ارزیابی ریسک خطر فلزات سنگین برای مصرف‌کنندگان میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*)

مهران لقمانی*[۱] ، سلیم شریفیان[۲]

*Loghmani.mehran@gmail.com

۱-گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی،دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
۲-گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

لغات کلیدی: فلزات سنگین، ارزیابی خطر، مصرف‌کننده ، میگوی سفید هندی

مقدمه

فلزات سنگین ممکن است در بدن موجودات آبزی از جمله ماهیان تجمع یابند و خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم و موجودات زنده محسوب شوند. در بین موجودات آبزی میگو یکی از با ارزش‌ترین گونه‌هاست و استفاده از آن به عنوان غذا، همواره در نقاط مختلف جهان بویژه در میان ساحل نشینان مناطق گرمسیری مرسوم بوده است (Sharifian *et al*., 2019). میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) گونه‌ای از میگوهای خانواده پنائیده است که بیشتر در اقیانوس هند، سواحل شرقی آفریقا تا هند و سریلانکا، ماداگاسکار و دریای سرخ پراکنش دارد (Henry *et al*., 2019). این گونه نقش مهمی در زنجیره غذایی و تأمین پروتئین جوامع بومی بر عهده دارد. با توجه به آلودگی روزافزون محیط‌های دریایی، این آبزی (و استفاده از آن به عنوان یک غذای دریایی) همانند سایر موجودات دریایی همواره در معرض آلودگی زیست محیطی فلزات سنگین قرار داشته‌اند. از آن‌جایی که فلزات سنگین جزء آلاینده‌های پایدارند و طی زنجیره غذایی با بزرگنمایی زیستی مواجه می‌گردند، اندازه‌گیری آنها به عنوان یک عامل خطر برای سلامتی انسان و محیط زیست، همواره مورد توجه بوده است (Mortazavi and Sharifian, 2011). تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه بررسی فلزات سنگین در رسوبات و گونه‌های ماهی و سایر آبزیان خلیج فارس و دریای عمان انجام شده است (Saei-Niri *et al*., 2015; Dehkordi *et al*., 2010 ; Mortazavi and Sharifian, 2011). در این مطالعات با بررسی میزان غلظت انواع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف آبزی ریسک خطر مصرف گزارش گردید. با این وجود اطلاعات اندکی از ارزیابی میزان خطر احتمالی ناشی از مصرف روزانه غذاهای دریایی با توجه غلظت فلزات سنگین تجمع یافته در آنها وجود دارد (Solgi *et al*., 2018). بنابراین، باتوجه به اهمیت گونه مورد مطالعه در تامین بخشی از پروتئین موردنیاز مردم به خصوص بومیان منطقه و عدم انجام مطالعات کافی در

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.1.16.4]

خصوص اطمینان از سلامت مصرف این آبزی باتوجه به غلظت فلزات تجمع یافته در بافت عضله در این تحقیق برآورد خطر ناشی از تجمع فلزات سنگین مس، آهن، سرب، کادمیوم، قلع، آرسنیک و جیوه برای مصرف کنندگان میگوی سفید هندی مطالعه گردیده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۱۸۰ عدد میگو از مناطق صیادی کنارک (۲۵ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی)، اسکله بریس (۲۵ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی) و اسکله گواتر (۲۵ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی) در بازه‌ی زمانی صید (مهرماه لغایت آذرماه) سال ۱۳۹۶ تهیه گردید. میانگین طول و وزن میگوها بترتیب برابر با ۸/۹۸ سانتی‌متر و ۱۸/۳۳گرم بود. از بافت عضله میگوها برای اندازه‌گیری فلزات مس، روی، قلع، آرسنیک، سرب، کادمیوم و جیوه استفاده گردید. از اینرو، بافت‌ها برای خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. مراحل هضم نمونه ها طبق دستورالعمل MOOPAM انجام گردید (MOOPAM, 2010). اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آماده‌سازی شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Konic, Novaa 300) انجام گردید. برای برآورد میزان ورود روزانه (EDI)[1] فلز به بدن مصرف‌کنندگان از میزان متوسط تجمع فلزهای مطالعه شده (میلی‌گرم/ گرم وزن خشک) در عضله میگو استفاده شده است. بدین منظور از رابطه ذیل استفاده گردید (Saha and Zaman, 2013):

تخمین میزان ورود روزانه= (دوره در معرض× کل مدت در معرض × نرخ هضم غذا × غلظت فلز/ میانگین وزن فرد بالغ × مدت زمان اثر برای یک فلز غیر سرطان زا)

در رابطه بالا دوره در معرض بودن ۳۶۵ روز در سال، کل مدت در معرض بودن ۷۰ سال، و وزن یک فرد بالغ ایرانی ۷۰ کیلوگرم در نظر گرفته شده است (Niri *et al.*, 2015). مدت زمان اثر برای یک فلز غیر سرطان زا به صورت ۳۶۵ روز در سال × تعداد سال‌های در معرض (فرض ۷۰ سال) محاسبه شده است. برای محاسبه نرخ هضم غذا از آمار ارائه شده توسط شیلات (استان هرمزگان) استفاده و به صورت گرم در روز در نظر گرفته شده است. برای تخمین میزان خطر در مصرف کننده (THQ)[2] از روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA, 2000[3]) به صورت رابطه ذیل استفاده شد:

تخمین میزان خطر در مصرف کننده= (تخمین میزان ورود روزانه/ دوز مرجع)

با توجه به دستورالعمل‌های USEPA، در این مطالعه فرض شده است که دوز مصرفی از ماده شیمیایی برابر با دوز جذب شده است و پختن اثری بر میزان غلظت فلز ندارد. به طور کلی، دو راه برای تخمین میزان خطر فلزات سنگین برای مصرف کننده وجود دارد که اولی اثرات ناشی از مواد سرطان زا[4] و دومی اثرات ناشی از مواد غیر سرطان زا[5] می‌باشد. میزان خطر در مواد غیرسرطان زا به صورت THQ (میزان خطر در مصرف کننده) تعریف شده است که نسبت بین در معرض فلز بودن و دوز مرجع[6] می‌باشد. بنابراین، THQ پایین‌تر از ۱ بدان معناست که میزان در معرض بودن کمتر از دوز مرجع بود و مصرف روزانه محصولات غذایی با این سطح از فلز هیچگونه اثرات زیانباری را طی دوران زندگی فرد بدنبال نخواهد داشت

[1] The estimated daily intake

[2] Target Hazard Quotient (THQ)
[3] United State Environmental Protection Agency (USEPA)
[4] Carcinogenic
[5] Non-carcinogenic
[6] Reference dose

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.1.16.4]

(USEPA,1989). برای بررسی مجموع میزان خطر در مصرف کنندگان از فرضیه اثرات تجمعی سمیت ناشی از چند فلز سنگین یا سایر مواد سمی که Saha و همکاران (۲۰۱۶) آن را ارائه نمودند، استفاده گردید:

تخمین مجموع میزان خطر = (میزان خطر فلز ۱)+ (میزان خطر فلز ۲)+...+ (میزان خطر فلز n)

مقادیر عددی بالاتر مجموع میزان خطر بیانگر خطر بیشتر می‌باشد. تخمین مجموع میزان خطر بالاتر از ۱، نشان-دهنده پتانسیل ایجاد اثرات منفی بر سلامت انسان است و نشان می‌دهد که ایجاد این سطح از خطر نیازمند تحقیقات یا اقدامات درمانی می‌باشد (Saha *et al*., 2016).

نتایج

میانگین و انحراف معیار میزان تجمع فلزات آرسنیک، کادمیوم، سرب، مس، قلع، آهن و جیوه در بافت خوراکی میگوی سفید هندی صید شده از سواحل چابهار در نمودار ۱ نشان داده شده است. در میان فلزات مختلف آهن با ۲/۷۲ میکروگرم/ گرم بیش‌ترین و جیوه با ۰/۰۱ دارای کمترین میزان تجمع بود ($P< 0.05$). ترتیب تجمع در بافت خوراکی میگو به صورت Fe >Cu >Sn > As > Pb > Cd > Hg بود. در جدول ۱ مقایسه‌ای میان غلظت فلزات در مطالعه حاضر با برخی از استانداردهای جهانی صورت گرفته است که بر این اساس مقادیر ثبت شده در عضله میگوی سفید هندی در مطالعه حاضر از حد مجاز استانداردهای جهانی پایین تر می‌باشند.

تخمین میزان مصرف روزانه فلزات مختلف با فرض سرانه مصرف ۴/۹۸ کیلوگرم میگو در سال در بدن مصرف‌کنندگان بزرگسال با وزن متوسط ۷۰ کیلوگرم (USEPA,2000) در شکل ۲ نشان داده شده است. بالاترین میزان ورود روزانه (میکروگرم/ کیلوگرم فرد/ روز) به میزان ۰/۵۳۱ در فلز آهن و کمترین میزان آن برای جیوه ۰/۰۰۲ ثبت گردید. تخمین میزان خطر ناشی از فلزات آرسنیک، کادمیوم، سرب، مس، قلع، آهن و جیوه در مصرف کنندگان میگو در شکل ۳ نشان داده شده است. بالاترین تخمین میزان خطر ناشی از فلز آرسنیک و به میزان ۰/۲۰ بود، هنگامی که کم‌ترین میزان خطر به میزان ۰/۰۰۰۶ ناشی از فلز قلع بدست آمد.

بحث

مطالعات متعدد پیشین نشان داده است که غلظت‌های متفاوتی از فلزات مختلف در بدن جانداران دریایی تجمع می‌یابد که میزان آن با توجه به نوع فلز، غلظت فلز در آب، مدت در معرض بودن جاندار و عوامل محیطی از قبیل شوری، pH، سختی و درجه حرارت آب می‌تواند متفاوت باشد (La Collaa *et al*., 2018). در مطالعه حاضر، غلظت فلز آهن در مقایسه با سایر فلزات در بافت خوراکی میگو بالاتر بود. از آنجایی که این فلز جزء فلزات ضروری بوده و وجود آن برای رشد و متابولیسم لازم است، بنابراین، دور از انتظار نیست که میزان آن در مقایسه با سایر فلزات بالاتر باشد (Mitra *et al*., 2012) (شکل ۱).

میزان تخمین میزان خطر برای تمامی فلزات و نیز مجموع میزان خطر (TTHQ) از ۱ کمتر بود. طی سال‌های اخیر بررسی و توجه به میزان آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها بشدت مورد توجه نهادهای بهداشتی بین المللی و پژوهشگران بوده است. بر اساس دستورالعمل‌های سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (USEPA) و با توجه به نحوه محاسبه میزان خطر، تخمین پایین‌تر از ۱ بدان معناست که میزان در معرض بودن کمتر از میزان مرجع بوده و مصرف روزانه محصول یا غذای مورد بررسی (با سطح اندازه‌گیری شده از فلز) هیچگونه اثرات سوء و زیانباری را طی دوران زندگی فرد بدنبال نخواهد داشت (USEPA, 2000). Alipour و همکاران (۲۰۱۵) تخمین میزان خطر فلزات سرب و کادمیوم ناشی از مصرف ماهی کُلمه در تالاب میانکاله را به میزان ۵-۱۰×۹/۸۸ (سرب) و ۵-۱۰×۷/۶۷ (کادمیوم) را گزارش نمودند که کمتر از ۱ بوده است.

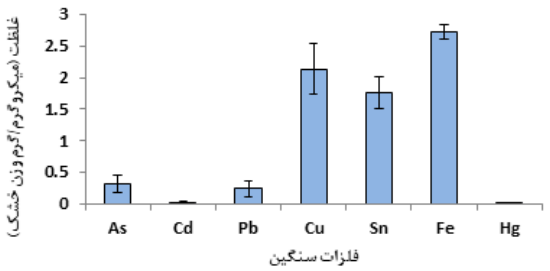
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.1.16.4]

جدول ۱: مقایسه غلظت فلزات سنگین عضله میگوی سفید هندی مطالعه حاضر با مقادیر مجاز برخی از استانداردهای جهانی(میکروگرم برگرم وزن خشک)

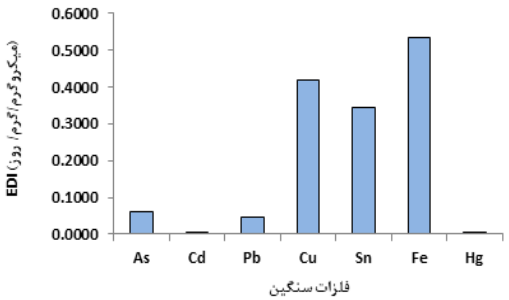
Table 1: Comparison of heavy metal concentrations of Indian white shrimp muscle in the present study with the permissible values of some international standards (µg/g dry weight).

	Cu	Pb	Cd	As	Sn	Fe	Hg
WHO[a]	۱۰	۱/۵	۰/۲	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰/۵
MAFF(UK)[b]	۲۰	۲	۰/۲	–	–	–	۰/۳
USFDA[c]	۱۲۰	۴	۰/۲	–	–	–	۰/۵
مطالعه حاضر	-۱/۴۵	-۰/۱۴	-۰/۰۴	-۰/۴۷	-۲/۵۸	-۲/۷۹	-۰/۰۲
	۳/۳۸	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۲۲	۱/۲۵	۲/۶۰	۰/۰۱



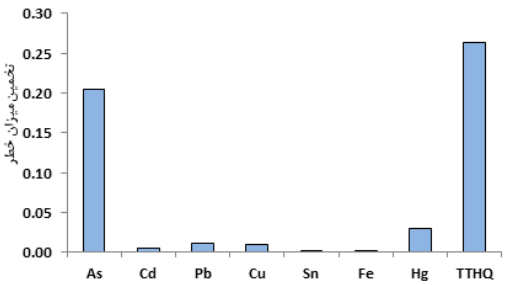
شکل ۱: میانگین (± انحراف معیار) فلزات سنگین در بافت عضله میگوی سفید هندی

Figure 1: Average (±standard deviation) of heavy metals in white shrimp muscle tissue.



شکل ۲: تخمین میزان ورود روزانه فلزات سنگین در بدن مصرف‌کنندگان میگوی سفید هندی

Figure 2: Estimates of daily intake of heavy metals in the body of white shrimp consumers.



شکل ۳: تخمین میزان خطر فلزات سنگین در بدن مصرف‌کنندگان میگوی سفید هندی

Figure 3: Estimates of the risk of heavy metals in the body of consumers of white shrimp.

مطالعات قبلی نشان داده است که غلظت‌های پایین برخی از فلزات از قبیل مس، روی، آهن و... برای رشد و متابولیسم آبزیان ضروری می‌باشد در حالیکه تجمع فلزاتی از قبیل جیوه، کادمیوم و سرب در بدن آبزیان و در ادامه بدن مصرف‌کنندگان حتی در مقادیر کم سمی می‌باشد (Xiaojie *et al*., 2008). در مطالعه حاضر، تخمین خطر هر سه فلز مذکور به میزان قابل توجهی پایین‌تر از ۱ بود که بیانگر عدم نگرانی از مصرف میگو برای مصرف‌کنندگان می‌باشد. در مطالعه مردوخی و حسینی(۱۳۹۲) ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده صید شده از

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.1.16.4]

خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت و شاخص میزان خطر بالاتر از ۱ را گزارش گردید و توصیه شد، مصرف ماهی شوریدهٔ صید شده از منطقه مورد مطالعه ممکن است خطرهایی برای سلامتی مصرف کنندگان آسیب پذیرتر مانند زنان باردار، جنین و کودکان بهمراه داشته باشد ولی سایر افراد جامعه می توانند حدود ۲۰ گرم در روز و ۱۳۸ گرم در هفته مصرف کنند. در مطالعه حاضر، برای اولین بار برآورد میزان خطر ناشی از فلزات سنگین در مصرف‌کنندگان میگوی سفید هندی صید شده از سواحل شهرستان چابهار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در حال حاضر، مصرف‌کنندگان میگوی سفید هندی با میزان مصرف محاسبه شده در معرض هیچگونه خطر ناشی از تجمع فلزات مس، آهن، سرب، کادمیوم، قلع، آرسنیک و جیوه در میگو نمی‌باشند. شایان ذکر است، در آبزیان علاوه بر فلزات اندازه‌گیری شده در این مطالعه، سایر فلزات و نیز آلاینده‌های آلی مانند هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک تجمع می‌یابند که می‌توانند برای سلامت انسان مضر باشند. از اینرو، ضروری است که سازمان‌های متصدی سلامتی در ایران به صورت دوره‌ای بررسی جامعی را در زمینه آلاینده‌های دریایی در آبزیان پر مصرف و تجاری بعمل آوردند و برآورد میزان خطر در گروه‌های مختلف مصرف‌کنندگان را بخصوص گروه‌های حساس‌تر یعنی کودکان و زنان باردار انجام دهند.

منابع

مردوخی، س.، حسینی، س.و. و حسینی، س.م.، ۱۳۹۲. ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در خلیج فارس:مطالعه موردی بندر ماهشهر. فصلنامه علوم و فنون شیلات، ۲(۳):۵۵-۴۳.

Alipour, H., Pourkhabbaz, A. and Hassanpour, M., 2015. Estimation of potential health risks for some metallic elements by consumption of fish, *Water Qual Expos Health*, 7:179-185. Doi.org/10.1007/s12403-014-0137-3.

Henry, C.B., Mulanda, C.A. and Njiru, J., 2019. Ovarian Development of the Penaeid Shrimp *Penaeus Indicus* (Decapoda): A Case for the Indian Ocean Coastal Waters of Kilifi Creek, Kenya. *Fisheries and Aquaculture Journal*,10(1): 1-8. Doi.org/10.4172/2150-3508.1000262.

La Collaa, N.S. Bottéa, S.E. and Marcovecchio J.E., 2018. Metals in coastal zones impacted with urban and industrial wastes: Insights on the metal accumulation pattern in fish species, *Journal of Marine Systems*. 181: 52-64. Doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.01.012.

Mitra, A.B., Barua, P. Zaman, S. and Banerjee, K., 2012. Analysis of trace metals in commercially important crustaceans collected from UNC SCO protected world heritage site of Indian Sunderbans. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12:53-66. Doi.org/10.4194/1303-2712-v12_1_07.

MOOPAM., 2010. The Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME), third edition. Kuwait. State of Kuwait. ROPME.

Mortazavi, M.S. and Sharifian, S., 2011. Mercury bioaccumulation in some commercially valuable marine organisms from Mosa Bay, Persian Gulf, *International Journal of Environmental Research*. 5(3):757-762. Doi.org/10.22059/ijer.2011.381.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.1.16.4]

Niri, A.S. Sharifian, S. and Ahmadi, R., 2015. Assessment of metal accumulation in two fish species (*Tenualosa ilisha* and *Otolithes ruber*), captured from the north of Persian Gulf. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 94(1):71-76. Doi.org/ 10.1007/s00128-014-1429-9.

Saei-Dehkordi, S.S., Fallah, A.A. and Nematollah, A., 2010. Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: Influence of season and habitat. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2945–2950. Doi.org/10.1016/j.fct.2010.07.031.

Saha, N. and Zaman, M., 2013. Evaluation of possible health risks of heavy metals by consumption of foodstuffs available in central market of Rajshahi City, Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(5):3867-78. Doi.org/10.1007/s10661-012-2835-2.

Saha, N., Mollah, M.Z.I., Alam, M.F. and Safiur Rahman M., 2016. Seasonal investigation of heavy metals in marine fishes captured from the Bay of Bengal and the implications for human health risk assessment, *Food Contorol*, 70:110–118. Doi.org/ 10.1016/j.foodcont.2016.05.040

Sharifian, S., Shahbanpour, B., Taheri, A. and Kordjazi, M., 2019. Effect of phlorotannins on melanosis and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Food Chemistry*. 298:124980. Doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124980.

Solgi, E., Alipour, H. and Majnooni, F., 2018. Assessment of Heavy metal concentrations in the muscles of Common carp (*Cyprinus carpio* L., 178) from the southern coast of the Caspian Sea and potential risks to human health. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 27(1):119-129. Doi: 10.22092/ISFJ.2018.116453.

USEPA., 1989. Risk assessment guidance for superfund volume I: Human Health Evaluation Manual Part A. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency.

USEPA., 2000. Risk-based Concentration Table. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency.

Xiaojie, L., Jinping, C., Yuling, S., Shunich, H., Li, W., Zheng, L., Mineshi, S. and Yuanyuan, L., 2008. Mercury Concentration in Hair Samples from Chinese People in Coastal Cities. *Journal of Environmental Sciences*, 20:1258–1262. Doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62218-4.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.1.16.4]

Risk assessment of heavy metals for the consumers of Indian white shrimp (*Penaeus indicus*)

Loghmani M.[1*]; Sharifian S.[2]

*Loghmani.mehran@gmil.com

1- Marine Biology Department, Marine Science Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
2- Fisheries Department, Marine Science Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Abstract

In the present study, the rise assessment of heavy metals includes copper(Cu), iron(Fe), cadmium(Cd), sternum(Sn), arsenic(As) and mercury(Hg) for the consumers of Indian white shrimp caught from different coasts of Chabahar was evaluated. In 2017, 180 shrimp specimens were caught from the coasts of Konarak, Beris and Gwadar (Chabahar Province). In the laboratory, the samples had dried, digested and subsequently the metals concentration was measured using spectrophotometer. The estimated daily intake of metals to the body of the consumers and the target hazard quotient were done based on the method, developed by the World Health Organization. Among different metals, iron had the highest concentration with 2.72 µg/g, while the lowest accumulation of metals was recorded for mercury with 0.01 µg/g. The ranking order of metals accumulation in the muscle of shrimp was as Fe, Cu, Sn, As, Pb, Cd, Hg. The highest amount of daily intake (µg metal/kg person/ day) was observed for arsenic (0.20) while the lowest was for Tin(sn) (0.0006). Target hazard quotient (THQ) and total target hazard quotient (TTHQ) for all metals were lower than 1. The results showed there is not any health risk for the consumers of Indian white shrimp due to accumulation of copper, iron, cadmium, stannum, arsenic and mercury in the shrimp.

Keywords: Heavy metals, Risk assessment, Consumer, Indian white shrimp

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.1.16.4]