

بررسی میزان تجمع سرب و کادمیوم در بافت سخت خرچنگ منزوی (*scaevola*) (*Coenobita*) و رسوبات جزیره کیش

مهسا آقابزرگی^۱

عاطفه چمنی^{۲*}

a.chamani@khuif.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۵

چکیده

زمینه و اهداف: حضور خرچنگ‌های منزوی در زنجیره غذایی آبزیان و پرندگان ساحلی و نقش قابل توجه در پاک‌سازی محیط نشان-دهنده‌ی اهمیت مطالعه این گونه‌ها به عنوان شناساگرهای زیستی است. از این رو مطالعه حاضر به تعیین میزان غلظت سرب و کادمیوم در رسوبات و بافت سخت خرچنگ منزوی در سواحل جزیره کیش و مقایسه آن با استانداردهای جهانی پرداخته است.

روش بررسی: برای تعیین غلظت سرب و کادمیوم، ابتدا با استفاده از طرح نمونه‌برداری تصادفی، تعداد ۳۰ نمونه رسوب و ۶۰ نمونه خرچنگ از جنوب و جنوب شرق جزیره کیش در سال ۱۳۹۵ برداشت گردید. سپس غلظت سرب و کادمیوم موجود در بافت سخت هر نمونه بافت و رسوب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی اندازه‌گیری و با حدود استاندارد مقایسه شد.

یافته‌ها: میانگین سرب و کادمیوم در رسوبات سواحل جنوب و جنوب شرق جزیره کیش به ترتیب ۶۳/۲۰ و ۲/۹۴ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد که هر دو از استانداردهای کیفیت رسوب کانادا و آمریکا بالاتر است. میانگین سرب و کادمیوم در بافت سخت نمونه‌های مورد مطالعه نیز به ترتیب ۲۰/۹۲ و ۲/۰۹ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

بحث و نتیجه‌گیری: میانگین سرب و کادمیوم در بافت سخت نمونه‌ها از میانگین به دست آمده در مطالعات مشابه روی آبزیان خلیج فارس به مراتب بالاتر است. تاثیر متقابل سرب و کادمیوم در ایجاد اختلال در فیزیولوژی رشد به اثبات رسیده است. کادمیوم در تغذیه، رشد، بقا و فعالیت‌های تولیدمثلی *Coenobita scaevola* تأثیر منفی دارد.

واژه‌های کلیدی: خرچنگ منزوی، (*Coenobita scaevola*)، سرب، کادمیوم، رسوب.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، واحد اصفهان(خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
۲- گروه محیط زیست، واحد اصفهان(خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران* (مسئول مکاتبات).

The Concentration of Lead and Cadmium in the Hermit Crab (*Coenobita scaevola*) and Sediments of KISH Island

Mahsa Aghabozorgi¹

Atefeh Chamani^{2*}

a.chamani@khuif.ac.ir

Admission Date: July 4, 2018

Date Received: January 5, 2018

Abstract

Background and Objective: The presence of hermit crabs in aquatic species and coastal bird's food chain and their significant role in environmental remediation highlight the importance of studying these species as biological indicators. Hence, this study assessed the concentration of Lead and Cadmium in sediments of and hard tissue of hermit crabs in KISH Island and compared the results against international standards.

Methods: To determine the concentration of Lead and Cadmium, 30 sediment samples and 60 crabs were randomly collected from the south and southeast of KISH Island. By preparation and analysis of specimens, the concentration of heavy metals was determined using atomic absorption spectrophotometer.

Findings: The mean concentration of lead and cadmium in the sediments of the south and southeast coasts of Kish Island were 63.20 and 2.94 mg/kg, respectively, both of which are higher than the sediment quality standards of Canada and NOAA. The mean concentration of lead and cadmium in the hard tissue of *Coenobita scaevola* were 20.92 and 2.09 mg/kg, respectively, which is much higher than the average obtained in similar studies on Persian Gulf aquatic animals.

Discussion and Conclusion: The mean concentration of lead and cadmium in the hard tissue of *Coenobita Scaevola* is much higher than the similar studies on Persian Gulf aquatics. The interaction of lead and cadmium in disrupting growth physiology has been proven. Cadmium has a negative effect on nutrition, growth, survival, and reproductive activities of *Coenobita Scaevola*.

Keywords: Hermit Crab, *Coenobita Scaevola*, Lead, Cadmium, sediment.

1- MSc., Student at Environmental Science Department, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2- Environmental Science Department, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

*(Corresponding Authors)

مقدمه

در دهه‌های اخیر، آلوده شدن آب دریاها با طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های زیست محیطی به خصوص فلزات سنگین، به یکی از اساسی‌ترین مشکلات جهان تبدیل شده است (۱). فلزات سنگین از منابع طبیعی و فعالیت‌های انسانی سرچشمه گرفته (۲) و می‌تواند سبب ایجاد تأثیرات مخرب بسیاری بر آبزیان مانند کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و در نهایت مرگ و میر آن‌ها شود (۳). از مهمترین نکات قابل توجه در مورد فلزات سنگین، مقاومت آن‌ها در برابر تصفیه شیمیایی، سمیت، پایداری، عدم تجزیه زیستی و قابلیت تجمع و بزرگ‌نمایی در زنجیره غذایی مخصوصاً سطوح بالای آن است (۴). این اثرات موجب شده تا مطالعات بسیاری به ارزیابی میزان تأثیر فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی معطوف شود (۵).

خرچنگ‌های منزوی گروهی از سخت پوستان از راسته (Decapoda) و خانواده (Paguroidea) هستند که تاکنون ۱۱۱۷ گونه از آن‌ها شناسایی شده است (۶). این گونه‌ها با ویژگی‌های رفتاری و فیزیولوژیک خاص خود توانسته‌اند به خوبی با زیستگاه‌های مختلف سازگار شوند. خرچنگ منزوی، بر خلاف نامش، موجودی اجتماعی است و در طبیعت در دسته‌های ۱۰۰ تایی و بیشتر مشاهده می‌شود. سن، طول، وزن، جنس، عادت تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری آبی در محیط آبی، فصل صید و خواص شیمیایی آب (شوری، pH، سختی، دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در خرچنگ‌ها هستند (۷). این گونه‌ها به دلیل قرار گرفتن در زنجیره غذایی آبزیان و پرندگان ساحلی و نقش قابل توجه در پاک‌سازی محیط از اهمیت بالایی برخوردار بوده و به عنوان شناساگرهای زیستی در دریاها شناخته می‌شوند (۸). به طور مثال، مهنا و ساپرا در سال ۲۰۰۱ (۹) با بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در اندامهای مختلف خرچنگ‌های منزوی در خلیج فارس نشان دادند که این گونه، بسته به جنس و اندام مورد مطالعه، توانایی بالایی برای جذب فلزات سنگین دارد. مطالعات دیگری از جمله گادهاوی (۱۰) در برزیل، خالد و نمر (۱۱) در سواحل مدیترانه، مک-

فارلان و همکاران (۱۲) در استرالیا و موارد مشابه دیگر نیز بر توانایی گونه‌های مختلف آبزیان در جذب فلزات سنگین و بروز تغییرات رفتاری در آن‌ها تأکید داشتند. استانداردهای کیفیت رسوب، ابزاری پیش‌گویی کننده برای ارزیابی اولیه میزان سمیت فلزات سنگین موجود در رسوب برای آبزیان هستند. به عبارت دیگر، این استانداردها محدوده غلظت آلاینده‌های مرتبط با رسوب را برای ایجاد تأثیرات بیولوژیکی ملموس بر آبزیان مشخص می‌کنند (۱۳). دایره ملی اقیانوس شناسی و جوی ایالات متحده (NOAA) یکی از اساسی‌ترین دستورالعمل‌های محیط‌های مصبی و دریایی را با تجزیه و تحلیل‌های رسوبی انجام شده در سه ساحل دریای آمریکای شمالی ارائه می‌دهد. با توجه به آستانه‌های NOAA^۱ که باعث اثرات جانبی بیولوژیکی مختلف می‌شوند، صدک ۱۰ و ۵۰ هر معیار به عنوان اثرات محدوده کم (ERL^۲) یعنی غلظت اولیه که در آن تأثیرات نامطلوب پدیدار می‌شود در نظر گرفته می‌شوند. اثرات دامنه متوسط (ERM^۳) برای نشان دادن وقوع نادر (ERL)، گاه به گاه ($ERM >$) و مکرر (ERM^۴) عوارض جانبی استفاده می‌شود (۱۴). استاندارد کیفیت رسوب کانادا (۱۵)، با استفاده از دو سطح ISQGs^۴ و PEL^۵ کمترین و بیشترین سطح آلودگی را بیان می‌کند. ISQGs سطحی از آلودگی است که اکثر جانوران کفزی میتوانند آن را تحمل کنند. در واقع در این سطح، اثر خاصی در جوامع زیستی دیده نمی‌شود. سطح دیگر استاندارد کیفیت رسوب کانادا سطح PEL است که حدی از آلودگی شدید می‌باشد که سلامت موجودات کفزی را به خطر می‌اندازد.

سواحل جزیره کیش، به دلیل ورود انواع آلاینده‌ها از منابع مختلف به آن به عنوان یکی از مناطق مستعد تجمع آلاینده‌ها بخصوص فلزات سنگین به شمار می‌آید، بنابراین در این تحقیق

1-National Oceanic and Atmospheric Administration

2- Environmental Research laboratory

3- Environmental Research Management

4- Interim sediment quality guidelines

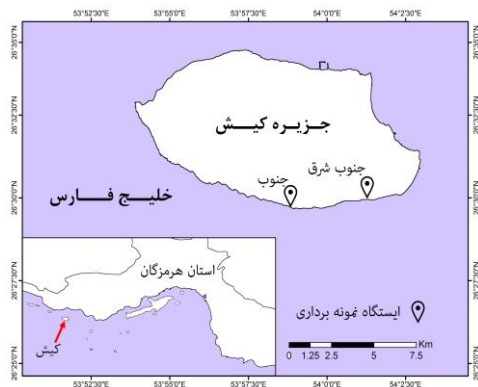
5- Probable effect levels

۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. نمونه‌ها با کمک هاون عقیقی، نرم و هموژنیزه (همگن) و سپس به روش مرطوب هضم شدند (۱۷). برای هضم اسیدی نمونه‌های رسوب، نمونه‌ها در دمای محیط قرار گرفتند تا از حالت فریز خارج و خشک گردند. پس از اینکه نمونه‌ها رطوبت اولیه خود را در دمای آزمایشگاه از دست دادند، مقدار ۵ گرم از هر نمونه در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. سپس نمونه‌های رطوبت‌گیری شده به داخل ارلن منتقل و ۲۰ میلی‌متر محلول اسید نیتریک مرک ۶۵٪ و ۵ میلی‌لیتر آب اکسیژنه به آن اضافه گردید. به منظور مخلوط شدن بهتر، نمونه‌ها به مدت یک شب زیر هود قرار گرفته و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه واقعی در هات پلیت گرما داده شد. پس از خنک شدن ظرف، محلول آماده شده با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شده و با آب مقطر دو بار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد (۱۷). در نهایت، غلظت دو عنصر سرب و کادمیوم در کلیه نمونه‌های بافت و رسوب با استفاده از دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی شعله مدل Furnace AAS Model 670G اندازه‌گیری شد. پس از تعیین غلظت فلزات سنگین، از آزمون کولموگراف اسمیرنوف برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها استفاده شد. به دلیل عدم پیروی داده‌ها از توزیع نرمال، از آزمون غیرپارامتری توزیع دوجمله‌ای برای بررسی تفاوت بین میانگین غلظت سرب و کادمیوم بین دو ایستگاه استفاده شد.

به تعیین میزان غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در رسوب و بافت سخت خرچنگ منزوی در محدوده‌های پراکنش این گونه در سواحل جزیره کیش پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، تعداد ۶۰ خرچنگ *Coenobita scaevola* (شکل ۱-الف) از سواحل جنوب (۳۰ نمونه) و جنوب شرق (۳۰ نمونه) جزیره کیش (شکل ۱-ب) در تابستان ۱۳۹۵ و در زمان اوج فراوانی این گونه، به صورت دستی در فاصله غروب تا نیمه شب جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است بر اساس پایش‌های متعدد در سواحل کیش و رایزنی با کارشناسان اداره حفاظت محیط زیست کیش، خرچنگ‌های منزوی تنها در این دو ساحل (ایستگاه) با فراوانی قابل ملاحظه قابل مشاهده و نمونه برداری است. برای انجام مطالعات آمار زیستی، نمونه برداری با حداقل تعداد ۲۵ نمونه از نظر آماری مورد تایید است (۱۶). نمونه‌ها بعد از قرارگیری در آب شیرین و متوقف شدن علائم حیاتی، از صدف جدا شدند. سپس به طور مجزا، در پلاستیک‌های زیب دار قرار داده شده، کدگذاری و فریز شدند. همراه با نمونه برداری از خرچنگ، تعداد ۳۰ نمونه رسوب نیز از عمق ۲۰ سانتی‌متری برداشت شد. بر اساس منابع موجود، در سخت پوستان توانایی تجمع فلزات سنگین در بافت سخت بیشتر از بافت نرم است، لذا بافت سخت نمونه‌ها برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور، قسمت سخت فوقانی خرچنگ با استفاده از کاتر از قسمت نرم انتهایی جدا شد. پس از توزین، بافت سخت در آن در دمای



(ب)



(الف)

شکل ۱- *Coenobita Scaevola* (الف) و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جزیره کیش (ب)

Figure 1. a: *Coenobita scaevola*. b: Sampling stations in KISH Island

نتایج

کادمیوم (۳/۲۵ mg/kg) و سرب (۶۸/۷۵ mg/kg) در نمونه-های رسوب ایستگاه جنوب مشاهده شد. غلظت فلزات در بافت سخت نمونه ها نیز در ایستگاه جنوب بیشتر از ایستگاه جنوب شرق بدست آمد.

بر اساس کلیدهای شناسایی موجود، تمام نمونه‌های جمع‌آوری شده از گونه *Coenobita scaevola* شناسایی شدند. میانگین و انحراف معیار غلظت کادمیوم و سرب در رسوب و بافت سخت نمونه ها به تفکیک ایستگاه جنوب و جنوب شرق در جدول ۱ آمده است. بر اساس جدول ۱، بیشترین غلظت

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت کادمیوم و سرب در رسوب و بافت سخت نمونه ها در ایستگاه جنوب و جنوب شرق tissue in south Table 1. Mean and Standard deviation of lead and cadmium in sediment and *Coenobita scaevola* and southeast station

نمونه	ایستگاه	کادمیوم (mg/kg)	سرب (mg/kg)
رسوب	جنوب	۳/۲۵ ± ۰/۱۷	۶۸/۷۵ ± ۰/۷
	جنوب شرق	۲/۶۳ ± ۰/۶۳	۵۷/۶۶ ± ۱۶/۰۳
بافت سخت	جنوب	۲/۳۸ ± ۳/۳۸	۲۲/۴۹ ± ۵/۱۱
	جنوب شرق	۱/۸ ± ۰/۳۶	۱۹/۳۶ ± ۵/۶۶

که برای ارزیابی خطر سمی فلزات سنگین در این تحقیق استفاده شده است (۱۴).

جدول ۲ مقادیر دستورالعمل های کیفیت رسوب موقت (ISQG) و مقادیر سطح اثر قابل حمل (PEL)، اثرات محدوده کم (ERM) و اثرات دامنه متوسط (ERM) را نشان می دهد

جدول ۲-مقادیر ISQG، PEL، ERL و ERM سرب و کادمیوم

Table 2. ISQG, PEL, ERL and ERM for Lead and Cadmium

استاندارد	سرب	کادمیوم
ERM	۲۱۸	۹/۶
ERL	۴۶/۷	۱/۲
ISQGs	۳۰/۲	۰/۷
PEL	۱۱۲	۴/۲

داد که میانگین غلظت سرب و کادمیوم در منطقه به طور معنی‌داری بالاتر از میزان استاندارد کیفیت رسوب کانادا و آمریکا است.

جداول ۳ و ۴ نشان‌دهنده‌ی مقایسه بین غلظت سرب و کادمیوم در رسوبات مورد مطالعه با میزان اعلام شده در راهنمای کیفیت رسوب کانادا و آمریکا است. نتایج حاصل نشان

جدول ۳- آزمون تحلیل دوجمله‌ای برای مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم رسوبات با میزان استاندارد کیفیت رسوب کانادا (ISQGs)

Table 3. Binomial Test to compare between mean concentration of lead and cadmium and ISQGs

	کادمیوم			سرب		
<i>Pvalue</i>	تعداد	طبقه‌بندی	<i>Pvalue</i>	تعداد	طبقه‌بندی	
۰/۰۰	۱	۰/۷<=	۰/۰۳۹	۱	۳۰/۲<=	گروه ۱
	۲۹	۰/۷>		۲۹	۳۰/۲>	گروه ۲
	۳۰			۳۰		کل

جدول ۴- آزمون تحلیل دوجمله‌ای برای مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم رسوبات با میزان استاندارد کیفیت رسوب امریکا (ERL)

Table 4. Binomial Test to compare between mean concentration of lead and cadmium and NOAA (ERL)

	کادمیوم			سرب		
<i>Pvalue</i>	تعداد	طبقه‌بندی	<i>Pvalue</i>	تعداد	طبقه‌بندی	
۰/۰۰	۱	۱/۲<=	۰/۰۳۹	۱	۴۶/۷<=	گروه ۱
	۲۹	۱/۲>		۲۹	۴۶/۷>	گروه ۲
	۳۰			۳۰		کل

استانداردهای موجود از جمله استاندارد سازمان بهداشت جهانی، همه برای بافت‌های خوراکی مورد استفاده انسان است و نمی‌تواند برای ایجاد مسمومیت در گونه مورد نظر مورد استفاده قرار بگیرد. این استانداردها در جدول ۵ آمده است، منتهی نتایج این تحقیق تنها با مطالعات مشابه مورد مقایسه قرار گرفت.

از آن جا که گونه‌های مختلف بر اساس سن، جنس، ژنتیک و ... دارای توانایی متفاوت برای جذب و دفع فلزات سنگین هستند و از طرفی میزان تجمع فلزات سنگین در بافت به زمان در معرض قرار گیری موجود بستگی دارد، لذا نمی‌توان یک آستانه مسمومیت کلی برای موجودات زنده در برابر یک فلز مشخص کرد. به این دلیل هیچ آستانه یا استاندارد برای مسمومیت موجودات زنده به فلزات سنگین تعریف نشده است و

جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم در بافت سخت *Coenobita scaevola* با حد مجاز آنها در بافت خوراکی آبیان

Table 5. Compare between mean concentration of lead and cadmium in *Coenobita scaevola* and standard guidelines for edible tissue

منبع	سرب (mg/kg)	کادمیوم (mg/kg)	استاندارد
(۱۸)	۱/۵	۰/۲	WHO ^۱
(۱۸)	۱	۰/۵۷	FAO ^۲
(۱۹)	۱/۷	۱	US FDA ^۳
مطالعه حاضر	۲۲/۴۹	۲/۳۸	جنوب
مطالعه حاضر	۱۹/۳۶	۱/۸	جنوب شرق

1- World Health Organization

2- Food and Agriculture Organization of the United Nations

3- USA Food and Drug Administration

بحث و نتیجه‌گیری

همکاران ۱۳۹۸ (۲۱)، میانگین غلظت سرب در رسوبات منطقه حفاظت شده خورآذینی در استان هرمزگان را ۱۳/۰۶ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که در حدود یک چهارم میانگین سرب در رسوبات در مطالعه حاضر است (۲۱).

کازمی و همکاران ۲۰۱۸ (۲۰)، میانگین غلظت سرب و کادمیوم در رسوبات منطقه حفاظت شده لاک پشت پوزه عقابی جزیره کیش را به ترتیب ۶۵/۶۹ و ۲/۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. کوهرانی و

جدول ۶- مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم در رسوبات منطقه مورد مطالعه با مطالعات مشابه در سواحل خلیج فارس

Table 6. Compare between mean concentration of lead and cadmium in sediment with similar studies in Persian Gulf

منطقه	کادمیوم (mg/kg)	سرب (mg/kg)	منبع
خلیج فارس	۲/۳۹	۵۰/۰۸	(۲۲)
شمال غرب خلیج فارس	۰/۳۷	۱۷	(۲۳)
بخش شمالی خلیج فارس	۳۰/۸۳	۴/۱۹	(۲۴)
بخش شمالی خلیج فارس	۱۰	۰/۱۶	(۲۵)
خور موسی	-	۷/۲۵	(۲۶)
بندر عسلویه	-	۳/۴	(۲۷)
خور موسی	۳/۸	-	(۲۸)
سواحل جزیره کیش	۲/۹۴	۶۳/۲۰	مطالعه حاضر

quinquedens) را به ترتیب ۳/۲۳ و ۰/۳ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام کردند به مراتب کمتر از مطالعه حاضر است. بوسکو سانتوز و همکاران ۲۰۱۷ (۳۱) غلظت فلز سرب در بافت خرچنگ مانگرو (*Ucides cordatus*) در یک منطقه صنعتی را ۱/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که با وجود صنعتی بودن منطقه، در مقایسه با غلظت آن در بافت سخت *Coenobita scaevola* حدود بیست برابر کمتر است. ژقوم و همکاران ۲۰۱۷ (۳۲) نیز در مطالعه خرچنگ آبی (*Callinectes amnicola*) در نیجریه، غلظت سرب و کادمیوم را به ترتیب ۲/۸ و ۰/۷ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. مهنا و سابرا ۲۰۰۱ (۹) بالا بودن مقادیر برخی فلزات سنگین در اندام‌های خرچنگ‌آبی خلیج فارس (*Portunus pelagicus*) نسبت به سایر نقاط جهان را به دلیل استخراج عرضه نفت و تمرکز فعالیت‌های مرتبط با این هدف بیان کردند که تاثیر آن به طور بارز بر تنوع زیستی این ناحیه مشهود است. کازمی و همکاران ۲۰۱۸ (۲۰)، میانگین غلظت کادمیوم

مک فارلان و همکاران (۱۲) در مطالعه خرچنگ‌های سواحل استرالیا نتایج مشابهی با نتایج این تحقیق بدست آوردند. مهنا و سابرا ۲۰۰۱ (۹) نیز نشان دادند که گونه‌های خرچنگ در سواحل غربی خلیج فارس (سواحل کویت) توانایی جذب سرب دارند و در برخی از میزان سرب نمونه‌های جمع‌آوری شده بیش از حد مجاز است (حداکثر ۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم). گاداوی (۱۰) در مطالعه‌ای جامع بر روی خرچنگ‌های سواحل برزیل نشان داد که اندام‌های مختلف خرچنگ‌ها توانایی متفاوتی برای جذب سرب دارند. همچنین توانایی جذب آن‌ها در مناطق مختلف با یکدیگر متفاوت و در برخی از نقاط بیشتر از حدود مجاز است (حداکثر ۲/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم). برخی مطالعات مانند چه و همکاران (۲۹) نیز نشان دادند که گونه‌های مختلف خرچنگ توانایی بسیار بالایی برای جذب کادمیوم دارد (تا ۱۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم). پری و همکاران ۲۰۱۵ (۳۰) در خلیج مکزیک، غلظت سرب و کادمیوم در بافت خرچنگ قرمز (*Chaceon*)

صدمات جبران ناپذیر در پوسته تخم گردد، معرفی شده است (۴۰). میانگین غلظت سرب و کادمیوم در لاک پشت های پوزه عقابی نابالغ به ترتیب ۷/۴ و ۰/۴۴ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش گردید که از بافت سخت نمونه های مورد مطالعه بسیار پایین تر است که به نابالغ بودن نمونه ها بر می گردد.

در پوسته تخم از سطح ۲-۱ میلی گرم بر کیلوگرم که می تواند باعث ایجاد مشکلات منفی بیولوژیکی و تولیدمثلی گردد پایین تر است. از طرفی میانگین غلظت سرب در پوسته تخم از سطح ۴/۷ میلی گرم بر کیلوگرم که می تواند باعث بروز صدمات جبران ناپذیر گردد، بالاتر گزارش گردید. این میزان، در اکثر مطالعات به عنوان سطحی از غلظت که میتواند باعث بروز

جدول ۷- مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم در بافت سخت *Coenobita scaevola* با مطالعات مشابه روی آبزیان

خلیج فارس

Table 7. Compare between mean concentration of lead and cadmium in *Coenobita scaevola* with similar studies in Persian Gulf

منبع	سرب (mg/kg)	کادمیوم (mg/kg)	نام گونه
(۳۳)	۰/۷	۰/۳۵	ماهی (<i>Liza abu</i>)
(۳۳)	۲/۷۵	۰/۱۶	ماهی (<i>Johnius belangerii</i>)
(۲۸)	-	۳/۵	خرچنگ (<i>Macrophthalmus depressus</i>)
(۲۰)	۷/۴	۰/۴۴	لاک پشت پوزه عقابی (<i>Eretmochelys imbricata</i>)

از آن جا که رسوبات جایگاه مناسبی برای به دام انداختن فلزات سنگین هستند و همچنین منبع تغذیه و زیستگاه *Coenobita scaevola* را تشکیل می دهند، بنابراین باتوجه به غلظت قابل ملاحظه و بالاتر از حد استاندارد سرب و کادمیوم در رسوبات منطقه مورد مطالعه، تجمع این فلزات در بافت های مختلف نمونه مورد مطالعه دور از انتظار نیست.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از سازمان منطقه آزاد کیش به دلیل مساعدت در اجرای این نمونه برداری قدردانی می شود. این مقاله، کار پژوهشی از پایان نامه کارشناسی ارشد در گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اصفهان (خوراسگان) است.

Reference

1. Çoğun H, Yüzereroğlu T, Firat Ö, Gök G, Kargin F. Metal concentrations in fish species from the northeast Mediterranean sea. Environmental monitoring and assessment. 2006;121(1):429-36.

فلزات سنگین در غلظت های بالا بر رشد و فعالیت آبزیان تاثیر منفی داشته و باعث کاهش زیست توده و تنوع آن ها در محیط می شود (۳۴). در این بین، خرچنگ های منزوی به دلیل رژیم غذایی همه چیز خواری، بیش از سایر آبزیان در معرض فلزات سنگین قرار دارد و تجمع این مواد در آن ها می تواند به عنوان شاخص وضعیت آلودگی محیط در نظر گرفته شود (۳۵، ۳۶). تاثیر منفی آلودگی رسوب به سرب و کادمیوم در فراوانی و تراکم *Coenobita scaevola* به اثبات رسیده است (۳۷). علاوه بر این کادمیوم در رشد متغیرهای طول کل، طول قسمت نرم، طول قسمت سخت، طول سپر قدامی و طول پاهای حرکتی پایین و وسط در *Coenobita scaevola* تاثیر منفی دارد. با توجه به این که این گونه جستجو برای غذا، جفت، صدف مناسب (برای محافظت از بخش نرم شکمی) و فرار از دشمنان را با استفاده از پاهای حرکتی خود انجام می دهد، بنابراین کادمیوم در تغذیه، رشد، بقا و فعالیت های تولیدمثلی این گونه، تأثیر منفی دارد (۳۸). نوروزی و همکاران ۲۰۱۸ (۳۹) نیز تاثیر متقابل سرب و کادمیوم را در ایجاد اختلال در فیزیولوژی رشد *Coenobita scaevola* به اثبات رسانده اند.

- southwestern Turkey. *Chemosphere*. 2006;63(9):1451-8.
8. Hopwood D, Bancroft JD, Stevens A. Theory and practice of histological techniques. Theory and practice of histological techniques. 1996.
 9. Al-Mohanna S, Subrahmanyam M. Flux of heavy metal accumulation in various organs of the intertidal marine blue crab, *Portunus pelagicus* (L.) from the Kuwait coast after the Gulf War. *Environment International*. 2001;27(4):321-6.
 10. Gadhavi MK. Studies on estuarine brachyuran crabs: Behavioural ecology and ecotoxicology: MS University of Baroda; 2015.
 11. Khaled A, El Nemr A, El Sikaily A. Heavy metal concentrations in biota of the Mediterranean sea: A review, Part II. *Blue Biotechnology Journal*. 2013;2(2):191.
 12. MacFarlane G, Schreider M, McLennan B. Biomarkers of heavy metal contamination in the red fingered marsh crab, *Parasesarma erythodactyla*. *Archives of environmental contamination and toxicology*. 2006;51(4):584-93.
 13. Simpson S, Batley G. Sediment quality assessment: A practical guide: Csiro Publishing; 2016.
 14. Long ER, MacDonald DD, Smith SL, Calder FD. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental management*. 1995;19(1):81-97.
 15. CCME. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. Canadian Environmental Quality Guidelines, CCME. 2001.
 2. Xu F, Hu B, Yuan S, Zhao Y, Dou Y, Jiang Z, et al. Heavy metals in surface sediments of the continental shelf of the South Yellow Sea and East China Sea: Sources, distribution and contamination. *CATENA*. 2018;160:194-200.
 3. Reijnders PJ, Aguilar A, Borrell A. Pollution and marine mammals. *Encyclopedia of marine mammals* (second edition): Elsevier; 2009. p. 890-8.
 4. Najm M, Shokrzadeh M, Fakhar M, Hosseini SM, Rahimi-Esboei B, Habibi F. Concentration of heavy metals (Cd, Cr and Pb) in the tissues of *Clupeonella cultriventris* and *Gasterosteus aculeatus* from Babolsar coastal waters of Mazandaran province, Caspian Sea. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2014;24(113):185-92.
 5. Nor Hasyimah A, James Noik V, Teh Y, Lee C, Pearlina Ng H. Assessment of Cadmium (Cd) and Lead (Pb) levels in commercial marine fish organs between wet markets and supermarkets in Klang Valley, Malaysia. *International Food Research Journal*. 2011;18(2).
 6. McLaughlin PA, Komai T, Lemaitre R, Rahayu DL. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheididae of the Galattheoidea) part I—Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 2010;23(i):131-7.
 7. Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, Ozdemir N. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in

23. Pejman A, Bidhendi GN, Ardestani M, Saeedi M, Baghvand A. Fractionation of heavy metals in sediments and assessment of their availability risk: A case study in the northwestern of Persian Gulf. *Marine pollution bulletin*. 2017;114(2):881-7.
24. Bastami KD, Afkhami M, Mohammadizadeh M, Ehsanpour M, Chambari S, Aghaei S, et al. Bioaccumulation and ecological risk assessment of heavy metals in the sediments and mullet *Liza klunzingeri* in the northern part of the Persian Gulf. *Marine pollution bulletin*. 2015;94(1-2):329-34.
25. Agah H, Hashtroudi M, Baeyens W. Trace metals and major elements in sediments of the northern Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf*. 2012;3(7):45-58.
26. Mehr MR, Keshavarzi B, Moore F, Fooladivanda S, Sorooshian A, Biester H. Spatial distribution, environmental risk and sources of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments-northwest of Persian Gulf. *Continental Shelf Research*. 2020;193:104036.
27. Delshab H, Farshchi P, Keshavarzi B. Geochemical distribution, fractionation and contamination assessment of heavy metals in marine sediments of the Asaluyeh port, Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. 2017;115(1-2):401-11.
28. Saadati M, Soleimani M, Sadeghsaba M, Hemami MR. Bioaccumulation of heavy metals (Hg, Cd and Ni) by sentinel crab (*Macrophthalmus depressus*) from sediments of Mousa bay, Persian Gulf. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2020;191:109986.
16. Team RC. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R foundation for statistical computing; 2014. 2017.
17. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA. 2005.
18. Shulkin V, Presley B, Kavun VI. Metal concentrations in mussel *Crenomytilus grayanus* and oyster *Crassostrea gigas* in relation to contamination of ambient sediments. *Environment International*. 2003;29(4):493-502.
19. Han B-C, Jeng W, Chen R, Fang G, Hung T, Tseng R. Estimation of target hazard quotients and potential health risks for metals by consumption of seafood in Taiwan. *Archives Of environmental contamination and toxicology*. 1998;35(4):711-20.
20. Chamani A, Kazemi M, Mohammadi H. Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) contamination to heavy metal (Lead, Cadmium) in Kish island. *Journal of Animal Environment*. 2018;10(3):133-40.
21. Koohrani P, Chamani A. The concentration of lead and nickel in the sediment and root and leaves of *Rhizophora mucronata* in khore azini international wetland, Iran. *Marine Biology*. 2019;11(2):21-32.
22. Seifi M, Mahvi AH, Hashemi SY, Arfaeinia H, Pasalari H, Zarei A, et al. Spatial distribution, enrichment and geo-accumulation of heavy metals in surface sediments near urban and industrial areas in the Persian Gulf. *Desalination and Water Treatment*. 2019;158:130-9.

35. Mendil D, Ünal ÖF, Tüzen M, Soyлак M. Determination of trace metals in different fish species and sediments from the river yeşilırmak in Tokat, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;48(5):1383-92.
36. Sankar T, Zynudheen A, Anandan R, Nair PV. Distribution of organochlorine pesticides and heavy metal residues in fish and shellfish from Calicut region, kerala, India. *Chemosphere*. 2006;65(4):583-90.
37. Nafchi MA, Chamani A. Physiochemical factors and heavy metal pollution, affecting the population abundance of *Coenobita scaevola*. *Marine pollution bulletin*. 2019;149:110494.
38. Makareh M, Chamani A, Moshtaghi M. Evaluation of lead and cadmium pollutions in morphometric characteristics of Hermit crab (*Coenobita scaevola*). *Journal of Environmental Studies*. 2018;43(4):713-23.
39. Nourouzi MM, Chamani A, Shirani M, Malekpouri P, Chuah AL. Effect of cd and pb pollutions on physiological growth: Wavelet Neural Network (WNN) as a new approach on age determination of *Coenobita scaevola*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2018;101(3):6-325.
40. Tsipoura N, Burger J, Newhouse M, Jeitner C, Gochfeld M, Mizrahi D. Lead, Mercury, Cadmium, Chromium, and Arsenic levels in eggs, feathers, and tissues of Canada Geese of the new jersey meadowlands. *Environmental Research*. 2011;111(6):775-84.
29. Che RO, Cheung S. Heavy metals in *Metapenaeus ensis*, *Eriocheir sinensis* and sediment from the Mai po marshes, Hong Kong. *Science of the Total Environment*. 1998;214(1-3):87-97.
30. Perry H, Isphording W, Trigg C, Riedel R. Heavy metals in red crabs, *Chaceon quinque-dens*, from the gulf of mexico. *Marine pollution bulletin*. 2015;101(2):845-51.
31. Bosco-Santos A, Luiz-Silva W, da Silva-Filho EV, de Souza MDC, Dantas EL, Navarro MS. Fractionation of rare earth and other trace elements in crabs, *Ucides cordatus*, from a subtropical mangrove affected by fertilizer industry. *Journal of Environmental Sciences*. 2017;54:69-76.
32. Jerome FC, Hassan A, Omoniyi-Esan GO, Odujoko OO, Chukwuka AV. Metal uptake, oxidative stress and histopathological alterations in gills and hepatopancreas of *Callinectes amnicola* exposed to industrial effluent. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2017;139:179-93.
33. Monikh FA, Safahieh A, Savari A, Doraghi A. Heavy metal concentration in sediment, benthic, benthopelagic, and pelagic fish species from Musa estuary (Persian Gulf). *Environmental monitoring and assessment*. 2013;185(1):215-22.
34. Seyfabadi J, Kheirabadi N, Owfi F, Mahvary A. Shell selection behaviour and spatial distribution of three species of intertidal hermit crabs from Hormuz island, Persian Gulf (Crustacea: Paguroidea). *Zoology in the Middle East*. 2014;60(4):327-34.