Journal of Research in Environmental Health

Volume 6, Issue 4, Winter 2021

Bioaccumulation of Lead, Cadmium and Nickel In The Muscle Two Species of Fish in The Konarak and Pozm Fishing Ports

Ahmad Khoshbin
* MSC., Environmental Pollution, Department of Environmental, Faculty of Environmental and Natural Resources, University of Birjand, Birjand, Iran. (Corresponding author):
Email: Ahmadkhoshbin1373@gmail.com

AlirezaPourkhabbaz
Associate Professor, Department of Environmental, Faculty of Environmental and Natural Resources, University of Birjand, Birjand, Iran.

Received: 2020/10/13
Accepted: 2020/11/23

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: One of the major global concerns about the environment is the pollution of aquatic ecosystems by heavy metals. These elements contaminate aquatic environments and accumulate and concentrate at through bioaccumulation in the tissues of living organisms at higher levels of the food chain consumed by humans. The aim of this study was to investigate the concentrations of three heavy metals, lead, nickel and cadmium, in the muscle tissue of two species of fish Otolithes ruber and Sphyraena forsteri in the fishing ports of Konarak and Pozm were investigated.

Material and Methods: 36 fish samples were collected from Konarak and Pazm ports. After preparation of the samples by acid digestion, the concentrations of heavy elements lead, nickel and cadmium were measured by Contr-AA-700 atomic absorption spectrometer. Data were analyzed using SPSS statistical software, version 20 and ANCOVA (covariance) tests and Pearson correlation test at the significance level of 0.05.

Results: According to the results of the study, there was no significant difference between the amounts of lead, nickel and cadmium in the muscle tissue of Otolithes ruber and Sphyraena forsteri (P> 0.05). Lead levels in Otolithes ruber and Sphyraena forsteri 0.59 and 0.55, respectively, and cadmium concentrations were 0.07 and 0.09 mg/kg, respectively. Also, the concentrations of heavy metals lead and nickel Sphyraena forsteri fish were lower than those of Otolithes ruber samples.

Conclusion: The results of the present study showed that the levels of lead and cadmium in the muscle tissue of Otolithes ruber and Sphyraena forsteri were lower than the standards of FDA, MAFF, FAO and USEPA. The concentration of nickel in the muscle of Otolithes ruber and Sphyraena forsteri was higher than the permissible limit WHO.

Keywords: Oman Sea, lead, cadmium, Otolithes ruber, Sphyraena forsteri, nickel
.

▶ **Citation:** Khoshbin A, Pourkhabbaz A. Bioaccumulation of Lead, Cadmium and Nickel in The Muscle Two Species of Fish in The Konarak and Pozm Fishing Ports. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2021; 6(4): 360-370.

تجمع زیستی سرب، کادمیوم و نیکل در عضله دو گونه ماهی در بنادر صیادی کنارک و پزم

احمد خوش‌بین
* کارشناس ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. (نویسنده مسئول):
Ahmadkhoshbin1373@gmail.com

علیرضا پورخباز
دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۳
نوع مقاله: مقاله اصیل پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: یکی از نگرانی‌های عمده جهانی در مورد محیط‌زیست، آلودگی اکوسیستم‌های آبی توسط فلزات سنگین است. این عناصر محیط‌های آبی را آلوده نموده و از طریق تجمع زیستی در بافت‌های موجودات زنده، در سطوح بالاتر زنجیره غذایی که توسط انسان مصرف می‌شوند تجمع یافته و تغلیظ می‌شوند. مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت سه فلز سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در بافت عضله دو گونه ماهی شوریده و کوتر در بنادر صیادی کنارک و پزم انجام شد.
مواد و روش‌ها: تعداد ۳۶ نمونه ماهی از بنادر کنارک و پزم جمع‌آوری گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها به روش هضم اسیدی، غلظت عناصر سنگین سرب، نیکل و کادمیوم به‌وسیله دستگاه جذب اتمی Contr-AA-700 اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ورژن ۲۰ و آزمون‌های ANCOVA (کواریانس) و آزمون همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.
یافته‌ها: بر اساس نتایج مطالعه، بین مقادیر فلزات سرب، نیکل و کادمیوم در بافت عضله شوریده و کوتر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$). میزان سرب در ماهیان شوریده و کوتر به‌ترتیب ۰/۵۹ و ۰/۵۵ و غلظت کادمیوم به‌ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد. همچنین میزان سرب و نیکل در ماهی کوتر کمتر از نمونه‌های شوریده به‌دست آمد.
نتیجه‌گیری: میزان سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهیان شوریده و کوتر پایین‌تر از استانداردهای سازمان غذا و داروی آمریکا، وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان، سازمان جهانی غذا و کشاورزی و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا بود. غلظت فلز نیکل در عضله ماهیان شوریده و کوتر در مقایسه با حد مجاز سازمان بهداشت جهانی بیشتر به‌دست آمد.

کلید واژه‌ها: دریای عمان، سرب، کادمیوم، ماهی شوریده، ماهی کوتر، نیکل.

◀ **استناد:** خوش‌بین الف، پورخباز ع. تجمع زیستی سرب، کادمیوم و نیکل در عضله دو گونه ماهی در بنادر صیادی کنارک و پزم. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۹؛۶ (۴): ۳۶۰-۳۷۰.

مقدمه

برخلاف خلیج‌فارس که پیکره دریایی نیمه بسته‌ای را تشکیل می‌دهد، دریای عمان به‌صورت یک‌دریای باز به آب‌های آزاد اقیانوسی متصل بوده و آب آن به‌جز در مناطق ساحلی، کم‌وبیش دارای خواص آب‌های اقیانوسی است. اقلیم این منطقه جزء آب‌وهوای گرمسیری محسوب شود (۱). ماهی شوریده و کوتر از بهترین آبزیان تجاری در جنوب کشور محسوب می‌شوند. این ماهیان به‌علت داشتن گوشتی لذیذ از دیرباز مورد توجه بشر می‌باشند. شهرستان کنارک با مساحتی بالغ بر ۱۱۵۶۷ کیلومترمربع و به مرکزیت شهر کنارک است که در غرب شهرستان چابهار و در جنوب غرب استان سیستان و بلوچستان استقراریافته است. از لحاظ مختصات جغرافیایی در ۲۵ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۲۴ دقیقه‌طول شرقی قرار گرفته است. شهرستان کنارک دارای آب‌وهوای گرم و مرطوب است. شهرستان کنارک رشد خود را مدیون موقعیت مناسب صید و صیادی و نیز موقعیت تجاری به‌خصوص با کشورهای پاکستان و حوزه خلیج‌فارس است (۲). خلیج پزم با طول ۱۸ کیلومتر در ۱۰ کیلومتری غرب خلیج چابهار انتهای پادگان نیروی دریایی کنارک واقع‌شده است. مختصات جغرافیایی خلیج پزم ۶۰ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۲۵ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی است (۳). با توجه به شرایط آب‌وهوای معتدل خلیج پزم، گونه‌های مختلف پرندگان از جمله کاکایی، پرستوی دریایی، انواع حواصیل، فلامینگو، اگرت، آبچلیک، پلیکان، بحری، بالابان، هوبره و عقاب دریایی در این خلیج سکونت دارند (شکل ۱) (۲). بسیاری از مردم از غذاهای دریایی به‌ویژه ماهی به‌عنوان بخشی از رژیم غذایی روزانه خود استفاده می‌کنند، که سرشار از مواد مغذی مانند پروتئین با کیفیت بالا، ویتامین‌ها، مواد معدنی مختلف و اسیدهای چرب امگا-۳ است (۴). از سوی دیگر یکی از مشکلات مهم در جهان امروز تخلیه عناصر فلزی به محیط‌های دریایی است. این عناصر فلزی به‌دلیل داشتن سمیت و انباشتگی، از اهمیت بوم‌شناختی زیادی برخوردارند. چنان‌که بر روی اکوسیستم و تنوع گونه‌های دریایی اثرات مخربی می‌گذارند. با افزایش فعالیت‌های انسانی در حوزه‌های مختلف ازجمله صنعت، کشاورزی، کشتی‌سازی، گسترش نیروگاه‌ها، فعالیت‌های آبزی‌پروری و کشتیرانی و همچنین افزایش ریزش پساب‌ها و فاضلاب‌های حاصل از فعالیت آن‌ها به درون اکوسیستم دریا موجب شده تا بار آلودگی محیط دریایی افزایش یابد (۵). این فلزات به‌دلیل داشتن ویژگی‌هایی نظیر تجمع‌پذیری و تجزیه‌ناپذیری، در بافت‌های عضلات، استخوان‌ها، چربی و مفاصل انسان ته‌نشت شده و متراکم می‌گردند (۶). از منابع مهم آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌توان به عناصر سمی از قبیل جیوه، آرسنیک، کادمیوم، سرب و نیکل اشاره کرد، که اثرات سمی در بدن انسان دارند و موجب بروز بیماری‌های مختلف می‌شوند (۷). سرب از عناصر غیرضروری برای بدن است. از علائم اولیه مسمومیت با سرب می‌توان به افزایش فشارخون در افراد بزرگسال، علائم عصبی و افزایش اختلالات عصبی در کودکان اشاره کرد. همچنین سرب باعث کم‌خونی، سقط جنین و نارسی نوزاد، آسیب سیستم عصبی و مغز، آسیب‌های کلیوی، ناباروری مرد و آسیب اسپرم، ضعف یا فلج عضلانی، کاهش قدرت یادگیری در کودکان و افزایش فشارخون می‌شود (۸). تجمع کادمیوم در بدن با ایجاد مسمومیت در اندام‌هایی مانند کبد، ریه و دستگاه تناسلی مردانه به آن‌ها آسیب می‌رساند که عوارض آن شامل: اسهال، شکم‌درد، استفراغ شدید، آسیب به سیستم عصبی مرکزی، آسیب احتمالی DNA و سرطان است (۹). مطالعات نشان داده‌اند که نیکل باعث تحریک در آزادسازی اریتروپویتین از کلیه و در نتیجه موجب افزایش تعداد گلبول‌های قرمز می‌شود. استنشاق فیوم‌های نیکل باعث سرطان حنجره، ریه، معده و احتمالاً کلیه می‌شود. در طبقه‌بندی مواد سرطان‌زا، فلز نیکل در گروه A۵، ترکیبات محلول آن در گروه A۲ و ترکیبات نامحلول آن در گروه A۴ قرار دارند (۷). در سال‌های اخیر پژوهش‌های متعددی درزمینه تجمع عناصر سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان انجام

شده است. سلگی و همکاران میانگین غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت‌های سه گونه ماهی در سد منجیل را بررسی نمودند. که میزان مس و روی در عضله گونه‌های کاراس طلایی[1]، سیاه کولی[2] و زردپر[3] در مقایسه با حد مجاز استانداردهای جهانی پایین‌تر بود (۱۰). سالمی و همکاران غلظت فلزات سنگین در عضله ماهی کپور معمولی[4] را بررسی نمودند. طبق نتایج میانگین غلظت کادمیوم، نیکل و سرب به ترتیب ۲/۰۸، ۱/۴۱ و ۳۴/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک به‌دست آمد که میزان کادمیوم، نیکل و سرب بالاتر از حد مجاز استانداردهای بین‌المللی بود (۱۱). صالح‌پور و همکاران میانگین غلظت برخی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی طلال[5] را بررسی کردند که، نتایج نشان داد در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)[6] استاندارد سازمان جهانی غذا و کشاورزی[7] میزان سمیت نیکل در هر سه ایستگاه بالای حد مجاز و در مقایسه با استاندارد سازمان غذا و داروی آمریکا[8] در هر سه منطقه پایین‌تر از حد مجاز مشاهده شده است (۱۲). زارع رشکوئیه و همکاران تجمع فلزات سنگین در رسوبات و آبزیان سد خداآفرین را مورد بررسی قرار دادند که غلظت کادمیوم در بافت عضله بیش از استانداردهای جهانی سازمان جهانی غذا و کشاورزی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا[9] بود (۱۳). از آنجایی‌که ماهی جایگاه ویژه‌ی در سبد غذایی مردم مناطق جنوبی کشور دارد و در سطوح بالای زنجیره غذایی قرار دارد و به‌عنوان یک منبع غذایی تأثیرات بهداشتی برای انسان را منعکس می‌کند آگاهی از وضعیت سلامت این ماهیان جهت تغذیه سالم برای مصرف‌کنندگان ضروری است. تاکنون پژوهش‌های اندکی باهدف ارزیابی غلظت فلزات سنگین در ماهیان دریای عمان و بنادر کنارک و خلیج پزم انجام شده است، لذا مطالعه حاضر با هدف سنجش غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در بافت عضله ماهیان شوریده[10] و کوتر[11] در بنادر کنارک و پزم انجام گرفت.

1. Auratus Carassius
2. Vimba persa
3. Luciobarbus capito
4. Cyprinus Carpio
5. Rastrelliger Kanagurta
6. World Health Organization
7. Food and Agriculture Organization (FAO)
8. Food and Drug Administration (FDA)
9. United States Environmental Protection Agency (USEPA)

شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

روش کار

روش انجام آزمایش

در این تحقیق جهت سنجش غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم از بافت عضله ماهیان شوریده و کوتر در بنادر کنارک و پزم، تعداد ۳۶ نمونه ماهی (از هر ایستگاه ۹ ماهی ۳ ترکیبی از هرگونه) در فصل پاییز جمع‌آوری و به‌طور جداگانه داخل کیسه پلاستیکی قرار داده و کدگذاری شدند و سپس در جعبه‌های یونولیت همراه با یخ پودر شده نگهداری و در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه انتقال داده شدند. بعد از بیومتری، وزن آن‌ها توسط ترازوی دیجیتال A&D CO. LD با دقت ۰/۰۰۲ گرم اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از تیغه اسکالپیل عاری از آلودگی، به‌دقت بافت مورد نظر برای هر ماهی جدا شده و درون ورقه‌های پلاستیکی عاری از هر نوع آلودگی نگهداری شدند. بعدازاین مرحله بافت‌های جداشده به‌صورت مجزا کدگذاری شده و تا زمان شروع آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها برای قرائت توسط دستگاه جذب اتمی، ابتدا مقدار ۱ گرم از بافت عضله ماهیان را به‌طور جداگانه به‌دقت با ترازوی دیجیتال وزن کرده و درون ارلن مایر ۵۰ میلی‌لیتری قرار داده شدند. سپس ۴/۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵٪) به هر نمونه اضافه گردید.

10. Otolithes ruber
11. Sphyraena forsteri

نمونه‌ها در طول شب جهت عمل هضم مقدماتی در آزمایشگاه (بدون حرارت دادن) قرار داده شدند تا به آهستگی هضم شوند. روز بعد ۱/۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک (۷۲٪) به هر یک از نمونه‌ها اضافه گردید. سپس نمونه‌ها بر روی حمام شن در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت قرار داده شدند تا در اثر حرارت عمل هضم به‌طور کامل انجام‌شده و محلول شفاف حاصل گردد. پس از هضم، نمونه‌ها در هوای محیط قرار داده شد تا سرد شوند. پس از سرد شدن و رسیدن نمونه‌ها به دمای محیط با استفاده از آب دیونیزه شده، نمونه‌ها را به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس محلول‌های به حجم رسانیده شده توسط کاغذ صافی واتمن (۰/۴۵ میکرومتر) فیلتر شدند (۱۴). محلول استاندارد هر فلز از محلول ۱۰۰۰ پی پی ام آن فلز تهیه شد. اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم به ترتیب با طول‌موج‌های ۲۱۷، ۲۳۲ و ۲۲۸ نانومتر (۵) به‌وسیله دستگاه جذب اتمی کوره مدل Contr-AA- 700 انجام شد. سپس مقدار نهایی سرب، نیکل و کادمیوم در هر نمونه برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید:

رابطه (۱) $M = CV/W$

C = غلظت به‌دست‌آمده از دستگاه

V = حجم نهایی نمونه برحسب میلی‌لیتر

W = مقدار ماده مصرف شده برحسب گرم

M = غلظت نهایی نمونه برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

در این تحقیق، آزمایش‌ها کاملاً به‌صورت تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، ورژن ۲۰ انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و میانگین غلظت فلزات در نمونه‌ها به کمک آزمون ANCOVA (کواریانس) انجام شد. معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین (Mean) و انحراف معیار (SD) نمونه‌ها به تفکیک در سطح ۹۵٪ محاسبه شد. همچنین جهت رسم جداول از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

یافته‌ها

بر اساس نتایج مطالعه، تفاوت معنی‌داری در تجمع غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در عضله ماهیان شوریده و کوتر وجود نداشت ($p>0/05$). میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در نمونه‌های شوریده و کوتر بندر کنارک برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم در جدول ۱ ارائه شده است. مطابق جدول میانگین غلظت فلز سرب و نیکل در نمونه‌های موردمطالعه شوریده و کوتر بندر کنارک به‌ترتیب ۰/۸۱، ۰/۶۳ و ۰/۸۴، ۰/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان فلز سرب و نیکل در ماهی شوریده و کم‌ترین آن در ماهی کوتر مشاهده شد، درحالی‌که میانگین غلظت فلز کادمیوم در نمونه‌های مربوط به ماهی کوتر بیشتر از ماهی شوریده به‌دست آمد.

جدول ۱. غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در عضله ماهیان شوریده و کوتر صید شده از بندر کنارک (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

فلزات سنگین	نوع ماهی	میانگین	انحراف معیار
سرب	شوریده	۰/۸۱	۰/۱۹
	کوتر	۰/۶۳	۰/۲۳
نیکل	شوریده	۰/۸۴	۰/۲
	کوتر	۰/۵۶	۰/۰۵
کادمیوم	شوریده	۰/۱۴	۰/۳۱
	کوتر	۰/۱۹	۰/۲۷

میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در نمونه‌های بافت عضله ماهیان شوریده و کوتر خلیج پزم برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق جدول میانگین غلظت فلز سرب و نیکل در نمونه‌های موردمطالعه شوریده و کوتر خلیج پزم به‌ترتیب ۰/۳۷، ۰/۴۸ و ۰/۳۹، ۰/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود؛ به‌طوری‌که کم‌ترین میزان فلز سرب و نیکل در ماهی شوریده و بیش‌ترین آن در ماهی کوتر مشاهده شد، درحالی‌که میانگین غلظت فلز کادمیوم در نمونه‌های مربوط به ماهی شوریده بیشتر از ماهی کوتر به‌دست آمد

جدول ۲. غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در عضله ماهیان شوریده و کوتر صید شده از خلیج پزم (برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم)

فلزات سنگین	نوع ماهی	میانگین	انحراف معیار
سرب	شوریده	۰/۳۷	۰/۰۶
	کوتر	۰/۴۸	۰/۱۷
نیکل	شوریده	۰/۳۹	۰/۰۳
	کوتر	۰/۴۴	۰/۰۵
کادمیوم	شوریده	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳
	کوتر	۰/۰۰	۰/۰۰

با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه‌های موردمطالعه در این تحقیق و مقایسه آن با استانداردهای جهانی، میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و نیکل در عضله ماهیان شوریده و کوتر نسبت به استاندارد سازمان بهداشت جهانی بیشتر بود (۱۵)، بنابراین این ماهیان به سمیت فلزات سرب و نیکل ممکن است مشکلاتی را در مصرف‌کنندگان ایجاد نمایند. همچنین میزان فلزات سرب و کادمیوم در نمونه‌های موردمطالعه در مقایسه با حد مجاز استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی (۱۶)، وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان[1] (۱۵)، سازمان غذا و داروی آمریکا (۱۷) و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (۱۸) پایین‌تر به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه غلظت فلزات سنگین (سرب، نیکل و کادمیوم) در بافت عضله ماهیان شوریده و کوتر با استانداردهای جهانی (برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم)

استانداردها	سرب	نیکل	کادمیوم
سازمان بهداشت جهانی	۰/۵	۰/۳۸	۰/۲
سازمان غذا و داروی آمریکا	۵	۰/۵	۲
وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان	۲	–	۰/۲
مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا	۱/۵	۱/۰	۰/۰۵
سازمان جهانی غذا و کشاورزی	۲	۰/۵	۰/۵
آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا	۴	۱	۰/۲
ماهی شوریده	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۰۷
ماهی کوتر	۰/۵۵	۰/۵	۰/۰۹

1. Ministry of Agriculture Forestry and Fisheries (MAFF)

بحث

انباشت زیستی فلزات سنگین به‌دلیل این‌که ازنظر بیولوژیک غیرقابل تجزیه می‌باشند در اندام‌های مختلف آبزیان همانند ماهیان، اتفاق می‌افتد که به همین منظور ارزیابی میزان غلظت آن‌ها در اکوسیستم‌ها و اندام‌های مختلف جانوران آبزی اهمیت بسیار زیادی دارد (۱۹). در مطالعه حاضر میانگین غلظت فلزات سنگین موردبررسی در عضله ماهیان شوریده و کوتر صیدشده از بندر کنارک بالاتر بود. از نظر تجمع فلزات سنگین در عضله ماهیان صیدشده از بندر کنارک و خلیج پزم به‌این‌ترتیب بود که سرب بیشتر از نیکل و نیکل بیشتر از کادمیوم بود که با مطالعه جیتار و همکاران در دریای سیاه مطابقت داشت (۲۰). مهم‌ترین مسیرهای جذب فلزات سنگین در ماهیان کلیه، کبد و آبشش‌ها می‌باشند (۲۱). معمولاً بافت ماهیچه دارای کم‌ترین مقادیر عناصر سنگین در ماهیان است (۲۲). پایین بودن غلظت فلزات سنگین در عضله، به‌دلیل تطابق فیزیولوژیک ماهی با محیط اطراف همزمان با رشد ماهی است که این امر می‌تواند در خنثی‌سازی یا حذف عناصر سنگین در عضله تأثیرگذار باشد (۷). هدایتی‌فرد و همکاران میزان کادمیوم و سرب را در ماهی اوزون‌برون[2] در سواحل جنوب غربی و شرقی دریای مازندران بررسی نمودند که میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت کبد بیشتر از پوست و عضله بود؛ که با نتایج مطالعه حاضر در مورد پایین بودن غلظت فلزات سنگین در بافت عضله همخوانی داشت (۲۳). اختلاف بین غلظت عناصر در بافت کبد، پوست و عضله می‌تواند مربوط به تمایل عناصر برای واکنش با متالوتیونین‌ها (گروهی از پروتئین‌ها با وزن مولکولی کم و غنی از آمینواسیدهای سیستئین (Cys) می‌باشند که در سم‌زدایی و هوموستازی عناصر سنگین نقش دارند) باشد. غلظت متالوتیونین‌ها در کبد بسیار بالاتر از عضله است که این مسئله دلیل تجمع عناصر در غلظت‌های بالاتر در کبد است (۲۴). در این مطالعه میزان غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در عضله ماهیان شوریده برخلاف مطالعه شهری

2. Acipenser stellatus

و همکاران در دریای عمان منطقه چابهار (۷) بیش از نمونه‌های کوتر بود. علت اختلاف تجمع عناصر سنگین در مطالعات مختلف با توجه به وضعیت زیستی و اکولوژیک و فعالیت‌های متابولیکی (۲۵) متفاوت است و به رفتار تغذیه‌ای، محل زندگی (۲۶)، سن، سطح غذا، فصل نمونه‌برداری، اندازه (۲۲)، فعالیت‌های متابولیسمی و زمان ماندگاری فلزات سنگین در بدن ماهی بستگی دارد. همچنین روش سنجش عناصر سنگین و دستگاه‌های جذب اتمی[1] مختلف نیز در نتایج گزارش‌شده می‌تواند تأثیرگذار باشد (۲۱). فلز کادمیوم از آلاینده‌های مهم محیط‌زیست است که در همه اکوسیستم‌ها اعم از هوا، آب، گیاهان و غذا وجود دارد. کادمیوم از طریق سنگ بستر و فرسایش خاک، پساب مناطق آلوده و رسوبات آلوده اتمسفری ناشی از کارخانه‌های صنعتی وارد محیط‌های آبی می‌شود (۲۳). این فلز هیچ‌گونه نقش ساختمانی در بدن انسان ندارد و حتی در میزان بسیار کم نیز ایجاد مسمومیت می‌کند (۲۷). در این مطالعه میانگین فلز کادمیوم در بافت عضله نمونه‌های مورد مطالعه شوریده و کوتر هر دو ناحیه نسبت به فلزات دیگر کمتر بود. مقدار کادمیوم معمولاً در محیط‌زیست پایین است. با توجه به غلظت به‌دست آمده که کم‌تر از حد استاندارد است، بنابراین میزان آلودگی فلز کادمیوم برای ماهیان مورد مطالعه پایین است و در حال حاضر مصرف آن برای انسان خطری ندارد (۲۸). حسن‌پور و همکاران در مطالعه‌ای میزان غلظت کادمیوم در بافت عضله ماهی سفید در تالاب بین‌المللی میانکاله را بررسی نمودند. طبق نتایج، میزان غلظت فلز کادمیوم بالاتر از استانداردهای جهانی به‌دست آمد که با مطالعه حاضر در مورد بالا بودن فلز کادمیوم در مقایسه با استانداردهای جهانی همخوانی نداشت (۲۹). در مطالعه حاضر فلز کادمیوم در ماهی کوتر بندر کنارک با میانگین ۰/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بالاترین میزان را داشت که از مقادیر اندازه‌گیری شده توسط رفیعی‌پور و همکاران در عضله ماهیان هوور، شیر و تیلاپیا در شهرستان جیرفت بیش‌تر (۲۷) و در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده توسط زارع رشکوئیه و همکاران کم‌تر بود (۱۰). میزان کادمیوم قابل ذخیره بستگی به عواملی مانند شیمی آب، نوع گونه، پیچیدگی زنجیره غذایی، اندازه، سن و جایگاه گونه در چرخه غذایی دارد (۲۷). انسان از طریق غذا، آب، هوا و تنباکو در معرض فلز نیکل قرار دارد. در این بین، مواد غذایی، اصلی‌ترین راه جذب نیکل در بدن انسان است. بالاترین تراکم آن در مغز و ریه انجام می‌شود و دفع آن به‌وسیله صفرا و کلیه‌ها است. وجود مقدار کم فلز نیکل برای بدن ضروری است، اما زمانی که میزان آن از حد مجاز خود بالاتر رود، آثار خطرناکی به دنبال خواهد داشت (۳۰).

در مطالعه حاضر میانگین فلز نیکل در نمونه‌های شوریده صیدشده از بندر کنارک نسبت به غلظت فلزات سنگین دیگر بالاتر بود و پایین‌ترین غلظت با میانگین ۰/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در نمونه‌های مورد مطالعه شوریده پزم مشاهده شد؛ که از استانداردهای مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا پایین‌تر بود (۲۸). غلظت بالای فلز نیکل اصولاً ناشی از منابع انسانی مانند تردد کشتی‌ها، قایق‌ها، نفت‌کش‌ها و نفت خام است. با توجه به این‌که در بنادر کنارک و پزم، تخلیه و بارگیری مواد نفتی توسط لنج‌ها صورت می‌گیرد، احتمال دارد وجود فلز نیکل در این بنادر ناشی از نفت خام باشد (۳۱). در مطالعه شهری و ولایت‌زاده که تجمع نیکل، کادمیوم و سرب در عضله ماهی شانک زرد باله[2] و زمین کن دم نواری[3] دریای عمان منطقه چابهار را بررسی نمودند، میزان فلزات کادمیوم و سرب در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی، وزارت کشاورزی و شیلات انگلستان و سازمان غذا و داروی آمریکا پایین‌تر بود که با نتایج مطالعه حاضر در مورد پایین بودن غلظت فلزات کادمیوم و سرب در مقایسه با استانداردهای مورد مطالعه همخوانی داشت (۳۲). در مطالعه شهری و ولایت‌زاده در دریای عمان (خلیج چابهار) که تجمع نیکل، کادمیوم و سرب در عضله میش‌ماهی[4] و ماهی سوکلا[5] را بررسی نمودند، غلظت

1. Atomic Absorbtion Spectrophotometry

2. Acanthopagrus latus
3. Platycephalus indicus
4. Argyrosomus hololepidotus
5. Rachycentron canadum

فلز سنگین نیکل در عضله میش‌ماهی و ماهی سوکلا نسبت به استاندارد سازمان بهداشت جهانی بالاتر بود. میزان فلز کادمیوم در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی پایین‌تر به‌دست آمد که با یافته‌های مطالعه حاضر در مورد غلظت فلزات سنگین نیکل و کادمیوم مطابقت داشت (۳۳). در مطالعه تحسینی و همکاران که به بررسی غلظت سرب و کادمیوم در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان[1] پرداختند، غلظت کادمیوم و سرب در بافت عضله به‌ترتیب ۰/۱۶ و ۲۳/۶۵ میکروگرم بر گرم وزن تر به‌دست آمد. میزان کادمیوم اندازه‌گیری شده از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت پایین‌تر بود که با نتایج مطالعه حاضر در مورد بافت عضله ماهیان مورد مطالعه همخوانی داشت (۳۴). در مطالعه نوروزی و همکاران که تجمع فلزات سنگین در بافت‌های سه گونه ماهی در آب‌های خلیج‌فارس را بررسی نمودند، کمترین غلظت فلزات در بافت عضله مشاهده شد. غلظت فلز کادمیوم بالاتر از حد مجاز استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت نداشت، زیرا در مطالعه حاضر میزان غلظت کادمیوم از استانداردهای مورد مطالعه کمتر بود (۳۵). در مطالعه تحسینی و همکاران که غلظت فلزات سنگین در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در حوضچه‌های پرورش ماهی (مطالعه موردی: شهرستان کامیاران و سنندج) را مورد بررسی قراردادند، میانگین غلظت فلز نیکل در بافت عضله ۰/۰۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر به‌دست آمد که در مقایسه با استاندارد سازمان جهانی بهداشت پایین‌تر بود که با نتایج مطالعه حاضر در مورد میزان غلظت نیکل همخوانی نداشت، زیرا در مطالعه حاضر میزان غلظت فلز نیکل از استاندارد مورد مطالعه بالاتر بود (۳۶). در مطالعه فرح‌بخش و همکاران که غلظت فلز سنگین نیکل در عضله ماهی سیاه‌کولی[2] و ماهی سفید[3] در تالاب انزلی را مورد بررسی قرار دادند، غلظت فلز سنگین نیکل در بافت عضله از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و داروی آمریکا بالاتر بود که با نتایج مطالعه حاضر در مورد ماهیان صید شده از بندر کنارک همخوانی داشت (۳۷). سمیت فلز سرب برای آبزیان تحت تأثیر کیفیت آب بوده و به غلظت‌های کلسیم و منیزیم و نیز قابلیت انحلال ترکیبات سرب در آب بستگی دارد. سمیت فلز سرب با افزایش غلظت منیزیم و کلسیم در آب کاهش می‌یابد. گلبول‌های قرمز خون، سرب جذب شده به بدن را در تمام اندام‌ها پخش می‌کنند و در پوست و کلیه تجمع پیدا می‌کند و در نهایت به مغز، استخوان‌ها و دندان‌ها انتشار می‌یابد (۲۷). در مطالعه حاضر میانگین فلز سرب در عضله ماهی شوریده کنارک نسبت به ماهی کوتر بالاتر بود. به‌عبارت‌دیگر بالاترین غلظت سرب در عضله ماهی شوریده صید شده از بندر کنارک مشاهده شد. در ماهیان گوشت‌خوار از اصلی‌ترین مسیرهای ورود فلزات سنگین، مصرف جانوران طبقات پایین‌تر در زنجیره غذایی است (۳۸). بالاتر بودن سرب در نمونه‌های مورد مطالعه شوریده و کوتر کنارک می‌تواند به علت شرایط فیزیکوشیمیایی محیط آبی نظیر pH، دما، شوری، سختی و میزان اکسیژن محلول آن و همچنین ساختار زمین‌شناسی آن مناطق، نوع تغذیه ماهیان، وجود صنایع مختلف در منطقه از جمله واحدهای آب‌شیرین‌کن، لنج‌سازی، اسکله صیادی، ورود فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری و درنتیجه بیشتر در دسترس بودن این فلزات برای آبزیان به‌ویژه ماهی‌ها باشد (۳۹). در این مطالعه مقدار سرب در عضله ماهیان شوریده و کوتر صید شده از بندر کنارک به‌ترتیب ۰/۸۴ و ۰/۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد که از استانداردهای سازمان غذا و داروی آمریکا، وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا، سازمان جهانی غذا و کشاورزی و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا پایین‌تر و از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بالاتر بود. در مطالعه عظیمی اسک شهر و شاپوری، غلظت سرب در بافت ماهیچه سیاه‌ماهی[4] بالاتر از استانداردهای سازمان جهانی غذا و کشاورزی، آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا و مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا بود،

1. Oncorhynchus mykiss
2. Vimba vimba persa (Linnaeus, 1754)
3. Rutilus frisii kutum (Kamansky, 1901)
4. Capoeta capoeta

که با نتایج مطالعه حاضر در مورد فلز سرب همخوانی نداشت، زیرا در مطالعه حاضر میزان غلظت فلز سرب از استانداردهای مورد مطالعه کمتر بود (۴۰). در مطالعه آبکنار و همکاران که تجمع زیستی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی کفشک زبان‌گاوی[1] و جلبک قهوه‌ای سارگاسوم[2] دریای عمان را بررسی نمودند، میانگین غلظت این فلزات در بافت عضله ماهی کفشک زبان‌گاوی و بافت جلبک قهوه‌ای سارگاسوم با مقادیر استانداردهای سازمان غذا و داروی آمریکا، سازمان جهانی غذا و کشاورزی و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا پایین‌تر بود که با نتایج تحقیق حاضر در مورد فلزات مورد مطالعه همخوانی داشت (۵). در مطالعه دادخواه و همکاران که تجمع فلز سرب در ماهی کوسه بال‌سیاه کوچک[3] و ماهی هامور[4] مورد بررسی قرار گرفت، میانگین غلظت فلز سرب به‌ترتیب در عضله ماهی کوسه بال‌سیاه کوچک و ماهی هامور ۵/۵ و ۹/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که در هر دو ماهی، بیشتر از حد استاندارد سازمان جهانی بهداشت بود که این میزان در مقایسه با غلظت سرب به‌دست آمده در مطالعه حاضر به‌مراتب بیش‌تر بود (۳۹). در مطالعه گندمی نیت و همکاران که به بررسی تجمع غلظت فلز سنگین سرب در عضله ماهی سنگسر معمولی پرداختند، غلظت سرب از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بیشتر بود که با نتایج مطالعه حاضر در مورد بالا بودن غلظت سرب از استاندارد جهانی بهداشت در ماهیان صید شده از بندر کنارک همخوانی داشت (۲۸). در مطالعه غلامحسینی و همکاران که تجمع فلزات سنگین در عضله ماهیان کفشک تیزدندان[5]، گیش ماهی و ماهی هوور را بررسی کردند، غلظت فلز سرب در مقایسه با استاندارد سازمان جهانی بهداشت پایین‌تر بود که با نتایج مطالعه حاضر در مورد پایین بودن غلظت سرب از استاندارد جهانی بهداشت در ماهیان صید شده از خلیج پزم همخوانی داشت (۴۱). در سواحل کنارک و خلیج پزم نیز مانند سایر اکوسیستم‌های دریایی، تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مختلف با توجه به زیستگاه آن‌ها و شرایط بیواکولوژی متفاوت است. مهم‌ترین منابع ورود فلزات مورد مطالعه به آب‌های ساحلی بندر کنارک و خلیج پزم، می‌تواند وجود کارخانه‌های صنعتی و لنج‌ها و کشتی‌های صیادی و تجاری فراوان باشد. همچنین تخلیه روغن موتور شناورها و قایق‌ها، آلودگی‌های ناشی از تخلیه ضایعات و آب مخازن شناورها و لنج‌های صیادی به دریا در محل اسکله‌های صیادی، سوخت‌گیری شناورها و جابه‌جایی مواد نفتی در دریا برخی از مهم‌ترین تهدیدات و منابع آلودگی محیط‌زیست در بنادر کنارک و پزم به‌شمار می‌روند.

نتیجه‌گیری

میانگین غلظت فلزات سنگین در عضله ماهیان شوریده بیش از نمونه‌های کوتر بود که در ماهیان صید شده از بندر کنارک بیش‌ترین میانگین غلظت فلزات مشاهده شد. میانگین فلز کادمیوم در این مطالعه در ماهی‌های شوریده و کوتر از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان و سازمان غذا و داروی آمریکا کمتر بود که از لحاظ تغذیه فلز کادمیوم در این دو ماهی، خطری برای سلامتی انسان نخواهد داشت، اما میانگین فلزات سرب و نیکل در ماهیان شوریده و کوتر بیش از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بود که با توجه به سمیت عناصر سرب و نیکل، این مقدار برای مصرف‌کنندگان می‌تواند مضر باشد. از این رو افراد مبتلا به کم‌خونی، فشارخون، مشکلات تنفسی و ضایعات کلیوی باید در مصرف ماهیان شوریده و کوتر از نظر فلزات سرب و نیکل، جوانب احتیاط را رعایت کنند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

1. Cynoglossus arel
2. Sargassum illicifoliu
3. Epinephelus coioides
4. Carcharhinus limbatus
5. Psettodes erumei

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه با عنوان «بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین (سرب، کادمیم و نیکل) بر روی بافت‌های عضله، کبد و پوست دو گونه ماهی شوریده و کوتر در بنادر صیادی کنارک و پزم» به شماره ۲۶۲۳۳۵۳ در مقطع کارشناسی ارشد است که با حمایت دانشگاه بیرجند اجرا شده است. بدین‌وسیله از تمام افرادی که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Groger j, Piatkowski U, Hiemann H. (2000). Beak Length Analysis Of The Southern Ocean Squid Psychroteathis Glacialis (Cephalopoda Psy Chroteuthidae) and its Use For Size and Biomass Estimation. Polar Biology 2000; 23: 70-74.
2. Baluch AA. Histopathological effects by the accumulation of heavy metals copper and zinc in the liver of tigertooth croaker (Otolithes ruber) in Pozm Bay. [Master's thesis]. Iran. Marine Sciences Faculty of Chabahar University of seafaring and Marine Sciences, 2018.
3. Einali A, Chegini V. Study of Temporal and Spatial Variations of Physical Parameters (Temperature, Salinity and Density) Trend of the Pozm Bay. Journal of Marine Biology 2017; 3(16): 111-124.
4. Bosch AC, ONeill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC. Heavy metals in marine fish meat andconsumer health: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture 2016; 96(1): 32-48.
5. Abkenar AM, Yahyavi M, Bahri AH, Jafaryan HI. Accumulation analysis of Heavy Metal of lead, Copper, Cadmium and Mercury in muscle tissue of Cynoglossus arel fish, brown Seaweed of Sargassum illicifolium and sediment from northern coasts of the Oman Sea. Animal environment 2018; 10(2): 115-128.
6. Yousefinejad V, Mansouri B, Ramezani Z, Mohmmadzadeh N, Akhlaghi M. Evaluation of heavy metals in tobacco and hookah water used in coffee houses in sanandaj city in 2017. Journal scientific journal of kurdistan university of medical sciences 2018; 22(6): 96-106.
7. 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.
8. Sousa Viana GFd, Garcia KS, Menezes-Filho JA. Assessment of carcinogenic heavy metal levels in Brazilian cigarettes. Environ Monitoring andAssessment 2011; 181(1-4): 255-265.
9. Paniagua-Castro N, Escalona-Cardoso C, Madrigal-Bujaidar E, et al. Protection Against Cadmium-Induced Teratogenicity in Vitro by Glycine. Toxicology in Vitro 2008; 22(1): 75-79.
10. Solgi E, Bigdeli H, Solimany A. The levels of heavy metals of copper, zinc and iron in muscle and gill tissues of the three species of (Carassius auratus), (Vimba persa) and (Luciobarbus capito) in the manjil dam. Journal of Applied Biology 2019; 32(3): 40-53.
11. Salemi M, Hosseini Alhashemi A. Bioaccumulation of Heavy Metals (Cadmium, Chromium, Nickel, Zinc), in Cyprinus carpio Fish. Quarterly Journal of Animal Biology 2017; 9(4): 35-45.
12. Salehipoor H, rahmani AV. Investigation and measurement of some heavy metals and Assessmsent of health risks derived from pollutions on the muscle tissue of indian mackerel (Rastrelliger Kanagurta) in the Persian Gulf. National Chemistry and Environmental Seminar of Iran 2017; 8: 1-5.
13. Zareh reshquoeeieh M, Hamidian AH, Poorbagher H, Ashrafi S. Investigation of heavy metals accumulation in sediment and aquatic organism in khodaafarin dam, azarbaijan- sharghi, iran. Veterinary Researches Biological Products (Pajouhesh-Va- Sazandegi) 2016; 1(110): 72-80.
14. FAO. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations 1993; 5: 1-108.
15. Coulibaly S, Celestin Atse B, Mathias Koffi K, Sylla S, Justin Konan K, Joel Kouassi N. Seasonal Accumulations of Some Heavy Metal in Water, Sediment and Tissues of Black-Chinned Tilapia Sarotherodon melanotheron from Bietri Bay in Ebrie Lagoon, Ivory Coast. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 2012; 88: 571-576.
16. Pourang N, Nikouyan A, Dennis j. Trace Element Concentrations in Fish, Surficial Sediments and Water from Northern Part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment 2005; 109(1-3): 293-316.
17. Nwani CD, Nwachi DA, Okogwu OI, Ude EF, Odoh GE. Heavy metals in fish Species from lotic freshwater ecosystem at Afikpo, Nigeria. Journal of Environmental Biology 2010; 31(5): 595-601.
18. Mishra P, Socolich MA, Graves J, Wang ZF, Ranganathan R. Dynamic scaffolding in a G protein-coupled signaling system. Call 2007; 131(1): 80-92.
19. Baki MA, Hossain MM, Akter J, Quraishi SB, Shojib MFH, Ullah AA, Khan MF. Concentration of heavy metals in seafood (fishes, shrimp, lobster and crabs) and human health assessment in Saint Martin Island, Bangladesh. Ecotoxicology and environmental safety 2018; 159: 153-163.
20. Jitar O,Teodosiu C,Oros A, Plavan G, Nicoara M. Bioaccumulation of heavy metals in marine organisms from the Romanian sector of the Black Sea. New Biotechnol 2015; 32(3): 369-378.
21. Newman MC, Unger MA. Fundamentals of ecotoxicology.

CRC. Press. 2003. p. 458.
22. Al-Yousuf MH, El-Shahawi MS, Al-Ghais S.M. Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentjan fish species in relation to body length and sex. Journal of Sciences Total Environment 2000; 256(2-3): 87-94.
23. Hedayatifard M, Maryam Khavarpour M, Orumi N. Evaluation of Relationship between Fatty acids and Heavy Metals Accumulation (Cd, Pb, Hg, Cu) in Fillet, Liver and Skin Tissues of Stellet Sturgeon (Acipenser stellatus) in Southwest and Southeast of Caspian Sea. Veterinary Researches & Biological Products 2018; 116: 212-224.
24. Vinodhini R, Narayanan M. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish Cyprinus carpio (Common carp). International Journal of Environmental Science & Technology 2008; 5: 179-182.
25. Canli M, Atli G. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environ Pollution 2003; 121(1): 129-136.
26. Yilmaz AB, Dogan M. Heavy metals in water and in tissues of himri (carasobarbus luteus) from orontes (Asi) river, turkey. Environmental monitoring and assessment 2008; 144: 437-444.
27. Rafeipoor A, Dehghan R, Nejadsajdi H. Concentration measurement of heavy metals mercury, lead and cadmium in fish muscle Tuna, Tap and tilapia in the city of Jiroft. Iranian Journal of Research in Environmental Health. Spring 2019; 5(1): 21-30.
28. Gandomi Niyat S, Mashinchian Moradi A, Fatemi SMR. The study of heavy metals Nickel, Cadmium and Lead concentrations in sediments and muscle of Pomadasys kaakan in Lavan Island - Persian Gulf. National-Regional Conference of the Iranian Association of Environmental Specialists 2018; 23(108): 1-13.
29- Hassanpour M, Rajaei G, Sinka Karimi MH, Ferdosian F, Maghsoudloorad R. Determination of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (Rutilus frisii kutum) from Miankaleh International Wetland and Human Health Risk. Journal Mazandaran Univ Med Science 2014; 24(113): 163-170 (Persian).
30. Samir D, Keechrid Z, Djabar MR. combincd protective effect of zinc and vitamin C on nickel–induced oxidative liver injury in rats. Annals of Biological. Research 2012; 3(7): 341–3418.
31. Hatami P, Naji A, Safaei M. Accumulation of trace metals (Cd, Cu, Zn and Ni) in the muscle tissue of Saurida tumbil (Bloch, 1795) and Nemipterus japonicus (Bloch, 1791) from the Oman Sea. Journal of Applied Fisheries Research 2018; 5(4): 45-62.
32. 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 2018; 12(1): 10-21.
33. 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). Journal of Marine Biology 2018; 10(1): 77-86.
34. Tahsini H, Ahmadpour M, Sinkakarimi MH. Assessment of cadmium and lead concentration in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) and calculation the food consumption risk. Iranian Journal of Health and Environment 2018; 11(2): 215-224.
35. Norouzi M, Sadeghi MM, Bagheri Tavani M, Zandavar H. Heavy Metal Accumulation in Tissues of Three Fish Species from the Persian Gulf. Journal of Environmental Science and Technology 2019; 21(6): 200-212.
36. Tahsini H, Alizadeh M, Gavilian H. Evaluation of Heavy Metals Concentration and Its Consumption Risk in Trout Fish (Oncorhynchus Mykiss). Journal of Environmental Health Engineering 2018; 6(2): 187-198.
37. Farahbakhsh Z, Akbarzadeh A, Naji A. Health risk assessment of trace metals Cu, Zn, Ni via the consumption of the prevailing bony fish Rutilus frisii kutum (Kamansky,1901), and Vimba vimba persa (Linnaeus, 1754) in Caspian sea. Iranian Scientific Fisheries Journal 2019; 28(3): 77-88.
38. Bellassoued K, Hamza A, Pelt J, Elfeki A. Seasonal variation of Sarpa salpa fish toxicity, as related to phytoplankton consumption, accumulation of heavy metals, lipids peroxidation level in fish tissues and toxicity upon mice. Journal of Environmental Monitoring and Assessment 2013; 185(2): 1137–1150.
39. Dadkhah P, Chamani A, Mortazavi S. The risk assessment of Lead, Cadmium and Zinc in the two edible fishe species (Carcharhinus limbatus) and (Epinephelus coioides) of Persian Gulf in 2016. Iranian Journal of Research in Environmental Health 2018; 4(2): 85-93.
40. Azimi Ask Shahr M, Shapoori M. Determination of heavy metal (Lead) concentration in water, gill, liver and muscles tissues of Capoeta capoeta in Palangrood River of Glian. Human & Environment 2019; 17(1): 93-102.
41. Gholamhosseini A, Akhlaghi M, Akbari P, Soltanian S, Naghdesi V, Fereidouni MS. Heavy metals accumulation in muscles of Psettodes erumei, Carangoides fulvoguttatus and Thunnus tonggol in Boushehr waters. Animal environment 2018; 10(2): 129-134.