Journal of Marine Medicine
Autumn 2022, Volume 4, Issue 3
Pages: 141-152
10.30491/4.3.141

Contamination Status and Risk Assessment of Lead Metal in Fish of Persian Gulf, Oman Sea and Caspian Sea- Narrative review

Mohammad Velayatzadeh [1,2] *

[1] *Department of Industrial Safety, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran*
[2] *Young and Elite Researchers Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran*

Received: 8 June 2022 **Accepted:** 28 June 2022

Abstract

Lead is a toxic metal that is highly distributed in the environment and enters the natural cycle through many human-made industrial, agricultural, urban and rural activities, as well as by entering the marine ecosystems, it accumulates in the cycle of food and fish and can cause very dangerous and carcinogenic diseases in humans. This review was conducted in 2022. The data needed to assess the risk of lead on fish in the Caspian Sea, Oman sea and the Persian Gulf were collected by reviewing Persian and English published articles. The findings showed that the range of lead concentration in Caspian Sea fish was from 0.03 mg/kg in Vimba vimba to 3.01 mg/kg in golden grey mullet. Among the fish of the Persian Gulf and the Oman Sea, the highest amount of lead was found in the flounders (2.82 mg/kg) and the lowest amount of this metal was found in sulpdur goatfish (0.008 mg/kg). The amount of lead in the muscle of the fish studied in the Caspian Sea, such as Caspian kutum, Golden grey mullet, common carp, leaping mullet, Gobies, and common Pike, was higher than the permissible limit of the World Health Organization (WHO) standard (0.2 mg/kg). In fish in the Persian Gulf and the Oman Sea, the levels of lead in the muscles of Narrow-barred Spanish mackerel, Tigertooth croaker, Indo-Pacific king mackerel, Chelon subviridis, blackspotted croaker, Cobia, Sillaginidae, and Flounder were reported to be higher than the WHO limit. According to the risk assessment of lead metal in the fishes, in many cases the risk index was higher than 1 and the carcinogenic risk index of lead in the muscle of many fishes was reported to be higher than 1×10^{-4}. Therefore, according to these results, it can be concluded that many fish in the Caspian Sea, the Persian Gulf, and the Oman Sea have been contaminated with lead metal during the past years, and for human consumption, the necessary precautions should be taken based on the recommendations of the WHO. It is also suggested to continuously monitor and control the concentration of lead metal and other heavy metals in marine ecosystems.

Keywords: Health Risk Assessment, Heavy Metals, Lead, Fish, Persian Gulf.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

*Corresponding author: Mohammad Velayatzadeh, **Email**: mv.5908@gmail.com
Address: Department of Industrial Safety, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran.

مجله طب دریا
دوره ۴، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱
صفحات: ۱۵۲-۱۴۱
10.30491/4.3.141

وضعیت آلودگی و ارزیابی خطر فلز سرب در ماهیان خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر- مطالعه مروری

محمد ولایت زاده [۱،۲*]

[۱] گروه ایمنی صنعتی، موسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران
[۲] باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۱۸ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۱/۰۴/۰۷

چکیده

فلز سرب یکی از فلزات سمی است که در محیط زیست پراکنش بالایی دارد و به واسطه بسیاری از فعالیت‌های انسان‌زاد صنعتی، کشاورزی، شهری و روستایی وارد چرخه طبیعت می‌شود، همچنین با ورود به اکوسیستم های دریایی، در چرخه مواد غذایی و ماهیان انباشت شده و می‌تواند سبب بیماری‌های بسیار خطرناک و سرطان‌زا در انسان گردد. این تحقیق مروری در سال ۱۴۰۰ انجام شد. داده‌های موردنیاز برای ارزیابی خطر سرب بر روی ماهیان دریای خزر و عمان و خلیج فارس، با بررسی مقالات فارسی و انگلیسی منتشر شده، جمع‌آوری گردید. یافته‌ها نشان داد که دامنه غلظت فلز سرب در ماهیان دریای خزر از ۰/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ماهی سیاه کولی تا ۳/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ماهی کفال طلایی بود. در میان ماهیان خلیج فارس و دریای عمان بالاترین میزان سرب در کفشک ماهی (۲/۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و پایین‌ترین میزان این فلز در بز ماهی زرد جامه (۰/۰۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم) بود. میزان سرب در عضله ماهیان مورد مطالعه در دریای خزر نظیر ماهی سفید، کفال طلایی، کپور معمولی، کفال پوزه باریک، سگ ماهی دریایی و اردک ماهی در مقایسه با حد آستانه مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر بود. در مورد ماهیان خلیج فارس و دریای عمان نیز مقادیر سرب در عضله ماهیان شیر، شوریده، قباد، کفال پشت سبز، میش ماهی، ماهی سوکلا، ماهی شورت و کفشک ماهی بالاتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی گزارش شد. با توجه به ارزیابی خطر فلز سرب در ماهیان مورد مطالعه در بسیاری از موارد شاخص خطر بالاتر از ۱ به دست آمده و شاخص خطر سرطان‌زایی فلز سرب در عضله بسیاری از ماهیان مورد مطالعه بالاتر از ۱×۱۰^{-۴} گزارش شده است. بنابراین با توجه به این نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که بسیاری از ماهیان دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان طی سالیان گذشته به فلز سرب آلوده شده‌اند و برای مصرف انسانی می‌بایست بر اساس پیشنهادهای سازمان بهداشت جهانی موارد احتیاط لازم را انجام داد. همچنین پیشنهاد می‌گردد در خصوص غلظت فلز سرب و سایر فلزات سنگین به صورت مستمر پایش و کنترل در اکوسیستم های دریایی انجام شود.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی خطر سلامت، فلزات سنگین، فلز سرب، ماهی، خلیج فارس.

*نویسنده مسئول: **محمد ولایت زاده**. پست الکترونیک: mv.5908@gmail.com
آدرس: گروه ایمنی صنعتی، موسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین در حال تبدیل شدن به یک موضوع جهانی است. فلزات به طور طبیعی در پوسته زمین وجود دارند و محتویات آنها در محیط می‌تواند بین مناطق مختلف متفاوت باشد. توزیع فلزات در محیط توسط خواص فلز و تأثیرات عوامل محیطی کنترل می‌شود. از ۹۲ عنصر طبیعی، تقریباً ۳۰ فلز و شبه فلز به طور بالقوه برای انسان سمی هستند که شامل جیوه، آرسنیک، کادمیوم، سرب، نیکل، وانادیوم، مس، روی، کروم، کبالت، منگنز، مولیبدن، قلع، نقره، سلنیوم، آلومینیوم، تیتانیوم، تنگستن، لیتیوم، استرانسیوم، بیسموت، باریم، بریلیم، بور، طلا، سزیوم، پالادیوم، پلاتین، آنتیموان و تلوریوم می‌باشند (۱). سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک به طور گسترده در محیط پراکنده هستند. این عناصر هیچ اثر مفیدی برای انسان ندارند و مکانیسم هموستاز شناخته شده‌ای برای آنها وجود ندارد. این چهار عنصر به طور کلی سمی‌ترین برای انسان و حیوانات در نظر گرفته می‌شوند. اثرات نامطلوب بر سلامت انسان، حتی در غلظت‌های پایین، متنوع است و شامل اثرات عصبی و سرطان‌زایی می‌شود (۲).

فلزات سنگین می‌توانند از سه مسیر آبشش، سطح بدن و دستگاه گوارش وارد بدن ماهی شوند. بچه‌ماهی‌ها و لاروها خیلی سریع رشد می‌کنند و رشد آنها هم در طول بدن و هم از نظر وزنی ارتباط نزدیکی با دمای مناسب و تامین غذای کافی دارد، یعنی در شرایط رشد بهینه می‌توانند فلزات سنگین موجود در آب، رسوبات و غذا را دریافت کنند (۳). از سوی دیگر، رشد ماهی توسط غذای حاوی فلزات سنگین مختل می‌شود. یکی از بارزترین نشانه‌های سمیت فلز در ماهی، مهار رشد است. در نتیجه، غلظت فلزات سنگین در بافت‌ها با تغییر آنزیم ها و متابولیت‌های مختلف باعث ایجاد انواع تغییرات متابولیسم، فیزیولوژیکی و بافتی در ماهیان می‌شود (۴). بسیاری از بی‌مهرگان منابع غذایی مهمی برای ماهیان و دیگر گونه های آبزی هستند و مسیر عملی برای جذب فلزات سنگین را فراهم می‌کنند (۵،۶). جذب فوری آب مسیر دیگری برای قرار گرفتن در معرض این ترکیبات سمی است (۷). رسوبات که مخزن اولیه عناصر کمیاب در محیط های دریایی است، سومین مسیر ممکن را فراهم می‌کند (۸). میزان غلظت عنصر بین ماهی و محیط‌های غیرزنده (آب و رسوب) که به عنوان عامل تجمع زیستی نیز شناخته می‌شود، معمولاً برای ارزیابی وضعیت آلودگی آب‌ها استفاده می‌شود (۹،۱۰).

سرب یکی از آلاینده‌های اولیه موجود در محیط زیست است که توسط انسان در مقادیر بسیار زیاد به محیط زیست وارد شده و در سراسر جهان توزیع گردیده است که علی‌رغم تحرک کم ژئوشیمیایی به طور طبیعی در سنگ‌ها، خاک‌ها و در هیدروسفر وجود دارد (۱۱). سرب کاربردهای فراوانی در زندگی روزمره انسان دارد. سرب در باتری خودروها، سرامیک‌ها، قوطی‌های فلزی کنسرو، خاکستر سیگار، دود اگزوز خودروها، بنزین سرب دار، رنگ موها، حشره کش ها، ریمل مژه، برف، آلیاژ لحیم کاری، رنگ‌ها، لاستیک‌سازی، صنعت چاپ، آب‌شهری، مشروبات الکلی، ورق‌ها و لوله‌های فلزی وجود دارد (۱۲). مقادیر زیادی از تترا اتیل سرب می‌تواند از طریق احتراق بنزین به طور کامل به ذرات معلق در هوا تبدیل شده و در نهایت سبب افزایش سرب موجود در اتمسفر شود، بنابراین اثبات گردیده که سرب محتوی بنزین منبع اصلی سرب اتمسفر است (۱۳،۱۴). سمیت سرب به شکل شیمیایی آن بستگی دارد. هرچه گروه‌های کربن متیل یا اتیل به مولکول سرب نزدیک‌تر باشند، اثر سمی آن بیشتر می‌شود (۱۵). مسیر ورود سرب از محیط‌های خشکی به دریاها می‌باشد. هنگامی‌که سرب در محیط دریایی وارد می‌شود، به راحتی در جریان خون ماهی جذب می‌گردد و در بافت‌های بدن نظیر استخوان‌ها، آبشش‌ها، کلیه‌ها، کبد و فلس‌ها تجمع می‌یابد. بنابراین محیط دریایی منبع مهمی برای قرار گرفتن در معرض سمی سرب در ماهی و انسان به دلیل مصرف است (۱۶). در مناطق ساحلی که مصرف ماهی جزء رژیم غذایی اصلی مردم منطقه می‌باشد، قرار گرفتن در معرض جذب سرب به بدن افزایش می یابد که در نهایت انباشت سرب در بدن انسان می‌تواند منجر به مشکلات عصبی، عوارض خونی، نارسایی کلیوی، فشار خون بالا و سرطان شود (۱۷،۱۸).

با توجه به اینکه فلز سرب در محیط زیست پراکنش بالایی دارد و به واسطه بسیاری از فعالیت‌های انسان‌زاد صنعتی، کشاورزی، شهری و روستایی وارد چرخه طبیعت می‌شود، همچنین با ورود به اکوسیستم های دریایی، در چرخه مواد غذایی و ماهیان انباشت شده و می‌تواند سبب بیماری‌های بسیار خطرناک و سرطان‌زا در انسان شود، این مطالعه با هدف ارزیابی خطر فلز سرب در بافت خوراکی ماهیان دریای خزر و عمان و خلیج‌فارس انجام شد.

روش‌ها

این تحقیق مروری در سال ۱۴۰۰ انجام شد. داده‌های موردنیاز جهت ارزیابی خطر سرب از مقالات فارسی و انگلیسی منتشر شده، جمع آوری گردید. معیار انتخاب مقالات، مطالعاتی بود که در خصوص غلظت فلز سرب بر روی ماهیان دریای خزر و عمان و خلیج‌فارس انجام شده بود. همچنین نویسنده مقاله حاضر نیز در سال‌های گذشته در این خصوص مطالعات بسیاری داشته است (۲۶–۱۹).

در این تحقیق به طور کلی روش نمونه‌برداری ماهیان و انتقال آنها به آزمایشگاه و تعداد نمونه‌برداری و روش هضم شیمیایی نمونه‌های ماهی مدنظر نبود، اما به طور کلی روش

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

سنجش سرب در بافت همه ماهیان یکسان بوده و در همه مقالات مورد استفاده از روش جذب اتمی استفاده شده بود (۳۰-۲۷).

بررسی خطر سلامت و بهداشت فلز سرب برای مصرف‌کننده ماهیان به روش ارزیابی خطر سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا انجام شد. برای این منظور، شاخص خطر غیرسرطان زایی (Hazard Quotients) از مقایسه میزان برآورد شده جذب روزانه (Estimation Daily intake) هر فلز با دوز مرجع (RFD) آن محاسبه شد. پیشنهاد شده است که اگر احتمال خطرپذیری برابر با یک یا کمتر از یک باشد (یعنی جذب روزانه کمتر از دوز مرجع) بیانگر آن است که هیچ خطر محسوس قابل ارزیابی از نظر بهداشتی در نتیجه مصرف ماهی رخ نمی‌دهد. مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی (CR_{lim}) با توجه به میزان سرب گزارش شده در بخش خوراکی آن یعنی عضله محاسبه گردید (۳۱). از رابطه های ۱، ۲، ۳ و ۴ برای برآورد میزان جذب فلزات سنگین در بدن در روز (EDI)، شاخص خطر (HQ)، CR_{lim} و شاخص خطر سرطان‌زایی (Risk Index) استفاده شد (۳۲):

رابطه ۱:

$$EDI\ (mg/kg/day) = (C \times IR) / BWa$$

EDI: میزان جذب فلزات سنگین در بدن در روز از طریق مصرف ماهی موردنظر (میلی گرم /کیلوگرم /وزن بدن /روز)

C: غلظت فلز در بافت عضله ماهی مورد مصرف (میکروگرم /گرم برحسب وزن تر)

IR: نرخ مصرف روزانه ماهی (۲۲۷ گرم/ روز برای بزرگسالان و ۱۱۴ گرم / روز برای کودکان)

BWa: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان)

رابطه ۲:

$$HQ = \frac{Efr \times ED \times EDI}{RFD \times AT_n}$$

THQ: نسبت خطر (بدون واحد)،

Efr: فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز سال)،

ED: کل مدت زمان مواجهه (۷۰ سال)،

RFD: دوز مرجع برای فلز سرب (۰/۰۰۳۵ میکروگرم/کیلوگرم/ روز)،

AT_n: میانگین روزها برای مواد غیرسرطان‌زا (ED× Efr بر حسب روز)

رابطه ۳:

$$CR_{lim} = (RFD \times BW) / Cm$$

CR_{lim}: حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (گرم در روز)

RFD: دوز مرجع یا مجموع جذب مجاز روزانه آلاینده (۰/۰۰۳۵ میکروگرم /کیلوگرم /روز)

BW: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان)

C: میانگین میزان سرب در ماهی (میکروگرم در گرم)

رابطه ۴:

$$RI = EDI \times SF$$

RI: ناشی از قرار گرفتن در معرض خطر سرطان‌زایی در طول‌عمر

EDI: میزان جذب فلزات سنگین در بدن در روز از طریق مصرف ماهی موردنظر (میلی گرم /کیلوگرم /وزن بدن /روز)،

SF: ضریب شیب سرطان (۰/۸۵) (۳۳).

نتایج

تجزیه و تحیل داده های فلز سرب در ماهیان دریای خزر در جدول-۱ و در ماهیان خلیج فارس و دریای عمان در جدول-۲ ارائه شده است. در خصوص بررسی مقادیر سرب در عضله ماهیان اکوسیستم های دریایی ایران گزارش های متعددی منتشر شده است که بر اساس ۱۶ مطالعه، ۹ گونه ماهی دریای خزر با توجه به مطالعات گزارش شده شامل ماهی سفید، کفال طلایی، کفال پوزه باریک، کپور معمولی، ماهی کیلکا، ماهی سه خاره، شگ ماهی دریایی، ماهی سیاه کولی و اردک ماهی مورد ارزیابی خطر فلز سرب قرار گرفتند. همچنین ۱۲ گونه از ماهیان خلیج فارس و دریای عمان شامل ماهی شیر، شوریده، قباد، کفال پشت سبز، زمین کن دم نواری، ماهی شورت، کفشک ماهی، ماهی مید، ماهی سوکلا، میش ماهی، بز ماهی زرد جامه و شانک زرد باله مطابق با ۱۱ گزارش ثبت شده بررسی شدند.

بحث

سرب یکی از آلاینده‌های اصلی در محیط است و به طور طبیعی در سنگ‌ها، خاک‌ها و در هیدروسفر وجود دارد. سرب پس از تخلیه در محیط های دریایی به راحتی توسط ماهی جذب شده و در بافت‌های بدن، استخوان‌ها، آبشش‌ها، کلیه‌ها، کبد و فلس‌ها جمع می‌شود. نتایج نشان داد که ماهیان مختلف دارای غلظت‌های مختلف سرب هستند (۵۰).

دامنه غلظت فلز سرب در ماهیان دریای خزر از ۰/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ماهی سیاه کولی (۴۴) و ۳/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ماهی کفال طلایی (۲۹) گزارش شده است. در میان آلاینده‌ها فلزات سنگین در اکولوژی دریای خزر اهمیت زیادی دارند، زیرا این فلزات تجزیه نشده بلکه فقط ترکیبات شیمیایی آنها تغییر پیدا می‌کند، در نهایت این فلزات در آب، رسوبات و موجودات دریایی تجمع پیدا می‌کنند. بهم ریختن شرایط اکولوژیک دریای خزر در اثر آلودگی‌های صنعتی، کشاورزی و

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

فاضلاب‌های شهری، تولید نفت و گاز در سواحل و در اعماق دورتر از ساحل، فعالیت شرکت‌های حمل و نقل دریایی و سایر حوادث باعث تغییر در تنوع زیستی و کاهش ذخایر ماهیان می‌گردد. مشکلات اکولوژیک دریای خزر شامل آلودگی‌های شیمیایی است که به وسیله رودخانه‌ها به دریا حمل می‌شوند (۵۱،۵۲). افزایش ناوگان حمل و نقل دریایی بر آلودگی آب دریا در محل تخلیه و بارگیری می‌افزاید و بدین منظور جهت مراقبت از مصب‌های تالاب‌ها و خلیج‌ها که به طور عمده مکان‌های ورود و خروج کشتی‌ها می‌باشند ضرورت می‌یابد که به صورت دائم با بررسی‌های زیست محیطی و آلودگی آب مورد نظارت قرار گیرد. در این راستا بررسی آلودگی نفتی و فلزات سنگین در خروجی تالاب انزلی و کانال کشتیرانی (محل استقرار کشتی ها، لنج) مورد توجه قرار گرفته است (۵۳).

در میان ماهیان خلیج فارس و دریای عمان بالاترین میزان سرب در کفشک ماهی ۲/۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۴۹) و پایین‌ترین میزان این فلز در بز ماهی زرد جامه ۰/۰۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۴۸) بود. خلیج فارس یکی از مناطق مهم دریایی جهان است که دارای یک سازمان متولی در منطقه به نام سازمان منطقه‌ای حفاظت از محیط زیست دریایی (ROPME) است که در سال ۱۹۷۹ تشکیل شد و تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه آب، رسوبات و آبزیان این دریا انجام داده است. از مهمترین مطالعاتی که توسط این سازمان هر ساله انجام می‌شود مطالعه بر روی غلظت فلزات سنگین در آب، رسوب و برخی آبزیان است. آب خلیج فارس بسیار آلوده است و به طور نسبی حدود ۳۰ تا۴۰ برابر بار آلودگی نسبت به استانداردهای مختلف دارد. بروز آلودگی‌ها و نشت‌های نفت این مقدار را به چند هزار برابر میزان عناصر در آب اقیانوس ها رسانده است (۲۳،۵۳).

میزان سرب در عضله ماهیان مورد مطالعه در دریای خزر نظیر ماهی سفید، کفال طلایی، کپور معمولی، کفال پوزه باریک، شگ ماهی دریایی و اردک ماهی (۲۱،۲۷،۲۸،۲۹،۳۷،۳۹،۴۰، ۴۱،۴۵) در مقایسه با حد آستانه مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بالاتر بود. در مورد ماهیان خلیج فارس و دریای عمان نیز مقادیر سرب در عضله ماهیان شیر، شوریده، قباد، کفال پشت سبز، میش ماهی، ماهی سوکلا، ماهی شورت و کفشک ماهی (۱۹،۲۰،۲۲،۲۳،۲۵،۴۷،۴۹) بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی گزارش شده است. معمولاً بافت عضله مقادیر اندک از غلظت فلزات سنگین را انباشته می‌کند و بافت‌هایی نظیر کبد، کلیه و استخوان‌ها غلظت های متفاوت عناصر سمی را جذب و انباشته می‌نمایند (۲۳،۵۴). فلز سرب نیز در کبد و عضله ماهیان تجمع می‌یابد، اما به دلیل پایین بودن پیوند سرب با گروه‌های سولفور معمولاً میزان سرب در عضله پایین‌تر از اندام‌های دیگر بدن ماهی است (۱۹،۲۲)، اما بالا بودن مقادیر سرب در عضله ماهیان دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان به علت ورود آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی از طریق رودخانه‌ها، پساب‌ها و کانال‌ها می‌باشد (۲۵،۳۰،۵۲،۵۵).

بالاترین شاخص خطر فلز سرب در ماهی کفال طلایی ۲/۷۸۸ و ۶/۷۶۱ به ترتیب برای مصرف بزرگسالان و کودکان بود. همچنین در مورد ماهیان خلیج فارس و دریای عمان بالاترین شاخص خطر فلز سرب در عضله کفشک ماهی ۲/۶۱۲ و ۶/۳۳۴ به ترتیب برای بزرگسالان و کودکان گزارش شده است. در این تحقیق بر اساس محاسبات صورت گرفته، میزان سرب که به صورت روزانه جذب بدن انسان می‌شود، در مقایسه با آستانه مجاز جذب روزانه قابل تحمل تعیین‌شده به وسیله استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، نشست مشترک سازمان خواروبار و سازمان بهداشت جهانی، آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (۲۵ میکروگرم در هفته) با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای یک انسان بزرگسال و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان در برخی موارد بالاتر بود. سازمان بهداشت جهانی به منظور تعیین سطوح ایمن تماس انسان با فلز سرب، دوز مرجع ۰/۰۰۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز را برای این عنصر پیشنهاد کرد که این میزان یک محدوده تماس روزانه با سرب است که افراد حساس را نیز در بر می‌گیرد، بدون اینکه احتمالاً اثر مضر محسوسی بر آنها در طول عمرشان به وجود آورد؛ بنابراین، وقتی از دیدگاه غیرسرطان‌زایی به سرب نگریسته شود، از این میزان دوز مرجع برای محاسبات مربوط به ارزیابی خطر مصرف ماهی استفاده می‌شود (۳۱،۳۳).

شاخص خطر سرطان‌زایی فلز سرب در عضله بسیاری از ماهیان مورد مطالعه بالاتر ۱×۱۰^{-۴} به دست آمد. به عنوان مثال شاخص خطر سرطان‌زایی در ماهی کفال طلایی (۴۱،۴۲) و کفشک ماهی (۴۹) به ترتیب ۰/۰۰۷۸، ۰/۰۱۱۰ و ۰/۰۰۸۲ برای کودکان گزارش شد. سرب بسیار سمی است و پتانسیل ایجاد ممانعت از رشد جسمی و ذهنی در نوزادان، اختلالات یادگیری و کم خونی در کودکان را دارد. علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض سرب می‌تواند منجر به مشکلات سلامتی مانند بی‌خوابی، خستگی، کاهش شنوایی و وزن شود. تجمع سرب در پارانشیم کبدی و کلیوی باعث بیماری‌های کلیه و کبد می‌شود (۵۶،۵۷). سرب همچنین ممکن است باعث ایجاد عوارضی مانند مشکلات قلبی عروقی، خونریزی کلیوی، ناباروری، عوارض عصبی و جلوگیری از رشد در انسان شود (۵۸).

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

جدول-۱. ارزیابی خطر فلز سرب در عضله و بافت خوراکی برخی ماهیان دریای خزر برای مصرف بزرگسالان و کودکان

نام فارسی	نام علمی	میانگین فلز (mg/Kg)	میزان جذب روزانه سرب (میلی گرم بر کیلوگرم)		مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی (گرم)		شاخص خطر		شاخص خطر سرطان زایی		منابع
			بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	۰/۴۱	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۳۲	۰/۵۹۷۵	۰/۱۲۳۷	۰/۳۷۹	۰/۹۲۰	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۷	۲۱
کفال طلایی	*Liza auratus*	۰/۵۸	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۴۵	۰/۴۲۲۴	۰/۰۸۷۵	۰/۵۳۷	۱/۳۰۲	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۳۸	۲۱
ماهی سفید	*Rutilus frisii kuttom*	۰/۴۶	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۶	۰/۵۳۲۶	۰/۱۱۰۳	۰/۴۲۶	۱/۰۳۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۳۰	۲۱
کفال طلایی	*Liza auratus*	۲/۳۳	۰/۰۰۷۵	۰/۰۱۸۳	۰/۱۰۵۱	۰/۰۲۱۷	۲/۱۵۸	۵/۲۳۳	۰/۰۰۶۴	۰/۰۱۵۵	۲۷
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	۰/۲۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۸	۱/۰۲۰۸	۰/۲۱۱۴	۰/۲۲۲	۰/۵۳۹	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱۶	۲۸
ماهی سفید	*Rutilus frisii kuttom*	۰/۰۸	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۶	۳/۰۶۲۵	۰/۶۳۴۳	۰/۰۷۴	۰/۱۷۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۲۸
کفال طلایی	*Liza auratus*	۳/۰۱	۰/۰۰۹۷	۰/۰۲۳۶	۰/۰۸۱۳	۰/۰۱۶۸	۲/۷۸۸	۶/۷۶۱	۰/۰۰۸۲	۰/۰۲۰۱	۲۹
ماهی سفید	*Rutilus frisii kuttom*	۰/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۶/۱۲۵۰	۱/۲۶۸۷	۰/۰۳۷	۰/۰۸۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۳۴
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	۰/۷۷	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۶۰	۰/۳۱۸۱	۰/۰۶۵۹	۰/۷۱۳	۱/۷۲۹	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۵۱	۳۵
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	۰/۰۷۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۶	۳/۱۰۱۲	۰/۶۴۲۴	۰/۰۷۳	۰/۱۷۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۳۶
کفال طلایی	*Liza auratus*	۰/۳۲۱	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۲۵	۰/۷۶۳۲	۰/۱۵۸۰	۰/۲۹۷	۰/۷۲۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۲۱	۳۷

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

ماهی کلیکا	*Clupeonella Cultriventris*	۰/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۶/۱۲۵۰	۱/۲۶۸۷	۰/۰۳۷	۰/۰۸۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۳۸
ماهی سه خاره	*Gasterosteus Aculeatus*	۰/۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۳/۵۰۰	۰/۷۲۵۰	۰/۰۶۴	۰/۱۵۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۳۸
ماهی سفید	*Rutilus frisii kuttom*	۲/۵۷	۰/۰۰۸۳	۰/۰۲۰۲	۰/۰۹۵۳	۰/۰۱۹۷	۲/۳۸۱	۵/۷۷۳	۰/۰۰۷۰	۰/۰۱۷۱	۳۹
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	۲/۴۹	۰/۰۰۸۰	۰/۰۱۹۵	۰/۰۹۸۳	۰/۰۲۰۳	۲/۳۰۷	۵/۵۹۳	۰/۰۰۶۸	۰/۰۱۶۶۴	۳۹
کفال پوزه باریک	*Liza Saliens*	۲/۹۶	۰/۰۰۹۵	۰/۰۲۳۲	۰/۰۸۲۷	۰/۰۱۷۱	۲/۷۴۲	۶/۶۴۹	۰/۰۰۸۱	۰/۰۱۹۷	۴۰
کفال طلایی	*Liza aurata*	۲/۱۲	۰/۰۰۶۸	۰/۰۱۶۶	۰/۱۱۵۵	۰/۰۲۳۹	۱/۹۶۴	۴/۷۶۲	۰/۰۰۵۸	۰/۰۱۴۱	۴۱
کفال طلایی	*Liza aurata*	۱/۱۸	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۹۲	۰/۲۰۷۶	۰/۰۴۳۰	۱/۰۹۳	۲/۶۵۰	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۷۸	۴۱
کفال طلایی	*Liza aurata*	۱/۶۵	۰/۰۰۵۳	۰/۰۱۲۹	۰/۱۴۸۴	۰/۰۳۰۷	۱/۵۲۸	۳/۷۰۶	۰/۰۰۴۵	۰/۰۱۱۰	۴۲
اردک ماهی	*Esox lucius*	۰/۵۲	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۴۰	۰/۴۷۱۱	۰/۰۹۷۵	۰/۴۸۱	۱/۱۶۸	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۴	۴۳
ماهی سیاه کولی	*Vimba persa*	۰/۰۳	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۲	۸/۱۶۶۶	۱/۶۹۱۶	۰/۰۲۷	۰/۰۶۷۳	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲	۴۴
شگ ماهی دریایی	*Alosa braschnikowi*	۰/۷۳	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۵۷	۰/۳۳۵۶	۰/۰۶۹۵	۰/۶۷۶	۱/۶۳۹	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۸	۴۵

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

جدول-۲. ارزیابی خطر فلز سرب در عضله و بافت خوراکی برخی ماهیان خلیج فارس و دریای عمان برای مصرف بزرگسالان و کودکان

نام فارسی	نام علمی	میانگین فلز (mg/Kg)	منطقه مورد مطالعه	میزان جذب روزانه سرب (میلی گرم بر کیلوگرم)		مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی (گرم)		شاخص خطر		شاخص خطر سرطان زایی		منابع
				بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	
ماهی قباد	*Scomberomorus guttatus*	۰/۴۰	بندر هندیجان	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۳۱	۰/۶۱۲۵	۰/۱۲۶۸	۰/۳۷۰	۰/۸۹۸	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۶	۱۹
ماهی شیر	*Scomberomorus commerson*	۰/۵۲	بندر هندیجان	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۴۰	۰/۴۷۱۱	۰/۰۹۷۵	۰/۴۸۱	۱/۱۶۸	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۴	۱۹
ماهی شوریده	*Otolithes ruber*	۰/۴۷	بندر هندیجان	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۳۶	۰/۵۲۱۲	۰/۱۰۷۹	۰/۴۳۵	۱/۰۵۵	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۳۱	۱۹
ماهی شوریده	*Otolithes ruber*	۰/۶۳	آبادان	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۹	۰/۳۸۸۸	۰/۰۸۰۵	۰/۵۸۳	۱/۴۱۵	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۴۲	۲۰
ماهی شوریده	*Otolithes ruber*	۰/۶۶	بندرعباس	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۵۱	۰/۳۷۱۲	۰/۰۷۶۸	۰/۶۱۱	۱/۴۸۲	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۴۴	۲۰
ماهی قباد	*Scomberomorus guttatus*	۰/۳۶	بندر هندیجان	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۸	۰/۶۸۰۵	۰/۱۴۰۹	۰/۳۳۳	۰/۸۰۸	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۲۴	۲۲
ماهی شیر	*Scomberomorus commerson*	۰/۵۳	بندر هندیجان	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۴۱	۰/۴۶۲۲	۰/۰۹۵۷	۰/۴۹۱	۱/۱۹۰	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۵	۲۲
ماهی شوریده	*Otolithes ruber*	۰/۸۶	بندر هندیجان	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۶۷	۰/۲۸۴۸	۰/۰۵۹۰	۰/۷۹۶	۱/۹۳۱	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۵۷	۲۲
کفال پشت سبز	*Liza dussumieri*	۰/۳۷	بندر دیلم	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۹	۰/۶۶۲۱	۰/۱۳۷۱	۰/۳۴۲	۰/۸۳۱	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۲۴	۲۳
کفال پشت سبز	*Liza dussumieri*	۰/۳۶	بندر بوشهر	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۸	۶۸۰۵	۰/۱۴۰۹	۰/۳۳۳	۰/۸۰۸	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۲۴	۲۳
زمین کن دم نواری	*Platycephalus indicus*	۰/۰۴۷	ساحل چابهار	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۵/۲۱۲۷	۱/۰۷۹۷	۰/۰۴۳	۰/۱۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۲۴

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

زمین کن دم نواری	*Platycephalus indicus*	۰/۰۴۲	دریای عمان	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۵/۸۳۳۳	۱/۲۰۸۳	۰/۰۳۸	۰/۰۹۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۲۴
شانک زرد باله	*Acanthopagrus latus*	۰/۰۲۵	ساحل چابهار	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۹/۸۰۰	۲/۰۳۰۰	۰/۰۲۳	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۲۴
شانک زرد باله	*Acanthopagrus latus*	۰/۰۲۲	دریای عمان	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۱	۱۱/۱۳۶۳	۲/۳۰۶۸	۰/۰۲۰	۰/۰۴۹	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۲۴
میش ماهی	*Argyrosomus hololepidotus*	۰/۹۶	ساحل چابهار	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۷۵	۰/۲۵۵۲	۰/۰۵۲۸	۰/۸۸۹	۲/۱۵۶	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۶۴	۲۵
میش ماهی	*Argyrosomus hololepidotus*	۰/۶۸	دریای عمان	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۵۳	۰/۳۶۰۲	۰/۰۷۴۶	۰/۶۳۰	۱/۵۲۷	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۴۵	۲۵
ماهی سوکلا	*Rachycentron canadum*	۰/۷۶	ساحل چابهار	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۵۹	۰/۳۲۲۳	۰/۰۶۶۷	۰/۷۰۴	۱/۷۰۷	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۵۰	۲۵
ماهی سوکلا	*Rachycentron canadum*	۰/۵۵	دریای عمان	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۴۳	۰/۴۴۵۴	۰/۰۹۲۲	۰/۵۰۹	۱/۲۳۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۳۶	۲۵
ماهی مید	*Liza klunzingeri*	۰/۲۶۵	بندر هندیجان	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۲۰	۰/۹۲۴۵	۰/۱۹۱۵	۰/۲۴۵	۰/۵۹۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۷	۲۶
ماهی مید	*Liza klunzingeri*	۰/۰۸۲	جزیره قشم	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۶	۲/۹۸۷۸	۰/۶۱۸۹	۰/۰۷۵	۰/۱۸۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۴۶
ماهی مید	*Liza klunzingeri*	۰/۰۶۷	جزیره هرمز	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۳/۶۵۶۷	۰/۷۵۷۴	۰/۰۶۲	۰/۱۵۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۴۶
ماهی مید	*Liza klunzingeri*	۰/۰۳۶	جزیره هنگام	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۶/۸۰۵۵	۱/۴۰۹۷	۰/۰۳۳	۰/۰۸۰	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۲	۴۶
ماهی شورت	*Sillago sihama*	۰/۸۶	خور موسی	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۶۷	۰/۲۸۴۸	۰/۰۵۹۰	۰/۷۹۶	۱/۹۳۱	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۵۷	۴۷
بز ماهی زرد جامه	*Upeneus sulphureus*	۰/۰۰۸	بندر ماهشهر	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۶	۳۰/۶۲۵	۶/۳۴۳۷	۰/۰۰۷	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۵	۴۸
کفشک ماهی	*Psettodes erumei*	۲/۸۲	بندر دیلم	۰/۰۰۹۱	۰/۰۲۲۱	۰/۰۸۶۸	۰/۰۱۷۹	۲/۶۱۲	۶/۳۳۴	۰/۰۰۷۷	۰/۰۱۸۸	۴۹
کفشک ماهی	*Psettodes erumei*	۱/۲۳	بندر گناوه	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۹۶	۰/۱۹۹۱	۰/۰۴۱۲	۱/۱۳۹	۲/۷۶۲	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۸۲	۴۹

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

با توجه به نتایج مشاهده می‌گردد که غلظت انباشت سرب در عضله ماهیان گوشتخوار، کف‌زی و بزرگ نسبت به سایر ماهیان بالاتر است. به عنوان مثال می‌توان به ماهی شیر، قباد، کفشک ماهی، میش ماهی و ماهی سوکلا اشاره کرد. ماهیان گوشتخوار که از نرم تنان، سخت پوستان و ماهیان کوچک تغذیه و نزدیک بستر زندگی می‌کنند، می‌توانند از آبزیان زنجیره غذایی پایین‌تر فلز سرب را دریافت و جذب کنند (۵۹). همچنین گونه‌های بنتوزخوار و شکارچیان معمولاً مقادیر بالایی از فلزات را در خود دارند (۶۰). در مورد بالابودن مقادیر سرب در عضله گونه‌های کفال طلایی و کفال پشت سبز و کفال پوزه باریک که از خانواده کفال ماهیان هستند، علت این است که گونه‌های خانواده کفال به تجمع بالای فلزات سنگین بسیار حساس هستند (۶۱)، اما ماهی کفشک زبان گاوی و زمین کن دم نواری نیز از ماهیان کف‌زی هستند که توانایی جذب و تجمع فلزات سنگین را دارند (۶۲).

نتیجه‌گیری

با توجه به ارزیابی خطر فلز سرب در ماهیان مورد مطالعه در بسیاری از موارد شاخص خطر بالاتر از ۱ به دست آمد و شاخص خطر سرطان‌زایی فلز سرب در عضله بسیاری از ماهیان مورد مطالعه بالاتر از ۱×۱۰^{-۴} گزارش شد. بنابراین با توجه به این نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که بسیاری از ماهیان دریای خزر، خلیج‌فارس و دریای عمان طی سالیان اخیر به فلز سرب آلوده شده‌اند و برای مصارف انسانی می‌بایست بر اساس پیشنهادهای سازمان بهداشت جهانی موارد احتیاط لازم را انجام داد. همچنین پیشنهاد می‌گردد در خصوص غلظت فلز سرب و سایر فلزات سنگین به صورت مستمر پایش و کنترل در اکوسیستم‌های دریایی انجام شود.

تشکر و قدردانی: نویسنده از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان و تمامی اساتید و همکاران گرامی که در انجام مراحل مطالعه همکاری بی دریغ داشتند، کمال تشکر را دارد.

نقش نویسندگان: نویسنده با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرد.

تضاد منافع: نویسنده تصریح می‌کند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Dane H, Sisman T. A morpho-histopathological study in the digestive tract of three fish species influenced with heavy metal pollution. Chemosphere. 2020; 242: 125212. doi:10.1016/j.chemosphere.2019.125212
2. Krieger JR, Beaudreau AH, Heintz RA, Callahan MW. Growth of young-of-year sablefish (Anoplopoma fimbria) in response to temperature and prey quality: insights from a life stage specific bioenergetics model. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2020; 526: 151340. doi:10.1016/j.jembe.2020.151340
3. Liu M, Xu Y, Nawab J, Rahman Z, Khan S, Idress M, Ali A, Ahmad R, Khan SA, Khan A, Khan MQ. Contamination features, geo-accumulation, enrichments and human health risks of toxic heavy metal (loids) from fish consumption collected along Swat river, Pakistan. Environmental Technology & Innovation. 2020; 17: 100554. doi:10.1016/j.eti.2019.100554
4. Mehmood MA, Qadri H, Bhat RA, Rashid A, Ganie SA, Dar GH. Heavy metal contamination in two commercial fish species of a trans-Himalayan freshwater ecosystem. Environmental monitoring and assessment. 2019; 191(2): 1-16. doi:10.1007/s10661-019-7245-2
5. Corrias F, Atzei A, Addis P, Secci M, Russo M, Angioni A. Integrated environmental evaluation of heavy metals and metalloids bioaccumulation in invertebrates and seaweeds from different marine coastal areas of sardinia, mediterranean sea. Environmental Pollution. 2020; 266: 115048. doi:10.1016/j.envpol.2020.115048
6. Jardine TD, Galloway AW, Kainz MJ. Unlocking the power of fatty acids as dietary tracers and metabolic signals in fishes and aquatic invertebrates. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 2020; 375(1804): 20190639. doi:10.1098/rstb.2019.0639
7. Maurya PK, Malik DS, Yadav KK, Kumar A, Kumar S, Kamyab H. Bioaccumulation and potential sources of heavy metal contamination in fish species in River Ganga basin: Possible human health risks evaluation. Toxicology Reports. 2019; 6: 472-481. doi:10.1016/j.toxrep.2019.05.012
8. Luoma SN, Rainbow PS. Metal contamination in aquatic environments: science and lateral management. Cambridge, New York, 2008.
9. Ziyaadini M, Yousefiyanpour Z, Ghasemzadeh J, Zahedi MM. Biota-sediment accumulation factor and concentration of heavy metals (Hg, Cd, As, Ni, Pb and Cu) in sediments and tissues of Chiton lamyi (Mollusca: Polyplacophora: Chitonidae) in Chabahar Bay, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 2017; 16(4): 1123-1134.
10. Mortuza MG, Al-Misned FA. Heavy Metal Concentration in Two Freshwater Fishes from Wadi Hanifah (Riyadh, Saudi Arabia) and Evaluation of Possible Health Hazard to Consumers. Pakistan Journal of Zoology. 2015; 47(3).
11. Castro-Gonzalez MI, Mendez-Armenta M. Heavy metals: Implications associated to fish consumption. Environmental toxicology and pharmacology. 2008; 26(3): 263-271. doi:10.1016/j.etap.2008.06.001
12. Harlavan Y, Almogi-Labin A, Herut B. Tracing natural and anthropogenic Pb in sediments along the Mediterranean coast of Israel using Pb isotopes. Environmental science & technology. 2010; 44(17): 6576-6582. doi:10.1021/es9039055
13. Reuer MK, Weiss DJ. Anthropogenic lead dynamics in the terrestrial and marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

2002; 360(1801): 2889-2904. doi:10.1098/rsta.2002.1095
14. Von Storch H, Costa-Cabral M, Hagner C, Feser F, Pacyna J, Pacyna E, Kolb S. Four decades of gasoline lead emissions and control policies in Europe: a retrospective assessment. Science of the Total Environment. 2003; 311(1-3): 151-176. doi:10.1016/S0048-9697(03)00051-2
15. Sanchez-Marin P, Santos-Echeandia J, Nieto-Cid M, Alvarez-Salgado XA, Beiras R, Effect of dissolved organic matter (DOM) of contrasting origins on Cu and Pb speciation and toxicity to Paracentrotus lividus larvae. Aquatic Toxicology. 2010; 96(2): 90-102. doi:10.1016/j.aquatox.2009.10.005
16. Sanchez-Marin P, Bellas J, Mubiana VK, Lorenzo JI, Blust R, Beiras R. Pb uptake by the marine mussel Mytilus sp. Interactions with dissolved organic matter. Aquatic toxicology. 2011; 102(1-2): 48-57. doi:10.1016/j.aquatox.2010.12.012
17. Zarei S, Hosseiniara S. Selenium as a Mineral with Anti-Cancer Properties. Novelty in Clinical Medicine. 2022; 1(1): 4-25. doi: 10.22034/ncm.2022.140283
18. Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC, Heavy metals in marine fish meat and consumer health: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2016; 96(1): 32-48. doi:10.1002/jsfa.7360
19. Askary Sary A, Velayatzadeh M. Lead and Zinc levels in Scomberomorus guttatus, Scomberomorus commerson and Otolithes ruber from Hendijan, Iran. Advances in Environmental Biology. 2012; 6 (2): 843-848.
20. Askary Sary A, Javahery Baboli M, Mahjob S, Velayatzadeh M. The comparison of heavy metals (Hg, Cd, Pb) in the muscle of Otolithes ruber in Abadan and Bandar Abbas Ports, the Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2012; 21 (3): 99-106.
21. Askary Sary A, Velayatzadeh M. Bioaccumulation Lead and Zinc metals in the liver and muscle of Cyprinus carpio, Rutilus frisii kuttom and Liza auratus. Journal of Food Hygiene. 2013; 3 (1): 89-99.
22. Askary Sary A, Velayatzadeh M. Determination of lead and zinc in king mackerel (Scomberomorus guttatus Bloch & Schneider, 1801), Spanish mackerel (Scomberomorus commerson Lacepède, 1800) and tiger-toothed croaker (Otolithes ruber Bloch and Schneider, 1801) from Persian Gulf, Iran in 2001 and 2011. Journal od Biodiversity Environmet Science. 2014; 5(1): 322-329.
23. Velayatzadeh M, Askary Sary A, Hosseinzadeh Sahafi H. Determination of mercury, cadmium, arsenic and lead in muscle and liver of Liza dussumieri from the Persian Gulf, Iran. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2014; 5(3): 227-234.
24. Shahri E, Velayatzadeh M. The Effect of Cold and Warm Seasons on Accumulation of Nickel, Cadmium and Lead in Muscle of Acanthopagrus latus and Platycephalus indicus from Oman Sea (Chabahar). Journal of Marine Science and Technology Research. 2017; 12(1): 10-21.
25. Shahri E, Velayatzadeh M. The effect of cold and warm seasons to accumulation nickel, cadmium and lead in muscle of Argyrosomus hololepidotus and Rachycentron canadum from the Oman Sea (Chabahar Bay). Marine Biology Journal. 2018; 10 (37): 77-86.
26. Velayatzadeh M, Shahri E. Determination of Mercury, Lead, Cadmium and Arsenic in Muscle and Liver of Liza klunzingeri from Hendijan Seaport. Journal of Marine Science and Technology Research. 2017; 12 (3): 29-43.
27. Amini Ranjbar Gh. and Sotoudehnia F. Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue of Mugil auratus relation to standard length, weight, age and sex. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2005; 14(3): 1-18.
28. Shahriary A, Golfirozy K, Noshin S. Muscular concentration of cadmium and lead in carp, mullet and kutum of the Gorgan Bay, Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2010; 19 (2): 100-113.
29. Sharif Fazeli M, Abtahi B, Sabagh Kashani A. Measuring accumulation of heavy metal (lead, nickel and zinc) in fish tissue (Mugil auratus) southern coast of Caspian. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2006; 14(1): 65-78.
30. Agah H, Leermakers M, Elskens M, Fatemi SMR, Baeyens W. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. Environment Monitoring and Assessment. 2009; 157: 499-514. doi:10.1007/s10661-008-0551-8
31. United States Environmental protection Agency (USEPA). EPA Region III Risk-Based Concentration (RBC) Table 2008 Region III, 1650 Arch Street, Philadelphia, Pennsylvania. 2012.
32. Bogdanovic T, Ujevic I, Sedak M, Listes E, Simat V, Petricevic S, et al. As, Cd, Hg and Pb in four edible shellfish species frombreeding and harvesting areas along theeastern Adriatic Coast, Croatia. Food Chemistry. 2014; 146: 197-203. doi:10.1016/j.foodchem.2013.09.045
33. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guidance for Superfund (Part E, Part F); EPA: Washington, DC, USA. 2011.
34. Sattari M, Imanpour J, Bibak M, Forouhar Vajargah M, Khosravi A. Investigation of metal element concentrations in tissue of Rutilus frisii in the Southwest Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2019; 28 (3): 149-161.
35. Solgi E, Alipour H, Majnooni F. 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 Scientific Fisheries Journal. 2018; 27 (1): 119-129.
36. Bandani G, Khoshbavar Rostami H, Yelghi S, Shokrzadeh M, Nazari H. Concentration of heavy metals (Cd, Cr, Zn, and Pb) in muscle and liver tissues of common carp (Cyprinus carpio L., 1758) from coastal waters of Golestan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2011; 19 (4): 1-10.
37. Pourang N, Nikouyan A, Dennis JH. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment. 2005; 109: 293-316. doi:10.1007/s10661-005-6287-9
38. Najm M, Shokrzadeh M, Fakhar M, Sharif M, Hosseini S M, RahimiEsboei B et al. Concentration of Heavy Metals (Cd, Cr and Pb) in the Tissues of Clupeonella Cultriventris and Gasterosteus Aculeatus from Babolsar Coastal Waters of Mazandaran Province, Caspian Sea. Journal of Mazandaran University Medicine Science. 2014; 24 (113): 185-192.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]

39. Elsagh A. Determination of some heavy metals in Rutilus frisii kutum and Cyprinus carpio fillet from south Caspian Sea. Veterinary Journal. 2010; 89: 33-44.
40. Mehri Asiabar Z, Taghavi L, Valinassab T, Pourgholam R. Measuring Concentration of Heavy Metals (Pb, Cd, Hg) in Tissue of Liza Saliens and Risk Assessment Associated with its Use (Case Study: Coastal Waters of the Caspian Sea). Journal of Environmental Science and Technology. 2016; 18: (2): 225-239.
41. Norouzi M, Bagheri Tavani M, Amir Janati A, Ghodrati SH. Concentration of heavy metals in tissues of golden gray mullet (Liza aurata) in different areas of the southern coast of the Caspian Sea. Environmental Sciences. 2016; 14(3), 201-214.
42. Norouzi M, Bagheri Tavani M. Assessment of the Consumption Risk of Fifteen Heavy Metals in Liza aurata in the Caspian Sea. Journal of Aquatic Ecology. 2019; 8 (3) :96-107.
43. Ahmadi M, Khanipour AA. Determination and measurement of heavy metals lead and chromium in the edible muscle tissue of Pike (Esox lucius) International Anzali Wetland. Advanced Aquaculture Sciences Journal. 2020; 3 (3): 55-62.
44. Sattari M, Majidi S, Imanpour Namin J, Bibak M, Forouhar Vajargah M, Nasrollahzadeh A. Investigating the relationship between some element concentrations in liver and muscle of Vimba persa and growth indices during different seasons in the southwest coasts of the Caspian Sea. Journal of Aquaculture Development. 2020; 14 (3): 43-53.
45. Sattari M, Imanpour namin J, Bibak M, Forouhar Vajargah M, Mazareiy, M. Trace elements contamination in Alosa braschnikowi of the southern basins of Caspian Sea - Guilan Province. Scientific Research Journal of Animal Environment. 2020; 12 (3): 115-122.
46. Orangi MA, Rahmani A, Mohaddesi A, Koosej N. Evaluation of heavy metal levels of lead, nickel, zinc, iron and copper in the muscle tissue of liza klunzingeri and the risk of its consumption in the islands (Qeshm, Hengam and Hormoz), Hormozgan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2021; 30 (1) :1-12.
47. Ghasemi S. Potential risk assessment of heavy metals (copper, vanadium, lead and nickel) in muscle and liver tissues of Smelt-whitings (Silago sihama) and surface sediments in Khour-e-mousa, Persian Gulf. Journal of Aquatic Ecology. 2021; 11 (1) :45-58.
48. Mirzaei M, Valinassab T, Haji Seyed Mohammad Shirazi R. Risk assessment of heavy metals (Lead, Copper, Cadmium) in muscle and skin of Upeneus sulphureus in Mahshahr port. Scientific Research Journal of Animal Environment. 2020; 12 (3): 139-144.
49. Hosseini M, Nabavi SMB, Golshani R, Nabavi SN, Raeisi Sarasyab A. The concentration of heavy metals Cd, Co, Pb, Cu and Ni in sediment, liver and muscles of flounder Psettodes erumei from Busheher Province, Persian Gulf. Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology). 2016; 28 (4): 441-449.
50. Han JL, Pan XD, Chen Q. et al. Health risk assessment of heavy metals in marine fish to the population in Zhejiang, China. Science Report. 2021; 11: 11079. doi:10.1038/s41598-021-90665-x
51. Imanpour Namin J, Mohammadi M, Heydari S, Monsef Rad F. Heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in tissue, liver of Esox lucius and sediment from the Anzali international lagoon- Iran. Caspian Journal Environment Science. 2011; 9(1): 1-8.
52. Mohammad Salehi A, Velayatzadeh M. Measurement and comparison of heavy metals Ni, Cd and Zn in muscle and liver pike (Esox lucius) of estuary rivers in Mazandaran and Gilan Province (Caspian Sea). 9 (18): Environmental Researches. 2019; 157-170.
53. Askary Sary A, Velayatzadeh M. Heavy metals in aquatics. Ahvaz; Islamic Azad University Ahvaz Publication, 2014; 380.
54. Dobaradaran S, Naddafi K, Nazmara SH, Ghaedi H. Heavy metals (Cd, Cu, Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran. African Journal of Biotechnology. 2010; 9 (37): 6191-6193.
55. Shahri E, Khorasani N, Noori Gh, Kord Mostafa Pour F, Velayatzadeh, M. Risk assessment of some heavy metals in four species of fish from Oman Sea in spring. Iranian Journal of Research in Environmental Health. 2017; 3(1): 30-39.
56. Shohreh P, Azizkhani M, Mousavi A. Evaluation of Cadmium, Lead and Mercury Contents in Some Commercially Valuable Fish Species of Caspian Sea and Persian Gulf. Iranian Journal of Veterinary Medicine. 2020; 14(4): 433-441.
57. Mohammad Nasiruddin R, Jitbanjong T, Masudur R. Toxicodynamics of Lead, Cadmium, Mercury and Arsenic- induced kidney toxicity and treatment strategy: A mini review. Toxicology Report. 2018; 5: 704-713. doi:10.1016/j.toxrep.2018.05.012
58. WHO. Review of potentially harmful substances - cadmium, lead and tin. WHO, Geneva. (Reports and Studies No. 22. MO /FAO /UNESCO /WMO /WHO /IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). 1985.
59. Omidpour A, Askary Sary A, Javadzadeh Pourshalkouhi N. Accumulation of metals, Ni and V in the muscle in eight species of fishes from Bahrekan of Hendijan port (Persian Gulf). Iranian Scientific Fisheries Journal. 2017; 26 (4) :161-171.
60. Bustamante P, Bocher P, Cherel Y, Miramand P, Caurant F, Distribution of trace elements in the tissues of benthic and pelagic fish from the Kerguelen Islands. Science of the total environment. 2003; 313(1-3): 25-39. doi:10.1016/S0048-9697(03)00265-1
61. Velayatzadeh M, Askary Sary A, Khodadadi M, Kazemian M, Beheshti M. The Survey and Comparison of Heavy Metals Hg, Cd and Pb in the Tissues of Liza Abu in the Karoon and Dez Rivers in Khoozestan Province. Journal of Environmental Science and Technology. 2014; 16(3): 51-61.
62. Askary Sary A, Velayatzadeh M, Mohammadi M. Mercury concentration in mudskipper (Periophthalmus waltoni) and flat fish (Cynoglossus arel) in Bandar-e-Emam and Bandar Abbas. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 2010; 4(2): 51-56.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-04-17]

[DOI: 10.30491/4.3.141]