ارزیابی پتانسیل تجمع زیستی و میزان مواجهه با سرب و کادمیوم ناشی از مصرف میگوی ببری سبزدر شهر تهران در سال ۱۳۹۱

فاطمه سادات صادق زاده [۱]، بهروز اکبری آدرگانی [۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: کنترل ایمنی فراورده‌های شیلات از نظر تجمع فلزات سنگین یکی از موارد مهمی است که برای حفظ سلامت افراد جامعه و نیل به تضمین ایمنی این ماده غذایی ارزشمند باید مورد توجه قرار گیرد. هدف از این تحقیق، ارزیابی پتانسیل تجمع زیستی و میزان مواجهه با سرب و کادمیوم ناشی از مصرف میگوی ببری سبز در شهر تهران در سال ۱۳۹۱ می‌باشد.

روش‌ها: نمونه‌های میگو به صورت تصادفی از چهار منطقه عمده عرضه آبزیان در مناطق جنوب، شمال، شرق و غرب شهر تهران در سال ۱۳۹۱ در دوره زمانی عرضه میگوی ببری سبز غیرمنجمد نمونه‌برداری شدند. پس از انجام عملیات آماده‌سازی و هضم قسمت‌های عضله و پوسته میگو، مقادیر فلزات سنگین سرب و کادمیوم توسط دستگاه طیف سنجی نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی اندازه‌گیری شد و میزان مواجهه مصرف‌کنندگان با این عناصر مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میزان میانگین تجمع سرب در پوست و عضله میگو به ترتیب ۱/۵۹ ± ۵/۳۷ و ۱/۱۲ ± ۵/۵۹ و برای فلز کادمیوم به ترتیب ۰/۶۱ ± ۱/۱۱ و ۰/۶۲ ± ۱/۷۹ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد. هم‌چنین میانگین غلظت سرب و کادمیم در عضله بیش از غلظت آن در پوست میگو می‌باشد. اختلاف بین میانگین تجمع سرب و کادمیم در بخش خوراکی میگو معنی‌دار نیست. میزان مواجهه مصرف‌کنندگان با سرب و کادمیم ناشی از مصرف بافت خوراکی میگو به ترتیب یک پنجاهم و یک سی‌ام مقدار مجاز درنظر گرفته شده برای میزان دریافت روزانه موقتی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیم در بخش خوراکی میگو با استانداردهای ملی و بین‌المللی نشان می‌دهد که مقدار این عناصر کمتر از حد مجاز بوده و خطری برای سلامت مصرف‌کننده ندارد. نتایج مفید حاصل از این ارزیابی از سطح عرضه می‌تواند به عنوان الگویی جهت پایش سلامت میگو و سایر آبزیان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، میگوی ببری سبز، پلاسمای جفت شده القایی، سطح عرضه

ارجاع: صادق زاده فاطمه سادات ، اکبری آدرگانی بهروز. **ارزیابی پتانسیل تجمع زیستی و میزان مواجهه با سرب و کادمیوم ناشی از مصرف میگوی ببری سبزدر شهر تهران در سال ۱۳۹۱.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۳؛ ۱۰(۳): ۶۳۹-۶۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۱۸ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۱**

۱. کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، یزد، ایران

۲. دانشیار، مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: analystchemist@yahoo.com

مقدمه

میگوها گروه بزرگی از سخت‌پوستان هستند که علاوه بر ارزش اقتصادی و صادراتی، داشتن ارزش غذایی بالا اهمیت این گروه از آبزیان را دوچندان نموده است. برخورداری از تنوع زیستی زیاد و توزیع جغرافیایی بسیار متنوع ویژگی بارز میگوها محسوب می‌شود. به نحوی که آب‌های شیرین، لب شور تا بسیار شور و هم چنین برخی از مناطق استوایی تا آب‌های سرد زیستگاه این آبزی ارزشمند است. اکثر گونه‌های

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

میگو در آب‌های کم عمق یا نیمه‌عمیق یافت می‌گردند و ماهیت کفزی بودن آن‌ها، تجمع آلاینده‌های چگال‌تر در بافت آن‌ها را به دنبال خواهد داشت (۱). میگوها دارای بدن بندبند و تقارن دو جانبی می‌باشند و سطح خارجی بدن آن‌ها از پوست کیتینی سخت پوشیده شده که در سراسر بدن ادامه داشته و به‌وسیله تعدادی از حلقه‌های سخت که از طریق یک لایه خارجی نازک و قابل انعطاف به یکدیگر متصل هستند، شکل گرفته است (۲). میگوی ببری سبز به جنس Penaeus از خانواده Penaeidea تعلق دارد و یکی از با ارزش‌ترین گونه‌های جنس مذکور است که بیش از ۸۰ درصد از صید آن در خلیج فارس انجام می‌شود (۳). میگو از ذخایر مهم آبزی کشور است که به لحاظ ارزش غذایی فراوان و قیمت بالا در بازارهای جهانی، دارای اهمیت اقتصادی خاصی در بین فرآورده‌های آبزی است. میگوی ببری سبز از جمله محصولاتی است که در میان کالاهای صادراتی غیر نفتی توانسته است ارزآوری خوبی برای کشور داشته باشد و بخش عمده‌ای از نیاز داخل کشور را نیز تأمین نماید که این مستلزم ارایه گواهی‌های تأیید سلامت از سوی آزمایشگاه‌های مرجع و تأیید صلاحیت شده است (۴). انجام ارزیابی‌های حسی و ظاهری میگو به دلیل اهمیت ویژه غذایی و بهداشتی بسیار مهم است. میگوی سالم باید فاقد هرنوع بوی زننده و تغییر رنگ باشد. میگوی تازه دارای بویی ملایم و گوشتی با قوام است و پوسته یا عضله آن فاقد حالت لیزی و لزجی است. در میگوی تازه نباید هیچگونه لکه یا نقطه سیاه بر روی پوسته یا گوشت آن دیده شود. پوسته میگوی خام ممکن است سبز مایل به خاکستری، قهوه‌ای مایل به صورتی یا صورتی کم رنگ باشد. امروزه وجود مصرف آبزیان و به ویژه میگو در سبد غذایی خانوار و تأثیر مثبت آن بر سلامت جامعه به لحاظ دریافت اسیدهای چرب ضروری موضوعی است که مورد توجه متولیان نظام سلامت قرار دارد. هر چند در سال‌های اخیر ارزش غذایی آبزیان برای مصرف انسانی بیشتر نمایان شده و کشورهای توسعه یافته در دو دهه اخیر تلاش بسیاری برای افزایش سرانه مصرف آبزیان کرده‌اند اما آمارها نشان می‌دهد که در ایران هم‌چنان میزان مصرف انسانی آبزیان کمتر از متوسط جهانی است اما چند سالی است که روند مصرف آن رو به افزایش است. سرانه جهانی مصرف آبزیان در سال ۱۳۹۱ معادل ۱۹/۱ کیلوگرم و در سال قبل از آن ۱۸ کیلوگرم بوده است. سرانه مصرف آبزیان در کشورمان نیز در سال ۱۳۸۹، معادل ۷/۵ کیلوگرم، در سال ۱۳۹۰ به ۸/۵ کیلوگرم و در سال ۱۳۹۱ به بیش از ۹ کیلوگرم رسیده است (۵). روند رو به افزایش مصرف سرانه میگو و تشویق عموم به مصرف این گروه از فراورده‌ها برای تأمین نیاز روزانه پروتئین بدن و مخاطرات ناشی از احتمال آلودگی آن‌ها به لحاظ افزایش آلودگی‌های زیست محیطی موضوعی است که ضرورت پایش سلامت این ماده ارزشمند غذایی را در سطح عرضه بیش از پیش نشان می‌دهد. فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌هایی هستند که کنترل آن‌ها به لحاظ سمیت و تجزیه‌ناپذیری و به لحاظ قابلیت تجمع در بافت و ارگان‌های مختلف بدن از اهمیت بالایی برخوردار است. این عناصر پس از ورود به بوم سامانه‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان و از جمله میگو تجمع یافته و سرانجام وارد زنجیره غذایی می‌شوند و با انتقال آن‌ها به مصرف‌کنندگان بعدی از جمله انسان می‌توانند عوارض غیر قابل جبرانی را ایجاد نمایند (۶). ماهیت این عناصر به گونه‌ای است که پس از ورود به بدن دیگر از آن دفع نشده و در آن تجمع پیدا می‌کنند. همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض گوناگونی در بدن می‌شود. این فلزات هم‌چنین رشد و گسترش عفونت‌های ویروسی، باکتریائی و قارچی را افزایش می‌دهند و با جایگزینی‌شان با سایر املاح و مواد معدنی مورد نیاز بدن، مخاطرات دیگری را برای آن ایجاد می‌کنند. رسوب‌گذاری این عناصر در بافت‌هایی مانند رگ‌ها، عضلات و استخوان‌ها و یا جایگزین شدن آن‌ها درصورت فقدان برخی از میکروالمنت‌ها در جیره غذایی فرد تنها بخشی از آثار سوء فلزات سنگین است (۷). امروزه در جوامع صنعتی دنیا یکی از مسایل بهداشتی و زیست محیطی را آلاینده‌های فلزات سنگین تشکیل می‌دهد که در این بین آرسنیک، سرب، کادمیوم، جیوه و نیکل برای

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

انسان و حیوان از اهمیت بهداشتی بیشتری برخوردار هستند (۸). کادمیوم برای کلیه اکوسیستم‌های آبی و خاکی مضر بوده و ورود آن به زنجیره غذایی صدمات جبران ناپذیری را به محیط زیست وارد می‌سازد. این عنصر در لیست آلاینده‌های محیطی و صنعتی می‌باشد که توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC یا International Agency for Research on Cancer) در گروه I مواد سرطان‌زای انسانی طبقه‌بندی شده است (۹). سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست است که به ویژه از زمان مصرف آن در بنزین از پراکنش بسیار وسیعی در سطح جهان برخوردار است. این عنصر یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را بر روی سلامتی انسان دارد. مهم‌ترین اثرات سرب را می‌توان اختلال در سیستم اعصاب (مرکزی و محیطی)، کاهش ارتباط عصبی و مشکلات رفتاری نام برد. هم‌چنین آثار سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به سرب بر روی جنین خصوصاً در زمان رشد و توسعه سیستم عصبی به خوبی شناخته شده است (۱۰). گزارش‌های متعدد و رو به افزایشی در مورد آلودگی محیط زیست و آبزیان به فلزات سنگین وجود دارد که هدف عمده آن‌ها ردیابی، تعیین میزان تجمع و مخاطرات بهداشتی فلزات سنگین بوده است (۱۴-۱۱). حتی گزارش‌هایی مبنی بر تجمع و آلودگی محیط زیست توسط برخی از فلزات سنگین نادر هم‌چون لانتانیدها و از جمله تولیم و لوتسیم وجود دارد که محققین را بر آن داشته تا سنسورهای بسیار حساسی را برای ردیابی آن‌ها طراحی نمایند (۱۶-۱۵). اما تنها چند مطالعه اندک در زمینه پتانسیل تجمع زیستی و میزان مواجهه با سرب و کادمیوم با رویکرد ارزیابی از سطح عرضه انجام شده که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود. موحد و همکاران غلظت برخی از فلزات سنگین شامل سرب، کادمیوم، روی، مس و جیوه را در میگوهای دریایی و پرورشی آب‌های سواحل استان بوشهر مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع این عناصر در دو گروه مورد بررسی وجود ندارد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که غلظت کادمیوم در هر دو گروه پرورشی و دریایی بیش از حداکثر مجاز آن برای مصارف انسان است و مقادیر ثبت شده برای تجمع این عنصر در میگو بیش از مقادیر مشابه آن در این تحقیق است (۱۷). نتایج مطالعه‌ای که به منظور تعیین ضریب تجمع زیستی کروم و کادمیوم توسط عابدی و همکاران بر روی دو نوع ماهی فلس‌دار کپور و بدون فلس گربه ماهی انجام شده نشان می‌دهد که میزان تجمع در کبد هر دو گونه بیش از سایر اندام‌ها بوده و هم‌چنین ماهی بدون فلس بیشتر مستعد تجمع فلزات سنگین می‌باشد و سلامت مصرف کننده را بیشتر تهدید می‌کند (۱۸). Mukherjee و همکاران غلظت کادمیوم، جیوه و ارسنیک را در بافت شش گونه آبزی جمع‌آوری شده از سواحل شمال غربی هند گزارش کرده‌اند. مقادیر میانگین دریافت تخمینی این عناصر ناشی از مصرف این گونه آبزیان با مقادیر میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI یا Provisional Tolerable Daily Intake) مورد مقایسه قرار گرفته که میزان جذب قابل تحمل روزانه تخمینی از رهنمودهای FAO/WHO کمتر بوده است (۱۹). Cheng و همکاران به ارزیابی خطر ناشی از مصرف صدف پرورشی آلوده به کادمیوم پرداختند و با انجام یک مطالعه ارزیابی خطر نتیجه‌گیری کرده‌اند که برای مردم کانادا که سرانه مصرف‌شان برای این گونه آبزی بیشتر است باید قوانین سختگیرانه‌تری با هدف کاهش حد مجاز کادمیوم در این ماده غذایی در نظر گرفته شود (۲۰). نتایج تحقیقی که توسط عسکری ساری و همکاران به منظور بررسی میزان عناصر سنگین سرب، کادمیوم و جیوه در عضله، آبشش و کبد ماهیان شیربت و بیاح صید شده از رودهای کارون و کرخه انجام شده حاکی از آن است که غلظت سرب در اندام‌های مختلف این دو گونه نسبت به سایر عناصر بیشتر است. هم‌چنین غلظت این عناصر سنگین در آبشش و کبد ماهی نسبت به عضله بیشتر بوده و میزان تجمع عناصر سنگین با میزان آلودگی محل زندگی ماهیان، اندام مورد بررسی و نوع گونه ماهی مرتبط بوده است (۲۱). نتایج تحقیقی که توسط اسماعیلی ساری و همکاران به منظور بررسی میزان تجمع

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

سرب، کادمیم، نیکل و روی در سه گونه ماهی و میگوی ببری سبز صید شده از بندر بوشهر انجام شده نشان می‌دهد که میانگین غلظت عناصر کادمیم، نیکل و روی به طور معنی‌داری از مقادیر مشابه آن در سه گونه ماهی بیشتر بوده و منشاء این آلودگی‌ها به فعالیت‌های صنعتی و انتشار آلاینده‌ها در این ناحیه از خلیج فارس نسبت داده شده است (۲۲).

لذا از آن‌جا که در تحقیقات قبلی میزان فلزات سنگین صرفا در نمونه صید شده انجام شده و اثرات انتقال و توزیع و نگهداری آن در نتایج لحاظ نشده و به لحاظ شستشوی به دفعات میگو تا زمان فروش و امکان بروز آلودگی‌های ثانوی و همین‌طور با توجه به عرضه گسترده میگوی ببری سبز صید شده از سواحل خلیج فارس در مراکز عمده فروش آبزیان، جمعیت زیاد در معرض مواجهه در تهران، پتانسیل تجمع فلزات سنگین در آبزیان، مخاطرات ناشی از مصرف آبزیان آلوده به فلزات سنگین، برآورد واقعی‌تر ارزیابی خطر با نمونه‌برداری از سطح عرضه و با عنایت به فقدان گزارشی در این زمینه، در این تحقیق توصیفی- مقطعی برای اولین بار به ارزیابی پتانسیل تجمع زیستی و میزان مواجهه با سرب و کادمیوم ناشی از مصرف میگوی ببری سبز با نمونه‌برداری از سطح عرضه در شهر تهران پرداخته شده است.

روش‌ها

نمونه‌برداری به صورت طبقه‌بندی شده از چهار منطقه عمده عرضه آبزیان واقع در مناطق جنوب، شمال، شرق و غرب شهر تهران انجام شد. نمونه‌برداری در هرمنطقه به صورت کاملاً تصادفی انجام شده است. به منظور جلوگیری از تماس با هرگونه فلز، نمونه‌ها در کنار یخ در جعبه‌های پلاستوفوم به آزمایشگاه منتقل شدند. از نظر زمانی، نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۱ طی ماه‌های شهریور تا آبان یعنی در دوره زمانی عرضه میگوی ببری سبز به صورت غیر منجمد در مراکز فروش شهر تهران انجام شده است. در این دوره زمانی به تناوب یک هفته از هر منطقه در مجموع ۹ نمونه برداشت شد که بدین ترتیب از نظر آماری حجم کل نمونه‌ها برای چهار منطقه ۳۶ نمونه منظور شد. تمام میگوها، صید شده از بنادر خلیج فارس بودند که توسط وسایط نقلیه مجهز به سردخانه به مراکز عمده توزیع در شهر تهران منتقل شده بودند. نمونه‌های برداشت شده از مراکز عرضه فوق هریک به صورت مجزا در کیسه نایلون بسته‌بندی شده و پس از برچسب گذاری لازم بلافاصله در کنار یخ به آزمایشگاه کنترل مواد غذایی منتقل شد. نمونه‌ها تا زمان آزمایش در فریزر در دمای $-20^{\circ}C$ نگهداری شدند.

عملیات جداسازی و تمیز کردن قسمت‌های زاید برای هر بسته از نمونه‌های جمع‌آوری شده به خوبی انجام شد و اجزای حاصل به کمک آب یون‌زدایی شده شسته شدند. بافت عضله و پوسته میگو حاصل در ظروف شیشه‌ای جمع‌آوری گردید. از هر بسته حدود دو کیلوگرمی میگو، ۲۰۰ گرم نمونه پوسته و عضله جداسازی شد که به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون در دمای $105 \pm 2^{\circ}C$ خشک شدند و سپس به وسیله آسیاب به صورت پودر در آمده و در لوله‌های فالکون نگهداری شدند. کلیه عملیات آماده‌سازی نمونه‌ها در ظروف اسیدواش انجام شد. به منظور انجام عملیات هضم، ۱۰ گرم از هریک از نمونه‌های آسیاب شده در بوته چینی قرار داده شد. ابتدا هریک از این بوته‌ها بر روی شعله مقداری حرارت دیدند تا ضمن خروج مواد آلی از پاشیده شدن و اتلاف نمونه طی عملیات هضم جلوگیری شود. سپس هریک از نمونه‌ها به داخل کوره (Furnace 6000) منتقل شد و با یک شیب دمایی $50^{\circ}C/hr$ به دمای ماکزیمم آون رسید و در ادامه بعد از ۵ ساعت در دمای $550 \pm 5^{\circ}C$ به خاکستر تبدیل شد. به منظور تکمیل عملیات خاکسترسازی، پس از خروج نمونه از کوره و سرد شدن تا دمای محیط، چند قطره اسید نیتریک به آن افزوده شد و پس از تبخیر روی هیتر مجدداً نمونه به کوره وارد شد و تا سوختن کامل نمونه و باقی ماندن املاح معدنی عملیات حرارتی ادامه یافت. در این مرحله به هریک از بوته‌ها، محلول اسید کلریدریک ۱:۱ اضافه شد و عملیات تبخیر تا حد خشک شدن دنبال شد. سپس نمونه‌ها با اسید نیتریک ۰/۱ مولار در بالن‌های ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری به حجم رسانده شدند. برای حذف هرگونه ذرات معلق از نمونه آماده‌سازی شده، پیش از انجام آنالیز عناصر هریک از این محلول‌ها با صافی میلیپور ۰/۲ میکرون فیلتر شدند. تهیه نمونه شاهد نیز به موازات آماده‌سازی

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

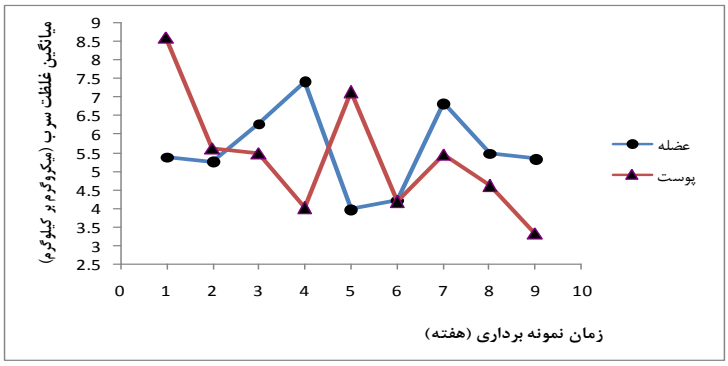
نمونه‌های میگو با استفاده از محلول اسید نیتریک انجام شد. جهت اندازه‌گیری سرب و کادمیوم از دستگاه نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES 720 Varian) استفاده شد. حجم مصرفی محلول نمونه برای آنالیز این دو عنصر در این سامانه کمتر از ۲ میلی‌لیتر بوده است (۲۳). رعایت دقیق هریک از مراحل خشک کردن نمونه، استفاده از ظروف اسیدواش، پیشگیری از وارد شدن آلودگی‌های ثانوی، جلوگیری از بازجذب رطوبت ثانوی، تکمیل عملیات هضم، توزین با ترازوی حساس و فیلتراسیون محلول‌ها پیش از ورود به سامانه آنالیز نشر اتمی بر دقت نتایج آزمون به طور مستقیم تأثیر دارند (۲۴).

از نرم افزار اکسل تحت آفیس ۲۰۰۷ برای رسم نمودارها و محاسبه مقادیر میانگین و انحراف معیار و نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۸ و آزمون آماری آنالیز واریانس و آزمون t تست برای مقایسه میانگین غلظت عناصر در پوست و عضله به منظور تجزیه و تحلیل کلیه داده‌های حاصل از انجام آزمایش‌های نشر اتمی استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج مربوط به تغییرات میانگین غلظت سرب در پوست و عضله نمونه‌های میگو طی ۹ هفته نمونه‌برداری در نمودار ۱ نشان داده شده است. کمینه و بیشینه میانگین غلظت سرب در کل دوره نمونه‌برداری در پوست میگو به ترتیب ۳/۳۴ و ۸/۶۲ میکروگرم بر کیلوگرم و برای عضله میگو به ترتیب ۳/۹۸ و ۷/۴۲ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد. این نتایج حاکی از آن است که میانگین و انحراف معیار غلظت سرب در کل نمونه‌های میگوی جمع‌آوری شده در پوست و عضله میگو به ترتیب برابر ۱/۶۴ ± ۵/۳۷ و ۱/۱۲ ± ۵/۵۹ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد (جدول ۱). هم‌چنین این نتایج نشان می‌دهد که میانگین غلظت سرب در عضله میگو در مقایسه با پوست آن بیشتر است اما بین میانگین غلظت سرب در پوست و عضله از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($p< ۰/۰۵$).

در نمودار ۲ نتایج مربوط به تغییرات میانگین غلظت کادمیوم در پوست و عضله نمونه‌های میگو طی دوره نمونه‌برداری نشان داده شده است. کمینه و بیشینه میانگین غلظت کادمیوم طی این دوره در پوست میگو به ترتیب ۰/۴۲ و ۱/۹۸ میکروگرم بر کیلوگرم و برای عضله میگو به ترتیب ۰/۸ و ۲/۹۴ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد. این نتایج حاکی از آن است که میانگین و انحراف معیار غلظت کادمیوم در کل نمونه‌های میگوی جمع‌آوری شده در پوست و عضله میگو به ترتیب برابر ۰/۶۱ ± ۱/۱۱ و ۰/۶۲ ± ۱/۷۹ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد (جدول ۲). هم‌چنین این نتایج نشان می‌دهد که میانگین غلظت کادمیوم در عضله میگو در مقایسه با پوست آن بیشتر است و بین میانگین غلظت این عنصر در پوست و عضله میگو اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p< ۰/۰۵$). هم‌چنین میانگین غلظت سرب و کادمیم در عضله بیش از غلظت آن در پوست میگو می‌باشد (جداول ۱و۲). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میانگین غلظت سرب نسبت به کادمیوم در بافت خوراکی میگوی مورد مطالعه بیشتر است ولی اختلاف معنی‌داری بین غلظت این دو عنصر در بافت میگو وجود ندارد ($p< ۰/۰۵$).



نمودار ۱. تغییرات میانگین تجمع سرب در پوست و عضله میگوی ببری سبز در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

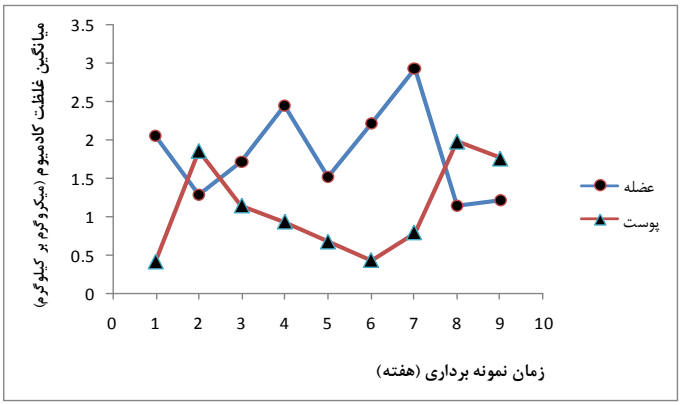
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

جدول۱. میزان تجمع سرب در بافت عضله و پوست میگوی ببری سبز

	بافت	تعداد	کمینه غلظت	بیشینه غلظت	انحراف معیار ± میانگین
میزان تجمع سرب	عضله	۹	۳/۹۸	۷/۴۲	۵/۵۹ ± ۱/۱۲
(میکروگرم بر کیلوگرم)	پوست	۹	۳/۳۴	۸/۶۲	۵/۳۷ ± ۱/۶۴

جدول۲. میزان تجمع کادمیوم در بافت عضله و پوست میگوی ببری سبز

	بافت	تعداد	کمینه غلظت	بیشینه غلظت	انحراف معیار ± میانگین
میزان تجمع کادمیوم	عضله	۹	۰/۸۰	۲/۹۴	۱/۷۹ ± ۰/۶۲
(میکروگرم بر کیلوگرم)	**پوست**	**۹**	**۰/۴۲**	**۱/۹۸**	**۱/۱۱ ± ۰/۶۱**



نمودار۲. تغییرات میانگین تجمع کادمیوم در پوست و عضله میگوی ببری سبز در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

بحث

با فلزات سنگین نه تنها تهدیدی برای حیات آبزیان به شمار می‌روند، بلکه برای سلامت مصرف‌کنندگان این فراورده‌ها نیز مخاطره‌آور هستند. از این رو کنترل غلظت فلزات سنگین به عنوان یکی از فاکتورهای مهم ایمنی این دسته از فراورده‌های غذایی از دو جنبه مدیریت اکوسیستم‌های آبی و سلامت انسانی حایز اهمیت است. دریافت فلزات ضروری از طریق آب، غذا و یا رسوبات برای متابولیسم طبیعی آبزیان ضروری است اما از همین طریق، فلزات سنگین و غیرضروری هم جذب شده و در بافت آبزیان ذخیره می‌شود. البته میزان تجمع این فلزات تابع عوامل مختلفی هم‌چون شرایط جغرافیایی منطقه، شرایط دمایی، مقدار شوری آب، pH آب، کیفیت منابع تأمین‌کننده آب، حضور صنایع آلاینده در حاشیه سواحل، مقررات دفع فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی و کشاورزی، نوع آبزی مورد مطالعه، نوع بافت مورد آزمایش، شرایط نگهداری نمونه و غیره می‌باشد (۲۵). در این بین عناصر سرب و کادمیوم از اهمیت خاصی برخوردار هستند. سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست بوده و در میان عناصر سنگین از نظر کمی بیش از همه در محیط‌های آبی پراکنده است. این عنصر در صورت دریافت از طریق غذا برای مصرف‌کنندگان بسیار سمی بوده و موجب اختلال در سامانه‌ی اعصاب و مشکلات رفتاری می‌شود. کادمیم نیز عنصر سمی دیگری است که به مقدار زیادی از طریق غذا جذب شده و اثرات سوء فراوانی دارد که از جمله می‌توان به مشکلات اسکلتی، برونشیت، آمفیزم، کم خونی و سنگ کلیه اشاره کرد (۱۰-۹). نتایج دیگر تحقیقات انجام شده درخصوص ارزیابی میزان غلظت فلزات سنگین در انواع آبزیان نشان می‌دهد که غلظت سرب در مقایسه با سایر

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

عناصر و حتی کادمیم بیشتر بوده است مگر این‌که محیط آبی به دلیل خاصی دچار آلودگی شدید و موضعی شده باشد. از اینرو کنترل غلظت فلزات سنگین در انواع آبزیان همواره مورد توجه بوده است. در جدول ۳ غلظت سرب و کادمیوم در نمونه مورد مطالعه در این تحقیق با تحقیقات دیگران بر روی گونه‌های آبزی مورد مقایسه قرار گرفته است. در این مطالعات دامنه غلظت عناصر در بافت آبزیان بسیار گسترده است و از مقادیر کمتر از حدود مجاز تا مقادیر بسیار بالاتر از آن را در بر می‌گیرد و از این‌رو مواجهه مصرف‌کنندگان آن‌ها باتوجه به میزان مصرف آبزیان در سبد غذایی خانوار متغیر خواهد بود. برای تخمین میزان دریافت روزانه ایمن آلاینده‌هایی هم‌چون فلزات سنگین مقدار مرجعی تحت عنوان میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) توسط کمیته مشترک متخصصان سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی (JECFA) تعیین شده که براساس آن مقدار PTDI به عنوان یک شاخص اولیه جهت تعیین میزان کل در معرض آلاینده مورد نظر قرار گرفتن (Total exposure)، از منابع غذایی و غیر غذایی به‌کار رفته است. مقادیر میانگین به‌دست آمده برای غلظت سرب و کادمیم در بافت خوراکی میگو نشان می‌دهد که باتوجه به میانگین سرانه مصرف آن میزان مواجهه مصرف‌کننده ناشی از مصرف این‌گونه آبزی به ترتیب ۱/۶ و ۲/۰ درصد است و این درحالی است که حداقل برای میگو در دیگر مطالعات تا دو و حتی ۲۵ برابر نیز گزارش شده است (۳۱-۳۰) که این خود ضرورت کنترل‌های بهداشتی دوره‌ای را بیش از پیش نشان می‌دهد.

عوارض جبران‌ناپذیر حاد و مزمن فلزات سنگین در بدن انسان که از تأثیر بر سیستم عصبی تا سرطان‌زایی را شامل می‌شوند موجب شده تا حساسیت و اهمیت کنترل ایمنی فراورده‌های غذایی با پتانسیل تجمع فلزات سنگین دو چندان شود. در کشور ما نیز نظر به اهمیت سلامت جامعه این امر از دیر باز مورد توجه بوده است. به طور کلی کنترل ایمنی فراورده‌های شیلات بیشتر برای مبادی رسمی و محل‌های ذخیره و سردخانه‌های نگهداری آن‌ها مطرح است اما به لحاظ مخاطراتی که شرایط نامناسب نگهداری و انتقال این قبیل فراورده‌ها می‌تواند برای مصرف‌کننده ایجاد کند، کنترل آن‌ها در سطح عرضه ضروری و واقعی‌تر خواهد بود. براساس اطلاعات منتشر شده توسط انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای ایران به عنوان مرجع اصلی برای سبد غذایی ملی هر ماده غذایی که در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۶۸ نیز منعکس گردیده، میزان سرانه مصرف ماهی و فراورده‌های شیلات در سال ۱۳۸۹ به ترتیب ۷ و ۸ گرم در روز می‌باشد (۳۲). در این استاندارد حد مجاز سرب و کادمیوم برای فراورده‌های شیلات گزارش نشده اما میزان حداکثر مجاز سرب و کادمیوم در ماهی به ترتیب ۰/۳ و ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام شده است (جدول ۴). حدود اعلام شده در این استاندارد در مقایسه با سایر مراجع مقادیر سختگیرانه‌تری دارد. چنان‌چه بخواهیم بدون درنظر گرفتن سایر عوامل، صرفا از مشابهت این دو گروه از فراورده‌های غذایی و نزدیک بودن میانگین سرانه مصرف ماهی و فراورده‌های شیلات استفاده کنیم و همین مقادیر حد مجاز را برای فراورده‌های شیلات هم درنظر بگیریم باتوجه به مقدار حداکثر غلظت مجاز ۰/۳ و مقدار میانگین ۵/۵۹ میکروگرم بر کیلوگرم به‌دست آمده برای غلظت سرب در کل میگوهای برداشتی از سطح عرضه در شهر تهران درخواهیم یافت که میزان مواجهه مصرف‌کنندگان با سرب ناشی از مصرف بافت خوراکی میگو به مراتب کمتر از میزان حدمجاز و حدود یک پنجاهم آن خواهد بود. چنان‌چه میزان حد مجاز ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم را برای آلودگی کادمیوم در فراورده‌های شیلات مدنظر قرار دهیم میزان مواجهه مصرف‌کنندگان با کادمیوم ناشی از مصرف نمونه‌های میگوی ببری جمع‌آوری شده از سطح عرضه حدود سی برابر نسبت به بیشینه حد مجاز آن کمتر خواهد بود. مقادیر به‌دست آمده برای میانگین غلظت سرب و کادمیم در میگوی ببری سبز در طول فاصله زمانی عرضه آن به صورت غیرمنجمد در سطح عرضه در این مطالعه و مقایسهٔ آن‌ها با استانداردها و خطوط راهنمای جهانی نشان می‌دهد که اختلاف میانگین تجمع غلظت سرب در عضله میگو با خطوط راهنمای سازمان

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

جهانی بهداشت حدود ۹۰ برابر و با استاندارد UK-MAFF بیش از ۳۵۰ برابر فاصله دارد. مقایسه این اختلاف برای تجمع کادمیوم در بافت خوراکی میگو حاکی از آن است که میزان آن به طور مشترک با خطوط راهنمای سازمان جهانی بهداشت و استاندارد UK-MAFF حدود ۱۱۰ برابر فاصله دارد (جدول ۴). لذا با توجه به این مقدار تجمع برای سرب و کادمیوم در این تحقیق و فاصله آن با حدود مجاز این عناصر می توان این طور نتیجه‌گیری کرد که مصرف این میگو توسط شهروندان تهرانی مخاطره‌ای را برای سلامت به همراه ندارد و غلظت عناصر سرب و کادمیم در بافت خوراکی میگوی ببری سبز در مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی کمتر از حد مجاز آن برای مصرف انسان است. اما با افزایش آلودگی‌های زیست محیطی و روند افزایشی تجمع غلظت فلزات سنگین در بافت میگو و سایر آبزیان که در نتایج تحقیقات دیگران منعکس گردیده (جدول ۳) پایش دوره‌ای این عناصر در بافت خوراکی آبزیان کفزی ضروری است. زیرا روند افزایشی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوبات در طی سالیان گذشته به خوبی مشخص شده و افزایش آلودگی این رسوبات به فلزات سنگین و ارتباط مستقیم آن با محیط آبی فوقانی به اثبات رسیده است (۳۳).

جدول۳. مقایسه غلظت سرب و کادمیوم در بافت عضله آبزیان با تحقیقات پیشین

گونه مورد مطالعه	منطقه جمع‌آوری نمونه	سرب ($mg.Kg^{-1}$)	کادمیوم ($mg.Kg^{-1}$)	منبع
Lutjanus sp.	خلیج‌فارس، سواحل بحرین	۰/۱۳۲	۰/۰۳۲	(۲۶)
Aspienser persicus	دریای خزر	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	(۲۷)
Pelates quadrinlineatus	خلیج‌فارس	۱/۳	۰/۰۲	(۲۸)
ماهی شیربت و بیاح	رود کارون	۱/۷۵	۰/۸	(۲۱)
Barbus Xanthopterus	رود کارون	۲/۳۷	۱/۶۸	(۲۹)
میگوی سفید هندی	خلیج‌فارس	۰/۱۳۳	۰/۱۰۱	(۳۰)
میگوی ببری سبز	خلیج‌فارس	۰/۰۰۹	---	(۳۱)
میگوی ببری سبز	سطح عرضه (تهران)	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	تحقیق حاضر

جدول۴: مقایسه مقادیر میانگین غلظت سرب و کادمیوم در بافت خوراکی میگوی ببری سبز با حدود مجاز فلزات سنگین برای مصرف انسان

فلز سنگین	تحقیق حاضر ($mg.Kg^{-1}$)	WHO ($mg.Kg^{-1}$)	UK-MAFF ($mg.Kg^{-1}$)	ISIRI ($mg.Kg^{-1}$)	منبع
سرب	$۵/۵۹ \times ۱۰^{-۳}$	۰/۵	۲/۰	۰/۳	(۳۲و۳۴و۳۵)
کادمیوم	$۱/۷۹ \times ۱۰^{-۳}$	۰/۲	۰/۲	۰/۰۵	

WHO: سازمان بهداشت جهانی ISIRI: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

UK (MAFF): وزارت کشاورزی، جنگل‌داری و آبزیان انگلیس

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

نتیجه‌گیری

معنی‌دار بودن اختلاف میانگین غلظت کادمیوم در پوست و عضله میگوی ببری سبز به دلیل تفاوت در ساختار و ماهیت تفاوت در پوست و عضله است. میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌ها و اندام‌های مختلف به نقش فیزیولوژی آن‌ها بستگی دارد و بیشتر بودن آن در بخش عضله می‌تواند به دلیل تمایل تجمع این عنصر در بافت‌های پرتحرک این آبزی باشد. لایه حفاظتی اپی‌تلیوم در قسمت خارجی پوست به طور مؤثری مانع نفوذ فلزات سنگین به درون پوست می‌شود. به همین دلیل پوست قابلیت کمتری را در نفوذ و جذب فلزات سنگین در مقایسه با عضله دارد (۳۶).

پیشنهادها و محدودیت‌ها

با توجه به اهمیت و نقش فلزات سنگین در سلامت، ایمنی و بهداشت مواد غذایی موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- به واسطه اهمیت گونه میگوی ببری سبز در تغذیه انسانی پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی سایر فلزات سنگین با قابلیت تجمع زیستی مورد بررسی قرار گیرد.
- به دلیل آسیب‌پذیری بیشتر گونه‌های آبزی کفزی در مقایسه با سایر گونه‌ها، لازم است کنترل دوره‌ای آن‌ها در آزمایشگاه‌های مواد غذایی انجام شود.
- کنترل فلزات سنگین در محیط آبی صید آبزیان به تنهایی کافی نیست و به لحاظ بروز آلودگی‌های ثانوی طی نگهداری و انتقال آن‌ها به محل مصرف لازم است کنترل‌های دوره‌ای به شکل ارزیابی از سطح عرضه انجام شود.

در رابطه با محدودیت‌های مطرح در این تحقیق می‌توان به نداشتن شناسنامه مشخص در نمونه‌های برداشتی از سطح عرضه اشاره کرد که البته این برای بسیاری از فراورده‌هایی که به صورت عمده در بازار مصرف ارایه می‌شوند مطرح است. داشتن برگه مشخصات همراه در مراکز عمده عرضه آبزیان می‌تواند به ارزیابی‌های واقعی‌تر در زنجیره ایمنی غذا کمک فراوانی بنماید.

تشکر و قدردانی

از همکاری آزمایشگاه‌های مرجع کنترل غذا و داروی وزارت بهداشت، اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی استان قم و اداره نظارت بر مواد خوراکی، آشامیدنی و آرایشی بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی قم تشکر و قدردانی می‌گردد..

References

1. Burkovskii RN. Key to shrimp and lobsters. New Delhi: Oxonian Press; 1982; 31-2.
2. Tsoi KH, Wang ZY, Chu KH. Genetic divergence between two morphological similar varieties of the kuruma shrimp Penaeus japonicus. Marine Biology 2005; 147: 367-79.
3. Hosseini SJ, Elahi E, Raie M. The chromosome number of the Persian Gulf shrimp Penaeus Semisulcatus. Iranian Int. J. Sci 2004; 5:13-23.
4. Ameri Zh.D, Yazdani S. Analysis of effective factors on marketing margins of shrimp. Journal of Agricultural Sciences 2007; 13(2):275-83.
5. Meigoli Nejad A. Fisheries and aquatics in Iran: The potentials and challenges, Deputy of economic research, Center of strategic research 2012; 51:5-25. [In Persian]
6. Jaffar M, Ashraf M, Rasoal A. Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 1998; 31(3): 189- 193.
7. Karim G, Kiaei M, Rokni N, Razavi Rouhani SM, Motalebi AA. Status of heavy metal contamination of foods with animal and aquatic animal origin in Iran. Journal of food science technology 2012; 34(9): 25-35.
8. Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, Ozdemir N. Heavy metals in water, sediment and tissue of Leuciscus from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere 2006; 63(9):1451-8.
9. Liu Y, Zhang SP, Cai YQ. Cytoprotective effects of selenium on cadmium-induced LLC-PK1 cells

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

apoptosis by activating JNK pathway. Toxicol. in vitro mental 2007; 21: 677-84.
10. Pruvot C, Douay F. Heavy metals in soil, crops and grass as a source of human exposure in the former mining areas. Journal of Soil Sediments 2006; 6: 215-20.
11. Akbari-Adergani B, Shahmansouri MR. Efficiency of different Isfahan units of water treatment plant in removal of heavy metals. Journal of water and wastewater 2001; 41:24-7.
12. Akbari-adergani B, Akbari Z. Separation of heavy metals from effluent: scale-up of process from lab to pilot scale. Journal of water and wastewater 1999; 36:56-65. . [In Persian]
13. Afkhami M, Mokhlesi A, Darvish Bastami K, Khoshnood R, Eshaghi N, Ehsanpour M. Survey of some chemical compositions and fatty acids in cultured common carp (Cyprinus carpio) and Grass Carp (Ctenopharyngodon idella) Noshahr, Iran. World Journal of Fish and Marine Sciences 2011; 3(6): 533-8.
14. Darmono D, Denton GRW. Heavy metal concentrations in the banana prawn, Penaeus merguiensis, and leader prawn, P. monodon, in the Townsville Region of Australia. Bull. Environ. Contam. Toxicol 1990; 44(3): 479-86.
15. Ganjali MR, Norouzi P, Akbari-adergani B. Thulium(III) ions monitoring by a novel Thulium(III) microelectrode based on a S-N schiff base. Electroanalysis 2007; 19: 1145 –51.
16. Ganjali MR, Norouzi P, Akabri-adergani B, Riahi B, Larijani B. An asymetric Lutetium (III) microsensor based on N-(2-Furylmethylene) pyridine-2,6-diamine for determination of Lutetium(III) ions. Analytical Letters 2007; 40:1923-8.
17. Movahed A, Dehghan A, Haji Hosseini R, Akbarzadeh S, Zendehboudi A, Nafisi Behabadi M. Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf. Iranian South Medical Journal 2013; 16(2): 100-9.
18. Abedi Z, Khalesi MK, Eskandari SK. Comparison of cadmium and chromium bioconcentration factors between scaled and scaleless fish species: Common carp (Cyprinus carpio) and sutchi (striped) catfish (pangasius hypophthalmus). Iranian South Medicine Journal 2013. 2014, 17(4): 695-705.
19. Mukherjee DP, Bhupander K. Assessment of arsenic, cadmium and mercury level in commonly consumed coastal fishes from Bay of Bengal, India. Food Science and Quality Management 2011; 2:19-30.
20. Cheng WWL, Gobas FAPC. Assessment of human health risks of consumption of cadmium contaminated cultured oysters. Human and Ecological Risk Assessment 2007; 13:370-82.
21. Askary Sary A. The study of Heavy metals (Pb, Hg and Cd) in (Barbus grypus) and (Liza abu) in Karoon and Karkheh rivers . Scientific and research Journal of Marine Biology 2010; 1(4): 95-107.
22. Esmaeili Sary A, Ghasempoori SM, Yaghoobzadeh U. Determination and comparison of heavy metals (Cadmium, Nikel, Lead and Zinc) in some commercial fish and Penaeussemisulcatus in Bushehr area. Journal of Ecology 2001; 28: 49-55 [In Persian].
23. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC International, Washington, DC. 2005.
24. Akbari-adergani B, Physical and chemical experiments for Water Quality control, 1st ed. Esfahan University of Medical Sciences Publication, 2013; 4:59-78.
25. Canli M, Atli G. The relationships between heavy metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution 2002; 121(1): 129 –36
26. Madany IM, Wahab AA, Al-Alawi Z. Trace metals concentrations in marine organisms from the costal areas of Bahrain, Persian Gulf. Water, Air & Soil Pollution 1996; 91:233-48.
27. Pourrang N, Tanabe S, Rezvani S, Dennis JH. Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. Environmental Monitoring Assessment 2004; 109:293-316.
28. Tatina M, Oryan Sh, Gharibkhani M. Surveying the amount of heavy metals (Ni, Pb,Cd & V) accumulation derived from oil pollution on the muscle tissue of Pelates quadrilineatus from the Persian Gulf. J Biology of sea. 2009; 3(1): 28-39.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

29. Askary Sary A, Khodadadi M, Mohammadi M. Concentration of heavy metal (Cd, Pb, Ni, Hg) in muscle, gill and liver tissues of Barbus xanthopterus in Karoon River. Iranian Scientific Fisheries Journal 2011; 19(4) 97-106.
30. Razavi SMR, Vahabzadeh Roodsari H, Zamini A, Askari Sary A, Valaayatzadeh M. Measurement and comparison of heavy metals Hg, Pb, Cd in the muscle and shell of Fenneropenaeus indicus Persian Gulf (Bahrekan), Khuzestan Province. Journal of Aquatic and Fisheries 2012; 3(9): 43-51.
31. Akbari-adergani B, Soheyl E, Kelarestani Nejad H. Bioaccumulation of Some Metallic Elements in Eddible Textrue of Shrimp Penaeus Semisulcatus Collected from Persian Gulf.
32. Iranian National Standard , Food and Feed. Maximum limit of heavy metals, Institute of Standard and Industrial Research of Iran, 2010. Iranian National Standard. No. 12968.
33. Vesali Naseh MR, Karbasi A, Ghazanban F, Baghvand A. Relationship between heavy metal concentration in water and sediments in Anzali Wetland, Iran. Journal of Health Systems Research 2011; 8(1):114-23.
34. Kirk RS, Swyer R, Egan H. Pearson's composition and analysis of foods. 9th ed. Harlow, UK: Longman Group United Kingdom; 1991.
35. FAO/WHO. Lists of contaminants and their maximum levels in foods. Working document for information and use in discussions related to contaminants and toxins in the GSCFF, Prepared by Japan and Netherlands, 1st ed. Rome. 2007.
36. Heath AG. Water pollution and fish physiology. Florida, USA: CRC press; 1987.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]

Bioaccumulation and Exposure Assessment of Lead and Cadmium Due to Consumption of Penaeus semisulcatus A Post-market Surveillance in Tehran 2012

Fateme Sadat Sadeghzadeh [1], Behrouz Akbari-Adergani [2]

Original Article

Abstract

Background: Fisheries safety control and considering heavy metal accumulation is one of the most important factors in maintaining health society and assuring the safety of this valuable food. The purpose of this study is evaluating the potential of bioaccumulation and exposure to lead and cadmium due to consumption of Penaeus semisulcatus in Tehran city 2012.

Methods: Samples were collected randomly from four main market retail in south, north, east and west in Tehran city 2012 in time interval that Penaeus semisulcatus was delivered in fresh and non-freeze form. After preparation and digestion of muscle and skin parts, the lead and cadmium was determined by inductively coupled plasma – optical emission spectroscopy (ICP-OES) and the exposure of the consumers to these elements was evaluated.

Findings: The results revealed that the mean value for lead accumulation in skin and muscle were 5.37±1.59 and 5.59±1.12 and for cadmium were 1.11±0.61 and1.79±0.62 $\mu g.Kg^{-1}$ respectively. The mean concentration of lead and cadmium in muscle part was greater than its skin. The difference between lead and cadmium accumulation in edible part was not significant. The exposure of consumers to lead and cadmium due to the consumption of edible part of Penaeus semisulcatus were fifty and thirty times less than its regulated value for provisional tolerable daily intake.

Conclusion: The lead and cadmium mean concentration in edible part of Penaeus semisulcatus were less than national and international limits and so its consumption is not risky for human health. The useful results of the survey from market retail can be used as a model for monitoring the safety of shrimp and other aquatics.

Key Words: Heavy Metals, Penaeus semisulcatus, Inductively Coupled Plasma (ICP), Market Retail

Citation: Sadeghzadeh F S, Akbari-Adergani B. **Bioaccumulation and Exposure Assessment of Lead and Cadmium Due to Consumption of Penaeus semisulcatus A Post-market Surveillance in Tehran 2012** J Health Syst Res 2014; 10(3):628-639

Received date:09.03.2014 **Accept date: 21.02.2014**

1. M.Sc. in Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
2. Associate Professor, Food and Drug Laboratory Research Center, Food and Drug Organization, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: analystchemist@yahoo.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-09]