مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

تقديرتركيز بعض العناصر الثقيلة عند نوعي الطحالب السمراء (*Cystoseira amentacea* , *Sargassum closeup*) في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية

الدكتورة سوزان عبد الله*

الدكتورة أمينة النسر**

(تاريخ الإيداع 22 / 11 / 2018. قبل للنشر في 10 / 3 / 2019)

□ ملخّص □

هدف هذا البحث إلى تقدير تراكيز العناصر الثقيلة (الزنك و النحاس والرصاص والكادميوم) في منطقتين من المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية (رأس الشمرة و رأس ابن هاني)، وعند نوعين من الطحالب (*Cystoseira amentacea* and *Sargassum closeup*) .

أظهرت النتائج تبايناً واضحاً في تراكيز العناصر الثقيلة بين مياه المنطقتين المدروستين، حيث كانت تراكيز كافة العناصر المدروسة أكثر ارتفاعاً في منطقة رأس ابن هاني مقارنة بمنطقة رأس الشمرة، ويعود ذلك لتعرض منطقة 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 بتراكيز العناصر الثقيلة عند النوع *S. closeup* مقارنة بالنوع *C.amentacea* .

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

كلمات مفتاحية : عناصر ثقيلة ، *Cystoseira amentacea* , *Sargassum closeup*، مياه البحر، اللاذقية، سورية.

* **مدرس في الكيمياء . قسم العلوم الأساسية . كلية الزراعة . جامعة تشرين . سوريا.**

** **مدرس في البيئة المائية والتلوث . قسم العلوم الأساسية . كلية الزراعة . جامعة تشرين . سوريا.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

Determination of the concentration of some heavy metal content in two species of phaeophyta algae (*Sargassum closeup, Cystoseira amentacea*) in coastal water of Lattakia city

Dr. Suzan Abdullah*
Dr. Amina Alnesser**

(Received 22 / 11 / 2018. Accepted 10 / 3 /2019)

□ ABSTRACT □

Therefore, this study aimed to estimate the concentrations of heavy metals (Zn, Cu, Pb and Cd) in the water of two areas (Ras Alshamra and Ras Ibn Hani) on the shore of Lattakia City and in two algae species (*Sargassum closeup* and *Cystoseira amentacea*). The results showed a significant difference in the concentrations of heavy metals in the water of the two areas, 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 *S. closeup* than the level in *C. amentacea.* 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 , *Sargassum closeup, Cystoseira amentacea,* 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.**

مقدمة:

تُعَّد الطحالب مكوناً أساسياً في السلسلة الغذائية حيث تشكل مصدر غذائي هام للحيوانات المائية الأكبر و منها الأسماك وصولاً إلى المستهلك النهائي (الإنسان). تعد المعادن الثقيلة من بين أكثر الملوثات خطورة على النظم البيئية المائية بسبب قدرتها العالية على التراكم في الأنسجة الحية و منها أنسجة الطحالب لتصبح سامة كونها غير قابلة للتحلل البيولوجي ، تملك المعادن الثقيلة إمكانية تشكيل مركبات معدنية – عضوية سامة جداً تتراكم في مختلف المستويات من خلال السلسلة الغذائية و يمكن أن تسبب مشاكل صحية للبشر.

(El-Serehy *et al*،2012 ; Sudharsan *et al*،2012)

إن المصادر الرئيسية للتلوث بالمعادن الثقيلة هي: مياه الصرف الزراعية التي تحوي أسمدة و مبيدات حشرية تضاف إلى الوسط المائي بالإضافة إلى الفعاليات الصناعية و التوضعات الرسوبية و التي تحوي كميات مؤذية من الأيونات اللاعضوية و العناصر الثقيلة و أيضاً : النسج ، الدهانات ، البطاريات، صناعة النفط

و الصناعات المعدنية المختلفة (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 عبر سطحها ، أما المرحلة الثانية و هي أبطأ فتدخل العناصر الثقيلة إلى النسج الداخلية للطحالب ، تحتوي النسج الأقدم عادةً مستويات أعلى من هذه العناصر الثقيلة ، تزداد احتمالية وجود هذه العناصر في السلسلة الغذائية للإنسان ، حيث تشكل الطحالب غذاءاً رئيسياً للأسماك كما هو معروف. (Levkov and ،2002 ; Mwashote ،2003Krstic).

يعتمد تراكم العناصر الثقيلة بالنسبة للطحالب على عوامل عديدة من بينها (pH، درجة الحرارة ، الملوحة، و أمواج 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 (الطحالب البحرية) كمؤشر على مستويات العناصر الثقيلة في المياه البحرية على مستوى العالم. و هي بدورها تنقل هذه العناصر عبر السلسلة الغذائية إلى الأسماك ثم الإنسان . الهدف من الدراسة دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للمياه البحرية وتحديد تراكيز العناصر الثقيلة (Cu، Zn، Cd، Pb) في المياه البحرية، و في نوعين من الطحالب البحرية السمراء Phaeophyta (رتبة Fucales) هما: *Cystoseira amentacea* , *Sargassum closeup* في منطقتين من المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية، إحداهما تُعّد نظيفة نسبياً (رأس الشمرة) مقارنةً مع المنطقة الأخرى(رأس ابن هاني). و تم اختيار هذين النوعين من الطحالب البحرية بسبب انتشارهما الواسع في المنطقتين المدروستين على مدار العام (عباس، 1992) الشكل(1).

Sargassum closeup

Cystoseira amentacea

الشكل (1): الطحالب المدروسة

تم قياس بعض العوامل الهيدروفيزيائية و الهيدروكيميائية في المنطقتين المدروستين مثل درجة الحرارة، الـ pH،الملوحة،الأكسجين المنحل،وتقدير الطلب البيولوجي على الأكسجين(Biochemical Oxygen Demand) BOD_5 كمية الأكسجين المستهلكة من قبل المتعضيات الدقيقة في أكسدة المواد العضوية الموجودة في المياه خلال 5 أيام ، و كذلك تحديد بعض الخصائص الكيميائية كتركيز الشوارد NO_3^-، NO_2^-، NH_4^+، PO_4^{3-} في مياه البحر.

طرائق البحث ومواده:

1- مواقع الدراسة:

أجريت الدراسة في منطقتين من المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية وهما : رأس الشمرة و رأس ابن هاني الشكل (2) . تقع منطقة رأس الشمرة شمال اللاذقية و تتميز بقاع صخري وبغناها بالطحالب البحرية و هي معرضة لأمواج و تيارات بحرية قوية نسبياً وهي نظيفة ذات مياه رائقة و شفافة نسبياً، وتقع منطقة رأس ابن هاني على بعد 5 كم من المنطقة الأولى ذات قاع رملي مع بعض الصخور مياهها هادئة نسبياً، قريبة من المطاعم و المقاهي بالإضافة لوجود ساقية تصب بالقرب من هذه المنطقة، وتكثر فيها النشاطات السياحية بالإضافة لوجود عدد من مراكب الصيد، تكون غالباً مياه هذه المنطقة عكرة.

الشكل (2): المناطق 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 من عمق 0.5 م و الطحالب من المنطقتين المذكورتين من شهر حزيران 2014 إلى شهر حزيران 2015 (وبمعدل عينة واحدة كل شهر)، تم قياس كل من درجة الحرارة و تركيز الأكسجين المنحل مباشرة في الحقل و قياس الـ BOD_5 مخبرياً باستخدام جهاز Dissolved Oxygen Meter Mi 605 ، أما الـpH فقد قيست بـ pH Meter Paqualab، و استخدم الجهاز Ponselle g/Kg NaCl لقياس الملوحة، 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^- ، PO_4^{3-} ,NH_4^+ بواسطة جهاز SP-3000 UV-VIS Spectrophotometer من شركة OPTIMA بطريقة المواصفات القياسية الأمريكية (Government of India & Government of Netherlands,1999)و(APHA, 1998) و 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 (Żbikowski *et al*, 2007; Manavi,2013).

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 فيما يلي 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

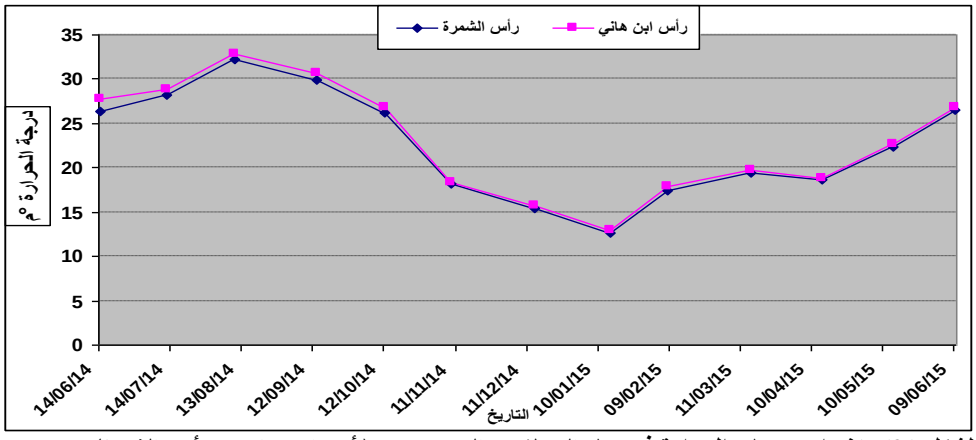
	ترميد	250	5	3
	تحليل	1800	2	0
	تنظيف	1800	2	3

النتائج و المناقشة:

1- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه:

- درجة الحرارة :

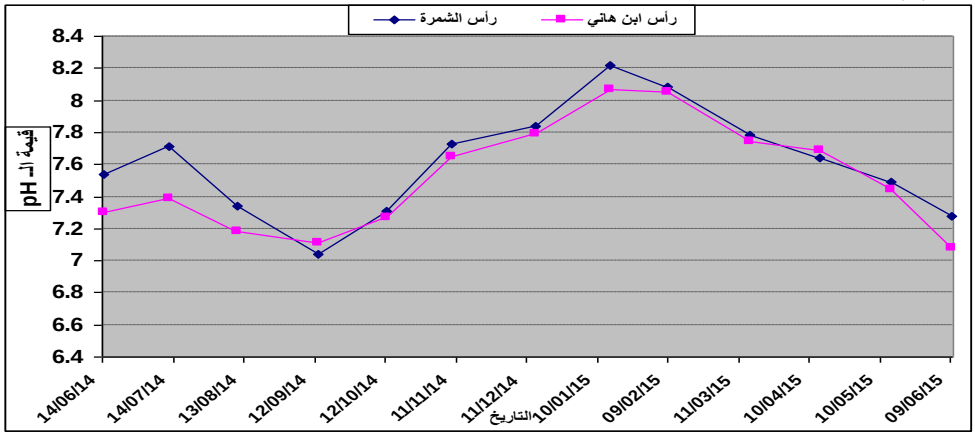
تراوحت درجة الحرارة مابين 12.7 و 32.8 م^0، إذ كانت قيمتها الدنيا شتاءاً في شهر كانون الثاني 2015م في منطقة رأس الشمرة و قيمتها العظمى صيفاً في شهر آب 2014م في منطقة رأس ابن هاني. و هذا يعود إلى طبيعة المناخ في منطقتنا كونه يتمتع بمناخ متوسطي يتميز بشتاء معتدل و صيف حار. و كانت قيم درجات الحرارة في المنطقتين المدروستين متقاربة جداً مع بعض الفروقات البسيطة جداً ، الشكل (3) .



الشكل (3): تغيرات درجات الحرارة في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

- قيم الـ pH:

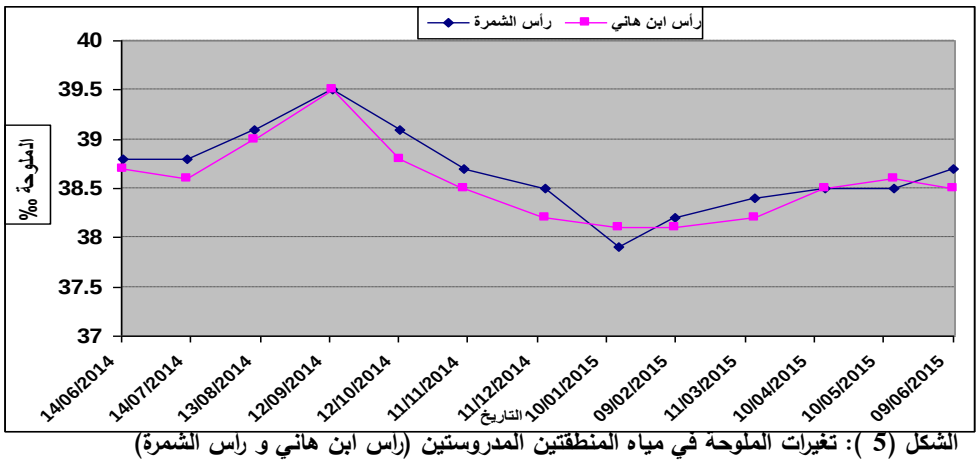
تراوحت قيم الـ pH مابين 7.04 و 8.22 ، إذ كانت قيمتها الدنيا في شهر أيلول 2014 في منطقة رأس الشمرة ، و قيمتها العظمى في شهر كانون الثاني 2015 في منطقة رأس الشمرة . و كانت قيم الـ pH في المنطقتين المدروستين متقاربة جداً مع بعض الفروقات البسيطة لقربهما من بعض و لتشابه الظروف الجغرافية و البيئية. الشكل (4).



الشكل (4): تغيرات قيم الـ pH في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

- الملوحة:

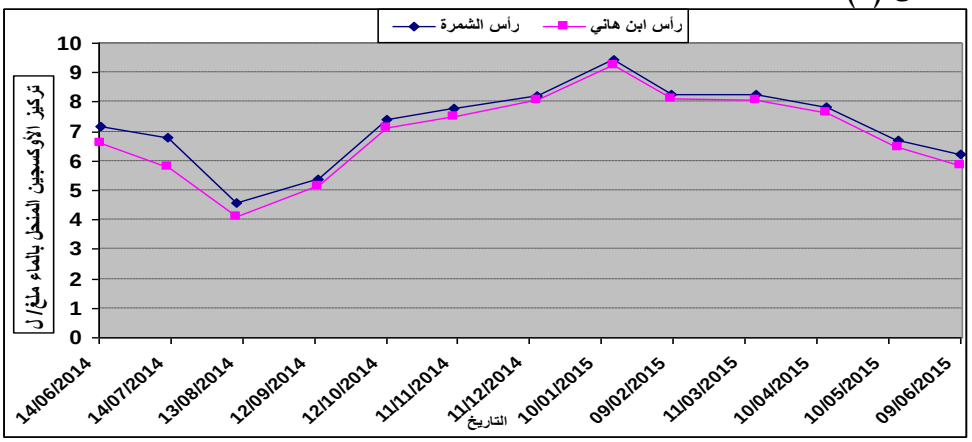
تراوحت الملوحة ما بين 37.9 و 39.5 ‰ ، إذ كانت قيمتها الدنيا في شهر كانون الثاني 2015 في منطقة رأس الشمرة و قيمتها العظمى في شهر أيلول 2014م في المنطقتين الأولى و الثانية . و كانت قيم الملوحة في المنطقتين المدروستين متقاربة جداً مع بعض الفروقات البسيطة لتشابه الظروف البيئية و الجغرافية. الشكل(5).



الشكل (5): تغيرات الملوحة في مياه المنطقتين المدروستين (راس ابن هاني و راس الشمرة)

- تركيز الأكسجين المنحل في الماء :

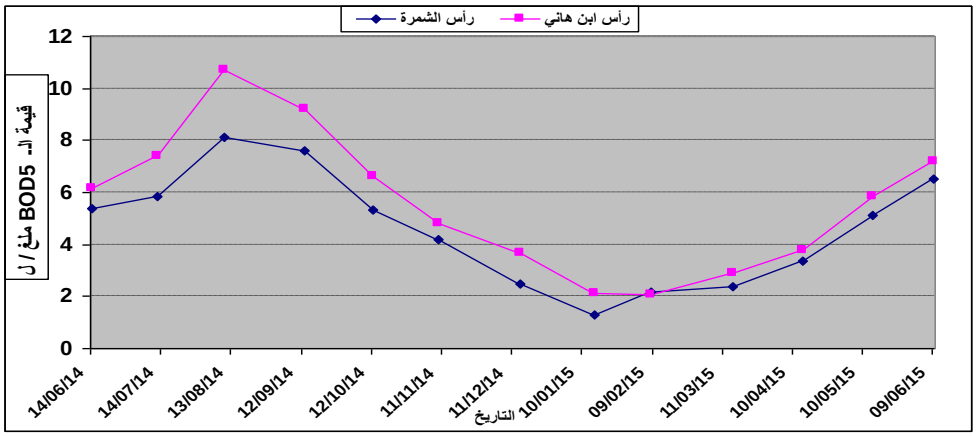
تراوح تركيز الأكسجين المنحل في الماء ما بين 4.09 و 9.42 ملغ/ل إذ كانت القيمة الدنيا صيفاً في شهر آب 2014م في منطقة رأس ابن هاني، و القيمة العظمى شتاءاً في شهر كانون الثاني 2015م في كلتا المنطقتين.و بشكل عام نلحظ انخفاض تركيز الأكسجين المنحل في الماء صيفاً في كلتا المنطقتين مع ارتفاع درجات الحرارة بسبب وفرة الملوثات الناتجة عن النشاطات البشرية المتنوعة (السياحية وعمليات الصيد) وعمليات التحلل و التفسخ التي تحدث للكائنات الميتة 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، 1999؛ ; Kossa,2000 النسر،2009). كما تميزت منطقة رأس ابن هاني بانخفاض تركيز الأكسجين المنحل في الماء أكثر من منطقة رأس الشمرة نتيجة تلوث منطقة رأس ابن هاني أكثر من منطقة رأس الشمرة و تراكم الملوثات فيه و خصوصاً صيفاً، الشكل (6).



الشكل (6) : تغيرات تركيز الأوكسجين المنحل في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

- الطلب البيولوجي على الأوكسجين (BOD_5):

تراوحت قيم الـ BOD_5 ما بين 1.29 و 10.7 ملغ/ل، إذ كانت قيمتها 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 كلتا المنطقتين ، شتاءاً نتيجة انخفاض مستوى 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 تميزت منطقة رأس ابن هاني بقيم BOD_5 مرتفعة أكثر من منطقة رأس الشمرة نظراً لعدم نظافتها نسبياً و لتعرضها لمستوى تلوث أكثر من منطقة رأس الشمرة، الشكل (7)، (العودات، 1988؛ الحايك، 1989؛مولود و زملاؤه، 1990؛ كروم و زملاؤه 1997؛ النسر،2009).

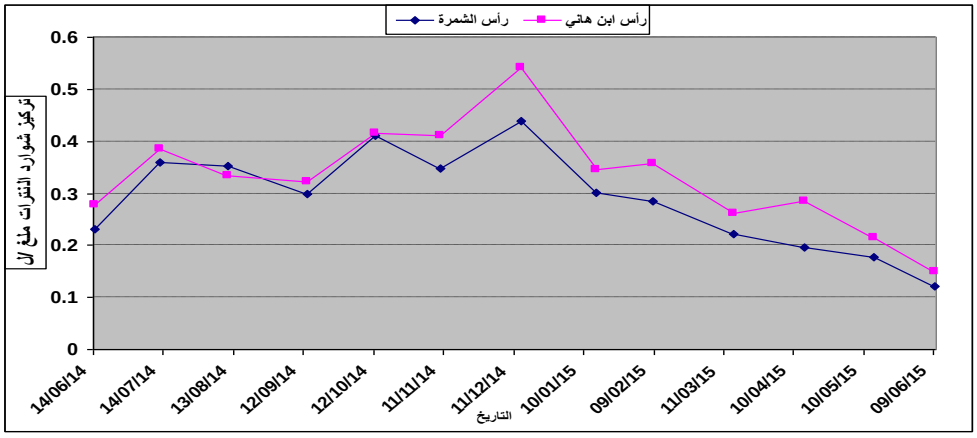


الشكل (7): تغيرات قيم الـ BOD_5 في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

- تركيز شوارد النترات:

تراوحت قيم تراكيز شوارد النترات ما بين 0.122 و 0.544 ملغ/ل، إذ كانت قيمتها الدنيا في شهر حزيران 2015م في منطقة رأس الشمرة و قيمتها العظمى في شهر كانون الأول 2014م في منطقة 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 لاعضوية 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 النترجة Nitrification ، بينما تقوم البكتريا اللاهوائية بتحويل النتريت و النترات إلى غاز النتروجين بعملية نزع النتروجين 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 الإغتناء الغذائي نتيجة عمليات التحلل التي تحدث في البحر و التي تستهلك الأكسجين

و تطلق الأشكال المختزلة للنتروجين من المواد العضوية (Al-saady ،1998)

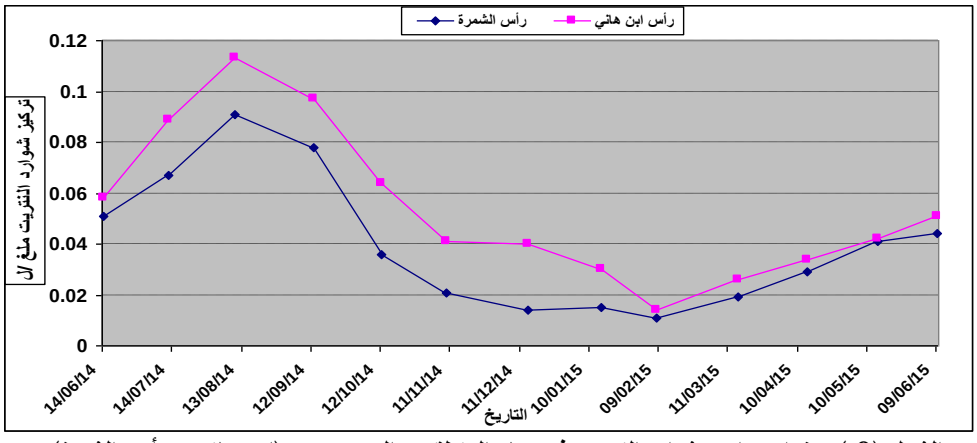


الشكل (8): تغيرات تراكيز شوارد النترات في المياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

- تركيز شوارد النتريت:

تراوحت تراكيز شوارد النتريت ما بين 0.014و0.113 ملغ/ل ، فكانت قيمتها الدنيا في شهر شباط 2015م في منطقة رأس الشمرة و قيمتها العظمى في شهر آب 2014م في منطقة رأس ابن هاني.و بشكل عام كانت تراكيز شوارد النتريت منخفضة شتاءاً، و مرتفعة صيفاً في كلتا المنطقتين نتيجة ارتفاع درجة الحرارة صيفاً

و ازدياد نشاط البكتريا التي ترجع شوارد النترات إلى نتريت و بسبب الإغتناء 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 تميزت منطقة رأس ابن هاني بقيم نتريت مرتفعة نسبياً أكثر من منطقة رأس الشمرة الشكل (9) ، نظراً لتعرض هذه المنطقة لملوثات ناتجة من النشاطات البشرية المختلفة و المياه القادمة من الصرف الصحي و الزراعي الملقاة في تلك المنطقة و كذلك من عمليات الصيد أكثر من منطقة رأس الشمرة (مولود و زملاؤه، 1990؛كروم و زملاؤه، 1997؛النسر، 2009؛ اختيار،1999).

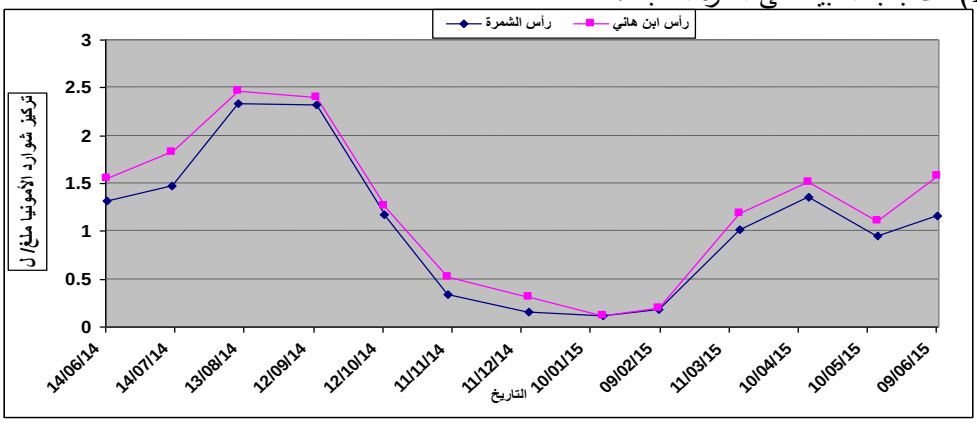


الشكل (9): تغيرات تراكيز شوارد النتريت في مياه المنطقتين المدروستين (ابن هاني و رأس الشمرة)

- تركيز شوارد الأمونيا:

تراوحت تراكيز شوارد الأمونيا ما بين 0.112و2.463 ملغ/ل، فكانت قيمتها الدنيا في شهر كانون الثاني 2015م في منطقة رأس الشمرة، و قيمتها العظمى في شهر آب 2014م في منطقة رأس ابن هاني. و بشكل عام

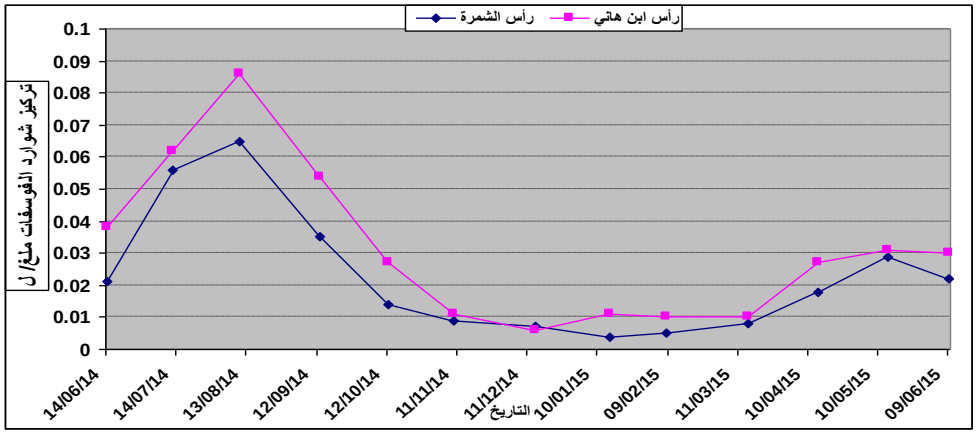
كانت تراكيز شوارد الأمونيا منخفضة شتاءاً و مرتفعة صيفاً في كلتا المنطقتين نتيجة ارتفاع درجة الحرارة صيفاً و زيادة الملوثات. و تميزت منطقة رأس ابن هاني أيضاً بقيم مرتفعة نسبياً لشوارد الأمونيا أكثر من منطقة رأس الشمرة، الشكل (10) للأسباب المبينة في الفقرة السابقة.



الشكل (10): تغيرات تراكيز شوارد الأمونيا في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

- تركيز شوارد الفوسفات:

تراوحت تراكيز شوارد الفوسفات ما بين 0.004و0.086 ملغ/ل، فكانت قيمها الدنيا في شهر كانون الثاني 2015م في منطقة رأس الشمرة، و قيمها العظمى في شهر آب 2014م في منطقة رأس ابن هاني. و بشكل عام كانت تراكيز شوارد الفوسفات منخفضة شتاءاً و مرتفعة صيفاً للأسباب نفسها و كذلك تميزت منطقة رأس ابن هاني بارتفاع قيم شوارد الفوسفات أكثر من منطقة رأس الشمرة، الشكل (11) للأسباب المبينة في فقرة شوارد النتريت .



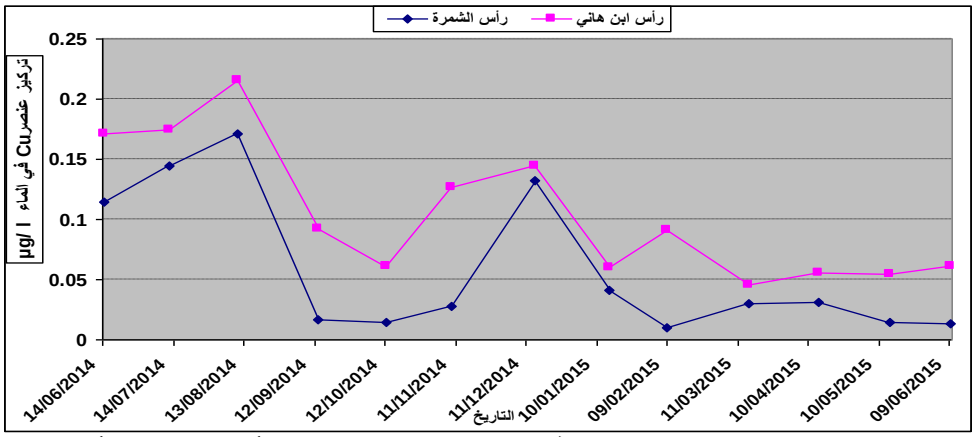
الشكل (11): تغيرات تراكيز شوارد الفوسفات في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

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 منطقة رأس الشمرة بين 0.01 µg/l في شهر شباط من عام 2015 وكانت أعلى قيمة 0.171 µg/l في شهر آب من عام 2014 . وتراوحت هذه القيم في منطقة رأس ابن هاني ما بين 0.046 µg/l في شهر آذار من عام 2015 و 0.216 µg/l في شهر آب من عام 2014م الشكل (12). يوجد عنصر النحاس في مياه البحر نتيجة عمليات الصيانة الدورية لقوارب الصيد إلى جانب استخداماته المتعددة في الدهانات .و لقد تراوحت تراكيزه في دراسة سابقة على شاطئ بانياس بين 0.168 و 1.087 µg/l

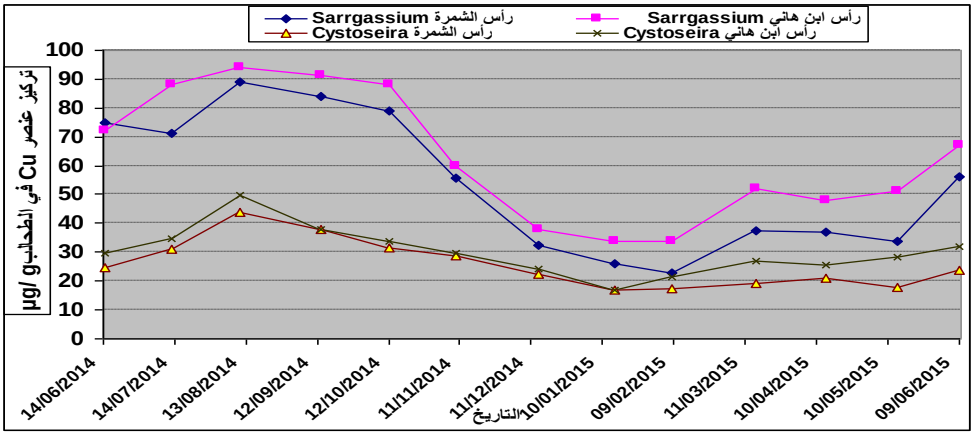
و على ساحل طرطوس بين 0.042 و 0.047µg/l أما على ساحل اللاذقية فتراوحت بين 0.04 و 0.08 µg/l (محمد، 2007) و في دراسة أخرى فتراوح تركيزه على ساحل اللاذقية بين 0.13 و 5.93 µg/l(محمد و آخرون، 2005)



الشكل (12) : تغيرات تراكيز عنصر النحاس في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

ب-الطحالب: تراوحت قيم تراكيز عنصر النحاس في النوع *Cystoseira amentacea* في منطقة رأس الشمرة بين 16.874µg/g في شهر كانون الثاني من عام 2015 و أعلى قيمة كانت 43.653µg/g في شهر آب من عام 2014. أما في منطقة رأس ابن هاني فقد كانت أدنى قيمة 17.121µg/g في شهر كانون الثاني من عام 2015 و أعلى قيمة 49.57µg/g في شهر آب من عام 2014 ، الشكل (13).

وفي النوع *Sargassum closeup* تراوحت قيم تراكيز النحاس في منطقة رأس الشمرة بين 22.983 µg/g في شهر شباط من عام 2015م و 88.832µg/g في شهر آب عام 2014م.أما في منطقة رأس ابن هاني فتراوحت قيمه بين33.753µg/g في شهر كانون الثاني من عام2015م و94.214 µg/g في شهر آب من عام 2014م، الشكل (13).

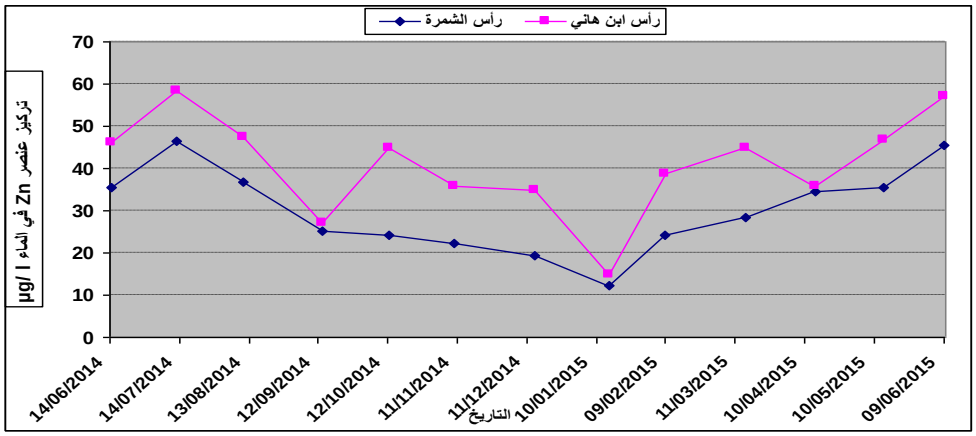


الشكل (13) : تغيرات تراكيز عنصر النحاس في الطحالب.

2-2- عنصر التوتياء Zn:

أ-المياه: تراوحت قيم تراكيز عنصر التوتياء في منطقة رأس الشمرة ما بين 12.4 µg/l في شهر كانون الثاني من عام 2015م و 46.53 µg/l في تموز من عام 2014م . أما في منطقة رأس ابن هاني فقد تراوحت قيمه بين 14.992 µg/l في شهر كانون الثاني عام 2015م و أعلى قيمة 58.345 µg/l في شهر تموز من عام 2014م الشكل (14).

يوجد عنصر التوتياء في مياه البحر نتيجة عمليات الدهان و الصرف الصحي و المبيدات الحشرية و تراوحت قيمه في دراسة سابقة على شاطئ بانياس بين 2.397 و30.27 µg/l و على ساحل طرطوس بين 3.97 و 4.72 µg/l و على ساحل اللاذقية بين 4.20 و 5.10 µg/l (محمد،2007).



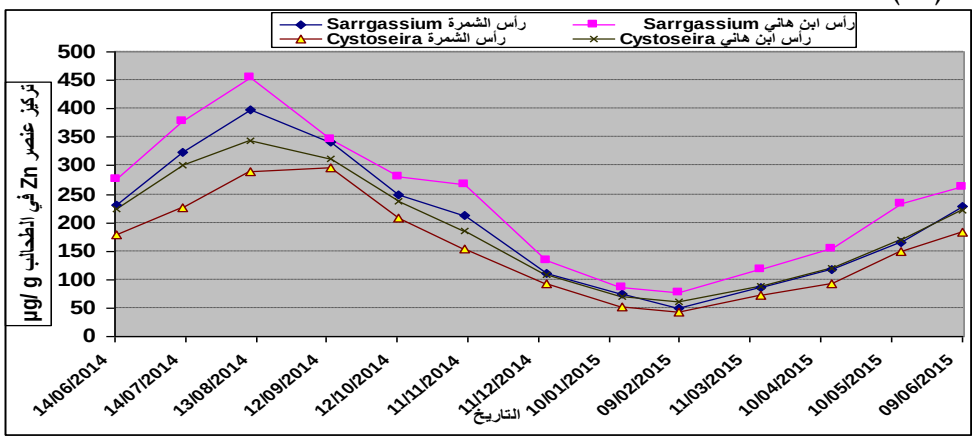
الشكل (14) : تغيرات تراكيز عنصر التوتياء في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

ب- الطحالب: تراوحت قيم تراكيز عنصر التوتياء في النوع *Cystoseira amentacea* في منطقة رأس الشمرة بين µg/g43.711 في شهر شباط من عام 2015م و µg/g296.466 في شهر أيلول من عام 2014م .

و في منطقة رأس ابن هاني كانت أدنى قيمة 61.562 µg/g في شهر شباط من عام 2015م و أعلى قيمة µg/g344.75 في شهر آب عام 2014م، الشكل (15) .

أما بالنسبة للنوع *Sargassum closeup* فتراوحت قيمZn في منطقة رأس الشمرة بين 48.969 µg/g في شهر شباط من عام 2015م و µg/g398.543 في شهر آب من عام 2014م . و كانت أدنى قيمة في منطقة رأس ابن هاني µg/g77.366 من شهر شباط من عام 2015م و أعلى قيمة 455.33 µg/g في شهر آب من عام 2014م ، الشكل (15)

.



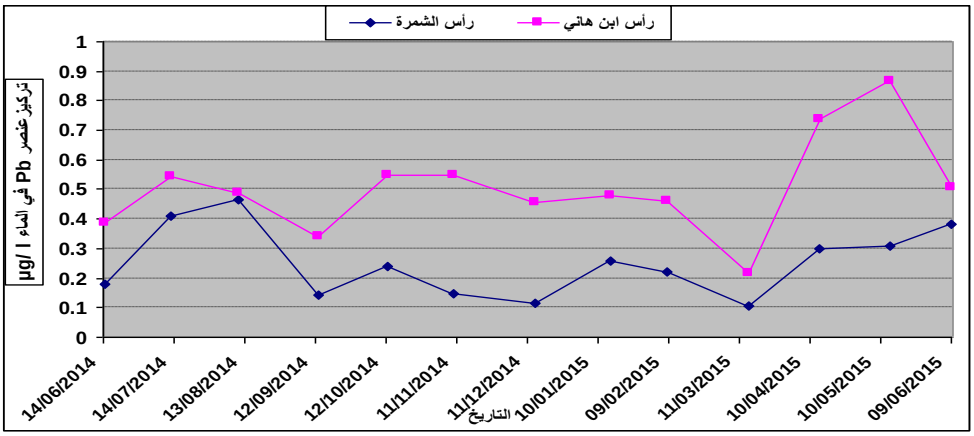
الشكل (15) : تغيرات تراكيز عنصر التوتياء في الطحالب

2-3- عنصر الرصاص Pb:

أ-المياه: تراوحت قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb في منطقة رأس الشمرة بين 0.108 µg/l في شهر آذار عام 2015م و 0.464 µg/l في شهر آب من عام 2014م. أما في منطقة رأس ابن هاني فقد تراوحت قيمه بين 0.215 µg/l في شهر آذار من عام 2015م و 0.867 µg/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 تركيزه على شاطئ بانياس يتراوح بين 0.165 و 3.543 µg/l و على ساحل طرطوس بين 0.1 و 0.106 µg/l و على ساحل اللاذقية بين 0.166 و 0.197 µg/l ، و بينت دراسة أخرى أن تركيزه على ساحل اللاذقية يتراوح بين 0.24 و 1.83 µg/l (محمد و آخرون، 2005)، 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 المتوسط في مصر اختلاف في مستويات تراكيز عنصري الرصاص و النحاس من منطقة لآخر .

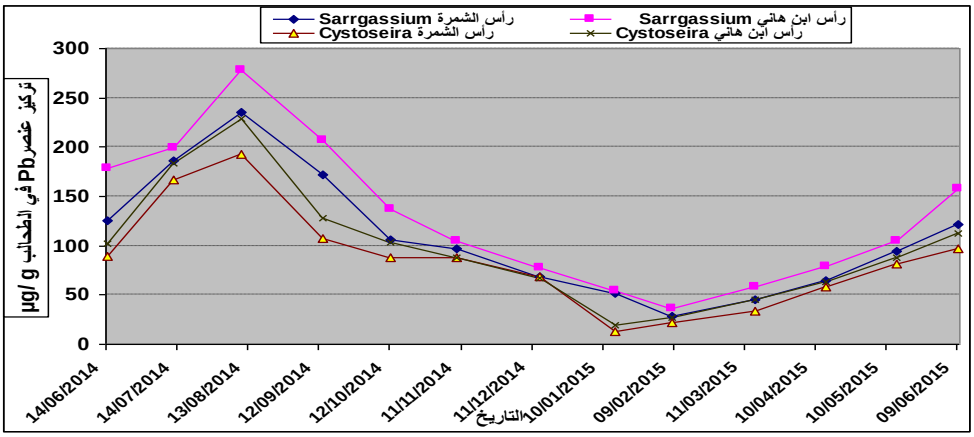
و ربما يعود السبب إلى التشكيلات الجيولوجية في المنطقة و إلى النشاطات البشرية و وجود الصرف الصحي للمنشآت السياحية و وجود صرف زراعي في المنطقة و يعزى وجود عنصر الرصاص بشكل رئيسي إلى احتراق الوقود الناجم عن مراكب الصيد و الذي يحتوي بشكل أساسي رباعي ألكيل الرصاص (مثل تترا – إيتيل الرصاص) و الذي يستخدم كمضاد للإنفجار في و قود الآليات المختلفة و بعض العناصر المعدنية مثل الكادميوم و النحاس و النيكل (Chmielewska,2001).



الشكل (16) : تغيرات تراكيز عنصر الرصاص في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

ب- الطحالب: تراوحت قيم تراكيز عنصر الرصاص Pb في الـ *Cystoseira amentacea* في منطقة رأس الشمرة بين 13µg/g في شهر كانون الثاني من عام 2015م و 192.833µg/g في شهر آب من عام 2014م . وكانت في منطقة رأس ابن هاني أدنى قيمة 19.033 µg/g في شهر كانون الثاني عام 2015م و أعلى قيمة 228.83µg/g في شهر آب 2014م، الشكل (17).

أما بالنسبة للنوع . *Sargassum closeup* فقد تراوحت قيمه في منطقة رأس الشمرة بين 28.944µg/g في شهر شباط 2015م و 234.867µg/g من شهر آب عام 2014م . و في منطقة رأس ابن هاني فقد تراوحت قيمه بين 35.985µg/g في شهر شباط عام 2015م و 277.892µg/g في شهر آب 2014م، الشكل (17).

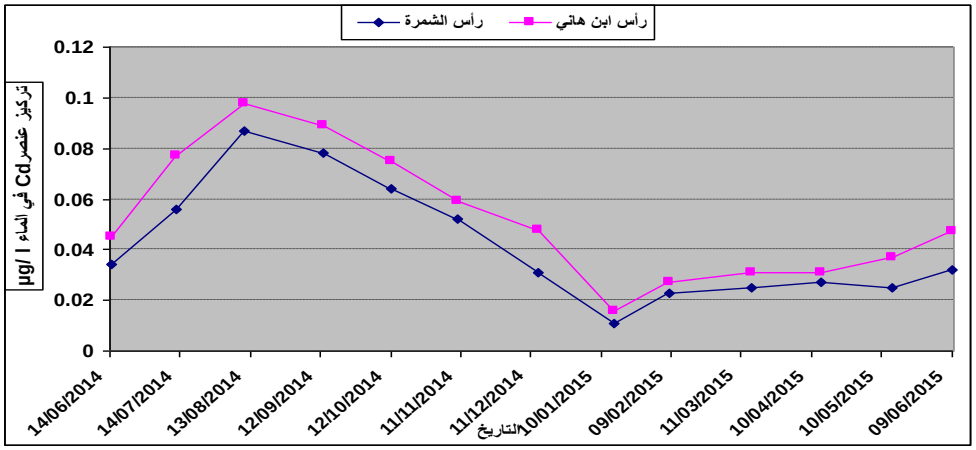


الشكل (17) : تغيرات تراكيز عنصر الرصاص في الطحالب

2-4- عنصر الكادميوم:

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

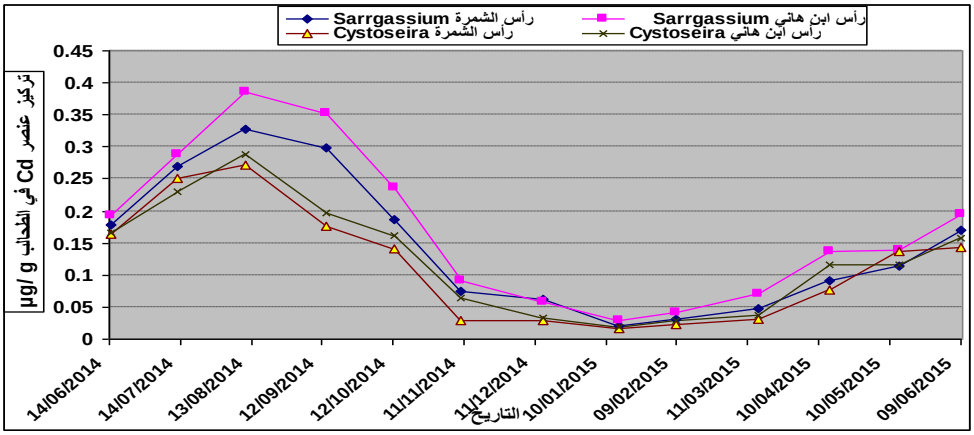
يوجد عنصر الكادميوم في مياه البحر نتيجة الأنشطة البشرية المختلفة(عمليات حرق النفايات، الإطارات، الأخشاب) و إلى أعمال الصيانة للشاليهات و المطاعم و التي تشمل مواد الطرش و الدهانات و احتراق الوقود الناجم عن مراكب الصيد و لقد تراوح تركيزه في دراسة سابقة على شاطئ بانياس بين 0.007 و 0.268 µg/l و على ساحل طرطوس بين 0.025 و 0.030 µg/l و على ساحل اللاذقية بين 0.039 و 0.043 µg/l (محمد،2007)، و في دراسة أخرى تراوح تركيزه على ساحل اللاذقية بين 0.0064 و 0.3508 µg/l (محمد و آخرون، 2005).



الشكل (18) : تغيرات تراكيز عنصر الكادميوم في مياه المنطقتين المدروستين (رأس ابن هاني و رأس الشمرة)

ب- الطحالب: بالنسبة للنوع *Cystoseira amentacea* كانت أدنى قيمة في منطقة رأس الشمرة 0.0161 µg/g في شهر كانون الثاني 2015م وأعلى قيمة0.2715 µg/g في آب 2014م.أما في منطقة رأس ابن هاني تراوحت القيم بين0.018 µg/g في شهر كانون الثاني2015م و0.2884 µg/g في شهر آب2014م،الشكل (19).

بينما تراوحت قيم الـ Cd عند النوع *Sargassum closeup* في منطقة رأس الشمرة بين 0.0216 µg/g في شهر كانون الثاني 2015م و 0.3276 µg/g في شهر آب 2014م . أما في منطقة رأس ابن هاني تراوحت قيمه بين 0.0285 µg/g في شهر كانون الثاني 2015م و0.3852 µg/g في شهر آب 2014م،الشكل (19).



الشكل (19) : تغيرات تراكيز عنصر الكادميوم في الطحالب

النتائج والمناقشة:

توجد العناصر المعدنية في المياه بأشكال مختلفة تشتمل على شوارد حرة مميهة، معقدات معدنية–عضوية 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 رئيساً 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 ارتفاع درجة الحرارة ستزيد 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 المياه 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 منطقة رأس ابن هاني، و يعود ذلك إلى تزايد النشاط البشري في هذه الفترة من صيد و سياحة و وجود مراكب الصيد في هذه المنطقة والتي تزيد من تراكيز العناصر الثقيلة، إضافة لوجود صرف صحي و زراعي(محمد ، 2007 ; صقر وآخرون، 2008).

إن تراكيز العناصر الثقيلة في الطحالب أعلى مما هي عليه في المياه ، مما يؤكد قدرة الطحالب على مراكمة هذه العناصر بصورة كبيرة ،و هذا يتعلق بالوسط المحيط وعمر الطحالب والتغيرات الفصلية ومايُنتج 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، ومن الممكن أن يصبح تركيز العناصر الثقيلة في الطحالب أعلى بـ 20000 – 40000 مرة من تركيزها في الماء, وهذا مايفسر التراكيز المرتفعة ضمن الطحالب المدروسة (Żbikowski *et al* ،2007 ; Sadeghi *et al* ،2014).

تحتوي الطحالب السمراء على حمض ألجيني عبارة عن بوليمير مؤلف من

β-1,4 manuronic acid (M) مترافق مع α−1,4 guluronic acid (G) ، إن النسبة $\frac{M}{G}$ يمكن أن تختلف في الطحالب السمراء باختلاف الظروف البيئية و باختلاف الأنواع ، و يمكن لكلا المركبين أن يراكم المعادن الثقيلة. كما أن جدران خلايا الطحالب السمراء مسامية جداً و نافذة للأيونات الصغيرة ، مما يمكن استخدامها في عمليات الامتصاص. (Viera *et al*,2007; Davis *et al*,2000)

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)،(النسر و عبدالله، 2017)

يبين الجدول (3) مقارنة نتائج الدراسة مع نتائج أخرى لبعض الدراسات على حوض المتوسط و خارجه ، و قد لحظ انخفاض في تراكيز (Pb و Cu) و ارتفاع في تراكيز (Zn و Cd) في المياه البحرية و ارتفاع تراكيز هذه العناصر في أنواع الطحالب المدروسة مقارنة مع الطحالب الأخرى المدروسة في مناطق بعيدة مما يؤكد مقدرة هذه الأنواع على مراكمة العناصر الثقيلة.

جدول(3) قيم تراكيز بعض العناصر الثقيلة في بعض أنواع الطحالب (µg/g) وفي المياه البحرية (µg/l) ضمن مناطق مختلفة من البحر المتوسط و خارجه (النسر و عبدالله،2017؛ محمد،2007)

مكان الدراسة	نوع الطحالب	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Cd (µg/g)	Zn (µg/g)
Southern Baltic	***Cladophora sp.***	2.58–7.17	1.41–6.20	–	41.6–94.1
Gulf of Gdanisk	***Cladophora sp.***	1.10–11.25	1.81–13.20	0.08–0.62	21.7–146.4
Vistula Lagoon	***Cladophora sp.***	3.81–11.42	2.66–14.55	0.11–0.39	30.0–105
River Vardar, Macedonia	***Cladophora glomerata***	7.2–206.5	5.2–891.5	0.94–799.5	23.7–5048

4.23±0.57	0.37±0.09	3.56±0.6	0.35±0.1	***Corallina officinalis***	**Far West Algerian**
2.81±0.54	0.15±0.08	1.44±0.36	0.45±0.1	***Ulva lactuca***	
14.32-37.98	0.15-1.72	1.40-9.16	13.18-138.28	***L.glomerata***	**Saudi Arabia**
22.80-91.32	0.05-1.48	1.02-8.55	5.67-79.00	***E. intestinalis***	
31.50±0.59	<0.02	<0.1	4.25±0.10	***C. officinalis***	**Turkish marine**
30.17±1.91	<0.02	<0.1	3.16±0.04	***J.rubens***	
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**
106.833-525.58	0.032-0.374	56.66-312.2	15.5-68	***J.rubens***	**ساحل اللاذقية**
290-891.67	0.0248-0.4891	89.23-336.5	33.33-98.5	***G.Lapidescens***	
43.71-344.75	0.016-0.288	13-228.83	16.87-49.57	***C.amentacea***	**ساحل اللاذقية الدراسة الحالية**
48.969-455.33	0.0216-0.385	28.94-277.89	22.98-94.21	***S.closeup***	
-	0.51-064	-	3.1-5.3	**شاطئ ويلز الشمالية**	**مياه بحر**
1-8	0.02-0.25	0.02-0.4	0.2-4.0	**مياه بحر مفتوحة**	
3.0-7.8	-	2.4-6.0	2.4-3.3	**خليج جيرا اليونان**	
2.397-30.27	0.007-0.268	0.165-3.543	0.168-1.087	**شاطئ بانياس**	
3.97-4.72	0.025-0.030	0.10-0.109	0.042-0.047	**ساحل طرطوس**	
4.20-5.10	0.039-0.043	0.160-0.197	0.04-0.08	**ساحل اللاذقية**	**مياه بحر**
-	0.0064-0.3508	0.24-1.83	0.13-5.93	**ساحل اللاذقية(محمد و آخرون،2005)**	
12.4-58.345	0.011-0.098	0.108-0.867	0.01-0046	**ساحل اللاذقية(دراسة حالية)**	

الاستنتاجات و التوصيات:

1- تُعد منطقة رأس الشمرة نظيفة نسبياً مقارنة بمنطقة رأس ابن هاني نظراً لما يتعرض له هذا الأخير من مصادر للتلوث.

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

3- كانت تراكيز كل من العناصر الثقيلة المدروسة (Cu، Zn، Cd، Pb) في منطقة رأس ابن هاني أعلى منها في المنطقة الأولى. و كانت تراكيز هذه العناصر صيفاً مرتفعة أكثر منها شتاءاً.

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

5- قدرة طحالب الـ *Cystoseira amentacea* و الـ *Sargassum closeup* على مراكمة العناصر الثقيلة ضمن بنيتها النسيجية ومنها تصل إلى الكائنات المستهلكة وصولاً إلى الأسماك.

6- تراكيز العناصر الثقيلة في نوع الطحالب *Sargassum closeup* أعلى من تراكيزها في النوع *Cystoseira amentacea*، وبناءً على ذلك تم اعتبار النوع *S. closeup* مؤشر تلوث بالعناصر الثقيلة أكثر

من النوع *C.amentacea* في هذه الدراسة .

7- يمكن استخدام الطحالب المدروسة كمؤشر حيوي على التلوث ، كونها قادرة على التكيف مع نسب عالية من التلوث.

8- مراقبة المياه الشاطئية بشكل دوري من قبل الجهات المعنية و إجراء حملات توعية للسياح بضرورة المحافظة على نظافة الشاطئ.

9- مراقبة مناطق الصيد و خاصة تلك التي يتم فيها استخدام مواد متفجرة لصيد الأسماك.

المراجع:

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.

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

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.

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

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.

DAVIS,T.A.; VOLESKY,B.; VIEIRA,H.S.F. *Sargassum seaweed* as *biosorbent for heavy metal*s. Elsevier Science, Vol. 34, No. 17,2000, pp. 4270-4278.

El-SEREHY,H.A;ABOULELA,H.; Al-MISHED,F.;KAISER, M.; Al RASHEID, KH. ; EZZ El-DIN,H.*Heavy metals contamination of a Mediterranean* Coastal Ecosystem, *Eastern Nile Delta, Egypt*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 2012,751-760.

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.

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.*

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

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, 203.

12LEVKOV,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.

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.

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

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.

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.

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, Vol3 Spl Issue III, 2014, 261-265.

SUDHARSAN,S.; SEEDEVI,P.; RAMASAMY,P.;SUBHAPRADHA,N.; VAIRAMANI, S.; SHANMUGAM,A. *Heavy metal accumulation in seaweeds and sea grasses* along *southeast coast of India*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 4(9),2012, 4240-4244.

VIEIRA,D.M. ;DA COSTA,C.A. *Biosorption of lead by the brown seaweed Sargassum filipendula – batch and continuous pilot studies*, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Vol.10 No.3,2007,368-375.

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.

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.

اختيار ،سمر . *دراسة التركيب النوعي والبيوكيميائي للعوالق الحيوانية في مياه رأس ابن هاني* . رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة تشرين ،1999، 162.

الحايك ، نصر. *طرق تحليل المياه* . ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر، 1989، 45-50،179 .

العودات، م . *التلوث وحماية البيئة* ، الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع ، دمشق، 1988، 123- 144: 248 .

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 .

النسر، أمينه؛عبد الله، سوزان. *دراسة تراكم بعض العناصر الثقيلة عند نوعي الطحالب (Galaxaura lapidescens ،Jania) في شاطئ اللاذقية*. مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية– سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد (39)، العدد (4)، 2017.

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.

عباس ،آصف . *مساهمة في دراسة النباتات البحرية القاعية على شاطئ اللاذقية*. اطروحة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة تشرين،1992، 174.

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.

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، 2008، 76.

كروم، محمود ؛ محمد ياسين قصاب ؛ غاليا شاغوري . *عملي البيئة الحيوانية*. الطبعة الأولى ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب ، سورية ،1997، 100.

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.

محمد، عصام؛ حويجة، عماد؛ أغيورلي، أحمد أمير. *مساهمة في دراسة واقع نزر العناصر المعدنية الثقيلة في رسوبيات شاطئ مدينة اللاذقية*،.مجلةجامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية،سلسلة العلوم الأساسية، المجلد(27)، العدد(1)، 2005، 79–100.

مولود، بهرام ؛ السعدي ، حسين؛الأعظمي،حسين. *البيئة والتلوث العملي* . دار الكتب والوثائق ، جامعة بغداد، 1990 .

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 .