Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University-Libya, Vol. 1, No. 17, mar. 2021
Published online in March
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، المجلد الأول، العدد السابع عشر، مارس 2021
Issn :2710- 4141

تركيز بعض المعادن الثقيلة في البطلينوس *Patella caerulea* والقوقع البحري *Osilinus turbinatus* في الشواطئ الصخرية بمصراتة: دراسة مقارنة

د.البشير أحمد الجطلاوي
قسم الأحياء، كلية التربية، جامعة مصراتة

أ.سالمة علي عامر
قسم علوم البيئة، الأكاديمية الليبية، فرع مصراتة

aaljetlawi@gmail.com

الملخص:

لمقارنة تركيز المعادن الثقيلة في البطلينوس *Patella caerulea* والقوقع البحري *Osilinus turbinatus* المتواجدة في الشواطئ الصخرية بمصراتة تم تقدير معدن الحديد (Fe) والرصاص (Pb) والنحاس (Cu) والكادميوم (Cd) والزنك (Zn)، في كل من الأنسجة الرخوة والصدفة في كلا الحيوانين الرخويين. كان تركيز الحديد في أنسجة وصدفة البطلينوس أعلى وكان تركيز النحاس أعلى في أنسجة وصدفة الوقع البحري مقارنة بتركيزه في أنسجة وصدفة نظيره، وكان التباين مهم احصائياً (P-value<0.001) في كلا الحالتين، اما تركيز الزنك فكان متقارب والتباين غير مهم احصائيا. أما تركيز المعادن الثقيلة غير المهمة (Nonessential)؛ الرصاص والكادميوم فقد كان متقارب ولا يوجد تباين بين البطلينوس والقوقع البحري. قد يرجع عدم وجود تباين في تركيز المعادن الثقيلة غير المهمة إلى تشابه الاستراتيجية التطورية التي ينتهجها كلا النوعين لمواجهة التلوث بالمعادن الثقيلة أو إلى انخفاض هذين المعدنين. اتجاه التركيز في كلا الحيوانين البحريين متشابه؛

الكلمات المفتاحية:

المعادن الثقيلة، *Patella caerulea*، *Osilinus turbinatus*، أنسجة رخوة، صدفة، مصراتة

Concentrations of some heavy metals in limpet *Patella caerulea* and marine snail *Osilinus turbinatus* in rocky shore in Misurata Coast, Libya: Comparative Study

Albashir A. Aljetlawi Salma Ali Amer

To compare the concentration of heavy metals in limpet *Patella caerulea* and marine snail *Osilinus turbinatus* we investigated the concentration of Fe,

Pb, Cu, Cd, and Zn in soft tissues and shell in the two gastropods rocky shore of Misurata Coast. The concentration of Fe was significantly higher in the limpet compared with that in the marine snail, while Cu concentration was significantly higher in the marine sail compared with its value in the limpet. The variance in concentration of Zn, Pb, and Cd in the limpet and the marine snail were not significant. The insignificant variance in concentration of nonessential heavy metals (Pb and Cd) between the two species is likely due to the similarity of the evolutionary strategy of the species to face the pollution or due to the low concentration of the nonessential heavy metals.

Keywords

Heavy metals, *Patella caerulea*, *Osilinus turbinatus*, Soft tissue, Shell, Misurata

المقدمة

التباين من مميزات الكائنات الحية، حتى في الأنواع القريبة التي تنشأ من جدّ مشترك واحد وكذلك الأنواع التي تشغل الحيز المكاني نفسه، يرجع التباين على المكونات الوراثية و/أو تأثير الظروف البيئية المحيطة (Futuyma,1986). أظهرت الكثير من الدراسات وجود تباين في تركيز المعادن الثقيلة في الأنسجة الرخوة والصدفة للقواقع البحرية في عدة مناطق من العالم. بعض المعادن الثقيلة وكذلك المواد الدخلية (Xeno) سامة بالنسبة للكائنات الحية حتى بتركيزاتها المنخفضة وعليه تعمل هذه الكائنات على التخلص منها والتعامل معها أو تراكمها في الأنسجة الأقل ضرر للكائن الحي، ومن المواد المستخدمة في التخلص من سمية المعادن الثقيلة بروتين الميتالوثيونين (Metallothionein, MT) (Jakimska *et al*. 2011).

ترجع أهمية دراسات وأبحاث المعادن الثقيلة في القواقع البحرية إلى كون القواقع من بين المؤشرات الحيوية التي يعكس مدى تلوث البيئة المائية التي تقطنها تلك القواقع (Cupta and singh, 2011) لذا تم استخدام الكثير من أنواع القواقع البحرية في برامج مراقبة التلوث العالمية (Global monitoring programs) (Rainbow, *et al*. 2000) حيث تم استخدام أكثر من 88 نوعا من البطلينوس (*Patella* spp) في مراقبة التلوث في عدة مناطق من العالم (Reguera, *et al*. 2018). تنفرد القواقع البحرية بمختلف أنواعها –دون سواها من الحيوانات البحرية الأخرى– بمميزات تجعلها أكثر

استخداما لهذه المهمة ومنها؛ تتواجد بأعداد وفيرة وفي عدة مناطق من العالم، أيضا حجمها وسلوكها يجعلها سهلة الجمع من الحقل وسهلة التربية في المعمل، كذلك تتراكم فيها المواد مثل المعادن الثقيلة والهيدروكربونات بمستويات كافية للتقدير مباشرة دون الحاجة إلى تركيزها، كما أنها تتحمل التراكيز المختلفة من المواد السامة مما يمكنها من البقاء حية حتى في المستويات المرتفعة، إضافة لطبيعة حياتها الساكنة (Sessile) ملتصقة بالصخور وغير مهاجرة مما يجعلها تمثل التلوث في المنطقة التي تعيش فيها، كما أنها تمتاز بفترة عمر طويلة نسبيا مما يمكن من المقارنة بين الفئات العمرية وفئات الحجم المختلفة والسنوات المختلفة أيضا، لموقعها ضمن السلسلة الغذائية، وكذلك يمكن ملاحظة تأثير الجرعات المختلفة على وظائف أعضائها وأنسجتها بسهولة (Philips, 1977; Zhoua, *et al*. 2008). تركيز المعادن الثقيلة في القواقع لا يعتمد على تركيز هذه المعادن في الوسط البيئي فقط، بل هناك الكثير من العوامل التي تؤثر على تراكم المعادن الثقيلة في أنسجة القواقع مثل؛ الحجم والعمر ومعدل النمو والجنس وظروف التكاثر للنوع والموسم والملوحة ووجود ملوثات ومواد أخرى (Cupta and Singh, 2011).

في السنوات الأخيرة (2017–2020) زاد الاهتمام بدراسة بطنيات القدم، القواقع البحرية والبطلينوس، في الشواطئ الصخرية في منطقة المد والجزر في منطقة مصراتة، فتمت دراسة بيولوجية العشيرة في البطلينوس ***Patella caerulea*** في منطقة المد والجزر بالشواطئ الصخرية في الساحل الشمالي لمنطقة مصراتة، ليبيا (الجطلاوي وآخرون، 2017)، والعلاقة بين حجم الجسم وبعض الأبعاد الأخرى في البطلينوس في منطقة المد والجزر بالشواطئ الصخرية في الساحل الشمالي لمنطقة مصراتة (الجطلاوي وآخرون 2018)، التباين الزماني والمكاني في تركيز بعض المعادن الثقيلة في البطلينوس ***Patella caerulea*** في الشواطئ الصخرية بمصراتة (الجطلاوي وعامر، 2019) تركيز بعض المعادن الثقيلة في الانسجة الرخوة والصدفة في القوقع البحري ***Osilinus turbinatus*** في الشواطئ الصخرية بمصراتة (الجطلاوي وآخرون، 2019).

الدراسة الحالية تعد دراسة بيئية مقارنة تهدف إلى بحث تباين تركيز بعض المعادن الثقيلة (الحديد Fe، الرصاص Pb، النحاس Cu، الكادميوم Cd والزنك Zn) في الأنسجة الرخوة والصدفة للبطلينوس ***P. caerulea*** والقوقع البحري ***O. turbinatus*** اللذان يتواجدان معا ملتصقان بالصخور في المنطقة المد والجزر، في شاطئ منطقة مصراتة.

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University-Libya, Vol. 1, No. 17, mar. 2021
Published online in March
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، المجلد الأول، العدد السابع عشر، مارس 2021
Issn :2710- 4141

المواد وطرق العمل

جمع العينات

لمقارنة تركيز بعض المعادن الثقيلة (الحديد؛ Fe، الرصاص؛ Pb، النحاس؛ Cu، الكادميوم؛ Cd، الزنك؛ Zn) في الأنسجة الرخوة (Soft tissues) والصدفة (Shell) في البطلينوس بغطيس البحر (*P. caerulea*) والقوقع البحري قرين الحاج *(O. turbinatus)* في منطقة المد والجزر بالشواطئ الصخرية بمصراتة تم جمع العينات يدويا م، وكانت العينات بأحجام مختلفة لتمثل فئات الحجم المختلفة لكلا النوعين. تم نقل العينات في زجاجات لها غطاء به ثقوب للتهوية، وتحتوي على كمية من المياه أخذت من المنطقة نفسها إلى معمل قسم الأحياء بكلية التربية لتجهيز العينات.

تجهيز العينات

بعد وصول العينات للمعمل، تركت في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة وذلك للإفراغ محتويات القناة الهضمية من الأكل، بعد ذلك تم تجفيف كل عينة بورقة ترشيح وتسجيل القياسات الخارجية لكل عينة (جدول 1)، وتم بعد ذلك فصل الأنسجة الرخوة عن الصدفة، وتم فصل جزء وزنه 1 جم من كل من الأنسجة الرخوة والصدفة لتقدير المعادن الثقيلة ووضعه في أوعية زجاجية منفصلة سعة 30 مل وثم حفظه في الثلاجة لحين البدء في المرحلة اللاحقة.

جدول 1: متوسط قياسات البطلينوس *Patella caerulea* والقوقع البحري *Osilinus turbinatus* في الشواطئ الصخرية بمصراتة (عدد العينات لكل نوع n = 48، المتوسط ± الانحراف المعياري)

القوقع	الوزن (جم)	الطول (سم)	العرض (سم)	وزن الصدفة (جم)	وزن الأنسجة الرخوة (جم)
P. caerulea	**2.67 ± 1.05**	**2.67 ± 0.39**	**2.35 ± 0.97**	**1.52 ± 0.95**	**0.91 ± 0.31**
O. turbinatus	**5.71 ± 2.15**	**2.36 ± 0.41**	**2.12 ± 0.23**	**4.05 ± 1.61**	**1.15 ± 0.45**

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University-Libya, Vol. 1, No. 17, mar. 2021
Published online in March
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، المجلد الأول، العدد السابع عشر، مارس 2021
Issn :2710- 4141

تقدير العناصر الثقيلة

هضم العينة لغرض تقدير المعادن الثقيلة فيها يوضع 1 جم من العينة في كأس سعة 80 مل ثم يضاف اليه 10 مل من حمض النيتريك مركز ويترك لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة، ثم تسخن على صفيحة ساخنة (Hot plate) مع إضافة ماء مقطر تدريجيا للتخلص من حمض النيتريك، ثم ترشح العينات باستخدام ورق ترشيح بقطر 4 µ وتوضع في انبوبة وترسل إلى معمل التحليل المركزي في مصنع الحديد والصلب بمصراتة، الذي تم بواسطة جهاز Atomic Absorption spectrophotometer ITEM No.19102.12 HiTAchi وذلك حسب ما ذكر الجطلاوي وعامر (2019).

التحليل الاحصائي

للمقارنة بين تركيز المعادن الثقيلة في البطلينوس والقوقع البحري تم استخدام اختبار Multivariate test، وذلك باستخدام برنامج SPSS v20. لرسم الأشكال البيانية تم استخدام برنامج Microsoft Excel 2010

النتائج

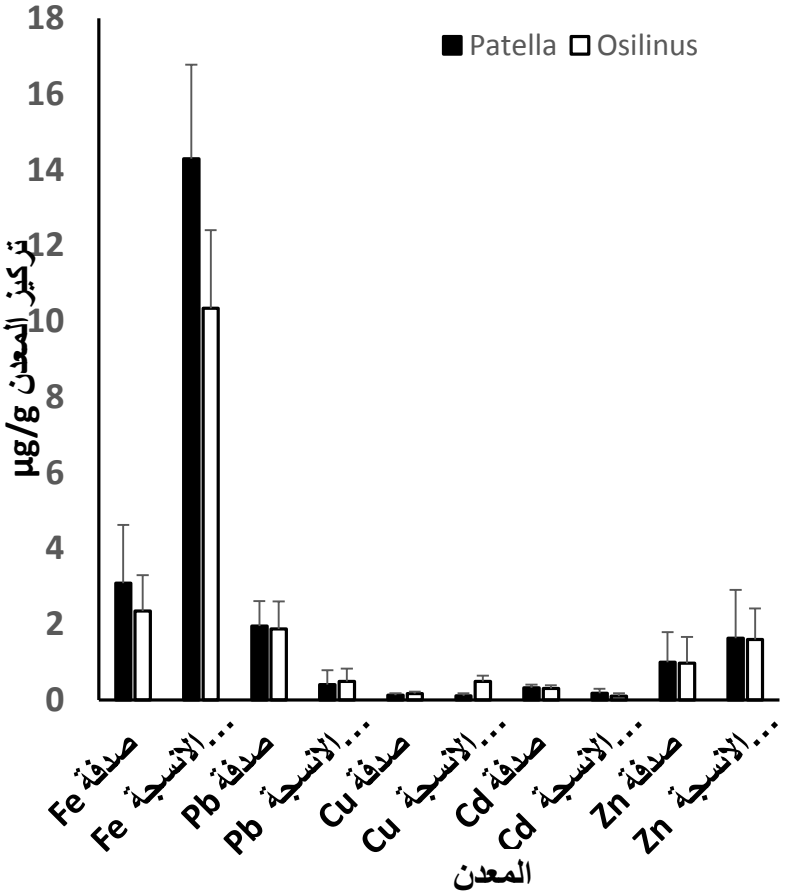
بالنسبة للمعادن الثقيلة المهمة (Essential)؛ لوحظ أن تركيز معدن الحديد في الصدفة والانسجة الرخوة للبطلينوس *P. caerulea* كان أعلى مقارنة بنظيرها في القوقع البحري *O. turbinatus*، وكان التباين بينهما مهم احصائيا ($P < 0.001$)، وعلى العكس كان تركيز معدن النحاس أعلى في القوقع البحري *O. turbinatus* مقارنة بنظيره في البطلينوس *P. caerulea* وكان التباين أيضا مهم احصائيا ($P < 0.001$)، (جدول 2، شكل 1)، بينما كان تركيز الزنك متقارب في كلا القوقعين في كل من الأنسجة الرخوة والصدفة ولا يكاد يوجد تباين ($P > 0.05$). أما فيما يتعلق بتركيز المعادن الثقيلة غير المهمة (Nonessential)؛ الرصاص والكادميوم فقد كان متقاربة في كل من الصدفة والأنسجة الرخوة في كلا النوعين، والتباين غير مهم احصائيا. اتجاه التركيز في البطلينوس هو الحديد>الزنك>الرصاص>النحاس>الكادميوم بينما في القوقع البحري كان الحديد>الزنك>الرصاص>الكادميوم>النحاس

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University-Libya, Vol. 1, No. 17, mar. 2021
Published online in March
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، المجلد الأول، العدد السابع عشر، مارس 2021
Issn :2710- 4141

جدول 2: تركيز المعادن الثقيلة (الحديد، الرصاص، النحاس، الكادميوم، الزنك) (µg/g) في الأنسجة الرخوة وصدفة في كل من البطلينوس *Patella caerulea* والقوقع البحري *Osilinus turbinatus* في الشواطئ الصخرية بمصراتة (عدد العينات لكل نوع n = 48، المتوسط ± الانحراف المعياري)

العضو	الحديد		الرصاص		النحاس		الكادميوم		الزنك	
	P. caerulea	*O. turbinatus*	*P. caerulea*	*O. turbinatus*	*P. caerulea*	*O. turbinatus*	*P. caerulea*	*O. turbinatus*	*P. caerulea*	*O. turbinatus*
أنسجة رخوة	14.28 ± 2.48	10.34 ± 2.05	0.41 ± 0.37	0.49 ± 0.33	0.11 ± 0.06	0.49 ± 0.15	0.18 ± 0.11	0.11 ± 0.07	1.63 ± 1.28	1.63 ± 0.81
الصدفة	3.08 ± 1.5	2.34 ± 0.94	1.95 ± 0.66	1.87 ± 0.73	0.13 ± 0.05	0.30 ± 0.08	0.32 ± 0.08	0.30 ± 0.08	1.00 ± 0.71	0.93 ± 0.69
مجموع	8.26 ± 1.99	6.34 ± 1.50	1.18 ± 0.52	1.18 ± 0.53	0.12 ± 0.05	0.40 ± 0.12	0.25 ± 0.10	0.21 ± 0.08	1.32 ± 0.99	1.28 ± 0.75

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University-Libya, Vol. 1, No. 17, mar. 2021
Published online in March
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، المجلد الأول، العدد السابع عشر، مارس 2021
Issn :2710- 4141



شكل 1: تركيز المعادن الثقيلة (µg/g) في أحشاء (الأنسجة الرخوة) وصدفة كل من البطلينوس *Patella caerulea* والقوقع البحري *Osilinus turbinatus* في الشواطئ الصخرية بمصراتة (عدد العينات n = 48، أعمدة الخطأ القياسي= الانحراف المعياري)

المناقشة

في هذه الدراسة كان تركيز الحديد في الأنسجة الرخوة وصدفة البطلينوس أعلى من نظيره في القوقع البحري بينما كان تركيز النحاس أعلى في القوقع، أما تركيز الزنك فقد كان متقارب، بالنسبة المعادن الثقيلة غير المهمة، الرصاص والكادميوم، فإن التباين البطلينوس والقوقع فقد كان غير مهم احصائيا. المعادن الثقيلة المهمة كانتا أعلى من تركيز المعادن غير المهمة في كلا القوقعين. كان تباين في اتجاه تركيز المعادن في كلا القوقعين متقارب.

المعادن الثقيلة المهمة

كان تركيز الحديد في البطلينوس أعلى من نظيره في القوقع البحري، بما أن الحديد يرتبط بالصبغة التنفسية الهيموجلوبين (Hemoglobin) وهي المسؤولة عن نقل الاكسجين في الدم، فهذا ربما يشير إلى أن البطلينوس يستهلك كميات أكبر من الأكسجين من القوقع البحري وعليه يكون معدل أيض أعلى. تركيز الحديد الأنسجة الرخوة كان أعلى من تركيزه في الصدفة في كلا النوعين وذلك لوجود الدم بكميات أكبر في الأنسجة الرخوة مقارنة بوجوده في الصدفة. تركيز المعادن الثقيلة المهمة (النحاس والزنك) مرتبط عادة بمعدل الأيض (Metabolic rate)، وتركيز النحاس كان منخفضا مقارنة بالحديد والزنك، تركيز النحاس المرتفع مرتبط عادة بوجود وهذا يشير إلى عدم وجود صبغة الهيموسيانين (Haemocyanin) في دم القوقع (Boucetta, et al. 2019)، وهذا ربما يشير الى وجود هذه الصبغة في القوقع *O. turbinatus* أكثر من البطلينوس *P. caerulea*، وذلك لتعويض النقص في كمية الحديد. رغم التباين في القيم تتوافق نتائج هذه الدراسة مع النتائج التي توصلت لها Bordbar et al. (2015) عن تركيز المعادن الثقيلة (حديد، زنك، نحاس) في هذين النوعين من الرخويات في خليج Larymna bay باليونان حيث كان تركيز الحديد في البطلينوس أعلى من نظيره في القوقع بينما كان العكس بالنسبة للنحاس حيث كان تركيزه أعلى في القوقع مقارنة بنظيره في البطلينوس. في هذه الدراسة كان تركيز الزنك يميل الى الارتفاع في البطلينوس مقارنة بالقوقع البحري إلا أن التباين لم يكم مهم احصائيا، بينما نتائج Bordbar et al. (2015) تشير الى ارتفاع تركيز الزنك في البطلينوس مقارنة بالقوقع.

المعادن الثقيلة غير المهمة

في هذه الدراسة كان تركيز الرصاص والكادميوم أقل من تركيز الحديد والزنك ومتقارب مع تركيز النحاس في كلا النوعين. وكان التباين في تركيز المعدنين في كلا من النوعين غير مهم احصائيا. ربما يرجع انعدام التباين بين النوعين الى تدني تركيز المعادن الثقيلة غير المهمة في القوقعين أو ربما الى وجود النوعين في نفس الظروف البيئية فأدى الى تشابه استجابتهما لتركيز هذه المعادن. لم يتم العثور على دراسة تتناول تركيز الرصاص والكادميوم في القوقع البحري والبطلينوس. الدراسات التي تناولت تركيز الرصاص والكادميوم منفصلة والقوقع البحري والبطلينوس منفصلة فقد كانت نتائجها متباينة ولا جدوى من مقارنها وذلك لإجرائها في مناطق وظروف وطرق دراسة مختلفة.

تثير هذه الدراسة الكثير من الأسئلة وتفتح المجال أمام دراسات مستقبلية حول العديد من النقاط المتعلقة بالمعادن الثقيلة وأنواع القواقع البحرية؛ ما إذا كان التباين في تركيز الحديد في كلا النوع يرجع إلى التباين في كمية الاكسجين المستهلك ومعدل الأيض وما إذا كان ارتفاع تركيز النحاس في القوقع البحري يرجع الى تعويض النقص في تركيز الحديد في دم القوقع وكذلك وجود صبغة هيموسيانين في النوعين. أشارت نتائج هذه الدراسة الى ارتفاع ملحوظ في تركيز رصاص في كلا النوعين وخصوصا في الصدفة، وهذا يحتاج إلى المزيد من الدراسة لمعرفة الأسباب، ومنها دراسة تركيز هذه المعادن في مصادر غذاء هذين النوعين وفي غيرها من الأنواع الأخرى، وأسباب عدم وجود التباين في تركيز الرصاص والكادميوم وهل له علاقة بتركيز هذين المعدنين في الوسط البيئي وهل يرجع إلى طريق التكيف المتشابهة التي انتهجها كلا النوعين، إذا كان الامر كذلك فهذا يزيد من شدة التنافس بين النوعين.

الشكر

نشكر د. خديجة المصراتية رئيس قسم الاحياء على المساعدة في انجاز هذا العمل

المراجع

الجطلاوي، البشير أحمد، أبو رويلة، عفاف يونس، عامر، سالمة علي (2020) تركيز بعض المعادن الثقيلة في الانسجة الرخوة والصدفة في القوقع البحري *Osilinus turbinatus* في الشواطئ الصخرية بمصراتة، المجلة العلمية لكلية التربية، 15:148-164

الجطلاوي، البشير أحمد، عامر، سالمة علي (2019) التباين الزماني والمكاني في تركيز بعض المعادن الثقيلة في البطلينوس *Patella caerulea* في الشواطئ الصخرية بمصراتة، المجلة العلمية لكلية التربية، 13:222-238

الجطلاوي، البشير أحمد، الرعيض، فاطمة مُحَمَّد، أبو كردوغة، ابراهيم مُحَمَّد، شعيب، منال رمضان، الدنفور، أسماء مُحَمَّد (2018) العلاقة بين حجم الجسم وبعض الأبعاد الأخرى في البطلينوس في منطقة المد والجزر بالشواطئ الصخرية في الساحل الشمالي لمنطقة مصراتة، المجلة العلمية لكلية التربية، 10: 332-339

الجطلاوي، البشير أحمد، الدنفور، أسماء مُحَمَّد، أبو كردوغة، ابراهيم مُحَمَّد (2017) بيولوجية العشيرة في البطلينوس *Patella caerulea* في منطقة المد والجزر بالشواطئ الصخرية في الساحل الشمالي لمنطقة مصراتة، ليبيا، المجلة العلمية لكلية التربية، 7:370-392

المراجع الأجنبية:

Boening, D. W. (1997) An evaluation of bivalves as biomonitors of heavy metals pollution in marine waters. Environ Monit Assess, 55:459–470.

Bordbar, L., Dassenakis, M., Catsiki, V. A. & Megalofonou, P. (2015). Influence of a Ferronickel Smelting Plant Activity on the Coastal Zone through Investigation of Metal Bioaccumulation on Two Gastropod Species (*Patella caerulea* and *Phorcus turbinatus*), J. Environ Anal Toxicol, *S7:1-9*

Boucetta, S., Benchalel, W., Ferroudj, S., Bouslama, Z., Elmsellem, H., (2019) Trace metal Biomonitoring of algae (*Ulva lactuca*), and Mollusks (*Patella caerulea* ; *Stramonita*

haemastoma ; *Phorcus turbinatus*) along the Eastern-Algerian coast. Moroccan Journal of Chemistry, 7(3):444-459

Boyden, C. R. (1974) Trace element content and body size in molluscs. Nat, 251:311–314.

Cupta, S. K., Singh, J. (2011) Evaluation of molluscs as sensitive indicator of heavy metal pollution in aquatic system: A review, The IIOAB Journal, 2(1):49-57

Futuyma, D., (1986) Evolutionary biology, Sinauer Associates, INC. Publishers, Sunderland

Jakimska, A., Konieczka, P. Skora, K., Namiesnik, J. (2011) Bioaccumulation of metals in tissues of marine animals, Part I: the role and impact of heavy metals on organisms, Pol. J. Environ. Stud., 20(5):1117-1125

Hendozko, E., Szefer, P., Warzocha, J. (2010) Heavy metals in *Macoma balthica* and extratable metals in sediments from the southern Baltic Sea, Eco tox Environ saf, 73:152-163

Philips, D. J. H. (1977) The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments, a review. Environ Poll, 13:281–317.

Rainbow, P. S., Wolowicz, M., Fialkowski, W., Smith, B. D., Sokolowski, A. (2000) Biomonitoring of trace metals in the gulf of gdansk, using mussels (*Mytilus trossulus*) and barnacles (*Balanus improvisus*). Wat Res, 34:1823–1829.

Reguera, P., Couceiro, L., Fernandez, N. (2018) A review of the empirical literatures on the use of limpets *Patella* spp. (Molluscs: gastropoda) as bioindicators of environmental quality, Ecotoxicol. Saf., 148:593-600

Romeo M, Sidoumou Z, Gnassia-Barelli M. (2000) Heavy metals in various molluscs from the Mauritanian coast. Bull Environ Contam Toxicol, 65:269–276.

Salman, J. M., Hughes, A. R., Almamoori, A. M. J. (2014) Seasonal variations of heavy metals in water and two species of Molluscs in AL hilla River, Iraq, International Journal of Geology, Earth & Environmental sciences, 4(2):16-24

Williamson P. (1980) Variables affecting body burdens of lead, zinc and cadmium in a roadside population of snail *Cepaca hortinsis*. Mull Oecol, 44:213–220.

Zhoua, Q., Zhanga, J., Fua, J., Shia, J., Jiang, G. (2008) Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. Ana Chim Acta, 606:135–150.