دوماهانه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال هفدهم، شماره ۳، صفحه ۳۵۷ – ۳۴۵ (مرداد و شهریور ۱۳۹۳)

ISMJ 2014; 17(3): 345-357

تجمع زیستی برخی از عناصر فلزی در پوست و بافت خوراکی میگوی ببری سبز صید شده از آب‌های سواحل خلیج‌فارس

بهروز اکبری آدرگانی [۱*]، سهیل اسکندری [۱]، حنانه کلارستانی‌نژاد [۲]

[۱] مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
[۲] گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات مازندران

(دریافت مقاله: ۹۲/۴/۹- پذیرش مقاله: ۹۲/۷/۲۹)

چکیده

زمینه: امروزه پیامدهای دریافت یون‌های فلزی و به‌ویژه فلزات سنگین بر سلامت انسان و محیط زیست و همچنین مخاطرات ناشی از مصرف فراورده‌های دریایی که این قبیل یون‌ها را به‌صورت تجمع یافته در خود دارند، بسیار مورد توجه است. هدف از این مطالعه کاربردی- تحقیقی تعیین غلظت برخی از عناصر فلزی (شامل نیکل، آهن، وانادیم، کبالت، کروم، نقره، کادمیم، لیتیم و باریم) در میگوی ببری سبز صید شده از آب‌های خلیج‌فارس بوده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش ۲۱ نمونه میگوی ببری سبز از ۷ منطقه صیادی در بندر بوشهر، بندر ماهشهر و بندرعباس جمع‌آوری و بلافاصله در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها مطابق روش مرجع **AOAC**، جهت تعیین غلظت یون‌های فلزی از روش طیف بینی نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد به جز در مورد وانادیم، میانگین غلظت تمامی عناصر در عضله میگو بیش از پوست آن‌ها بود. همچنین در میانگین غلظت کبالت و لیتیم موجود در پوست و عضله میگو اختلاف معنی‌داری وجودداشت (**P<۰/۰۵**). میانگین غلظت کلیه عناصر اندازه‌گیری شده هم در عضله و هم در پوست میگو در بندر بوشهر در مقایسه با دو بندر دیگر بیشتر بودکه نمایانگر آلودگی بالقوه بیشتر این بندر به فلزات مذکور می‌باشد.

نتیجه‌گیری: مقایسه میانگین غلظت یون‌های فلزی در عضله میگو با مقادیر خطوط راهنمای تعیین شده از سوی سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد که غلظت تمامی عناصر مورد بررسی کمتر از حد مجاز بوده و برای سلامت مصرف کننده مخاطره‌ای ندارد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، تجمع زیستی، میگوی ببری سبز، خلیج‌فارس

* تهران، مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
Email :analystchemist@yahoo.com

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

مقدمه

امروزه آلودگی محیط به‌خصوص منابع آب مشکلات بسیاری را برای آبزیان ایجاد کرده است. تخلیه پساب‌های صنعتی به آب‌ها و تجمع آن‌ها در آبزیان به واسطه خطراتی که برای انسان ایجاد می‌کنند بخش مهمی از آلودگی محیط زیست را شامل می‌شود. صید آبزیان و تأمین بخش قابل توجهی از دریافت پروتئین به‌ویژه در جنوب کشور، اهمیت توجه به حفظ منابع آب در حوزه دریا را بیش از پیش آشکار می‌سازد (۱). خلیج‌فارس در زمره یکی از باارزشترین زیست بوم‌های آبی جهان محسوب می‌گردد که با وجود متنوع‌ترین رویش‌های گرمسیری، گونه‌های مختلف جانداران آبزی و غیره دارای شرایط بسیار ویژه‌ای است که محیط زیست آن را تبدیل به محیطی بسیار حساس و شکننده کرده است (۱).

از جمله عوامل آلاینده‌ای که به‌دلیل اثرات سمی و قابلیت تجمع زیستی حائز اهمیت می‌باشد، می‌توان فلزات سنگین را نام برد. تحولات ایجاد شده در بخش‌های صنعتی و کشاورزی و ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه‌های اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه‌های مختلف اجتناب ناپذیر نموده است. فلزات سنگین که به روش‌های مختلف نظیر استخراج، فرایند ذوب، احتراق مواد سوختی و صنعتی شدن به محیط زیست راه یافته‌اند، از مسیرهای گوناگون مانند نزولات جوی، تخلیه مواد زائد، نشت اتفاقی، تخلیه آب توازن کشتی، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی و فرسایش خاک به محیط‌های آبی منتقل می‌شوند (۴-۲). آلودگی محیط زیست دریایی با فلزات سنگین در سال‌های اخیر با توجه به افزایش جمعیت جهان و توسعه صنعتی افزایش یافته است. فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که برخلاف ترکیبات آلی با فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند. از نتایج مهم پایداری فلزات سنگین وسعت زیستی زیاد در زنجیره غذایی می‌باشد به گونه ای که در نتیجه این فرایند، مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر مقدار آن‌ها در آب یا هوا افزایش یابد (۵). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری آبزی در محیط آبی، فصل صید و ویژگی‌های شیمیایی آب (دربرگیرنده شوری، سختی، دما) عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف آبزیان می‌باشند (۶).

شایان یادآوری است مقادیر برخی از این فلزات مانند آهن در غلظت‌های پایین برای متابولیسم طبیعی آبزیان ضروری هستند (۷) و می‌توانند نقش مثبت یا منفی مهمی را در زندگی انسان ایفا نمایند (۱۰-۸). همچنین زمانی که مقادیر فلزات ضروری افزایش یابد، می‌توانند اثرات سمی داشته باشند (۱۱).

مقایسه فلزات سنگین بین این جمعیت‌ها شاخص بسیار خوبی از میزان آلودگی آب‌های ساحلی خلیج‌فارس خواهد بود که این خود ناشی از فعالیت‌های پتروشیمی، فلزکاری، کشتی سازی، آلودگی‌های نفتی، فاضلاب‌های شهری و صنعتی، تردد کشتی‌ها و غیره می‌باشد (۱۲). در صورت وجود آلودگی بیش از حد استاندارد در نمونه‌های مورد مطالعه، به‌دلیل ایجاد مسمومیت و گاهی بیماری‌های شدید، با اطلاع‌رسانی از مصرف آبزیان صید شده در سواحل، به شدت جلوگیری شده و همچنین اقدامات لازم در زمینه منبع منتشر کننده آن انجام می‌شود. میگو منبع مهم پروتئینی برای بسیاری از مردم در سراسر جهان می‌باشد (۱۳) بنابر اهمیت موضوع و اهمیت وجود این دسته از آبزیان در سبد غذایی خانوار، اندازه‌گیری و

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

کنترل این عناصر در بافت عضله و پوست میگو بیش از پیش ضروری می‌نماید. بدین‌ترتیب ضمن اطمینان از کیفیت بهداشتی این دسته از فراورده‌های غذایی از بروز مخاطرات ناشی از مصرف آن بر سلامت انسان پیشگیری خواهد شد. خلیج‌فارس، به‌عنوان دریایی نیمه بسته دارای اکوسیستم منحصر به فردی در میان حوزه‌های آبی است و از لحاظ دارا بودن انواع گوناگون ماهی‌ها و جانوران دریایی به‌میزان فراوان در ردیف یکی از غنی‌ترین دریاهای جهان محسوب می‌شود. اما محصور بودن این پهنه آبی از یک سو و تردد وسیع کشتی‌ها و نفتکش‌ها در جهت تأمین انرژی سایر کشورهای جهان از منابع نفت و گاز منطقه سبب شده است که آلودگی‌های زیست محیطی به‌ویژه گونه‌های فلزی و برخی فلزات سنگین در این منبع عظیم خدادادی رو به فزونی باشد. همچنین فعالیت صنایعی که به‌دلیل نیاز به آب در سواحل دریا استقرار یافته‌اند و تخلیه پساب آن‌ها به دریا سبب آلودگی بیش از پیش آن و تجمع آن‌ها در گونه‌های آبزی شده است. اکتشاف، استخراج و انتقال مواد نفتی در خلیج‌فارس، علاوه‌بر ایجاد آلودگی مستقیم، به‌علت دارا بودن مقادیر زیادی فلزات سنگین زمینه آلودگی شیمیایی محدوده دریایی این خلیج و حیات آبزیان را نیز فراهم کرده است (۱۴). هدف از این مطالعه کاربردی- تحقیقی تعیین غلظت برخی از عناصر فلزی (شامل نیکل، آهن، وانادیم، کبالت، کروم، نقره، کادمیم، لیتیم و باریم) درمیگوی ببری سبز صید شده از آب‌های خلیج‌فارس است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بخشی از نتایج یک مطالعه کاربردی تحقیقی است که به‌صورت تجربی و بر اساس جمع‌آوری میدانی نمونه و انجام مشاهدات آزمایشگاهی صورت گرفته است. میگوی ببری سبز از پرمصرف‌ترین، مهم‌ترین و باارزش‌ترین میگوهای صید شده از آب‌های سواحل خلیج‌فارس محسوب می‌شود. بدین‌منظور میگوی ببری سبز به‌عنوان گونه آبزی انتخابی در این پروژه انتخاب شد. نمونه‌برداری این میگو در سه استان جنوبی کشور یعنی هرمزگان، بوشهر و خوزستان و به‌طور همزمان و توسط تورترال انجام گرفت به نحوی که از هر کدام از ۳ منطقه ذکر شده و از هر ناحیه صیادی تعداد ۷ قطعه میگو به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد. بدین‌ترتیب ضمن اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها، در آنالیزهای آماری از آزمون‌های توزیع نرمال استفاده شد. نمونه‌ها بعد از قرارگیری در کنار یخ توسط جعبه‌های پلاستوفوم جهت جلوگیری از تماس با هر گونه فلز، توسط هواپیما به آزمایشگاه منتقل شد. پس از جدایی پوست و عضله، نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بدین‌ترتیب در مجموع ۲۱ نمونه عضله و ۲۱ نمونه پوسته میگو جهت اجرای مراحل هضم و آزادسازی یون‌های فلزی از بافت نمونه به آزمایشگاه فراورده‌های پروتئینی منتقل شد. عملیات آماده‌سازی نمونه‌ها، در ظروف اسیدواش و توسط اسید نیتریک انجام گرفت. برای آماده‌سازی و عملیات هضم، ۱۰ گرم از هر ۲۱ نمونه میگو به‌دقت وزن کرده و در بوته چینی قرار داده شد. برای اندازه‌گیری فلزات سنگین همه تجهیزات و ظروف با اسید نیتریک ۱۰ درصد به‌مدت یک شبانه روز اسید واش گردید (۱۵).

پس از قرار دادن نمونه‌ها در آون و خروج رطوبت به‌مدت یک شبانه روز، بوته به کوره فوراناس منتقل گردید تا در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد مواد آلی خارج شود. این فرایند باعث می‌شود که در زمان

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

اندازه‌گیری عناصر مورد نظر، دیگر عناصر اختلالی در آن ایجاد نکرده و دقت نتایج آزمون بیشتر شود. پس از گذشت ۵ ساعت، نمونه‌های موجود در کوره به رنگ سفید در آمده و کاملاً به خاکستر تبدیل شدند. در مواردی که هنوز مواد موجود در بوته کاملاً سفید رنگ نشده بود، به آن توسط پیپت ۵۰ میلی‌لیتری مقداری آب دیونیزه یا اسید نیتریک غلیظ اضافه شد و پس از تبخیر روی هیتر، مجدداً در کوره قرار داده شد. این کار تا زمانی که مواد موجود در بوته به‌طور کامل سوخته و فقط مواد معدنی باقی مانده باشد ادامه یافت. در این مرحله نمونه‌ها از کوره خارج و در دسیکاتور قرار داده شد تا کاملاً سرد شود. سپس نمونه‌ها با اسید نیتریک یا اسید استیک یک مولار در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری به حجم رسانده شد. به‌منظور اطمینان از فقدان هر گونه ذرات معلق در نمونه آماده‌سازی شده، پیش از انتقال محلول استخراجی به آزمایشگاه آنالیز عناصر هر یک از محلول‌ها توسط صافی میلیپور فیلتر گردید. اندازه منافذ فیلتر مورد استفاده ۰/۴۵ میکرومتر بوده و با انجام این عملیات از هر گونه تفرق نور در سامانه نشر اتمی جلوگیری شده و دقت نتایج به‌میزان چشمگیری افزایش می‌یابد. جهت اندازه‌گیری یون‌های کادمیوم (Cd)، آهن (Fe)، لیتیوم (Li)، نیکل (Ni)، باریم (Ba)، نقره (Ag)، کروم (Cr)، کبالت (Co) و وانادیوم (V) از دستگاه پلاسمای جفت شده القایی- نشر اتمی (ICP-OES) مدل Perkin Elmer Optima ۸۰۰۰ و نرم‌افزار WinLab تحت Windows 7 استفاده گردید. حجم مصرفی محلول نمونه برای آنالیز کلیه عناصر در این سامانه ۳-۲ میلی بوده است (۱۵).

یافته‌ها

نتایج آنالیز واریانس به‌منظور بررسی اختلاف میانگین غلظت هر عنصر در نمونه‌های سه بندرگاه نشانداد که در هر سه این بنادر بین میانگین غلظت کبالت و لیتیوم موجود در پوست و عضله میگو در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). در جداول ۱ و ۲ مقادیر میانگین غلظت عناصر اندازه‌گیری شده بر حسب میکروگرم و نانوگرم یون فلزی در واحد گرم نمونه ($\mu g.g^{-1}$ و $ng.g^{-1}$) به‌ترتیب برای عضله و پوست میگو در هر یک از سه بندرگاه همراه با انحراف استاندارد مربوطه برای سه تکرار آنالیز ($n=۳$) ارائه شده است.

جدول ۱) مقادیر میانگین غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در بافت عضله میگو در بندر بوشهر، ماهشهر و بندرعباس ($n=۳$)

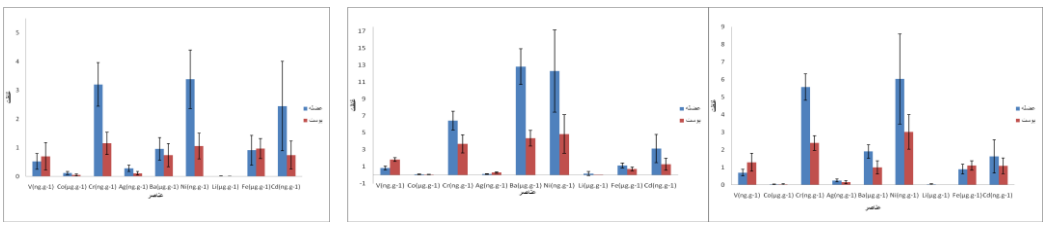
نمونه‌برداری محل	شاخص آماری	Cd ($ng.g^{-1}$)	Fe ($\mu g.g^{-1}$)	Li ($\mu g.g^{-1}$)	Ni ($ng.g^{-1}$)	Ba ($\mu g.g^{-1}$)	Ag ($ng.g^{-1}$)	Cr ($ng.g^{-1}$)	Co ($\mu g.g^{-1}$)	V ($ng.g^{-1}$)
بندر بوشهر	میانگین	۳/۱۱	۱/۱۱	۰/۱۶	۱۲/۲۹	۱۲/۸۰	۰/۱۱	۶/۴۲	۰/۰۹	۰/۸۲
	انحراف معیار	۱/۶۶	۰/۲۹	۰/۲۴	۴/۸۶	۲/۱۱	۰/۰۴	۱/۱۰	۰/۰۲۶	۰/۲۳
بندر ماهشهر	میانگین	۱/۶۳	۰/۸۹	۰/۰۴	۶/۰۳	۱/۹۰	۰/۲۵	۵/۵۷	۰/۰۳	۰/۷۰
	انحراف معیار	۰/۹۵	۰/۲۸	۰/۰۲	۲/۵۶	۰/۳۸	۰/۰۷	۰/۷۵	۰/۰۱	۰/۱۹
بندرعباس	میانگین	۲/۴۵	۰/۹۱	۰/۰۱	۳/۳۸	۰/۹۶	۰/۲۹	۳/۲۰	۰/۱۲	۰/۵۲
	انحراف معیار	۱/۵۶	۰/۵۲	۰/۰۰۸	۱/۰۲	۰/۳۹	۰/۱۰	۰/۷۵	۰/۰۵	۰/۲۷

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

جدول ۲) مقادیر میانگین غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در پوست میگو در بندر بوشهر، ماهشهر و بندرعباس (n=۳)

نمونه‌برداری محل	شاخص آماری	Cd (ng.g^{-1})	Fe (µg.g^{-1})	Li (µg.g^{-1})	Ni (ng.g^{-1})	Ba (µg.g^{-1})	Ag (ng.g^{-1})	Cr (ng.g^{-1})	Co (µg.g^{-1})	V (ng.g^{-1})
بندر بوشهر	میانگین	۱/۲۸	۰/۷۲	۰/۰۱	۴/۸۴	۴/۳۴	۰/۲۹	۳/۶۸	۰/۰۴	۱/۸۲
	انحراف معیار	۰/۷۰	۰/۲۲	۰/۰۱۴	۲/۲۶	۰/۹۲	۰/۰۹	۱/۰۷	۰/۰۳	۰/۲۲
بندر ماهشهر	میانگین	۱/۰۸	۱/۱۰	۰/۰۱	۳/۰۱	۱/۰۰	۰/۱۶	۲/۳۹	۰/۰۴	۱/۲۸
	انحراف معیار	۰/۴۵	۰/۲۷	۰/۰۰۲	۰/۹۸	۰/۳۷	۰/۰۹	۰/۴۱	۰/۰۲	۰/۵۱
بندرعباس	میانگین	۰/۷۵	۰/۹۷	۰/۰۰	۱/۰۶	۰/۷۴	۰/۱۱	۱/۱۵	۰/۰۵	۰/۷۰
	انحراف معیار	۰/۴۸	۰/۳۴	۰/۰۰۲	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۰۶	۰/۳۸	۰/۰۳	۰/۴۷

همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود میانگین غلظت تمام عناصر به‌ویژه فلزات سنگین که مخاطرات بهداشتی عدیده‌ای را به همراه دارند، در بندر بوشهر بیش از دو بندرگاه دیگر است. شکل ۱ به وضوح اختلاف بین میانگین غلظت یون‌های فلزی را در نمونه‌های میگو در سه بندرگاه صیادی به تفکیک عضله و پوست نشان می‌دهد.



(ج) (ب) (الف)

شکل ۱) مقایسه‌ی میانگین غلظت عناصر در عضله و پوست میگوهای صید شده از بندرگاه
الف) بندر بوشهر ب) بندر ماهشهر ج) بندر عباس

نمودار شکل ۱–الف نشان می‌دهد که میانگین غلظت یون‌های کبالت، کروم، باریوم، نیکل، لیتیوم، آهن و کادمیوم در عضله میگو صید شده از بندر بوشهر نسبت به پوست آن بیشتر است اما غلظت یون‌های وانادیوم و نقره در پوست میگو بیشتر از عضله می‌باشد. از سویی بیشینه و کمینه غلظت عناصر در عضله به‌ترتیب به یون‌های باریم و کبالت و در پوست میگو به‌ترتیب به نیکل و لیتیم مربوط بوده است. همچنین ترتیب افزایش تجمع یون‌های فلزی در عضله و پوست نمونه‌های میگو در این بندر به‌ترتیب زیر است:

عضله:Co<Ag<Li<V<Fe <Cd<Cr<Ni<Ba

پوست:Li<Co<Ag<Fe<Cd<V<Cr<Ba<Ni

نمودار شکل ۱–ب نشان می‌دهد که غلظت یون‌های کادمیوم، لیتیوم، نیکل، باریوم، نقره و کروم در عضله میگو صید شده از بندر ماهشهر نسبت به پوست آن بیشتر است اما غلظت یون‌های آهن، کبالت و وانادیوم در پوست میگو بیشتر از عضله می‌باشد. از سویی بیشینه و کمینه غلظت عناصر در عضله به‌ترتیب به یون‌های نیکل و کبالت و در پوست میگو به‌ترتیب به نیکل و لیتیم مربوط بوده است. همچنین ترتیب افزایش تجمع یون‌های فلزی در عضله و پوست نمونه‌های میگو در این بندر به‌ترتیب زیر است:

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

عضله: Co<Li<Ag<V<Fe<Cd<Ba<Cr<Ni

پوست: Li<Co<Ag<Ba<Cd<Fe<V<Cr<Ni

نمودار شکل ۱-ج نشان می‌دهد که غلظت یون‌های کادمیوم، لیتیوم، نیکل، باریوم، نقره، کروم و کبالت در عضله میگو صید شده از بندرعباس نسبت به پوست آن بیشتر است اما غلظت یون‌های آهن و وانادیوم در پوست میگو بیشتر از عضله می‌باشد. از طرفی بیشینه و کمینه غلظت عناصر در عضله به‌ترتیب به یون‌های نیکل و لیتیم و در پوست میگو به‌ترتیب به کروم و لیتیم مربوط بوده است. همچنین ترتیب افزایش تجمع یون‌های فلزی در عضله و پوست نمونه‌های میگو در این بندر به‌ترتیب زیر است:

عضله: Li<Co<Ag<V<Fe<Ba<Cd<Cr<Ni

پوست: Li<Co<Ag<V<Ba<Cd<Fe<Ni<Cr

به‌منظور دستیابی به یک ارزیابی کلی از میزان غلظت عناصر فلزی در میگوهای عرضه شده در بازار مصرف، میانگین غلظت این عناصر به تفکیک عضله و پوست میگو در تمام میگوهای صید شده از خلیج‌فارس محاسبه گردید که نتایج آن همراه با مقادیر انحراف استاندارد مربوطه برای سه تکرار هضم و آنالیز نمونه در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که میانگین تجمع یون‌های فلزی برای تمام عناصر به‌جز وانادیم در عضله میگو بیش از پوست آن است و بالاترین سطح تجمع در عضله و پوست به‌طور مشترک به عنصر نیکل مربوط می‌شود. همین‌طور کمینه میانگین تجمع به‌طور مشترک به عنصر لیتیم مربوط است. مقادیر میانگین ثبت شده در جدول ۳ برای عناصر مختلف، حاکی از ترتیب افزایش تجمع یون‌های فلزی در عضله و پوست نمونه‌های میگو به شرح زیر است:

عضله: Li<Co<Ag<V<Fe<Cd<Cr<Ba<Ni

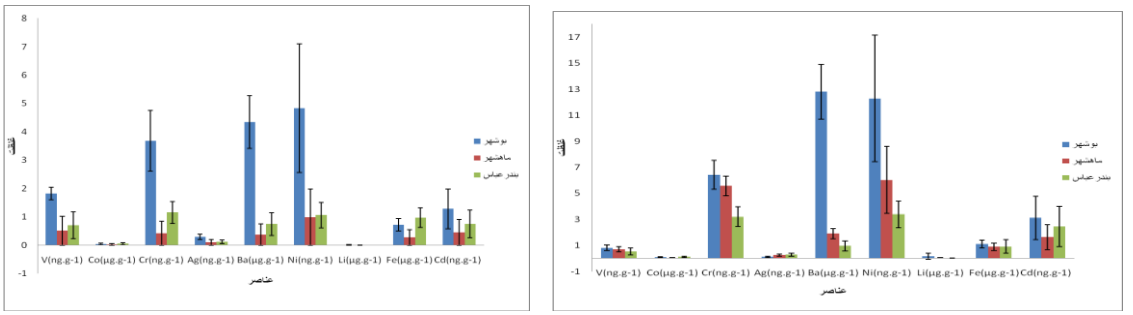
پوست: Li<Co<Ag<Fe<Cd<V<Ba<Cr<Ni

جدول ۳) مقادیر میانگین غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در بافت عضله و پوست میگوهای صید شده از خلیج‌فارس (n=۳)

نمونه	شاخص آماری	Cd ($ng.g^{-1}$)	Fe ($\mu g.g^{-1}$)	Li ($\mu g.g^{-1}$)	Ni ($ng.g^{-1}$)	Ba ($\mu g.g^{-1}$)	Ag ($ng.g^{-1}$)	Cr ($ng.g^{-1}$)	Co ($\mu g.g^{-1}$)	V ($ng.g^{-1}$)
عضله	میانگین	۲/۴۰	۰/۹۷	۰/۰۷	۷/۲۳	۵/۲۲	۰/۲۲	۵/۰۷	۰/۰۸	۰/۶۸
	انحراف معیار	۱/۴۸	۰/۳۷	۰/۱۵	۴/۹۰	۵/۶۳	۰/۱۰	۱/۶۳	۰/۰۴	۰/۲۵
پوست	میانگین	۱/۰۴	۰/۹۳	۰/۰۱	۲/۹۷	۲/۰۳	۰/۱۹	۲/۴۱	۰/۰۴	۱/۲۷
	انحراف معیار	۰/۵۷	۰/۳۱	۰/۰۰۸	۲/۰۹	۱/۷۸	۰/۱۱	۱/۲۵	۰/۰۳	۰/۶۱

با توجه به تفاوت فعالیت‌های صنعتی و وضعیت زیست محیطی منطقه در بندرگاه‌های خلیج‌فارس، به‌منظور سنجش وضعیت تجمع عناصر فلزی در عضله و پوست میگوهای صید شده از بندرگاه‌های مختلف، نمودار تغییرات میانگین غلظت یون‌های فلزی مختلف به تفکیک سه بندرگاه بوشهر، ماهشهر و بندرعباس به‌ترتیب برای عضله و پوست میگو در نمودارهای ۲-الف و ۲-ب ارائه شده است.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]



(ب) (الف)

شکل ۲) مقایسه‌ی میانگین غلظت عناصر در میگوهای صید شده از سه بندرگاه
الف) عضله ب) پوست

همان‌گونه که در شکل ۲-الف ملاحظه می‌شود میانگین غلظت کادمیوم، آهن، لیتیوم، نیکل، باریوم، کروم وانادیوم در عضله میگوهای صید شده از بندر بوشهر بیش از سایر بنادر است و این درحالیست که میانگین غلظت دو عنصر کبالت و نقره در عضله نمونه میگوهای صید شده از بندرعباس بیشتر است. همچنین روند تغییرات میانگین غلظت عناصر در پوست میگوهای صید شده در سه بندرگاه در شکل ۲- ب نشان می‌دهد میانگین غلظت کلیه عناصر به جز آهن، لیتیم و کبالت در بندر بوشهر در مقایسه با دو بندر دیگر بیشتر است. در حالی که بالاترین میانگین غلظت آهن در پوست میگو به بندر عباس مربوط بوده و میانگین غلظت لیتیم و کبالت در دو بندر بوشهر و ماهشهر بالاترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند و در این دو بندر از میانگین برابری برخوردارند.

به‌منظور مقایسه میزان دریافت یون‌های فلزی ناشی از مصرف میگو، میانگین غلظت عناصر تجمع یافته در عضله میگوهای صید شده بر حسب میکروگرم بر گرم همراه با حدود مجاز مصرف آن‌ها مطابق ضوابط بین‌المللی در جدول ۴ ارائه شده است. مطابق این جدول غلظت تمامی عناصر اندازه‌گیری شده در بافت عضله میگوی ببری سبز در سه بندر بوشهر، ماهشهر و بندرعباس کمتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی بوده است (۱۶). اما در خصوص استانداردهای این عناصر در ایران اطلاعات کافی در دسترس نبود.

بحث

در مطالعه کنونی، تجمع برخی از یون‌های فلزی در بافت عضله و پوست میگوی ببری سبز، به سبب نقش ارزشمند وجود میگوی سالم در سبد غذایی خانوار و لزوم اطمینان از سلامت آن مورد بررسی قرار گرفته است. آنالیز واریانس نتایج اندازه‌گیری غلظت عناصر مورد بررسی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میانگین غلظت کبالت و لیتیوم در پوست و عضله میگو وجود دارد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میانگین غلظت اغلب عناصر در عضله میگوهای صید شده بیشتر از پوست آن‌ها بوده است. بالاتر بودن غلظت این عناصر در بافت عضله می‌تواند ناشی از تمایل این فلزات به تجمع در بافت‌های پرتحرک میگو باشد و این بیانگر بیشتر بودن میزان دریافت و جذب عناصر سنگین توسط میگو در بافت عضله نسبت به پوست می‌باشد. این یافته به دلیل تفاوت در ساختار و نوع بافت پوست و عضله می‌باشد. میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌ها و اندام‌های مختلف به نقش فیزیولوژی آن‌ها بستگی دارد. لایه حفاظتی اپی‌تلیوم در قسمت

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

خارجی پوست به‌طور 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. همچنین متابولیسم طبیعی میگو ایجاب می‌کند که فلزات ضروری بایستی از آب، غذا یا رسوبات جذب شوند. فلزات سنگین و غیر ضروری نیز از همین راه جذب شده و در بافت آبزیان ذخیره می‌شود. تحقیقات آزمایشگاهی و میدانی نشان می‌دهند که تجمع فلزات سنگین در بافت به عوامل مختلفی منجمله غلظت فلزات در آب و مدت زمانی که در معرض فلزات قرار می‌گیرند بستگی دارد. عوامل محیطی دیگر نیز مانند شوری، pH، سختی و درجه حرارت نقش مهمی در تجمع فلزات سنگین ایفا می‌کنند (۱۷).

در مطالعه ایسال (Uysal) و همکاران میزان عناصر سنگین مس، منگنز، نیکل، کروم، کبالت و برم در بافت عضله، پوست و آبشش ۵ گونه ماهی در تالاب Beymelek ترکیه اندازه‌گیری و نتایج با هم مقایسه شد. تفاوت معنی‌داری در میزان تجمع فلزات سنگین مورد بررسی میان گونه‌ها و بافت‌های مختلف وجود داشت. همچنین میزان عناصر سنگین اندازه‌گیری شده در عضله بیشتر از پوست بود. به‌عنوان نمونه میزان منیزیم در عضله ماهی Lithognathus mormyrus از خانواده شانک ماهیان ۳۰۴/۲۰ و در پوست ۲۱۵/۶۰ میلی‌گرم برکیلوگرم وزن تر گزارش شد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت این عناصر در این دو بافت وجود داشت (۱۸). نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعه ایسال و همکاران کاملاً هم‌خوانی دارد. در بررسی‌های مختلف به‌خوبی مشخص شده که میزان فعالیت‌های متابولیکی بافت‌های مختلف یکی از مهم‌ترین عوامل در میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های متفاوت جانوران دریایی می‌باشد. علاوه‌بر این ثابت شده است که فعالیت‌های متابولیکی در گونه‌های جوان به‌طور معمول بیشتر از گونه‌های پیر می‌باشد. بنابراین سرعت تجمع فلزات سنگین به طور حتم در افراد جوان‌تر بیشتر از افراد مسن می‌باشد (۱۹). سنجر (Sanjar) و همکاران جهت اندازه‌گیری سرب و کادمیوم در عضله و پوست ماهی زمین کن دم نواری در منطقه صیادی ماهشهر میزان سرب و کادمیوم تجمع یافته در عضله و پوست ماهی بالاتر از حد مجاز استانداردهای WHO، (UK(MAAFF، NHMRC گزارش شد. بنابراین مصرف ماهیان مذکور در منطقه صیادی بندر ماهشهر برای سلامت انسان خطرناک است. آلودگی بالای این منطقه ناشی از تخلیه فاضلاب و پساب‌های صنعتی صنایع پتروشیمی می‌باشد که بالطبع بر مصرف‌کنندگان این فراورده‌ها نیز اثرات سوء خواهد داشت (۲۰).

در بررسی پیش رو میزان عناصر در پوست و عضله میگو در هر سه بندر به‌صورت مجزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و بنابر یافته‌ها میزان کبالت، کروم، باریوم، نیکل، لیتیوم, آهن و کادمیوم در عضله‌ی میگو صید شده در بندر بوشهر بیشتر از پوست آن بوده در حالی که میزان وانادیوم و نقره در پوست بیش از عضله بوده است. در میگوهای صید شده از بندر ماهشهر میزان کادمیوم، لیتیوم، نیکل، باریوم، نقره و کروم در عضله بیشتر از پوست آن بوده در حالی‌که میزان آهن، کبالت و وانادیوم در پوست بیش از عضله می‌باشد. در ارتباط با میگوهای صید شده از بندرعباس میزان کادمیوم، لیتیوم، نیکل، باریوم، نقره، کروم و کبالت در عضله بیشتر از پوست آن بوده در حالی‌که میزان وانادیوم و آهن در پوست بیشتر از عضله است. طبق آنچه گفته شد میزان میانگین غلظت وانادیوم به‌طور مشترک در هر سه بندر در پوست میگو بیش از عضله آن بوده است.

طبق نمودار مقایسه‌ای آلاینده‌های فلزی در پوست و عضله تمام میگوهای صید شده تمامی عناصر به استثنای وانادیوم

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

در بافت عضله بیشتر از پوست بوده است و بیشترین غلظت در هر دو بافت مربوط به نیکل بوده است. وانادیوم عنصری است سمی که اثر سرطان‌زایی داشته و بعضاً در نفت خام وجود دارد. به‌عبارت دیگر قرارگیری میگو در معرض نفت خام موجب تجمع بیشتر این عنصر در بدن آن‌ها نسبت به میگوهای آب‌های فاقد این مواد نفتی می‌گردد. مقادیر ناچیز آن می‌تواند به‌عنوان مکمل غذایی مورد مصرف قرار گیرد و از آنجایی که وانادیوم در محیط‌های آبی، پایدار بوده و در طولانی مدت اثر زیان‌آوری روی ارگانیسم‌های آبی به جای می‌گذارد. اما افزایش مصرف آن می‌تواند عوارضی از جمله کم خونی، التهاب و تورم چشم، التهاب ریه‌ها، آب مروارید، کاهش حافظه، اسهال، کاهش اشتها و در نهایت مرگ را در مصرف کنندگان موجب گردد. پس برای پیشگیری از عوارض احتمالی توصیه می‌شود هنگام مصرف این میگوها پوست را جدا و عضله میگو به‌عنوان بخش خوراکی استفاده شود. در مقایسه عناصر طی آنالیز عضله میگو و سپس پوست میگو در هر سه بندر به‌طور همزمان، غلظت کادمیوم، آهن، لیتیوم، نیکل، باریوم، کروم و وانادیوم در عضله میگوهای بندر بوشهر دارای بیشترین میزان بوده در حالی که دو عنصر کبالت و نقره بیشترین میزان را در بندرعباس داشتند.

در آنالیز پوست کلیه عناصر به غیر از آهن، لیتیوم و کبالت در بندر بوشهر بیشترین غلظت را داشته و میانگین غلظت لیتیم و کبالت به یک مقدار در دو بندر بوشهر و ماهشهر وجود داشته و غلظت آهن در بندرعباس بالاترین میزان را به خود اختصاص داده است. با توجه به شکل ۲ غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در عضله و پوست میگوی صید شده در بندر بوشهر در مقایسه با دو بندر دیگر دارای بیشترین میزان بوده که نشانه‌ی آلودگی بیشتر این بندر به فلزات مذکور می‌باشد.

آلودگی آب در این منطقه می تواند با توجه به طولانی بودن مرز آبی استان بوشهر (حدود ۶۰۰ کیلومتر) و وجود منابع بالقوه آلاینده کشاورزی و صنعتی، بالاتر باشد. رودخانه‌های حله (متشکل از دو رودخانه دالکی و شاپور) و مند در استان بوشهر که منتهی به خلیج‌فارس می‌شوند، توانایی انتقال آلودگی به آب دریا را دارند. از جمله منابع آلوده‌کننده آب‌های بندر بوشهر می‌توان به زمین‌های کشاورزی اطراف رودخانه‌ها، پساب صنعتی کارخانجات، پالایشگاه‌ها و صنایع پتروشیمی در استان بوشهر اشاره کرد. مطالعات مجتهید (Mojtahid) و همکاران بر اثرات آلودگی مواد آلی بر جوامع کفزی در سواحل اسکاتلند نیز نشان داد در نواحی تخلیه پساب که دارای درصد بالای مواد آلی بودند بالاتر بود. در نواحی متأثر از آلودگی فلزات Pb، Cu، Cr و Zn بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دادند. میزان این فلزات با فاصله گرفتن از محل تخلیه پساب به تدریج کاهش می‌یافت (۲۱).

طبق مطالعه خوشنود و همکاران بر روی کفشک گرد و کفشک تیز دندان در دو منطقه صیادی بندرعباس و بندر لنگه میزان غلظت فلزات سنگین در کبد و عضله هر دو گونه مذکور در دو منطقه صیادی بالاتر از استاندارد بهداشت جهانی (۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) گزارش شد که نشان از آلودگی منطقه خلیج‌فارس دارد. نتایج مطالعه خوشنود با بررسی کنونی هماهنگی کامل داشته و آن را تأیید می‌کند (۲۲).

در بررسی استاوروس (Stavros) و همکاران میزان سرب و کادمیوم در گونه bottlenose (Tursips truncatus) dolphins سواحل جنوبی اقیانوس اطلس به‌ترتیب ۰/۱۱±۰/۱۴ و ۰/۰۷±۰/۰۱ میکروگرم بر گرم وزن تر گزارش شده است (۲۳). در بررسی دیگری میزان سرب در پوست گونه آبزی Tursips truncates در اقیانوس اطلس غربی ۳/۶±۵/۲ میکروگرم بر گرم وزن تر ثبت شده

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

است (۲۴). مقایسه مقادیر به‌دست آمده حاصل از آنالیز پوست با نتایج آنالیز کبد در تحقیق فرودلو (Frodello) و همکاران مشخص نمود بین غلظت عناصر در بافت‌ها و سایر ارگان‌های بدن آبزیان مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد که با نتایج بررسی ما هماهنگی دارد (۲۵).

در بررسی موحد و همکاران غلظت برخی از فلزات سنگین شامل سرب، کادمیوم، روی، مس و جیوه در میگوهای دریایی و پرورشی آب‌های سواحل استان بوشهر مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شده 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 (۲۶).

یکی از متغیرهای مهم در ارزیابی خطر، میزان دریافت روزانه در دسترس یا همان ADI است که مقادیر آن برای هر یک از عناصر فلزی مورد بررسی در میگوهای صید شده از بندرگاه‌های خلیج‌فارس در جدول ۴ ارائه شده است. برای انجام محاسبات ارزیابی خطر از میانگین غلظت یون‌های فلزی در بافت عضله میگو استفاده شده است. در کشور ما با توجه به تنوع اقلیمی و عادات غذایی، میزان مصرف فراورده‌های دریایی و به‌ویژه میگو بسیار متفاوت است. در محاسبات ارزیابی خطر شرایط را طوری فرض کردیم که نتایج آن برای استان‌هایی که مقدار زیادی از این غذای ارزشمند را در سبد غذایی خود دارند قابل استفاده باشد. از این‌رو در محاسبات ارزیابی خطر فرض بر این قرار گرفته که مصرف روزانه میگو، ۱۰۰ گرم از رژیم غذایی یک فرد بزرگسال به وزن ۶۰ کیلوگرم را تشکیل می‌دهد و از آنجا که فرد علاوه‌بر آن از سایر مواد غذایی نیز استفاده می‌کند و این مواد نیز می‌تواند حاوی یون‌های فلزی یاد شده باشند، بنابراین فرض دیگر در محاسبات بر این بوده که این نوع غذا فقط ۵ درصد رژیم غذایی فرد را تشکیل می‌دهد (۲۷ و ۲۸).

جدول ۴) مقایسه میزان حداکثر دریافت روزانه میگوهای صید شده به ازای هر کیلوگرم وزن بدن با استاندارد اتحادیه اروپا (EFSA)*

نام عنصر	میانگین غلظت عناصر فلزی در عضله میگو در سه استان جنوبی بر حسب ($\mu g.g^{-1}$)	ADI[۲] یون های فلزی در کل مواد غذایی بر حسب mg/Kg bW/day EFSA*	ADI یون های فلزی در آبزیان (میگو) بر حسب mg/Kg bW/day EFSA	ADI** در فرد ۶۰ کیلوگرمی mg/Kg
Co	۰/۰۸	۰/۱۱۹	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۲
V	۰/۰۰۰۶۷۳	۰/۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۲
Cr	۰/۰۰۵	۰/۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰۰۸
Ag	۰/۰۰۰۲	۰/۴	۰/۰۵	۰/۰۰۰۰۳
Ba	۵/۲۲	۶۰	۲۵	۰/۰۵۳۷
Ni	۰/۰۰۷۱	۰/۰۲۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۰۳
Li	۰/۰۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۰۳
Fe	۰/۹۷	۴۵	۱۰	۰/۰۳۵
Cd	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۰۳۵	۰/۰۰۰۰۰۶

*EFSA=European food safety authority
**ADI=Acceptable Daily Intake

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

در جدول ۴ مقادیر حداکثر مقدار مجاز هر یک از یون‌های فلزی در کل مواد غذایی و آبزیان (میگو) را بر اساس استاندارد اتحادیه اروپا (EFSA) ارائه شده است. در ستون آخر این جدول مقدار مجاز دریافت روزانه هر یک از این عناصر در میگوهای مورد مطالعه با ضوابط بین‌المللی مقایسه شده است. مقادیر مندرج در این جدول نشان می‌دهد که مقادیر دریافت روزانه در دسترس برای تمام یون‌های فلزی ذکر شده ناشی از مصرف میگوهای ببری صید شده از سه بندرگاه جنوب کشور از مقادیر ADI وضع شده توسط EFSA کمتر بوده و مصرف این ماده غذایی ارزشمند از نظر یون‌های فلزی ذکر شده برای سلامت انسان مخاطره‌ای ندارد. با توجه به ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای بسیار بالای گونه‌ی مورد مطالعه و همچنین موقعیت راهبردی خلیج‌فارس به‌عنوان یکی از مناطق مهم از نظر استخراج نفت، اکتشاف و بهره‌برداری و عبور و مرور نفتکش‌ها، اهمیت تحقیق پیش رو بیش از پیش مشخص می‌شود. از سوی دیگر نتایج حاصل از این بررسی می‌تواند به‌عنوان اطلاعات اولیه برای پایش و مدیریت اکوسیستم آبی حساس خلیج‌فارس به‌دلیل عمق کم، چرخش محدود، شوری و دمای بالا که یکی از خصوصیات بخش‌های شمالی خلیج‌فارس است و از سوی دیگر بررسی تأثیر آلاینده‌های نفتی در این منطقه‌ی پر اهمیت در خاورمیانه مورد استفاده قرار گیرد. در پایان براین نکته تاکید می‌شود که علاوه‌بر تفاوت‌های زمانی و مکانی و متفاوت بودن پتانسیل هریک از آبزیان در تجمع یون‌های فلزی، دستیابی به نتایج صحیح و واقعی برای میزان تجمع یون‌های فلزی در آبزیان مستلزم نمونه‌برداری صحیح و مطابق با اصول استاندارد و انجام آزمایش‌های مربوطه با بکارگیری روش‌های مرجع و معتبر می‌باشد. در این رابطه 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 صحت نتایج به‌طور مستقیم تأثیر دارند.

سپاس و قدردانی

نویسندگان مقاله برخود لازم می‌دانند از همکاری کارشناسان محترم بخش گوشت و فراورده‌های پروتئینی مجموعه آزمایشگاه‌های غذا در اداره کل آزمایشگاه‌های مرجع غذا و داروی وزارت بهداشت؛ درمان و آموزش پزشکی تشکر و قدردانی کنند.

References:

1.Shahriari A. Determination of Heavy Metals (Cd, Cr, Pb, Ni) in Edible Tissues of Lutjans Coccineus and Tigeratooh Croaker in the Persian Gulf. Inromative J Gorgan Univ Med Sci2005; 7: 65-67.
2.Al-Yousuf MH, El-Shahawi MS, Al-Ghais SM. Trace metals in liver, skin and muscle of (lethrinus lentjan) fish species in relation to body length and sex. Sci Total Environ 2000; 256: 87-94.
3.Filazi A, Baskaya R, Kum C. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish (Mugil auratus) from Sinop-Icliman, Turkey. Hum Exp Toxicol 2003; 22: 85-7.
4.Karadede H, Oymak SA, Unlu E. Heavy metals in mullet, (Liza abu), and catfish, (Silurus triostegus), from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Environ Int 2004; 30: 183-8.
5.Eskandari S, Bitaab MA, Abtahi B, et al. Comparison of Different Detection Methods of Copper and Zinc in Jinga Shrimp of Persian Gulf. International congress on food technology proceeding. 2010 Nov. 3-6,

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

Antalya, Turkey.
6.Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, et al. Heavy metals in water, sediment and tissue of Leuciscus from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere 2006; 63: 1451-8.
7.Canli M, Atli G. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb,Zn) levels and the size of six Meediterranean fish species. Environ Pollut 2003; 121: 129-36.
8.Ghaedi M. Pyrimidine-2-thiol as selective and sensitive ligand for preconcentration and determination of Pb2+. Chem Analityczna 2006; 51: 593–602.
9.Ghaedi M, Ahmadi F, Soylak M. Simultaneous preconcentration of copper, nickel, cobalt and lead ionsprior to their flame atomic absorption spectrometric determination. Ann Chim 2007; 97: 277-85.
10.Ghaedi M, Shokrollahi A, Kianfar AH, et al. The determination of some heavy metals in food samples by flame atomic absorption spectrometry after their separation–preconcentration on bis salicyl aldehyde, 1,3 propan diimine (BSPDI) loaded on activated carbon. J Hazard Mater 2008; 154: 128-34.
11.Turkmen M, Ciminli C. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Food Chem 2007; 103: 670-75.
12.Tuzen M, Soylak M. Evaluation of trace element contents in canned foods marketed from Turkey. Food Chem 2007; 102: 1089-95.
13.Bitaab MA, Eskandari S, Abtahi B, et al. Metapenaeus affinis Contamination with Different Heavy Metals in Hormozgan Province–Iran. International congress on food technology proceedings. 2010 Nov. Antalya, Turkey.
14.Karadede H, Erhanunlu D. Concentration of heavy metals in water, from the Ataturk Dam lake Turkay. Sediments and fish specie. Chemosphere 2000; 41: 1371-76.
15.AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed, Washington: AOAC International; 2005.
16.FAO/WHO, Lists of contaminants and their maximum levels in foods. First edition, Rome, Italy, 2007.
17.Heath AG, editor. Water Pollution and Fish Physiology. Florida: CRC press: 1987.
18.Uysal K, Emre Y, Kose E. The determination of heavy metal accumulation ratio in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma- optical emission spectrometry (ICP-OES) in beymelek lagoon (Antalya/Turkey). Microchem J 2008; 90: 67-70.
19.Elder J, Collins J. Freshwater molluscs as indicators of bioavailability and toxicity of metals in surface systems. Rev Environ Contam Toxicol 1991; 122: 37-79.
20.Sanjar F, Javaheri M, Askari Sari A. Measurement and Comparison of Heavy Metals (Pb,Cd) in Muscle and Skin in Bartall Flathead (Platycephalus Indicus) From Mahshahr Fishing Area. Scientific and research Journal of Marine Biology 2010; 1: 35-46.
21.Mojtahid M, Jorissen F, Pearson TH. Comparison of benthic foraminiferal and macrofaunal responses to organic pollution in the Firth of Clyde (Scotland). Mar Pollut Bull 2008; 56: 42-76.
22.Khoshnood Z, Khoshnood R, Mokhlesi A, et al. Determination of Cd, Pb, Hg, Cu, Fe, Mn, Al, As, Ni and Zn in important commercial fish species in northern of Persian Gulf. JCAB 2012; 6: 1-9.
23.Stavros HC, Bossart GD, Hulsey TC, et al. Trace element concentrations in skin of free-ranging bottlenose dolphins (Tursiops truncates) from the southeast Atlantic coast. Sci Total Environ 2007; 388: 300-15.
24.Bryan GW, Langston WJ. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: A review. Environ Pollut 1992; 76: 89-131.
25.Frodello JP, Marchand B. Cadmium, copper, lead and zinc in five toothed whales species of the Mediterranean Sea. Int J Toxicol 2001; 20: 339-43.
26.Movahed A, Dehghan A, Haji Hosseini R, et al. Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf. ISMJ 2013; 16: 100-9.
27.Codex standard 193. Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed. 2009.
28.Iranian National Standard, No 12968. Food and Feed. Maximum limit of heavy metals. 2010.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]

ISMJ 2014; 17(3): 345-357

Original Article

Bioaccumulation of Some Metallic Elements in Eddible Textrue of Shrimp *Penaeus semisulcatus* Collected from Persian Gulf

B.Akbari-adergani [1*], S. Eskandari [1], H. Kelarestani Nejad [2]

[1] Associate Professor, Food and Drug Laboratory Research Center, Food and Drug Organization, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, IRAN
[2] Master of Science in Food Science and Technology, Faculty of agriculture, Islamic Azad University Mazandaran Science and Research Branch

(Received 30 Jun, 2013 Accepted 21 Oct, 2013)

Abstract

Background: Today the consequences of taking metal ions especially heavy metals on human health and the environment is of great interest, especially for aquatic food products. The main aim of this scientific and applied research was to measure, some ionic metals' concentration (i.e. Ni, Fe, V, Co, Cr, Ag, Cd, Li and Ba) in Shrimp *Penaeus semisulcatus* collected from Persian Gulf.

Materials and Methods: In this research twenty one samples of Shrimp *Penaeus semisulcatus* from seven regional fishing ports in Bandar Bushehr, Bandar Mahshahr and Bandar Abbass were collected and transferred to the laboratory in an ice box immediately. After sample preparation according to the AOAC method, each sample was introduced into the inductively coupled plasma atomic emission spectrometer (ICP-OES) for determination of the metallic elements' concentration.

Results: The results showed that the average concentration of all elements except of vanadium in the muscle of shrimp was higher than the skin. Statistical analysis showed significant differences in the mean of cobalt and lithium accumulation in the skin and muscle of shrimp (P <0/05). Also mean concentration of metals measured in the muscle and skin of shrimps collected from Bushehr have the highest amount of metallic pollution compared to the other two fishing regions which could be a sign of potential contamination of this aquatic area.

Conclusion : The comparison of mean concentration in muscle of collected shrimps from Persian Gulf with the WHO recommended guidlines showed that the concentration of metallic elements are lower than the WHO allowable limits and there is no concern regarding consumption of these products.

Key words: Heavy Metals, Bio-accumulation, Shrimp *Penaeus semisulcatus*, Persian Gulf

[*] *Address for Correspondence:* Food and Drug Laboratory Research Center, Food and Drug Organization, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, IRAN; Email: analystchemist@yahoo.com

Website: http://bpums.ac.ir
Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-13]