بررسی تجمع فلزات سنگین (کادمیوم، مس، آهن، قلع، آرسنیک، سرب و جیوه) در بافت عضله میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) در بنادر بریس، گواتر و کنارک

مهران لقمانی*[۱]، پروین صادقی[۱]، ناصرجدگال[۱]

*Loghmani.mehran@gmail.com

۱-گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

چکیده

مطالعه حاضر به منظور مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین مس(Cu)، آهن (Fe)، سرب(Pb)، کادمیوم(Cd)، قلع(Sn)،آرسنیک(As) و جیوه(Hg) در بافت خوراکی میگوی سفید هندی در مناطق صیادی سواحل دریای مکران (دریای عمان) در سال ۱۳۹۶ انجام گردید. بدین منظور تعداد ۶۰ عدد میگو از مناطق کنارک، اسکله‌های‌بریس و گواتر در فصل صید میگو جمع آوری گردید. پس از بیومتری و آماده‌سازی نمونه‌ها و سنجش فلزات مشخص گردید که میانگین غلظت مس، آهن، قلع، سرب، کادمیوم، آرسنیک و جیوه بترتیب برابر با ۰/۲۸±۱۳/۱۳، ۰/۲±۲/۷۶، ۰/۳۰±۱/۷۷، ۰/۰۵±۰/۲۴، ۰/۰۰۱±۰/۰۳، ۰/۰۵±۰/۳۲، ۰/۰۰۱±۰/۰۲ میکروگرم برگرم وزن خشک در بافت عضلانی میگو بوده است. در مقایسه میان ایستگاه‌ها، منطقه بریس بجز در جیوه و آهن، در سایر فلزات اختلاف معنی‌داری با سایر مناطق داشته است (P<۰/۰۵). مقایسه نتایج با برخی استانداردهای بین‌المللی مثل سازمان بهداشت جهانی (WHO, 1995) و مدیریت غذا و داروی آمریکا (FDA) نشان می‌دهد که غلظت تمامی عناصر بررسی شده کمتر از حدمجاز جهانی بوده است و مصرف میگو در مناطق نمونه‌برداری شده برای سلامتی خطری نخواهد داشت.

لغات کلیدی: میگوی سفیدهندی، *Penaeus indicus*، مکران، خلیج چابهار، فلزات سنگین

*نویسنده مسئول

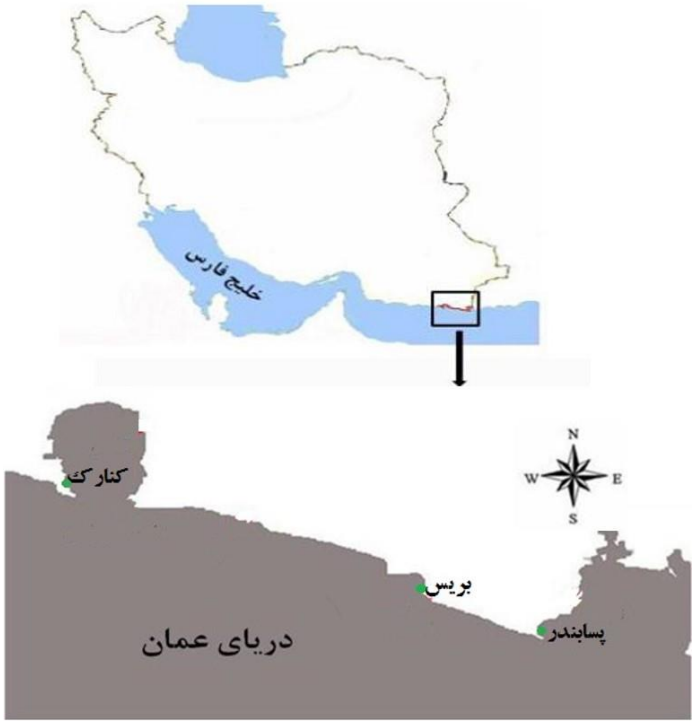
مقدمه

ورود اغلب آلاینده‌های محیطی به طور مستقیم یا غیرمستقیم از فعالیت‌های بشری حاصل می‌شوند که به دلیل توسعه شهرنشینی و صنایع و افزایش بی‌رویه جمعیت‌های انسانی و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی و دفع آفات سبب ریزش مقادیر بالایی از پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به اکوسیستم‌های آبی می‌شوند که تمامی آنها حاوی مقادیر مختلفی از انواع فلزات سنگین می‌باشند. فلزات سنگین نیز پس از ورود به اکوسیستمهای آبی از طریق تغذیه، پوست و آبشش و غیره وارد بدن آبزیان شده و در اندام-های مختلف ذخیره می‌شوند و در زنجیره غذایی به سطوح بالاتر انتقال می‌دهند (عریان و همکاران، ۱۳۸۹). در بین انواع آلاینده‌ها، فلزات سنگین به دلیل پایداری در چرخه‌های زیستی و قابلیت تجمع‌پذیری در سطوح مختلف زنجیره غذایی، از اهمیت بالایی برخوردارند، اگرچه برخی از فلزات سنگین مانند مس، روی، آهن و منگنز در غلظت‌های کم برای حیات و در متالبولیسم‌های طبیعی آبزیان ضروری هستند. اما عناصر دیگری مانند کادمیوم، جیوه یا سرب حتی در مقادیر بسیار کم نیز برای آبزیان سمی می‌باشند (Canli and Atli, 2003). در دهه‌های اخیر مصرف غذاهای دریایی به دلیل رشد جمعیت و تمایل بشر به استفاده از غذاهای طبیعی و سالم افزایش چشمگیری داشته است. به همین علت مصرف غذای آلوده به فلزات سنگین، موجب کاهش کارایی سیستم ایمنی بدن، کاهش رشد و میزان هم‌آوری در آنها می‌شود و در خصوص آبزیان خوراکی، علاوه بر موارد مذکور، موجب بروز مخاطراتی برای مصرف کنندگانِ آنها نیز می شود (Golovanova, 2008). میگوی سفید هندی از سواحل شرقی آفریقا تا هند و سریلانکا، ماداگاسکار و دریای سرخ پراکنش داشته و ذخایر کمی از آن در دریای‌عمان و خلیج‌فارس نیز گزارش گردیده است (کیابی و کامرانی، ۱۳۸۰). میگوها اعم از گونه‌های ساکن در منابع آب شور و آب شیرین نقش مهمی در انتقال انرژی در اکوسیستم‌ها برعهده دارند و همچنین از منابع غذایی پراهمیت انسانها نیز محسوب می‌گردند. از اینرو، مطالعات مختلفی در داخل و خارج کشور در مورد میزان حضور فلزات سنگین در میگوها صورت گرفته است که از جمله می‌توان به نتایج تحقیق احسانی و رومیانی (۱۳۹۳) در مقایسه تجمع فلزات روی، مس و کادمیوم در بافت عضله و پوست میگوهای سفید سر تیز (*Metapenaeus affinis*) و میگوی پاسفیدغربی (*Litopenaeus vannamei*) مقادیر پایین‌تری از حد مجاز استاندارد بهداشت جهانی را نشان داد. در مطالعه رضوی و همکاران (۱۳۹۱) تجمع فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در عضله میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) در خلیج فارس (بحرکان) از آستانه استاندارد جهانی بالاتر بوده‌اند. همچنین به Gendy و همکاران (۲۰۱۵) در ارزیابی تجمع فلزات مس، روی، کادمیوم، سرب، کبالت و نیکل در میگوی ببری سبز (*Penaeus semisulcatus*) در دریای سرخ اشاره نمود. با توجه به اهمیت میگو در تغذیه انسان، هدف از این مطالعه بررسی میزان تجمع برخی از فلزات سنگین ضروری و غیر ضروری در بافت خوراکی میگوی سفید هندی در منطقه سواحل مکران و مقایسه آن با استانداردهای بین‌المللی می‌باشد که در نهایت می‌توان در مورد سلامت این گونه خوراکی از لحاظ فلزات سنگین نتیجه‌گیری نمود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۶۰ نمونه میگو در بازه زمانی صید میگو (مهر ماه لغایت آذر ماه) در سال ۱۳۹۶ از مناطق صیادی کنارک (۲۵ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی)، اسکله بریس(۲۵ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی) و اسکله گواتر (پسابندر) (۲۵ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی) تهیه گردید (شکل۱).

نمونه‌ها بلافاصله بعد از صید در جعبه های یخ به آزمایشگاه منتقل شده و در دمای ۲۰- درجه تا زمان شروع مراحل آزمایشگاهی نگهداری شدند. در زمان آزمایش نمونه‌ها از فریزر به دمای ۵ درجه یخچال برای خارج شدن از حالت فریز انتقال داده شدند.



شکل۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری میگوی سفید هندی(*Penaeus indicus*)
Figure1: The geographic location of Indian white shrimp(*Penaeus indicus*) sampling stations

بعد از اندازه‌گیری طول کل با تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متر، وزن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کاراپاس توسط کولیس، بافت عضله با استفاده از اسکالپل خارج گردید. بافت‌ها در آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردیدند. بافت‌های خشک شده را بوسیله هاون چینی به صورت پودر درآورده و ۱ گرم از هر یک از آنها را در ارلن ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و به آن ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد اضافه گردیده و در دمای آزمایشگاه به مدت چند ساعت جهت هضم مقدماتی نگهداری شدند. سپس نمونه ها روی پلیت داغ با درجه حرارت ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد تا هضم کامل انجام پذیرد. نمونه‌ها بوسیله کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون فیلتر شده و با آب دو بار تقطیر حجم آنها را به ۲۵ میلی لیتر رسانده شده و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی (Novaa مدل ۳۰۰ Konic) اندازه گیری شدند (MOOPAM, 1999). به منظور جلوگیری از آلودگی محتمل در طول تجزیه و تحلیل و برای بررسی دقت و صحت روش تحلیلی از نمونه خالی و استاندارد ماده مرجع DORM 2 (National Research Council of Canada: dogfish muscle) استفاده‌شد. میانگین میزان صحت داده‌ها برای فلزات ۹۸-۹۵ درصد بدست آمد. حد تشخیص دستگاه (LOD) برای فلزات آهن، آرسنیک، قلع، سرب، کادمیوم و مس بترتیب برابر با ۰/۸۲، ۰/۴۳، ۰/۱۳، ۳/۳۰، ۰/۰۲ و ۰/۵۶ نانوگرم برگرم وزن خشک بوده است. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده‌شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه بین فلزات و ایستگاهها مختلف نمونه برداری از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و

برای جداسازی گروه ها از آزمون توکی در سطح اطمینان ۵ درصد استفاده‌گردید.

نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی ۶۰ نمونه میگو در سه اسکله صیادی کنارک، بریس و گواتر در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه نتایج ارزیابی میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله میگوی سفید هندی در ایستگاههای مختلف نشان داد که فلز کادمیوم در بریس با ۰/۰۰۱±۰/۰۴۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک بیشترین مقدار را داشت و الگوی تجمع آن به صورت بریس>کنارک=گواتر می‌باشد (P<۰/۰۵). برای فلز مس هم بالاترین مقدار در ایستگاه بریس با ۰/۴۲±۳/۳۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک بدست آمد و الگوی تجمعی آن به صورت بریس>گواتر=کنارک بود. همچنین تفاوت معنی داری بین همه ایستگاه‌ها مشاهده‌شد (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار سرب در اسکله بریس با ۰/۰۵±۰/۳۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری میان اسکله کنارک و گواتر با بریس مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان تجمع فلز آهن در بافت عضله میگو در بین ایستگاهها در اسکله بریس با ۰/۰۸±۲/۷۹ میکروگرم بر گرم وزن‌خشک مشاهده شد و تفاوت معنی داری میان نقاط نمونه‌برداری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). بالاترین مقدار قلع در اسکله بریس با ۰/۳۴±۲/۵۹ میکروگرم برگرم وزن خشک بود و الگوی تجمعی آن نیز به صورت بریس> گواتر=کنارک بود. تفاوت معنی‌داری میان نقاط نمونه‌برداری مشاهده گردید(P<۰/۰۵). آرسنیک بیشترین میزان تجمع را در بافت عضله در نمونه های صید شده از اسکله بریس با ۰/۰۲±۰/۴۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک نشان داد و الگوی تجمعی آن به صورت بریس>گواتر=کنارک می‌باشد که آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و سپس آزمون توکی تفاوت‌های معنی‌داری میان اسکله کنارک و گواتر با بریس نشان داد (P<۰/۰۵) (شکل ۲).

نتایج ارزیابی تجمع جیوه نشان داد که بجز اسکله گواتر که مقدار آن از حد تشخیص دستگاه پایین تر بود، در دو منطقه دیگر مقادیری از این فلز ثبت گردید که اسکله بریس با ۰/۰۰۱±۰/۰۲۶ میکروگرم برگرم میانگین بالاتری را نسبت به ایستگاه کنارک داشت، ولی تفاوت معنی‌داری بین این مناطق مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) (شکل ۳).

به طور کلی، بر اساس نتایج می‌توان الگوی تجمعی فلزات سنگین را در بافت عضله میگوی سفید هندی به تفکیک هر منطقه نمونه‌برداری به صورت ذیل بیان نمود:

در منطقه اسکله بریس، مس>آهن> قلع>سرب>آرسنیک>کادمیوم>جیوه

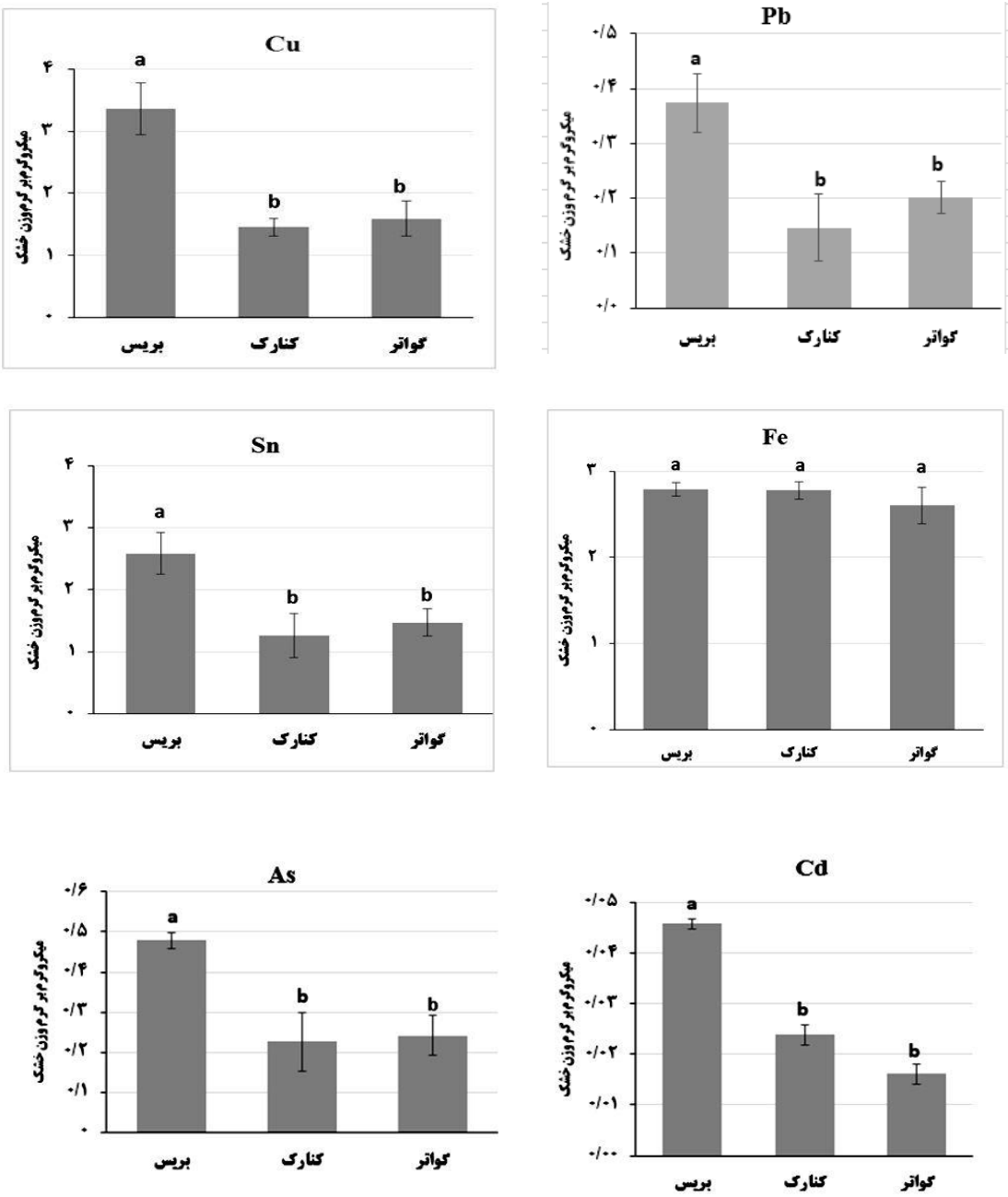
در منطقه اسکله کنارک، آهن > مس>قلع>سرب>آرسنیک>کادمیوم> جیوه

در منطقه اسکله گواتر، آهن >مس>قلع>آرسنیک>سرب >کادمیوم >جیوه

جدول۱: نتایج زیست سنجی میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*)(میانگین±انحراف معیار)

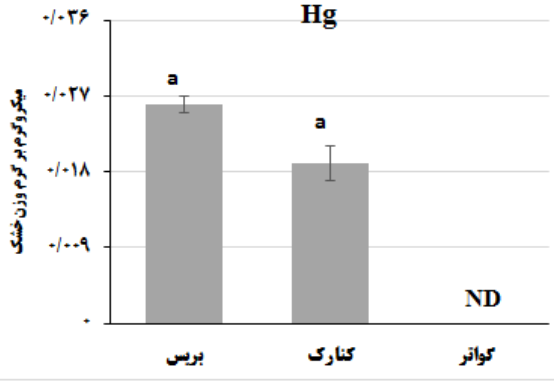
Table 1: Biometric results of Indian white shrimp(*Penaeus indicus*) (Mean±SD)

	طول کل (سانتی متر)	طول کاراپاس (سانتی متر)	وزن (گرم)
کنارک	۹/۹±۱/۹۷	۷/۰۷±۱/۸	۲۴/۹۵±۸/۳۱
بریس	۷/۹۸±۱/۲۸	۵/۶۷±۰/۷۹	۱۲/۸۱±۴/۵۶
گواتر	۹/۰۶±۱/۷۳	۶/۵۵±۰/۷	۱۷/۲۵±۵/۱۵



شکل ۲: نمودارهای تغییرات میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله میگوی سفید هندی *(Peneaus indicus)* در نقاط مختلف نمونه برداری در سواحل شمالی دریای مکران (۱۳۹۶). میله های خطا نشان دهنده انحراف معیار است. حروف غیرهمسان اختلاف معنی داری را نشان میدهد.

Figure 2: Mean concentration of heavy metals in Indian white shrimp *(Pineaus indicus)* muscle tissue in different sampling stations in the northern coasts of the Makran Sea (2018). The error bars show the standard deviation. Alphanumeric characters show a significant difference.



شکل۳: نمودار تغییرات میانگین غلظت فلز جیوه در بافت عضله میگوی سفید هندی (*Peneaus indicus*) در نقاط مختلف نمونه برداری در سواحل شمالی دریای مکران (۱۳۹۶). میله‌های خطا نشان دهنده انحراف معیار است. حروف غیر همسان اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. ND=Not Detected

Figure 2: Mean concentration of Mercury(Hg) in Indian white shrimp *(Pineaus indicus*) muscle tissue in different sampling stations in the northern coasts of the Makran Sea (2018). The error bars show the standard deviation. Alphanumeric characters show a significant difference. ND=Not Detected.

بحث و نتیجه گیری

نتایج بررسی الگوهای تجمعی فلزات سنگین در بافت عضله میگوی سفید هندی نشان می‌دهد که در هر سه منطقه مورد مطالعه (کنارک، بریس و گواتر) مس و آهن دارای بیشترین میزان تجمع هستند (شکل ۲). از آنجایی که این دو فلز جزء فلزات ضرروی بوده و وجود آنها برای رشد و متابولیسم لازم است، بنابراین، انتظار می‌رود که میزان این فلزات در بدن این آبزی بیشتر از سایر فلزات باشد (Canli and Atli, 2003; Mitra *et al*., 2012). این فلزات از طریق آب، غذا یا رسوبات وارد بدن میگو می‌شود و بخشی از آن در عضله تجمع می‌یابد، هر چند که عوامل مختلفی از قبیل مدت زمان قرار گیری در معرض فلز، میزان فلز در آب و عوامل محیطی دما، سختی، اسیدیته و شوری نیز در میزان تجمع تاثیر گذار هستند (Heath, 1987). در تحقیق حاضر منطقه بریس اختلاف معنی داری را با سایر نقاط از نظر میزان تجمع این دو فلز نشان داد که می‌تواند ناشی از تاثیرگذاری عوامل مذکور باشد و بایستی به نقش منابع ورودی آلاینده‌ها بخصوص پسابهای صنعتی و خانگی، تردد انواع قایق‌های صیادی در این منطقه اشاره نمود. مطالعات Mojtahid و همکاران (۲۰۰۸) در سواحل اسکاتلند در ارتباط با اثر آلاینده‌های مواد آلی بر جوامع کفزی نشان داد، در محلهایی که ورودی پسابهای حاوی مواد آلی وجود دارد، میزان تجمع فلزات مس، سرب، کروم، روی و آهن دارای بیشترین مقدار است و با فاصله گرفتن از کانون آلودگی، از مقادیر آنها کاسته می‌شود. در مطالعه غلامحسینی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی مقادیر فلزات آهن، سرب و کروم در میگوی سفید هندی در تنگه هرمز، فلز آهن دارای بیشترین مقدار بود که با مطالعه حاضر در مناطق کنارک و گواتر همخوانی دارد. آرسنیک در تمام بوم‌سازگان‌ها یافت شده و اغلب از طریق آب، هوا و خاک سبب آلودگی آنها می شود. میزان تجمع آرسنیک در موجودات دریایی به نوع گونه، اندازه و فعالیت‌های انسانی بستگی دارد و گونه‌های بستر زی مثل میگو، خرچنک گرد و لابسترها به دلیل ارتباط مستقیم با رسوبات نسبت به ماهیان دارای میزان تجمع بالاتری از این فلز هستند (Attar *et al*., 1992). Bou-Olayan و همکاران (۱۹۹۵) در مطالعه خود در آبهای کویت میزان تجمع آرسنیک در گونه میگو *Metapenaeus affinis* را ۱/۱-۰/۴۵ میکروگرم بر گرم و در میگوی ببری *Penaeus semisulcatus* ۰/۵۹-۱/۹۰ میکروگرم بر گرم گزارش نمودند. در مطالعه حاضر تغییرات غلظت آرسنیک ۰/۴۷-۰/۲۲ میکروگرم برگرم بود که بیشترین مقدار آن در بریس به ثبت رسید (شکل۲) کهاحتمالاً عامل موثر در این منطقه فعالیت‌های انسانی می باشد که سبب بوجود آمدن اختلاف معنی‌دار بین بریس با سایر نقاط شده است. طبق نتایج مطالعه Hariis و همکاران (۲۰۱۸) در آبهای بنگلادش در مورد میزان تجمع فلزات روی، جیوه، کادمیوم، قلع و سرب در ۳ گونه میگو *Penaeus monodon*, *Penaeus indicus* و *Penaeus semisulcatus* بیشترین میزان تجمع مربوط به فلزات روی و قلع بوده است. در مطالعه حاضر بیشترین میزان

قلع در بریس بدست آمد که در هر سه منطقه پس از آهن و مس دارای بالاترین مقدار است. منبع ورودی قلع غالباً اسکله نفتی، رنگ‌سازی، صنایع کشتی‌سازی و پساب‌های کشاورزی است. فعالیت‌های مشاهده شده در منطقه بریس در زمان نمونه‌برداری شامل پهلوگیری انواع شناورها، صیادی، کارخانجات کنسرو ماهی و ورودی پسابها بود که می‌تواند از علل بالا بودن میزان این آلاینده و سایر فلزات در این منطقه نسبت به کنارک و گواتر باشد. ارتباط مستقیمی میان میزان تجمع فلزات در رسوبات و بافت آبزیان وجود دارد (Lu *et al*., 2005). در مطالعه صفاهیه و همکاران (۱۳۹۲) در مقایسه فلزات غلظت فلزات سنگین مس، نیکل، سرب و روی در رسوبات امتداد خلیج گواتر تا پزم، بیشترین میزان تجمع فلزات از منطقه بریس گزارش گردید بطوریکه در مطالعه حاضر نیز فلز سرب بیشترین میزان تجمع را در منطقه بریس داشته که اختلاف معنی داری نیز با کنارک و گواتر داشته است (P<۰/۰۵). یکی دیگر از عوامل افزایش فلزات سنگین در مناطق ساحلی، فاصله بین کوه و ساحل دریاست که عامل فرسایش سبب افزایش ورودی فلزات به محیط های دریایی می شود (Kilemade *et al*., 2004) که در مورد منطقه بریس می‌تواند صادق باشد (عین الهی و همکاران، ۱۳۹۰). در میان سایر فلزات، سرب دارای دامنه تغییری ۰/۱۴-/۴۷ میکروگرم بر گرم بوده که در مقایسه با مطالعه احسانی و رومیانی (۱۳۹۳) در مورد گونه‌های میگوی سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) و میگوی پاسفید غربی(*Litopenaeus vannamei*) با دامنه تغییر ۰/۱۵- ۰۰/۱۱ ، از میانگین بالاتری برخوردار می‌باشند. همچنین در مطالعه رضوی و همکاران (۱۳۹۱) مقدار فلز سرب در میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) در خلیج فارس (بحرکان) ۰/۱۳۳±۰/۰۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند که از مطالعه حاضر کمتر بوده است. هرگونه تغییر در روند جذب و تجمع زیستی فلزات سنگین در آبزیان می‌تواند به دلیل عوامل مختلفی مانند نوع فلز، نوع آبزی، بافت، وزن و سن آبزی و شرایط محیطی صورت گیرد (احسانی و رومیانی،۱۳۹۳). سرب از جمله فلزات سنگین است که به صورت ترکیبات متنوع گسترده از منابع مختلف وارد محیط می‌شود. ترکیبات سرب در محیط‌های دریایی بر حسب اندازه به صورت کلوئید یا محلول و جامد یافت می‌شود بطوریکه با افزایش غلظت آن از فرم محلول کاسته شده و بر میزان کلوئیدی یا جامد اضافه می شود (اسماعیلی ساری،۱۳۸۱). در مطالعه رضوی و همکاران (۱۳۹۱) غلظت کادمیوم در بافت عضله میگوی سفید هندی ۰/۱۲۰±۰/۰۴۵ میکروگرم برگرم در منطقه خلیج فارس (بحرکان) گزارش گردیده که از میانگین بدست آمده در مطالعه حاضر ۰/۰۰۲±۰/۰۲۹ میکروگرم برگرم بالاتر بوده است. علاوه براین، تحقیقات بسیار دیگری در زمینه میزان تجمع فلز کادمیوم در بافت خوراکی میگو انجام شد که نشان می‌دهد که غلظت این فلز در حد پایینی از استانداردها قرار دارد (Pourang *et al*., 2005). برای مثال، میانگین کادمیوم در میگوی موزی *Fenneropenaeus merguiensis* برابر با ۰/۰۷ (Pourang *et al*., 2005)، میگوی مونودون *Penaeus monodon* برابر با ۰/۲۵ (Mokhtar *et al*., 2009)، میگوی سفید هندی *Fenneropenaeus indicus* برابر با ۱/۲۷ (Joseph *et al*., 1992)، میگوی سفید هندی *Fennerpenaeus indicus* برابر با ۰/۴۰۵ میکروگرم بر گرم (پورباقر و همکاران،۱۳۹۳) گزارش شده است. طبق بررسی‌ها محدوده متغیر فلز کادمیوم در خلیج فارس ۰/۰۷۵- ۰/۶۸۰میکروگرم بر گرم می‌باشد (پورباقر و همکاران، ۱۳۹۳) که مطالعه حاضر از این محدوده کمتر می‌باشد. از نظر مقایسه منطقه‌ای، غلظت کادمیوم در بریس تفاوت معنی‌داری با دو منطقه کنارک و گواتر داشته است که می‌تواند ناشی از بالاتر بودن منابع ورودی این آلاینده (پساب های صنعتی و فعالیت‌های انسانی در محیط دریا و سواحل) در منطقه بریس نسبت به سایر مناطق باشد. جیوه سمی‌ترین فلزی است که از طریق مصرف آبزیان منتقل شده و در مغز انسان سبب آشفتگی های عصبی می‌شود و دارای اثر بازدارندگی رشد بدن و آنزیم ها نیز می‌باشد. به همین دلیل مطالعات بسیاری در ارتباط با آن انجام شده است (پورباقر و همکاران، ۱۳۹۳). در مطالعه حاضر، دامنه تغییر فلز جیوه ۰/۰۲۶-۰/۰۱۹ میکروگرم بر

گرم متغیر بوده که از گزارش پورباقر و همکاران (۱۳۹۳) در این فلز در عضله میگوی سفید هندی در ماهشهر (۰/۴۱۳ میکروگرم برگرم) و رضوی و همکاران (۱۳۹۱) از بحرکان با ۰/۰۴۳ میکروگرم برگرم، پایین‌تر بودند. در مقایسه با سایر گونه‌های میگو می‌توان به نتایج مطالعات ذیل اشاره نمود. غلظت جیوه در میگوی ببری سبز در خلیج فارس ۰/۰۸ (Kureishy, 1993)، میگوی *P. Kerathurus* از سواحل مدیترانه ۰/۰۳۸ (Agusa *et al.*, 2004)، از سواحل غنا در میگوی *P. notialis* برابر با ۰/۰۲۷ (Biney and Ameyibor, 1992) نیز از مقدار پایین‌تری برخوردار بوده است. در مقایسه میان نقاط نمونه‌برداری، منطقه گواتر دارای پایین‌ترین مقدار بود بطوریکه از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی (۰/۰۰۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) پایین‌تر بوده ولی در دو منطقه دیگر قابل تشخیص بوده که ایستگاه بریس از غلظت بالاتری نسبت به ایستگاه کنارک برخوردار بوده است. ولی تفاوت معنی‌داری میان آنها مشاهده نگردید که با توجه به گزارش‌های ثبت شده از سایر نقاط، در مناطق نمونه‌برداری مطالعه حاضر به دلیل فقدان منابع اصلی ورودی این آلاینده که غالباً از طریق پساب‌های صنعتی مثل رنگ‌سازی است. مقادیر بسیار پایینی از این فلز ثبت گردیده است. در جدول ۲ مقایسه‌ای میان فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در میگوی سفید هندی مطالعه حاضر با برخی از استانداردهای جهانی صورت گرفته است.

جدول۲: مقایسه غلظت فلزات سنگین عضله میگوی سفید هندی مطالعه حاضر با مقادیر مجاز برخی از استانداردهای جهانی(میکروگرم برگرم وزن خشک)

Table2: Comparison of heavy metal concentrations of Indian white shrimp muscle in the present study with the permitted values of some of the world standards (microgram / kg dry weight).

	Cu	Pb	Cd	As	Sn	Fe	Hg
WHO[a]	۱۰	۱/۵	۰/۲	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰/۵
MAFF(UK)[b]	۲۰	۲	۰/۲	–	–	–	۰/۳
USFDA[c]	۱۲۰	۴	۰/۲	–	–	–	۰/۵
ANHMRC[d]	۲۰	۱/۵	۰/۰۵	۱۰۰۰	–	–	۱
NewZealand[e]	۳۰	۲	۱	–	–	–	–
Germany[f]	–	۰/۵	۰/۵	–	–	–	۱
مطالعه حاضر	۳/۳۸-۱/۴۵	۰/۳۷-۰/۱۴	۰/۰۱-۰/۰۴	۰/۲۲-۰/۴۷	۱/۲۵-۲/۵۸	۲/۶۰-۲/۷۹	۰/۰۱-۰/۰۲

[a] World Health Organization (Pourang *et al.*, 2005); [b] Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (UK);MAFF (2000); [c] United states FDA (Mishra *et al.*, 2007); [d] Australian National Health and Medical Research Council (Pourang *et al.*, 2005); [e] Vicente-Martorell *et al.*, 2009; [f] Merian, 1991.

در این تحقیق میزان غلظت فلزات سنگین مس، آهن، آرسنیک، کادمیوم، قلع، سرب و جیوه در مقایسه با حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان خواربار جهانی (FAO)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی شیلات انگلستان (UK MAFF, 2000) و مدیریت غذا و داروی آمریکا (US FDA, 2011) و استانداردهای آلمان و نیوزیلند پایین‌تر از حد مجاز بوده است. بنابراین، مصرف میگوی سفید هندی در مناطق مورد مطالعه نمی‌تواند از نظر سلامتی خطری برای انسان داشته باشد.

منابع

احسانی،ج. و رومیانی، ل.، ۱۳۹۳. مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم و سرب) در پوست و عضله میگوی (*Litopenaeus vannamei*) و میگوی پاسفیدغربی (*Metapenaeus affinis*)

سفیدسرتیز در شمال خلیج فارس. مجله علمی - پژوهشی زیست شناسی دریا. ۲۱(۶): ۵۹-۵۱.

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱ . آلایند ه ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست.چاپ اول، تهران: انتشارات نقش مهر، ۷۶۷ ص.

پورباقر، ه.، حسینی، س.و.، خراسانی، ن.، حسینی، س.م. و دلفیه، پ. ۱۳۹۳. مقدار فلزات سنگین در عضلهٔ میگوی سفید هندی(*Fenneropenaeus indicus*) نشریه شیلات. مجله منابع طبیعی ایران ۶۷ (۱): ۲۴ – ۱۳.

رضوی، س. م. ر.، وهاب زاده، ح.، زمینی، ع. ع.، عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۱ . اندازه گیری و مقایسه میزان فلزات سنگین جیوه، سرب و . کادمیوم در عضله و پوسته میگوی سفیدهندی در خلیج فارس (بحرکان استان خوزستان). مجله آبزیان و شیلات، ۳(۹): ۵۲-۴۲.

صفاهیه، ع. پاکزاد توچایی، س. رونق، م.ت.، ارچنگی،ب.، حمزه، م.ع.، ۱۳۹۲. مطالعه تأثیر پدیده مونسون بر تغییر غلظت فلزات سنگین Cd، Cu، Ni، Pb و Zn در رسوبات امتداد خلیج گواتر تا پزم. مجله علوم و فنون دریایی.۳(۱۲): ۲۵-۱۵.

عریان، ش.، تاتینا، م.، قریبخانی، م.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) در بافت عضله ماهی حلوا سفید. مجله اقیانوس شناسی، ۱(۴):۶۸-۶۱.

عین الهی پیر، ف. صفاهیه، ع.ر. دادالهی سهراب، ع.، سواری، ا.، ۱۳۹۰ . تجمع فلزات سنگین (مس، سرب و نیکل) در رسوبات و دوکفه ای *Saccostrea cucullata* در ناحیه بین جزر و مدی چابهار. مجله علوم و فنون دریایی. ۱۰(۲): ۱۰تا ۲۵.

غلامحسینی، ا.، اکبری،پ.، علی،م.، سلطانیان،س.، تقدسی،و.، فریدونی، م.س.، ۱۳۹۶. بررسی مقادیر فلزات آهن، سرب و کروم در عضله میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) جاسک و تنگه هرمز. نشریه تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک. ۳۰(۴): ۲۴۱-۲۴۷.

کیابی، ب.، کامرانی،آ.، ۱۳۸۰. پویایی شناسی جمعیت میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) در آبهای ساحلی جاسک. مجله پژوهش و سازندگی. ۱۴(۲):۳۹-۴۳.

Agusa, T., Kunito, T., Tanabe, S., Pourkazemi, M. and Aubrey, D.G., 2004. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 789–800.DOI:10.1016/j.marpolbul.2004.06.008

Attar, M.A., El-faer, M.Z., Rawadah, T.N. and Twabini, B.S., 1992. Levels of arsenic in fish from the Arabian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 24:94 – 97.

Biney, C.A. and Ameyibor, E., 1992. Trace metal concentrations in the pink shrimp *Penaeus notialis*, from the coast of Ghana. *Water Air Soil Pollution*, 63:273– 9. DOI: 10.1007/BF00475494

Bou-Olayan, A.H., AI-Yakoob, S. and AI-Hossaini, M., 1995. Arsenic in shrimp from kuwait. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* ,54: 584–590. DOI: 10.1007/BF00192603

Canli, M. and Atli, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, 121: 129-136. DOI:10.1016/S0269-7491(02)00194-X

FDA, 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. Department of health and human service public health food and drug administration center for food safety and applied nutrition of food safety. Fourth Edition, 476P.

Gendy, A., Al Farrajand., S. and El Hedeny., M., 2015. Heavy Metal Concentrations in Tissues of the Shrimp *Penaeus semisulcatus* (De Haan, 1844) From Jazan, Southern Red Sea Coast of Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(3): 671-677.

Golovanova, I.L., 2008. Effect of heavy metals on the physiological and biochemical status of fishes and aquatic invertebrates. *Inland Water Biology*, 1:93–101. DOI: 10.1007/s12212-008-1014-1

Harris, J.M., Vinobaba, P., Kularatne, R.K.A. and Kankanamge, C.E., 2018. An assessment of heavy metal levels in brackish water shrimps: Impact on sexes and the relationship between metal pollution index and Fulton's K condition indices. *Human and Ecological Risk Assessment*: An International Journal. Accepted. DOI: 10.1080/10807039.2018 .1478717.

Heath, A.G.,1987. Water Pollution and Fish Physiology. Florida: CRC press. 384 P.

Joseph, K.O., Srivastava, J.P. and Kadir, P.M.A., 1992. Acute toxicity of five heavy metals to the prawn, *Penaeus indicus* (H. Milne Edwards) in brackish water medium. *Journal of Inland Fisheries Society of India*, 24(2): 82–4. DOI: 10.1016/0044-8486(87)90110-4.

Kilemade, M., Hartl, M.G.J., Sheehan, D., Mothersill, C., Pelt, F.N.A., Berien, N.M.O. and Halloran, J.O., 2004. An assessment of the pollutant status of surficial sediment in Cork harbour in the south east of Ireland with particular reference to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Marrine Pollution Bulltein*, 49:1084-1096. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2004.08.002.

Kureishy, T.W., 1993. Concentration of heavy metals in marine organisms around transportation. Water, Air Soil Pollution, 129:229-243.

Lu, H., Shi, X., Costa, M. and Huang, C., 2005. Carcinogenic effect of nickel compounds. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 279 (1-2): 45-67. DOI:10.1007/s11010-005-8215-2.

MAFF, 2000. Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1997. In, Aquatic Environment Monitoring Report No. 52. Center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowestoft, UK.

Merian, E., 1991. Metals and their Compounds in the Environment Occurrence, Analysis and Biological Relevance, Weinheim, VCH 704P.

Mishra, S., Bhalke, S., Saradhi, I.V., Suseela, B., Tripathi, R.M., Pandit, G.G. and Puranik, V.D., 2007. Trace metals and organometals in selected marine species and preliminary risk assessment to human beings in Thane Creek area, Mumbai. *Chemosphere*, 69:972–978. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2007.05.013

Mitra, A.B., Barua, P., Zaman, S. and Banerjee, K., 2012. Analysis of trace metals in commercially important

crustaceans collected from UNC SCO protected world heritage site of Indian Sunderbans. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 53-66. DOI: 10.4194/1303-2712-v12_1_07

Mojtahid, M., Jorissen, F. and Pearson, T.H., 2008. Comparison of benthic foraminiferal and macrofaunal responses to organic pollution in the Firth of Clyde (Scotland). *Marine Pollution Bulltein*. 56: 42-76. DOI:10.1016/j.marpolbul.2007. 08.018.

Mokhtar, M.B., Aris, A.Z., Munusamy, V. and Praveena, S.M., 2009. Assessment level of heavy metals in *Penaeus monodon* and *Oreochromis* spp in selected aquaculture ponds of high densities development area. *European Journal of Scientific Research*, 30:348–360.

MOOPAM, 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. 3rd ed, Kuwait, 321P.

Pourang, N., Dennis, J.H. and Ghourchian, H., 2005. Distribution of heavy metals in *Penaeus semisulcatus* from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. *Environmental Monitoring and Assessment*, 100: 71-88. DOI: 10.1007/s10661-005-7061-8.

Vicente-Martorell, J.J., Galindo-Riaño, M.D., García-Vargas, M. and Granado-Castro, M.D., 2009. Bioavailability of heavy metals monitoring water, sediments and fish species from a polluted estuary. *Journal of Hazardous Materials*, 162: 823–836. DOI:1016/j.jhazmat.2008.05.106.

WHO, 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part 1 Implications for Policy Markers, 25P.

Study on the accumulation of heavy metals (cadmium, copper, iron, tin, arsenic, lead and mercury) in the Indian white shrimp (*Penaeus indicus*) muscle tissue in Chabahar Bay, Bris and Pasabandar

Loghamani M.[1*]; Sadeghi P.[1]; Jadgal N.[1]

[*]Loghmani.mehran@gmail.com

1-Marine Biology Department,Marine Science Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Abstract:

Shrimps are one of the most important seafood sources for humans. Heavy metals accumulated in the body of shrimp can be transmitted to humans in the food chain. The present study was done in 2017 to compare the accumulation of heavy metals Copper (Cu), Iron (Fe), Lead (Pb), Cadmium (Cd), Tin (Sn), Arsenic (As) and Mercury (Hg) in edible tissue of Indian white shrimp in the fishing grounds of the Makoran coasts. For this purpose, 60 shrimps were harvested from Konarak, Beris and Pasabander. After biometry and preparation of samples and measurement of metals, the mean concentrations of Cu, Fe, Sn, Pb, Cd, As and Hg were 2.13 ± 0.28, 2.76±0.13, 1.77±0.30, 0.24±0.05, 0.03±0.001, 0.32±0.05,0.02±0.001 μg/g dry weight in muscle tissue of the shrimp. Comparing the stations showed that the Bris area had a significant difference except for mercury and iron in other metals ($P < 0.05$). Comparing the results with some international standards, such as the World Health Organization (WHO) and American Food and Drug Administration(FDA), shows that the concentration of all the tested elements is less than global, so shrimp consumption is not hazardous to human health in the sampled areas.

Keywords: Indian white shrimp, *Penaeus indicus*, Makoran, Chabahar Bay, Heavy metals

[*]Corresponding author