

ارزیابی خطر سلامت میگوهای صید شده از سواحل شمالی دریای عمان نسبت به برخی عناصر سنگین سمی

امین غلامحسینی^۱، نیما شیری^{۲*}، سیاوش سلطانیان^۳، محسن علی^۲

۱. استادیار بخش بهداشت آبزیان، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲. دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت آبزیان، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۳. دانشیار بخش بهداشت آبزیان، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: nima.shiry@gmail.com

(دریافت: ۹۶/۱۰/۱۱ پذیرش نهایی: ۹۷/۳/۱)

چکیده

آلودگی به عناصر سنگین یک مشکل جدی در بعد جهانی است و با توجه به افزایش سرانه مصرف غذاهای دریایی در ایران، اطمینان از سلامت این خوراک اهمیت زیادی برای مصرف‌کنندگان خواهد داشت. از این رو پژوهش حاضر، با هدف تعیین غلظت برخی فلزات سنگین سمی در گوشت میگوهای صید شده از سواحل شمالی دریای عمان و ارزیابی خطر سلامت آن‌ها برای مصرف‌کنندگان صورت گرفت. بدین منظور، نمونه‌های میگو به تعداد ۴۰ نمونه از هر ایستگاه (هرمز، جاسک و چابهار) در دو زمان تهیه شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. آماده‌سازی بخش‌های خوراکی آن‌ها از طریق هضم مرطوب و سنجش فلزات سنگین (کروم، سرب، روی، کادمیوم و نیکل) از طریق طیف بینی نشر اتمی (AES) صورت گرفت. نتایج نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین غلظت کادمیوم در گوشت میگوهای صید شده از بندر جاسک (۰/۰۸ میکروگرم بر گرم) با میگوهای صید شده از تنگه هرمز (۰/۰۲۲ میکروگرم بر گرم) و خلیج چابهار (۰/۰۲۱ میکروگرم بر گرم) قابل مشاهده است (P<۰/۰۵). همچنین میگوی سفید هندی به‌طور معنی‌داری دارای باقی‌مانده کادمیوم بیشتر (۰/۴۴۸ میکروگرم بر گرم) نسبت به میگوهای سرتیز، خنجری و موزی بوده‌اند (P<۰/۰۵). با توجه به این‌که کلیه فلزات سنگین مورد سنجش در تحقیق حاضر در محدوده مجاز رهنمودهای جهانی (WHO و FAO) قرار گرفته‌اند و همچنین شاخص THQ کل برای گروه‌های سنی کودکان (۰/۲۵۸) و بزرگسالان (۰/۱۴۷) کم‌تر از ۱ بوده است، با مصرف مداوم و حتی روزانه میگوهای صید شده از این منطقه خطری متوجه مصرف‌کنندگان نخواهد بود.

واژه‌های کلیدی: میگوی دریایی، فلزات سنگین، ریسک سلامت، شاخص خطر هدف (THQ)، دریای عمان

مقدمه

فلزات سنگین در نتیجه فرایندهای طبیعی و انسان‌زاد در محیط زیست روز به روز در حال گسترش هستند. آن‌ها جزء آلاینده‌های پایدارند و به عبارت دیگر قابلیت تجزیه زیست‌شناختی ندارند (de Mora *et al.*, 2004) و به سبب سمیت و قابلیت‌شان برای تجمع در موجودات زنده، آلودگی به عناصر سنگین یک مشکل جدی و اساسی است (Usero *et al.*, 2005). این عناصر فلزی از نظر سمیت برای موجودات زنده با یکدیگر متفاوت‌اند، بطوری‌که برخی از آن‌ها هم‌چون سرب و کادمیوم بسیار سمی بوده و برخی دیگر نظیر آهن، مس و روی با توجه به این‌که برای انجام فرایندهای زیستی ضروری هستند، سمیت اندکی دارند (Shahri *et al.*, 2017). رهاسازی غیرمسئولانه پساب‌های صنعتی حاوی این عناصر سنگین به بوم‌سازگان‌های آبی به‌ویژه سواحل دریا سبب تجمع آن‌ها در رسوبات و سرانجام راهیابی به زنجیره غذایی زیست‌مندان این زیست بوم‌ها خواهد شد (Habibi *et al.*, 2012). عناصر سنگین در محیط‌های واجد رسوبات نظیر بندرگاه‌ها (Kadhun *et al.*, 2015)، به علت تأثیرات سمی آن‌ها در نمونه‌های بیولوژیکی موجود در زیستگاه، منجر به تأثیرات اکولوژیکی زیادی می‌شوند (Cheung and Wong, 2006; Bozorgnia *et al.*, 2015). به طوری‌که این عناصر تحت شرایط خاصی می‌توانند در بدن آبزیان تجمع زیستی (Bioaccumulation) یافته یا در طی سطوح هرم غذایی بالا رفته و دچار بزرگ‌نمایی زیستی (Biomagnification) شوند (Low *et al.*, 2015). بنابراین این وجود فلزات سنگین در بیومس یک منطقه می‌تواند برای مصرف انسانی زیان‌بار باشد.

نظر به افزایش جمعیت انسانی در کشورهای درحال توسعه نظیر ایران در سال‌های پیش رو، اتکا به خوراک دریایی (Seafood) به‌عنوان منبع پروتئینی مناسب و با ظرفیت بالا، گریزناپذیر است. کیفیت کم نظیر این جیره غذایی، به‌ویژه وجود سطوح بالای امگا ۳ و سایر اسیدهای چرب اشباع نشده، سبب شده تا بازار مصرف آبزیان به‌طور روزافزونی گرم‌تر شود (Olmedo *et al.*, 2013). بر این اساس، آبزیان دریایی نظیر میگو، بیش از پیش توانسته‌اند در سبد غذایی مردم جای خود را باز کنند و بدیهی است که اطمینان از سلامت این خوراک اهمیت زیادی برای مصرف‌کنندگان به‌ویژه برای گروه‌های حساس (کودکان، زنان باردار و شیرده) خواهد داشت (Olmedo *et al.*, 2013; Low *et al.*, 2015). بدین سبب تاکنون تحقیقات زیادی بر روی باقی‌مانده فلزات سنگین در بخش‌های خوراکی میگوهای وحشی و پرورشی جنوب کشور و بررسی سلامت آن‌ها انجام شده است (Khoramabadi *et al.*, 2013; Ghasemzadeh *et al.*, 2014; Sheybanifar and Mirsanjari, 2015; Gholamhosseini *et al.*, 2017).

مطالعه وضعیت سلامت گوشت میگوهای پرورشی سواحل بوشهر نشان داده است که میزان عناصر سنگین باقی‌مانده در محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی بوده است (Movahhed *et al.*, 2013). گرچه در مورد میگوی وانامی، برخی از فلزات سنگین خطرناک برای سلامت مصرف‌کنندگان مانند جیوه نزدیک به حد مجاز (Poorbagher *et al.*, 2014) و نیکل فراتر از سطح قابل قبول برای مصرف انسانی (Khoramabadi *et al.*, 2013) اعلام شده‌اند. هم‌چنین بررسی‌ها نشان از این داشت که میگوی سفید هندی موجود در بازار شیراز

کراچی که فراسوی شرقی دریای عمان و بر کرانه دریای عرب واقع است منتشر شد، غلظت کادمیوم بالاتر از میزان هشدار بود (Kamal *et al.*, 2015). از این رو، تحقیق پیش‌رو با هدف تعیین غلظت برخی فلزات سنگین سمی در گوشت میگوهای وحشی صید شده از سواحل شمالی دریای عمان، مقایسه با رهنمودهای جهانی و سرانجام تعیین درجه خطر سلامت آن‌ها برای مصرف‌کنندگان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در پژوهش پیش‌رو، سواحل شمالی دریای عمان با نام کهن «مکران» می‌باشد که با مساحتی در حدود ۱۸۱,۰۰۰ کیلومترمربع در جنوب شرق کشور قرار گرفته است. این دریا از سوی باختر و از راه تنگه هرمز به خلیج فارس و از سوی خاور و جنوب به دریای عرب می‌پیوندد. سواحل شمالی این پهنه آبی وابسته به کشورهای ایران و پاکستان و سواحل جنوبی آن وابسته به کشورهای امارات متحده عربی و عمان است (Nami and Mohammadpour, 2011). به‌منظور افزایش دادن قابلیت تعمیم یافته‌ها، تعداد ۳ ایستگاه نمونه برداری، به‌عنوان مهم‌ترین و راهبردی‌ترین بنادر دریای عمان، برگزیده شدند که گستردگی آن‌ها به‌ترتیب از غرب به سوی شرق حوزه می‌باشد (شکل ۱):

(الف) هرمز (27.0593° N, 56.4608° E): این ایستگاه به‌عنوان منتهی‌الیه باختری دریای عمان یکی از چهار جزیره واقع شده در تنگه هرمز می‌باشد و به

دارای غلظت بالای کادمیوم، نیکل، سرب و وانادیوم بودند و مصرف آن‌ها باید با احتیاط همراه باشد (Kargar *et al.*, 2013; Cheraghi *et al.*, 2014).

پژوهشی که بر روی وضعیت آلودگی میگوی سرتیز وحشی صید شده از شمال خلیج فارس به فلزات سنگین انجام شد، نشان داد که میزان فلزات سنگین روی، مس و کادمیوم سطح بالاتری نسبت به میگوی وانامی پرورشی (بوشهری) داشته‌اند (Ehsani and Romiani, 2014). به‌علاوه، مشخص شده است که وجود ترکیبات نفت خام در زیست‌گاه‌ها، می‌تواند روند تجمع زیستی (Bioconcentration) برخی فلزات سنگین نظیر نیکل و سرب را در گوشت میگوها افزایش دهد (Shamsizadeh *et al.*, 2016).

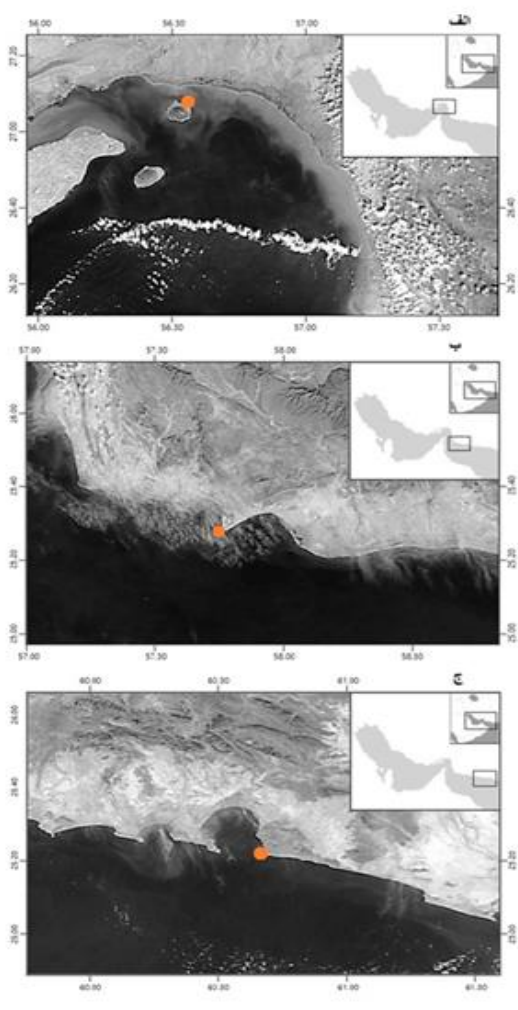
همان‌طور که از پیشینه مطالعات ملاحظه می‌شود، بیشتر تحقیقات مرتبط با باقی‌مانده فلزات سنگین در گوشت میگو، به حوزه خلیج فارس محدود شده است. در خصوص منطقه مورد مطالعه در این تحقیق (دریای عمان)، پژوهشی نشان داد که غلظت کروم در میگوی سفید هندی صید شده از بندر جاسک بیش از حد مجاز مصارف انسانی بوده است؛ این درحالی است که باقی‌مانده سایر فلزات سنگین در محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی تعیین شد (Gholamhosseini *et al.*, 2017). به‌علاوه، مقادیر بسیار اندک و در محدوده مجاز فلزات سنگین مختلف را در گوشت میگوی سفید هندی خلیج چابهار (Salaramoli *et al.*, 2012) و میگوی موزی تنگه هرمز (Sheybanifar and Mirsanjari, 2015) گزارش شده است. از سوی دیگر، در مقاله‌ای که در مورد آلودگی میگوی دم سرخ (*Fenneropenaeus penicillatus*) صید شده از بندر

ارزیابی وضعیت آلودگی جمعیت میگوهای مرکز حوزه به فلزات سنگین می‌باشد.

(ج) بندر چابهار (25.2969° N, 60.6459° E): این ایستگاه مهم‌ترین بندر در شرقی‌ترین نقطه سواحل شمالی دریای عمان با مالکیت سیاسی ایران بوده و به‌منظور تعیین وضعیت آلودگی جمعیت میگوهای شرق دریای عمان به فلزات سنگین برگزیده شده است.

جهت بررسی وضعیت آلودگی جمعیت میگوهای غرب حوزه به فلزات سنگین تعیین شده است.

(ب) بندر جاسک (25.3577° N, 57.7857° E): ایستگاه حاضر در مجاورت شرقی تنگه هرمز قرار گرفته و گذرگاه تاریخی دریای مکران بوده است و درحال حاضر نیز یکی از مناطق راهبردی (استراتژیک) جنوب شرقی ایران است. منظور از گزینش این ایستگاه



شکل (۱) - ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل شمالی دریای عمان (از غرب به شرق): الف) هرمز، ب) جاسک، ج) چابهار

- نمونه برداری

جهت بررسی میزان فلزات سنگین باقی مانده در گوشت میگوهای وحشی سواحل شمالی دریای عمان، نمونه برداری از ایستگاه‌های اشاره شده در دو فصل زمستان ۱۳۹۵ و بهار ۱۳۹۶ انجام شد. بدین منظور در مجموع ۴۰ نمونه از میگوهای صید شده از هر ایستگاه تهیه گردید (مجموعاً ۱۲۰ نمونه)؛ به طوری که نمونه‌ها به صورت تازه از صیادان گرفته شده و پس از انجماد در کیسه‌های حاوی یخ به دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز ارسال گردید. تشخیص گونه‌ها بر اساس کلیدهای شناسایی و ویژگی‌های مورفومتریک و مرستیکی صورت گرفت (FAO, 2014) و بر این اساس مشخص شد که نمونه‌ها در ۴ گونه شامل میگوی سرتیز (*Metapenaeus affinis*)، خنجری (*Parapenaeopsis stylifera*)، سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) و موزی (*Fenneropenaeus merguensis*) تقسیم پذیر هستند.

- آماده سازی نمونه‌ها

جهت آماده سازی نمونه‌های دریافت شده نخست آن‌ها در آزمایشگاه بخش بهداشت آبزیان دانشکده دامپزشکی، شستشو و با نگهداری در یخچال به مدت ۶ ساعت یخ زدایی شدند. پس از شستشوی میگوها، از بندهای شکمی آن‌ها (که مورد استفاده خوراکی است) قطعاتی برداشته شده و در آن تنظیم شده با دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس به طور جداگانه جهت خشک شدن قرار گرفتند. سپس نمونه‌های خشک شده در هاون چینی به صورت پودر درآمدند و جهت سنجش شیمیایی به ازای هر گرم نمونه (خشک) ۱۰ میلی لیتر محلول اسیدی با نسبت حجمی ۷ به ۳ اسید نیتریک (خلوص ۶۵

درصد) به اسید پرکلریک (۷۰ درصد) اضافه شده و عملیات حمام ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت انجام گرفت. محلول‌های حاصل شده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ گذر داده شده و در نهایت با اسید نیتریک ۱۰ درصد به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانیده شدند (Türkmen *et al.*, 2009). نمونه‌های هضم و رقیق شده، جهت سنجش عناصر سنگین به آزمایشگاه مرکزی دانشکده ارسال شدند.

- سنجش فلزات سنگین

به منظور سنجش فلزات سنگین باقی مانده در بافت خوراکی میگوها شامل کادمیوم (Cd)، سرب (Pb)، روی (Zn)، نیکل (Ni) و کروم (Cr)، از دستگاه طیف بینی نشر اتمی (شرکت Shimadzu مدل AA-670) استفاده شده است. نخست محلول‌های استاندارد هر فلز با حداقل ۶ رقت معین به دستگاه تزریق و مقدار قرائت شده هر رقت معلوم گردید و بر این اساس، منحنی‌های کالیبراسیون ترسیم شد. پس از آن نمونه‌های آماده شده با غلظت نامشخص عناصر سنگین به دستگاه تزریق و بر حسب منحنی‌های رسم شده، غلظت هر یک تعیین شدند. غلظت حقیقی در وزن نمونه خشک از طریق معادله پیشنهادی سازمان منطقه‌ای حفاظت از محیط زیست دریایی (۲۰۰۵) حاصل شدند که مبتنی بر وزن خشک نمونه و حجم رقیق سازی است:

$$C = \frac{Gs \times V}{W}$$

که در آن C معادل غلظت عنصر در نمونه جامد بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم؛ Gs برابر است با غلظت عنصر در نمونه محلول (خوانده شده توسط دستگاه نشر اتمی)؛ V حجم رقت که در اینجا برابر است با ۲۵ میلی لیتر و W وزن خشک نمونه (۱ گرم).

- ارزیابی ریسک سلامت

به منظور ارزیابی ریسک سلامت این محصولات دریایی، شاخص خطر هدف (Target hazard quotient) به کار گرفته شد که با استفاده از معادله اصلاح شده ذیل قابل محاسبه می‌باشد (Chien *et al.*, 2002):

$$THQ = \frac{EFr \times EDt \times FIR \times C}{RfDo \times BW \times ATn}$$

که در آن (Exposure frequency) EFr یا تواتر مواجهه برابر گرفته شد با ۳۶۵ روز سال؛ EDt که دوره مواجهه (Exposure duration) را نشان می‌دهد و برابر با امید به زندگی مصرف کننده ایرانی معادل ۷۳/۵ سال در نظر گرفته شده است؛ FIR (Food ingestion rate) میزان مصرف میگو در منطقه مورد مطالعه (ایران) بر حسب گرم در روز، بر این اساس که سرانه مصرف غذاهای دریایی ۸/۵ کیلوگرم (در سال) و مصرف میگو حدود ۲۰ درصد این مقدار می‌باشد (Hakimemehr, 824/2011)؛ C میانگین غلظت (Concentration) باقی مانده عنصر سنگین در بافت خوراکی میگو (بر حسب میکروگرم بر گرم)؛ و در قسمت مخرج کسر این معادله نیز RfDo (Reference dose) دز مرجع که برای هر عنصر سمی متفاوت بوده و در جدول (۱) مقادیر آن

درج شده است؛ BW (Body weight) میانگین وزن بدن به تفکیک افراد بزرگسال (۱۸ سال به بالا) و کودکان (زیر ۱۸ سال) که برای جامعه ایرانی به ترتیب معادل ۷۰ و ۴۰ کیلوگرم در نظر گرفته شده است؛ و ATn (Average time for noncarcinogens) متوسط زمان (مواجهه) با مواد غیرسرطان زا است برابر با ۳۶۵ (روز) * ۷۳/۵ (سال).

شکل ساده شده معادله فوق، به عنوان میزان دریافت روزانه به شرح ذیل است (Shahri *et al.*, 2017):

$$DI = \frac{Cm \times IR}{BW}$$

DI (Daily intake) برابر با میزان دریافت روزانه عنصر سنگین از طریق مصرف میگو بر حسب میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز؛ Cm (Measured concentration) که نشانه میانگین غلظت اندازه‌گیری شده در بافت خوراکی میگو (بر حسب میکروگرم بر گرم)؛ IR (Ingestion rate) همان‌طور که اشاره شد میزان مصرف روزانه میگو در ایران برابر با ۴/۶۵ گرم در روز (جامعه هدف مصرف کنندگان ایرانی در نظر گرفته شده است)؛ و میانگین وزن بدن (BW) به تفکیک بزرگسالان و کودکان به ترتیب معادل ۷۰ و ۴۰ کیلوگرم.

جدول (۱) - مقدار دز مرجع بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز برای فلزات سنگین مختلف (USEPA, 2000; Chien *et al.*, 2002)

عنصر سنگین	کروم	سرب	روی	کادمیوم	نیکل
دز مرجع (RfDo)	4×10^{-2}	4×10^{-4}	3×10^{-1}	5×10^{-4}	3×10^{-4}

- آنالیز آماری

جهت مقایسه غلظت عناصر سنگین با مقادیر مندرج در رهنمودهای جهانی (WHO و FAO) از آزمون تی تک نمونه‌ای (One sample t-test) بهره گرفته شد. هم‌چنین مقادیر حاصل شده از ایستگاه‌ها (هرمز، جاسک و چابهار) و هم‌چنین گونه‌های مختلف، از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) و آزمون تعقیبی دانکن (Duncan) با یکدیگر مقایسه شدند. کلیه محاسبات آمار توصیفی و استنباطی در محیط SPSS 16.0 صورت گرفت.

یافته‌ها

- باقی‌مانده فلزات سنگین در میگوهای دریای عمان (آمار توصیفی)

نتایج حاصل از آمار توصیفی داده‌های تحقیق نشان داد که مقدار باقی‌مانده عناصر کروم، سرب، روی، کادمیوم و نیکل به ترتیب با میانگین‌های ۰/۳۶۲، ۰/۵۲۲، ۲/۶۱، ۰/۰۴۲ و ۰/۲۴۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک ثبت شدند (جدول ۲).

جدول (۲)- آمار توصیفی میزان فلزات سنگین سنجیده شده (بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک)

عنصر سنگین	شاخص‌های آماری				تعداد	میانگین
	بیشینه	کمینه	ضریب تغییرات	انحراف معیار		
کروم	۱/۸	۰/۰۱	۱۹۵	۰/۷۰۶	۱۲۰	۰/۳۶۲
سرب	۰/۱۵	۰/۰۱	۹/۹	۰/۰۵۲	۱۲۰	۰/۵۲۲
روی	۳/۹	۱/۹	۲۷/۵	۰/۷۱۸	۱۲۰	۲/۶۱
کادمیوم	۰/۰۸	۰/۰۲	۷۴/۷	۰/۰۳۱	۱۲۰	۰/۰۴۲
نیکل	۰/۴۸	۰/۰۱	۸۶/۵	۰/۲۱۲	۱۲۰	۰/۲۴۵

- مقایسه باقی‌مانده فلزات در گوشت میگوها با رهنمودهای جهانی

مقایسه مقادیر فلزات سنگین باقی‌مانده در گوشت میگوهای صید شده از سواحل شمالی دریای عمان با رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) نشان داد که

غلظت تمامی عناصر مورد سنجش به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$) کم‌تر از حد مجاز بوده (جدول ۳) و میگوهای صید شده از این منطقه، از نظر باقی‌مانده این عناصر سنگین از سلامت قابل قبولی برخوردار هستند.

جدول (۳) - نتایج مقایسه آماری میزان فلزات سنگین میگوهای دریای عمان با رهنمودهای جهانی

عصر	مقدار استاندارد (قسمت در میلیون)	تفاوت میانگین از استاندارد (قسمت در میلیون)	آماره t	df	P-Value	فاصله اطمینان (۰/۹۵) حد پایینی	حد بالایی
Cr (ppm)	۳۰ (FAO, 1983)	-۲۹/۶۳۸	-۱۰۲/۸۱	۱۱۹	۰/۰۰۰	-۳۰/۳۷۹	-۲۸/۸۹۷
Pb (ppm)	۰/۵ (WHO, 1989)	-۰/۴۴۷	-۲۰/۹۸۹	۱۱۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۰۲	-۰/۳۹۲
Zn (ppm)	۳۰ (FAO, 1983)	-۲۷/۳۹	-۹۳/۴۱۷	۱۱۹	۰/۰۰۰	-۲۸/۱۴۳	-۲۶/۶۳۶
Cd (ppm)	۰/۵ (WHO, 1989)	-۰/۴۵۸	-۳۵/۶۵۵	۱۱۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۹۱	-۰/۴۲۵
Ni (ppm)	۱۰ (FAO/WHO, 1989)	-۹/۷۵۴	-۱۱۲/۶۴	۱۱۹	۰/۰۰۰	-۹/۹۷۷	-۹/۵۳۲

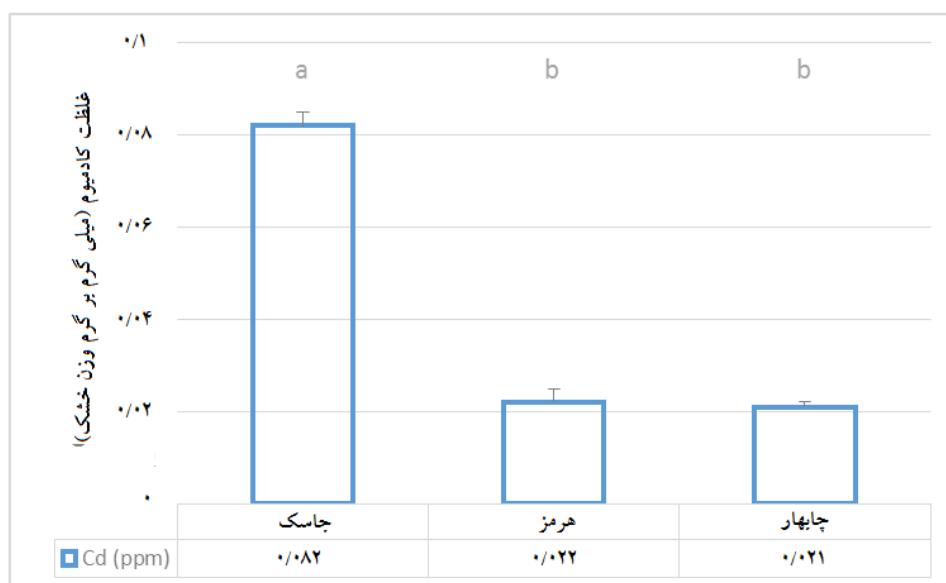
میگوهای صید شده از ایستگاه مختلف در سواحل شمالی دریای عمان (چابهار، جاسک و هرمز) در جدول (۴) نمایش داده شده است.

- مقایسه ایستگاهها از منظر آلودگی میگوها به فلزات سنگین
نتایج آنالیز واریانس باقی مانده فلزات سنگین شامل کروم، سرب، روی، کادمیوم و نیکل در گوشت

جدول (۴) - نتایج تحلیل واریانس باقی مانده فلزات سنگین در گوشت میگوهای صید شده از ایستگاههای مختلف

عصر سنگین	متغیر	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	سطح محاسبه شده (F)	سطح معنی دار (P)
کروم	بین گروهی	۰/۹۲۰	۲	۰/۴۶۰		
	درون گروهی	۱/۵۷۳	۱۱۷	۰/۵۲۴		
	کل	۲/۴۹۳	۱۱۹		۰/۸۷۷	۰/۵۰۱
سرب	بین گروهی	۰/۰۰۸	۲	۰/۰۰۴		
	درون گروهی	۰/۰۰۵	۱۱۷	۰/۰۰۲		
	کل	۰/۰۱۴	۱۱۹		۲/۴۳۱	۰/۲۳۶
روی	بین گروهی	۱/۰۹۷	۲	۰/۵۴۹		
	درون گروهی	۱/۴۸۲	۱۱۷	۰/۴۹۴		
	کل	۲/۵۷۹	۱۱۹		۱/۱۱۱	۰/۴۳۶
کادمیوم	بین گروهی	۰/۰۰۵	۲	۰/۰۰۲		
	درون گروهی	۰/۰۰۰	۱۱۷	۰/۰۰۰		
	کل	۰/۰۰۵	۱۱۹		۲۷۳/۵	۰/۰۰۰
نیکل	بین گروهی	۰/۱۲۳	۲	۰/۰۶۱		
	درون گروهی	۰/۱۰۲	۱۱۷	۰/۰۳۴		
	کل	۰/۲۲۵	۱۱۹		۱/۷۹۴	۰/۳۰۷

بر اساس جدول (۴)، یک تفاوت معنی دار بین ایستگاهها در فلز کادمیوم باقی مانده در گوشت میگو وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). اما اختلاف آماری بین ایستگاهها در مورد عناصر سنگین کروم، سرب، روی و نیکل معنی دار نبود.



نمودار (۱) - نتایج مقایسه میانگین‌های کادمیوم باقی مانده در گوشت میگوهای صید شده از ایستگاه‌های مختلف، a و b: اختلاف بین میانگین کادمیوم در ایستگاه‌های مختلف معنی دار می‌باشد ($P < 0/05$).

نمودار (۱) نتایج آزمون تعقیبی دانکن را در مورد فلز سنگین کادمیوم باقی مانده در گوشت میگوهای صید شده از ایستگاه‌های مختلف، نشان داده است.

به استناد نمودار (۱)، تفاوت آماری معنی دار بین غلظت کادمیوم در گوشت میگوهای صید شده از بندر جاسک (۰/۰۸ میکروگرم بر گرم) با میگوهای صید شده از تنگه هرمز (۰/۰۲۲ میکروگرم بر گرم) و خلیج چابهار (۰/۰۲۱ میکروگرم بر گرم) قابل مشاهده است.

اما تفاوت آماری بین میگوهای صید شده از دو ایستگاه اخیر، معنی دار نبود.

مقایسه گونه‌های میگو از منظر تجمع زیستی فلزات سنگین

آنالیز واریانس داده‌های تجمع زیستی فلزات سنگین در گونه‌های مختلف میگو (سفید سرتیز، خنجری، سفید هندی، موزی) که از سواحل شمالی دریای عمان صید شده‌اند، در جدول (۵) به صورت ذیل نشان داده شده است.

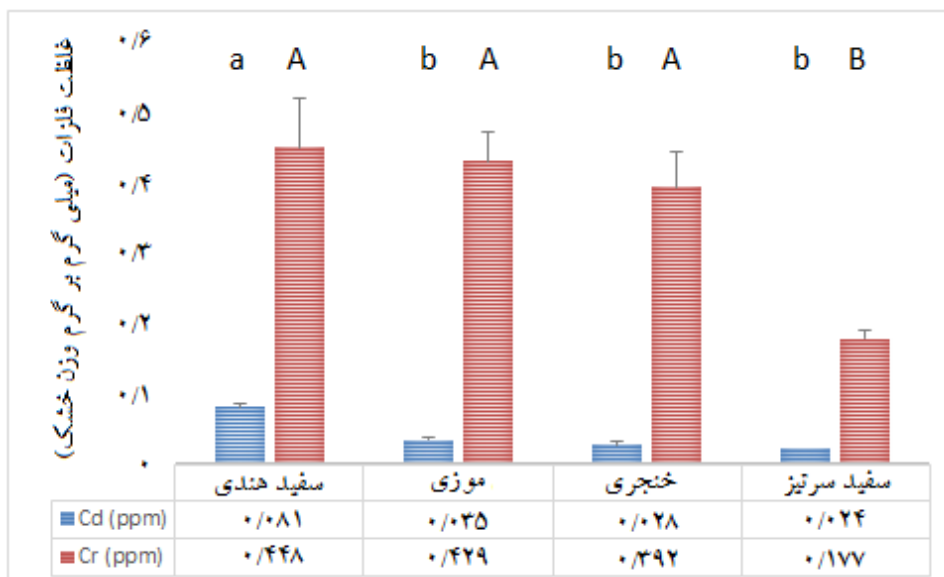
جدول (۵) - نتایج تحلیل واریانس یاقیمانده فلزات سنگین یاقیمانده در گوشت گونه‌های مختلف میگو

عنصر سنگین	متغیر	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	سطح محاسبه شده (F)	سطح معنی دار (P)
کروم	بین گروهی	۶/۵۲	۳	۱/۰۸		
	درون گروهی	۸/۶۳	۱۱۶	۲/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۴
	کل	۱۵/۱۵	۱۱۹			
سرب	بین گروهی	۰/۱۱۷	۳	۰/۰۳		
	درون گروهی	۰/۳۴۰	۱۱۶	۰/۰۴	۰/۹۱	۰/۴۸
	کل	۰/۴۵۷	۱۱۹			
روی	بین گروهی	۰/۰۸	۳	۰/۰۲		
	درون گروهی	۰/۲۵	۱۱۶	۰/۰۳	۰/۸۸	۰/۴۹
	کل	۰/۳۴	۱۱۹			
کادمیوم	بین گروهی	۳/۶۷	۳	۰/۴۶		
	درون گروهی	۴۳/۵۶	۱۱۶	۱۴/۵۲	۳۱/۶۸	/۰۰۰
	کل	۴۷/۲۳	۱۱۹			
نیکل	بین گروهی	۰/۳۲۵	۳	۰/۳۱		
	درون گروهی	۰/۱۸۹	۱۱۶	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۱۹
	کل	۰/۴۶	۱۱۹			

گونه‌های مختلف میگو حاکی از این بود که میگوی سفید هندی و سفید سرتیز به‌طور معنی‌داری به‌ترتیب دارای باقی‌مانده کادمیوم بیشتر و باقی‌مانده کروم کمتری نسبت به سایر گونه‌ها هستند ($P < 0/05$).

بر اساس جدول (۵)، در تجمع زیستی عناصر سنگین کروم (Cr) و کادمیوم (Cd) تفاوت معنی‌داری بین گونه‌های مختلف میگو وجود دارد ($P < 0/05$)، اما در مورد سایر فلزات چنین اختلاف آماری مشاهده نمی‌شود.

بدین ترتیب نتایج آزمون دانکن (نمودار ۲) برای فلزات سنگین کادمیوم و کروم باقی‌مانده در گوشت



نمودار (۲) - نتایج مقایسه میانگین‌های فلزات سنگین (کادمیوم و کروم) باقی‌مانده در گوشت گونه‌های مختلف میگو؛

a و b: اختلاف بین میانگین کادمیوم در گونه‌های میگو معنی‌دار می‌باشد ($P < 0/05$)، A و B: اختلاف بین میانگین کروم در گونه‌های میگو معنی‌دار است ($P < 0/05$)

دو فلز سنگین باشد که از مقدار شاخص بالاتری نسبت به کادمیوم ($5/6 \times 10^{-3}$ و $9/7 \times 10^{-3}$) برخوردار بودند. THQ کل برای بزرگسالان و کودکان به ترتیب برابر با ۰/۱۴۷ و ۰/۲۵۸ محاسبه گردید. مقدار دریافت روزانه (DI) عناصر فلزی مورد بررسی مجموعاً برابر با ۰/۲۵۱ و ۰/۴۳۹ میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز به ترتیب برای گروه‌های سنی بزرگسالان و کودکان به دست آمد (جدول ۶).

- ارزیابی خطر سلامت میگوهای سواحل شمالی دریای عمان

محاسبه شاخص خطر هدف (THQ) حاکی از این بود که بیش‌ترین مقدار این شاخص برابر با $8/7 \times 10^{-2}$ (بزرگسالان) و $1/5 \times 10^{-1}$ (کودکان) مربوط به فلز سرب بوده است. نیکل نیز از نظر ریسک بهداشتی با مقدار شاخص $5/4 \times 10^{-2}$ و $9/5 \times 10^{-2}$ به ترتیب برای بزرگسالان و کودکان، در مقام دوم ایستاد. بنا براین احتمال خطر ناشی از مصرف ممکن است متوجه این

جدول (۶) - نتایج ارزیابی ریسک سلامت میگوهای صید شده از دریای عمان نسبت به فلزات سنگین

واحد	دریافت روزانه (DI)	واحد	شاخص خطر هدف (THQ)	عنصر سنگین	گروه سنی
	$2/4 \times 10^{-2}$		$6/01 \times 10^{-4}$	کروم (Cr)	
	$3/4 \times 10^{-2}$		$8/7 \times 10^{-2}$	سرب (Pb)	
	$1/7 \times 10^{-1}$		$5/8 \times 10^{-4}$	روی (Zn)	بزرگسالان
	$2/8 \times 10^{-3}$		$5/6 \times 10^{-3}$	کادمیوم (Cd)	
	$1/6 \times 10^{-2}$		$5/4 \times 10^{-2}$	نیکل (Ni)	
	$2/51 \times 10^{-1}$		$1/48 \times 10^{-1}$	مجموع (Σ)	
	$4/2 \times 10^{-2}$	-	$1/05 \times 10^{-3}$	کروم (Cr)	
	$6/6 \times 10^{-2}$		$1/5 \times 10^{-1}$	سرب (Pb)	
	$3/03 \times 10^{-1}$		$1/01 \times 10^{-3}$	روی (Zn)	کودکان
	$4/8 \times 10^{-3}$		$9/7 \times 10^{-3}$	کادمیوم (Cd)	
	$2/8 \times 10^{-2}$		$9/5 \times 10^{-2}$	نیکل (Ni)	
	$4/39 \times 10^{-1}$		$2/58 \times 10^{-1}$	مجموع (Σ)	

Mg.g⁻¹ BW per Day

بحث و نتیجه گیری

تحقیق حاضر ارزیابی ریسک سلامت میگوهای صید شده از سواحل ایرانی دریای عمان را نسبت به باقی مانده فلزات سنگین را مورد نظر قرار داده است. بر این اساس غلظت این فلزات در بخش خوراکی (عضلات شکمی) این جانوران آبری مورد سنجش واقع شده و ریسک سلامت ناشی از مصرف انسانی آنها به وسیله دو شاخص شامل شاخص خطر هدف (THQ) و دریافت روزانه (DI) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از اندازه گیری و آنالیز شیمیایی عضله میگوها نشان داد که میانگین باقی مانده عناصر کروم، سرب، روی، کادمیوم و نیکل به ترتیب برابر $0/362$ ، $0/522$ ، $2/61$ ، $0/042$ و $0/245$ میکروگرم بر گرم وزن خشک بودند. بنابراین عناصر روی و کادمیوم به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را دارا بودند و این بخش از نتایج تشابه تامی با پژوهش انجام شده بر روی میگوی

سفید هندی خلیج فارس (بندر ماهشهر) با ارقام $33/2$ و $0/405$ میکروگرم بر گرم وزن خشک به ترتیب برای روی و کادمیوم (Poorbagher *et al.*, 2014)، داشت. گرچه میزان فلزات نام برده برای اولی ۱۵ برابر و برای دومی ۱۰ برابر مقادیر حاصل شده در مورد میگوهای دریای عمان بودند که با توجه به اکوسیستم کاملاً متفاوت نواحی مورد بررسی و به ویژه نیمه بسته بودن خلیج فارس در نتیجه آلودگی بیشتر آن نسبت به دریای عمان (Movahhed *et al.*, 2013) دور از ذهن نمی باشد. مقادیر مربوط به فلزات سرب و کادمیوم سازگاری بالایی با نتایج سایر تحقیقات داشت؛ به طوری که مقدار این دو فلز در گوشت میگوی سفید هندی منطقه چابهار به ترتیب برابر با $0/153$ و $0/005$ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (Salaramoli *et al.*, 2012). اینکه کادمیوم میزان تجمع زیستی کمتری داشته نشان دهنده این است که در رسوبات زیستگاه

سلامت مصرف کنندگان به ویژه گروه‌های حساس نظیر مادران باردار و شیرده گردد. هم‌چنین در راستای نتایج تحقیق اخیر، اعلام شده که میگوی سفید هندی موجود در بازار شهر شیراز، دارای غلظت بالای فلزات سنگین مختلف شامل کادمیوم، نیکل، سرب و وانادیوم بوده که بالاتر از میزان حد مجاز استانداردهای WHO و FAO هستند (Kargar *et al.*, 2013; Cheraghi *et al.*, 2014). از نتایج این پژوهش‌ها و مقایسه با نتایج تحقیق پیش‌رو، می‌توان اینگونه استنباط کرد که میگوهای زیست‌مند در سواحل شمالی خلیج فارس (وحشی و پرورشی) با توجه به وجود آلودگی نفتی در منطقه ممکن است ریسک سلامت بالاتری در مصرف انسانی نسبت به میگوهای سواحل شمالی دریای عمان داشته باشند؛ این مسئله به‌ویژه در مورد فلزاتی نظیر نیکل، وانادیوم و سرب که در ترکیبات نفتی وجود دارند (Shamsizadeh *et al.*, 2016) افزایش می‌یابد.

به استناد نتایج تحقیق حاضر، میزان باقی‌مانده فلزات کروم، سرب، روی و نیکل در گوشت میگوهای صید شده از مناطق چابهار، جاسک و هرمز، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار با یکدیگر بوده است. اما تفاوت آماری معنی‌دار ($P < 0/05$) بین غلظت کادمیوم در گوشت میگوهای صید شده از بندر جاسک ($0/08$ میکروگرم بر گرم) با میگوهای صید شده از تنگه هرمز ($0/22$ میکروگرم بر گرم) و خلیج چابهار ($0/21$ میکروگرم بر گرم) قابل مشاهده است. به‌عبارت دیگر میگوهای بندر جاسک مقادیر بیشتری کادمیوم را در بدن خود ذخیره نموده‌اند و در واقع به دلیل بیشتر بودن این فلز در منطقه اشاره شده، این جانوران قابلیت تبدیل زیستی (Biotransformation) و دفع (Excretion) کمتری (de

میگوها نیز میزان کادمیوم بسیار اندک است زیرا با توجه به نرخ جذب بالای این فلز نسبت به متالوتیونین همولنف، در صورت بالا بودن میزان این فلز در محیط زیست مقدار تجمع یافته افزایش خواهد یافت (Ehsani *et al.*, 2015).

مقایسه مقادیر فلزات سنگین باقی‌مانده در گوشت میگوهای صید شده از سواحل شمالی دریای عمان با رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) نشان داد که غلظت تمامی عناصر مورد سنجش در محدوده مجاز قرار داشته و میگوهای صید شده از این منطقه، از نظر باقی‌مانده این عناصر سنگین از سلامت قابل قبولی برخوردار هستند. این تحقیق با یافته‌های تحقیقی که بر روی میزان عناصر سنگین باقی‌مانده در گوشت میگوهای پرورشی (Movahhed *et al.*, 2013) و حاصل از صید روزانه میگوی موزی (Sheybanifar and Mirsanjari, 2015) انجام شد، توافق داشت. به‌علاوه، تحقیقی نشان داد که غلظت فلزات سنگین (از جمله جیوه) در میگوی سفید هندی و وانامی پرورشی در سواحل جنوبی ایران در محدوده مجاز سازمان‌های جهانی مختلف بوده و مصرف آن نمی‌تواند مشکلات بهداشتی برای مصرف کنندگان ایجاد نماید (Ahmadi *et al.*, 2013). گرچه به‌صورت متناقضی در سایر گزارش‌ها، ذکر شده که میزان باقی‌مانده جیوه در گونه وانامی نزدیک به آستانه مجاز بوده و میزان فلز نیکل نیز فراتر از حد قابل قبول است، بنابر این مصرف مکرر و بلند مدت میگوهای منطقه ماهشهر (Khoramabadi *et al.*, 2014) و بوشهر (Poorbagher *et al.*, 2014) می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی برای

نمونه میگوی سفید هندی به‌عنوان یک گونه مهاجر (Wandering) بسترهای لجنی را نسبت به سواحل شنی ترجیح می‌دهد (Pillai, 2015)، با توجه به تجمع بیشتر آلاینده‌ها در این نوع بسترها در معرض آلودگی و تجمع زیستی بیشتری قرار می‌گیرد. به‌علاوه نرخ جذب عناصر فلزی در بدن میگوهای زیست‌مند در این بسترها که وابسته به الگوهای دز-پاسخ است، تحت تأثیر ویژگی‌های مکانی زیستگاه‌هاست (Nascimento *et al.*, 2017). از نقطه نظر تفاوت فصلی، باقی‌مانده عناصر سنگین در بدن میگوهای منطقه مورد مطالعه در فصل بهار بیش از زمستان مشاهده گردید. این مسئله می‌تواند ناشی از این باشد که در فصل زمستان سکون بیشتری در زیستگاه‌های آبی وجود داشته و گردش‌های بهاری آغاز نشده است، بنابراین ته‌نشست حاوی فلزات امکان ورود کمتری به ستون آب خواهد داشت (Olmedo *et al.*, 2003).

شاخص خطر هدف (THQ) برای نخستین بار توسط آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده آمریکا مورد استفاده قرار گرفت و هم‌اکنون به‌صورت گسترده‌ای به‌منظور ارزیابی ریسک سلامت مواد غذایی به‌ویژه غذاهای دریایی نسبت به آلاینده‌های محیطی، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (USEPA, 2000). نتایج تحقیق نشان از این داشت که سرب و سپس نیکل به‌ترتیب با مقادیر $8/7 \times 10^{-2}$ (بزرگسالان)، $1/5 \times 10^{-1}$ (کودکان) و $5/4 \times 10^{-2}$ (بزرگسالان) و $9/5 \times 10^{-2}$ (کودکان) بیشتر کمیت را در میان فلزات سنگین مورد سنجش، کسب نمودند. حد آستانه خطر نسبت به مصرف یک ماده غذایی در واقع مرز عدد ۱ در محاسبه شاخص THQ است. با توجه به این‌که میگوهای صید

میگوهای دو منطقه دیگر داشته‌اند. هرچند باید این را در نظر داشت که در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه، باقی‌مانده فلزات سنگین مختلف در حد مجاز رهنمودهای جهانی بوده‌اند. در تحقیق مشابهی که پیشتر در مورد وضعیت آلودگی فلزی میگوهای تنگه هرمز صورت گرفته بود، نیز مقدار باقی‌مانده عنصر کروم در ناحیه جاسک بیشتر از سایر مناطق سنجیده شد (Gholamhosseini *et al.*, 2017). بنابر این به‌نظر می‌رسد توسعه منطقه جاسک از طریق حمل و نقل دریایی کشتی‌ها و نفت‌کش‌ها، بتواند بر روی وضعیت آلودگی این منطقه اثرگذار باشد.

پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که تفاوت‌های بین گونه‌ای بر تجمع زیستی فلزات سنگین مؤثر است (Cheung and Wong, 2006; Metian *et al.*, 2010). به طوری که میگوی سرتیز وحشی سواحل بوشهر نسبت به میگوی وانامی همین منطقه از تجمع فلزات روی، مس و کادمیوم بیشتری برخوردار بود (Ehsani and Romiani, 2014). مقادیر باقی‌مانده فلزات سنگین مختلف در بدن میگوی سفید هندی نیز بیشتر از میگوهای ببری سبز و پا سفید غربی (وانامی) بوده است (Poorbagher *et al.*, 2014). این نتایج مطابقت زیادی با یافته‌های پیش رو دارد؛ به طوری میگوی سفید هندی به‌طور معنی‌داری دارای باقی‌مانده کادمیوم بیشتر و میگوی سفید سرتیز به‌طور معنی‌داری دارای باقی‌مانده کروم کمتر، نسبت به سایر گونه‌ها (خنجری و موزی) هستند. به‌نظر می‌رسد که این تفاوت‌های گونه‌ای می‌تواند ناشی از اکومورفوتیپ هر گونه باشد (Ghasemzadeh *et al.*, 2014)، به طوری که برای

است، با مصرف مداوم و حتی روزانه میگوهای صید شده از این منطقه خطری متوجه مصرف کنندگان نخواهد بود. بنابراین با توجه به کیفیت بالای مواد مغذی موجود در میگوها و سایر آبزیان دریایی مصرف آن‌ها با اطمینان از اینکه از چه منطقه‌ای به دست آمده‌اند، توصیه می‌شود. هم‌چنین به نظر می‌رسد که بندر جاسک به‌عنوان یک منطقه راهبردی که از نظر تجاری نیز در برنامه‌های توسعه مورد توجه است، مستعد آلودگی به فلزات سنگین بوده و در پی آن تجمع زیستی در آبزیان دریایی و زیست‌مندان ساحلی قابل پیش بینی است؛ پس لازم است پیش از هر اقدامی با محوریت توسعه منطقه، ارزیابی‌های زیست محیطی لازم با رعایت استانداردهای علمی صورت گیرد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

شده از سواحل عمان همگی فاصله زیادی تا ۱ دارند، بنابراین از نظر این شاخص، سلامت این غذای دریایی مورد تأیید قرار می‌گیرد. THQ کل آلاینده‌های مورد بررسی در تحقیق پیش رو برای بزرگسالان و کودکان به ترتیب برابر با ۰/۱۴۷ و ۰/۲۵۸ محاسبه گردید و نشان دهنده این است که با توجه به جثه کوچکتر و وزن کمتر کودکان (زیر ۱۸ سال) در مقایسه با بزرگسالان خطر بیشتری آن‌ها را تهدید نموده و از حساسیت بالاتری برخوردار هستند. گرچه میزان کل این شاخص نیز کمتر از ۱ بوده خطر قابل تشخیصی متوجه مصرف کنندگان نخواهد بود. به علاوه، مقدار دریافت روزانه (DI) عناصر فلزی مورد بررسی مجموعاً برابر با ۰/۲۵۱ و ۰/۴۳۹ میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز به ترتیب برای گروه‌های سنی بزرگسالان و کودکان به دست آمد. به‌عنوان یک نتیجه‌گیری، با توجه به این‌که کلیه فلزات سنگین مورد سنجش در تحقیق حاضر در محدوده مجاز رهنمودهای جهانی (WHO و FAO) قرار گرفته‌اند و هم‌چنین شاخص THQ کل برای گروه‌های سنی کودکان و بزرگسالان کمتر از ۱ بوده

منابع

- Ahmadi Kordestani, Z., Hamidian, A., Hosseini, S.V. and Ashrafi, S. (2013). Risk assessment of mercury due to consumption of edible aquatic species. *Journal of Marine Biology*, 5 (17): 63-70. [In Persian]
- Bozorgnia, A., Barzaegar, M., Mahdipour, M., Ebrahimzadeh Mosavi, H., Taheri Mirghaed, A., Moeini Jazani, M. (2015). Assessment of heavy metals cooper and zinc concentration in muscle of the giant freshwater prawn and histopathological changes of gills and hepatopancreas. *Journal of Animal Biology*, 7(4): 1-10. [In Persian]
- Cheraghi, M., Kargar, A., Lorestani, B., Tabiee, O. (2014). Determination of cadmium, nickel, lead and vanadium concentrations in white Indian prawn sold in Shiraz town. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 16(4): 54-61. [In Persian]
- Cheung, K.C., Wong, M. H. (2006). Risk assessment of heavy metal contamination in shrimp farming in Mai Po Nature Reserve, Hong Kong. *Environmental Geochemistry and Health*, 28(1-2): 27-36.

- Chien, L.C., Hung, T.C., Choang, K.Y., Yeh, C.Y., Meng, P.J., Shieh, M.J., *et al.* (2002). Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for fishermen in Taiwan. *The Science of the Total Environment*, 285: 177-185.
- de Mora, S., Fowler, S.W., Wyse, E., Azemard, S. (2004). Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman, *Marine Pollution Bulletin*, 49: 410-424.
- Ehsani, J., Romiani, L. (2014). Comparison of heavy metals (zinc, copper, cadmium and lead) concentration in integument and muscle of *Metapenaeus affinis* and *Fenneropenaeus indicus* captured from Northwest of Persian Gulf. *Journal of Marine Science and Technology*, 6(21): 51-58. [In Persian]
- Ehsani, J., Romiani, L., Gheyhani, A. (2015). Assessment of bioconcentration of heavy metals (zinc, copper, cadmium and lead) in Bahraikan's white Indian prawn, Northwest of Persian Gulf. *Journal of Marine Science and Technology*, 14(2): 85-95. [In Persian]
- Food and Agricultural Organization of the United Nations, (1983). Compilation of legal limits for hazardous substance in fish and fishery products. FAO No. 464.
- Food and Agricultural Organization/ World Health Organization, (1989). Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium. FAO/WHO No. 505.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2014). Species Fact Sheets. FAO (Fisheries and Aquaculture Department) No. 123.
- Ghasemzadeh, S., Rahmani, A., Taghdiri, M., Kusaj, N. (2014). Comparison of cadmium concentration in muscle of *Metapenaeus affinis* captured from some Hormozgan's ports and its impact. 2nd Intergrated Conference of Environment, Energy and Biological defense. Tehran, Iran.
- Gholamhosseini, A., Akbari, P., Ali, M., Soltanian, S., Taghadosi, Fereidouni, M.S. (2017). A study on levels of heavy metals (Fe, Pb and Cr) in Muscle of *Fenneropenaeus indicus* in Jask and Strait of Hormuz. *Veterinary Researches and Biological Products*, 117: 241-247. [In Persian]
- Habibi, S., Safahieh, A.R., Pasha Zenousi, H. (2012). Determination of the contamination level of coastal sediments of Bushehr Province relative to heavy metals (Cu, Pb, Ni, Cd). *Journal of Marine Science and Technology*, 11(4): 84-95. [In Persian]
- Hakimemehr, (2011). Glancing on the per capita consumption of aquatics in Iran/ Per capita consumption of world 18.5 kilograms; Iran 8.5 kilograms. Date of release: 5th March 2012. Accessible at: <http://www.hakimemehr.ir/fa/news/8428>. [In Persian]
- Kadhum, S.A., Ishak, M. Y., Zulkifli, S. Z., Hashim, R. B. (2015). Evaluation of the status and distributions of heavy metal pollution in surface sediments of the Langat River Basin in Selangor Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 101: 391-396.
- Kamal, T., Asad Khan Tanoli, M., Mumtaz, M., Ali, N. and Ayub, S. (2015). Bioconcentration potential studies of heavy metals in *Fenneropenaeus penicillatus* (jaira or red tail shrimp) along the Littoral States of Karachi City. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 11: 611-618.
- Kargar, A., Tabiee, O., Cheraghi, M., Lorestani, B. (2013). A comparative study of Vanadium and Nickel levels in muscles of male and female Indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*) in market Shiraz in 2011. *Journal of Food Hygiene*, 3(10): 71-85. [In Persian]
- Khoramabadi, A., Alizadeh doughikollae, E., Mohammadi, M., Eynollahi, F. (2013). Survey Heavy metals concentration (Cu, Zn and Ni) of muscle tissue of *Litopenaeus vannamei* in farms of Bushehr province. *Journal of Marine Science and Technology*, 12(3): 45-56. [In Persian]
- Low, K.H., Zain, Sh. Md., Abas, M.R.K., Salleh, Md., Teo, Y.Y. (2015). Distribution and health risk assessment of trace metals in freshwater tilapia from three different aquaculture sites in Jebebu Region (Malaysia). *Food Chemistry*, 177: 390-396.
- Metian, M., Hédouin, L., Eltayeb, M. M., Lacoue-Labarthe, T., Teyssié, J. L., Mugnier, C., *et al.* (2010). Metal and metalloid bioaccumulation in the Pacific blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*

- (Stimpson) from New Caledonia: Laboratory and field studies Marine Pollution Bulletin, 61 (7-12): 576-584. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.06.035>.
- Movahhed, A., Dehghan, A., Haji Hosseini, R., Akbarzadeh, S., Zendejboudi, A.A., Nafisi Behabadi, M.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 Southern Medical Journal. 16(2): 100-109. [In Persian]
 - Nami, M.H., Mohammadpour, A. (2011). Political Geography and Legal System of Iranian waters. 1st edition, Green Olive (Sehre) Publishing, Tehran, pp. 98-103. [In Persian]
 - Nascimento, J. R., Sabadini-Santos, E., Carvalho, C., Keunecke, K. A., César, R., Bidone, E. D. (2017). Bioaccumulation of heavy metals by shrimp (*Litopenaeus schmitti*): A dose-response approach for coastal resources management. Marine Pollution Bulletin, 114(2): 1007-1013.
 - Olmedo, P., Pla, A., Hernandez, A. F., Barbier, F., Ayouni, L., Gill, F. (2013). Determination of toxic elements (mercury, cadmium, lead, tin and arsenic) in fish and shellfish samples. Risk assessment for the consumers. Environment International, 59: 63-72.
 - Pillai, L.S. (2015). Taxonomy and identification of commercially important crustaceans of India. CMFRI-Kochi Press. pp. 130-141.
 - Poorbagher, H., Hosseini, S., Khorasani, N., Hosseini, S., Delfie, P. (2014). Amounts of heavy metals in white Indian prawn (*Fenneropenaeus indicus*) muscle. Fisheries Journal, 67(1): 13-24. [In Persian]
 - Regional organization for the protection of the marine environment. (2005). Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analysis Method (MOOPAM), Kuwait.
 - Salaramoli, J., Salamat, N., Razavilar, V., Najafpour, S., Aliesfahani, T. (2012). A quantitative analysis of lead, mercury and cadmium intake by three commercial aquatics, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum) and *Fenneropenaeus indicus*. World Applied Science Journal, 16(4): 583-8.
 - Shahri, E., Khorasani, N., Noori, G., Kord Mostafapour, F., Velayatzadeh, M. (2017). Comparison of heavy metals concentration (Nickel, Lead, Cadmium and Zinc) in muscle of *Otolithes ruber*, *Parastromateus niger*, *Scomberomorus commerson* and *Sphyræna jello* from Chabahar area. Journal of Food Hygiene, 1(26): 43-58. [In Persian]
 - Shamsizadeh, A., Emtiazjoo, M., Sadeghi, M. S., Rabbani, M. (2016). Comparative essay of lead and nickel amounts in *Litopenaeus vanammei* in the vicinity of crude oil and two dispersant. Marine Science and Technology Research, 11(1), 30-40. [In Persian]
 - Sheybanifar, F., Mirsanjari, M.M. (2015). A Survey of Heavy Metal Concentration in Muscle of Banana Shrimp based on World Health Standards. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 25(121): 363-367. [In Persian]
 - Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Töre, Y., Ates, A. (2009). Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean seas. Food Chemistry, 113: 233-237.
 - United States Environment Protection Agency, (2000). Risk-based concentration table. USEPA No. 25.
 - Usero, J., Morillo, J., Gracia, I. (2005). Heavy metal concentrations in molluscs from the Atlantic coast of southern Spain. Chemosphere, 59: 1175-1181.
 - World Health Organization, (1989). Heavy metals-environmental aspects, Environment Health Criteria. WHO No. 85.

Health risk assessment of some toxic trace metals in captured shrimps from the northern coasts of Oman Sea

Gholamhosseini A.¹, Shiry N.^{2*}, Soltanian S.³, Ali M.²

1. Assistant Professor, Department of Clinical Sciences, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Ph.D Student of Aquatic Health, Department of Clinical Sciences, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran
3. Associate Professor, Department of Clinical Sciences, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran

*Corresponding Author E. mail: nima.shiry@gmail.com

(Received: 2018/1/1 Accepted: 2018/5/22)

Abstract

Heavy metals contamination is one of the most serious problems around the world and regarding increasing trend of the tendency than seafood consuming in Iran, assurance to the health of this food would be important for consumers. Accordingly, the present study has been done in order to an assessment of some toxic metals concentration in the captured shrimps from the northern coasts of Oman Sea and investigating of their health risk for the eaters. So, 40 samples were prepared at two times from each station (Hormoz, Jask, and Chabahar) and were transported to the laboratory. Preparing of their edible parts and measuring of heavy metals (Cr, Pb, Zn, Cd, and Ni) have been accomplished via wet digestion method and atomic emission spectroscopy (AES), respectively. Results showed that a significant difference between cadmium concentrations of shrimps captured from Jask port ($0.08 \mu\text{g.g}^{-1}$) with Strait of Hormuz ($0.022 \mu\text{g.g}^{-1}$) and Chabahar Bay ($0.021 \mu\text{g.g}^{-1}$) samples has been observed ($P < 0.05$). Also, white Indian shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) had significantly more residuals of cadmium ($0.448 \mu\text{g.g}^{-1}$) than other species including Jinga (*Metapenaeus affinis*), kiddi (*Parapenaeopsis stylifera*), and banana shrimp (*F. merguensis*) ($P < 0.05$). According to all of the measured metals were placed in allowable range of WHO and FAO standards, and total THQ for Children (0.258) and adults (0.147) were less than 1, consumers couldn't be prone through continuous and even daily consumption of the captured shrimps from this area.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Marine shrimp, Heavy metals, Health risk, Target hazard quotient (THQ), Oman Sea