مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم و سرب) در پوست و عضله میگوی سفیدسرتیز (*Metapenaeus affinis*) و میگوی پاسفیدغربی (*Litopenaeus vannamei*) در شمال خلیج‌فارس

جعفر احسانی[1*]
لاله رومیانی[2]

۱. گروه شیلات، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران
۲. گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

***مسئول مکاتبات:**
e.ehsani2@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱۰
کد مقاله: ۱۳۹۳۰۱۰۱۹۰
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی می‌باشد.

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین روی (Zn)، مس (Cu)، کادمیوم (Cd) و سرب (Pb) در عضله و پوست میگوی وانامی پرورشی و میگوی سفید سرتیز بومی استان خوزستان در سال ۱۳۹۲ انجام شد. به همین منظور ۶ کیلوگرم میگوی سفید از ساحل بحرکان و ۶ کیلوگرم میگوی وانامی از سایت دلوار بوشهر تهیه گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها و هضم آن‌ها با اسید نیتریک غلیظ، فلز روی با استفاده از سیستم شعله و عناصر مس، کادمیوم و سرب با استفاده از کوره گرافیتی دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان دادند تمامی عناصر سنگین در عضله و پوست میگوی سفید بیش‌تر از میگوی وانامی پرورشی بود که تنها در مورد فلز سرب از تفاوت معنی‌دار آماری برخوردار نبود (P>۰/۰۵). همچنین در پوست هر دو گونه تمامی عناصر مورد مطالعه بیش‌تر از عضله تجمع داشتند که به جز سرب، در تمامی عناصر از اختلاف معنی‌دار آماری برخوردار بودند (P<۰/۰۵). مشاهده نتایج حاکی از آن بود که بیش‌ترین میانگین مربوط به فلز روی در پوست و عضله میگوی سفید (۱۵/۶۷±۴۴/۶ و ۱۲/۸۵±۳۸/۶) و وانامی (۱۳/۶۶±۴۰/۶ و۹/۵۲±۳۴) میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک و کمترین میزان مربوط به فلز کادمیوم بود. ترتیب میزان تجمع فلزات سنگین در هر دو گونه و در هر دو اندام از الگوی Zn> Cu> Pb> Cd پیروی کرد.

واژگان کلیدی: *Metapenaeus affinis*، *Litopenaeus vannamei*، فلزات سنگین، خلیج فارس.

مقدمه

بسیاری از عناصر از اجزای طبیعی محیط زیست هستند، به‌عنوان مثال آهن، مس و روی عناصری هستند که وجود مقادیر کمی از آن‌ها برای موجودات زنده ضروری می‌باشد. لیکن بعضی از عناصر نظیر کادمیوم و جیوه برعکس گروه قبلی هیچ‌گونه نقش زیستی شناخته شده‌ای در بدن جانداران ایفا نمی‌کنند و به آن‌ها زنوبیوتیک گفته می‌شود، به این مفهوم که برای متابولیسم بدن مورد نیاز نیستند و حتی مقادیر کم آن‌ها برای بدن مضر است (Movahed *et al*., 2013). ارزیابی اولیه تشخیص وجود فلزات سنگین در محیط اولین قدم برای مطالعه اثرات آن‌ها بر گونه‌هاست تا بتوان حد آستانه مرگ و میر ناشی از فلزات را تعیین کرد (Soegianto *et al*., 2013).

بسیاری از آلاینده‌ها بصورت مستقیم یا غیرمستقیم از فعالیت‌های انسانی حادث می‌شوند. توسعه صنایع و افزایش بی‌رویه جمعیت شهرها و روستاها و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب می‌گردد تا مقادیر زیادی فاضلاب‌های شهری و

صنعتی و همچنین پساب‌های کشاورزی وارد اکوسیستم‌های آبی شوند که همه آن‌ها محتوی مقادیر بالای فلزات سنگین هستند. فلزات سنگین در این میان از نظر پایداری و عدم تجزیه طی فرآیندهای زیستی و فعالیت‌های شیمیایی حائز اهمیت هستند. فلزات سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی از طریق پوست و آبشش در بافت و اندام‌های ماهیان و سایر آبزیان تجمع یافته و سپس وارد زنجیره غذایی می‌شوند (عریان و همکاران، ۱۳۸۹).

میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان تابعی از شرایط بوم‌شناختی، فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی آب، نوع عنصر، گونه و فیزیولوژی بدن دارد. غلظت فلزات سنگین در آب، مدت زمان ماندگاری گونه آبزی در آب، عادت‌های تغذیه‌ای گونه مورد نظر، فصل صید، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مانند pH، دما، شوری و سختی می‌توانند در تجمع فلزات سنگین نقش داشته باشند (عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۰).

فلزات سنگین به دلیل تاثیرات منفی که در رشد، ژنتیک و رفتار دارند و در نهایت موجب مرگ و میر آبزی می‌شوند و همچنین به دلیل سمی بودن موجبات نگرانی را در مصرف‌کننده ایجاد کرده‌اند که روزبروز در حال افزایش است. به منظور مقایسه غلظت عناصر ضروری و زنوبیوتیک و همچنین به علت این‌که فلزات روی، مس، کادمیوم و سرب منابع متنوعی برای ورود به انواع اکوسیستم‌های دارند، در اکثر مطالعات پایش فلزات سنگین در محیط زیست، این فلزات مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (Hosseini *et al*., 2013).

در ایران، در سال‌های اخیر، گونه اصلی پرورش در بین میگوها، میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) بوده و از سال ۲۰۰۳ به بعد رتبه اول گونه پرورشی در جهان گونه فوق بوده است. به منظور ایجاد تنوع گونه‌ای و خروج از تولید تک‌محصولی گونه سفیدهندی و فراهم آوردن قدرت رقابت بیش‌تر در بازارهای جهانی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، گونه موردنظر را انتخاب و در سال ۱۳۸۳ وارد کشور نمود و بدین ترتیب زمینه معرفی و توسعه آن از سال ۱۳۸۵ در استان بوشهر فراهم آمد (زنده بودی و قربانی واقعی، ۱۳۹۰).

میگوی سفید سرتیز مهم‌ترین میگوی استان خوزستان محسوب می‌شود که در خلیج‌فارس و دریای‌عرب تا جنوب هند و سریلانکا یافت شده و به سمت شرق تا فیلیپین و تایوان گسترش یافته است. این میگو تقریباً در تمامی آب‌های استان خوزستان اعم از صیدگاه‌های غربی (لیفه–بوسیف)، صیدگاه‌های شرقی (بحرکان) و خوریات منطقه ماهشهر–بندر امام وجود دارد (صفی خانی و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به اهمیت میگو در رژیم غذایی انسان، هدف از انجام این تحقیق بررسی میزان تجمع و مقایسه فلزات سنگین روی، مس، کادمیوم و سرب در پوست و عضله آن‌ها و هدف دیگر مقایسه این فلزات با استانداردهای موجود و ارزیابی خطر مصرف ناشی از میگوهای فوق برای انسان است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس در اندام‌های عضله و پوست دو گونه میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) بومی استان خوزستان و وانامی پرورشی (*Litopenaeus vannamei*) مورد سنجش قرار گرفت. برای همین منظور ۶ کیلوگرم میگوی سفید از سواحل بحرکان در منطقه صیادی هندیجان که به ارتفاع ۵ متر از سطح دریا و با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۰ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی واقع گردیده است، صید شده و ۶ کیلوگرم میگوی وانامی پرورشی از سایت دلوار واقع در استان بوشهر با مختصات جغرافیایی ۲۹ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی تهیه گردید. دلیل انتخاب چنین مناطقی برای سنجش فلزات سنگین مهم بودن بندر هندیجان و سواحل بوشهر به عنوان مناطق صیادی پرتردد در آب‌های جنوبی کشور است که آبزیان سواحل فوق به تمام نقاط کشور برای فروش حمل می‌شوند (صدوق‌نیری و همکاران، ۱۳۹۱).

میگوهای مورد نظر پس از صید در کیسه‌های پلاستیکی در کنار پودر یخ قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تا انجام مراحل آزمایش در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. در آزمایشگاه عملیات زیست‌سنجی شامل طول کل با استفاده از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر و وزن‌کل آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم بدست آمد. میگوها با استفاده از اسکالپل برای

خارج ساختن عضله کالبدشکافی شدند و پوست آن‌ها نیز برای آزمایش بررسی شد. بافت‌های مورد نظر بطور جداگانه در داخل پتری دیش قرار گرفته و در آون ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردیدند. بافت‌های خشک‌شده را بوسیله هاون‌چینی بصورت پودر درآورده و ۱ گرم از هر یک از آن‌ها را در ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و به ۱ گرم از هر یک از بافت‌ها ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصدی اضافه گردیده و در دمای آزمایشگاه به مدت چند ساعت جهت هضم مقدماتی نگه‌داری شدند. سپس نمونه‌ها 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 ۴۲ میکرون فیلتر گردیده و با آب حجم آن‌ها به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت فلزات سنگین نمونه‌های آماده شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی (PERKIN ELMER 4100) مورد سنجش قرار گرفت. برای اندازه‌گیری مس، سرب و کادمیوم از سیستم کوره گرافیتی دستگاه فوق و برای فلز روی از سیستم شعله استفاده گردید. به موازات آماده‌سازی نمونه‌ها ۳ نمونه شاهد نیز بطور جداگانه و با همان نسبت اسید و آب مقطر تهیه گردید و اندازه‌گیری شد (MOOPAM, 1999).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های تراکم فلزات سنگین در بافت‌های مختلف میگوهای مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش بیستم صورت گرفت. روش آنالیز واریانس یک‌طرفه برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد برای مقادیر غلظت فلزات سنگین در بین بافت‌های مختلف بکار رفت. همچنین برای مقایسه فلزات سنگین در دو منطقه نمونه‌برداری از آزمون t مستقل و نیز برای مقایسه تراکم فلزات سنگین در بافت عضله با استانداردهای جهانی، از آزمون (t-test) استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی ۸۰ عدد میگوی سفید و ۶۸ عدد میگوی وانامی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱: نتایج زیست سنجی میگوی سفیدسرتیز (*Metapenaeus affinis*) و میگوی پاسفیدغربی (*Litopenaeus vannamei*) (۱۳۹۲).

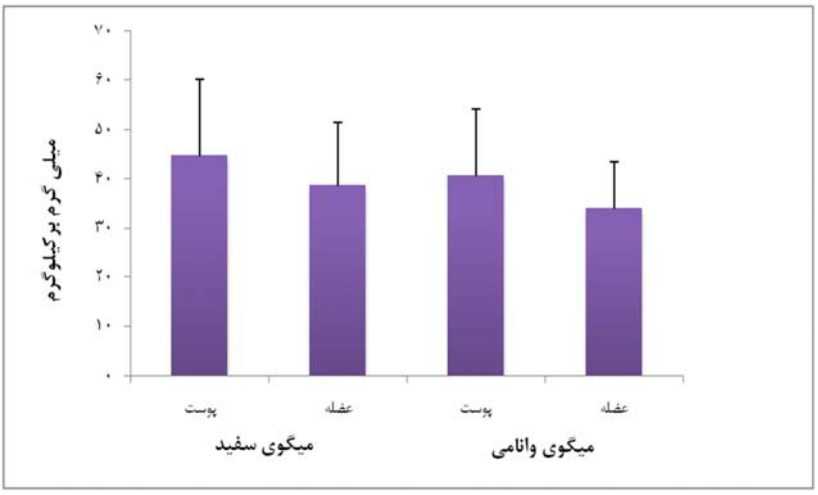
	طول کل (سانتی‌متر)	**طول کاراپاس** (میلی‌متر)	**وزن** (گرم)
میگوی وانامی	۱۴±۱/۰۰	۴۰±۰/۰۱	۱۸±۱/۷۸
میگوی سفید	۱۲±۰/۰۹	۲۲±۲/۱۱	۱۱/۵±۰/۰۶

نتایج آزمون واریانس یک‌طرفه نشان داد که غلظت سه فلز کادمیوم، روی و مس در عضله و پوست دو گونه میگوی سفید و وانامی دارای اختلاف معنی‌دار آماری است (P<۰/۰۵). در منطقه هندیجان برای گونه میگوی سفید بیش‌ترین غلظت مربوط به فلز روی با میانگین و انحراف استاندارد ۱۵/۶۷±۴۴/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در پوست گزارش شد که با میزان موجود در عضله ۱۲/۸۵±۳۸/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم از تفاوت آماری برخوردار بود (P<۰/۰۵) (شکل ۱).

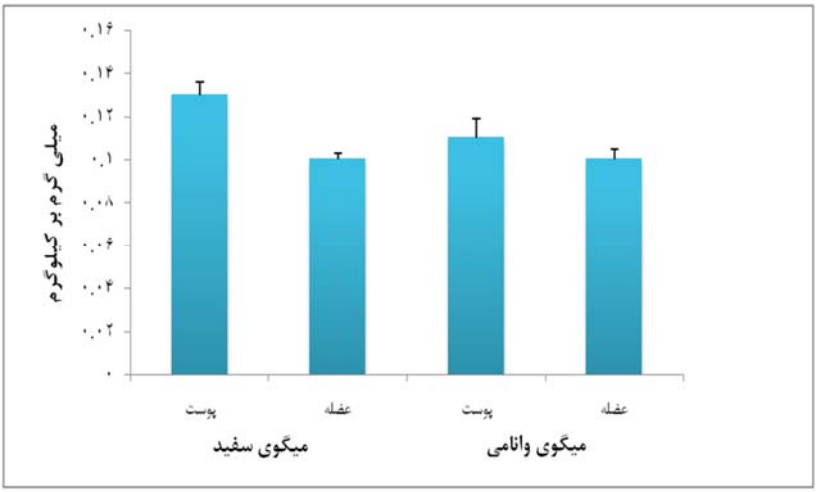
کمترین فلز گزارش شده برای منطقه هندیجان کادمیوم گزارش شد (۰/۰۰۴±۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) (شکل ۴) که میزان آن با مقدار گزارش شده در پوست از اختلاف معنی‌دار آماری برخوردار بود (P<۰/۰۵). الگوی تجمع فلزات سنگین در منطقه هندیجان برای میگوی سفید Zn> Cu> Pb> Cd نشان داده شد.

در منطقه بوشهر بیش‌ترین فلز گزارش شده با میانگین و انحراف استاندارد ۱۳/۶۶±۴۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم مربوط به فلز روی در اندام پوست بود که با مقدار آن در عضله (۹/۵۲±۳۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) تفاوت آماری داشت (P<۰/۰۵). کمترین فلز مربوط به عنصر کادمیوم (۰/۰۰۸±۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در عضله بود که با میزان آن در پوست از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). الگوی تجمع فلزات در منطقه بوشهر برای گونه وانامی مشابه میگوی سفید در هندیجان بود (Zn> Cu> Pb> Cd). آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد

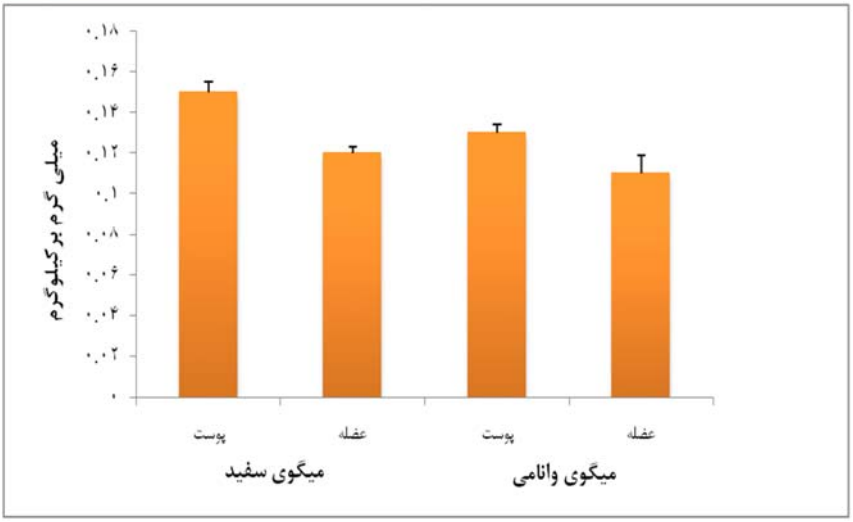
که تنها عنصری که در هر دو گونه و در هر دو اندام تفاوت معنی‌دار آماری نداشت، فلز سرب بود (P>۰/۰۵) (شکل ۳). نتایج نشان داد که بعد از فلز روی عنصر مس بیش‌ترین میزان را به خود اختصاص داد که در عضله و پوست میگوی سفید و وانامی به طور مجزا دارای تفاوت معنی‌دار آماری بود (P<۰/۰۵)، ولی نتایج آزمون t مستقل ثابت کرد که بین دو گونه در اندام عضله تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند (P>۰/۰۵) (شکل ۲).



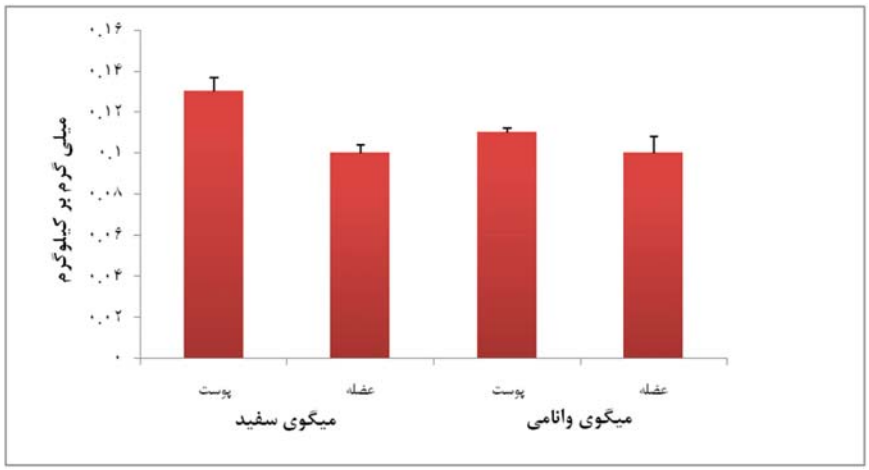
شکل ۱: میانگین غلظت روی در بافت عضله و پوست میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) و وانامی (*Litopenaeus vannamei*) (۱۳۹۲).



شکل ۲: میانگین غلظت مس در بافت عضله و پوست میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) و وانامی (*Litopenaeus vannamei*) (۱۳۹۲).



شکل ۳: میانگین غلظت سرب در بافت عضله و پوست میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) و وانامی (*Litopenaeus vannamei*) (۱۳۹۲).



شکل ٤: میانگین غلظت کادمیوم در بافت عضله و پوست میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) و وانامی (*Litopenaeus vannamei*) (۱۳۹۲).

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج حاصل شده روند تجمع فلزات سنگین در مناطق مورد مطالعه (هندیجان و بوشهر) برای هر دو گونه میگوی سفید و وانامی پرورشی و در هر دو اندام پوست و عضله از یک الگو تبعیت کرد که به صورت روی> مس> سرب> کادمیوم تعیین شد. تحقیقات نشان از آن دارد که منطقه بحرکان دارای آلودگی ناشی از فلزات سنگین است. بر اساس تحقیقی که بر روی میگوی سفید سرتیز در منطقه فوق در ایستگاه‌های مختلف صورت گرفت این نتیجه حاصل گردید که میزان فلز جیوه در ایستگاه لیفه-بوسیف و خور موسی دارای تفاوت معنی‌دار آماری بود ($P<۰/۰۵$) (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰).

در بحرکان، لیفه–بوسیف و خورموسی طبق مطالعه‌ای که بر روی میگوی سفید سرتیز انجام شد بیش‌ترین میزان تجمع فلز سرب (۰/۶۳، ۰/۵۵ و ۰/۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کادمیوم (۰/۲۸، ۰/۲۴ و ۰/۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) گزارش گردید (صفاهیه و محمدی، ۱۳۸۹). در مطالعه آن‌ها همانند مطالعه حاضر میزان سرب بیش‌تر از کادمیوم گزارش شد. سرب از منابع متعددی می‌تواند وارد محیط شود و در اکوسیستم‌های آب شور می‌تواند به صورت محلول، جامد و کلوئیدی باشد. نزدیکی به بندر امام‌خمینی می‌تواند عامل آلودگی و وجود سرب در محیط باشد. از آنجا که میگو یک گونه همه‌چیزخوار است، پس آلودگی‌ها بیش‌تر از گونه‌هایی که حداقل از یک نوع غذا استفاده می‌کنند به آن منتقل می‌شود. ضمن اینکه آن‌ها زمان زیادی را برای جستجوی غذا سپری می‌کنند (Amoozadeh *et al*., 2013).

بر اساس مطالعه Abdolahpur Monikh و همکاران (۲۰۱۳) که بر روی میگوی سفید سرتیز در سواحل بندرعباس انجام شد به این نتیجه رسیدند که محل تجمع فلزات سنگین در هپاتوپانکراس بیش‌تر از عضله میگو بود. آن‌ها اعلام کردند که تفاوت در غلظت فلزات مربوط به گونه، اندام و محل نمونه‌گیری است. دهانه اروندرود برای گونه‌های کفزی دارای بیش‌ترین آلودگی ولی دهانه خورموسی بیش‌ترین محل تجمع فلزات برای گونه‌های سطحزی است. طبق بررسی آن‌ها فلز روی و بعد از آن مس بیش‌ترین تجمع را در میگوی سفید سرتیز داشتند که با مطالعه فعلی همخوانی دارد، هرچند که مکان مطالعه متفاوت است.

در مطالعه‌ای که در ترکیه بر روی میگوی *Crangon crangon* در شمالی‌ترین بخش دریای سیاه انجام شد این نتیجه به دست آمد که کادمیوم و سرب کمترین غلظت و آهن بیش‌ترین مقدار را در بافت‌های بدن میگو داشت. آن‌ها به این موضوع اشاره کردند که معده گونه‌های همه چیزخوار بیش‌تر از گونه‌های گوشتخوار پتانسیل توانایی جذب فلزات را داراست یا فلزات سنگین با آن‌ها قابلیت ترکیب بیش‌تری دارند. ضمناً غلظت فلزات سنگین با کاهش اندازه ذرات آن‌ها و ترکیب آن‌ها با مواد آلی موجود در رسوبات افزایش می‌یابد. زمانی که میگوها از لجن‌ها، جلبک و ذرات رس تغذیه می‌کنند می‌توانند فلزات سنگین را در بافت‌های خود جذب کنند (Bat *et al*., 2013).

در سال‌های اخیر صنعتی شدن شهرها سبب افزایش غلظت فلزات سنگین در رسوبات و به دنبال آن در اکوسیستم‌های آبی شده است. هر گونه 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 بگیرد. تجمع زیاد فلز روی در پوست و عضله میگوهای مطالعه شده می‌تواند به دلیل وجود متالوآنزیم‌های روی و آنزیم‌های پروتئینی Zn^{+2} که تشکیل حلقه‌های پایدار ترکیب پنج یا شش غشایی را می‌دهند، باشد. در مقابل میزان دفع روی نسبت به میزان تجمع زیستی آن بسیار آهسته می‌باشد. اما از نظر آلودگی بالابودن میزان روی می‌تواند عوارضی مانند آماس پوست، حساسیت و در مواردی سرطان در موجودات را به‌دنبال داشته باشد (منصوری و همکاران، ۱۳۸۹). از طرفی دیگر، در سخت پوستان، فلزات سنگین در بخش‌های سخت بیش‌تر تجمع پیدا می‌کنند. این که فلز کادمیوم جذب کمتری نسبت به سایر عناصر داشته است می‌تواند بدلیل فاکتورهای شیمی آب، پیچیدگی و جایگاه موجود زنده در زنجیره غذایی، اندازه و سن موجود باشد (عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۰). از طرفی کادمیوم در صورت وجود مقادیر فراوان توسط موجودات آبزی بسیار سریع جذب می‌شود، چرا که می‌تواند با گروه SH که محتوی پروتئین‌هایی مانند متالوتیونین است، ترکیب شود (Amoozadeh *et al*., 2013). در جدول ۱ محدوده استاندارد فلزات سنگین در سخت‌پوستان ارائه شده است.

جدول ۱: مقایسه میزان فلزات سنگین در سخت‌پوستان با حدود استانداردهای جهانی (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

منابع	فلزات سنگین				
	استانداردها	روی	مس	کادمیوم	سرب
The food safety	MAFF (1995)	۵۰	۲۰	<۰/۲	۲
سازمان بهداشت جهانی	WHO (1995)	۱۰۰	۱۰	۰/۲	۰/۵
سازمان خوارو بار جهانی	Sciortino and Ravikumar (1999)	۵۰	۲۰	۲	۰/۳
سازمان غذا و داروی امریکا	FDA (2011)	-	-	۱	۵
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا	Darmono and Denton (1990)	۱۵۰	۱۰	۰/۰۵	۱/۵
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان	MAFF(1995)	۵۰	۲۰	۰/۲	۲
تحقیق حاضر	-	۳۴-۴۴/۶	۲/۱-۱۰	۰/۱-۰/۱۳	۰/۱۱-۰/۱۵

تفاوت در عادات غذایی آبزیان می‌تواند منجر به سطوح مختلف فلزات سنگین در بافت‌های آن‌ها شود. تحقیقات نشان از آن دارد که در میگوها میزان تجمع کادمیوم در عضله پایین است. رضوی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که در منطقه بحرکان برای میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) میزان سرب از کادمیوم در پوست بیش‌تر از عضله است و تفاوت معنی‌دار آماری دارد (P<۰/۰۵).

از آنجایی که رسوبات جایگاه مناسبی برای دام انداختن فلزات سنگین هستند و میگوها بر روی این رسوبات تغذیه می‌کنند، پس تعجب‌آور نیست که تجمع آن‌ها در بافت‌های مختلف دیده شود. سخت‌پوستان بدلیل تجمع زیستی فلزات سنگین در خود می‌توانند به عنوان یک شاخص زیستی در منطقه مورد مطالعه محسوب گردند. قسمت‌های مختلف بدن میگو دارای عناصر مختلف سازنده می‌باشد و هر کدام از عناصر تمایل خاصی برای اتصال به فلز خاصی را دارا می‌باشند. بنابراین طبق الگوی تجمع فلزات در بافت‌های مختلف موجود زنده متفاوت است. ایران یکی از بزرگترین کشورهای صادرکننده نفت می‌باشد، بنابراین فعالیت‌های مربوط به استخراج نفت در آن بالاست. حضور مراکز پتروشیمی و کارخانجات و فعالیت‌های انسانی در جنوب ایران، بررسی وضعیت آلودگی‌های نفتی و فلزات سنگین و ایجاد برنامه‌های پایش محیط زیست و مدیریت حفاظت در این مناطق امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. در این امر می‌توان از موجودات زنده مانند میگو به عنوان شاخص زیستی استفاده کرد.

همان‌طور که از جدول ۱ مشهود است میزان فلزات سرب، روی و مس پایین‌تر از حدود مجاز استانداردهای جهانی هستند. میزان فلز کادمیوم از حد استاندارد مشخص شده برای انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا فراتر رفته است. ولی به طورکلی بر اساس تجزیه‌های انجام شده و مطالعات صورت گرفته، مصرف میگوهای فوق برای انسان خطری دربر ندارد. اما بهتر است تحقیقات جامع در فصول مختلف برای هر فلز و گونه صورت گیرد تا نتایج کامل‌تری حاصل شود.

منابع

رضوی، س. م. ر.، وهاب‌زاده، ح.، زمینی، ع. ع.، عسکری‌ساری، ا. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۱. اندازه‌گیری و مقایسه میزان فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در عضله و پوسته میگوی سفیدهندی در خلیج‌فارس (بحرکان استان خوزستان). مجله آبزیان و شیلات، سال ۳، شماره ۹.

رفیعی، ا.، محمدی، غ. ح.، عسکری‌ساری، ا. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه تجمع جیوه، کادمیوم و سرب در عضله میگوی سفید در صیدگاه‌های بحرکان، لیفه-بوسیف و خورموسی. مجله علمی پژوهشی زیست شناسی دریا، سال سوم، شماره دهم، صفحات ۵۵-۴۹.

زنده‌بودی، ع. ع. و قربانی‌واقعی، ر.، ۱۳۹۰. بررسی امکان پرورش میگوی سفیدغربی در آب لب‌شور زیرزمینی. مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۰، شماره۴، صفحات ۷۰-۶۳.

صدوق‌نیری، ع.، رونق، م. ت. و احمدی، ر.، ۱۳۹۱. بررسی کمی فلزات سنگین در بافت عضله، کبد و آبشش ماهی کفشک در آب‌های شمال خلیج‌فارس. مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۱، شماره ۱، صفحات ۱۵۹-۱۴۷.

صفاهیه، ع. و محمدی، م.، ۱۳۸۹. تغییرات فصلی فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و مس) در رسوبات بین جزرو مدی ساحل بحرکان. مجله علوم و فنون دریایی، سال نهم، شماره سوم، صفحات ۴۸-۳۶.

صفی‌خانی، ح.، اسکندری، غ. ر. و هاشمی، س. ا. ر، ۱۳۹۰. مناطق صیادی و چرخه زیستی میگوی سفید در استان خوزستان. مجله علمی پژوهشی زیست شناسی دریا، سال سوم، شماره ۱۱، صفحات ۵۷-۴۹.

عریان، ش.، تاتینا، م. و 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 اقیانوس‌شناسی، سال اول، شماره۴.

عسکری‌ساری، ا. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۰. اندازه‌گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین سرب و روی در عضله و کبد سه گونه ماهی شوریده، قباد و شیر خلیج فارس. مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال پنجم، شماره ۲، صفحات ۴۶-۳۹.

منصوری، ب.، ابراهیم‌پور، م. و بابایی، ه.، ۱۳۸۹. تعیین میزان برخی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف سیاه ماهی در قنات‌های بخش مرکزی بیرجند. نشریه علمی- پژوهشی دامپزشکی، شماره ۸۹، صفحات ۵۲-۴۵.

Abdolahzadeh Monikh, F., Maryamabadi, A., Savari, A. and Ghanemi, K., 2013. Heavy metals concentration in sediment, shrimp and two fish species from the northwest Persian Gulf. Journal of toxicology and industrial health, 20 (10).

Amoozadeh, E., Malek, M., Rashidinejad, R., Nabavi, S., Karbassi, M., Ghayoumi, R., Ghorbanzadeh-Zafarani, G., Salehi, H. and Sures, B., 2013. Marine organisms as heavy metal bioindicators in the Persian Gulf and the Gulf of Oman. Journal of Environmental Science and Pollution Research, DOI: 10.1007/s11356-013-1890-8.

Bat, L., Sahin, F., Sezgin, M., Ustun, F., Baki, O. G. and Oztekin, H. C., 2013. Heavy metals in edible tissues of the brown shrimp *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758) from the Southern Black Sea (Turkey). Journal of Black Sea/ Mediterranean Environment, 19 (1): 70-81.

Darmono, D. and Denton, G. R. W., 1990. Heavy metals concentration in the banana prawn *Penaeus merguiensis* and leader prawn *P.monodon* in the Townsvile region of Australia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 44: 479-486.

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.

Hosseini, M., Nabavi, S. M. B. and Parsa, Y., 2013. Bioaccumulation of Trace Mercury in Trophic Levels of Benthic, Benthopelagic, Pelagic Fish Species, and Sea Birds from Arvand River, Iran. Journal of biological trace element research, 156 (1-3): 175-180.

MAFF, 1995. Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993, Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, Aquatic Environment Monitoring Report, No. 44.

MOOPAM (Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis), 1999. Regional organization for the protection of marine environmental (ROPME, Kuwait), 220p.

Movahed, A., Dehghan, A., Haji Hosseini, R., Akbarzadeh, S., Zendehboudi, A. A., Nafisi Behabadi, M., Mohammadi, M. M., Hajian, N., Pakdel, F., Hefzulla, A. and Iranpour, D., 2013. Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf. Internatinal South Medical Journal, 16(2): 100-9.

Sciortino, J. A. and Ravikumar, R., 1999. Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution - Bay of Bengal Programme. Published by FAO, 123 p.

Soegianto, A., Winaroni, D. and Hartati, U. S. H., 2013. Bioaccumulation, Elimination and toxic effect of Cadmium on structure of gill and hepatopancreas of fresh prawn *Macrobrachium sintangese*. Water, Air and Soil Pollution Journal, 224:1575.

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