

مطالعه میگوی سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) سواحل بوشهر از نظر آلودگی به فلزات سنگین آهن، روی، مس، منگنز و نیکل و تخمین ریسک برای مصرف‌کننده

زهرا مرادی و عیسی سلگی*

ایران، ملایر، دانشگاه ملایر، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست

تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۲۲



چکیده

اکوسیستم‌های دریایی از طریق تخلیه صنعتی، رواناب کشاورزی و شهری و زباله‌های شهری به فلزات سنگین آلوده می‌شوند. بنابراین موجودات آبی این آب‌ها، احتمالاً آلوده به فلزات سنگین بوده و برای مصرف ایمن نیستند. این تحقیق در سال ۱۳۹۵ باهدف تعیین غلظت فلزات سنگین (آهن، روی، مس، منگنز و نیکل) در بافت خوراکی میگو سفید سرتیز سواحل بوشهر و ارزیابی خطر غذایی ناشی از مصرف آنها انجام شد. نمونه‌های میگو از سواحل بوشهر به روش تصادفی و با استفاده از قایق و تور صیادی جمع‌آوری شد. از روش هضم اسیدی جهت آماده‌سازی نمونه‌ها استفاده شد و غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه اسپکتروسکوپی جذب اتمی شعله‌ای (FAAS) تعیین شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۹ استفاده گردید. برآورد جذب روزانه و پتانسیل خطر فلزات سنگین ناشی از مصرف این‌گونه میگو، براساس دستور کار EPA انجام شد. در این تحقیق میانگین غلظت فلزات آهن، روی، مس، منگنز و نیکل در بافت عضله میگو بترتیب $130/92 \pm 85/05$ ، $130/92 \pm 85/05$ ، $65/61 \pm 11/00$ ، $10/20 \pm 4/22$ ، $35/81 \pm 34/29$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک به دست آمد. براساس یافته‌ها، غلظت فلزات آهن، روی و مس در مقایسه با استانداردهای جهانی پایین‌تر بود. میزان فلز نیکل به‌طور معنی‌داری در مقایسه با استاندارد FDA بالاتر اما در مقایسه با سایر استانداردها پایین‌تر بود. میزان جذب روزانه و هفتگی پایین‌تر از دوز مرجع EPA بود. در شرایط حاضر، گونه میگوی مورد مطالعه برای مصرف ایمن است و مصرف مداوم آن (۷۰ سال) سبب ایجاد اثرات غیرسرطان‌زا نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، میگو، ارزیابی خطر، سواحل بوشهر

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۸۱-۳۳۳۳۹۸۴۱، پست الکترونیکی: e.solgi@yahoo.com

مقدمه

تخریب ساحل و بندرگاه‌ها، تخلیه آفت‌کش‌ها و کودهای کشاورزی از دیگر عوامل عمده آلودگی محیط‌های دریایی می‌باشند. ترکیبات نفتی حاوی مواد سمی و خطرناک می‌باشند که بر اثر تخلیه آب توازن، تصادف نفت‌کش‌ها و عواملی دیگر وارد دریا می‌شوند و سبب جهش‌زایی و سرطان‌زایی می‌شوند (۱). در پژوهش‌های صورت گرفته مشخص شده است که با افزایش غلظت نفت خام، غلظت فلزات سنگین جذب‌شده توسط آبزیان در مجاورت نفت خام، افزایش داشته است (۵). در بین آلاینده‌ها، آلاینده‌های

امروزه یکی از نگرانی‌های اصلی در سراسر جهان تخلیه فلزات سنگین به محیط دریایی است. این آلاینده‌ها به علت سمیت بالا و ویژگی انباشتگی دارای اهمیت بوم‌شناختی بسیاری هستند. این عناصر اثرات مخرب روی اکوسیستم و تنوع گونه‌های دریایی دارند (۴). اکتشاف، استخراج و انتقال نفت در خلیج فارس علاوه بر آلودگی مستقیم، با ورود مقادیر زیادی فلزات سنگین باعث آلودگی شیمیایی و به مخاطره انداختن حیات آبزیان شده است. تخلیه فاضلاب و پسماندهای جامد، توسعه صنعتی و عملیات

سبب صدمه به کبد و کلیه‌ها می‌گردد (۲۱ و ۲۲). فلز آهن از اجزای مهم هموگلوبین است، به‌صورت نرمال بافت‌های مختلف بدن نیاز به ۴ تا ۵ گرم آهن دارند. بدن توانایی به کارگیری آهن بیشتر از ۲ میلی‌گرم در روز را ندارد بنابراین جذب آهن اضافی باعث انباشت آن در بافت‌های هدف می‌شود (۱۲). یکی از گونه‌هایی که برای بررسی میزان آلودگی در محیط‌های آبی به کار گرفته می‌شود میگو است که به‌عنوان یک موجود خونسرد در محیط آبی فعالیت‌های فیزیولوژیکی مختلفی را انجام می‌دهد. خانواده *Penaeidae* در آب‌های گرمسیری و نیمه استوایی سراسر جهان یافت می‌شوند. یکی از گونه‌های مهم میگو، میگوی سفید *Metapenaeus affinis* می‌باشد (۱۱). میگو در خلیج فارس و دریای عمان به لحاظ اقتصادی مهم است و دارای ارزش غذایی بسیار بالایی می‌باشد. محتوای پروتئین گوشت میگو ۲۳-۱۸ درصد است. میگو منبع غنی از ویتامین‌های E، D، C، B12، B6، A و املاحی چون کلسیم، آهن، منیزیم، پتاسیم، سدیم، روی، مس، منگنز و سلنیوم است (۳۱). به دلیل اثرات مضر فلزات سنگین بر موجودات زنده و سلامتی انسان، اندازه‌گیری و پایش این فلزات در گونه‌های آبی مورد تغذیه انسان مانند میگو امری ضروری است. بررسی کنونی با توجه به اهمیت مصرف آبزیان در سلامت انسان طراحی گردید و بمنظور بررسی غلظت فلزات سنگین آهن، روی، مس، سرب و نیکل در بافت عضله میگوی سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) در سواحل بوشهر انجام گرفت.

مواد و روشها

نمونه‌برداری در زمستان ۱۳۹۵ به‌صورت تصادفی با استفاده از قایق صیادی و با تور صیادی ترال در آب‌های سواحل بندر بوشهر (اسکله جفره- جلالی) انجام گرفت. برای این منظور تعداد ۱۰۰ عدد میگو به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شد. نمونه‌ها درون کیسه‌های پلاستیکی و داخل جعبه‌های یونولیت حاوی یخ نگهداری و به آزمایشگاه منتقل شدند.

غیرقابل تجزیه یا مقاوم از قبیل فلزات سنگین در رسوبات دریایی انباشته‌شده و به‌طور همزمان در بافت‌های موجودات آبی نیز تجمع می‌یابند (۲۳). در بین فلزات سنگین آهن، روی، مس و نیکل نشان‌دهنده آلودگی ناشی از فعالیت‌های صنعتی در اکوسیستم دریایی می‌باشند. تغییرات سمی فلز نیکل گسترده است و تحت تأثیر شوری و وجود یون‌های دیگر قرار دارد. وجود مقدار اندک نیکل در مواد غذایی برای بدن ضروری است، اما زمانی که مقدار آن از حد مجاز خود فراتر رود، احتمال مبتلا شدن به سرطان ریه، بینی، حنجره و پروستات را افزایش می‌دهد (۱۰). نیکل به‌طور گسترده‌ای در محیط‌زیست پراکنده است و غلظت آن تابعی از سوخت‌های فسیلی، استخراج آن از معادن و پالایشگاه‌ها و سوختن مواد زائد است. نیکل قادر به ایجاد چهار گروه سمیت در مصرف‌کنندگان است که بسته به شدت آن عبارتند از آلرژی، سرطان، اختلالات تنفسی و مسمومیت‌های ایاتروژنیک. استفاده از فولاد ضدزنگ، آبکاری و رنگ کردن از عواملی هستند که موجب ورود نیکل از منابع انسانی به محیط آبی می‌شوند. مقادیر کمی از نیکل در افرادی که نسبت به این فلز سنگین حساسند باعث التهاب شدید پوست می‌شود (۱۵). فلز روی از لحاظ زیستی یکی از فلزات معدنی استثنایی است که در سلامتی عمومی بدن انسان نقش مهمی ایفاء می‌نماید و کمبود آن حدود دو میلیارد از جمعیت در حال توسعه جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فلز روی باعث اختلالات روده‌ای از قبیل بی‌حسی، استفراغ، خشکی دهان، تب، سردرد، اختلالات عصبی و بیماری‌های تنفسی می‌شود و در غلظت‌های بالا در پروستات، استخوان، عضلات و کبد انباشته می‌گردد. عنصر روی در حالت مازاد بر احتیاج باعث افزایش سلول‌های پیشرو مغز استخوان و کاهش تکثیر لنفوسیت‌های B و همچنین کاهش پاسخ به آنتی‌بادی‌های سلول‌های T می‌شود (۲۳). وارد شدن مس طبیعی به محیط دریایی از طریق فرسایش صخره‌ای انجام می‌شود که در هر سال حدود ۳۲۵۰۰۰ تن است. مسمومیت مزمن با مس

داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۹ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی و در صورت نرمال نبودن داده‌ها از آمار ناپارامتریک مناسب استفاده شد. به‌منظور بررسی و وجود ارتباط بین طول و یا وزن با غلظت فلزات سنگین و همچنین بررسی ارتباط میان غلظت فلزات سنگین با یکدیگر، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. برای بررسی اختلاف بین نرها و ماده‌ها از نظر غلظت فلزات (تأثیر جنسیت بر غلظت فلزات) آزمون تی مستقل و آزمون من ویننی به کار گرفته شد. پس‌از آن نتایج با استانداردهای جهانی، نظیر WHO مقایسه شدند. کل پتانسیل خطر غیرسرطان‌زا برای انسان با جمع مقادیر HQ فلزات به دست می‌آید. این HQ کل به‌عنوان شاخص خطر (HI) نامیده می‌شود. HQ برابر با یک یا کمتر از یک بیانگر آن است که هیچ خطری از نظر بهداشتی در نتیجه مصرف میگو رخ نمی‌دهد. شاخص خطر ΣHQs یا (HI) در صورتی که کمتر از یک باشد نشان می‌دهد که هیچ خطری از یک ماده شیمیایی به‌تنهایی یا در ترکیب با دیگر آلاینده‌ها وجود ندارد. در ادامه با داشتن غلظت فلزات در عضله میگو به برآورد میزان جذب روزانه، جذب هفتگی و ارزیابی خطر ناشی از مصرف این‌گونه پرداخته شد (۳۲). معادلات زیر در برآورد میزان جذب روزانه، جذب هفتگی و ارزیابی خطر مورد استفاده قرار گرفت:

$$\frac{\text{غلظت فلز در بافت عضله میگو مورد مصرف} \times \text{نرخ مصرف روزانه میگو}}{\text{وزن بدن}}$$

قبل از جداسازی عضله، طول (از طریق کولیس) و وزن (توسط ترازوی دیجیتال) نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و سپس جنسیت آنها تعیین شد (در میگوهای نر بین پاهای بزرگ که برای راه رفتن استفاده می‌شود، بین قسمت ششم تا هشتم بدن لوله‌ای اسپرمی دارند ولی در زیر شکم ماده‌ها فضای باز برای نگه‌داری تخم‌ها وجود دارد). بعد از جدا کردن بافت‌های میگو، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد جهت خشک شدن در آون قرار داده شدند. پس‌از این مرحله، نمونه‌های خشک‌شده توسط هاون چینی به‌صورت پودر درآمده و جهت هضم شیمیایی آماده شدند. برای هضم نمونه‌های میگو، ابتدا بافت‌های خشک شده در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شدند تا به خاکستر تبدیل شوند. برای به دست آوردن خاکستر سفیدرنگ چند قطره آب مقطر به خاکستر اضافه شد. سپس نمونه‌ها با ترکیب سه اسید (HNO₃: HClO₄: H₂SO₄=10:4:1) با نسبت ۵ میلی‌لیتر به ازای هر ۰/۵ گرم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد هضم شدند. عملیات هضم تا زمانی که محلول شفاف رنگ ظاهر شود ادامه یافت (۱۴). محلول‌های حاصله با استفاده از کاغذ فیلتر واتمن ۴۲ میکرومتر فیلتر شدند و با آب دیونیزه به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند، محلول‌ها تا زمان اندازه‌گیری غلظت فلزات توسط دستگاه جذب اتمی (ContrAA 700 (Analytik Jena) در ظروف دربسته در یخچال نگهداری شدند. برای تجزیه و تحلیل

(۱) میزان جذب فلزات سنگین در بدن در روز:

$$EDI \text{ (mg/kg/day)} = (C \times IR) / BWa$$

فرکانس مواجهه × کل مدت زمان مواجهه × نرخ مصرف روزانه میگو × غلظت فلز در بافت عضله میگو مورد مصرف

(۲) نسبت خطر (بدون واحد): $\frac{\text{وزن بدن بزرگسالان} \times \text{دوز مرجع} \times \text{میانگین روزها برای مواد غیر سرطان‌زا}}{\text{وزن بدن بزرگسالان} \times \text{دوز مرجع} \times \text{میانگین روزها برای مواد غیر سرطان‌زا}}$

$$THQ = \frac{Efr \times EDtot \times IR \times C}{Bwa \times RfDo \times ATn}$$

(۳) شاخص خطر کل (Total Hazard Index (HI) = ΣTHQ): THQ_{Fe} + THQ_{Zn} + THQ_{Cu} + THQ_{Mn} + THQ_{Ni}

EDI = میزان جذب فلزات سنگین در بدن در روز از طریق مصرف میگو مورد نظر (میلی‌گرم / کیلوگرم / وزن بدن / روز)

C = غلظت فلز در بافت عضله میگو مورد مصرف (میلی‌گرم / کیلوگرم برحسب وزن تر)

RfDo = دوز مرجع با مصرف دهانی (میلی‌گرم / کیلوگرم / روز)
 برای هر فلز
 BWa = وزن بدن، بزرگسالان (کیلوگرم ۷۰)
 Efr = فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز در سال)
 EDtot = کل مدت‌زمان مواجهه (۷۰ سال)
 ATn = میانگین روزها برای مواد غیر سرطان زا (روز × EDtot)

IR = نرخ مصرف روزانه میگو (گرم / روز)
 BWa = وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ)
 Efr = فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز در سال)
 EDtot = کل مدت‌زمان مواجهه (۷۰ سال)

نتایج

$10^{-3} \times 0.18$ ، $10^{-3} \times 0.05$ و $10^{-3} \times 0.054$ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز مشاهده شد که بیشترین میزان جذب روزانه مربوط به آهن و کمترین میزان جذب روزانه مربوط به منگنز مشاهده شد. همچنین میزان جذب هفتگی این عناصر بترتیب $10^{-3} \times 0.55$ ، $10^{-3} \times 0.217$ ، $10^{-3} \times 0.126$ ، $10^{-3} \times 0.35$ و $10^{-3} \times 0.38$ میلی‌گرم بر کیلوگرم در هفته به دست آمد. مقادیر THQ در فلزات سنگین مورد مطالعه برای میگو در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار THQ در آهن، روی، مس، منگنز و نیکل به ترتیب $10^{-3} \times 0.94$ ، $10^{-3} \times 0.1$ ، $10^{-3} \times 0.45$ ، $10^{-3} \times 0.35$ و $10^{-3} \times 0.27$ محاسبه شد. همچنین شاخص خطر کلی برای همه فلزات نیز کمتر از یک بود. بیشترین مقدار THQ مربوط به فلز مس و سپس نیکل بود. نتایج حاصل از همبستگی بین غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت عضله میگو در جدول ۳ نشان داده است. رابطه بین فلزات با وزن کل و طول کل نیز بررسی شد. براین اساس در نمونه‌های میگو بین فلز روی و مس و بین فلز منگنز و آهن همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۱ و بین فلز روی و آهن همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۵ وجود داشت. بین فلز روی و وزن همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۱ وجود داشت. همچنین بین طول و فلز روی و منگنز همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۵ و بین طول و وزن همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۱ وجود داشت.

میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله دو جنس نر و ماده میگو سفید سرتیز در شکل ۱ مقایسه شده است. براساس یافته‌ها فلز منگنز در جنس میگو از اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ برخوردار است. اما آهن، روی، مس و نیکل از اختلاف معنی‌داری برخوردار نیستند.

نتایج حاصل از زیست‌سنجی و غلظت فلزات سنگین (آهن، روی، مس، منگنز و نیکل) در بافت عضله میگو در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین غلظت فلزات آهن، روی، مس، منگنز و نیکل بترتیب 130.92 ± 85.05 ، 65.61 ± 11.00 ، 10.20 ± 4.22 ، 35.81 ± 34.29 ، 1.07 ± 0.49 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک به دست آمد. فلزات روی و منگنز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را در عضله میگوی مورد مطالعه دارا بودند. میانگین وزن کل و طول کل نیز بترتیب 7.96 ± 1.94 و 12.34 ± 0.79 به دست آمد.

جدول ۱- نتایج زیست‌سنجی و غلظت فلزات سنگین در بافت عضله میگو سفید سرتیز (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن خشک)

فلزات	کمترین	بیشترین	میانگین
آهن	۱۶/۳۲	۲۸۹/۲۵	۱۳۰/۹۲±۸۵/۰۵
مس	۸/۱۷	۲۱۷/۹۸	۳۵/۸۱±۳۴/۲۹
روی	۴۱/۷۵	۱۰۰/۴۲	۶۵/۶۱±۱۱/۰۰
منگنز	۳/۴۹	۲۲/۴۳	۱۰/۲۰±۴/۲۲
نیکل	۰/۰۲	۲۴/۳۵	۱۰/۶۶±۷/۴۹
طول کل	۱۰/۰۰	۱۴/۵۰	۱۲/۳۴±۰/۷۹
وزن کل	۴/۴۰	۱۳/۱۶	۷/۹۶±۱/۹۴

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار است، (طول کل

برحسب سانتی‌متر و وزن برحسب گرم می‌باشد).

مقادیر جذب روزانه، جذب هفتگی و THQ فلزات سنگین برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی از طریق مصرف عضله میگوی سفید سرتیز در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین جذب روزانه آهن، روی، مس، منگنز و نیکل برای مصرف عضله میگو بترتیب $10^{-3} \times 0.79$ ، $10^{-3} \times 0.31$ ،

جدول ۲- محاسبه جذب روزانه، جذب هفتگی و نسبت خطر برای فلزات سنگین در اثر مصرف میگو سفید سرتیز

فلز	غلظت فلز (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن تر)	میزان جذب روزانه (میلی‌گرم/کیلوگرم/روز)	میزان جذب هفتگی (میلی‌گرم/کیلوگرم/هفته)	دوز مرجع EPA (میلی- گرم/کیلوگرم/روز)	احتمال پذیری خطر (THQ)
آهن	۳۴/۰۴	0.066×10^{-3}	0.46×10^{-3}	7×10^{-1}	0.094×10^{-3}
روی	۱۷/۰۵	0.31×10^{-3}	0.217×10^{-3}	3×10^{-1}	0.10×10^{-3}
مس	۹/۳۱	0.18×10^{-3}	0.126×10^{-3}	4×10^{-2}	0.45×10^{-3}
منگنز	۲/۶۵	0.05×10^{-3}	0.35×10^{-3}	$1/4 \times 10^{-1}$	0.35×10^{-3}
نیکل	۲/۷۷	0.054×10^{-3}	0.38×10^{-3}	2×10^{-2}	0.27×10^{-3}

Total Hazard Index (HI) = $\sum THQ = THQ_{Fe} + THQ_{Zn} + THQ_{Cu} + THQ_{Mn} + THQ_{Ni} = 0.949 \times 10^{-3}$

جدول ۳- ماتریس همبستگی بین غلظت فلزات مختلف در عضله میگو سفید سرتیز بر اساس آزمون همبستگی اسپیرمن

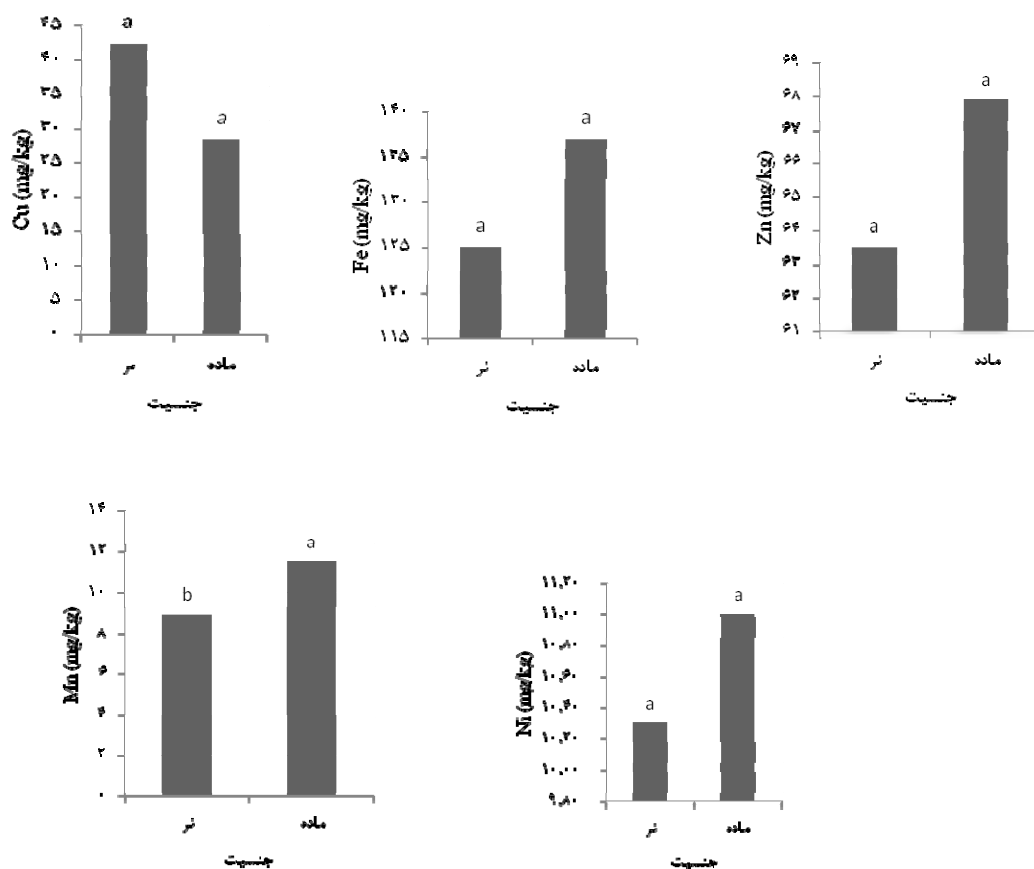
مس	آهن	روی	منگنز	نیکل	وزن	طول
۱						
۰/۰۳	۱					
۰/۴۸**	-۰/۲*	۱				
-۰/۰۳	۰/۷**	۰/۰۴	۱			
-۰/۱	۰/۰۰	-۰/۰۸	۰/۰۲	۱		
۰/۱	-۰/۰۰۳	۰/۴**	۰/۱	۰/۰۲	۱	
۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۲*	۰/۲۲*	-۰/۰۳	۰/۸**	۱

**همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است. *همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

جدول ۴- مقادیر استاندارد حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین در بافت خوراکی میگو و سازمان‌های جهانی (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر)

منبع	آهن	روی	مس	منگنز	نیکل
WHO	-	۳۰	۱۰	-	-
FAO	۱۰۰	۳۵	-	-	۱
FDA	-	۵۰	۲۰	-	-
MAFF	-	۱۵۰	۱۰	-	-
NHMRC	-	۵۰	۲۰	-	۱۵
SASO	-	۱۰۰	۲۰	-	۱۰
SEPA	-	۱۷/۰۵	۹/۳۱	۲/۶۵	۲/۷۷
مطالعه حاضر	۳۴/۰۴	۱۷/۰۵	۹/۳۱	۲/۶۵	۲/۷۷

در جدول ۴ مقایسه غلظت فلزات آهن، روی، مس، منگنز و نیکل با استانداردهای جهانی نشان داده شده است. براین اساس در نمونه‌های میگو میانگین آهن از حد استاندارد FDA کمتر است. میانگین روی و مس از حد استاندارد SEPA, SASO, NHMRC, MAFF, FDA, FAO/WHO کمتر است. میانگین نیکل از حد استاندارد FDA بیشتر و از حد استاندارد SASO و SEPA کمتر است. از آزمون One sample t test برای مقایسه با استانداردها استفاده شد و مقدار معنی‌داری کمتر از ۵٪ به دست آمد. در جدول ۵ مقایسه غلظت فلزات آهن، روی، مس، منگنز و نیکل در بافت عضله میگوی سفید سرتیز را با مطالعات سایر نقاط ایران و جهان نشان می‌دهد.



شکل ۱- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در جنس نر و ماده

بیشتر و غلظت فلزات مطالعه حاضر از میزان فلزات در جازان سواحل دریای سرخ بیشتر می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

میانگین غلظت فلزات سنگین در عضله میگو سفید سرتیز در جدول ۱ نشان داده شده است، ترتیب انباشت فلزات سنگین بصورت $Fe > Zn > Cu > Ni > Mn$ به دست آمد، آهن و منگنز به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را در نمونه‌های میگو دارا بودند. همسو با یافته‌های این پژوهش خرم‌آبادی و همکاران در سال ۱۳۹۰ نیز، به بررسی غلظت فلزات سنگین (مس، روی و نیکل) در بافت عضله میگوی پا سفید غربی در مزارع پرورشی استان بوشهر پرداختند (۳)، بیشترین غلظت فلزات در نمونه‌های بافت عضله را مربوط به روی و سپس مس گزارش نمودند و دلیل این

جدول ۵ مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله میگوی سفید سرتیز را با مطالعات سایر نقاط ایران و جهان نشان می‌دهد و براساس آن میانگین غلظت فلزات روی و مس در مطالعه حاضر از غلظت این فلزات در سواحل مکزیک (۱۹۹۵) کمتر اما غلظت فلز نیکل در مطالعه حاضر بیشتر می‌باشد (۲۸). میزان فلزات روی، مس و نیکل در مطالعه حاضر بیشتر از میزان آن در خلیج اسکندرون ترکیه (۲۰۰۸) می‌باشد (۱۸). در مقایسه با مزارع پرورشی چین (۲۰۱۱) میزان فلز روی از میزان آن در مطالعه حاضر بیشتر و میزان فلز مس کمتر می‌باشد (۳۴). غلظت فلزات مطالعه حاضر به‌جز آهن از میزان آن در بندر ماهشهر (۱۳۹۱) بیشتر می‌باشد (۲). غلظت فلز روی در خلیج فارس (۲۰) از غلظت روی در مطالعه حاضر

آب‌های سواحل استان بوشهر بررسی شد مقدار فلزات مس و روی به ترتیب ۰/۳۶ و ۱/۳۵ گزارش شد که از مقادیر مطالعه حاضر کمتر است.

مسئله ضروری بودن فلزات مس و روی برای رشد و متابولیسم موجود زنده عنوان شد. از سویی دیگر در مطالعه موحد و همکاران در سال ۲۰۱۳ (۸) که غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی میگوهای نمونه‌برداری شده از

جدول ۵ - مقایسه غلظت فلزات سنگین بافت عضله میگوی سفید سرتیز با مطالعات دیگر نقاط جهان (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

منبع	منطقه	گونه	نیکل	منگنز	مس	روی	آهن
(۲۸)	سواحل مکزیک ^۱	<i>Penaeus vannamei</i>	۱/۳	۷/۰۷	۲۳/۳	۶۰/۶	۱۸۰/۱
(۳۴)	مزارع پرورشی چین ^۲	<i>Litopenaeus vannamei</i>	-	۵/۳۳	۲۴/۲۶	۱۷۱/۵۶	۶۱/۳۵
(۱۹)	سواحل جیزان دریای سرخ ^۳		۰/۱۹	۰/۹۰	۳/۸۲	۱۴/۰۵	-
(۱۸)	خلیج اسکندرون ترکیه ^۴	<i>Penaeus semisulcatus</i>	ND	-	۳۴/۲۴	۲۷/۷۵	۱۸/۶۹
(۲۰)	خلیج فارس	<i>Penaeus semisulcatus</i>	-	۲۵/۴۳	-	۶۸/۷۳	۲۸۸
(۲)	بندر ماهشهر	<i>Fennerpenaeus indicus</i>	۰/۶۶	۰/۷۴	۱۸/۹	۳۳/۲	۱۷/۱
(۲۷)	شمال غربی خلیج فارس	<i>Metapenaeus affinis</i>	۲۵/۷۴	-	۲۱/۹۸	۵۵/۲۷	-
مطالعه حاضر	سواحل بوشهر	<i>Metapenaeus affinis</i>	۱۰/۶۶	۱۰/۲۰	۳۵/۸۱	۶۵/۶۱	۱۳۰/۹۲

^۱ The shores of Mexico, ^۲ Chinese cultivating farms, ^۳ Red Sea Coast of Jizan, ^۴ Iskenderun Bay

در مطالعه دیگری که توسط گلنگش و همکاران (۱۳۹۵) انجام شد الگوی تجمع فلزات در نمونه‌های گاماروس دریای خزر به شکل $Zn > Cr > Pb > Co$ مشاهده شد (۹). غلظت بالای روی در بدن گاماروس‌ها به غلظت بالای این عنصر در رسوبات و تمایل این عنصر برای اتصال به گروه سولفیدریل (R-SH) در متالوتیونین‌ها نسبت داده شد. پس از عنصر روی، جذب زیستی گاماروس برای عنصر کروم و سپس عنصر سرب به ترتیب در اولویت‌های جذب دوم و سوم قرار گرفت. بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت نرم تن کیتون پوست ماری مناطق بین جزرومدی استان بوشهر نیز نشان داد که کیتون فلزات مس و روی را در بافت خود بیشتر از سایر فلزات جذب و ذخیره می‌کند. دلیل جذب بیشتر مس و روی را می‌توان مربوط به ضروری بودن این فلزات برای نیازمندی‌های فیزیولوژیکی، متابولیکی و ترکیبات ساختمان بدن از قبیل آنزیم‌های فلزدار و پروتئین‌های فلزدار دانست (۱۰).

همچنین پاز-اوسونا و رویز-فرناندز (۱۹۹۵) به بررسی نمونه‌های میگو در سواحل مکزیک پرداختند (۲۸). در این مطالعه آهن و روی بالاترین غلظت را در نمونه‌های میگو دارا بودند که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد و غلظت فلزات سنگین نیز الگوی مشابه با تحقیق ما داشتند. نتایج بررسی و و یانگ (۲۰۱۱) در مزارع پرورشی چین و سایر مطالعات در بندر خلیج فارس، بندر ماهشهر و سواحل دریای سرخ نیز نشان‌دهنده بالاتر بودن میزان فلز روی در نمونه‌های میگو است (۲، ۱۹، ۲۰ و ۳۴). نتایج این مطالعات منعکس‌کننده محیط‌های آبی حاوی مقادیر بالای Zn و Fe است، زیرا این عناصر به‌طور مستقیم از آب، رسوب و رژیم غذایی محیط جانور جذب می‌شوند. از طرف دیگر مقادیر بالای روی و آهن ممکن است به دلیل قابلیت دستیابی زیستی بیشتر این فلزات برای میگو نسبت به سایر فلزات دیگر توضیح داده شود (۳۴).

میزان تجمع فلزات با اندازه بدن (طول و وزن کل) وجود دارد. از آنجا که میگو منبع مهم غذا برای انسان و همچنین بخش مهمی از زنجیره غذایی طبیعی است (۲۷). در مطالعه حاضر برآورد جذب روزانه، جذب هفتگی، احتمال خطرپذیری و شاخص خطر فلزات سنگین آهن، مس، روی نیکل و منگنز ناشی از مصرف میگو در سواحل استان بوشهر انجام گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که باتوجه به سرانه مصرف میگو در ایران، ۵۰ گرم در سال و غلظت فلزات سنگین در عضله میگوی مورد مطالعه و با توجه به مقادیر THQ و همچنین شاخص خطر کل که در همه فلزات کمتر از یک می‌باشد، مصرف این آبرزی در حال حاضر هیچ‌گونه خطری از نظر میزان فلزات سنگین جهت تغذیه انسان در بر نخواهد داشت. فلز آهن در مقایسه با محدوده تعیین‌شده توسط استاندارد سازمان غذا و دارو (FDA) میزان کمتری را نشان داد. میزان غلظت فلزات روی و مس از محدوده تعیین‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی (FAO/WHO)، سازمان خوار و بار جهانی (FAO) و سایر استانداردهای جهانی موجود در جدول ۳ کمتر می‌باشد. محدوده غلظت فلز نیکل در بررسی حاضر از میزان تعیین‌شده توسط استاندارد FDA بیشتر ولی از میزان استانداردهای سازمان عربستان سعودی (SASO) و SEPA چین کمتر بود، سطح معنی‌داری مشاهده‌شده کمتر از ۵٪ به دست آمد. در مطالعه خرم‌آبادی و همکاران غلظت فلز نیکل موجود در بافت عضله میگو در مقایسه با استانداردهای جهانی از سطح مجاز مصرف انسانی بیشتر به دست آمد (۳). در نتیجه با یافته‌های غلظت فلز نیکل در مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

فلز نیکل از شاخص‌های آلودگی نفتی در یک منطقه می‌باشد و بالا بودن آن در مطالعه حاضر را می‌توان به آلودگی نفتی در منطقه مورد مطالعه نسبت داد. در مطالعه پور باقر و همکاران (۱۳۹۱) در بندر ماهشهر نیز افزایش میزان این عنصر نسبت به گذشته ناشی از افزایش آلودگی

در شکل ۱ تأثیر جنسیت بر انباشت فلزات سنگین در عضله میگو بررسی شد و نتایج نشان‌دهنده عدم تأثیر جنسیت بر انباشت فلزات مورد مطالعه به‌جز منگنز در میگو بود. وجود اختلاف در میزان فلزات سنگین در جنس نر و ماده به تفاوت نوع فعالیت‌های سوخت‌وساز این دو جنس بستگی دارد. افزایش غلظت برخی از فلزات سنگین در جنس ماده آبریان ناشی از زمان صید نمونه‌ها (بعد از تخم‌ریزی) و بالاتر بودن فعالیت متابولیک آبریان ماده در این دوران می‌باشد. پس از عمل تخم‌ریزی به سبب کاهش ذخایر چربی بدن که در جنس ماده در فرایند زرده‌سازی موردنیاز هستند فعالیت متابولیک و تغذیه‌ای آبریان ماده برای جبران ذخایر ازدست‌رفته افزایش می‌یابد در نتیجه جذب آلاینده‌هایی چون فلزات سنگین به همراه آب و غذا در این دوران توسط آبریان ماده افزایش می‌یابد (۷). مطالعات دیگر نیز عدم تأثیر جنسیت در غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف را نشان داده است (۱۳) که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

براساس نتایج حاصل از همبستگی بین غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت عضله میگو، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فلز روی با فلزات مس و آهن مشاهده شد. همچنین بین فلز منگنز با آهن همبستگی معنی‌داری نشان داده شد این همبستگی‌ها نشان از مشابه بودن عوامل حاکم بر رفتار شیمیایی این فلزات و یا منشأ مشترک این فلزات است. سیلوا و همکاران (۲۰۱۶) نیز به چنین روابط همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در باه‌های برزیل دست یافتند (۳۰). بین وزن کل با فلز روی و طول کل با فلزات روی و منگنز همبستگی مثبت و معنی‌داری به دست آمد. روی جز عناصر ضروری بدن می‌باشد که افزایش میزان آن با افزایش وزن و طول بافت عضله را می‌توان به خون‌رسانی بیش‌تر بدن به این بافت نسبت داد. همسو با یافته‌های مطالعه حاضر کوسج و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند که همبستگی معنی‌دار و قوی بین

پوتان، گونه‌های جلبک و دتریت تغذیه می‌کنند. می‌توان گفت که ژئوشیمی رسوبات نقش مهمی در تجمع فلزات در میگوها دارند (۲۶).

نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلزات آهن، روی، مس، منگنز و نیکل در عضله میگو سفید سرتیز از استانداردهای جهانی کمتر می‌باشد فقط غلظت نیکل در مقایسه با FDA بالاتر بود. در نتیجه مصرف میگو سفید سرتیز در حال حاضر خطری را برای سلامت انسان ایجاد نمی‌کند، با این حال برای جلوگیری از آلودگی احتمالی این گونه در آینده وجود یک سیستم نظارتی در سواحل بوشهر توصیه می‌شود، همچنین باتوجه به این که میزان فلز نیکل در مقایسه با استاندارد FDA بالاتر به دست آمد بررسی بیشتر این فلز در سواحل بوشهر امری ضروری است. پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی با در نظر گرفتن پارامترهای فصل و شوری انجام شود. از طرف دیگر باتوجه به اینکه تخلیه فاضلاب شهری و ورود آفت‌کش‌های کشاورزی و کودهای شیمیایی همراه با استخراج نفت از عوامل عمده آلودگی سواحل بوشهر محسوب می‌شوند ضروری است که از ورود فاضلاب و کودهای کشاورزی به این سواحل جلوگیری شود در نتیجه لازم است سازمان‌های مربوطه مقررات سخت گیرانه تری را در این زمینه اعمال کنند.

نفتی در خلیج فارس اعلام شد (۲). فلزات مختلف به صورت متفاوتی در بافت‌ها انباشته می‌شوند. غلظت فلزات سنگین ممکن است به اندازه، عادات تغذیه‌ای و ظرفیت غلظت زیستی گونه بستگی داشته باشد (۲۳). انباشت زیستی متفاوت فلزات همچنین به رژیم غذایی و فعالیت‌های متابولیک گونه مربوط می‌شود (۱۸). در مطالعه کوسج و همکاران (۲۰۱۶) روی میگوی سفید در استان هرمزگان تفاوت در میزان فلزات در نمونه‌های میگو ناشی از پسماندهای کشتی‌های پراکنده در محیط ذکر شد (۲۲). در مطالعه قطب‌الدین و همکاران (۱۳۹۲) در سایت پرورش میگوی چوبیده آبادان تفاوت‌های موجود در میزان فلزات در گونه‌های مختلف میگو مربوط به شرایط جغرافیایی، شرایط محیطی، کیفیت منابع تأمین کننده آب، صنایع مجاور در حاشیه ساحلی، مقررات دفع فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی و کشاورزی، نوع گونه مورد مطالعه، نوع بافت مورد آزمایش و نوع فلز گزارش شد (۶). بیشتر میگوها موجودات بنتیک هستند که در کف اقیانوس‌ها یا دریاها زندگی می‌کنند. آنها عموماً در میان جلبک‌ها و علف‌های دریایی، زیر سنگ‌ها و پوسته‌ها، در شکاف سنگ‌ها و مرجان‌ها، روی سطوح سخت و در سوراخ‌های کم‌عمق روی سطوح نرم زندگی می‌کنند و موجوداتی همه‌چیزخوار هستند که از فرامینفرها، پرتاران، سخت

منابع

۱. نیکبخت، س.، ۱۳۸۴. اثرات سمیت پراکنده ساز بر موجودات میکرو و ماکرو ارگانیسم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
۲. پورباقو، ه.، حسینی، س.، و خراسانی، ن.، حسینی، س. م.، و دلفیه، پ.، ۱۳۹۱. مقدار فلزات سنگین در عضله میگوی سفید هندی، نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۷، شماره ۱، صفحات ۲۴-۱۳.
۳. خرم آبادی، ع.، عزیزاده دوغیکلائی، ا.، محمدی، م.، و عین‌الهی، ف.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت فلزات سنگین (مس، روی و نیکل) بافت عضله میگوی پا سفید غربی در مزارع پرورشی استان
۴. درویش نیا، ز.، ریاحی بختیاری، ع.، کامرانی، ا.، و سجادی، م. م.، ۱۳۹۴. تجمع زیستی فلزات سنگین (سرب، آهن و روی) در بافت اسکلتی مرجان خانواده Faviidae و رسوبات پیرامونی آن در جنوب جزیره قشم، خلیج فارس، مجله بوم‌شناسی آبزیان، دوره ۵، شماره ۱، صفحات ۸۷-۷۷.
۵. شمسی زاده، ع.، امتیازجو، م.، صادقی، م.، و ربانی، م.، ۱۳۹۵. ارزیابی مقایسه‌ای فلزات سنگین سرب و نیکل در میگو *Litopenaeus vanammei* در مجاورت نفت خام و دو نوع

- پراکنده ساز، مجله پژوهش علوم و فنون دریایی، سال یازدهم، شماره اول، صفحات ۱۳-۱.
۶. قطب الدین، ن.، شیرالی، ب.، و محمدی روزبهنی، م.، ۱۳۹۴. غلظت فلزات سنگین (Ni, Cd, Zn) در آبشش، عضله و هپاتو پانکراس میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در سایت پرورش میگوی چوبنده آبادان، مجله علمی-پژوهشی زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ششم، شماره بیست و پنجم، صفحات ۸-۱.
۷. کارگر، آ.، طبیعی، ا.، چراغی، م.، و لرستانی، ب.، ۱۳۹۲. بررسی مقایسه‌ای میزان فلزات سنگین وانادیوم و نیکل در عضلات میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) نر و ماده موجود در بازار شیراز در سال ۱۳۹۰، بهداشت مواد غذایی، دوره ۳، شماره ۲، پیاپی ۱۰، صفحات ۷۷-۷۱.
۸. موحد، ع.، دهقان، ع.، و، حاجی‌حسینی، ر.، اکبرزاده، ص.، زنده‌بودی، ع.، ع.، و نفیسی‌بهبادی، م.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت
۱۱. Abdolapur Monikh, F., Maryamabadi, A., Savari, A., and Ghanemi, K., 2105. Heavy metals concentration in sediment, shrimp and two fish species from the northwest Persian Gulf. *Toxicology and Industrial Health*. 31(6), PP: 554-565.
۱۲. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2004. Division of Toxicology, Clifton Road, NE, Atlanta, GA, available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/>;2004
۱۳. Ansari, E., Shalbah, M. H., and Tile, M. D., 2005. Monitoring Report shrimp stocks in coastal waters of the Persian Gulf (Khuzestan). *Aquaculture Research Center south of the country*, Ahvaz, 39 p.
۱۴. FAO/WHO, 1989. Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants Mercury, Lead and Cadmium, WHO Technical Report, Series No. 505.
۱۵. Chen Y.C. and Chen M.H., 2001. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, 9:107-114
۱۶. Ekpo, F. E., and Ukpong, E. J., 2014. Assessment of Heavy Metals Concentrations in water, Sediments and some common sea foods *Callinectes amnicola* and *Tympanotonus fuscatus* (crabs and periwinkles) from Uta Ewa Creek of Ikot Abasi, Akwa Ibom State, Nigeria. *Global Journal of Applied Environmental Sciences*, 4 (1), PP: 99-106.
۱۷. EPA, 1997. Drinking water standards Environment of Criteria and Assessment.
۱۸. Firat, O., Gök, G, Coğun, H. Y., Yüzereroğlu, T. A., and Kargin, F., 2008. Concentrations of Cr, Cd, Cu, Zn and Fe in crab *Charybdis longicollis* and shrimp *Penaeus semisulcatus* from the Iskenderun Bay, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 147, PP: 117-123.
۱۹. Golam Mortuza, M., and Al-Misned, F. A., 2017. Environmental Contamination and Assessment of Heavy Metals in Water, Sediments and Shrimp of Red Sea Coast of Jizan, Saudi Arabia. *Journal of Aquatic Pollution and Toxicology*, 1(1:5) PP: 1-10.
۲۰. Heidarieh, M., Maragheh, M. G., Shamami, M. A., Behgar, M., Ziaei, F., and Akbari, Z., 2013. Evaluate of heavy metal concentration in shrimp (*Penaeus semisulcatus*) and crab (*Portunus pelagicus*) with INAA method. *Springer Plus*. 2, 72 p.
۲۱. Haji Hussain, H., Nouhi, S. A., and Ghasemi, M., 2001. Determine the amount of inorganic contaminants in Shehrchay, Livestock and Natural Resources Research Center of East Azarbayjan Province, the first national conference on Iran and environmental crises.
۲۲. Klassen, C. D., Cassarett, L. J., and Doulls, J., 2013. *Toxicology, The basic science of poisons*, 8th ed, New York: Mc Grow hill: 715 p.
۲۳. Koosej, N., Jafariyan, H., Rahmani, A., Patimar, A., and Gholipoor, H., 2017. Heavy Metal
۹. محمدی گلنگش، م.، سلگی، ع.، و بزرگ پناه، ز.، ۱۳۹۵. مطالعه غلظت فلزات سنگین در گونه *Pontogammarus maeoticus* و رسوبات ساحلی دریای خزر، واقع در استان گیلان، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۳۰، شماره ۴، صفحات ۱۲.
۱۰. محمودیان شوشتری، ع.، صفاهیه، ع.، نیکپور قنواتی، ی.، روتق، م.، سالاری علی آبادی، م.، ۱۳۹۳. سنجش غلظت فلزات سنگین روی، مس، کادمیم و سرب در نرم‌تن کیتون پوست ماری (*Chiton lamyi*, Dupuis, 1918) مناطق بین جزرومدی استان بوشهر، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحات ۲۲۲-۲۱۰.

- Concentrations in white Shrimp (*Metapenaeus Affinis*) and Their Contribution to Heavy Metals Exposure in Hormozgan Province (Iran). *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 7(1), PP: 62-68.
24. Kwok, C., Liang, Y., Wang, H., Dong, Y., Leung, S., and Wong, M. H., 2014. Bioaccumulation of heavy metals in fish and ardeid at Pearl River Estuary, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 106, PP: 62-67.
 25. Maff.(Agency of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food), 1995. Monitoring and surveillance of nonradioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. *Aquatic Environment Monitoring Report No. 44*. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft.
 26. Mitra, A., Barua, P., Zaman, S., and Banerjee, K., 2012. Analysis of Trace Metals in Commercially Important Crustaceans Collected from UNESCO Protected World Heritage Site of Indian Sundarbans. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12, PP: 53-66.
 27. Mohammadi Rouzbahani, M., 2017. Bioaccumulation of heavy metals (Ni, V, Cu, Pb) in various tissues of *Metapenaeus affinis* in the Northwest of Persian Gulf. *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 3(1), PP: 101-113.
 28. Páez-Osuna, F., and Ruiz-Fernández, C., 1995. Trace metals in the Mexican shrimp *Penaeus vannamei* from estuarine and marine environments. *Environmental Pollution*, 87, PP: 243-7.
 29. Pourang, N., Dennis, J. H., and Ghourchian, H., 2004. Tissue distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the emphasis on the roles of metallothionein. *Ecotoxicology*, 13, PP: 519-533.
 30. Silva, E., Viana, Z. C. V., Onofrec, C. R. E., Kornc, M. G. A., and Santos, V. L. C. S., 2016. Distribution of trace elements in tissues of shrimp species *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) from Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*.76(1), PP: 1-11.
 31. Smith, K. L., and Guentzel, J. L., 2010. Mercury concentrations and omega-3 fatty acids in fish and shrimp: preferential consumption for maximum health benefits. *Marine Pollution Bulletin*, 60, PP: 1615-8.
 32. USEPA(United States Environmental Protection Agency), 2011. USEPA Regional Screening Level (RSL) Summary Table:November 2011.
 33. Jewett, S. C., and Sathy Naidu, A., 2000. Assessment of heavy metals in Red King Crabs following offshore placer gold mining. *Marine Pollution Bulletin*. 40, PP: 478-490.
 34. Wu, X. Y., and Yang, Y. F., 2011. Heavy metal (Pb, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) concentrations in harvest-size white shrimp *Litopenaeus vannamei* tissues from aquaculture and wild source. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, PP: 62-65.

Study of white shrimp (*Metapenaeus Affinis*) from Bushehr coastal with the perspective of contamination by heavy metals Fe, Zn, Cu, Mn, and Ni and risk estimation for consumer

Solgi E. and Moradi Z.

Environmental Sciences Dept., Faculty of Natural Resources and the Environment Sciences, Malayer University, Malayer, I.R. of Iran

Abstract

Marine ecosystems are contaminated with heavy metals through industrial discharge, agricultural and urban runoff, and municipal waste. Aquatic organisms in such waters, so, are presumably to be contaminated with heavy metals and unsafe for consumption. This research was done in the coastal regions of Bushehr in 2016 to determine the heavy metal (Fe, Zn, Cu, Mn, and Ni) concentrations in white shrimp (*Metapenaeus Affinis*) and their consumption risk. Shrimp samples were collected from several stations of Bushehr coastal regions randomly using the boat and fishing net. The Preparation and analysis of the shrimp samples were done based on the standard methodology and the concentrations of the heavy metals were determined using the flame atomic absorption spectroscopy. Estimation the daily intake and potential risk of heavy metals resulted from shrimp consumption were performed according to the program of the EPA. The concentrations of Fe, Zn, Cu, Mn, and Ni in shrimp muscle were 130.02, 65.61, 35.81, 10.2 and 10.66 mg/kg dry weight respectively. Based on the results, the concentration of Fe, Zn, and Cu were lower than world standards. The Ni concentration was significantly higher than the FDA but lower than other standards. The estimated daily and weekly intakes were observed lower than the reference dose presented by EPA. In the present situation, this shrimp species were found to be safe for consumption and continuous consumption (70 years) causes not non-carcinogenic effect.

Key words: Heavy metals, Shrimp, Risk assessment, Bushehr coastal