مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هجدهم ، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۴، صفحات ۳۴۹ تا ۳۶۰

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت های کبد، آبشش و عضله ماهی سرخو خال سیاه *(Lutjanus ehrenbergii)* جزیره هنگام، خلیج فارس

محمدحسین قادری، آزاد تیموری، مجید عسکری حصنی*

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۲۵

واژگان کلیدی: ماهیان، فلزات سنگین، بهداشت، ایمنی تغذیه، آلاینده‌ها

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اثرات منفی فلزات سنگین و انتقال آن از طریق زنجیره‌های غذایی به انسان، مطالعه حاضر به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین آهن، روی، کادمیوم، سرب، باریم، نیکل، مس، وانادیوم و آرسنیک در بافت‌های آبشش، کبد و عضله در ماهی سرخو خال سیاه *(Lutjanus ehrenbergii)* انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تعداد ۳۰ قطعه ماهی سرخو خال‌سیاه در سال ۱۴۰۱ از زیستگاه‌های مرجانی جزیره هنگام توسط گرگور و قلاب صید و جمع‌آوری شدند. پس از شناسایی و زیست‌سنجی، تمام نمونه‌ها تشریح و بافت‌های کبد، آبشش و عضله جدا و سنجش فلزات سنگین توسط ICP-MS انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج زیست‌سنجی، میانگین طول استاندارد، طول کل و وزن ماهیان مورد مطالعه به ترتیب ۲۳/۳±۱/۴ cm، ۲۷/۸±۲/۷ cm و ۴۷۰/۳±۱۸/۹ g بود. بر اساس نتایج، عنصر آهن نسبت به سایر عناصر مورد مطالعه بیشترین تجمع را به ترتیب در بافت های آبشش و کبد به میزان ۳۲۷/۴۱ و ۱۳۶/۱۰ µg/g داشت و عنصر روی بیشترین میزان تجمع را در بافت عضله به میزان ۲/۶۸ µg/g داشت. عنصر نیکل نسبت به سایر عناصر مورد مطالعه کمترین تجمع را نشان داد. میزان عنصر سرب در بافت‌های آبشش، کبد و عضله به ترتیب به میزان ۱/۳۸، ۱/۳۵ و ۰/۴۶ µg/g سنجش شد.

نتیجه‌گیری: مقدار عنصر سرب در عضله به عنوان بافت اصلی تغذیه ای به میزان ۰/۴۶ µg/g سنجش شد که بالاتر از برخی استانداردهای جهانی مانند WHO است؛ بنابراین از لحاظ بهداشتی مصرف ماهیان تجاری آلوده به فلزات سنگین توصیه نمی‌گردد. با انجام پایش های مداوم می توان وضعیت آلایندگی ماهیان را ارائه کرد، اما با این وجود مصرف گونه سرخو خال سیاه صید شده از اطراف جزیره هنگام باید با احتیاط صورت گیرد.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
mahesni@uk.ac.ir
mahesni@gmail.com

Please cite this article as: Ghaderi MH, Teimori A, Askari Hesni M. Study of heavy metals concentration in liver, gills and muscles tissues of Lutjanus ehrenbergii from the Hengam Island, Persian Gulf. Iranian Journal of Health and Environment. 2025;18(2):349-60.

Copyright © 2025 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

مقدمه

آلودگی آب ها به فلزات سنگین از مهمترین مسائل محیط زیستی در سطح جهان است. خلیج فارس به دلیل عمق کم آب و محدود بودن ارتباطش با آب‌های آزاد، در معرض شدید آلاینده‌های صنعتی، کشاورزی و نفتی قرار گرفته است. یکی از مهمترین آلاینده‌ها، فلزات سنگین هستند که برخلاف سایر آلاینده‌های با منشاء آلی در اکوسیستم تخریب و یا حذف نمی گردند و پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در رسوبات یا بدن موجودات زنده از جمله در بافت ها و اندام های آبزیان و ازجمله ماهیان تجمع یافته و در نهایت وارد زنجیره غذایی می شوند (۱). مشکل اصلی عناصر فلزی این است که در بدن متابولیزه نمی گردند و پس از تجمع در بدن، موجب بروز بیماری ها و عوارض متعددی می شوند. همچنین این عناصر جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن می شوند و اختلالات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متعددی ایجاد می کنند. بطوریکه حتی عناصر فلزی کم مصرف مانند روی، نیکل، وانادیوم، قلع و آلومینیوم که به میزان بسیار کم مورد نیاز بدن هستند، زمانی که میزان آنها از حد مجاز بالاتر رود، اثرات نامطلوبی بر سلامت و فعالیت های فیزیولوژیکی بدن خواهند گذاشت (۲). فلزات سنگینی مانند سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک که کاربرد زیستی ندارند، حتی به میزان بسیار اندك قادرند در عملکرد طبیعی بدن آبزیان اختلال ایجاد کنند (۳). بطور کلی افزایش غلظت فلزات سنگین سبب آسیب هایی به بافت های تنفسی و گردش خون موجودات زنده از جمله ناهنجاری هایی مانند ریزهسته های تک و دوتایی، تغییر شکل هسته، جابجایی هسته، هسته نامنظم، سلول های تغییر شکل یافته، سلول های میکروسیتی و سلول‌های واکوئله و متورم می گردد. افزایش غلظت کروم سبب کاهش غلظت هموگلوبین، گلبول های قرمز و مونوسیت‌ها و افزایش سرب سبب افزایش غلظت لنفوسیت ها می گردد (۴).

فلزات سنگین پتانسیل بالایی برای تغلیظ زیستی و انباشت در اندام های گوناگون ماهیان دارند (۵) و از آنجاییکه ماهیان بخشی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می دهند، این عناصر می توانند از طریق تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان شوند و اثرات نامطلوبی بر بدن وارد نمایند (۶). بر این اساس، استفاده از ماهیانی که دارای غلظت های بالایی از تجمع عناصر فلزی در بافت‌های خود هستند، ممکن است برای سلامتی مصرف کننده مضر باشد، بنابراین، آگاهی در مورد غلظت عناصر فلزی در آبزیان از جهت مدیریت طبیعی و سلامت انسانی اهمیت دارد (۷). مطالعات متعددی در زمینه تجمع فلزات سنگین در بافت‌های خوراکی ماهیان خلیج فارس از جمله بافت عضله در ماهیان سطح زی و عمق زی (۸)، سنجش عناصر سنگین در سه گونه ماهی تجاری در مناطق ساحلی شمال خلیج فارس (۹) و تجمع زیستی فلزات سنگین در شش گونه ماهی از خانواده شورت ماهیان در خلیج فارس و خلیج چابهار صورت گرفته است (۱۰).

گونه ماهی سرخو خال سیاه *(Lutjanus ehrenbergii)* از خانواده Lutjanidae، یکی از مهمترین و پر فروش ترین گونه‌های ماهی خوراکی در ایران بخصوص استان‌های ساحلی جنوب و مرکزی ایران است، بنابراین هرگونه مطالعه بر روی ارزیابی سلامت و سنجش آلاینده های انباشت شده در بدن این گونه ماهیان تجاری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این پژوهش غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، باریم، مس، آرسنیک، نیکل و وانادیوم در بافت‌های کبد، آبشش و عضله ماهی سرخو خال سیاه سنجیده شد.

منطقه مورد مطالعه

جزیره هنگام با مختصات "۲۶°۳۶'۶۵ عرض شمالی و مختصات "۵۵°۸۸'۰۲ طول شرقی یکی از جزیره‌های ایران در خلیج فارس است که با آبادی‌های کوچک با وسعت حدود $36\ km^2$، طول ۹/۵ km و عرض ۶ km در جنوب جزیره قشم در استان هرمزگان واقع شده و دارای تنوع سواحل است (۱۱) (شکل ۱).

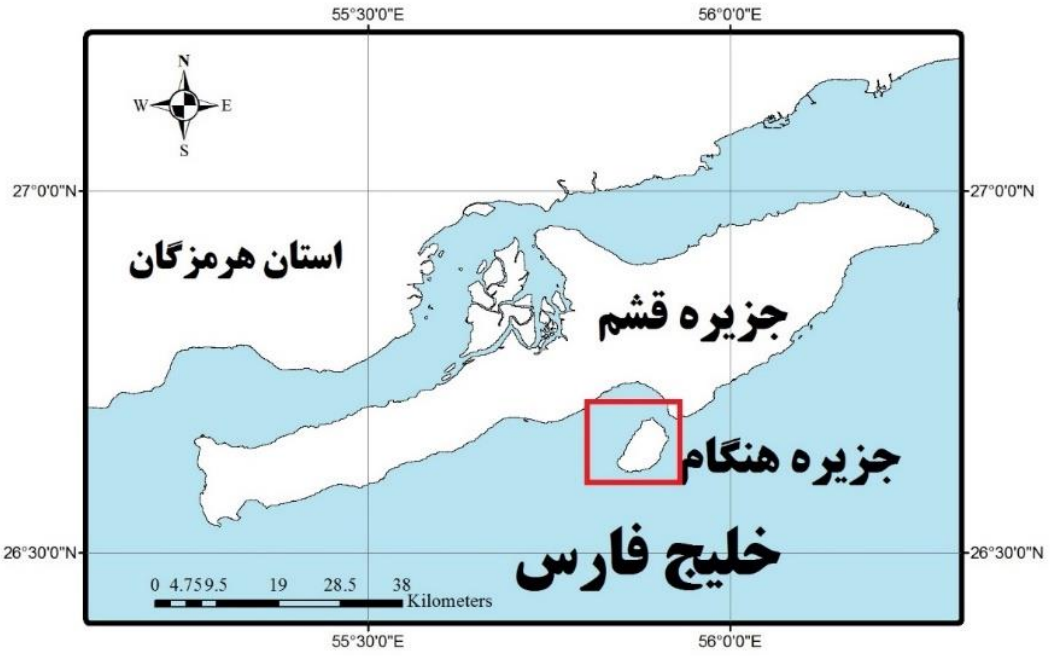
مواد و روش‌ها

در این پژوهش، تعداد ۳۰ قطعه ماهی سرخو خال سیاه با نام

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

علمی *(Lutjanus ehrenbergii)* از خانواده Lutjanidae از زیستگاه های مرجانی در ناحیه شمال شرقی جزیره هنگام در اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۱ از طریق تور گرگور و یا قلاب صید و جمع آوری شدند. با توجه به اینکه ماهیان سرخو خال سیاه در اکثر مواقع در اطراف زیستگاه های صخره ای و آبسنگ‌های مرجانی بافت می شوند و بزرگ‌ترین سایت مرجانی در جزیره هنگام در ناحیه شمال شرقی این جزیره است، لذا نمونه برداری در اطراف این منطقه انجام شد. سپس ماهیان به صورت مجزا به کیسه های زیپ‌دار منتقل و بر سطح یخ در کلمن مخصوص قرار داده شدند تا در زمان حمل و نقل، دچار آلودگی نشوند. نمونه‌ها پس از انتقال به ساحل، در دمای ۲۴ °C- منجمد و به آزمایشگاه تحقیقاتی منتقل گردیدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر، شسته شدند تا آلودگی‌های خارجی احتمالی و همچنین پوشش لزج مانند اطراف بدن ماهیان دفع گردد. سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ g، وزن ماهیان و کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ mm طول کل و طول استاندارد ماهیان کدگذاری شده اندازه گیری و ثبت گردید. سپس بافت‌های آبشش از ناحیه حفره آبششی و عضله از زیر باله پشتی جداسازی شدند (۱۲). جهت سنجش غلظت فلزات سنگین در هر بافت، از هر بافت به میزان ۱ g استفاده شد.

تمامی ظروف و وسایل مورد استفاده به مدت ۲۴ h داخل اسید نیتریک قرار گرفتند و سپس بوسیله آب مقطر آبکشی گردیدند تا هر گونه آلودگی احتمالی به بافت ها منتقل نگردد (۱۳). در نهایت میزان غلظت فلزات سنگین با دستگاه ICP-MS مدل Agilent ۷۵۰۰ توسط آزمایشگاه معتمد محیط زیست سنجش شد (۱۴).



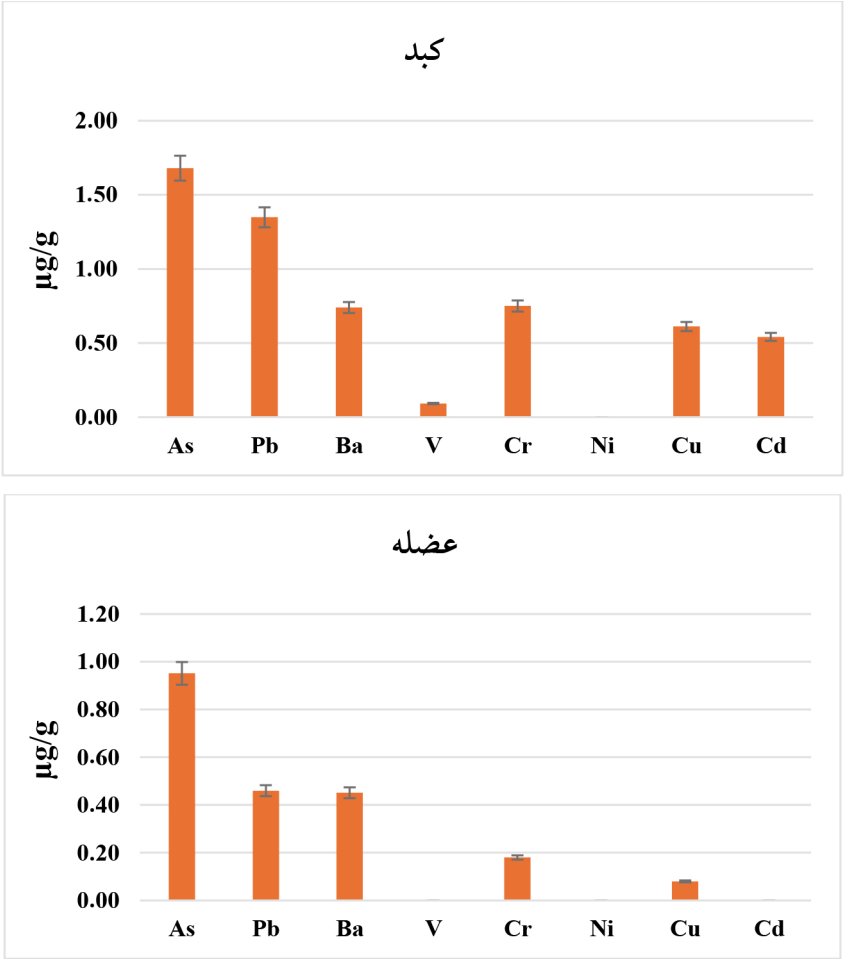
شکل ۱- منطقه مورد مطالعه (جزیره هنگام واقع در آب های خلیج فارس، استان هرمزگان)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

بمنظور تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS نسخه ۳۲ و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ استفاده گردید. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگروف - اسمیرنف (Kolmogorov–Smirnov test) بررسی شد. سپس جهت بررسی اختلاف معنی‌دار بین میانگین میزان تجمع در بافت‌های مختلف از آزمون دانکن (Duncan) استفاده شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ($p<۰/۰۵$) تعیین گردید.

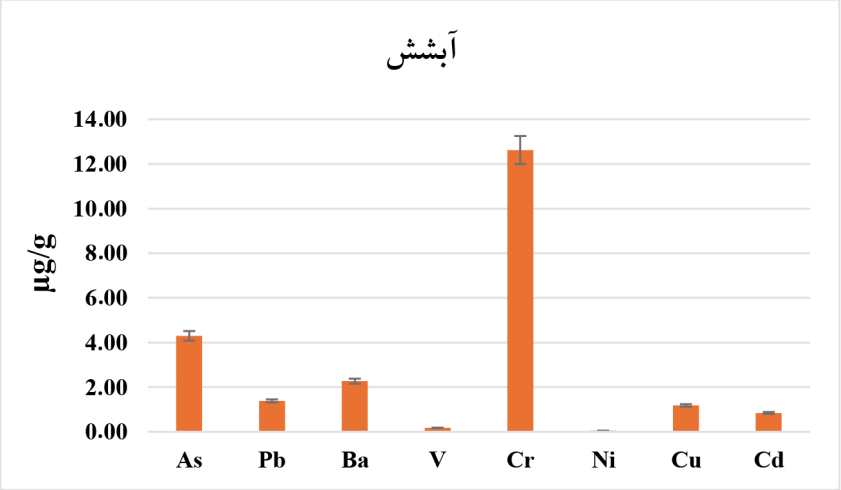
یافته‌ها

میانگین طول استاندارد، طول کل و وزن سرخو خال سیاه به ترتیب ۱/۴ ± ۲۳/۳ cm، ۲/۷ ± ۲۷/۸ cm و ۱۸/۹ ± ۴۷۰/۳ g اندازه گیری شد. براساس نتایج سنجش فلزات سنگین در بافت کبد ماهی سرخو خال سیاه، میزان تجمع زیستی عناصر آرسنیک، سرب، باریم، وانادیوم، کروم، نیکل، مس و کادمیوم به ترتیب ۱/۶۸، ۱/۳۵، ۰/۷۴، ۰/۰۹، ۰/۷۵، ۰/۰۰، ۰/۶۱ و ۰/۵۴ µg/g اندازه‌گیری شد (شکل ۲). میزان تجمع زیستی عنصر آهن و روی به ترتیب ۱۳۶/۱۰ و ۱۸/۳۰ µg/g سنجش شد.



شکل ۲- میزان تجمع عناصر سرب، باریم، وانادیوم، آرسنیک، کادمیوم، نیکل و مس در بافت‌های کبد، عضله و آبشش ماهی سرخو خال سیاه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]



ادامه شکل ۲- میزان تجمع عناصر سرب، باریم، وانادیوم، آرسنیک، کادمیوم، نیکل و مس در بافت‌های کبد، عضله و آبشش ماهی سرخو خال سیاه

بر اساس نتایج بدست آمده از سنجش فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سرخو خال سیاه، تجمع زیستی عناصر نیکل، کادمیوم و وانادیوم با مقدار µg/g ۰ به ترتیب کمترین تجمع را داشته اند. میزان تجمع زیستی فلزات سنگین آرسنیک، سرب، باریم، کروم و مس در بافت عضله به ترتیب ۰/۹۵، ۰/۴۶، ۰/۴۵، ۰/۱۸ و µg/g ۰/۰۸ سنجش شد (شکل ۲). میزان عنصر آهن و روی در این بافت به ترتیب ۱/۰۳ و µg/g ۲/۶۸ اندازه گیری شد.

میزان فلزات سنگین در بافت آبشش ماهی سرخو خال سیاه متغیر بود به طوری که، میزان عنصر آهن و روی به ترتیب ۳۲۷/۴۱ و µg/g ۵۹/۱۱ سنجش شد. عنصر آرسنیک، سرب، کادمیوم، وانادیوم و نیکل به ترتیب ۴/۳۰، ۱/۳۸، ۰/۸۴، ۰/۱۸ و µg/g ۰/۰۵ تجمع را داشته اند (شکل ۲).

بیشترین مقدار عنصرسرب در سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۱/۳۸ و µg/g ۰/۴۶ سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر سرب بین بافت های آبشش و کبد وجود نداشت اما بین این دو بافت با بافت عضله اختلاف معنی داری وجود داشت ($p<0/05$) (جدول ۱).

بیشترین مقدار باریم در ماهی سرخو خال سیاه در بافت کبد و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۲/۲۷ و µg/g ۰/۴۵ سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر باریم بین بافت ها وجود داشت ($p<0/05$) (جدول ۱).

بیشترین مقدار وانادیوم در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۰/۱۸ و µg/g ۰ سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر باریم بین بافت‌ها وجود داشت ($p<0/05$).

بیشترین مقدار کروم در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۱۲/۶۲ و µg/g ۰/۱۸ سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر کروم بین بافت ها وجود داشت ($p<0/05$). بیشترین مقدار آهن در ماهی سرخو خال سیاه در بافت کبد و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۳۲۴/۴۱ و µg/g ۱/۰۳ سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر آهن بین بافت ها وجود داشت ($p<0/05$) (جدول ۱).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

جدول ۱- مقایسه میزان تجمع زیستی عناصر مختلف (µg/g) در بافت های کبد، عضله و آبشش ماهی سرخو خال سیاه، (اختلاف معنی دار بین بافت ها با حروف لاتین مشخص شده است (p<۰/۰۵))

عناصر	آبشش	عضله	کبد
V	۰/۱۸±۰/۰۳[a]	۰/۰۰[b]	۰/۰۹±۰/۰۱[a]
Cd	۰/۸٤±۰/۲[a]	۰/۰۰[b]	۰/۵٤±۰/۱۲[a]
Ni	۰/۰۵±۰/۰۱[a]	۰/۰۰[b]	۰/۰۰[b]
Cu	۱/۱۸±۰/۳۸[a]	۰/۰۸±۰/۰۱[b]	۰/٦۱±۰/۱۱[c]
Cr	۱۲/٦۲±۱/۷٦[a]	۰/۱۸±۰/۰۳[b]	۰/۷۵±۰/۰۸[c]
Pb	۱/۳۸±۰/۲٤[a]	۰/٤٦±۰/۰۷[b]	۱/۳۵±۰/۲۹[c]
As	٤/۳۰±۰/۸۲[a]	۰/۹۵±۰/۱۸[b]	۱/٦۸±۰/٤۳[c]
Ba	۲/۲۷±۰/٦۷[a]	۰/٤۵±۰/۰۵[b]	۰/۷٤±۰/۱۱[c]
Zn	۵۹/۱۱±٦/۱۳[a]	۲/٦۸±۰/۷۱[b]	۱۸/۳۰±۲/۵۹[c]
Fe	۳۲۷/٤۱±۳٤/۰۱[a]	۱/۰۳±۰/۲۱[b]	۱۳٦/۱۰±۱۲/۲۹[c]

بیشترین مقدار نیکل در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش به میزان ۰/۰۵ µg/g و در بافت های کبد و ماهیچه ۰ µg/g سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر نیکل بین بافت آبشش و بافت های کبد و ماهیچه وجود داشت (p<۰/۰۵). بیشترین مقدار مس در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۱/۱۸ و ۰/۰۸ µg/g سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر مس بین بافت ها وجود داشت (p<۰/۰۵) (جدول ۱).

بیشترین مقدار روی در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۵۹/۱۱ و ۲/۶۸ µg/g سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر روی بین بافت ها وجود داشت (p<۰/۰۵). بیشترین مقدار آرسنیک در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۴/۳۰ و ۰/۹۵ µg/g سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر آرسنیک بین بافت‌ها وجود داشت (p<۰/۰۵). بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین مقدار کادمیوم در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۰/۸۴ و ۰ µg/g سنجش شد. بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر کادمیوم بین بافت ها وجود داشت (p<۰/۰۵). بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر سرب بین بافت‌های آبشش و کبد وجود نداشت، اما بین این دو بافت با بافت عضله اختلاف معنی داری وجود داشت (p<۰/۰۵). بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقدار عنصر نیکل بین بافت آبشش و بافت های کبد و ماهیچه وجود داشت (p<۰/۰۵). بر اساس آنالیز آماری دانکن اختلاف معنی‌دار بین مقادیر عناصر کادمیوم، باریم، وانادیوم، مس، آرسنیک و نیکل بین بافت‌های آبشش، عضله و کبد وجود داشت (p<۰/۰۵) (جدول ۱).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین مقدار عنصرسرب در سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۱/۳۸ و ۰/۴۶ µg/g سنجش شد. در پژوهشی میزان عنصر سرب در بافت آبشش ماهی کفال راه راه در دریاچه خزر ۵/۳۲ µg/g اعلام شد (۱۵). میانگین غلظت عناصر سنگین مس، کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب امیر کلایه به ترتیب ۰/۴۷۵، ۰/۰۳۵ و ۰/۰۲۸ µg/g وزن خشك اندازه‌گیری شد (۱۶). همچنین میانگین غلظت سرب در بافت عضله ماهی کفال پوزه باریک ۵/۷۲ µg/g گزارش شده است (۱۷). در مطالعه حاضر بیشترین مقدار باریم در ماهی سرخو خال سیاه در بافت کبد و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۲/۲۷ و ۰/۴۵ µg/g سنجش شد. نتایج مطالعات Sattari و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که بیشترین و کمترین غلظت فلز باریم به ترتیب در بافت کبد و عضله ماهی سفید وجود دارد (۱۸). بیشترین مقدار وانادیوم در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۰/۱۸ و ۰ µg/g سنجش شد. Shirvani Mahdavi (۲۰۱۶) در پژوهشی سنجش فلزات نیکل و وانادیم در بافت‌های ماهی شورت نقره‌ای *(Sillago sihama)* و یلی خط کمانی *(Terapon jarbua)* در جزیره قشم را انجام دادند که نتایج نشان داد کمترین میزان فلز وانادیم در هر دو ماهی در بافت عضله (۴۱۱ µg/kg) و بیشترین مقدار آن به ترتیب در بافت کبد (۶۲۴ و ۱۴۴ µg/kg) می باشد. میانگین میزان فلزات نیکل و وانادیم در بافت های هر دو گونه ماهی دارای ترتیب کبد > پوست > عضله است (۱۹).

در مطالعه حاضر، بیشترین مقدار نیکل در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش به میزان ۰/۰۵ µg/g و در بافت های کبد و ماهیچه ۰ µg/g سنجش شد و بیشترین مقدار مس در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۱/۱۸ و ۰/۰۸ µg/g سنجش شد. در مطالعه حاضر بیشترین مقدار آرسنیک در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۴/۳۰ و ۰/۹۵ µg/g سنجش شد. میزان فلز آرسنیک در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان (تالاب انزلی)، ۰/۰۷ µg/g سنجش شده است (۲۰). همچنین در ماهی کفال طلایی *(Liza aurata)* بیشترین میزان تجمع آرسنیک در بافت آبشش ۹/۸۹ µg/g و کمترین آن در بافت عضله ۱/۳۲ µg/g مشاهده شده است (۱). در مطالعه حاضر بیشترین مقدار کادمیوم در ماهی سرخو خال سیاه در بافت آبشش و کمترین مقدار آن در بافت عضله به ترتیب به میزان ۰/۸۴ و ۰ µg/g سنجش شد. در پژوهشی میزان فلز کادمیوم در عضله ماهی سفید و کپور معمولی در جنوب مرکزی دریاچه خزر به ترتیب ۱/۲۱ و ۱/۳۵ µg/g گزارش شده است (۲۱).

مطالعه سمیت فلزات سنگین در ماهی کپور *(Ctenopharyngodon idella)* با بررسی دقیق شاخص های خونی، هسته RBC و مورفولوژی سلولی نشان داد که بافت آبشش و بافت عضلانی به ترتیب بیشترین تجمع فلز سرب، کروم و مس را دارند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بیشترین میزان تجمع عناصر فلزی مورد مطالعه در بافت کبد و کمترین مقدار در بافت عضله بوده است (۴). Huang و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی ارزش غذایی و تجمع زیستی فلزات سنگین در ۹ گونه ماهی تجاری در منطقه داچن در دریای چین شرقی پرداختند که نتایج نشان داد، توانایی انباشتگی بیشتر ماهی‌ها مربوط به لایه آبی است که در آنها زندگی می کنند؛ ماهیانی که در لایه کفی زندگی می کنند تجمع بیشتری از فلزات سنگین را نسبت به لایه میانی بالایی (به جز مس) نشان دادند (۲۲). بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در عضله و کبد ماهیان *Sander lucioperca* و *Abramis brama* نشان داد که فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی محیط آبزیان بخصوص میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات تاثیر شاخصی بر میزان تجمع این آلاینده‌ها در بافت‌های ماهیان دارد (۲۳)، به همین علت تجمع بالای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

فلزات در بافت‌هایی که فعالیت متابولیک زیادی دارند مانند کبد، کلیه و آبشش ها بیشتر از بافت هایی با فعالیت متابولیک پایین مانند بافت عضله است (۱۲). پروتئین هایی با وزن مولکولی پایین موجود در بافت عضله ماهیان، مسئول حذف و خنثی سازی عناصر سنگین و آثار سمی آنها هستند و آنرا می توان دلیلی بر کمتر بودن غلظت این عناصر در بافت عضله نسبت به بافت های کبد و آبشش تفسیر کرد (۲۴).

جدول ۲- حد مجاز مصرف فلزات سنگین توسط سازمان های بین المللی بر حسب µg/g

سازمان	مس	آرسنیک	کادمیوم	سرب	منبع
سازمان جهانی بهداشت(WHO)	۳۰	۰/۱	۰/۲	۰/٤	(۲۵)
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا	۳۰	–	۰/۰۵	۱/۵	(۲٦)
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان	–	–	۰/۲	۰/۲	(۲٦)
FAO	۳۰	–	۰/۵	۲	(۲٦)
Turkish Guidelines	۲۰	–	۰/۱	–	(۲۷)
مطالعه حاضر- جزیره هنگام	۰/۰۸	۰/۹۵	۰	۰/٤٦	مطالعه حاضر

حد مجاز مصرف فلزات سنگین توسط سازمان‌ها و نهادهای مختلف بین المللی اعلام گردیده است. با مقایسه نتایج حاصل از بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در گونه سرخو خال سیاه در این پژوهش مشخص می‌شود که میزان فلز سنگین کادمیوم و مس در این گونه کمتر از حد خطرناک این فلزات در ماهی‌ها است (جدول ۲). اما حد مجاز سرب در این گونه بالاتر از حد مجاز اعلام شده توسط وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان است. لذا مصرف زیاد این ماهی‌ها باید با احتیاط صورت گیرد.

سرخو خال سیاه، گونه‌ای گوشتخوار می باشد که از ماهی های کوچکتر و سخت پوستان تغذیه می نماید. این گونه به علت تغذیه از سطوح انتهایی هرم غذایی که تراکم فلزات سنگین در آنها بالاتر از سطوح اولیه می باشد، حجم بالایی از فلزات سنگین را از طریق تغذیه دریافت می‌کند.

در مطالعات دریایی یکی از مهمترین محدودیت های مطالعاتی، جمع آوری نمونه از مناطق مورد مطالعه است. برای جمع آوری نمونه ها باید حتما در منطقه حضور داشت و نمونه های صید شده را مستقیم از صیادان محلی دریافت نمود تا نتایج حاصله با دقت بیشتری از منطقه مورد نظر حاصل شود. از دیگر محدودیت های مطالعاتی بر روی موجودات زنده در طبیعت عدم صید در تمام ماه‌ها یا فصول می باشد لذا بایستی گونه ای انتخاب گردد که هم قابلیت تجاری و تغذیه ای داشته باشد و هم در بخش اعظم سال قابلیت صید داشته باشند که در این مطالعه از ماهی سرخو خال سیاه استفاده شد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که تغذیه یکی از مهمترین راه های ورود فلزات سنگین به ماهی‌ها می باشد به طوری که تجمع زیستی فلزات سنگین در هر سه بافت ماهیان مورد مطالعه، مشاهده گردید. بیشترین تجمع بر اساس نوع عنصر تجمع یافته در بافت‌های آبشش و کبد مشاهده گردید و کمترین میزان در بافت عضله سنجش شد؛ بنابراین بافت عضله به عنوان بافت خوراکی اصلی ماهیان مورد مطالعه کمترین تاثیرات را از آلاینده‌های فلزی محیطی دریافت کرده است اما با توجه به اینکه میزان تجمع عنصر سرب بالاتر از حد مجاز و استانـــدارد‌هـــای بین المللی مانـــند WHO با استـاندارد ۰/۴ µg/g و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان با اســتاندارد ۰/۲ µg/g و پایین تر از استاندارد هایی مانند انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا به میزان ۱/۵ µg/g و FAO به میزان ۲ µg/g است، ماهیانی که از نظر تجمع فلزات سنگین در محدوده نزدیک به استانداردهای جهانی هستند بایستی با احتیاط مصرف شوند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان همه نکات اخلاقی از جمله عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده ها و داده سازی را رعایت کرده اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان نامه با عنوان "ارزیابی تجمع زیستی فلزات سنگین در کبد، عضله و آبشش چند گونه ماهی تجاری خلیج فارس (جزیره هنگام)" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۴۰۱ است که با حمایت دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

References

1. Norouzi M, Bagheri Tavani M, Amirjanati A, Ghodrati S. 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):201-14 (in Persian).

2. Esmaeeli A. Pollutants: health and standard in environment. Iran: Naghshe Mehr. 2003.

3. Chen Y, Chen M. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, SW Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis. 2001;9(2):9.

4. Shah N, Khan A, Ali R, Marimuthu K, Uddin MN, Rizwan M, et al. Monitoring bioaccumulation (in gills and muscle tissues), hematology, and genotoxic alteration in Ctenopharyngodon idella exposed to selected heavy metals. BioMed Research International. 2020;2020(1):6185231.

5. Rahman MS, Hossain MS, Ahmed MK, Akther S, Jolly YN, Akhter S, et al. Assessment of heavy metals contamination in selected tropical marine fish species in Bangladesh and their impact on human health. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management. 2019;11:100210.

6. Özparlak H, Arslan G, Arslan E. Determination of some metal levels in muscle tissue of nine fish species from the Beyşehir Lake, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2012;12(4).

7. Behrouz M, Norouzi M. Analysis of some metal elements (Al, V, Ni, Zn, Tl, and SN) and their relationship with gender and biometric indices in different tissues of the golden grey mullet *(Liza aurata)*. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2018;27(4):37-46 (in Persian).

8. Taghavi M, Shadboorestan A, Kalankesh LR, Mohammadi Bardbori A, Ghaffari HR, Safa O, et al. Health risk assessment of heavy metal toxicity in the aquatic environment of the Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin. 2024;202:116360.

9. Torabi S, Gholizadeh M, Yazarlo M, Riahi Z. Health risk assessment of heavy metals in marine fish caught from the northwest Persian Gulf. Biological Trace Element Research. 2024;202(8):3789-99.

10. Barani HK, Alavi Yeganeh MS, Bakhtiari AR. Metals bioaccumulation, possible sources and consumption risk assessment in five Sillaginid species, a case study: Bandar Abbas (Persian Gulf) and Chabahar Bay (Oman Sea), Iran. Marine Pollution Bulletin. 2023;187:114551.

11. forces Goota. Geography of the Iranian islands of the Persian Gulf (Qeshm, Larak, Hormuz, Hengam). Geographical Organization of The Armed Forces Publication. 2003:3.

12. Filazi A, Baskaya R, Kum C, Hismiogullari SE. Metal concentrations in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Human & Experimental Toxicology. 2003;22(2):85-87.

13. Storelli MM, Marcotrigiano GO. Bioindicator organisms: heavy metal pollution evaluation in the Ionian Sea (Mediterranean Sea—Italy). Environmental Monitoring and Assessment. 2005;102:159-66.

14. MOOPAM(Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis). Regional organization for

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

the protection of marine environment (ROPME, Kuwait). 1999:220.

15. Canli M, Atli G. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution. 2003;121(1):129-36.

16. Jarf P. Determination of heavy metals in fish muscle tissue using the flame atomic absorption spectroscopy. Feyz Medical Sciences Journal. 2013;16(7):615-16.

17. 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):225-39 (in Persian).

18. 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):149-61 (in Persian).

19. Shirvani Mahdavi E. Nickel and Vanadium in *Sillago sihama* and *Terapon jarbua* fish tissues in the southern area of Qeshm Island. Journal od Marine Science and Technology Research .2016; 11(1):22-29 (in Persian).

20. Norouzi M. Investigating some toxic and essential metals in the muscle, liver and gills of Perca fluviatilis in Anzali Wetland. Journal of Wetland Ecobiology. 2015;31(9):57-68.

21. Elsagh A. Determination of some heavy metals in *Rutilus frisii* kutum and *Cyprinus carpio* fillet from south Caspian Sea. Veterinary Research & Biological Products. 2010;23(4):33-44.

22. Huang H, Li Y, Zheng X, Wang Z, Wang Z, Cheng X. Nutritional value and bioaccumulation of heavy metals in nine commercial fish species from Dachen Fishing Ground, East China Sea. Scientific Reports. 2022;12(1):6927.

23. Al Yousuf M, El Shahawi M, Al Ghais S. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. Science of The Total Environment. 2000;256(2-3):87-94.

24. Freedman B. Environmental Ecology: The Impacts of Pollution and Other Stresses on Ecosystem Structure and Function: Elsevier; 2013.

25. WHO. Permissible limits of heavy metals in soil and plants. Geneva, Switzerland. 1996.

26. Tüzen M. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Food Chemistry. 2003;80(1):119-23.

27. Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, Ozdemir N. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere. 2006;63(9):1451-58.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Study of heavy metals concentration in liver, gills and muscles tissues of *Lutjanus ehrenbergii* from the Hengam Island, Persian Gulf

Mohammad Hossein Ghaderi, Azad Teimori, Majid Askari Hesni*

Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 18 June 2025
Revised: 02 September 2025
Accepted: 07 September 2025
Published: 16 September 2025

Keywords: Fish, Heavy metals, Health, Food safety, Pollutants

***Corresponding Author:**
mahesni@uk.ac.ir
mahesni@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: Given the negative effects of heavy metals and their transmission to humans through the food chain, the present study was conducted to assess the concentration of heavy metals—including Fe, Zn, Cd, Pb, Ba, Ni, Cu, V, and As—in the gill, liver, and muscle tissues of the commercial fish *Lutjanus ehrenbergii*.

Material and Methods: Thirty fish were collected from coral habitats around Hengam Island in 2022 using nets or hooks. After identification and bioassay, the liver, gill, and muscle tissues were dissected from each specimen and analyzed for heavy metal concentrations via ICP-MS.

Results: Biometric analysis showed the average standard length, total length, and weight of the studied fish to be 23.3 ± 1.4 cm, 27.8 ± 2.7 cm, and 470.3 ± 18.9 g, respectively. Among the studied elements, Fe had the highest mean concentration in the gill (327.41 µg/g) and liver (136.10 µg/g) tissues. In muscle tissue, Zn showed the highest mean concentration (2.68 µg/g), while Ni showed the lowest accumulation. The mean Pb concentrations detected in the gill, liver, and muscle tissues were 1.38, 1.35, and 0.46 µg/g, respectively.

Conclusion: The Pb concentration in the muscle, which is the main nutritional tissue, was 0.46 µg/g. This value is higher than the limits set by international standards such as the WHO. Therefore, from a health perspective, it is not recommended to consume commercial fish contaminated with heavy metals. While continuous monitoring can provide information on contamination status, the consumption of *Lutjanus ehrenbergii* caught around Hengam Island should be done with caution.

Please cite this article as: Ghaderi MH, Teimori A, Askari Hesni M. Study of heavy metals concentration in liver, gills and muscles tissues of Lutjanus ehrenbergii from the Hengam Island, Persian Gulf. Iranian Journal of Health and Environment. 2025;18(2):349-60.

Copyright © 2025 Iranian Association of Environmental Health، and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted، provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-26]