى *J.rubens* (0.0323-0.374µg/g) أما عند *G. lapidescens* فتراوح تركيزه (0.02481-0.4891µg/g) بمقارنة هذه النتائج مع نتائج الدراسات في الجدول (3) نجد أن تراكيز العناصر المعدنية مرتفعة في نوعي الطحالب المدروسة مما يدل على قدرتها على مراكمتهاو بالأخص (Zn,Pb,Cu) أكثر من عنصر Cd، كما نجد أن الطحالب من نوع *L.glomerata* أكثر قدرة على مراكمة عنصر Cu من بقية الأنواع الأخرى و*Cladophora glomerata* قادر على مراكمة عنصر Zn أكثر من بقية الطحالب ،و بالتالي يمكن استخدام *J.rubens* و*G. lapidescens* كمؤشر تلوث للمياه البحرية بالعناصر المعدنية(Zn,Pb,Cu,Cd).

الاستناجات و التوصيات:

1- يعد موقع رأس الشمرة نظيفاً نسبياً مقارنة بموقع رأس ابن هاني نظراً لما يتعرض له هذا الأخير من مصادر للتلوث.

2- وجود تغيرات في تراكيز العناصر المدروسة من موقع لآخر و من فصل لآخر.

3- كانت تراكيز كل من العناصر الثقيلة المدروسة (Cu، Zn، Cd، Pb) في موقع رأس ابن هاني أعلى من الموقع الأول. و كانت تراكيز هذه العناصر صيفاً مرتفعة أكثر من الشتاء.

4- - ارتفاع تركيز عنصر Zn في الموقعين المدروسين أكثر من بقية العناصر و ذلك في كل من الماء ونوعي الطحالب المدروسة. و انخفاض تركيز الـ Cd في الموقعين المدروسين أكثر من بقية العناصر في كل من الماء والطحالب.

5- قدرة طحالب الـ *J. rubens* و الـ *G. lapidescens* على مراكمة العناصر الثقيلة ضمن بنيتها النسيجية و منها تصل إلى الكائنات المستهلكة وصولاً إلى الأسماك.

6- تراكيز العناصر الثقيلة في نوع الطحالب *Galaxaura lapidescens* أعلى من تراكيزها في النوع *Jania rubens*، وبناءً على ذلك تم اعتبار النوع *G. lapidescens* مؤشر تلوث بالعناصر الثقيلة أكثر من النوع *J. rubens* في هذه الدراسة .

المراجع:

1. اختيار ،سمر . *دراسة التركيب النوعي والبيوكيميائي للعوالق الحيوانية في مياه رأس ابن هاني* . رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة تشرين ،1999، 162.
2. الحايك ، نصر. *طرق تحليل المياه* . ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر ، 1989، 45-179،50ص .
3. العودات، م . *التلوث وحماية البيئة* ، الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع ، دمشق، 1988، ص123-144 : 248 ص .
4. النسر، أمينه. *دراسة بيئية وتصنيفية للقشريات طرفيات الأرجل Amphipoda ودورها كمؤشرات حيوية على التلوث في المنطقة الشاطئية لمدينة اللاذقية"رسالة دكتوراه في البيئة المائية*. كلية العلوم – جامعة تشرين ،2009، 299 ص .
5. صقر، فائز؛ المصري، محمد سعيد؛ صالح، محمد. *تراكم العناصر الثقيلة النزرة في بعض أنواع القاعيات الحيوانية في شاطئ المحطة الحرارية في بانياس* . مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية- سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد (30)، العدد (5)، 2008، 81-98.
6. عباس ،آصف . *مساهمة في دراسة النباتات البحرية القاعية على شاطئ اللاذقية*. اطروحة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة تشرين،1992، 174 ص
7. عباس،غياث؛وسوف،حسن. *تأثير تداخل المياه البحرية مع النهرية على التراكيز الكلية لبعض العناصر المعدنية و توزعاتها العضوية و اللاعضوية*. مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية- سلسلة العلوم الأساسية، المجلد (30)، العدد (4)، 2008، 71-85.
8. عبدو، أسامة. *دراسة كيميائية لسلوك و توزع بعض العناصر المعدنية في مياه مصبات الأنهارو علاقتها بالملوحة:تطبيق على مصب نهر الكبير الشمالي* .كلية العلوم، جامعة تشرين،76،2008ص.
9. كروم، محمود ؛ محمد ياسين قصاب ؛ غاليا شاغوري . *عملي البيئة الحيوانية*. الطبعة الأولى ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب ، سورية ،1997، 100ص.
10. محمد، عصام. *دراسة تلوث بعض مناطق مياه الشاطئ السوري و بعض الكائنات الحية البحرية ببعض العناصر المعدنية الثقيلة* . مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية – سلسلة العلوم الأساسية، مجلد (29)، العدد (4)، 2007، 61-76
11. مولود، بهرام ؛ السعدي ، حسين؛الأعظمي،حسين. *البيئة والتلوث العملي* . دار الكتب والوثائق ، جامعة بغداد، 1990 .
12. ناشد، فاديا . *دراسة تصنيفية وبيئية لرخويات الماء العذب في بعض الأوساط في شمال سورية باستخدام التقانات الحديثة*، رسالة دكتوراه ، جامعة حلب ، كلية العلوم ، سورية ،1999، 328 ص .
13. Abdallah, A. M. and Abdallah, Aly M. A. Biomonitoring study of heavy metals in biota and sediments in the South Eastern coast of Mediterranean sea, Egypt. Environ Monitoring and Assessment 146,2008,139-145.

14. ALLAM,H.; AOUAR,A.; BENGUEDDA,W.; BETTIOUI, *Use of Sediment and Algae for Biomonitoring the Coast of Honaïne (Far West Algerian).* Open Journal of Ecology,6, 2016, 159-166

15. Al-HOMAIDAN,A.A.; Al-GHANAYEM,A.A; ALKHALIFA,A.H. *Green Algae as Bioindicators of Heavy Metal Pollution in Wadi Hanifah Stream, Riyadh, Saudi Arabia.* International Journal of Water Resources and Arid Environments, 1,1,2011,10-15.

16. APHA (American Public Health Association).*Standard Method For Examination Of Water And Wastewater*, 20thediton, Washington, DC,USA, 1998, 86-91,103-109,112-114,139-146.

17. Al-SAADY,Y,I,I.*Environmental Geochemistry and Mineralogy of Hor AL-Chekka Southern of Al Msharrah River within Missan Governorate.* degree of Master of Science In Geology, College of Science University of Baghdad,1998,252.

18. CHMIELEWSKA,E; MEDVED',J. *Bioaccumulation of Heavy Metals by Green Algae Cladophora glomerata in a Refinery Sewage Lagoon*. CCACAA 74 (1), 2001, 135-145 .

19. CHRISTOPHORIDIS, A.; STAMATIS, N.; ORFANIDIS,S. *Sediment heavy metals of a Mediterranean coastal lagoon: Agiasma, Nestos Delta, Eastern Macedonia (Greece).* Transitional Waters Bulletin.TWB, Transit, Waters Bull, 4,2007, 33-43.

20. FARAGALLAH,H,M; ASKAR,A,I; Okbah,M,A; MOUSTAFA,H,M. *Physico-chemical characteristics of the open Mediterranean sea water far about 60 Km from Damietta harbor, Egypt.* Journal of Ecology and The Natural Environment Vol. 1(5), 2009, 106-119.

21. GOVERNMENT OF INDIA ; GOVERNMENT OF THE NETHERLANDS. *Standard Analytical Procedures for Water Analysis.* CSMRS Building, 4th Floor, Olof Palme Marg, Hauz Khas, New Delhi,*1999.*

22. JOTHINAYAGI, N.; ANBAZHAGAN ,C. *Heavy metal monitoring of Rameswaram coast by some Sargassumspecies*. American- Eurasian Journal of Scientific Research,4,2, 2009, 73-80.

23. KOUSSA, A.A. *Effect of industrial and organic pollution on potential productivity and fish stock of Lake Mariut , Northen Egypt with a predictive study of that effect on the Lake*. faculty of science , Ain Shams university ,Egypte,2000, 203p.

24. LEVKOV,Z. ; KRSTIC,S. *Use of algae for monitoring of heavy metals in the River Vardar, Macedonia.* Mediterranean Marine Science,Vol. 3/1, 2002, 99-112.

25. MANAVI,P.N. *Heavy Metals in Water, Sediment and Macrobenthos in the Interdidal Zone of Hormozgan Province, Iran*. Marine Science,3(2),2013,39-47.

26. MURUGAIYAN, K.; NARASIMMAN,S. *Element composition of Sargassum longifolium and Turbinaria conides from Pamban coast, Tamilnadu*. International Journal of Research in Biological Sciences, 2,4,2012, 137-140.

27. MWASHOTE,B.M. *Levels of Cadmium and Lead in Water, Sediments and Selected Fish Species in Mombasa, Kenya.* Western Indian Ocean J. Mar. Sci. Wiomsa, Vol. 2, No. 1,2003, 25–34.

28. SAEED,S.M. ; SHAKER,I.M. *Assessment of heavy metals Pollution in Water and Sediment and their effect on oreochromis Niloticus in the northern Delta Lakes, Egypt.* 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture ,2008,475-490.

29. SADEGHI,S.A.T.; KAMALI,A.A.; A.M. KABIRIFARD,A.M. *Determination of Heavy Metals in Sargassum angustifolium Marine Alga of South West Coasts of Iran for Using in Animal Nutrition.* Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., India, Vol 3 Spl Issue III, 2014, 261-265.

30. TOPCUOGLU,S.; KILIC,Ö.; BELIVERMIS,M.; ERGUL,H.A.; KALAYCI,G. *Use of marine algae as biological indicator of heavy metal pollution in Turkish marine environment*. J.Black Sea/Mediterranean Environment,Vol.16,1,2010,43-52.

31. YAMADA,M.; YAMAMOTO,K.; USHIHARA,Y. ; KAWAI,H. *Variation in metal concentrations in the brown alga Undariapinnatifida in Osaka Bay, Japan.* Phycological Research55, 2007, 222–230.

32. ŻBIKOWSKI,R .; SZEFER,P. ; LATALA,A. *Comparison of green algae Cladophora sp. and Enteromorpha sp. As potential biomonitors of chemical elements in the southern Baltic.* Science of the Total Environment, 387 ,2007, 320–332.