تقييم تلوث المعادن الثقيلة في الأنسجة الرخوة لبعض أنواع ذوات المصراعين في سواحل عدن – اليمن

عرفات ثابت عامر[1*]، عبد الحكيم محمد العلوي[2]، فاطمة شديوة[3]، عبد الرحمن بن يحيى[3] ونبيل الشوافي[3]

[1، 2]قسم الأحياء - كلية التربية - ردفان، جامعة عدن، اليمن
[3]قسم علم الأحياء كلية العلوم، جامعة صنعاء، اليمن
[3]قسم الصيدلة - كلية الصيدلة - جامعة عدن، اليمن
[3]قسم علوم الأرض والعلوم البيئية ، كلية العلوم، جامعة صنعاء، اليمن
البريد الالكتروني arafatamer@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.47372/uajnas.2019.n1.a06

الملخص

تعد سواحل عدن من أهم السواحل اليمنية في اصطياد الأسماك وتصديرها والرخويات والمنتجات البحرية الأخرى إلى محافظات الجمهورية. إنَّ تلوث هذه السواحل وما يعقبه من أثر سلبي مباشر أو غير مباشر على الحياة المائية والبيئة البحرية سينعكس على الإنسان من خلال التغذية على الكائنات الملوثة بالمعادن الثقيلة أو عبر السلسلة الغذائية. تم اختيار أربعة مواقع في منطقة عدن الساحلية تشتهر باصطياد الأسماك والرخويات وذلك لأخذ عينات من سواحلها وهي جزيرة صيرة، جزيرة العمال، الحسوة ، فقم. تم جمع العينات (*Perna perna , Saccostrea cucullata Barbatia decussata*). في فصلي الشتاء والصيف لنفس السنة وتم حساب متوسط تركيز المعادن في الفصلين. أظهرت النتائج أن مدى تركيز المعادن الثقيلة كانت على النحو الآتي:
الكادميوم 0.98- 11.05، الكروم 2.9 - 18.05 ، النحاس 10.7- 296.05 ، الحديد 106.75- 688.55 ، المنجنيز 6.19 - 30.11 ، الزنك 78.7 - 741.5 ميكروجرام / جرام. عند مقارنة تركيز المعادن الثقيلة في الرخويات مع معايير منظمة الصحة العالمية وجد ن تركيز الكادميوم ، الحديد، المنجنيز، الزنك، كانت اعلى من الحد المسموح فيه. كان ترتيب المعادن الثقيلة بناءً على قيمة التركيز في أنسجة الرخويات كالآتي:

Fe> Zn > Cu > Mn > Cr > Cd

في حين أنَّ ترتيب المعادن الثقيلة بناءً على نسبة التراكم في أنسجة الرخويات كالآتي:

Zn> Cu> Cd > Cr > Fe > Mn

الكلمات المفتاحية : المعادن الثقيلة، التراكم الحيوي ، ذوات المصراعين ، سواحل عدن.

المقدمة:

تعرف المعادن الثقيلة بأنَها تلك العناصر الذي تكون كثافتها أعلى من 5 غرام/ سم3 وغالبا ما يطلق اسم المعادن الثقيلة السامة على عناصر كالكادميوم(Cd)، الرصاص (Pb)،النحاس(Cu)، الزنك (Zn)،الحديد (Fe)،النيكل(Ni)، الكروم (Cr)،الكوبالت(Co)، المنجنيز(Mn) ([6,2,36]). تكتسب المعادن الثقيلة أهميتها نظراً لاستخدامها الواسع في الصناعة والزراعة. لذا، فإنّ تحديد تركيزها في الهواء والماء والتربة يعد ضرورياً جداً على الرغم من إنَّ بعض هذه العناصر تحتاجه الكائنات الحية بنسب بسيطة ومتفاوتة، لكن وجودها بأنسجة الكائن تسبب خطرا على حياته ([4]). إن جسم الإنسان في حالته الصحية يمكن أن يحتوي على بعض المواد السامة مثل الرصاص وبعض العناصر الثقيلة الأخرى كالكادميوم، التي تتراكم في جسمه نتيجة تناول الأطعمة المختلفة واستنشاق الهواء الملوثين بالمواد السامة ، ويعد الأطفال أكثر عرضه للتسمم بالمعادن الثقيلة ([10]). تنتقل المعادن الثقيلة إلى الإنسان من خلال الغذاء الهواء ، الماء ([34])، أو من خلال الامتصاص عبر الجلد عند قيام الشخص بالأعمال الزراعية في الترب الملوثة أو بأعمال التصنيع لبعض المعادن ([29]). وتمثل المعادن الثقيلة خطورة على الكائنات الحية نظراً لقابلية هذه المعادن للتراكم داخل أجسام الكائنات الحية، مما يؤدى تعطيل كثير من الوظائف الحيوية ، تتواجد المعادن الثقيلة في الطبيعة حيث تنطلق من خلال الدورات

البيوجيوكيميائية إلي البيئة ولكن التراكيز التي تتواجد فيها لا تؤثر على الكائنات الحية، غيرأنَّ التراكيز العالية تمثل خطورة على الكائنات الحية إذ تتواجد في البيئة بفعل أنشطة الإنسان ([27]) وتشمل النفايات السائلة الصناعية والمنزلية ومصافي النفط والتنمية الساحلية وكذلك العديد من الأنشطة البشرية المتنوعة مثل وسائل الاصطياد الحديثة ، مما يهدد الأنظمة البيئية البحرية والساحلية للمنطقة .وهذه على الأرجح أحد الآثار المحتملة لارتفاع مستويات المعادن الثقيلة.

مواد و طرق البحث:

فصلت الأجزاء الرخوة وغُسِلت بالماء المقطر و جُفِفت في الفرن على درجة حرارة 80 درجة حتى ثبات الوزن، ثم طحنت الأنسجة الجافة بالهاون ونخلت بنخل 1 ملم . طريقة هضم الرخويات وفقاً ([3,24])، تم أخذ 1 جرام من العينة الجافة المطحونة ، وأضيف اليه 10 ملي من حمض النتريك المركز HNO_3 ، وسخن مدة ساعة على درجة 99 مئوية ، ثم أُضِيف 2 ملي من فوق اكسيد الهدروجين H_2O_2 وسخن مره أخرى إلى درجة حرارة 80 مئوية لمدة نصف ساعة. تم هضم الرواسب وفقاً ([25,11]) وزن 1 جرام من العينة الجافة وأضيف اليه 10 ملي من حمض الهيدروكلوريك وحمض النتريك بنسبة 3 :1 .(3: 1) $HCI\ and\ HNO_3$، تركت العينات إلى اليوم التالي ثم سخنت لمدة ساعة ثمُ رشِحت العينات واكملت بالماء المقطر الى 50 ملليتر. تم قراءة تركيز العناصر الثقيلة (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn) باستخدام جهاز الطيف الذري AAS موديل (Vario 6).

لتقدير التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في الرخويات تم استخدام المعادلة 1

$$\text{Bioaccumulation factor (BAF)} = C_x / C_s \quad \ldots\ldots 1$$

حيث C_x يمثل متوسط تركيز العنصر في الكائن الحي ، C_s تمثل متوسط تركيز العنصر في الرواسب وفقاً ([35]).

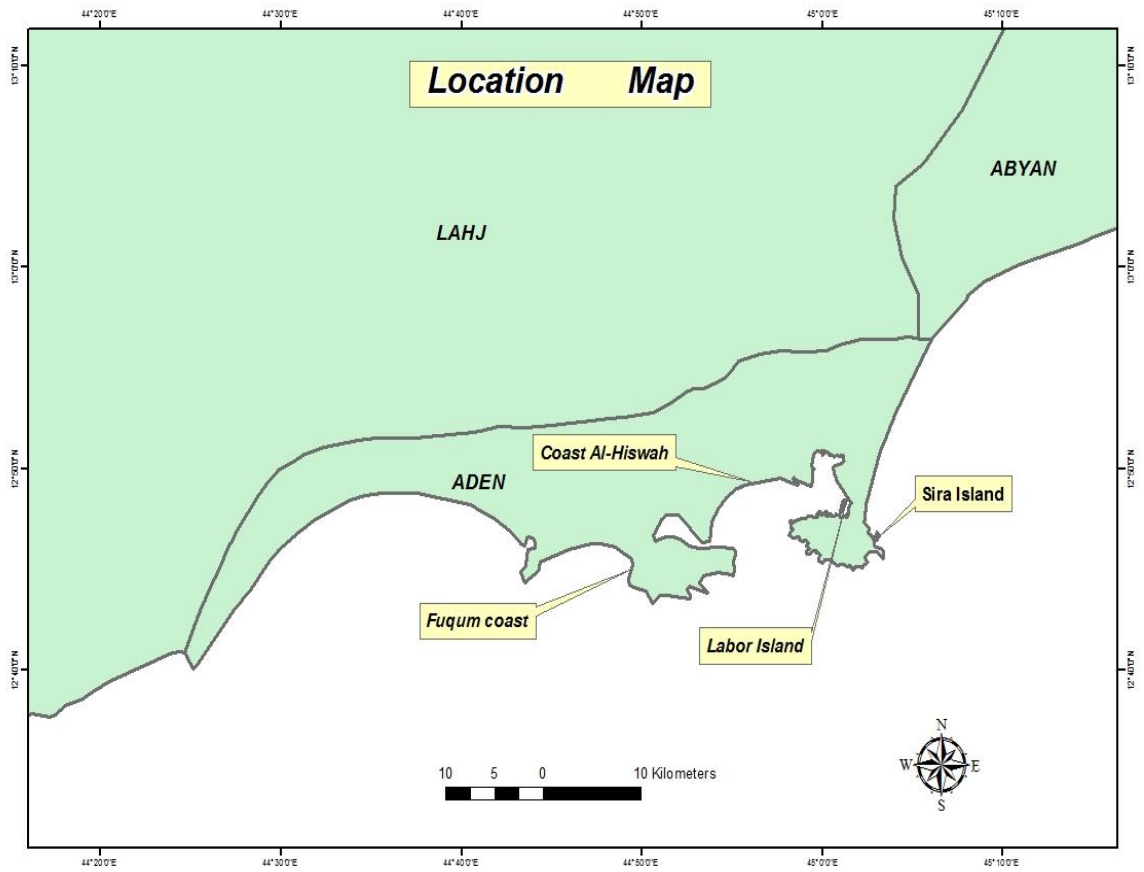
حساب مؤشر تلوث المعدن metal pollution index

مؤشر تلوث المعدن هو نموذج رياضي (المعادلة 2) يعرض جميع نتائج تراكيز المعادن الثقيلة في أنسجة الرخويات كقيمة واحدة حيث توضح التباين المكاني من منطقة ملوثة إلى منطقة ملوثة للغاية.([21,17])

$$MPI = (Cd \times Cr \times Cu \times Fe \times Mn \times Zn)^{1/6} \quad \ldots\ldots 2$$

جدول (1) وصف مواقع جمع العينات في سواحل عدن - اليمن

الموقع	خط الطول E	خط العرض N	وصف الموقع
جزيرة صيرة	45°02' 48"	12°46' 35"	ساحل صخري وهو امتداد لجبل صيرة ويوجد ساحل رملي صغير ترسي علية قوارب الصيد
جزيرة العمال	45°01'06"	12 48' 36"	ساحل طيني وتوجد صخور عباره عن امتداد جبل الجزيرة
ساحل الحسوة	44°55'5.9"	12°49' 2.7"	ساحل رملي ، جلبت اليه صخور كبيرة اثناء انشاء محطة الكهرو حرارية وأصبحت هذه الصخور موئل للكثير من الحيوانات البحرية
ساحل فقم	44°49'36"	12°44' 54"	ساحل صخري – رملي



شكل (1) خارطة منطقة الدراسة ومواقع جمع العينات

النتائج والمناقشة:

الكادميوم(Cd)

ينتج من تعدين وصهر الرصاص والزنك وهو مستعمل في بطاريات النيكل -كادميوم وفي صناعة البلاستيك، وأصباغ الطباعة ([29]). ومن المصادر الأخرى للتلوث بالكادميوم النفايات الأولية لمجاري الصرف الصحي ([20]). وهناك مصادر تزيد من نسبة الكادميوم في البيئة وهي الصناعات البتروكيماوية والمخصبات الزراعية وصناعة الأسمنت. يسبب الكادميوم عدة تأثيرات على الصحة فقد أُوضح ([19]) أن ليس للكادميوم وظيفة حيوية أو مغذية، له فقط تأثير سام على النبات والحيوان. فهو ذو طبيعة تراكمية ولا يستطيع الجسم التخلص منه بسرعة. يتراكم الكادميوم في أعضاء الجسم وبشكل أساسي في الكلى والكبد ([30]). تواجد الكادميوم في انسجة الكلية ومع مرور الوقت يؤدي إلى الفشل الكلوي ([31]). ومن الأضرار الأخرى التي يصاب فيها الإنسان والناتجة عن تواجد الكادميوم في الجسم هشاشة ولين العظام وارتفاع ضغط الدم ([8]) . متوسط تراكيز الكادميوم في حيوانات الدراسة تتراوح بين (0.98 µg/g) في أسجه *P. perna* إلى (11.05 µg/g) في أنسجة *B.decussata* .

أ شارت الدراسة أنَّ نتائج Cd كانت مرتفعة مقارنة بالحد الاعلى (1 µg/g) المسموح به لدى منظمة الصحة العالمية ([39]) في جميع عينات الدراسة (الشكل 2) باستثناء متوسط التركيز الذي قيس في انسجة *P. perna* في ساحل جزيرة العمال.

الكروميوم(Cr)

نادر الحدوث في الطبيعة. تواجده في الكائنات الحية مهم، ولكن بالتراكيز المنخفضة، زياده وجوده في البيئة يرجع للأنشطة الإنسانية، فهو يدخل في تصنيع الدهانات والأصباغ فهو يستخدم في طلاء المعادن الأخرى

لمنع التآكل والصدى و يوجد في شوائب الأسمنت وكذلك عند أدخنة تلحيم الحديد المقاوم للصدى ([24]). يمكن أنَّ يتعرض الانسان للكروم من خلال التنفس أو الأكل أو الشرب ومن خلال ملامسة الجلد مع الكروم أو مركبات الكروم ([25]). التراكيز التي وُجِدت في هذه الدراسة كانت أقل من التركيز المسموح من قبل ([14]) الشكل(5)

النحاس(Cu)

من العناصر الصغرى المهمة للنبات والحيوان ويتواجد في القشرة الأرضية بنسبة 100مجم /كجم ([5]) يستعمل النحاس على نطاق واسع في تصنيع الأجهزة الكهربائية والسبائك المعدنية المختلفة والأسلاك الكهربائية وأنابيب وحنفيات الماء، ويصدر النحاس إلى البيئة أولاً من خلال التعدين و معالجة مياه المجاري ([7]). يعد النحاس من العناصر الضرورية لتنشيط الأنزيمات المرتبطة بأيض الحديد، وتكوين الإستين والكولاجين وإنتاج الميلانين وسلامة الجهاز العصبي. وأنّه ضروري لتكوين خلايا الدم الحمراء رغم أهميته غير أنَّ ابتلاع مركبات النحاس يؤدي إلى تليف الكبد والفشل الكلوي ([40]). تراكيز النحاس في عينات الدراسة تراوحت بين (10.7 µg/g) في أنسجة *B.decussata* الى (296.05 µg/g) في أنسجة *S.cuccullata*. وفقا لدراسة ([16]) وجود الصباغ التنفسي هيموسيانين hemocyanin في الدم المحار (*S.cuccullata*).إذ أنَّ كل وحدة وظيفية من هيموسيانين قادرة على ربط ذرتين نحاس وأربعة ذرات من الزنك. تساعد هذه النتائج على فهم قدرة المحار العالية على تركيز النحاس والزنك. تراكيز النحاس في انسجة *B.decussata, P. perna* أقل من الحد المسموح لدى منظمة الصحة العالمية ([39]) الذي حدد 30 µg/g ، أمّا إدارة الأغذية الامريكية ([14]) كان الحد المسموح 100 µg/g وهذا المستوى أقل من التركيز الذي قيس في المحار في مناطق الدراسة باستثناء عينات *S.cuccullata* الذي جمعت من جزيرة العمال الذي كان مرتفع كثير (99 µg/g) عن تركيز الرخويات الأخرى المدروسة، ولكن لم يصل إلى الحد الأعلى المسموح به لدى إدارة الأغذية الامريكية ([14]) الشكل(4).

الزنك (Zn)

الزنك هو عنصر طبيعي موجود في صخور سطح الأرض، وبسبب تفاعله نادراًما يعثر عليه عنصراً حراً في الطبيعة. ([37])، ولكن العديد من المعادن تحتوي على الزنك كمكون رئيسي يمكن من خلاله استرداد المعدن اقتصاديًا. عادةً ما يزداد متوسط مستويات الزنك في التربة والصخور بالترتيب: الرمل (10 - 30 مجم / كجم) ، صخور الغرانيت (50 مجم/ كجم)، الطين (95 مجم/ كجم) والبازلت (100 مجم/ كجم) ([1]) يعدّ الزنك معدناً مهما يؤدي دوراً حيوياً في صناعة بروتينات الجسم، ويساعد على إنتاج خلايا الجهاز المناعي، ويدخل في تركيب غدة البروستات عند الرجال لإنتاج الحيوانات المنوية، ويدخل الزنك في إنتاج أكثر من 300 نوع من الأنزيمات وأكثر من 100 نوع من البروتينات الموجودة داخل جسم الإنسان .([33])، ويعمل الزنك على تثبيت البنية الجزيئية للمكونات والأغشية الخلوية، وبهذه الطريقة يساهم في الحفاظ على سلامة الخلية ([32]). لخسائر الرئيسية للزنك من الجسم هي من خلال الأمعاء والبول والعرق. يمكن أن يؤدي التمرين المضني ودرجات الحرارة المحيطة المرتفعة إلى خسائر كبيرة من المعدن وذلك من خلال التعرق([18]) إنّ آثار الصحة البشرية المرتبطة بنقص الزنك عديدة، وتشمل تأخر النمو، وتأخر النضج الجنسي والنضوج، والآفات الجلدية ، والإسهال ، وتساقط الشعر، وضعف الشهية ، وزيادة القابلية للعدوى وظهور عيوب في جهاز المناعة ([15])، أمّا المستويات العالية من الزنك يمكن أن تضر البنكرياس والتمثيل الغذائي للبروتين ، وتسبب تصلب الشرايين. التعرض المكثف لكلوريد الزنك يمكن أنّ يُسبَب اضطرابات تنفسية. يمكن أنَّ يشكل الزنك خطرًا على الأطفال الذين لم يولدوا بعد والأطفال حديثي الولادة، حيث تنتقل تركيزات الزنك العالية من الأمهات إلى الأطفال من خلال الدم أو الحليب ([28]) أعلى التراكيز وُجِدت في انسجة *S.cuccullata* (741.5 µg/g) وفقا لدارسة Ke and Wang ([16]) أنّ وجود الصباغ التنفسي هيموسيانين hemocyanin في الدم المحار (*S.cuccullata*).حيث أنَّ كل وحدة وظيفية من هيموسيانين قادرة على ربط ذرتين نحاس وأربعة ذرات من الزنك. هذه الدراسة تؤكد نتائج الدراسة الحالية لتركيز الزنك ، إذ كان أعلى التراكيز وجدت في انسجة المحار وكانت تركيز الزنك حوالي ضعف تركيز النحاس في الدراسة. وكان اقل تركيز في أسجة *P. perna* (78.7 µg/g) . كانت تراكيز الزنك في الأنسجة الرخوه *S.cuccullata, B.decussata* أعلى من معاير ([39,14]) الشكل (3).

الحديد (Fe)

من أكثر العناصر تواجد في القشرة الأرضية فهو يحتل المرتبة الرابعة بعد عناصر الأكسجين والسليكون والألمنيوم فيمثل % 5 من وزن القشرة الأرضية، في حين تشمل المصادر بشرية المنشأ نفايات الصرف الصحي،

والنفايات الصناعية، والنفايات السائلة للصناعة البترولية والأسمدة، وتصريف نفايات محطات خدمة السيارات ، وحطام السفن ورمي المخلفات الاستهلاكية المصنعة من الحديد على السواحل ([5,13]). في هذه الدراسة يتراوح متوسط تركيز الحديد في الحيوانات بين (106.75 µg/g - 688.55) جميع التراكيز كانت مرتفعة حسب معايير منظمة الصحة العالمية التي حدد التركيز الأعلى المسموح فيه 100 µg/g. ([39]) الشكل(7).

المنغنيز(Mn)

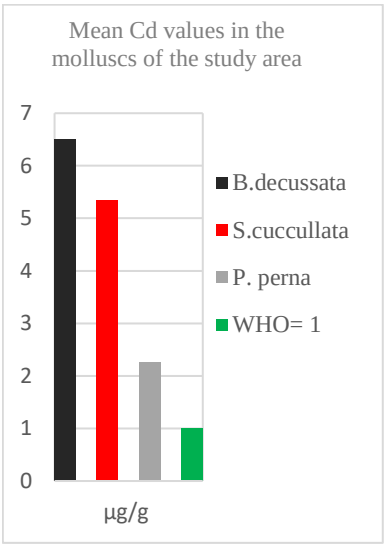
هو عنصر مهم للكائنات الحية (النباتات أو الحيوانات) يدخل في العديد من العمليات الحيوية، يعمل محفزاً لمختلف التفاعلات الأنزيمية، يشبه المغنسيوم من حيث تنشيطه لعدد من إنزيمات نقل الفوسفات ونزع مجموعة الكربوكسيل وخاصة تلك الإنزيمات اللازمة لدورة كربس. ومن وظائف المنجنيز الفسيولوجية تمثيل الكربوهيدرات، ويدخل أيضاً في تركيب الكربوهيدرات المخاطية الضرورية لتكوين الغضاريف وتمثيل البروتينات، وتمثيل الدهون و يشترك في تصنيع الأحماض الدهنية طويلة السلسلة الكربونية. ([38,26])، لكن التراكيز العالية منه تضعف الجهاز العصبي المركزي، التراكيز العالية من المنغنيز في البيئة المائية تسبب اضطرابات في توازن الصوديوم والحد من امتصاص الكالسيوم والفوسفور، واضطراب في استقلاب الكربوهيدرات وتضعف الوظائف المناعية للأسماك .([22]) وجدت التراكيز العالية في جزيرة صيرة وجزيرة العمال (30.1 – 30.11 µg/g) في انسجة *B.decussata* ويعود السبب إلى طبيعة عيش هذه الحيوانات إذ تلتصق اسفل الحجارة المغمورة بالماء ،وكان تركيز Mn المنخفض في عينات *S.cuccullata* التي جمعت من جزيرة العمال (6.19 µg/g) جميع التراكيز الذي وجدت في هذه الدراسة اكبر من 1 جزء في المليون، التركيز الذي سمح به من قبل([39]) انظر الى الشكل (6) .

جدول (2) متوسط تركيز المعادن الثقيلة (µg/g dry wt.) في انسجة *B.decussata, P. perna, S.cuccullata,*

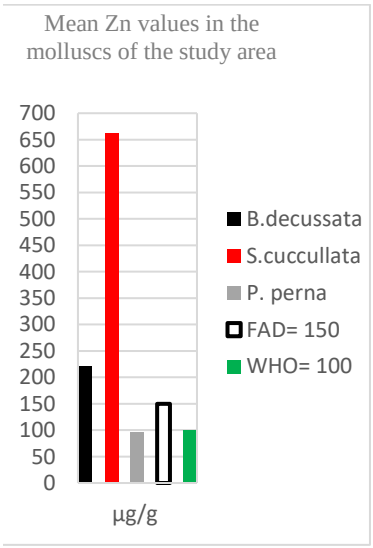
P. perna						
Location	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Zn
Sira Island	2.05	6.52	24.55	285.50	14.6	78.7
Labor Island	0.98	2.9	20.87	304.00	24.1	97.65
Hiswah	3.8	11.7	21.5	235.45	23.75	79.71
Fuqum	2.22	7.56	23.21	688.55	21.11	129.8
B.decussata						
Sira Island	3.45	4.35	14.56	354.50	30.1	225.15
Labor Island	5.04	5	11.31	472.95	30.11	191.10
Hiswah	-	-	-	-	-	-
Fuqum	11.05	3.73	10.7	383.40	15.79	243.9
S.cuccullata						
Sira Island	3.005	6.02	223.55	226.55	15.26	725.85
Labor Island	3.26	4.96	99.00	183.80	6.19	741.5
Hiswah	4.95	18.05	296.05	457.35	16.81	515.9
Fuqum	10.12	7.54	205.15	106.75	8.95	663.26

جدول (3) تركيز المعادن الثقيلة في الرسوبيات(µg / g dry wt)

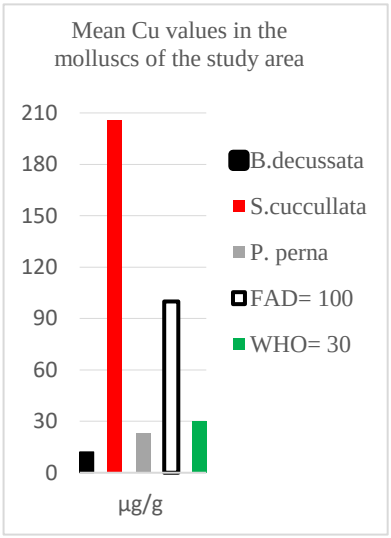
Zn	Mn	Fe	Cu	Cr	Cd	الموقع
77.95	329.25	3341	16.35	32.95	1.2	جزيرة صيرة
72.85	232.63	3493.5	18.57	24.35	1.55	جزيرة العمال
48.8	314.5	2680.5	16.65	27.18	0.9	الحسوه
43	271.25	3101.5	13.55	25.35	1.71	فقم
60.65	286.90	3154.13	16.28	27.46	1.34	المتوسط



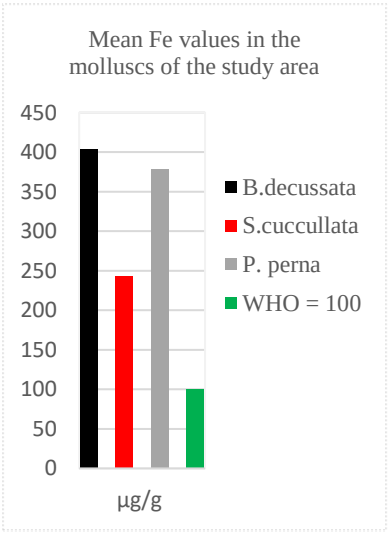
شكل (2)



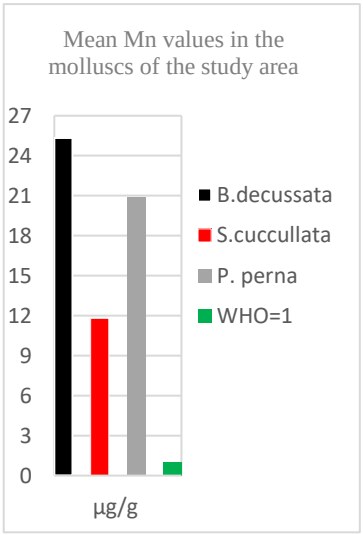
شكل(3)



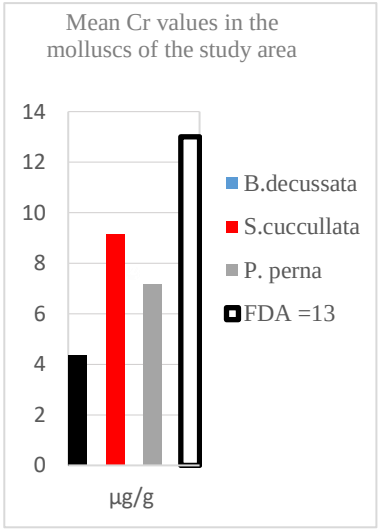
شكل (4)



شكل (7)



شكل(6)



شكل(5)

شكل رقم (2 - 7) مقارنة تراكيز المعادن الثقيلة في عينات الرخويات المدروسة مع معايير WHO,FDA

جدول4 يوَضح متوسط تركيز المعادن الثقيلة في الرخويات والرسوبيات والتراكم الحيوي

المعادن الثـقيـــــلة	متوسط التركيز في الرخويات	متوسط التركيز في الرسوبيات	قيمة التراكم الحيوي	معدل التراكم الحيوي **BSAF**	تصنيف التلوث
Cd	4.54	1.34	***3.39***	>2	تراكم عالي
Cr	7.12	27.46	0.26		
Cu	86.40	16.28	***5.31***	1≤ BAF <2	تراكم متوسط
Fe	336.25	3154.13	0.107		
Mn	18.79	286.90	0.065	BAF <1	تراكم منخفض
Zn	335.68	60.65	***5.53***		

* الأرقام المائلة ذات اللون الغامق توضح المعدلات المرتفعة للتراكم في الرخويات

وفقاً لـDallinger et. al ([12]) في تصنيف قيم التراكم الحيوي يلاحظ أنَّ Zn,Cu,Cd لديهم إمكانية عالية للتراكم وذلك حسب التصنيف الموضح في الجدول (4) إذ كانت القيم اكبر من2، ولكن قيم التراكم لدى Cr,Fe,Mn كانت منخفضة BAF<1

جدول (5) مؤشر تلوث المعادن (MPL)

الحيوانات	جزيرة صيرة	جزيرة العمال	ساحل الحسوة	ساحل فقم
P. perna	21.54	18.46	27.07	29.63
B.decussata	28.02	29.90	-	29.04
S.cuccullata	45.82	32.78	67.52	45.65
المتوسط	31.79	27.05	47.29	34.77

تقدم قيم مؤشـر تلوث المعادن (MPL) صـورة تمثيلية للتأثيرات في الرخويات، وذلك بسـبب قدرتها على التركيز وعكس مسـتويات التلوث (المعادن الثقيلة) في الأنظمة البيئة السـاحلية. يُبيِّن الجدول(4) ان قيم MPL في سـاحل الحسـوه كانت مرتفعة وبلغ المتوسـط 47.29 و يرجع سـبب ارتفاع قيمة مؤشـر التلوث في سـاحل الحسوة إلى وجود محطة الطاقة الكهرومائية بالقرب من السـاحل ، حيث تقوم بسـحب المياه من شـاطئ البحر وإعادة تصريفها الى نفس المكان .

المراجع

1. Adriano DC (1986) Zinc. In: Adriano DC ed. Trace elements in the terrestrial environment. New York, *Springer Link*, pp 421–469.
2. Ahmed, Abdel-Hameid Ahmed ., Enas El-Prince Mohammed., Doha Yahia &Al-Shimaa Mohamed Faried (2017) Lead, Cadmium and Copper Levels in Table Eggs. *Journal of Advanced Veterinary Research* ., Vol. 7 (3):66-70.
3. Ali A. A., & Baharoon A. A. (2002). Inter-species Variation in Metal Concentration in the Soft Tissue of some molluscs from the Coasts of Aden governorate, Yemen. *journal of natural & applied sciences. University of Aden.*, Vol 6(3): 597-607.
4. Ali A. A., Baharoon A. A. (2004). Heavy metal pollutants in surficial sediments from the in shore of Aden Governorate, *Yemen. Journal of Natural and Applied Sciences.,*. University of Aden., Vol 8 (2): 281-290.
5. AL-Kaaf, Hussein Abdel Rahman (1997). Soil fertility and fertilization, University book series (2) University of Aden -Yemen . PP 155 -178.

6. Ambika, Asati., Mohnish Pichhod ., Kumar Nikhil(2016) Effect of heavy metals on Plants: An Overview. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*., Vol 5 (3):56 - 66.
7. ATSDR (1990)Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Copper, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, Georgia Atlanta, Georgia 88-0608.
8. ATSDR (1999) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for cadmium. U.S. Department of Health and Human Service, Public Health Service, Atlanta, Georgia.
9. ATSDR(2012)Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Chromium.:U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, Georgia
10. ATSDR, (1997) Draft Update Toxicological Profile For Lead.Prepared By Research Triangle Institute For U. S Department of Health and Human Services,Agency for Toxic Substances & Disease Registry(ATSDR) Atlanta GA.pp 483 .
11. Da Silva, G. S., do Nascimento, A. S., de Sousa, E. R.; Marques, E. P., Marques, A. L. B., Corrêa, L. B &Silva, G. S (2014) Distribution and fractionation of metals in Mangrove sediment from the Tibiri River Estuary on Maranhão Island. ***Revista***. *Virtual* ***de*** *Quimica*.,Vol. 6(2): 323-336.
12. Dallinger, R., P. S Rainbow & B. Raton,(1993). Strategies of metal detoxification in terrestrial invertabrates. Ecotoxicology of metals in Invertabrates. *Lewis Publisher* ., pp246-332.
13. EVM (2003) Expert Group on Vitamins and Minerals, Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals. *Published by Food Standards Agency*, *London.*, pp360.
14. FDA(2001) Food and Drug Administration . Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance, third ed. Center for Food Safety and Applied Nutrition, US Food and Drug Administration.
15. Goldhaber, S. B .(2003)Trace element risk assessment: essentiality versus toxicity. *Regulatory Toxicology and pharmacology*.,Vol.38 pp 323 – 242.
16. Ke, C. & Wang, W(2001) Bioaccumulation of Cd, Se and Zn in an Estuarine Oyster (*Crassostrea rivularis*) and a Coastal Oyster (*Saccostrea glomerata*). *Aquatic Toxicology*., Vol.56pp33-51.
17. Khaled, A A., Hessein, A. M. Abdel-Halim &F. M. Morsy (2014) "Distribution of heavy metals in seaweeds collected along Marsa-Matrouh beaches, Egyptian Mediterranean Sea. *Egyptian Journal of Aquatic Research.,* Vol. 40 (4): 363–371, 2014.
18. King JC, Turnlund JR.(1989) Zinc in human biology. New York, NY, *Springer Verlag* ., PP 335–350.
19. Kingsley, B.S. & Frazier, J.M. (1979) Cadmium Transport in Isolated Perfused Rat Liver: Zinc-Cadmium Competition.*American Journal of Physiology*., Vol.236pp139-143.
20. Kumar,A.(1989) Environmental Chemistry,West Bengal. *Visva Bharati Journal of Research*., Vol33pp 37-60.
21. Mamdouh S. Masoud., Tarek O. Said .,Gehan El Zokm Mohamed A. Shreadah(2012) Assessment of heavy metals contamination in surface sediments of the Egyptian Red Sea Coasts. *Australian Journal of Basic andApplied Sciences.*,Vol 6(6): 44-58.
22. Marcin, Niemiec & Barbara Wiśniowska (2015) Accumulation of Manganese in selected links of food Chains in A quatic ecosystems. *Journal of Elementology* ., Vol.20(4): 945-956.
23. OSHA(2006) Occupational safety and Health Administration . Health Effects of Hexavalent Chromium . *U.S. Department of Labor*,. 800 321-OSHA.
24. Otchere, Fred. A (2003) Heavy metals concentrations and burden in the bivalves (*Anadara (Senilia) senilis, Crassostrea tulipa* and*(Perna perna*) from lagoons in Ghana: Model to describe mechanism of accumulation /excretion. *African Journal of Biotechnology* Vol. 2 (9): 280-287.

25. Ozdemir, Egemen., Ugur Sunlu, Asly Kaymakci (1998) heavy metal Concentrations in some molluscs and in surficial sediments from Izmir Bay/ Turkey. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, Vol. 35pp 250 -251.
26. Pan L., Zhu X., Xie S., Lei W., Han D., Yang Y. (2008) Effects of dietary manganese on growth and tissue manganese concentrations of juvenile gibel carp, Carassius auratus gibelio. Aquaculture Nutrition.,Vol. 14(5): 459-463.
27. Pandey, Govind and Madhuri S (2014) heavy metals causing toxicity in animals and fishes. *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences* ., Vol. 2(2): 17-23.
28. Prasad A. S. (1985). Clinical manifestations of zinc deficiency. *Annual Review of Nutrition*., Vol.5 pp. 341-363.
29. Roberts JR (1999). Metal Toxicology in Children. In Training Manual on Pediatric Environmental Health: Putting it into practice Emeryville, C.A., *Children's Environmental Health Network.*, pp. 27
30. Robillard, S. Beauchamp, P. Paillard, G. Bélanger, D.(2002) Levels of cadmium,lead, mercury and caesium in caribou (Rangifer tarandus) tissues from northern Québec. *Arctic*., Vol.55(1): 1-9.
31. Satarug, S., Haswell-Elkins MR, Moore MR. (2000)Safe levels of cadmium intake to prevent renal toxicity in human subjects. *British Journal of Nutrition*., Vol. 84 pp791-802.
32. Shankar, AH., Prasad AS(1998) Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *American Journal of Clinical Nutrition*., 68 (Suppl.):S447–S463.
33. Shokrollahi, Ardeshir & Somayeh Joybar(2013) Application of cloud point preconcentration and flame atomic absorption spectrometry of the determination of cadmium and zinc ions in urine, blood serum and water samples. *Quim Nova*., Vol.36(3): 368-374.
34. Stankovic, Slavka., Predrag Kalaba & Ana R. Stankovic (2014) Biota as toxic metal indicators. *Environmental Chemistry Letters*., Vol. 12,pp63–84.
35. Szefer, P.. A.A. Ali ., A.A. Ba-Haroon b., A.A. Rajeh J. Ge.don & M. Nabrzyski (1999) Distribution and relationships of selected trace metals in molluscs and associated sediments from the Gulf of Aden, Yemen. *Environmental Pollution*., Vol. 106 pp 299 – 314.
36. Waqas, Ahmad., Hameed Ur Rehman ., Muhammad Aamir, Maria Urooj , Nayyar Hafiz , Zubia Masood , Mohib Ullah , Ijaz Ahmad(2014) Determination of Nivkle contents in selected vanaspati ghee through atomic absorption spectrophotometer. *International Journal of Pharma Sciences and Research.,* Vol. 5 (12):970 – 973.
37. WHO (2001) World Health Organization. Environmental Health Criteria 221:Zinc, , Geneva, Switzerland.
38. WHO (1996) World Health Organization. Guidelines for drinking water quality, (vol. 2, 2nd ed) Geneva .Switzerland.
39. WHO (World Health Organization) (1989). Heavy metals-environmental aspects. Environment Health Criteria. No. 85. Geneva, Switzerland.
40. WHO(1998) World Health Organization .Environmental Health Criteria 200:Copper, Geneva, Switzerland.

Assessment of heavy metals pollution in soft tissue of some Bivalves at Aden coasts- Yemen

Arafat Thabit Amer[1*], Abdul-hakim M. Al-Alawi[2], Fatma Shdeewah[3], AbdulRahman bin Yahya[3] and N. Al-Shwafi[3]

[1,2]Biology Department -Faculty of Education- Radfan, University of Aden, Yemen
[3]Department of Biology, Faculty of Science, Sana'a University, Yemen
[3]Department of Pharmachemistry, Faculty of Pharmacy, University of Aden, Yemen
[3]Department of Earth & Environmental Sciences, Faculty of Science, Sana'a University, Yemen
*E-mail: arafatamer@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.47372/uajnas.2019.n1.a06

Abstract

The coast of Aden is one of the most important Yemeni coasts in catching and exporting fish, molluscs and other marine products to the governorates of the Republic. Accordingly, pollution of these coasts and their consequent negative impact directly or indirectly on aquatic life and the marine environment will be reflected on humans feeding on organisms contaminated with heavy metals or across the food chain. Four sites in Aden coasts, Saira Island, Laborers Island, Al-Hiswah, and Fuqum, known for catching fish and molluscs, were selected to take samples. The samples collected, during winter and summer, were *Perna perna, Barbatia decussata, Saccostrea cucullata*. The average concentration of the two seasons was taken. The results showed that the concentrations ranges of heavy metals were: Cd 0.98- 11.05, Cr 2.9 - 18.05, Cu10.7 - 296.05, Fe 106.75 - 688.55, Mn 6.19 - 30.11, Zn 78.7 - 741.5µg/g. When comparing the concentration of heavy metals in molluscs with WHO Standards, the concentration of cadmium, iron, manganese, zinc were higher than the permissible limit. Heavy metals were arranged according to the value of concentration accumulation as: Fe> Zn> Cu> Mn> Cr> Cd, whereas they were arranged according to the percentage of accumulation as: Zn> Cu> Cd > Cr > Fe > Mn.

Key words: Heavy metals, Bioaccumulation, Bivalves, Aden coasts