«مقاله پژوهشی»
10.30495/JFH.2020.1891310.1259

بررسی ترکیبات آروماتیک حلقوی و فلزات سنگین در میگوهای سفید (*Metapenaeus affinis*) عرضه‌شده شهر تهران

سحر عاطفی صدرینی[۱]، عبدالله جمشیدی[۲*]، جلال حسن[۳]

۱. دانشجوی دکترای بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲. استاد گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳. استادیار گروه سم‌شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: ajamshid@um.ac.ir
(دریافت مقاله: ۹۸/۱۰/۲۹ پذیرش نهایی: ۹۹/۵/۱)

چکیده

فلزات سنگین به‌راحتی می‌توانند باعث آلودگی زیست‌محیطی آبزیان به‌خصوص میگوها شوند. با توجه به ارزش غذایی بالای میگو و همچنین اهمیت بررسی سلامت این ماده غذایی، این تحقیق باهدف تعیین میزان برخی فلزات سنگین (روی، سرب، ارسنیک، کادمیوم، نیکل، مس، کروم، جیوه، منگنز و تیتانیوم) و ترکیبات آروماتیک حلقوی در این ماده غذایی، در زمستان سال ۱۳۹۷ در شهر تهران انجام شد. ۱۲۰ عدد نمونه میگوی بسته‌بندی‌شده از ۱۰ بسته هم‌وزن و دارای تاریخ تولید و با سایز مشابه که توسط ۵ شرکت مختلف بسته‌بندی‌شده بودند، به‌صورت تصادفی نمونه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی و از کروماتوگرافی گازی-جرمی برای تعیین هیدروکربن‌های حلقوی آروماتیک استفاده شد. تمامی فلزات سنگین، غلظتی کمتر از استاندارد مشخص‌شده توسط سازمان جهانی بهداشت داشتند. بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین به ترتیب مربوط به روی (٦١٩٣/٤ ppb)، مس (١٥٩٧ ppb) و آرسنیک (٤٩٦ppb) و کمترین میانگین غلظت نیز مربوط به عنصر کادمیوم (٤/٨ppb) بود. ترکیبات نفتالین (١/٢ ppb)، آسنفتیلن (٠/١٤ppb)، کرایسن (٧/٦ppb) و آسنافتن (٥/٣٢ppb) در نمونه‌های میگوی جمع‌آوری‌شده وجود داشتند که مقادیر آن‌ها به‌جز آسنفتیلن از حد استاندارد تعیین‌شده (٠/٧ ppb) بالاتر بود. نمونه‌های دریایی و پرورشی ازنظر غلظت فلزات سنگین و میزان هیدروکربن‌های آروماتیک اختلاف معنی‌داری نداشتند. به‌طورکلی مصرف میگوهای فوق ازنظر وجود فلزات سنگین برای انسان خطری ندارد؛ اما با توجه به امکان انتقال هیدروکربن‌های آروماتیک از طریق زنجیره غذایی به انسان، آلودگی به این ترکیبات می‌تواند به‌عنوان یک هشدار برای مصرف زیاد میگو تلقی شود.

واژه‌های کلیدی: میگوی سفید، آلودگی فلزات سنگین، هیدروکربن‌های حلقوی آروماتیک

مقدمه

موجودات آبزی مانند ماهی، میگو، صدف و خرچنگ‌ها منابع غذایی کاملی هستند که حاوی مقادیر بالایی پروتئین باارزش بیولوژیکی بالا، اسیدآمینه‌های حاوی گوگرد، انرژی، ویتامین و دیگر مواد مغذی برای سلامت انسان هستند (Pieniak, *et al*., 2010). همچنین ماهی و میگو منابع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع مانند امگا-۳ هستند که خطرات بیماری‌های قلبی را در بزرگ‌سالان کاهش داده و در کودکان بهبود رشد مغز را سبب می‌شوند (Mozaffarian and Wu. 2011; Khalili Tilami and Sampels, 2018). طبق اظهار سازمان غذا و کشاورزی (FAO) در بسیاری از کشورها ماهی و میگو به‌عنوان منابع غذایی اصلی هستند (FAO, 2008) اما امروزه آلودگی فلزات سنگین که از طریق آب، رسوبات، مناطق ساحلی، رودخانه‌ها وارد دریا شده و از طریق زنجیره غذایی در اندام‌های ماهی، میگو و دیگر آبزیان تجمع می‌یابد به نگرانی مهمی تبدیل‌شده است (Dórea, 2008; Pour khabaz and Mohamad nabizadeh, 2012).

فلزات سنگین پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده بلکه در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب‌کرده و انباشته می‌شوند که همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی می‌شود (Harikumar *et al*., 2009). سرطان (کادمیوم و سرب)، نارسایی کلیوی (کادمیوم)، آسیب سیستم عصبی مرکزی (آرسنیک و جیوه) از اختلالاتی هستند که فلزات سنگین ایجاد می‌کنند (Rana *et al*., 2018). در مطالعه موحد و همکاران (Movahed *et al*., 2013) بر روی میگوهای سفید (*Litopenaus vannamei*) دریایی و پرورشی آب‌های سواحل استان بوشهر اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیوم، روی، مس و جیوه در دو گروه موردبررسی وجود نداشت.

یکی دیگر از مهم‌ترین آلاینده‌های اقیانوس‌ها و دریاها، هیدروکربن‌های نفتی است که منشأ آن حمل‌ونقل دریایی، ضایعات پالایشگاه‌های نفت و گاز و حوادث غیرمترقبه است (Guo *et al*., 2011). پلی هیدروکربن‌های آروماتیک (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs)) ترکیبات لیپوفیلی (چربی‌دوست) هستند که از ترکیبات آلی با دو یا تعداد بیشتر از حلقه‌های جوش‌خورده آروماتیک تشکیل‌شده‌اند و پتانسیل تجمع در اندام‌های آبزیان، از طریق زنجیره‌های غذایی را دارند (Vafeiadi *et al*., 2014; Ghaeni *et al*., 2015). بیشتر پلی هیدروکربن‌های آروماتیک از فشار بخار پایینی برخوردارند و جذب ذرات می‌شوند. این مواد در طی سوختن ناقص مواد آلی تشکیل می‌شوند و خاصیت سرطان‌زایی آن‌ها ثابت‌شده است (Zhang *et al*., 2015; Zheng *et al*., 2016). آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (United States Environmental Protection Agency) ۱۶ نوع PAH را به‌عنوان آلاینده‌های آروماتیک شاخص لیست کرده است (Deb *et al*., 2000). در کشورهای مختلف جهان اندازه‌گیری این ترکیبات در رسوبات اکوسیستم آبی و بافت آبزیان و همچنین بررسی منشأ تولید ترکیبات آروماتیک صورت گرفته است. به‌طور مثال محققان گزارش کردند که تغییرات میزان ۱۶ ترکیب پلی آروماتیک در رسوبات دریای مدیترانه برابر ۲/۶۶ میکروگرم بر گرم وزن

خشک بوده است (Khairy *et al*., 2009). در سال‌های اخیر، مطالعاتی جهت اندازه‌گیری ترکیبات نفتی در ماهیان دریای خزر نیز در کشور صورت گرفته است (Nasrollahzadeh Saravi *et al*., 2012; Moradi *et al*., 2017; Einollahi *et al*., 2012).

با توجه به ارزش غذایی و تجاری نسبتاً بالای میگو و با در نظر گرفتن اینکه تاکنون تحقیقی بر روی میگوهای دریایی و پرورشی بسته‌بندی‌شده در ایران ازنظر آلودگی فلزات سنگین و ترکیبات PAHs انجام‌نشده است، این تحقیق باهدف تعیین میزان فلزات سنگین و PAHs در این ماده غذایی که توسط ۵ شرکت متفاوت بسته‌بندی‌شده بود، انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی تحلیلی مقطعی است که در زمستان سال ۱۳۹۷ در فروشگاه‌های زنجیره‌ای در سطح شهر تهران صورت گرفت. تعداد ۱۲۰ عدد نمونه میگوی دریایی و پرورشی بسته‌بندی شده از ۱۰ بسته هم‌وزن و دارای تاریخ تولید و مشابه (تولید آبان و آذرماه ۱۳۹۷) ازنظر اندازه که توسط ۵ شرکت مختلف بسته‌بندی‌شده بودند به‌صورت تصادفی نمونه‌گیری شد (۵ برند از هر برند دو بسته از هر نمونه ۱۲ عدد میگو یعنی از هر برند مجموع ۲۴ عددمیگو) که در مجموع ۱۲۰ نمونه میگو می‌شود.

برای نام‌گذاری شرکت‌ها از حروف A، B، C، D و E استفاده شد. نمونه‌های A، D و E نمونه‌های پرورشی و نمونه‌های B و C نمونه‌های دریایی بودند. قبل از کالبدشکافی و آماده‌سازی، نمونه‌ها به مدت تقریبی ۵ ساعت در یخچال (دمای ٤ درجه سلسیوس) قرار داده شدند تا رفع انجماد شوند. سپس، نمونه‌ها با آب مقطر سرد شست‌وشو داده شدند تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب‌کننده فلزات از سطح بدن آن‌ها دفع شوند؛ آنگاه پوسته (اسکلت خارجی) ناحیه شکمیِ میگوها به‌صورت دستی جدا شد. سپس نمونه‌های بافت عضله توسط آون (در دمای ٦٥ درجه سلسیوس به‌مدت ٢٤ ساعت) خشک شدند، در مرحله هضم به هرکدام از نمونه‌ها (یک گرم از نمونه خشک وزن شده) به نسبت ٤:١ اسید نیتریک ٦٥ درصد و اسید پرکلریدریک ٦٠ درصد اضافه شد و در دستگاه هضم‌کننده به مدت یک ساعت در دمای ٤٠ درجه سلسیوس و سپس به مدت سه ساعت در دمای ١٤٠ درجه سانتی‌گراد هضم شدند. نمونه‌های هضم شده پس از عبور از کاغذ صافی (واتمن شماره ٤٢) توسط آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند. غلظت فلزات سنگین نمونه‌های آماده‌شده و کدگذاری شده، توسط دستگاه اسپکتوفتومتری جذب اتمی (Analytic Hena, Nova AA 400) اندازه‌گیری شد؛ و از محلول استاندارد (Sigma-Aldrich, USA) برای هر عنصر استفاده شد و هر نمونه سه بار قرائت شد و میانگین آن ثبت گردید (Hulya Karadede, 2000). به‌منظور تأیید صحت روش کار و اطمینان از روش استخراج فلزات سنگین از نمونه‌های میگو، از روش افزودن استاندارد (Standard addition) و درصد بازیابی (Recovery percentage) فلزات استفاده شد. در این تحقیق ۱۰ میلی‌لیتر از محلول استاندارد فلزات موردبررسی با دو غلظت متفاوت (برحسب ppm) تهیه و به نمونه مورد آزمایش اضافه شد. شایان‌ذکر است که دو نمونه به‌صورت مشابه و در شرایط یکسان تهیه شدند و فقط به یکی از آن‌ها محلول

استاندارد اضافه شد، آنگاه غلظت هرکدام جداگانه تعیین و درصد بازیابی فلزات محاسبه شد. نتایج افزایش استاندارد به نمونه‌های میگو و درصد بازیابی فلزات سنگین (۱۰۳-۹۳/۳) نشان داد که روش مورداستفاده برای تعیین فلزات سنگین موردنظر از اطمینان کافی برخوردار است.

- اندازه‌گیری PAHs

برای اندازه‌گیری PAHs از دستگاه گاز کروماتوگرافی طیف‌سنج جرمی (Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-Mass) استفاده شد. سنجش و شناسایی مقادیر PAHs توسط کروماتوگرافی طیف‌سنج جرمی (quadrupole, N6890) کوپل شده با طیف‌سنج جرمی N5973 ساخت کارخانه Agilent کشور آمریکا انجام شد. با استفاده از استاندارد AOAC Official Method پنج گرم از نمونه میگو جداسازی و با متانول هموژن گردید و درنهایت با تزریق به دستگاه GC-MS و تهیه ستون کروماتوگرافی مورد شناسایی کمی و کیفی قرار گرفتند (Silva *et al.*, 2011).

نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف – اسمیرنوف موردسنجش قرار گرفت. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۲ انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌های متغیرهای وابسته (فلزات سنگین و ترکیبات آروماتیک حلقوی) در ۵ شرکت مختلف با معیار استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)، از آزمون آماری t با یک نمونه (one-sample t test) استفاده شد. همچنین برای مقایسه متغیرهای وابسته بین میگوهای پرورشی و دریایی از آزمون آماری t مستقل استفاده شد. برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین ۵ شرکت موردمطالعه از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (one way-ANOVA) استفاده شد.

یافته‌ها

- غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های میگو

شاخص میانگین و انحراف استاندارد غلظت فلزات سنگین، مقادیر حداکثر و حداقل غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های دریایی و پرورشی میگوی بسته‌بندی‌شده در تهران در جدول (۱) ارائه‌شده است. بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین به‌ترتیب مربوط به روی (٦١٩٣/٤ ppb)، مس (١٥٩٧ ppb) و آرسنیک (٤٩٦ppb) و کمترین میانگین غلظت نیز مربوط به عنصر کادمیوم (٤/٨ppb) بود. میانگین غلظت فلزات سنگین بر مبنای شرکت‌هایی که بسته‌بندی در آن صورت گرفته بود، در جدول (۲) نشان داده‌شده است. میانگین غلظت روی، مس و تیتانیوم به‌ترتیب با مقادیر ٧٢١٤، ٢٠٩٦ و ۵۰۱/۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر در میگوی سفید بسته‌بندی‌شده توسط شرکت D در بیشترین حد بود. همچنین میانگین غلظت آرسنیک و نیکل به‌ترتیب ۷۵۸/۵ و ٤٠/٥ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر در نمونه‌های میگوی شرکت B در بالاترین میزان بوده است. شرکت A ازنظر میانگین غلظت سرب، کروم، منگنز و جیوه بالاترین مقادیر این فلزات سنگین را دارا بود. از بین شرکت‌های بسته‌بندی شرکت C میانگین غلظت کادمیوم (٦ ppb) بالاترین سطح را داشت، هرچند اختلاف آن با شرکت‌های دیگر ازنظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). همچنین بین نمونه‌های پرورشی و دریایی ازنظر غلظت فلزات سنگین اختلاف

معنی‌داری وجود نداشت. در جدول (۱) حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین تعیین‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO)، نیز نشان داده‌شده است. کمترین غلظت روی ٤٨٧٤ و بیشترین میزان ۸۳۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد. با توجه به حد مجاز مشخص‌شده سازمان جهانی بهداشت این نمونه‌ها ازنظر میزان عنصر روی در محدوده مجاز قرار داشتند. بیشترین غلظت مس (۲۰۹٦ ppb) در نمونه شرکت D و کمترین غلظت آن (۸۵۱ ppb) در نمونه‌های شرکت A بود. حد مجاز مشخص‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی معادل ۱۰ میکروگرم بر گرم وزن تر است (WHO, 2011) و در نمونه‌های موردبررسی، مقدار مس به‌طور معنی‌داری کمتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی، بود. کمترین میزان آرسنیک ۲۳۸ و بیشترین میزان آن ۷۸۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود. با توجه به استاندارد سازمان جهانی بهداشت، آلودگی به مس در نمونه‌های موردبررسی در این مطالعه وجود نداشته است (WHO, 2011). کمترین میزان غلظت کادمیوم، ۳ و بیشترین میزان مشاهده‌شده، ۷ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود. ولی طبق استاندارد سازمان جهانی بهداشت تمامی نمونه‌ها ازنظر وجود فلز کادمیوم ایمن بودند. بیشترین و کمترین غلظت جیوه به‌ترتیب ٦٤ و ۱۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود؛ اما مقادیر آن از حد مجاز مشخص‌شده توسط سازمان جهانی بهداشت پایین‌تر بود (WHO, 2011). بررسی غلظت منگنز نشان داد که بیشترین غلظت منگنز ۲۷۱ و کمترین غلظت آن ٦۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود. با توجه به حد مجاز مشخص‌شده توسط سازمان جهانی بهداشت تمامی نمونه‌ها، غلظت منگنز کمتر از حد مجاز را داشته‌اند. بیشترین غلظت کروم ٦٦ و کمترین میزان آن ۹ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود. سازمان جهانی بهداشت، حداکثر میزان مجاز کروم در محصولات شیلات را ۱۰۰۰۰ میکروگرم بر گرم وزن تر تعیین کرده است. غلظت نیکل نیز کمتر از حداکثر میزان مجاز تعیین‌شده توسط سازمان جهانی بهداشت است (WHO, 2011). ضمن اینکه طبق نتایج به‌دست‌آمده، اختلاف بین نمونه‌های شرکت‌های مختلف، ازنظر غلظت نیکل معنی‌دار نبوده است. بررسی نمونه‌های میگوی بسته‌بندی‌شده توسط شرکت‌های منتخب، نشان داد که در تمامی شرکت‌ها میزان سرب کمتر از حد مجاز مشخص‌شده توسط سازمان جهانی بهداشت بوده است و ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری بین غلظت سرب میگوهای این شرکت‌ها مشاهده نشد.

جدول (۱)- میانگین، انحراف استاندارد، حداکثر، حداقل و حداکثر میزان مجاز غلظت برخی فلزات سنگین برحسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر (PPb) در میگوی سفید دریایی و پرورشی بسته‌بندی‌شده در تهران

فلزات سنگین	میانگین ± انحراف استاندارد	حداکثر غلظت	حداقل غلظت	حداکثر میزان مجاز (MRL)[1]
روی	۶۱۹۳/۴ ± ۳۸۱/۱	۸۳۲۷	۴۸۷۴	*۱۰۰۰۰۰
مس	۱۵۹۷ ± ۲۰۴	۲۷۷۷	۸۵۰	*۱۰۰۰۰
آرسنیک	۴۹۶ ± ۶۰/۹	۷۸۵	۲۳۸	*۶۰۰۰
کادمیوم	۴/۸ ± ۰/۶۶	۸	۲	*۵۰۰
جیوه	۲۹/۹ ± ۴/۵	۶۴	۱۵	*۵۰۰-۱۰۰
منگنز	۱۲۶/۲ ± ۱۹/۵۴	۲۷۱	۶۰	*۵۴۰۰
کروم	۲۴/۴ ± ۵/۴	۶۶	۹	*۱۰۰۰۰
نیکل	۳۰/۷ ± ۳/۴	۴۶	۱۷	*۵۰
سرب	۲۰/۵ ± ۲/۲۷	۳۴	۱۱	*۳۰۰
تیتانیوم	۳۲۶/۸ ±۶۲/۸	۵۸۹	۱۰۷	ND[2]

[1] Maximum residual levels بر اساس استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (WHO). * اختلاف معنی‌دار بین میانگین فلز با حداکثر سطح مجاز سازمان جهانی بهداشت. [2] مشخص نشده (Not determined).

جدول (۲)- میانگین غلظت فلزات سنگین در میگوی سفید دریایی و پرورشی بسته‌بندی‌شده توسط شرکت‌های مختلف در تهران برحسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر

فلزات سنگین	شرکت‌ها				
	A	B	C	D	E
روی	۵۳۰۸/۵±۴۳۴ [b]	۵۱۲۵±۱۱۹ [b]	۶۸۰۲±۱۵۲۵ [a]	۷۲۱۴±۷۳۱ [a]	۶۵۱۷ /۵±۱۷۶ [a]
مس	۸۵۱±۱ [c]	۱۴۲۴/۵±۲۰۸ [bc]	۱۸۵۵/۵±۲۴۲ [b]	۲۰۹۶± ۶۸۱ [a]	۱۷۵۶±۶۱۷ [b]
آرسنیک	۳۱۴±۷۴ [c]	۷۵۸/۵±۲۶/۵ [a]	۳۲۴/۵±۵/۸۶ [c]	۴۶۵/۵±۷۷ [bc]	۶۱۸±۳ [ab]
کادمیوم	۵±۱ [a]	۵/۵±۲/۵ [a]	۶±۱ [a]	۴/۵±۲/۵ [a]	۳±۰ [a]
جیوه	۴۹±۱۵ [a]	۳۲/۵±۴/۵ [ab]	۱۶/۵±۱/۵ [b]	۲۸/۵±۶/۵ [ab]	۲۳±۶ [ab]
منگنز	۲۳۰±۴۱ [a]	۹۵±۱۱ [b]	۱۳۰±۲ [b]	۱۰۳±۹ [b]	۷۳±۱۳ [b]
کروم	۵۱/۵±۱۴/۵ [a]	۲۰±۴ [ab]	۲۱±۹ [ab]	۱۶/۵±۵/۵ [b]	۱۳±۴ [b]
نیکل	۳۳/۵±۱۰ [a]	۴۰/۵±۵ [a]	۳۳/۵±۱۰ [a]	۲۶/۵±۴ [ab]	۱۹/۵±۲ [b]
سرب	۲۵±۴ [a]	۱۷/۵±۴/۵ [a]	۱۸/۵±۴/۵ [a]	۱۹±۲ [a]	۲۲/۵±۱۱/۵ [a]
تیتانیوم	۲۳۰/۵±۱۲۳ [b]	۲۴۴/۵±۱۸/۵ [b]	۱۶۲±۴۴ [b]	۵۰۱/۵±۱۸۷/۵ [a]	۴۹۵/۵±۱۵۱ [a]

نمونه‌های A، D و E نمونه‌های پرورشی و نمونه‌های B و C نمونه‌های دریایی هستند. حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین غلظت تجمع یافته فلزات سنگین بین ۵ شرکت موردمطالعه است.

- غلظت PHAs در نمونه‌های میگو

نتایج این تحقیق نشان داد که از میان PHAs شناخته‌شده، ترکیبات نفتالین، آسنفتیلن، کرایسن و آسنافتن در نمونه‌های میگوی جمع‌آوری‌شده وجود داشتند (جدول ۳). حداکثر میزان نفتالین۱۳/۷ و حداقل آن ۲/۶ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود (جدول ۳).

طبق استاندارد WHO حد استاندارد برای نفتالین ۰/۷ میکروگرم است؛ بنابراین غلظت نفتالین هم در نمونه‌های پرورشی و هم دریایی از حد استاندارد بیشتر بوده است. همچنین حداکثر غلظت ترکیب آسنفتیلن ۱/٤ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر در نمونه‌های میگوی موردبررسی بود و میانگین غلظت این ترکیب آروماتیک در مطالعه حاضر برابر با ۰/۷۷±۰/۱٤ بود (جدول ۳). طبق استاندارد WHO حد استاندارد برای آسنفتیلن ۰/۷ میکروگرم است؛ بنابراین غلظت آسنفتیلن در نمونه‌های پرورشی کمتر و در نمونه دریایی از حد استاندارد بیشتر بوده است، اما این اختلاف ازنظر آماری معنی‌دار نبوده است. در این مطالعه میانگین ترکیبات کرایسن و آسنافتن به‌ترتیب برابر با ۷/٦± ۱٦/٥٦ و۰/۳۳±۵/۳۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود (جدول ۳). غلظت کرایسن و آسنافتن هم در نمونه‌های پرورشی و هم دریایی از حد استاندارد WHO بیشتر بود (نمودار ۱). همچنین نتایج این بررسی نشان داد که بین نمونه‌های دریایی و پرورشی ازنظر میزان PHAs اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بررسی غلظت سایر PHAs نشان داد که سایر ترکیبات در هیچ‌یک از نمونه‌های تهیه‌شده از ۵ شرکت مختلف موردبررسی این آزمایش، وجود نداشتند. مقایسه شرکت‌های مختلف ازنظر PHAs در (جدول ٤) نشان داد که بیشترین غلظت هر چهار نوع ترکیب نفتالین، کرایسن، آسنفتیلن و آسنافتن در میگوهای بسته‌بندی‌شده توسط شرکت D بوده است، در مقابل میگوهای بسته‌بندی‌شده توسط شرکت A ازنظر میانگین غلظت این ترکیبات مقادیر حداقل را دارا بودند (جدول ٤).

جدول (۳)- میانگین، انحراف استاندارد، حداکثر، حداقل و حداکثر میزان مجاز غلظت برخی هیدروکربن‌های آروماتیک برحسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر در میگوی سفید بسته‌بندی‌شده در تهران

هیدروکربن‌های آروماتیک	میانگین ± خطای استاندارد	حداکثر غلظت	حداقل غلظت	حداکثر میزان مجاز (MRL)[1]
نفتالین	۱/۲ ±٦/٥۲	۱۳/۷	۲/٦	*۰/۷
کرایسن	۷/٦ ± ۱٦/٥٦	٤۷/٦	۰	*۰/۷
آسنفتیلن	۰/۱٤±۰/۷۷	۱/٤	۰	*۰/۷
آسنافتن	۵/۳۲ ± ۰/۳۳	۷/۷۰	۳/۷۰	*۰/۷
پایرن	۰	۰	۰	*۰/۲
فنانترن	۰	۰	۰	*۰/۲
بنزوئانت	۰	۰	۰	*۰/۲
فلورن	۰	۰	۰	*۰/۲
فلورانتن	۰	۰	۰	*۰/۷
آنتراسن	۰	۰	۰	*۰/۷
بنزوپریلن	۰	۰	۰	*۰/۷

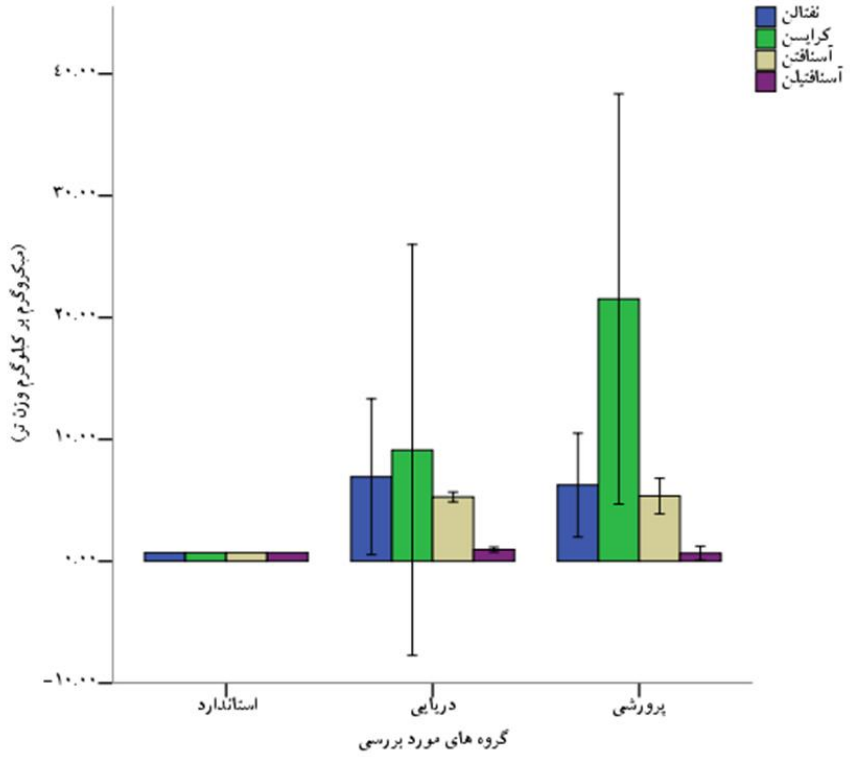
[1] Maximum residual levels بر اساس استانداردهای سازمان امنیت غذایی اروپا (EFSA)

* اختلاف معنی‌دار بین میانگین PHAs با حداکثر سطح مجاز سازمان امنیت غذایی اروپا

جدول ٤- میانگین و انحراف استاندارد برخی هیدروکربن‌های آروماتیک در میگوی سفید بسته‌بندی‌شده توسط شرکت‌های مختلف در تهران

هیدروکربن‌های آروماتیک	A	B	C	D	E
نفتالن	٣/٥٥±٠/٩٥ b	٨/١٠±٠/٦ a	٨/٧٥±٤/١٥ a	١٠/٢±٤/٩٥ a	٥±١/٩ ab
کرایسن	٥/٤٥±٠/٧٥ c	٨/٤٥± ٨/٤٥ b	٩/٨±٩ b	٣٤/٨٥±١٨/٠٣ a	٢٤/٢٥±٦/٠٥ b
آسنفتیلن	٠/٤٥±٠/٤ a	٠/٩±٠/١ a	١ ±٠/١ a	١/١±٠/٣ a	٠/٤٥±٠/٤ a
آسنافتن	٤±٠/٣ b	٥/١٥±٠/١٥ ab	٥/٤ ±٠/٢ ab	٦/٦±١/١ a	٥/٤٥±٠/٣٥ ab

نمونه‌های A، D و E نمونه‌های پرورشی و نمونه‌های B و C نمونه‌های دریایی هستند. a, b, c: حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین غلظت تجمع یافته هیدروکربن‌های آروماتیک بین ٥ شرکت مورد مطالعه است.



نمودار (١)- میانگین غلظت نفتالن، کرایسن، آسنافتیلن و آسنافتن در میگوهای سفید دریایی و پرورشی بسته‌بندی‌شده توسط شرکت‌های مختلف در تهران برحسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیقات گذشته نشان داده است که میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون بدن میگو متفاوت است و اصولاً فلزات مختلف در اندام خاصی که معمولاً از شدت فعالیت‌های متابولیکی بالاتری برخوردار است، بیشتر از سایر اندام‌ها تجمع می‌یابد، در میگوها بافت عضلات بخش شکمی نقش اصلی را در تغذیه انسان

دارد (Pourang and Amini, 2001; Pourang *et al*., 2005). عضلات شکمی نمونه‌های موردبررسی در تحقیق حاضر ازنظر میزان فلزات سنگین در محدوده مجاز قرار داشتند. توالی غلظت فلزات سنگین در میگوی سفید در تحقیق حاضر به‌صورت روی> مس > آرسنیک > تیتانیوم به‌دست آمد. توالی به‌دست‌آمده با تعدادی از مطالعات انجام‌شده تشابه داشت (Osman *et al*., 2010; Wu and Yang, 2011; Khoramabadi *et al*., 2013). با توجه به اینکه فلزات روی و مس برای رشد و متابولیسم موجود زنده ضروری می‌باشند، انتظار می‌رود که میزان این فلزات در بدن این آبزی بیشتر از سایر فلزات باشد (Mitra *et al*., 2012; Gokoglu *et al*., 2008). همچنین احتمال می‌رود در مزارع پرورشی پلت‌های غذایی به‌کاررفته نیز مقادیر روی و مس بالاتری داشته باشند و سبب تجمع این عناصر در بدن میگو شوند؛ زیرا به گزارش محققان هنوز غلظت استاندارد برای حداکثر میزان موردنیاز فلز روی در جیره غذایی میگوی پرورشی وجود ندارد (Wu and Yang, 2011). محققان دیگر غلظت بالای فلز مس در بافت میگوی وانامی در استان بوشهر را به فعالیت بالای انواع شناورهای سبک و سنگین، رها شدن رنگ‌های ضد رسوب استفاده‌شده در لنج‌ها قایق‌ها و سایر شناورهای موجود در آب‌های این منطقه و غلظت بالای فلز روی را به استفاده از پلت‌های غنی‌شده با روی نسبت دادند (Khoramabadi *et al*., 2013). در مطالعه دیگری نیز مقدار فلز سرب در میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) در خلیج‌فارس ۰/۱۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد که از مطالعه حاضر بیشتر بوده است (Razavi *et al*., 2013). در مطالعه‌ای میزان فلزات سنگین در جانوران دریایی ازجمله میگو، ماهی و غیره، در سواحل دریای کشور غنا میزان فلزات سنگین ازجمله گروه پلاتینیوم PGMs در این جانوران بالا بود و علت را دفع زباله‌های بیمارستانی و نفوذ آب‌های آلوده صنعتی به دریا ذکر شد (Essumang. 2010).

در تحقیق حاضر بین غلظت فلزات سنگین نمونه‌های دریایی و پرورشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در بررسی غلظت فلزات سنگین میگوهای دریایی و پرورشی آب‌های (*Litopenaus vannamei*) سواحل استان بوشهر نیز اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیم، روی، مس و جیوه در دو گروه موردبررسی وجود نداشت (Movahed *et al*., 2013). در مطالعه‌ای دیگر میزان هر دو فلز جیوه و سلنیوم در تمامی گونه‌های پرورشی میگو نسبت به گونه‌های دریایی کمتر بود و کلیه محصولات دریایی ازجمله میگوی در دسترس مصرف‌کننده‌ها ضرری برای سلامتی انسان نداشت؛ اما میزان آلودگی به فلزات سنگین با بزرگی سایز میگوها در ارتباط مستقیم گزارش شد (Van *et al*., 2017).

وجود تفاوت معنی‌دار بین غلظت عناصر سنگین در گونه‌ها و آزمایشات مختلف می‌تواند به دلیل شرایط محیطی، تخلیه فاضلاب‌ها، وجود کارخانه‌های صنعتی و فعالیت‌های آبزی‌پروری (رها شدن آب زهکش از کارگاه تکثیر یا کارخانه فرآوری آبزیان) در مناطق مختلف باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که وجود غلظت‌های مختلف فلزات سنگین در بین ایستگاه‌ها ممکن است ناشی از وجود منابع آلودگی متفاوت و پراکنده باشد (Mitra *et al*., 2012). در کنار تمامی این عوامل و منابع ورود آلودگی فلزات سنگین، روش‌های

مدیریتی می‌تواند عاملی مهم در تفاوت غلظت‌های فلزات در مزارع پرورشی مختلف باشد.

با توجه به وجود مقادیری از فلز تیتانیوم در نمونه‌های موردمطالعه، با توجه به این‌که سازمان جهانی بهداشت حد مجازی برای تیتانیوم تعیین نکرده است و ازآنجاکه عوامل کلیدی در ارزیابی خطر مواجهه با این عنصر، اندازه ذره، ویژگی سطح، انحلال‌پذیری و روش‌های مواجهه می‌باشد (Bayrami *et al*., 2017)، پیشنهاد می‌شود بررسی‌های دقیق‌تر بر خصوصیات عنصر جداشده و اشکال تیتانیوم موجود در نمونه میگوها صورت گیرد. با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه موردبررسی در این مطالعه و مقایسه آن‌ها با استانداردهای جهانی هیچ‌یک از فلزات سنگین در بافت عضله میگوی سفید در حد خطرناک برای مصارف انسانی نبودند.

ترکیبات PAHs از دسته آلاینده‌های آلی پایدار در محیط‌زیست می‌باشند. این ترکیبات اغلب از احتراق ناقص مواد آلی مانند سوخت‌های فسیلی و چوب‌ها، سوزاندن و خاکستر کردن زباله‌ها، آتش‌سوزی جنگل‌ها و مزارع و فعالیت‌های صنعتی وارد محیط می‌شوند (Nwaichi and Ntorgbo, 2016). ترکیبات نفتالن، آسنفتیلن، کرایسن و آسنافتن در نمونه‌های میگوی جمع‌آوری‌شده وجود داشتند. الگوی متفاوت ترکیبات در نمونه‌های بسته‌بندی‌شده توسط شرکت‌های مختلف می‌تواند مربوط به حضور منابع آلاینده مختلف در ایستگاه‌ها باشد. با توجه به این‌که مقادیر نفتالن، آسنافتن و کرایسن از حد استاندارد تعیین‌شده بالاتر بود باید ارزیابی‌های دقیق‌تر به‌ویژه ازنظر نزدیکی به منابع آلودگی انجام گیرد؛ زیرا مصرف میگوهای آلوده به PAHs که دارای ترکیبات سرطان‌زا هستند، ممکن است برای انسان خطرناک باشد. در مطالعه‌ای که به‌منظور تعیین آلودگی میگوی سفید منطقه شمال آمریکا به ترکیبات PAHs در طی آلودگی این آب‌ها به ترکیبات نفتی و همچنین ارتباط خطر ابتلا به سرطان در جمعیت ویتنامی‌های مصرف‌کننده میگو انجام شد، گزارش شد اگرچه میگوهای این منطقه دارای آلودگی ترکیبات PAHs بودند ولی ارتباطی بین شانس ابتلا به سرطان و مصرف‌کننده‌های این محصولات دریایی دیده نشده است (Wilson *et al*., 2014). مهم‌ترین راه ورود PHAs به اکوسیستم‌های آبی ورود فاضلاب‌های خانگی و کارخانجات صنعتی به آب‌ها و نشت نفت است. همچنین تخلیه سیستم‌های زباله خانگی و کشاورزی و جریان‌های آب‌های زیرزمینی نیز مقادیر زیادی PHAs را به محیط‌زیست وارد می‌کنند (Kennish, 2000). ترکیبات فوق باگذشت زمان وارد شبکه غذایی شده و بزرگنمایی بیولوژیک را باعث می‌گردند (Chouksey *et al*., 2004)، بنابراین وجود این ترکیبات در آبزیان را باید نوعی هشدار تلقی نمود. در مطالعه‌ای باهدف بررسی میزان PHAs در ماهی‌های عرضه‌شده در مغازه‌های شهر پکن، در نمونه‌های ماهی که از ٤ گونه انتخاب‌شده و ارگان‌های مختلف (عضلات، شش‌ها، کبد و مغز) آن‌ها به‌طور جداگانه مورد ارزیابی قرارگرفته بودند، بالاترین میزان این ترکیبات در مغز ماهی و کمترین میزان در کبد و عضلات بود (Wu *et al*., 2011). همچنین مشاهده شد در ماهی‌های بزرگ‌تر میزان این ترکیبات بیشتر بود. با توجه به کوچک‌تر بودن جثه میگو نسبت به ماهی طبیعتاً میزان تجمع PHAs در بافت عضله میگو پایین‌تر خواهد بود. در مطالعه‌ای

به‌منظور تعیین آلودگی میگوهای سکوهای نفتی منطقه آلاسکا امریکا آلودگی به PAHsها در میگوهای صورتی صیدشده بالاتر بوده و همچنین آلودگی در بافت چربی تمامی میگوها بیشتر بود. همچنین به گزارش ایشان در بیشتر تخم‌های میگو آلودگی ترکیبات PAHs دیده شد. در این مطالعه توصیه شد در برنامه غذایی کودکان نسبت به نوع میگوی مصرفی (ازنظر منطقه صید) و تعداد وعده‌های مصرفی (با توجه به امکان آلودگی) دقت بیشتری شود (Fissel, 2016).

به‌طورکلی با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، در مطالعه حاضر هیچ‌گونه آلودگی ازنظر فلزات سنگین در نمونه‌های میگوی سفید که توسط ۵ شرکت مختلف در تهران بسته‌بندی‌شده بودند، مشاهده نشد. بنابراین مصرف میگوهای فوق ازنظر وجود فلزات سنگین برای انسان خطری ندارد. هیدروکربن‌های آروماتیک نفتالن، آسنفتیلن، کرایسن و آسنافتن در نمونه‌های میگوی جمع‌آوری‌شده وجود داشتند. مقادیر نفتالن، آسنافتن و کرایسن از حد استاندارد تعیین‌شده بالاتر بود. بااین‌وجود با توجه به امکان انتقال آلودگی از طریق زنجیره غذایی به انسان، آلودگی به این ترکیبات می‌تواند به‌عنوان یک هشدار برای مصرف زیاد میگو تلقی شود. در ضمن لازم است تحقیقات بیشتر در فصول دیگر سال و بر برندهای بیشتری صورت گیرد تا نتایج کامل‌تری حاصل شود.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

منابع

- Bayrami, A., Sheidaei, P. and Arbabi, S. (2017). Evaluation the toxicity of Titanium dioxide nanoparticles on hematological and biochemical parameters in mice. Journal of Animal Research, 31(4): 472-482. [In Persian]
- Chouksey, M. K., Kadam, A. N. and Zingde, M. D. (2004). Petroleum hydrocarbon residues in the marine environment of Bassein–Mumbai. Marine Pollution Bulletin, 49(7-8): 637-647.
- Deb, S.C., Araki, T. and Fukushima, T. (2000). Polycyclic aromatic hydrocarbons in fish organs. Marine Pollution Bulletin, 40(10): 882-885.
- Dórea, J.G. (2008). Persistent, bioaccumulative and toxic substances in fish: human health considerations. Science of the Total Environment, 400(1-3): 93-114.
- Einollahi, E., Hamidi, P., Einollahi, G. and Rahimi Bashar, M.R. (2012). Polycyclic aromatic hydrocarbons study in lipophilic and liver tissue of rutilus frisii kutum of Nowshahr oil jetty, Caspian Sea. Ecology, Environment and Conservation, 18(04): 1035-1039.
- Essumang, D. K. (2010). First determination of the levels of platinum group metals in Manta birostris (Manta Ray) caught along the Ghanaian coastline. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 84(6): 720-725.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2008). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food-Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA Journal. 6(8), p.724.
- Fissel, B. E., Dalton, M., Felthoven, R. G., Garber-Yonts, B. E., Haynie, A., Himes-Cornell, *et al*., (2016). Stock Assestment and Fishery Evaluation Report for the Ground fishes Fisheries of the

Gulf of Alaska and Bering Sea/Aleutian Island Area: Economic Status of the Ground fish Fisheries off Alaska, 2015.

- Food and agriculture organization of the United Nations. (Fao), (2008). Retrieved on, 15.
- Ghaeni, M., Pour, N.A. and Hosseini, M. (2015). Bioaccumulation of polychlorinated biphenyl (PCB), polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH), mercury, methyl mercury, and arsenic in blue crab (*Portunus segnis*) from Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment. 187: 253.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P., and Gokoglu, M. (2008). Trace elements in edible tissues of three shrimp species *(Penaeus semisulcatus*, *Parapenaeus longirostris* and *Paleomon serratus*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(2): 175-178.
- Guo, W., He, M., Yang, Z., Lin, C. and Quan, X. (2011). Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in the Xihe River, an urban river in China's Shenyang City: distribution and risk assessment. Journal of hazardous materials, 186(2-3): 1193-1199.
- Harikumar, P.S., Nasir, U.P. and Rahman, M.M. (2009). Distribution of heavy metals in the core sediments of a tropical wetland system. International Journal of Environmental Science and Technology, 6(2): 225-232.
- Hulya Karadede, E. (2000). Concentration of heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake Turkey. Chemosphere, 41(9): 1371-1376.
- Kennish, M. J. (2000). Practical handbook of marine science. crc press.
- Khairy, M.A., Kolb, M., Mostafa, A.R., EL-Fiky, A. and Bahadir, M. (2009). Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in a Mediterranean semi-enclosed basin affected by human activities (Abu Qir Bay, Egypt). J Hazard Mater, 170(1): 389-397.
- Khalili Tilami, S. and Sampels, S. (2018). Nutritional value of fish: lipids, proteins, vitamins, and minerals. Reviews in Fisheries Science and Aquaculture, 26(2): 243-253.
- Khoramabadi, A., Alizadeh doughikollaee, I, Mohammadi, M, Eynollahi, F. (2013). Survey Heavy metals concentration (Cu, Zn and Ni) of muscle tissue of Litoppenaeus vannamei in farms of Bushehr province. Journal of Marine Science and Technology, 12(3): 91-100. [In Persian]
- Mitra, A., Barua, P., Zaman, S., and Banerjee, K. (2012). Analysis of trace metals in commercially important crustaceans collected from UNESCO protected world heritage site of Indian Sundarbans. Turkish journal of fisheries and aquatic sciences, 12(1): 53-66.
- Moradi, Y., Khanipoor, A. and Lakzai, F. (2017). Anthracene in Muscle of Five Species Fish in Anzali Wetland. Journal of Aquaculture Development, 3(1): 119-125. [In Persian].
- Movahed, A., Dehghan, A., Haji Hosseini, R., Akbarzadeh, S., Zendehboudi, A.A., Nafisi Behabadi, M., *et al*., (2013). Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr. Persian Gulf, Iranian South Medical Journal, 16(2):100-109. [In Persian]
- Mozaffarian, D., & Wu, J. H. (2011). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. Journal of the American College of Cardiology, 58(20): 2047-2067.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourgholam, R., Unesipour, H. and Makhlough, A. (2012). Polyaromatic, Hydrocarbons (16PAHs) at the Sediments and Edible Tissue of Liza Saliens and Rutilus Frisii Kutum in Caspian Sea. Journal Mazandaran University Medical Science, 22 (94): 79-90. [In Persian].
- Nwaichi, E.O. and Ntorgbo, S.A. (2016). Assessment of PAHs levels in some fish and seafood from different coastal waters in the Niger Delta. Toxicology reports, 3: 167-172.
- Osman, M. A., Mohamed, M. A. M., Ali, M. H. H., and Al-Afify, A. D. G. (2010). Assessment of agriculture drainage water quality to be used for fish farm irrigation. Nature and Science, 8(8): 60-74.

- Pieniak, Z., Verbeke, W. and Scholderer, J. (2010). Health-related beliefs and consumer knowledge as determinants of fish consumption. Journal of human nutrition and dietetics, 23(5): 480-488.
- Pour khabaz A. and Mohamad nabizadeh S. (2012). Determination of heavy metals sources in Hara Biosphere Reserve. Veterinary Journal, 9(1): 64-75. [In Persian]
- Pourang, N. and Amini, G. (2001). Distribution of trace elements in tissues of two shrimp species from Persian Gulf and effects of storage temperature on elements transportation. Water, Air and Soil Pollution, 129(1-4): 22-243.
- Pourang, N., Dennis, J.H. and Ghourchian, H. (2005). Distribution of heavy metals in (*Penaeus semisulcatus*) from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage, Environmental Monitoring and Assessment. 100(1-3): 71-88.
- Rana, M.N., Tangpong, J. and Rahman, M.M. (2018). Toxic dynamics of lead, cadmium, mercury and arsenic-induced kidney toxicity and treatment strategy: a mini review. Toxicology reports, 5: 704-713.
- Razavi, M. R., Vahabzade, H. Zamini, A. Askari-Sari, A. Velayatzade, M. 2013. Determination of mercury, lead and cadmium in muscle and shell in cultured *fenneropenaeus indicus.* New Technologies In Aquaculture Development (Journal Of Fisheries), 7(3): 63-72. [In Persian]
- Silva, B. O., Adetunde, O. T., Oluseyi, T. O., Olayinka, K. O., and Alo, B. I. (2011). Effects of the methods of smoking on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in some locally consumed fishes in Nigeria. African journal of food science, 5(7): 384-391.
- Vafeiadi, M., Vrijheid, M., Fthenou, E., Chalkiadaki, G., Rantakokko, P., Kiviranta, *et al*., (2014). Persistent organic pollutants exposure during pregnancy, maternal gestational weight gain, and birth outcomes in the mother–child cohort in Crete, Greece (RHEA study). Environment international, 64: 116–123.
- Van, A. T. H., Sakamoto, M., and Yamamoto, M. (2017). Mercury and selenium levels, and their molar ratios in several species of commercial shrimp in Japan regarding the health risk of methylmercury exposure. The Journal of toxicological sciences, 42(4): 509-517.
- Wilson, M. J., Frickel, S., Nguyen, D., Bui, T., Echsner, S., Simon, B. R., and Wickliffe, J. K. (2014). A targeted health risk assessment following the Deepwater Horizon oil spill: polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in Vietnamese-American shrimp consumers. Environmental health perspectives, 123(2): 152-159.
- World Health Organization (2011). Evaluation of certain food additives and contaminants. World Health Organization technical report series. (966), p.1.
- Wu, X. Y., anf Yang, Y. F. (2011). Heavy metal (Pb, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) concentrations in harvest-size white shrimp Litopenaeus vannamei tissues from aquaculture and wild source. Journal of Food Composition and Analysis, 24(1): 62-65.
- Wu, Y. L., Wang, X. H., Li, Y. Y., and Hong, H. S. (2011). Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in seawater from the Western Taiwan Strait, China. Marine pollution bulletin, 63(5-12): 459-463.
- Zhang, G., Pan, Z., Wang, X., Mo, X. and Li, X. (2015). Distribution and accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the food web of Nansi Lake, China. Environmental Monitoring and Assessment, 187:173.
- Zheng, B., Ma, Y., Qin, Y., Zhang, L., Zhao, Y., Cao, W., Yang, C. and Han, C. (2016). Distribution, sources, and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface water in industrial affected areas of the Three Gorges Reservoir, China. Environmental Science of Pollutant Research, 23: 23485-23495.

Journal of Food Hygiene, Vol. 10, No. 37, Springer 2020

"Research article" 10.30495/JFH.2020.1891310.1259

Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbon and heavy metals in packaged white shrimp (*Metapenaeus affinis*) in Tehran

Atefi Sedrini, S.[1]., Jamshidi, A.[2*], Hasan, J.[3]

1. PhD student of food hygiene, Department of food hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Professor, Department of food hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Assistant professor, Department of Toxicology, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[*]Corresponding author E-mail: ajamshid@um.ac.ir

(Received: 2020/1/19 Accepted: 2020/7/22)

Abstract

Heavy metals can easily contaminate the aquatic environment, especially shrimp. Considering the high nutritional value of shrimp and the importance of assessing its wholesomeness, this study aimed to determine the amount of some heavy metals (zinc, lead, arsenic, cadmium, nickel, copper, chromium, mercury, manganese, and titanium) and Polycyclic aromatic hydrocarbon in shrimp samples in Tehran, during winter of 2017. A total of 120 samples of shrimp packaged from 10 equal weight packages with similar production date and size which packed by 5 different companies randomly sampled. To determine the amount of heavy metal concentration, Atomic absorption spectrophotometry and to determine polycyclic aromatic hydrocarbon gas chromatography were used. All of the heavy metals measured in this experiment were found below the standard specified by the World Health Organization. The highest mean concentrations of heavy metals were related to zinc (6193.4 ppb), copper (1597 ppb), and arsenic (496 ppb), respectively, and the lowest mean concentrations were related to cadmium (4.8 ppb). Naphthalene (1.2ppb), acenphetylene (0.14 ppb), chrysene (7.6 ppb), and acenaphthene (5.32ppb) were present in the samples of collected shrimp, the values of which were determined higher than standard except for acenphetylene. Additionally, there was no significant difference between heavy metals and PAHs in cultivated and marine samples. In general, the consumption of these shrimps is not dangerous for humans in terms of heavy metals. However, due to the possibility of transmitting PAHs through the human food chain, contamination with PAHs can be considered as a warning for excessive consumption of shrimp.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: White shrimp, Heavy metal pollution, Polycyclic aromatic hydrocarbon