View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

بررسی میزان تجمع زیستی فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم و سرب) در پوست و عضله میگوی سفید بحرکان، شمال غرب خلیج فارس

جعفر احسانی[1*]، لاله رومیانی[2] و عادل قبطانی[2]

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

چکیده

این تحقیق در فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۲ به منظور بررسی تجمع فلزات سنگین روی، مس، کادمیوم و سرب در پوست و عضله ۸۰ عدد میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) بومی استان خوزستان از ایستگاه صیادی بحرکان در سواحل هندیجان، شمال‌غرب خلیج‌فارس انجام گردید. پس از زیست‌سنجی و آماده‌سازی نمونه‌های پوست و عضله استخراج فلزات با روش هضم اسیدی و برای تعیین میزان آنها از دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. نتایج حاصله نشان دادند که میزان تمامی فلزات سنگین در پوست و در فصل تابستان بیشتر از عضله و فصل زمستان بدست آمد و همبستگی مثبت معنی‌داری بین آنها وجود داشت ($P\leq ۰/۰۵$). در این مطالعه میزان فلز سنگین روی در پوست در دو فصل تابستان و زمستان به ترتیب (۱۵/۶۷±۴۴/۶۱ و۱۵/۳۷±۱۶/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) بیشترین مقدار و فلز کادمیوم (۰/۰۰۴±۰/۱ و ۰/۰۰۳±۰/۰۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) کمترین میزان را در عضله به خود اختصاص دادند. همبستگی معنی‌دار آماری برای تجمع فلزات سنگین در آب و میگو در دو فصل بدست آمد ($P\leq ۰/۰۵$). بر اساس نتایج میزان کادمیوم از حد استاندارد مشخص شده برای انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا و سازمان ملی استاندارد ایران فراتر رفته است.

واژگان کلیدی: میگوی سفید، فلزات سنگین، کوره گرافیتی، خوزستان، خلیج فارس.

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: e.ehsani2@gmail.com

۱. مقدمه

میگوی سفید یکی از مهم ترین گونه های تجاری در زمان فصل صید در سواحل شمال خلیج فارس به شمار می آید. از آنجا که بیشترین عرض و میانگین عمق خلیج فارس به ترتیب ۶۴۰ کیلومتر و ۳۵ متر است، پس به دلایل فوق خلیج فارس مکان مناسبی برای زندگی تعداد زیادی از میگوهای خانواده پنائیده می باشد (صفی خانی و همکاران، ۱۳۹۰).

زمان تعویض آب در خلیج فارس بین ۳ تا ۵ سال است که نشان می دهد آلاینده‌ها زمان زیادی در آنجا باقی می مانند. بخش‌های شمالی خلیج فارس به دلیل عمق کم، چرخش محدود، شوری و دمای بالا به میزان بیشتری تحت تاثیر آلاینده‌ها قرار دارند که از جمله آنها فلزات سنگین هستند و 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 بوم شناختی، فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی 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 (Leung *et al*., 2014).

در ایران مطالعات متعددی در زمینه تجمع فلزات سنگین در ماهیان انجام شده است ولی در مورد میگو مطالعات محدودتر است. رفیعی و همکاران (۱۳۹۰) میزان جیوه، کادمیوم و سرب را در میگوی سفید در سواحل بحرکان، لیفه- بوسیف و خور موسی بدست آوردند. رضوی و همکاران (۱۳۹۱) میزان تجمع فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در پوسته و عضله میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) در سواحل بحرکان را مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه‌ای میزان تجمع جیوه در رسوبات و میگوی سفید در خورموسی انجام شد (Jalilian *et al.*, 2011). در خلیج فارس (بندرعباس) بررسی و تعیین فلزات سنگین در میگوی موزی (*Fenneropenaeus merguiensis*) مورد بررسی واقع شد (Javaheri Baboli and Velayatzadeh, 2013).

اهداف این تحقیق شامل اندازه‌گیری برخی فلزات سنگین در آب، عضله و پوست میگوی سفید در دو فصل تابستان و زمستان می باشد. هدف دیگر مقایسه این فلزات با استانداردهای موجود و ارزیابی خطر مصرف ناشی از میگوهای فوق برای انسان است.

۲. مواد و روش ها

در این تحقیق غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس در اندام‌های عضله و پوست گونه میگوی سفید(*Metapenaeus affinis*) بومی استان خوزستان در دو فصل تابستان و زمستان مورد سنجش قرار گرفت. برای همین منظور ۸۰ عدد میگوی سفید از منطقه صیادی هندیجان (بحرکان) 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، با استفاده از تور ترال صید شدند (شکل ۱). دلیل انتخاب چنین منطقه ای برای سنجش فلزات سنگین مهم بودن بندر هندیجان بعنوان مناطق صیادی پرتردد در آب های جنوبی کشور است که آبزیان سواحل فوق به تمام نقاط کشور برای فروش حمل می شوند (صدوق نیری و همکاران، ۱۳۹۱).

شکل ۱. محل جمع آوری میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*)

میگوها بلافاصله پس از صید در کیسه‌های پلاستیکی در کنار پودر یخ قرار داده شدند. سپس به آزمایشگاه منتقل و تا انجام مراحل آزمایش در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در آزمایشگاه عملیات زیست سنجی شامل طول کل با استفاده از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متر و وزن کل آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم بدست آمد. دستورالعمل استخراج فلزات سنگین بر پایه روش استاندارد (USEPA, 1996) بود. هضم نمونه ها بر اساس روش استاندارد (TORT-2) انجمن تحقیقات ملی کانادا تعیین گردید. غلظت‌های فلزات با استفاده از روش (ICP- MS, Elan 9000, Perkin Elmer, USA) با حد تعیین ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم برای هر فلز مشخص گردید. دقت و صحت نتایج با استفاده از مرجع (SRM, Dorm-2) معلوم گردید (جدول ۲).بافت‌های مورد نظر بطور جداگانه در داخل پتری دیش قرار گرفته و در آون ۱۱۰ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردیدند. بافت‌های خشک شده را بوسیله هاون چینی بصورت پودر درآورده و ۱ گرم از هر یک از آنها را در ارلن ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و به ۱ گرم از هر یک از بافت ها ۱۰ میلی لیتر نیتریک اسید ۶۵ درصدی اضافه گردیده و در دمای آزمایشگاه به مدت چند ساعت جهت هضم مقدماتی نگهداری شدند. سپس نمونه ها روی صفحه داغ با درجه حرارت ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد تا هضم کامل انجام پذیرد. نمونه ها بوسیله کاغذ صافی ۴۲ میکرون فیلتر گردیده و با آب حجم آنها به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد. غلظت فلزات سنگین نمونه های آماده شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer, 4100) (جدول ۱) مورد سنجش قرار گرفت.

برای اندازه گیری مس، سرب و کادمیوم از سیستم کوره گرافیتی دستگاه فوق و برای فلز روی از سیستم شعله (با مشخصات جریان لامپ: ۵ mA، سوخت: استیلن، طول موج: ۲۱۳/۹ نانومتر، عرض شکاف: ۱ نانومتر، شعله استوکیومتری: اکساینده، حدود اپتیمم کار: ۰/۰۱-۲mg/li) استفاده گردید. به موازات آماده-سازی نمونه‌ها ۳ نمونه شاهد نیز بطور جداگانه و با همان نسبت اسید و آب مقطر تهیه گردید و اندازه گیری شد (MOOPAM, 1999). نمونه آب سطحی دریا (۱< متر) در هنگام جزر توسط ظروف فالکوم استریل اسیدپاش ۵۰ سی سی توسط دست برداشته و در دمای ۴ درجه سانتی گراد برای سنجش فلزات نگهداری شدند (پاشایی راد و همکاران، ۱۳۸۹).

جدول ۱. مشخصات دستگاه Perkin Elmer

شرایط کار/ عنصر	مس	سرب	کادمیوم
طول موج (نانومتر)	۳۲۴/۸	۲۸۳/۳	۲۲۸/۸
عرض شکاف (نانومتر)	۰/۵	۰/۵	۰/۷
جریان لامپ (mA)	۱۰	۱۵	۸
سرعت جریان (میلی‌لیتر بر دقیقه)	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰
حجم تزریق (میکرولیتر)	۲۰	۲۰	۲۰
برنامه دمایی (درجه سانتی‌گراد) (زمان افزایش، زمان توقف)			
برنامه خشک کردن ۱	۱۱۵(۲۰،۱)	۱۲۵(۲۰،۱)	۱۱۵(۲۰،۱)
برنامه خشک کردن ۲	۱۵۴(۵،۳۰)	۱۵۰(۳۰،۵)	۱۴۰(۳۰،۵)
گرماکافت	۱۱۰۰(۱۵،۱۰)	۹۰۰(۱۵،۱۰)	۹۵۰(۱۵،۱۰)
ریزسازی	۲۲۰۰(۰،۵)	۲۱۵۰(۰،۵)	۲۰۰۰(۰،۵)
خالص‌سازی	۲۷۰۰(۱،۲)	۲۴۰۰(۱،۲)	۲۳۰۰(۱،۲)

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های تراکم فلزات سنگین در بافت‌های مختلف میگوی مورد نظر با استفاده از نرم افزار SPSS (Version 20) صورت گرفت. روش آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد برای مقادیر غلظت فلزات سنگین در بین بافت های مختلف بکار رفت. همچنین برای مقایسه فلزات سنگین در دو فصل نمونه برداری از آزمون t مستقل و نیز برای مقایسه تراکم فلزات سنگین در بافت عضله با استانداردهای جهانی، از آزمون (t-test) استفاده گردید.

۳. نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی ۸۰ عدد میگوی سفید نشان داد که میانگین طول کل، طول کاراپاس و وزن به ترتیب (۱۳±۱۲) سانتی متر، (۱۶±۲۲) میلی متر و (۰/۸۷ ±۱۱/۵) گرم بود.

دقت آزمایش به وسیله تکرار تیمارهای فلزات سنگین با استفاده از DORM-2 انجام گردید. میانگین درصد بازیابی از ۸۹ تا ۹۷ درصد بود (جدول ۲).

جدول۲. غلظت فلزات در مرجع استاندارد (SRM, Dorm-2) برگرفته از انجمن تحقیقات ملی کانادا (میانگین± انحراف معیار، قسمت در میلیون وزن خشک)

مقدار	روی	مس	سرب	کادمیوم
مقدار مجاز	۲۵/۸	۲/۱۴	۰/۰۶۷	۰/۰۴۱
انحراف معیار	۲/۱۱	۰/۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵
مشاهده شده	۲۳/۸	۲/۲۵	۰/۰۶۱	۰/۰۴۰
انحراف معیار	۱/۸۹	۰/۱۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
درصد بازیابی	۸۹/۱	۹۷/۲	۹۲/۵	۹۳/۰

از جدول ۳ مشخص می‌شود که در آب منطقه مورد مطالعه میزان تمامی فلزات در تابستان بیشتر از زمستان و غلظت فلزات مس و روی در تابستان و در آب منطقه مورد مطالعه از اختلاف معنی‌دار بالاتری نسبت به زمستان برخوردار بود (P≤۰/۰۵) ولی برای فلزات کادمیوم و سرب بین دو فصل تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). فلز روی با ۱۶ میکروگرم بر لیتر بیشترین میزان و فلز کادمیوم با مقدار کمتر از ۰/۰۵ میکروگرم بر لیتر کمترین تجمع را به خود اختصاص دادند.

جدول۳. میزان فلزات سنگین در آب بر حسب میکروگرم بر لیتر(میانگین± انحراف معیار)

فصل / فلز	مس	روی	سرب	کادمیوم
تابستان	۳±۰/۰۳	۱۶±۰/۷۷	<۰/۱	<۰/۰۵
زمستان	۱/۱±۰/۰۵	۷±۰/۳۳	<۰/۱	<۰/۰۵

جدول ۴ نشان می دهد که فلزات در تابستان بیشتر از زمستان و در پوسته میگوی سفید فلزات بیشتر از عضله تجمع یافته اند. پس از انجام آزمون t-test مستقل مشخص گردید که در تابستان برای دو فلز روی و مس در عضله و پوست تفاوت معنی دار آماری وجود داشت (P≤۰/۰۵،t= -۲۶/۳۵-۲۷/۰۹) ولی برای فلزات کادمیوم و سرب هیچ گونه اختلاف معنی داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵،t= -۲/۰۸-۰/۳۱). در حالیکه در فصل زمستان بین دو اندام پوست و عضله در تمامی فلزات تفاوت معنی دار آماری مشخص شد (P≤۰/۰۵،t= -۵/۲۸-۶/۳۹).

جدول ۴. میزان تجمع فلزات سنگین در پوست و عضله میگوی سفید بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم(میانگین± انحراف معیار)

اندام	فلز	مس	روی	سرب	کادمیوم
			تابستان		
پوست		۱۰±۰/۰۶	۴۴/۶۱±۱/۶۷	۰/۱۵±۰/۰۰۵	۰/۱۳±۰/۰۰۷
عضله		۳±۰/۰۳	۳۸/۶۴±۱/۸۵	۰/۱۲±۰/۰۰۳	۰/۱±۰/۰۰۴
			زمستان		
پوست		۵/۵±۰/۰۹	۱۶/۳۳±۱/۳۷	۰/۰۸±۰/۰۰۷	۰/۱±۰/۰۰۹
عضله		۱/۱±۰/۰۴	۱۲/۴۵±۱/۳۳	۰/۰۱±۰/۰۰۵	۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۱

در فصل زمستان میزان کادمیوم کمترین (۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم) و روی (۱۶/۳۳±۱/۳۷ میلی گرم بر کیلوگرم) بیشترین فلز مورد مشاهده بود که به ترتیب در عضله و پوست بدست آمد. در فصل تابستان عنصر روی با بیشترین مقدار در پوست (۴۴/۶۱±۱/۶۷ میلی گرم بر کیلوگرم) گزارش شد که با مقدار آن در عضله و در همین فصل از تفاوت معنی دار آماری برخوردار بود (P≤۰/۰۵،t= -۱۲/۵۲-۸/۴۴). کادمیوم کمترین فلز گزارش شده در فصل تابستان بود (۰/۱±۰/۰۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم) که به مقدار آن در پوست از تفاوت معنی دار آماری برخوردار نبود (t= -۰/۲۶-۲/۰۴، P≥۰/۰۵). آنالیز آماری داده ها نشان داد که همبستگی معنی داری بین تجمع فلزات سنگین در میگو و آب در فصل تابستان (P۰/۰۵،n=4 ، r=۰/۸۷) و زمستان (P≤۰/۰۵،n=4 ، r=۰/۶۴) وجود داشت.

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج بررسی تجمع میزان فلزات سنگین در میگوی سفید می تواند اولاً وضعیت بار آلودگی سواحل هندیجان را تا حدودی مشخص سازد و ثانیاً با توجه به ارزش خوراکی آن برای تمامی افراد بخصوص افراد بومی وضعیت استفاده یا عدم استفاده از عضله را مشخص نماید. پس از بررسی تجمع فلزات سنگین در دو فصل تابستان و زمستان مشخص گردید که الگوی تجمع فلزات در عضله و پوست میگوی سفید از روی> مس> سرب> کادمیوم پیروی می کند.

در بحرکان، لیفه- بوسیف و خورموسی طبق مطالعه ای که بر روی میگوی سفید انجام شد بیشترین میزان تجمع فلز سرب (۰/۶۳، ۰/۵۵ و ۰/۴۱ میلی-گرم بر کیلوگرم) و کادمیوم (۰/۲۸، ۰/۲۴ و ۰/۱۹ میلی گرم 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 امام خمینی می-تواند عامل آلودگی و وجود سرب در محیط باشد. از آنجا که میگو یک گونه همه چیزخوار 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).

در منطقه بوشهر طبق مطالعه موحد و همکاران (۱۳۹۲) میزان کادمیوم بیشتر از فلزات سرب، روی و مس در میگوهای پرورشی و دریایی بود. آنها افزایش زیاد فلز کادمیوم را به فاضلاب‌های شهری و صنعتی نسبت دادند. یکی از عوامل موثر بر میزان غلظت فلزات سنگین در بستر، مواد آلی و معلق موجود در آب است. در فصل زمستان بر اثر بارش، وزش بادها و جریانات آبی، تلاطم و بر هم زنی آب‌ها افزایش می یابد. با افزایش آشوب‌های دریایی و بار مواد معلق رسوبی، جذب فلزات از آب توسط ذرات معلق بالا می رود. در تابستان که منطقه با کاهش رواناب های ورودی و جریان‌های آبی مواجه می‌گردد در نتیجه مواد آلی و معلق محتوای فلزات در بستر دریا ته نشست می‌یابد و غلظت فلزات سنگین تجمع یافته در مواد آلی و معلق رسوب بستر به حداکثر رسیده و نسبت به فصل زمستان افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهند.

در سواحل شمالی خلیج فارس دو عامل اصلی جریان‌های دریایی و جهت وزش بادهای غالب منطقه سبب جابجایی آلاینده‌ها می‌شوند (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۱). افزایش بخار در تابستان و عدم تغییر در میزان ورود مواد زائد ناشی از کارخانجات، فاضلاب‌های شهری و صنعتی و پساب‌های ناشی از فعالیت‌های نفتی سبب افزایش میزان آلودگی‌ها از جمله فلزات سنگین می‌گردد. بطور کلی تغییرات فصلی بر روی تجمع فلزات در بدن موجودات تاثیر دارد. در هر فصل دمای محیط، دسترسی به غذا و تفاوت‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی موجود زنده و شرایط، شیوه و مکان زندگی موجود بر روی جذب فلزات سنگین موثر است که در مطالعه فعلی جذب فلزات در تابستان بیشتر از زمستان بود.

جدول۵. میزان تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مختلف میگو در جهان بر مبنای وزن خشک (میکروگرم بر میلی‌گرم)

نام علمی	سرب	کادمیوم	روی	مس	منبع
Ferropenaeus indicus	۱/۴±۰/۱۵	۱۰±۰/۳۵	۱/۷±۰/۰۳	۰/۴۵±۰/۰۳	موحد و همکاران (۱۳۹۲)
Penaeus semisulcatus	۲/۱±۰/۱۵	۹/۶±۰/۲۷	۱/۲۸±۰/۰۳	۰/۴۷±۰/۰۳	موحد و همکاران (۱۳۹۲)
Litopenaeus vannamei	۲/۸±۰/۳۱	۹/۸±۰/۳۳	۱/۳۵±۰/۰۲	۰/۳۶±۰/۰۳	موحد و همکاران (۱۳۹۲)
میگوی دریایی	۲/۲±۰/۲۵	۱۰±۰/۷۵	۱/۲۳±۰/۰۳	۰/۴۴±۰/۰۳	موحد و همکاران (۱۳۹۲)
Acetes sp.	۰/۰۷-۰/۵۹	۰/۰۴-۰/۷۶	-۴۶/۳۴ ۲۹/۱۸	-۵۶/۰۹ ۳۹/۳۷	Rahouma *et al*. (2013)
Crangon crangon	۰/۲۹۱-۰/۴۹۱	۰/۲۲۸-۰/۴۸۱	۱۸-۳۶	۵/۸۵-۱۴/۷۷	Bat *et al*. (2013)
Metapenaeus affinis	۰/۶۳	۰/۲۸	-	-	رفیعی و همکاران (۱۳۹۰)
Metapenaeus affinis	۰/۵۵	۰/۲۴	-	-	رفیعی و همکاران (۱۳۹۰)
Metapenaeus affinis	۰/۴۱	۰/۱۹	-	-	رفیعی و همکاران (۱۳۹۰)
Fenneropenaeus indicus	۰/۰۷۲-۰/۱۶۴	۰/۰۴۵-۰/۱۲	-	-	رضوی و همکاران (۱۳۹۱)
Fenneropenaeus merguiensis	۰/۴۱۴±۰/۰۱۲	۰/۱۷۵±۰/۰۰۶	۱۳/۸±۰/۷	۱/۲۶±۰/۲	Javaheri Baboli and Velayatzadeh (2013)
Metapenaeus brevicornis	۰-۳/۶۷	۰-۱	۱۰-۳۲	۸-۱۳	Mitra *et al*. (2012)
Fenneropenaeus merguiensis	-	۰/۳۱	۴۷/۳	۲۰/۳	Pourang and Dennis (2005)
Metapenaeus affinis	۰/۰۱-۰/۱۵	۰/۰۰۱-۰/۱۳	-۴۴/۶۱ ۱۲/۴۵	۱/۱-۱۰	مطالعه حاضر

با توجه به جدول ۵ تفاوت‌های موجود در میزان فلزات در گونه‌های مختلف میگو می‌تواند مربوط به شرایط جغرافیایی، شرایط محیطی، کیفیت منابع تامین کننده آب، صنایع مجاور در حاشیه ساحل، مقررات دفع فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی و کشاورزی، نوع گونه مورد مطالعه، نوع بافت مورد آزمایش و نوع فلز باشد. در مطالعه‌ای که توسط (Safahieh *et al*., 2012) بر روی رسوبات، آب و ماهیچه *Crassostrea gigas* در سواحل خوزستان انجام شد این نتیجه بدست آمد که میزان کادمیوم موجود در آنها به ترتیب در رسوبات بین ۰/۰۱ تا۱، در آب بالاتر از ۱ و در ماهیچه دو کفه ای فوق بالاتر از ۱۰میکروگرم برگرم گزارش شد ولی میزان مس در رسوبات بین ۴ تا ۱۰۰، در آب بین ۰/۰۵ تا ۱۰ و در ماهیچه دوکفه ای بالاتر از ۱۰ میکروگرم بر گرم گزارش شد. ضمناً آنها دریافتند که هیچ ارتباط معنی داری بین غلظت کادمیوم و مس در ماهیچه با میزان آنها در رسوبات و آب نبود. میزان فلز مس اندازه گیری شده با مطالعه فعلی همخوانی دارد ولی کادمیوم در مطالعه فعلی کمتر از مقدار گزارش شده توسط آنهاست که زمان و مکان نمونه گیری و نوع گونه سبب اختلاف می گردد.

تجمع زیاد فلز روی در پوست و عضله میگو مطالعه شده می تواند به دلیل وجود متالوآنزیم های روی و آنزیم های پروتئینی Zn^{+2} که تشکیل حلقه های پایدار ترکیب پنج یا شش غشایی را می دهند، باشد. در مقابل میزان دفع روی نسبت به میزان تجمع زیستی آن بسیار آهسته می باشد. اما از نظر آلودگی بالابودن میزان روی می تواند عوارضی مانند آماس پوست، حساسیت و در مواردی سرطان در موجودات را به دنبال داشته باشد (منصوری و همکاران، ۱۳۸۹). از طرفی دیگر، در سخت پوستان، فلزات سنگین در بخش های سخت بیشتر تجمع پیدا می کنند. اینکه فلز کادمیوم جذب کمتری نسبت به سایر عناصر

داشته است می تواند بدلیل فاکتورهای شیمی آب، پیچیدگی و جایگاه موجود زنده در زنجیره غذایی، اندازه و سن موجود باشد (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۰). از طرفی کادمیوم در صورت وجود مقادیر فراوان توسط موجودات آبزی بسیار سریع جذب می شود چراکه می تواند با گروه SH که محتوی پروتئین هایی مانند متالوتیونین است، ترکیب شود (Amoozadeh *et al*., 2013).

جدول۶. مقادیر استاندارد حداکثر غلظت مجاز (میلی‌گرم برکیلوگرم) فلزات در بافت خوراکی میگو از نظر سازمان‌های مختلف

استانداردها	فلزات سنگین				منابع
	روی	مس	کادمیوم	سرب	
The food safety	۵۰	۲۰	<۰/۲	۲	MAFF (1995)
سازمان بهداشت جهانی	۱۰۰	۱۰	۰/۲	۰/۵	WHO (1995)
سازمان خوارو بار جهانی	۵۰	۲۰	۲	۰/۳	Sciortino and Ravikumar (1999)
سازمان غذا و داروی امریکا	-	-	۱	۵	FDA (2011)
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا	۱۵۰	۱۰	۰/۰۵	۱/۵	Darmono and Denton (1990)
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان	۵۰	۲۰	۰/۲	۲	MAFF(1995)
موسسه استاندارد ملی ایران	۵۰	۲۰	۰/۱	۱	موحد و همکاران (۱۳۹۲)

بررسی نتایج نشان داد میزان عنصر مس اندازه‌گیری شده در پوسته میگوی سفید در تابستان نزدیک به حد مجاز سازمان بهداشت جهانی است (جدول ۶). فلز روی هم به حد مجاز اکثر سازمان ها نزدیک است. میزان فلز کادمیوم از حد استاندارد مشخص شده برای انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا و موسسه استاندارد ملی ایران فراتر رفته است. در نتیجه‌گیری نهایی می‌توان بیان کرد که بر اساس تجزیه‌های انجام شده و مطالعات صورت گرفته مصرف میگوهای فوق برای انسان خطری در بر ندارد. اما بهتر است تحقیقات جامع در تمام فصول و ایستگاه‌های بیشتر برای هر فلز و در گونه‌های دیگر صورت گیرد تا نتایج کامل‌تری حاصل شود.

منابع

پاشایی راد، ش.، سعیدی، ه.، ابطحی، ب. و کیابی، ب.، ۱۳۸۹. بررسی میزان تجمع برخی فلزات سنگین در بافت نرم و پوسته دو کفه ای خوراکی *Amiantis umbonella* (Lamarck, 1818) در ساحل بندرعباس، خلیج فارس. مجله محیط زیست جانوری. سال دوم. شماره دوم. صفحات ۲۲-۹.

حبیبی، س.، صفاهیه، ع.ر. و پاشازانوسی، ح.، ۱۳۹۱. تعیین سطح ناپاکی رسوبات ساحلی استان بوشهر نسبت به فلزات سنگین (Cu, Pb, Ni, Cd). مجله علوم و فنون دریایی. دوره یازدهم. شماره۴. صفحات ۹۵-۸۴.

رفیعی، ا.، محمدی، غ.ح.، عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه تجمع جیوه، کادمیوم و سرب در عضله میگوی سفید در صیدگاه های بحرکان، لیفه- بوسیف و خور موسی. مجله علمی پژوهشی زیست شناسی دریا. سال سوم. شماره دهم. صفحات ۵۵-۴۹.

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 سفید هندی در خلیج فارس (بحرکان استان خوزستان). مجله آبزیان و شیلات. سال ۳. شماره ۹.

صدوق نیری، ع.، رونق، م.ت. و احمدی، ر.، ۱۳۹۱. بررسی کمی فلزات سنگین در بافت عضله، کبد و آبشش ماهی کفشک در آبهای شمال خلیج فارس. 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.

صفی خانی، 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 ۳. شماره ۱۱. صفحات ۵۷-۴۹.

عریان، ش.، تاتینا، م. و قریب خانی، 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. سال اول. شماره۴.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۰. اندازه گیری 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 آزاد شهر. سال ۵. شماره ۲. صفحات ۴۶-۳۹.

منصوری، ب.، ابراهیم پور، م. و بابایی، ه.، ۱۳۸۹. تعیین میزان برخی فلزات سنگین در بافت های مختلف سیاه ماهی در قنات های بخش مرکزی بیرجند. نشریه علمی- پژوهشی دامپزشکی. شماره ۸۹. صفحات ۵۲-۴۵.

موحد، ع.، دهقان، ع.و.، حاجی حسینی، ر.، اکبر زاده، ص.، زنده بودی، ع.ع.، نفیسی بهابادی، م.، محمدی، م.م.، حاجیان، ن.، پاکدل، ف.، حفظ الله، ع. و ایران پور، د.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی میگوهای نمونه برداری شده از آب های سواحل استان بوشهر. فصلنامه طب جنوب. سال شانزدهم. شماره دوم. صفحات ۱۰۹-۱۰۰.

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. Vol. 19, No. 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. Bull. Environ. Contam. Toxical. 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. 476pp.

Jalilian, M., Dadolahi-Sohrab, A. and Nikpour, Y. 2011. Distribution and contamination of mercury in *Metapenaeus affinis* Shrimp and Sediment from Musa Creek (Northwestern part of the Persian Gulf), I.R. Iran. World Journal of Fish and Marine Sciences, 3 (3): 227-231.

Javeheri Baboli, M and Velayatzadeh, M., 2013. Determination of heavy metals and trace elements in the muscles of marine shrimp, *Fenneropenaeus merguiensis* from Persian Gulf, Iran. Journal of Animal and Plant Sciences, 23(3). 786- 791.

Leung, H.M., Leung, A.O.W., Wang, H.S., Ma, K.K., Liang, Y., Ho, K.C., Cheung, K.C., Tohidi, F. and Yung, K.K.L., 2014. Assessment of heavy metals/ metalloid (As, Pb, Cd, Ni, Zn, Cr, Cu, Mn) concentrations in edible fish species tissue in the Pearl River Delta (PRD), China. Marine Pollution Bulletin. 78: 235–245.

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.
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: 53-66.
MOOPAM (Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis), 1999. Regional organization for the protection of marine environmental (ROPME, Kuwait). 220P.
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.
Rahouma, M., Shuhaimi-Othman, M. and Che Cob, Z., 2013. Assessment of selected heavy metals (Zn, Mn, Pb and Cu) in different species of *Acetes* shrimp from Malacca, Joho and Terengganu, Peninsular Malaysia. Journal of Environmental science and technology. 6 (1). 50-56. pp.
Safahieh, A., Zolgharnein, H., Hashemi Tabar, M., Archangi, B. and Sarmadyan, S., 2012. The levels of essential (Cu) and nonessential (Cd) heavy metals in *Crassostrea gigas*, sediment and water. American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences 4 (3): 143-146.
Sciortino, J.A. and Ravikumar, R., 1999. Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution - Bay of Bengal Programme. Published by FAO. 123 pp.
USEPA, 1996. Method 3052: Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices.
WHO, 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part 1 Implications for Policy Markers, 25pp.

Study bioaccumulation of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) in *Metapenaeus affinis* in Bahrekan, West-North of Persian Gulf

Jafar Ehsani[1*] and Laleh Roomiani[2]

1. Department of Fisheries, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran
2. Department of Fisheries, College of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Abstract

This study was conducted in order to bioaccumulation of heavy metals Zn, Cu, Cd and Pb in shell and muscle of white shrimp native species of Khouzestan Province in summer and winter of 2013, 80 samples were collected from station of Bahrekan in coast of Hendijan, West-North of Persian Gulf. Then Biometry and preparation of shell and muscle samples, metals were extracted using acid digestion method and concentration of heavy metals was measured by Atomic Absorption Spectrophotometer. Results showed that in shell and summer total of metals were higher than muscle and winter season and was significant relationships between them ($P\leq0.05$). The maximum concentration of Zn in shell and two season summer and winter observed (44.61± 1.67 and 16.33±1.37 mg/kg dry weigh) and the minimum concentration of Cd (0.1±0.004 and 0.001±0.0001 mg/kg dry weigh) was determinate. There was a significant relationship between water and shrimp for accumulation of heavy metals in two seasons ($P\leq0.05$). Results showed accumulation of Cd was higher than the NHMRC and the INSO standard.

Keywords: *Metapenaeus affinis*, Heavy metals, Graphite Furnace, Khouzestan, Persian Gulf.