فصلنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال شانزدهم، شماره ۲، صفحه ۱۰۹ - ۱۰۰ (تابستان ۱۳۹۲)
ISMJ 2013; 16(2): 100-9

بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی میگوهای نمونه‌برداری شده از آب‌های سواحل استان بوشهر

علی موحد [۱*]، عبدالوحید دهقان [۲]، رضا حاجی‌حسینی [۳]، صمد اکبرزاده [۱]، عباسعلی زنده‌بودی [۴]، محمود نفیسی‌بهابادی [۵]، محمدمهدی محمدی [۶]، نجمه حاجیان [۱]، فرهاد پاکدل [۷]، علی حفظ‌الله [۸]، داریوش ایران‌پور [۹]

[۱] گروه بیوشمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر
[۲] گروه زیست‌شناسی، اداره آموزش و پرورش بهبهان، خوزستان
[۳] گروه علوم زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور تهران
[۴] گروه کارشناسان پژوهش، پژوهشکده میگوی کشور، بوشهر
[۵] گروه مهندسی شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر
[۶] گروه تغذیه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر
[۷] گروه زبان و ادبیات انگلیسی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز
[۸] گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر
[۹] بخش قلب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر

(دریافت مقاله: ۹۰/۷/۱۱- پذیرش مقاله: ۹۰/۱۲/۷)

چکیده

زمینه: انباشتگی فلزات سنگین که در اثر فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی به‌وجود می‌آیند معمولاً در مقابل تصفیه شیمیایی مقاوم می‌باشند. این‌گونه فلزات به‌راحتی می‌توانند باعث آلودگی زیست محیطی آبزیان به‌خصوص میگوها شوند که یکی از مهم‌ترین زنجیره غذایی انسان‌ها محسوب می‌شوند. هدف از این مطالعه، بررسی غلظت فلزات سنگین از جمله سرب، کادمیوم، روی، مس و جیوه در میگوهای دریایی و پرورشی آب‌های سواحل استان بوشهر (خلیج‌فارس) بوده است.

مواد و روش‌ها: میگوهای دریایی از سه ناحیه از سواحل استان صید و جمع‌آوری گردید. همچنین میگوهای پرورشی از ۳ گونه سفید هندی (**Ferropenaeus indicus**)، بیری سبز (**Penaeus semisulcatus**) و پا سفید (**Litopenaeus vannamei**) انتخاب گردید. پس از شستشو، بافت خوراکی میگو جداسازی، تعیین وزن و در فور با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید، سپس به‌صورت پودر در آمده و در کوره با درجه حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به خاکستر سفید تبدیل شدند. مقادیر فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه، مس و روی توسط دستگاه جذب اتمی شعله‌ای تعیین مقدار گردیدند.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس و روی در میگوهای دریایی مورد بررسی به‌ترتیب ۲/۳۸، ۹/۲۷، ۰/۴۴، ۱/۳۴ قسمت در میلیون و جیوه ۲/۸ قسمت در میلیارد تعیین گردید. همچنین میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس و روی در میگوهای پرورشی به‌ترتیب ۳، ۹/۸، ۳۷/۴۲ و ۱/۰ قسمت در میلیون و جیوه ۲/۷ قسمت در میلیارد محاسبه شد. اختلاف چندانی در مقادیر فلزات سنگین بین دو گروه دریایی و پرورشی مشاهده نگردید. مقادیر مجاز با استاندارد ملی ایران برای فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی به‌ترتیب ۱، ۰/۱، ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر بافت میگو و در مورد جیوه ۵۰۰ میکروگرم در کیلوگرم وزن‌تر بافت میگو می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد که غلظت فلزات سنگین روی، مس و جیوه از استانداردهای گزارش شده توسط سازمان بهداشت جهانی (**WHO**) کمتر بوده و نگران کننده نمی‌باشد. هر چند میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در هر دو نوع دریایی و پرورشی از حداکثر مجاز برای مصارف انسانی بالاتر بوده و نیاز به بررسی و حساسیت بیشتری دارد. نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌کند که اقدامات لازم جهت پیشگیری از آلودگی آب‌های سواحل دریای بوشهر توسط مقامات مسئول صورت پذیرد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، میگو، خلیج فارس، آلودگی زیست محیطی

* بوشهر، خیابان معلم، روبروی ستاد نماز جمعه، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پزشکی
E-mail: a.movahed@bpums.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

فلزات سنگین که در اثر فاضلاب‌های صنعتی، شهری و پساب‌های کشاورزی انباشته می‌شوند، در برابر تجزیه شدن مقاوم می‌باشند و در بدن آبزیان از جمله میگو (یکی از زنجیره‌های غذایی انسان) تجمع می‌یابند (۱).

گزارش‌های گوناگونی در مورد تلفات آبزیان در منابع آبی به‌دلیل ورود آلاینده‌های دارای فلزات سنگین وجود دارد (۱). به‌طور معمول بعضی از این عناصر، گرچه به‌مقدار بسیار کم برای انجام فعالیت‌های طبیعی فیزیولوژیک بدن انسان، پستانداران و آبزیان ضروری هستند، اما هنگامی که غلظت فلزات سنگین در محیط از حد مجاز فراتر رود و یا به‌طور مستمر وارد محیط زیست آبزیان شوند، این موجودات با برداشت آنها به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم و ذخیره‌سازی آنها در ارگان‌هایی مانند ماهیچه‌ها، کبد و کلیه دچار نوعی مسمومیت مزمن می‌شوند و در صورت استمرار، علائم بالینی ویژه این نوع مسمومیت‌ها را نشان می‌دهند (۲).

مصرف روزافزون آبزیان آلوده به فلزات سنگین، به‌وسیله انسان و مسمومیت‌های ناشی از آنها در ۵۰ سال گذشته آشکارتر شده است و در چند دهه اخیر قوانین و مقررات گوناگونی جهت پیشگیری از اثرات زیان بار بهداشتی آنها در جوامع انسانی تدوین شده است (۳). مسمومیت انسان به‌وسیله فلزات سنگین برای اولین بار در مینی ماتای ژاپن تشخیص داده شده است (۴). این بیماری که در اثر ترکیبات آلی جیوه به‌وجود آمده بود، با عوارضی مانند منتژیت به‌همراه علائم عصبی شدید مشخص گردید و مینی ماتا نامیده شد (۴). فلزات سنگین در بافت‌های آبزیانی مانند ماهیان و میگوها یافت می‌شوند که در نتیجه تجمع زیستی است که باعث می‌شود غلظت این مواد در سطوح زنجیره غذایی بالاتر رود (۳). نتیجه دیگر تجمع زیستی این است که غلظت مواد شیمیایی در بافت‌های بدن از محدوده و ظرفیت پذیرش آن فراتر می‌رود (۳).

فلزات سنگینی که به‌صورت ترکیب با آنزیم‌ها وارد بدن انسان می‌شوند، توسط پروتئین‌ها حمل می‌گردند و یا در چربی‌های بدن حل می‌شوند، تأثیر نامطلوب بیشتری در بدن ایجاد می‌کنند (۵ و ۶). این آلاینده‌ها می‌توانند به ناقل‌ها و ماکرو مولکول‌های قابل عبور از غشاء متصل و در نتیجه به داخل سلول‌ها راه یابند و اثر خود را بر جای گذارند (۷). اثرات این آلاینده‌ها به عواملی از قبیل میزان و مقدار مصرف آنها، شرایط فیزیکی محیط مانند دما، pH، زمینه زیستی مورد اثر، موضع اثر، سن، جنس و غیره بستگی دارد (۱).

فلز روی از لحاظ زیستی یکی از فلزات معدنی استثنایی است که در سلامتی عمومی بدن انسان نقش مهمی ایفاء می‌نماید و کمبود آن حدود دو میلیارد از جمعیت در حال توسعه جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۸ و ۹). مسمومیت با روی به کاهش PH عروق سرخرگی، کاهش جذب اکسیژن، افزایش ضربان قلب منجر می‌گردد (۱۰). کادمیوم یکی از فلزات سنگین می‌باشد که نقش شناخته شده‌ای در انسان ایفاء نمی‌کند. مسمومیت با این فلز یک عامل خطر در مراحل اولیه بیماری‌های فشار خون و تصلب شرایین محسوب می‌شود (۱۱). شناخته شده‌ترین اثرات سمی کادمیوم در انسان بیماری Itai-Itai (بیماری Ouch–Ouch) است. درد استخوانی شدید و در اغلب موارد مرگ از علائم این بیماری است (۱۲).

جیوه از فلزات سنگین می‌باشد که به‌صورت‌های مختلف وجود دارد و مصرف آن با دوزهای بالا همگی اثرات سمی و خطرناک ایجاد می‌کنند (۱۳).

Archive of SID
www.SID.ir

شکل معدنی جیوه در محیط‌های آبی، توسط میکروارگانیسم‌ها به ترکیب آلی جربی دوست یعنی متیل جیوه تبدیل می‌شود (۱۳). متیل جیوه برای پستانداران بسیار سمی است زیرا تمایل زیادی به ایجاد پیوندهای کووالانسی با آنزیم‌ها دارد، در چربی قابل حل است و ذخیره می‌گردد (۱۳).

تغییرات در توبول‌های کلیوی ناشی از تجمع میزان مسمومیت‌زای جیوه باعث اختلال در اتصال به گروه‌های تیول (SH) پروتئین‌های غشایی سلول‌ها می‌گردد و به این‌ترتیب به‌عنوان یک سیستم بازدارنده آنزیمی مطرح است (۳).

مس از فلزات مهم ساختاری و متابولیکی بدن انسان می‌باشد. این فلز به‌صورت آزاد در خون باعث افزایش گونه‌های فعال اکسیژنی از جمله رادیکال‌های آزاد سوپر اکسید، آب اکسیژنه و نهایتاً رادیکال آزاد هیدروکسیل می‌گردد، که همگی به پروتئین‌ها، چربی‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می‌رسانند (۱۴). مسمومیت مزمن با مس سبب صدمه به کبد و کلیه‌ها می‌گردد (۱۴).

سرب از فلزات سنگین می‌باشد که سمی است و به پیوندهای عصبی آسیب رسانده (به‌خصوص در کودکان) و موجب بیماری‌های خونی و مغزی می‌شود (۱۵). این فلز از عناصری است که در ارزیابی آلودگی‌های محیطی اندازه‌گیری می‌شود و مسمومیت ناشی از آن به دو صورت حاد و مزمن بروز می‌کند (۱۵). شایع‌ترین شکل مسمومیت حاد سرب، کولیت روده‌ای- معده‌ای است (۱۶). مسمومیت مزمن سرب شامل از دست دادن حافظه کوتاه مدت، عدم تمرکز، نا امیدی، تهوع، درد شکم، عدم هماهنگی در اعضاء بدن. همچنین خستگی، مشکل بی‌خوابی، سر درد و حتی آنمی می‌باشد (۱۶).

بافت خوراکی میگو یکی از لذیذترین غذاهای دریایی است. ۱۰۰ گرم میگو حاوی ۷۷ میلی‌گرم آب، ۹۹ کالری انرژی، ۱۸/۱ گرم پروتئین، ۰/۸ درصد چربی، ۱۶۳ میلی‌گرم کلسترول و ۹۱ میلی‌گرم قند است (۱۷).

از نظر مقایسه‌ای نسبت به سایر غذاهایی که پروتئین زیادی دارند، نظیر گوشت ماهی و گروه ماکیان، میگو، کالری کمتری دارد. پروتئین موجود در میگو کیفیت بالایی داشته و حاوی تمام اسیدهای آمینه ضروری جهت رشد است. پروتئین میگو همانند سایر جانوران دریایی به‌دلیل نداشتن بافت هم‌بند به راحتی هضم می‌شود (۱۷).

برای گروه‌هایی از مردم مانند افراد مسن که در جویدن و هضم غذا مشکل دارند، غذای حاوی میگو گزینه مناسبی برای تأمین پروتئین روزانه آنهاست (۱۸). میگوها در کل دارای چربی کمی بوده، اسیدهای چرب امگا ـ۳ که از دسته اسیدهای چرب غیراشباع بوده و برای سلامتی مفید هستند، در میگوها به وفور یافت می‌شوند. این دسته از اسیدهای چرب می‌توانند در کاهش خطر بیماری‌های قلبی مؤثر واقع شود (۱۸).

اسیدهای چرب امگا ـ۳ همچنین اجزای ضروری برای غشا سلول مغز و بافت چشم است. میگو منبع غنی از ویتامین‌های A، B۶، B۱۲، C، D، E و املاحی چون کلسیم، آهن، منیزیم، پتاسیم، سدیم، روی، مس، منگنز و سلنیوم است. علاوه بر این کلسیم، آهن، روی، منیزیم و فسفر میگو نسبت به‌سایر آبزیان بیشتر است (۱۸).

بررسی کنونی با توجه به اهمیت مصرف آبزیان در سلامت انسان طراحی گردیده است و هدف از آن بررسی غلظت فلزات سنگین (سرب، مس، کادمیوم،

Archive of SID
www.SID.ir

جیوه و روی) در بافت خوراکی میگوهای پرورشی و دریایی سواحل خلیج‌فارس در استان بوشهر و مقایسه‌ی بین میانگین مقادیر این فلزات در میگوهای دریایی و پرورشی با استانداردهای موجود بوده است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها

به‌طور متوسط از سواحل غرب، مرکزی و شرق استان بوشهر هر کدام دو کیلوگرم میگو به‌صورت مخلوط و به‌طور تصادفی نمونه‌برداری شد. پس از جداسازی و تمیز کردن قسمت‌های زائد، نمونه‌ها کاملاً شسته شد و بافت ماهیچه‌ای خالص آن به‌دست آمد. از هر نمونه دو کیلوگرمی، به‌طور مخلوط ۲۰۰ گرم وزن و جداسازی شد. نمونه ۲۰۰ گرمی حاصل را در فور قرار داده و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس به‌وسیله آسیاب پودر شد.

آنالیز شیمیایی نمونه‌ها

نمونه‌های خشک شده به پنج قسمت تقسیم و از هر قسمت به‌وسیله ترازوی دیجیتال حساس ۳ گرم جدا و در کروسه قرار گرفت. سپس بر روی شعله گاز به‌مدت چند دقیقه حرارت داده شدند و پس از سرد شدن به تنور انتقال و در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به خاکستر تبدیل گردیدند (۱۹). برای آن که خاکستر سفید به‌دست آید، چند قطره آب دو بار تقطیر در خاکستر ریخته شد و دوباره آن را در کوره یا تنور انتقال و خاکستر سفید به‌دست آمد. پس از به‌دست آوردن خاکستر سفید جهت آماده‌سازی نمونه‌ها از اسید نیتریک (HNO_3) و اسید کلریدریک (HCL) به‌میزان یک حجم اسید نیتریک برابر ۱۰cc و سه حجم اسید کلریدریک برابر با ۳۰cc بر روی خاکستر سفید ریخته و به‌مدت دو تا سه دقیقه بر روی هیتر قرار داده و جوشانده شد، سپس آن را به بالن ژوژه ۱۰۰cc منتقل کرده و حجم را توسط آب دو بار تقطیر به ۱۰۰cc رساندیم (جهت کنترل بیشتر یک نمونه شاهد نیز آماده کرده که برای تهیه آن ۱۰cc اسیدنیتریک و ۳۰cc اسید کلریدریک را درون بالن ژوژه ریخته و بدون نمونه به حجم ۱۰۰cc رسانده شد (۱۹). سپس به حجم رسانده و جهت تعیین مقدار فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی (Atomic Absorption) مدل AA240 ساخت شرکت Varian استفاده شد (۱۹). جهت دقت و کنترل بیشتر برای هر نمونه سه بار مراحل فوق تکرار گردید.

تحلیل آماری داده‌ها

اختلاف موجود بین تیمارها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار شوری و سه تکرار تعیین و نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS (USA، Il،Chicago،SPSS Inc) ویرایش ۱۸ و روش واریانس یک متغیره مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز به‌وسیله آزمون T تست و چند دامنه دانکن در سطح ۹۵ درصد اطمینان ($P<۰/۰۵$) و نرم‌افزار Mstat-C انجام شد.

یافته‌ها

نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین غلظت فلز سرب در میگوهای دریایی استان بوشهر مربوط به منطقه غرب (۲/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) و کمترین مقدار (۲/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر)

Archive of SID
www.SID.ir

مربوط به منطقه شرق است (جدول ۱).
میانگین غلظت فلز سرب در سه نمونه میگوی دریایی بوشهر ۲/۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر می‌باشد (جدول ۲). همچنین میانگین مقادیر سرب در میگوهای پرورشی از نوع پاسفید بیشترین مقدار یعنی ۲/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر و کمترین مقدار یعنی ۲/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر مربوط به میگوی ببری سبز می‌باشد (جدول ۱). با مقایسه میانگین غلظت فلز سرب در نمونه‌های دریایی سه منطقه و نمونه‌های پرورشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۱) غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی انواع میگوهای دریایی(غرب، مرکزی، شرق) و پرورشی (ببری، هندی، پاسفید) استان بوشهر

فلزات سنگین	میگوی دریایی			میگوی پرورشی		
	غرب	مرکزی	شرق	ببری	هندی	پاسفید
سرب*	۲/۸±۰/۳۸	۲/۲±۰/۲۵	۲/۱۶±۰/۲۳	۲/۱±۰/۱۵	۱/۴±۰/۱۵	۲/۸±۰/۳۱
مس*	۰/۴۸±۰/۰۵	۰/۴۴±۰/۳۰	۰/۴۰±۰/۰۳	/۴۷±۰/۰۳	/۴۵±۰/۰۳	۰/۳۶±۰/۰۳
روی*	۱/۳۵±۰/۰۵	۱/۴۶±۰/۰۳	۱/۲۳±۰/۰۵	۱/۲۸±۰/۰۳	۱/۷±۰/۰۳	۱/۳۵±۰/۰۲
جیوه**	۲/۸±۰/۳۷	۳/۱±۰/۲۹	۲/۵±۰/۴۸	۲/۷±۰/۲	۳/۲±۰/۱۵	۲/۲±۰/۲
کادمیوم*	۹/۸۵±۰/۹۱	۱۰±۰/۷۵	۷/۹۸±۰/۵۷	۹/۶±۰/۲۷	۱۰±۰/۳۵	۹/۸±۰/۳۳

مقادیر به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشند.
* برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر
** برحسب میکروگرم در کیلوگرم وزن تر

بیشترین مقدار غلظت فلز کادمیوم (۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) مربوط به منطقه مرکزی و کمترین مقدار آن (۷/۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) مربوط به منطقه شرق است (جدول ۱). مقایسه میانگین غلظت فلز کادمیوم در میگوهای دریایی در سه منطقه استان بوشهر تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p<۰/۰۰۱$). میانگین کادمیوم در میگوهای پرورشی از نوع سفید هندی بیشترین مقدار یعنی ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر و کمترین مقدار آن مربوط به ببری سبز که ۹/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر می‌باشد (جدول ۱).
تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های پرورشی وجود نداشت. بر اساس این آزمون بین میانگین مقدار کادمیوم دو گروه دریایی و پرورشی در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

جدول ۲) مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی میگوهای دریایی (غرب، مرکزی، شرق) و پرورشی (شامل نوع هندی، پاسفید و ببری) در استان بوشهر

فلزات سنگین	میگوی دریایی	میگوی پرورشی
* سرب	۲/۸±۰/۳۵	۳± ۰/۱
* مس	۰/۴۴±۰/۰۴	۰/۴۲ ±۰/۰۵
* روی	۱/۴۴ ± ۰/۱۱	۱/۳۷ ± ۰/۰۹
**جیوه	۲/۸ ± ۰/۳	۲/۷ ± ۰/۵
* کادمیوم	۹/۲۷ ± ۱/۱	۹/۸ ± ۰/۲

مقادیر به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشند.
* برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر
** برحسب میکروگرم در کیلوگرم وزن تر

بیشترین مقدار غلظت فلز جیوه (۳/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) در بافت میگوهای صید شده از منطقه مرکزی و کمترین مقدار آن (۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) مربوط به منطقه شرق است (جدول ۱). میانگین غلظت فلز جیوه در میگوهای دریایی استان بوشهر ۲/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم

Archive of SID
www.SID.ir

وزن‌تر بود (جدول ۲). مقایسه میانگین غلظت فلز کادمیوم در میگوهای دریایی در سه منطقه استان بوشهر و همچنین در سه نمونه پرورشی تفاوت معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۰۱). اما بر اساس این آزمون بین دو گروه دریایی و پرورشی در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۷).

میانگین غلظت فلز مس در میگوهای دریایی استان بوشهر ۰/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر بود (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار فلز مس (۰/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) مربوط به منطقه غرب و کمترین مقدار آن (۰/۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) مربوط به منطقه شرق است (جدول ۱). مقایسه میانگین غلظت فلز مس در میگوهای دریایی سه منطقه استان بوشهر و همچنین در سه نمونه پرورشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P<۰/۰۸) بین دو گروه دریایی و پرورشی در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نشان داده نشد (P>۰/۰۹).

میانگین غلظت فلز روی در میگوهای دریایی استان بوشهر ۱/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر بود (جدول ۲)، که بیشترین مقدار آن (۱/۴۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) مربوط به منطقه مرکزی و کمترین مقدار آن (۱/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) مربوط به منطقه شرق بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین غلظت فلز مس بین نمونه‌های دریایی در سه منطقه استان بوشهر و همچنین در سه نمونه پرورشی تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۸). نتایج آنالیز آماری نمونه‌ها نشان داد که در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری از لحاظ غلظت فلز روی بین نمونه‌های دریایی و پرورشی وجود ندارد (P>۰/۹).

بحث

در این پژوهش با مقایسه میانگین مقادیر سرب در نمونه‌های مختلف دریایی و پرورشی استان می‌توان دریافت که غلظت این فلز در همه نمونه‌ها از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO) بسیار بیشتر بوده است (۲۰). همچنین مقدار این فلز از استاندارد MAFF (وزارت کشاورزی، پرورش ماهی و جنگل‌داری) انگلستان (۲۱)، استاندارد FDA (مدیریت غذا و داروی آمریکا) (۲۲) و استاندارد فلز سنگین سرب در مواد غذایی از جمله میگو در ایران نیز بیشتر می‌باشد (جدول ۳) (۲۳).

جدول ۳) مقادیر استاندارد حداکثرغلظت مجاز فلزات سنگین در بافت خوراکی میگو از نظر مؤسسه استاندارد ملی ایران و سازمان‌های جهانی

فلزات سنگین	موسسه استاندارد ملی ایران	WHO	FDA	MAFF (انگلستان)
سرب*	۱	۰/۵	۱	۲
مس*	۲۰	۱۰	۳۰	۲۰
روی*	۵۰	۴۰-۱۰۰	۴۰	۵۰
جیوه**	۵۰۰	۵۰۰	—	—
کادمیوم*	۰/۱	۰/۲	۱	۰/۲

* برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر
** برحسب میکروگرم در کیلوگرم وزن تر
WHO= سازمان بهداشت جهانی
FDA= مدیریت دارو و غذا (آمریکا)
MAFF =وزارت کشاورزی، جنگل‌داری و آبزیان (انگلستان)
—=تخمین زده نشده است

افزایش میزان سرب در بافت خوراکی میگوها ممکن است به‌دلیل افزایش گازهای خروجی از وسایل نقلیه حاوی ترکیبات سرب و ورود گسترده فاضلاب‌های

Archive of SID
www.SID.ir

شهری و صنایع شیمیایی به دریا دانست (۱۵ و ۱۶). با توجه به یافته‌های این بررسی، افزایش میزان این عنصر در میگوها بسیار نگران کننده بوده و نیاز به بررسی و نظارت بیشتری دارد.

از مقایسه میانگین مقادیر کادمیوم در میگوهای پرورشی و دریایی استان بوشهر می‌توان دریافت که غلظت این فلز در همه نمونه‌ها از حداکثر مجاز WHO بیشتر بوده است و تفاوت معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد با مقدار این استاندارد نشان می‌دهد (۲۰). با توجه به جدول ۳ می‌توان دریافت که میانگین فلز سنگین کادمیوم در سواحل استان بوشهر از میانگین این فلز در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (۲۴) و مطالعه انجام شده در مالزی (۲۵) بالاتر بوده است (جدول ۴).

جدول ۴) مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی میگوها در دریای استان بوشهر، گلستان و کشور مالزی

فلزات سنگین	بوشهر (بررسی کنونی)	استان گلستان	کشور مالزی
سرب*	۲/۷±۰/۷۵	۲/۸±۰/۶۸	—
مس*	۰/۴±۰/۰۴	۲۴/۱۷±۲/۳۴	۳/۵۶±۰/۳۱
روی*	۱/۳۶±۰/۰۹	۳۹/۸۴±۲/۱۳	۱۳±۱/۵
جیوه**	۲/۷۵±۰/۳۷	—	—
کادمیوم*	۹/۵۳±۰/۷۷	۷/۱۹±۰/۴۵	۰/۲۲۵±۰/۰۱

مقادیر به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد
* برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر
** برحسب میکروگرم در کیلوگرم وزن تر
— تخمین زده نشده است

ورود گسترده فاضلاب‌های شهری، صنعتی (مجموعه کارخانه‌های استخراج و تولید میعانات نفتی و پساب‌های کشاورزی به‌داخل دریا ممکن است از دلایل اصلی افزایش میزان کادمیوم در میگوهای سواحل استان بوشهر باشد. با توجه به موارد فوق، افزایش میزان این عنصر در میگو نگران کننده است و نیاز به تحقیق و بررسی بیشتری دارد و باید راه‌کارهای عملی مناسب جهت کاهش این منابع آلودگی ارائه شود.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که مقادیر غلظت جیوه در میگوهای دریایی و همچنین پرورشی استان بوشهر (جدول ۱)، از استاندارد سازمان بهداشت جهانی و میزان استاندارد فلز سنگین جیوه در انواع مواد غذایی از جمله میگو در ایران کمتر بوده و بنابراین نگران کننده نمی‌باشد.

با توجه به نتایج بررسی کنونی مقادیر غلظت مس در نمونه‌های دریایی و پرورشی استان بوشهر (جدول ۱) در مقایسه با استاندارد MAFF انگلستان (۲۱)، استاندارد FDA (۲۲) و استاندارد فلز سنگین مس در مواد غذایی از جمله میگو در ایران (۲۳) نیز کمتر می‌باشد (جدول ۴). بنابراین میانگین مقادیر به‌دست آمده از فلز مس در میگوهای استان بوشهر از حد مجاز اعلام شده از طرف سازمان بهداشت جهانی بیشتر نبوده و نگران کننده نمی‌باشد.

با توجه به جدول ۴ میانگین فلز سنگین مس در میگوهای استان بوشهر از میانگین این فلز در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (۲۳) و مطالعه مشابه انجام شده در مالزی (۲۴) کمتر بوده است.

میانگین غلظت فلز روی در همه نمونه‌ها از حداکثر مجاز WHO کمتر بوده است (۲۰).

بر اساس این آزمون بین دو گروه دریایی و پرورشی در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین مقدار میانگین این فلز از استاندارد MAFF انگلستان (۲۱)، استاندارد FDA (۲۲) و استاندارد فلز روی در مواد غذایی ازجمله میگو در ایران نیز کمتر می‌باشد (۲۳). با توجه به

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴ می‌توان دریافت که میانگین فلز سنگین روی در میگوهای استان بوشهر از میانگین این فلز در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (۲۳) و مطالعه مشابه انجام شده در مالزی (۲۴) کمتر بوده است. در رابطه با تفاوت موجود با دریای خزر ممکن است دلایل مختلفی از جمله آلودگی بیشتر دریای خزر از یک‌سو به‌دلیل ورود گسترده فاضلاب‌های شهری، صنعتی و به‌ویژه کشاورزی به داخل دریا و از سوی دیگر به‌دلیل مسدود بودن دریا و عدم اتصال آن به آب‌های آزاد باشد (۱۶).

تفاوت مقادیر فلزات سنگین در میگوهای دریایی و پرورشی استان بوشهر با دیگر مناطق ممکن است پیرو عوامل مختلفی مانند شرایط جغرافیایی منطقه، شرایط محیطی (از جمله pH، دما، مقدار شوری و غیره)، کیفیت منابع تأمین کننده آب صنایع مجاور در حاشیه سواحل، مقررات دفع فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی و کشاورزی، نوع میگوی مورد مطالعه، نوع بافت مورد آزمایش، شرایط متفاوت فعالیت‌های آزمایشگاهی و غیره باشد. به‌عنوان مثال می‌توان به نتیجه تحقیقاتی که بر روی رودخانه تیگریس ترکیه انجام شده، اشاره کرد که بالا بودن میزان مس و روی را در رسوبات و آبزیان به‌طور مستقیم به آلودگی ناشی از ساختار ژئوشیمیایی منطقه مرتبط دانست (۲۵). بنابراین با توجه به نتایج پژوهش‌هایی که در سال‌های اخیر در رابطه با افزایش تولید و کیفیت محصولات دریایی از جمله میگو و ماهی انجام پذیرفته است (۲۶ و ۲۷) و همچنین نتیجه‌گیری بررسی کنونی، پیشنهاد می‌گردد که بررسی‌های بیشتری در زمینه وضعیت ژئوشیمیایی منطقه (مواد شیمیایی، میعانات نفتی، آلودگی‌های ناشی از عبور و مرور نفتکش‌ها و کشتی‌های تجاری و همچنین تغییر وضعیت زندگی جلبک‌های دریایی و آلودگی‌زایی آنها) انجام شود و مقدار آلودگی‌هایی که توسط پساب‌ها و مواد دفعی شهری و فاضلاب‌های صنعتی که حاصل کارخانه‌های تولیدی داخل شهرها می‌باشد در منطقه مورد ارزیابی دوره‌ای قرار گیرد.

سپاس و قدردانی

نویسندگان مقاله از مدیریت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، آقای کامبیز خورشیدیان معاون محترم پژوهشکده میگو بوشهر که در اجرای این پژوهش همکاری نموده‌اند، سپاس و قدردانی می‌نماید.

References:

1. Castro-Gonzalez MI, Mendez-Armenta M. Heavy metals: Implications associated to fish consumption. Environ Toxicol Pharmacol 2008; 26: 263-71.
2. Sorensen EMB, editor. Metal Poisoning in Fish. 1st ed. Boca Raton, Florida: CRC Press; 1991: p. 347.
3. Aghazadeh MM. Biotoxins present in aquatic animals and their complications. J Vet Soc Iran 2005; 14: 22-5.
4. Goyer RA. Nutrition and metal toxicity. Am J Clin Nutr 1995; 61: 646S-50S.
5. Dunn MA, Blalock T, Cousens RJ. Metallothionein. Proc Soc Exp Biol med 1987; 185: 107-19.
6. Kagi JHR, Schaffer A. Biochemistry of metallothionein. Biochemistry 1988; 27: 8509-15.
7. Moghadasian MH. Advances in dietary enrichment with n-3 fatty acids. Crit Rev Food Sci Nutr 2008; 48: 402-10.
8. Hambidge KM, Krebs NF. Zinc deficiency: a special challenge. J Nutr, 2007; 137: 1101-5.
9. Prasad AS. Zinc deficiency.BMJ 2003; 326: 409-10.
10. Sparks RE, Cairns J, Heath AG. The use of bluegill breathing rates to detect zinc. Water

Archive of SID
www.SID.ir

Res 1972; 6: 895-911.

11.Amini RG. Investigation of heavy metals in sediments of Anzali Lagon. Iran Sci Fish J 1994; 14: 5-26.

12.Jarup L, Berglund M, Elinder CG, et al. Health effects of Cadmium exposure – a review of the literature and a risk estimate. Scand J of work Environ Health 1998; 24: 1-51.

13.Gottofrey J. The disposition of cadmium, nickel, mercury and methyl mercury in fish and effects of lipiphilic metal cheltain [dissertation]. Swedish Agric Sci., 1990.

14Klassen D, editor. Cassarett and Doulls Toxicology, The basic science of poisons, 5th ed. New York: Mc Grow hill: p. 715.

15.Patrick L. Lead toxicity, a review of the literature. part 1: Exposure, evaluation, and treatment. Altern Med Rev 2006; 11: 2-22.

16.Matlabi A. Evaluation of heavy metals including Mercury and Lead in the Ferropenaeus indicus shrimp in Iran, Iranian Shilat Res J 2004; 3: 159-65.

17.Olsson P. Disorders associated with heavy metal pollution. In: Leatherland JF, Woo PTK, editors. Fish diseases and disorders. Non infectious disorders. Oxford, England: CAB international publishing; 1998: p. 386.

18.Smith KL, Guentzel JL. Mercury concentrations and omega-3 fatty acids in fish and shrimp: preferential consumption for maximum health benefits. Marine Pollut Bull 2010; 60: 1615-8.

19.Larsen R, Eilertsen KE, Elvevol EO. Health benefits of marine foods and ingredients. Biotechnol Adv 2011; 29: 508-18.

20.Kirk RS, Swyer R, Egan H, editors. Pearson's composition and analysis of foods. 9th ed. Harlow, UK: Longman Group United Kingdom, 1991.

21.FAO/WHO, editor. Lists of contaminants and their maximum levels in foods. 1st ed. Rome, Italy.

22.Foreman S, editor. Loaves and Fishes: an illustrate history of the ministry of Agreculture, Fisheries and Food, 1889-1989. 1st ed. London: HMSO; 1989.

23.Duffus JH, Toxicalogy of metals--science confused by poor use of terminology. Arch Environ Health 2003; 58: 263-5.

24.Akhundian M. Evaluation of the amount and accumulation process of some of heavy metals including Pb, Zn, Cu and Cd in the waters,sediments of river and the shrimp (Palaemon elegans) in the coastal waters of south east of Caspian sea [dissertation]. Tarbiat Modares Univ., 2000.

25.Gumgum B, Unlu E, Tez Z, et al. Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris river in Turkey, Chemosphere 1994; 29: 111-6.

26.Mokhtar MB, Aris AZ, Munusamy V, et al. Assessment level of heavy metals in Penaeus Monodon and Oreochromis SPP in selected Aquaculture ponds of high densities development area. Euro Sci Res 2009; 30: 348-60

27.Mohammadi Ashnani MH, Nafisi Bahabadi M, Movahed A, et al. The effect of using different concentrations of flaxseed oil instead of fish oil in the diet of rainbow trout for increasing n-3 fat in their tissue. ISMJ 2008; 10: 128-35.

Archive of SID

www.SID.ir

ISMJ 2013; 16(2): 100-9

Original Article

Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf

A. Movahed [1*], A. Dehghan [2], R. Haji Hosseini [3], S. Akbarzadeh [1], AA. Zendehboudi [4], M. Nafisi Behabadi [5], MM. Mohammadi [6], N. Hajian [1], F. Pakdel [7], **A. Hefzulla [8], D. Iranpour [9]**

[1]Department of Biochemistry, School of Medicine, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN
[2]Department of Biology, Ministry of Education for Behbehan, Khozestan, IRAN
[3]Department of Biology Sciences, School of Science, Payam-e-Noor University of Tehran, Tehran, IRAN
[4]Research Institute of Iran, Shrimp Institute, Bushehr, IRAN.
[5]Department of Fishery Engineering, School of Agriculture and Natural Resources, The Persian Gulf University, Bushehr, IRAN
[6]Department of Nutrition, School of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN
[7]Department of English Litreture, School of Paramedicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, IRAN
[8]Department of Eviroment Health, Scholl of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN
[9]Department of Health Diseases, School of Medicine, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN

(Received 3 Oct, 2011 Accepted 17 Mar, 2012)

Abstract

Background: The occumulation of heavy metals which are as the results of industrial, urban and agricultural sewages are usually resistant to chemical dissociation. They can easily contaminate aquatic animals especially shrimps which are one of the food chains of humans. The aim of this study was to evaluate the concentration of heavy metals in the tissues of different types of shrimps (wild and farmed) in the sea waters of province of Bushehr (Persian Gulf).

Material and Methods: Wild shrimps from different areas of the province and also three types of farmed shrimps including Ferropenaeus, penaeus semisulcatus and Litopenaeusvannamei were caught and collected. Then cleaned, washed, dried and made into powder and then made into ash in a furnace at 550 °C. Heavy metals including Pb, Cd, Hg, Cu, and Zn were measured by atomic absorption flame photometry.

Results: The mean values of the concentration of the heavy metals including Pb, Cd, Zn, and Cu present in the wild shrimps were, 2.86, 9.53, 0.45, 1.36 ppm respectively. The amount of Hg found to be 2.8 ppb. Also the mean values of the concentration of the heavy metals in the farmed shrimps were measured as 3, 9.8, 0.42 and 1.37 ppm respectively and the amount of Hg was 2.7 ppb. There was no difference between the amount of heavy metals estimated in the tissues from wild shrimps and the farmed one.

Conclusion: The results of this investigation showed that the concentration of heavy metals including Zn,Cu and Hg in both types of the shrimps were less than the amounts reported by WHO and so not risky for health. However the concentration of Pb and Cd in both types were more than the recommended consumption limit for the humans, and they can be considered as risk factors for many diseases. This suggests that attempts should be taken by the responsible authorities to prevent the contamination of sea waters.

Keywords: heavy metals, shrimp, Persian Gulf, environmental pollution

Archive of SID

www.SID.ir

**Address for correspondence*: Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN; E-mail: a.movahed@bpums.ac.ir