اندازه‌گیری فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در عضله و پوسته میگوی سفید هندی پرورشی (*Fenneropenaeus indicus*)

سیدمحمدرضا رضوی[۱]، حبیب وهاب‌زاده[۲]، عباسعلی زمینی[۳]، ابوالفضل عسکری ساری[۴] و *محمد ولایت‌زاده[۵]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ایران، [۲،۳]دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران، [۴]دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران، [۵]باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۸

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، جیوه و کادمیوم در عضله خوراکی و پوسته میگوی سفید هندی پرورشی (*Fenneropenaeus indicus*) انجام شد. نخست، ٦ کیلوگرم نمونه (۹۰ نمونه میگو) میگوی پرورشی از استان هرمزگان تهیه شد. تعیین غلظت فلزات سنگین به روش جذب اتمی به کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 صورت پذیرفت. میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه با یکدیگر مقایسه شدند. میانگین میزان جیوه در عضله و پوسته به‌ترتیب ۰/۰۱۷±۰/۰۰۲ و ۰/۰۲۵±۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. میانگین میزان سرب در عضله و پوسته به‌ترتیب ۰/۰۷۲±۰/۰۰۳ و ۰/۱۰۷±۰/۰۰٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین میانگین میزان کادمیوم در عضله و پوسته به‌ترتیب ۰/۰٤٥±۰/۰۰۲ و ۰/۰٥٦±۰/۰۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. میزان فلزات سنگین در عضله میگوی سفید هندی پرورشی پایین‌تر از پوسته بود. سطوح بالای میزان فلزات سنگین در عضله و پوسته میگوی سفید هندی پرورشی به‌ترتیب سرب>کادمیوم>جیوه بود. میزان کادمیوم در عضله میگوی سفید هندی در مقایسه با آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی بالاتر بود.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، سمیت، تجمع زیستی، میگو، استان هرمزگان

مقدمه

امروزه آلودگی محیط به‌خصوص منابع آبی مشکلات بسیاری را در محیط زیست ایجاده کرده است. ورود این مواد آلاینده به آب‌ها و تجمع آنها در آبزیان بواسطه خطراتی که برای انسان ایجاد می‌کنند، بخش مهمی از آلودگی محیط زیست را شامل می‌شوند که اهمیت توجه به حفظ منابع آب و ارزش اقتصادی آن را از پیش آشکار می‌سازد. پیشرفت‌های صنعتی و تکنولوژی باعث افزایش آلودگی منابع مختلف طبیعی در محیط زیست مانند آب، خاک و گیاهان شده است (٤،۲). کاربرد مواد شیمیایی مختلف از قبیل پاک‌کننده‌ها، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، کودهای مختلف شیمیایی و غیره و نیز تخلیه فاضلاب کارخانه‌ها مسئله آلودگی آب را پیچیده‌تر ساخته است. این آلاینده‌ها با تاثیر بر حیات آبزیان زیان‌های قابل توجهی را متوجه آنها و نیز مصرف‌کنندگان بعدی خواهد ساخت. پراکنش گسترده فلزات سنگین در

*مسئول مکاتبه: mv.5908@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

سطح زمین، مصارف مختلف آنها و به‌ویژه خصوصیات سمی این فلزات باعث گردیده که این گروه از فلزات مانند جیوه و ترکیبات آن از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی محسوب شوند (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹؛ گلابکش و همکاران، ۱۳۸۹).

عناصر سمی مانند جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک از مهم‌ترین منابع آلاینده محیط زیست به‌حساب می‌آیند. فلزات سنگین ممکن است در بدن موجودات آبزی از جمله ماهی تجمع یابند و خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم و موجودات زنده محسوب گردند. زباله‌های صنعتی، ساختار ژئوشیمیایی زمین و معدن کاوی فلزات از منابع بالقوه آلودگی فلزات سنگین در محیط آبی به‌شمار می‌روند (Turkmen و Ciminli، ۲۰۰۷). آلودگی فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر روی تعادل اکولوژیکی و تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی داشته باشد (Vinodhini و Narayanan، ۲۰۰۸). از میان عناصر سنگین، سرب و کادمیوم نقش مهمی را در مسمومیت انسان و دام ایفا می‌کنند. عوارض این آلاینده‌ها بر سلامت انسان به‌طور عمده به دنبال در معرض قرار گرفتن مزمن و تدریجی اتفاق می‌افتد و علاوه بر مشکلات کبدی، کلیوی و استخوانی به‌طور بالقوه سرطان زا، جهش‌زا و آلرژی‌زا هستند (اشرفی و همکاران، ۱۳۸٦). جیوه از نظر آثار سمی تاخیری و تنوع اختلالات حائز اهمیت است و به‌دلیل برخورداری از خاصیت تجمع‌پذیری و بزرگنمایی زیستی به‌تدریج در اندام‌های بدن مصرف‌کنندگان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری‌های حاد و مزمن و حتی ایجاد تغییرات ژنتیکی می‌گردد (Gammons و Slotton، ۲۰۰٦). مس، روی، کبالت، آهن و منگنز در غلظت‌های پایین برای بدن ضروری هستند، اما عناصری مانند مس و روی در غلظت‌های بالا سمیت بالایی دارند (Canli و Atli، ۲۰۰۳). سخت‌پوستان ده‌پا نظیر میگوها نمونه‌هایی از بی‌مهرگان دریایی هستند که توانایی تجمع فلزات سنگین را در بدن دارند. میزان تجمع عناصر ضروری و فلزات سنگین در اندام‌های مختلف سخت‌پوستان به خصوصیات زیستی مانند جنسیت و اندازه موجود زنده بستگی دارد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹). برخی مطالعات گزارش نموده‌اند که در سخت‌پوستان (ده‌پایان) اندام هپاتوپانکراس وظیفه ذخیره و دفع فلزات سنگین را بر عهده دارد (Pourang و Amini، ۲۰۰۱؛ Pourang، ۲۰۰۵).

اندازه‌گیری میزان عناصر سنگین در آبزیان به‌دلیل مدیریت زیست بوم‌های آبی و سلامت غذایی انسان اهمیت دارد. با توجه به اینکه میگوی سفید هندی جزء گونه‌های پرورشی در ایران می‌باشد و مردم جنوب کشور از این میگو تغذیه می‌کنند، به دلیل اهمیت تجمع فلزات سنگین در بدن آبزیان و اثرات مخرب این آلاینده‌ها در بدن انسان، این تحقیق با هدف تعیین میزان آلودگی فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و پوسته این میگوی پرورشی در استان هرمزگان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری میگوهای سفید هندی پرورشی در مرداد ماه سال ۱۳۹۰ انجام شد. ٦ کیلوگرم میگوی پرورشی از مجتمع پرورش میگوی بندر کلاهی استان هرمزگان تهیه شد. در این تحقیق، ۱۸ نمونه جهت سنجش فلزات تهیه شد. پوسته و بافت عضله ٦ کیلوگرم میگو را به‌صورت جدا با هم مخلوط کرده و از هر نمونه مخلوط شده ۲۰ گرم نمونه به‌دست آمد. نمونه‌های تهیه شده را در جعبه یونولیتی حاوی پودر

Archive of SID

www.SID.ir

یخ قرار داده و جهت سنجش میزان عناصر سنگین جیوه، سرب و کادمیوم به آزمایشگاه ارسال گردید.

ابتدا زیست‌سنجی میگوها شامل طول کل، طول کاراپاس و وزن انجام و ثبت گردید. توزین نمونه‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و خصوصیات طول به‌وسیله خط‌کش ساده انجام شد. سپس قسمت‌های سخت میگوها (پوست و کاراپاس) و عضله به‌صورت کامل جدا گردید. پوست و عضلات نمونه‌های دریایی و پرورشی به‌صورت جداگانه با یکدیگر مخلوط شده و از هر تیمار ۳ نمونه مرکب تهیه گردید (MOOPAM، ۱۹۹۹). نمونه‌های به‌دست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شوند. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شده است که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش برای اینکه جوش به‌طور منظم و یکنواخت صورت گیرد، قرار داده شد. سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط اسیدنیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید به‌طور کامل محو شود، مخلوط سرد شده و در حالی‌که بالن چرخانده می‌شد، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفافی به‌دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Eboh و همکاران، ۲۰۰٦؛ Kalay و همکاران، ۲۰۰۳؛ Okoye، ۱۹۹۱).

سنجش جیوه، سرب و کادمیوم به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد (Ahmad و Shuhaimi-Othman، ۲۰۱۰؛ Olowu و همکاران، ۲۰۱۰).

جیوه با سیستم هیدرید و سرب و کادمیوم با سیستم کوره اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری عناصر مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند تا عناصر به‌صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر موردنظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم‌افزار WinLab32 رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری گردید.

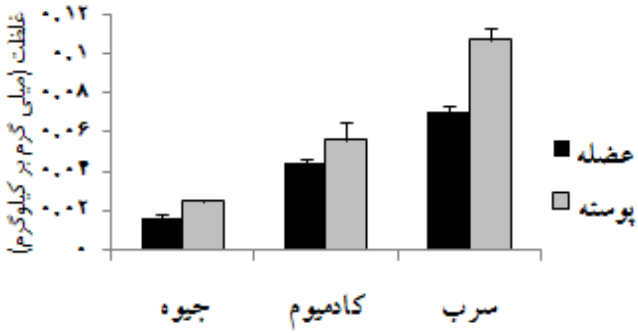
در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS18 انجام شد و آنالیز داده‌ها به‌کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۵ درصد تعیین گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگرف- اسمیرنف بررسی شدند.

نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی ۹۰ نمونه میگوی سفید هندی پرورشی نشان داد که میانگین طول کل، طول کاراپاس و وزن به‌ترتیب ۹/۷۳±۰/٦۷ سانتی‌متر،

Archive of SID
www.SID.ir

۳/۹۷±۰/۳۵ سانتی‌متر و ۶/۶۲±۰/۶۵ گرم بود. میانگین میزان جیوه در عضله و پوسته به‌ترتیب ۰/۰۱۷±۰/۰۰۲ و ۰/۰۲۵±۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. میانگین میزان سرب در عضله و پوسته به‌ترتیب ۰/۰۷۲±۰/۰۰۳ و ۰/۱۰۷±۰/۰۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین میانگین میزان کادمیوم در عضله و پوسته به‌ترتیب ۰/۰۴۵±۰/۰۰۲ و ۰/۰۵۶±۰/۰۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. غلظت جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و پوسته کیتینی میگوی پرورشی اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). میزان تجمع جیوه، کادمیوم و سرب در میگوی پرورشی در پوسته کیتینی بالاتر از عضله خوراکی بود (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله و پوست میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) پرورشی (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده میزان تجمع فلزات سنگین در عضله خوراکی میگوی سفید هندی پرورشی عبارت است از: سرب>کادمیوم>جیوه. همچنین تجمع این فلزات سنگین در پوسته میگوی سفید هندی پرورشی از این الگو پیروی می‌کند. سرب، جیوه و کادمیوم فلزات بسیار سمی هستند که هیچ‌گونه عملکرد زیستی در بدن موجودات زنده اعم از ماهیان، سخت پوستان و انسان ندارند، اما سرب از نظر انتشار گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط‌زیست است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹).

در این تحقیق، میزان جیوه در پوسته میگوهای پرورشی بالاتر از عضله بود (P<۰/۰۵). تحقیقات متعددی در زمینه فلزات سنگین در آبزیان پرورشی نشان داده که این موجودات توانایی جذب و تجمع فلزات سنگین را دارند (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۰؛ مطلبی، ۱۳۸۳). در تحقیق مشابهی توسط رفیعی و همکاران (۱۳۹۰) در مورد میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) نتایج حاصل از بررسی آماری بین دو ایستگاه خور موسی و لیفه- بوسیف، اختلاف معنی‌داری را بین میانگین غلظت جیوه در هر دو خور نشان داد (P<۰/۰۵). بیشترین غلظت جیوه در بافت عضله میگو در خور موسی با میانگین ۱/۱۴±۰/۰۵ میکروگرم بر گرم بوده و کمترین میزان جیوه با میانگین ۰/۰۰±۰/۰۵ در ایستگاه لیفه-بوسیف محاسبه شد. میزان جیوه محاسبه شده در ایستگاه بحرکان قابل اندازه‌گیری توسط دستگاه نبود (P<۰/۰۵) (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین نتایج مشابه نیز توسط Jallilian و همکاران (۲۰۱۱) به‌دست آمد. آنها در بررسی میزان تجمع فلز جیوه در بافت عضله، اسکلت خارجی و هپاتوسوماتیک

Archive of SID
www.SID.ir

میگوی سفید و رسوبات در خور موسی نشان داد که بیشترین میزان آلودگی در خور جعفری در فصل زمستان می‌باشد و میزان تجمع جیوه در هپاتوسوماتیک از سایر اندام‌ها بیشتر است. دلیل عمده این آلودگی‌ها را می‌توان نخست به ویژگی‌های اکولوژیکی میگوها نسبت داد، زیرا میگو یک گونه همه چیزخوار است و مدت زمان قابل ملاحظه‌ای را در حال جستجو برای غذا در کف رسوبات صرف می‌کند و این موضوع به تجمع جیوه در این موجودات آبزی کمک می‌کند (Jalilian و همکاران، ۲۰۱۱). میزان جیوه در میگوی سفید هندی مزارع پرورشی استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر در سال ۱۳۷۹ برابر ۱۷/٦ میکروگرم در کیلوگرم و انحراف معیار ۱۰/۰۱۲ به‌دست آمد و میزان باقی‌مانده این فلز در سال ۱۳۸۰ برابر با ۱۸/٦۰۸ میکروگرم در کیلوگرم با انحراف معیار ٦/۸۳ محاسبه شد (مطلبی، ۱۳۸۳). همچنین میزان تجمع عناصر ضروری و فلزات سنگین در اندام‌های مختلف سخت‌پوستان به خصوصیات زیستی مانند جنسیت و اندازه موجود زنده بستگی دارد (Pourang و همکاران، ۲۰۰۵). Madany و همکاران (۱۹۹٦) میزان جیوه را در میگوی ببری سبز (*Penaeus Semisulcatus*) ۰/۰۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام نمودند (Madany و همکاران، ۱۹۹٦). همچنین در مطالعه دیگر بر روی میگوی ببری سبز میزان جیوه ۰/۰۸ به‌دست آمد (Kureishy و همکاران، ۱۹۹۳). مطالعات دیگر بر تجمع میزان جیوه بر روی میگوی موزی (*Fenneropenaeus merguiensis*) (Fuhrer و همکاران، ۱۹۹٦) ۰/۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پنائوس نوتیالیس (*Penaeus notialis*) (Biney و Ameyibor، ۱۹۹۲) ۰/۰۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پنائوس کراتوروس (*Penaeus kerathurus*) (Balkas و همکاران، ۱۹۸۲) ۰/۰۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که نتایج تحقیقات فوق با نتایج این تحقیق هماهنگی دارند.

در این تحقیق، میزان کادمیوم در پوسته میگوهای پرورشی بالاتر از عضله بود (P<۰/۰۵). در مطالعه‌ای بر روی عضله میگوی سفید بیشترین غلظت کادمیوم در بافت عضله این میگو در خور موسی با میانگین ۰/۲۸±۰/۰۰۹ میکروگرم بر گرم بوده و کمترین میزان کادمیوم با میانگین ۰/۱۹±۰/۰۱٤ میکروگرم بر گرم در بحرکان محاسبه شد. میزان کادمیوم محاسبه شده در لیفه- بوسیف به‌میزان ۰/۲٤±۰/۰۱۰ میکروگرم بر گرم بین دو صیدگاه خور موسی و بحرکان اندازه‌گیری شد که با دو صیدگاه مذکور اختلاف معنی‌داری را نشان می‌داد (P<۰/۰۵) (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰). در بررسی از میزان غلظت فلزات سنگین مانند روی، آهن، مس، منگنز، نیکل و کادمیوم، (وزن خشک) در میگوی وانامی از سواحل غرب مکزیک مشخص شد که فلزات در بافت‌های سخت و ماهیچه‌ها تجمع می‌یابند (مطلبی، ۱۳۸۳). مقدار کادمیوم قابل ذخیره بستگی به فاکتورهایی از قبیل شیمی آب، پیچیدگی زنجیره غذایی، نوع گونه، سن، اندازه و جایگاه موجود در زنجیره غذایی دارد. تفاوت در عادات غذایی آبزیان می‌تواند منجر به سطوح متفاوت فلزات سنگین در بافت هایشان شود. تحقیقات بسیاری در زمینه تجمع کادمیوم در میگوها نشان داده است که میزان غلظت این عنصر در عضله خوراکی پایین می‌باشد (مطلبی، ۱۳۸۳؛ Francesconi و همکاران، ۱۹۹۸؛ Moore و Ramamoorthy، ۱۹۸٤؛ Paez-Osuna و Tron-Mayen، ۱۹۹۵؛ Pourang و همکاران، ۲۰۰۵). میزان کادمیوم در میگوی موزی ۰/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Pourang و Amini، ۲۰۱۱)، میگوی مونودون (*Penaeus monodon*) ۰/۲۵

Archive of SID
www.SID.ir

میلی‌گرم بر کیلوگرم (Bin Mokhtar و همکاران، ۲۰۰۹) و ۰/۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Guhathakurta و Kaviraj، ۲۰۰۰)، میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) ۱/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Joseph و همکاران، ۱۹۹۲)، میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) ۰/۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Paez-Osuna و Tron-Mayen، ۱۹۹۵). Madany و همکاران (۱۹۹٦) میزان کادمیوم را در میگوی ببری سبز ۰/۰۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام نمودند (Madany و همکاران، ۱۹۹٦). همچنین در مطالعه دیگر بر روی میگوی ببری سبز میزان کادمیوم ۰/٦۸ به‌دست آمد (Kureishy و همکاران، ۱۹۹۳). مطالعات دیگر بر تجمع میزان کادمیوم بر روی میگوی موزی (Darmono و Denton، ۱۹۹۰) و پنائوس نوتیالیس (Biney و Ameyibor، ۱۹۹۲) غیر قابل سنجش بود. همچنین میزان کادمیوم در میگوی پنائوس کراتوروس (Balkas و همکاران، ۱۹۸۲) ۰/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که نتایج تحقیقات فوق با نتایج این تحقیق هماهنگی ندارند. در برخی تحقیقات نشان داده شده است که مقادیر اندکی از کادمیوم در عضله شکمی سخت‌پوستان تجمع می‌یابد (Francesconi و همکاران، ۱۹۹۸؛ Moore و Ramamoorthy، ۱۹۸٤؛ Okoye، ۱۹۹۱).

در این تحقیق، میزان سرب نیز در پوسته میگوهای پرورشی بالاتر از عضله بود (P<۰/۰۵). سرب از جمله عناصر سنگین است که به‌صورت ترکیبات متنوع گسترده از منابع مختلف وارد محیط می‌شود (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹). میانگین باقی‌مانده فلز سرب در سال ۱۳۷۹، ۳۹/۷۵ میکروگرم در کیلوگرم و در سال ۱۳۸۰ میزان باقی‌مانده سرب ۱۲/٦۲ گزارش شد (مطلبی، ۱۳۸۳). در مطالعه‌ای بر روی عضله میگوی سفید بیشترین غلظت سرب در بافت عضله میگو در خور موسی با میانگین ۰/۰۲۷±۰/٦۳ میکروگرم بر گرم بوده و کمترین میزان سرب با میانگین ۰/۰۲۷±۰/٤۱ در بحرکان محاسبه شد. میزان سرب محاسبه شده در نمونه‌های لیفه-بوسیف به میزان ۰/۰۱۰±۰/۵۵ بین دو ایستگاه قبل اندازه‌گیری شد که با دو ایستگاه قبل اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰). عوامل متعددی می‌تواند در بالا بودن میزان سرب در بافت عضله در خور موسی و لیفه – بوسیف موثر باشد، بالا بودن میزان انتشار سرب در محیط می‌تواند از عوامل موثر باشد. بسیاری از محققین سرب را گسترده‌ترین فلز سنگین در محیط زیست معرفی کردند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۰؛ عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰). این تفاوت در تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مختلف آبزی به رفتارهای غذایی (Mormedoe و Davies، ۲۰۰۱؛ Watanabe و همکاران، ۲۰۰۳)، سن، اندازه و طول آبزی (۱۱)، خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، مواد مغذی و زمان رشد (Dixon و همکاران، ۱۹۹٦؛ Fuhrer و همکاران، ۱۹۹٦)، محل زندگی، شرایط اکولوژی، بیولوژی و فعالیت‌های متابولیکی بستگی دارد (Canli و Atli، ۲۰۰۳).

مقایسه میزان جیوه در عضله میگوی سفید هندی پرورشی با استانداردهای جهانی حاکی از پایین بودن غلظت جیوه در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی (FAO)، سازمان بهداشت جهانی (WHO) (WHO، ۱۹۹٦)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)، وزارت کشاورزی ـ شیلات انگلستان (MAFF، ۱۹۹۵) و انجمن ملی بهداشت و

Archive of SID

www.SID.ir

سلامت استرالیا (NHMRC) بود. مقایسه میزان کادمیوم در این تحقیق با آستانه استانداردهای سازمان بهداشت جهانی بالاتر بود، اما در مقایسه با استانداردهای وزارت کشاورزی- شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا پایین‌تر بود. میزان فلز سرب در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و داروی آمریکا بالاتر و از آستانه مجاز استانداردهای وزارت کشاورزی- شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا پایین‌تر بود. به‌طور کلی و بر اساس غلظت‌های به‌دست آمده و آنالیزهای انجام شده مشخص شد که گونه میگوی سفید هندی پرورشی منطقه کلاهی هرمزگان جهت مصرف انسانی مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند.

جدول ۱- مقایسه میزان فلزات سنگین عضله میگوی هندی با حد مجاز استانداردهای جهانی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

استانداردها	فلزات سنگین			منابع
	جیوه	کادمیوم	سرب	
سازمان بهداشت جهانی	۰/۱	۰/۲	۰/۵	٤١
سازمان غذا و داروی آمریکا	۰/۱-۰/۵	۱	۵	١٦
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا	۱	۰/۰۵	۱/۵	١٦
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان	۲	۰/۲	۲	۲۹
میگوی سفید هندی پرورشی	۰/۰۱۷-۰/۰٤۵	۰/۰٤۵-۰/۱۲۰	۰/۰۷۲-۰/۱٦٤	تحقیق حاضر

بطورکلی در این تحقیق، میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله میگوی سفید هندی پرورشی پایین‌تر از پوسته بود. میزان کادمیوم در عضله میگوی سفید هندی پرورشی در مقایسه با آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی بالاتر بود که نشان از آلودگی آب منطقه بندر کلاهی به عنصر کادمیوم می‌باشد. پیشنهاد می‌شود مطالعات و تحقیقات بیشتری درباره آبزیان منطقه در زمینه تجمع فلزات سنگین در بافت عضله انجام گردد. همچنین جهت جلوگیری و کنترل آلودگی از تکنولوژی‌های جدید بیولوژیک و شیمیایی در جهت حذف و جایگزینی فلزات سنگین استفاده شود.

منابع

۱- اسماعیلی‌ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران. ۷٦۷ صفحه.

۲- اشرفی، د.، غلامپور، ا.، و عسکری، ق. ۱۳۸٦. بررسی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد. دهمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران. ۷ صفحه.

۳-رفیعی، ا.، محمدی، غ.، عسکری‌ساری، ا.، و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه تجمع جیوه، کادمیوم و سرب در عضله میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) در صیدگاه‌های بحرکان، لیفه بوسیف و خور موسی. مجله بیولوژی دریا، سال ۳، شماره ۱۰، صفحات ۵۵-٤۹.

٤- صفاهیه، ع.، و محمدی، م. ۱۳۸۹. تغییرات فصلی فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، مس) در رسوبات بین جزر و مدی ساحل بحرکان. مجله علوم و فنون دریایی، سال ۹، شماره ۳، صفحات ٤۸-۳٦.

Archive of SID
www.SID.ir

۵- عسکری‌ساری، ا.، و ولایت‌زاده، م. ۱۳۸۹. هیدروشیمی کاربردی در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، ۲۲٤ صفحه.

٦- عسکری‌ساری، ا.، و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۰. بررسی غلظت سرب و روی در بافت‌های کبد و عضله دو گونه ماهی پرورشی کپور معمولی و قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله دامپزشکی ایران، سال ۷، شماره۱، صفحات ۳۰ تا ۳۵.

۷- عسکری‌ساری، ا.، ولایت‌زاده، م.، خدادادی، م.، و کاظمیان، م. ۱۳۹۰. میزان فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در اندام‌های ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه‌های دز و بهمنشیر. مجله بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دوره ۹، شماره ۳، صفحات ۱۱ تا ۲۲.

۸-گلابکش، ش.، نبوی، س.م.ب.، رجب‌زاده قطرمی، ا.، نیک‌پور، ی. و راسخ، ع. ۱۳۸۹. بررسی تجمع زیستی جیوه و متیل جیوه در خرچنگ *Sesarma boulengeri* رودخانه اروندرود. چهارمین همایش تخصصی محیط‌زیست. دانشگاه تهران. ۹ صفحه.

۹-مطلبی، ع. ۱۳۸۳. بررسی فلزات سنگین جیوه و سرب در میگوی پرورشی سفید هندی (*Penaeus indicus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۳، شماره ۳، صفحات ۱٦۵-۱۵۹.

10. Ahmad, A.K., and Shuhaimi-Othman, M., 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. Journal of Biological Sciences, 10(2): 93-100.
11. Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., and Al-Ghais, S.M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. Sciences Total Environment, 256: 87-94.
12. Balkas, T.I., Tugrul, S., and Salihoglu, I., 1982. Trace metal levels in fish and crustaceans from northeastern Mediterranean coastal waters. Marine Environment Research, 6(4): 281–289.
13. 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: 273–279.
14. Bin Mokhtar, M., Zaharin Aris, A., Munusamy, V., and Mangala Praveena, S., 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 (3): 348-360.
15. Canli, M., and Atli, G., 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121: 129-136.
16. 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.
17. Darmono, D., and Denton, G. R.W., 1990. Heavy metal concentrations in the banana prawn, *Penaeus merguiensis*, and leader prawn, *P. monodon*, in the Townsville Region of Australia. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 44: 479-486.
18. Dixon, H., Gil, A., Gubala, C., Lasorsa, B., Crecelius, E., and Curtis, L.R., 1996. Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes. Environmental Toxicology and Chemistry. 16(4): 733P.
19. Eboh, L., Mepba, H.D., and Ekpo, M.B., 2006. Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. Journal of Food Chemistry. 97 (3): 490-497.
20. Francesconi, K.A., Pedersen, K.L., and Hojrup, P., 1998. Sex specific accumulation of Cd metallothionein in the abdominal muscle of coral prawn, *Metapenaeopsis crassissima* from a natural population. Marine Environmental Research, 46 (1–5): 541–544.
21. Fuhrer, G.J., Stuart, D.J., Mckenzie, W., Rinella, J.F., Cranwford, J.K., Skach, K.A., and Hornlorger, M.I., 1996. Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota. U.S. Geological Survey, Portland. 190 P.

Archive of SID

www.SID.ir

22.Gammons, C., and Slotton, D., 2006. Mercury concentration of fish river water and sediment in the Rio Ramis Lake Titicaca water shed, Peru. Journal of science of the total Environment, 368: 637-648.
23.Guhathakurta, H., and Kaviraj, A., 2000. Heavy metal concentration in water, sediment, shrimp *(Penaeus monodon)* and mullet *(Liza parsia)* in some brackish water ponds of Sunderban, India. Marine Pollution Bulltein, 40(11): 914-920.
24.Jalilian, M., Dadolahi-Sohrab, A., and Nikpour, Y., 2011. Distribution and contamination of mercury in *Metapenaues 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.
25.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 Inland Fish. Soc. India. 24(2): 82-84.
26.Kalay, G., and Bevis, M.J., 2003. Structure and physical property relationships in processed polybutene. Journal of Applied Polymer Science, 88:814-824.
27.Kureishy, T.W., 1993. Concentration of heavy metals in marine organisms around Qatar before and after the Gulf war oil spill. Marine Pollution Bulletin, 27: 183–186.
28.Madany, I. M., Wahab, A.A., and Al-Alawi, Z., 1996. Trace metals concentrations in marine organisms from the coastal areas of Bahrain, Arabian Gulf. Water Air Soil Pollution, 91: 233–248.
29.MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (UK)), 1995. Monitoring and surveillance of non-radioactive 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, Lowest oft.
30.MOOPAM, 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, Vo1 20.
31.Moore, J.W., and Ramamoorthy, S., 1984. Heavy metals in natural waters, Springer-Verlag, pp. 268.
32.Mormedoe, S., and Davies, I.M., 2001. Heavy metal concentration in commercial deep-see fish from the Rockall Trough. Continental Shelf Research, 21: 899-916.
33.Olowu, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuyi, G.U., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B., Babatunde, A.O., and Ogundajo, A.L., 2010. Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. Journal of Chemistry. 7(1): 215-221.
34.Okoye, B.C.O., 1991. Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. International Journal of Environmental Studies. 37: 285-292.
35.Paez-Osuna, F., and Tron-Mayen, L., 1995. Distribution of heavy metals in tissues of shrimp *Penaeus californiensis* from the northwest coast of Mexico. Environ. Contam. Toxicol., 55: 209–215.
36.Pourang, N., and Amini, G., 2001. Distribution of trace elements in tissues of two shrimp species from Persian Gulf and effects of storage temperature on elements transportation. Water, Air Soil Pollution, 129: 229–243.
37.Pourang, N., Tanabe, S., Rezvan, S., and Dennis, J.H., 2005. Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 100: 89–108.
38.Turkmen, M., and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species Byinductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Food Chemistry, 103: 670–675.
39.Vinodhini, R., and Narayanan, M., 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio*. Journal of Environment Science Technology, 5: 179-182.

Archive of SID
www.SID.ir

40. Watanabe, K.H., Desimone, F.W., Thiyagarajah, A., Hartley, W.R., and Hindrichs, A.E., 2003. Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. Science Total Environment, 302 (1–3): 109 126.
41. World Health Organization (WHO), 1996. Trace elements in human nutrition and health. Geneva:WHO.

Archive of SID

www.SID.ir