تعیین سطح غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صبیتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر

عبدالحسن دولاح[1]*
رزاق عبیدی[2]

۱. گروه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

***مسئول مکاتبات:**
h_doulah@yahoo.com

کد مقاله:۱۳۹۸۰۱۰۶۷۶
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹
این مقاله برگرفته از سایر فعالیت‌های پژوهشی است.

چکیده

این مطالعه باهدف بررسی سطوح فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صبیتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر انجام پذیرفت. بدین منظور تعداد ۳۰ قطعه ماهی صبیتی (*A. cuvieri*) با میانگین وزنی ۱۵۶/۱۰۱±۸۴۰/۷۳ گرم و میانگین طولی ۳/۰۸۹±۳۴/۲۸ سانتی‌متر در فصل بهار سال ۱۳۹۷ تهیه شد. نمونه‌ها را با آب مقطر شستشو داده و مقداری از بافت عضله خالص جداسازی گردید. بعد از خشک‌کردن رطوبت و آب موجود در فضای میان بافتی نمونه‌ها، به میزان ۰/۵ گرم نمونه بافتی پودر شده جدا و با ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ هضم اسیدی نمونه‌ها صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سطح فلزات سنگین مس، روی و آهن از دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی Perkin Elmer 3030 استفاده شد. بر اساس آزمایش‌های انجام‌شده میانگین غلظت فلزات مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صبیتی به ترتیب ۶/۳۲±۰/۲۲، ۶۱/۱۲±۰/۱۴ و ۴/۸۶±۰/۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه گردید. میزان فلزات سنگین مس و روی در بافت عضله ماهی صبیتی در بندر بوشهر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF) بود؛ اما میزان فلز سنگین آهن بیشتر از مقدار مجاز اعلام‌شده توسط سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) اعلام شد. ازاین‌رو استفاده ازاین‌گونه برای مصارف انسانی مشکل چندانی را از دیدگاه سلامت و بهداشت عمومی ایجاد نخواهد کرد.

واژگان کلیدی: مس، روی، آهن، بندر بوشهر، *Acanthopagrus cuvieri*

مقدمه

مصرف آبزیان در دهه‌های اخیر به دلیل افزایش جمعیت و رویکرد عمومی به مصرف آبزیان، در پی آشکار شدن اهمیت طبی و نقش آن‌ها در پیشگیری از برخی بیماری‌ها، در حال افزایش است (Celik and Oehlenschlager, 2005). به موازات افزایش مصرف این منابع خصوصاً ماهیان، تامین بهداشت و سلامت آنان نیز اهمیت بیشتری می‌یابد که در این میان تشخیص و اندازه‌گیری فلزات‌سنگین دارای اهمیت زیادی می‌باشد (الصاق، ۱۳۹۰). فلزات‌سنگین گروهی از آلاینده‌های پایدار و خطرناک هستند که خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم‌ها و موجودات زنده محسوب می‌شوند (عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). آلودگی محیط‌زیست ناشی از فلزات‌سنگین در اثر توسعه شهرنشینی و صنایع، که منجر به افزایش کمیت و کیفیت فاضلاب و پساب تولیدی شده است، به طور فزاینده‌ای در حال رشد است. فلزات‌سنگین که در شکل‌های گوناگون و غلظت‌های متفاوت، به طور عمده از تخلیه پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری، در رودخانه‌ها و نهرها و نیز زهکشی زمین‌های کشاورزی، که با کودهای تهیه شده از لجن فاضلاب‌ها تغذیه می‌شوند به محیط راه می‌یابند، نه تنها موجودات آبزی و ماهیان را تهدید می‌کنند، بلکه موجب بروز تغییرات در اکوسیستمی که انسان با محیط اطرافش تشکیل داده و خود در راس آن قرار دارد، می‌شوند (آقازاده مشگی، ۱۳۸۰).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

در پی انتقال این آلاینده‌ها به محیط‌های آبی، این احتمال وجود دارد که ماهی، مقادیری از برخی فلزات‌سنگین را از راه زنجیره غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید (Amini Ranjbar and Sotoodenia, 2005). اندام‌های ماهی نیز در برابر مسمومیت با فلزات‌سنگین حساس‌اند و در این میان عضله به دلیل نقش مهمی که در تغذیه انسان دارد صدمات اصلی را متحمل شود (Stoskopf, 1993).

فلزات‌سنگین مورد مطالعه در این تحقیق مس، روی و آهن می‌باشد که جزء فلزات‌سنگین ضروری بوده و در غلظت‌های پایین برای متابولیسم طبیعی آبزیان ضروری هستند و می‌توانند نقش مثبت یا منفی مهمی را در زندگی انسان ایفا نمایند (Ghaedi *et al.*, 2009)، اما افزایش هر یک از این فلزات می‌تواند اثرات سمی را نیز به دنبال داشته باشد (Turkmen and Ciminli, 2007). مس یک ماده‌ی معدنی ضروری برای اندام‌های زنده است که به فرایند سوخت و ساز بدن کمک می‌کند. بیماری‌هایی نظیر کبد چرب، لک و پیس و فشار خون بالا از علائم مسمومیت با فلز مس است. فلزسنگین روی یک ماده معدنی اصلی کمیاب بوده که در درک مزه و طعم دخالت دارد. سردرد، تهوع، دردهای شکم، اسپاسم گوارش، آسیب به سیستم گوارشی و بافت پوست از علائم مسمومیت با فلز روی هستند (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶). آهن نیز یکی دیگر از عناصر مورد نیاز بدن است که وظایف مهمی از قبیل انتقال اکسیژن در گلبول‌های قرمز و تولید هموگلوبین را بر عهده دارد. آسیب به سیستم ایمنی، آسیب‌های ریوی، ایجاد سنگ‌های صفراوی، سردرد، خستگی، کوتاهی تنفس، کم‌خونی، پورفیری پوستی، کوتولگی، کاهش فعالیت بیضه و تخمدان از علائم مسمومیت با فلز آهن می باشد (Van-Dujin, 2000؛ اطهر و وهورا، ۱۳۸۶). لذا بررسی اثرات این فلزات از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

ماهی صبیتی (*A. cuvieri*) متعلق به راسته (Perciformes) و خانواده (Sparidae) می‌باشد و از مهمترین و با ارزش‌ترین ماهیان خوراکی آب‌های مناطق حاره محسوب می‌شود و نقش مهمی در برنامه غذایی انسانی دارد. ماهی صبیتی در آبهای دریایی و لب شور در نزدیکی بستر و تا عمق ۵۰ متری زیست می کند. این ماهی گوشتخوار از ماهیان کوچک و نرم تنان تغذیه می کند (صادقی، ۱۳۸۰).

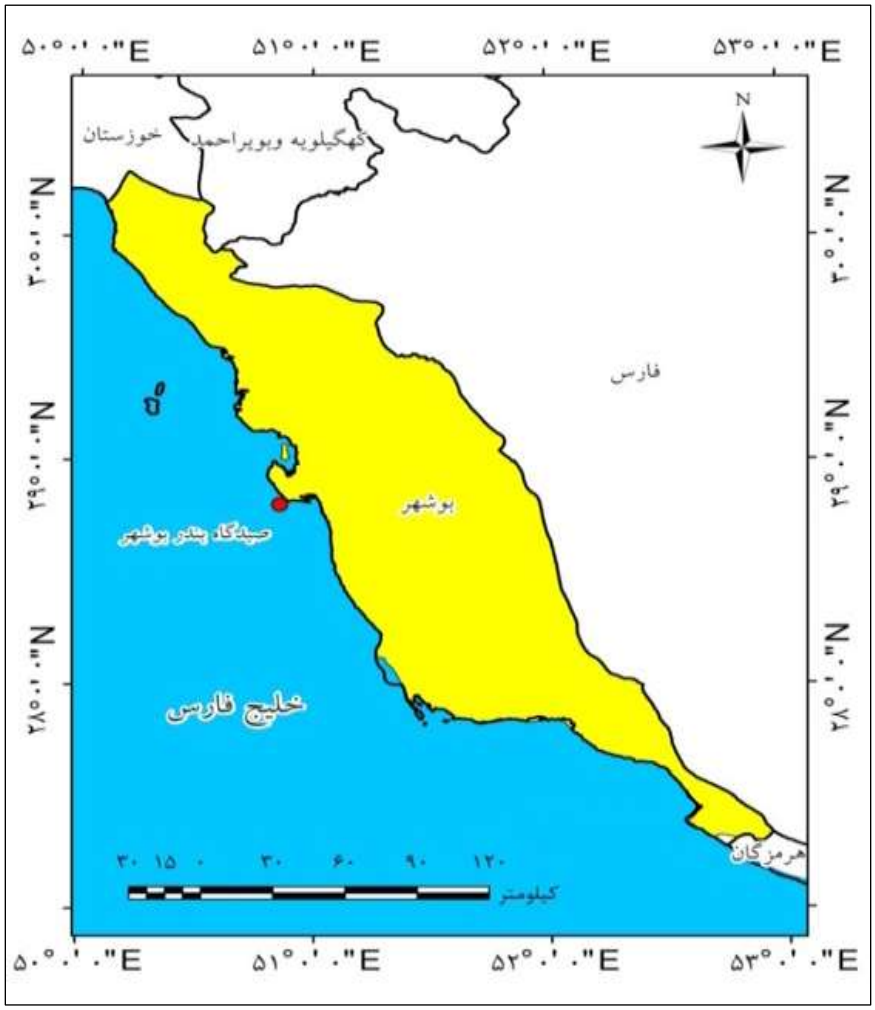
پژوهش‌های بسیاری در خصوص اندازه‌گیری و بررسی فلزات‌سنگین در آبزیان خصوصاً ماهیان انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به بررسی اردک ماهی تالاب انزلی توسط ابراهیمی سیریزی و همکاران در سال ۱۳۹۱ اشاره کرد، همچنین پاکزادتوچایی در سال ۱۳۹۲ ماهی کپور نقره‌ای چاه‌های سیستان را بررسی کرد. لکزایی و همکاران در سال ۱۳۹۴ ماهی کفال طلائی در دریای خزر را مورد ارزیابی قرار دادند و Obeidi و همکاران نیز در سال ۲۰۱۵ ماهی سنگسرمعمولی را در بندربوشهر گزارش کردند.

پژوهش‌هایی که در زمینه آلودگی فلزات‌سنگین در اکوسیستم‌های آبی انجام می‌شوند از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی بسیار مهم هستند. بنابراین این تحقیق به جهت اندازه‌گیری میزان غلظت فلزات‌سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صبیتی در بندربوشهر و مقایسه آن با استانداردهای جهانی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

تحقیق صورت گرفته در صیدگاه بندر بوشهر (مختصات جغرافیایی "۵۹، ′۸۱، °۲۸ عرض شمالی و "۵۳، ′۷۹، °۵۰ طول شرقی) انجام پذیرفته است (شکل ۱).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه.

برای انجام این بررسی ۳۰ عدد ماهی صبیتی (*A. cuvieri*) در بهار سال ۱۳۹۷ بوسیله تور ترال و قلاب بصورت تصادفی از سه صیدگاه بندربوشهر صید گردید. نمونه ها کدبندی شده و درون یخدان محتوای یخ قرار گرفته شدند و به آزمایشگاه انتقال یافتند (Krogh and Scanes, 1996). ماهی ها با آب مقطر شستشو داده شده و پس از آن عملیات بیومتری (اندازه گیری طول کل و وزن کل) انجام شد (Eboh *et al.*, 2006). وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل Kern آلمان با دقت ۰/۰۰۱ گرم و طول آنها به کمک تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر صورت پذیرفت. در تمامی نمونه‌ها برای برداشت بافت عضله به میزان ۲۰ الی ۳۰ گرم از قسمت بالای بدن ماهی (زیر باله پشتی) استفاده گردید. بافت‌ها به درون ظروف کاملاً تمیز (شستشو داده شده با اسید نیتریک) منتقل گردید و در آون در حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت قرار داده تا کاملاً خشک شود. نمونه‌های خشک شده به درون هاون چینی منتقل گردید تا کاملاً پودر شوند. پس از پودر نمودن، نمونه‌ها برای جلوگیری از جذب رطوبت هوا در دسیکاتور قرار داده شدند. برای انجام عملیات هضم ۰/۵ گرم از بافت‌ها همراه با ۵ میل-لیتر اسید نیتریک غلیظ درون لوله هضم بر روی دستگاه Hot plate (هضم گرمایی) قرار داده شدند. بافت‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۴۰ درجه و سپس ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد بر روی Hot plate هضم گردیدند. محلول حاصل شده با استفاده از کاغذ واتمن ۴۲

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

میلی‌متری صاف شد و در بالن ژوژه به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسید (Hulya and Erhan, 2000). در نهایت نمونه‌ها جهت تزریق به دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی Perkin Elmer 3030 ساخت آمریکا به داخل ظروف پلی‌اتیلنی دربدار انتقال داده شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS ویرایش بیستم انجام شد. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد.

نتایج

طی این پژوهش بافت عضله ۳۰ عدد ماهی صبیتی با میانگین وزنی ۱۵۶/۱۰۱±۸۴۰/۷۳ گرم و میانگین طولی ۳/۰۸۹±۳۴/۲۸ سانتی‌متر در فصل بهار جهت اندازه‌گیری مقادیر فلزات مس، روی و آهن مورد نمونه‌برداری قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده شد که بیشترین و کمترین میزان فلزات مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صبیتی (*A. cuvieri*) به ترتیب (۵/۶۳ و ۷/۲۰)، (۵۸/۳۱ و ۶۸/۴۸) و (۳/۷۶ و ۵/۲۹) میلیگرم در کیلوگرم وزن خشک بود (جدول ۲).

جدول۱: میانگین وزن و طول ماهی صبیتی (*A. cuvieri*) در فصل بهار (N=30).

متغیرها	میانگین	انحراف معیار (SD)
وزن کل (گرم)	۸۴۰/۷۳	۱۵۶/۱۰۱
طول کل (سانتی‌متر)	۳۴/۲۸	۳/۰۸۹

جدول ۲: میانگین و انحراف از معیار سطح فلزات‌سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صبیتی (*A. cuvieri*) در بندربوشهر (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک).

اندام ماهی	مس	روی	آهن
عضله	۶/۳۲±۰/۲۲	۶۱/۱۲±۰/۱۴	۴/۸۶±۰/۳۶

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که الگوی تجمع فلزات سنگین به صورت روی > مس > آهن می باشد. در تحقیق دورقی و همکاران (۱۳۸۸) که طی آن تجمع فلزسنگین آهن در بافت عضله ماهی شبه‌شوریده (*Johnius belangerii*) در سواحل شمالی خلیج فارس (بندر دیلم) مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد مقدار فلز اندازه‌گیری شده از میزان استانداردهای جهانی کمتر بود. با توجه به اینکه از انجام این پژوهش بیش از ۹ سال می گذرد و در این بازه زمانی میزان فعالیت نیروگاه ها و ساخته های بشر بشدت افزایش یافته است، در پی آن نیز میزان آلاینده‌ها در اکوسیستم آبی بیشتر شده است. از مقایسه نتایج بدست آمده در این مطالعه با تحقیق حاضر به وضوح مشاهده می‌گردد که در خلیج‌فارس میزان آلاینده‌ها با گذشت چند سال به چه میزان افزایش یافته است که این آلودگی‌ها تاثیر منفی بر سلامت انسان‌ها خواهد گذاشت. عسکری‌ساری و همکاران (۱۳۸۸) میزان فلزات‌سنگین مس و روی را در بافت عضله ماهی هامورمعمولی (*Epinephelus coiodes*) در خورموسی (بندر ماهشهر) مورد بررسی قرار داد. میانگین فلز روی ۲۶/۰۱ و فلز مس ۴/۷۱ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد. مقادیر بدست آمده از فلزات‌سنگین کمتر از میزان مجاز استاندرد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بود. با توجه به بررسی فلزات مس و روی در بافت عضله و تشابه با تحقیق حاضر همچنین قرارگیری ماهی هامور در عمقی مشابه و نزدیک با گونه

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

مورد مطالعه در این تحقیق میتوان نتیجه گرفت که میزان بدست آمده در هر دو بررسی با یکدیگر مطابقت دارند. شهاب‌مقدم و همکاران (۱۳۸۹) میزان روی را در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) آب‌های سواحل استان هرمزگان به ترتیب ۸۷۵/۹۹ و ۲/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند. این میزان کمتر از مقدار مجاز استانداردهای بین المللی سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بود. با توجه به انجام شدن این تحقیق در آب‌های خلیج‌فارس و بررسی فلز روی در هر دو مطالعه نتایج آنها نیز با یکدیگر در یک راستا بودند. بهشتی و همکاران (۱۳۹۰) میزان غلظت فلزات‌سنگین مس، روی و آهن را در بافت عضله ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه کرخه استان خوزستان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که در رودخانه کرخه میزان مس در بافت عضله ۰/۲۴، میزان روی ۸/۰۷ و میزان آهن نیز ۱۲/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک اندازه‌گیری گردید. همچنین نتایج نشان داد که میزان غلظت فلز مس و روی پایین‌تر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و میزان آهن بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود که همچون تحقیق صورت گرفته شده توسط محقق که میزان آهن بیش از میزان استاندارد (FDA) بود، می‌باشد. فرهادی و همکاران (۱۳۹۲) میزان مس، روی و آهن را در بافت عضله ماهی کیجار بزرگ (*Saurida tumbil*) بندر هندیجان (خلیج فارس) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان غلظت مس، روی و آهن پایین‌تر از حد مجاز استاندارد-های سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF بود. پاکزاد توچایی (۱۳۹۲) میزان غلظت فلزات‌سنگین مس و روی را در بافت عضله ماهی کپور نقره‌ای (*Hipophthalmichthys molitrix*) چاه نیمه‌های سیستان مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که میزان مس در بافت عضله ۴۱/۰۱ و میزان روی ۷۲/۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه‌گیری گردید. همچنین نتایج غلظت فلز مس و روی پایین‌تر از حد مجاز استاندارد بوده و بنابراین نمی‌تواند برای مصرف‌کننده ماهی خطرساز باشد. قنبری و همکاران (۱۳۹۳) میزان تجمع‌زیستی فلز روی را در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بندر بوشهر و بندر عسلویه (سواحل خلیج فارس) به ترتیب ۳۰/۳۵ و ۱۸۳/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش کردند که غلظت فلز روی در عضله ماهی شوریده در بندر عسلویه بالاتر و در بندربوشهر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بود. ماهی شوریده مورد بررسی این مطالعه در بندربوشهر با گونه تحقیق حاضر، هر دو در آب‌های منطقه بوشهر زیست کرده و در آن منطقه صید شده‌اند. از این رو با صرف نظر از تفاوت‌های فیزیولوژیکی در گونه‌ها، شباهت بسیاری در محل زندگی آنها، شرایط دمایی – محیطی و همچنین میزان فلزات‌سنگین موجود در محیط وجود داشته است. به همین جهت میتوان تا حد بسیاری نتایج این دو تحقیق در بندربوشهر را به یکدیگر ارتباط داد و نتیجه گرفت که نتایج آنها با هم مطابقت دارد. پذیرا و همکاران (۱۳۹۵) میزان روی را در بافت عضله دو گونه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت روی در بافت عضله ماهی شیر و قباد به ترتیب ۳۵/۱ و ۴۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که غلظت فلزسنگین روی در عضله ماهی شیر و قباد از حد مجاز استاندارد سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بالاتر و از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF پایین‌تر بود. قنبری و همکاران (۱۳۹۶) تجمع‌زیستی فلزات‌سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت فلزات مس و روی در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی در بندر بوشهر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF و سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود؛ اما غلظت فلز آهن در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی در بندر بوشهر بالاتر از حد مجاز سازمان غذا و دارو

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

آمریکا (FDA) بود. نتایج این تحقیق که در سال گذشته و با اختلاف زمانی کم نسبت به پژوهش حاضر صورت گرفته نشان دهنده یکسان بودن نتایج و هم راستا بودن آنهاست.

پذیرا و همکاران (۱۳۹۵) میزان روی را در بافت عضله دو گونه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت روی در بافت عضله ماهی شیر و قباد به ترتیب ۳۵/۱ و ۴۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که غلظت فلزسنگین روی در عضله ماهی شیر و قباد از حد مجاز استاندارد سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بالاتر و از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) پایین‌تر بود. قنبری و همکاران (۱۳۹۶) تجمع‌زیستی فلزات‌سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت فلزات مس و روی در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی در بندر بوشهر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) و سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود؛ اما غلظت فلز آهن در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی در بندر بوشهر بالاتر از حد مجاز سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود. نتایج این تحقیق که در سال گذشته و با اختلاف زمانی کم نسبت به پژوهش حاضر صورت گرفته نشان دهنده یکسان بودن نتایج و هم راستا بودن آنهاست. عبیدی و همکاران (۱۳۹۷) میزان غلظت عناصر ضروری مس، روی و آهن را در بافت عضله ماهی شهری‌معمولی در بندربوشهر ارزیابی کردند که نتایج بدست آمده از مطالعات آنها برای عناصر مس، روی و آهن به ترتیب ۵/۶۷۸، ۱۷/۰۹۶ و ۱/۴۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بود. نتایج نشان داد میزان عناصر مس و روی کمتر از مقدار مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) بود اما سطح عنصر آهن بیشتر از مقدار مجاز سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود.

علت اختلاف تجمع فلزات‌سنگین در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک، فعالیت‌های متابولیکی و زیستی متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه‌ای، سطح غذا، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات‌سنگین و فعالیت‌های تنظیمی هموستازی بدن ماهی بستگی دارد (Canli and Atli, 2003). همچنین روش سنجش فلزات‌سنگین و دستگاه‌های مورد استفاده مختلف نیز در نتایج می‌تواند تاثیر گذار باشد.

نتایج به دست آمده طی فعالیت‌های پژوهشی زمانی اعتبار می‌یابد که با استانداردهای بین المللی موجود آورده شوند. مقایسه نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری غلظت فلزات‌سنگین مورد مطالعه (مس، روی و آهن) با استانداردهای بین‌المللی سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) نشان داد که میزان فلزات مس و روی کمتر از حد مجاز این استانداردها بوده ولی سطح فلز آهن از حد مجاز اعلام شده از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) بیشتر بوده است. در انتها با توجه به بیشتر بودن میزان آهن در این مطالعه در مقایسه با استاندارد جهانی می‌توان نتیجه گرفت که جهت استفاده از این گونه در این منطقه و به دلیل نقش و اهمیت عضله ماهی در تغذیه انسان باید مراقبت‌های لازم از جمله میزان مصرف ماهی و انجام آزمایشات پزشکی مورد نیاز به موقع انجام شود. پیشنهاد می‌گردد با پایش‌های مداوم تمامی آلاینده‌های محیطی در آب، رسوب و آبزیان خلیج فارس در جهت لزوم اطمینان از سلامت مصرف سایر آبزیان توسط سازمان‌های مربوطه و مسئولین ذیربط صورت پذیرد و به جهت کنترل منابع آلاینده نیز مدیریت مناسب اتخاذ گردد تا ذخایر آبزیان که به عنوان یکی از مهمترین منابع پروتئینی به حساب می‌آیند دچار صدمات کمتری ناشی از عوامل آلاینده شوند.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

جدول۳: مقایسه میزان غلظت فلزات‌سنگین مس، آهن و سلنیوم در بافت عضله ماهی صبیتی با استانداردهای بین المللی (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک).

استانداردها	مس	روی	آهن	منابع
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۱۰	۱۰۰	–	WHO, 1995
سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)	۳۰	۵۰	–	Sciortino and Ravikumar, 1999
مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)	۱۰	۱۵۰	–	Darmono and Denton, 1990
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF)	۲۰	۵۰	–	MAFF, 1995
سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA)	–	–	۰/۵	FDA, 2011
عضله ماهی صبیتی، بندربوشهر	۶/۳۲	۶۱/۱۲	۴/۸۶	مطالعه حاضر

منابع

ابراهیمی‌سیریزی، ز.، ساکی‌زاده، م.، اسماعیلی‌ساری، ع.، بهرامی‌فر، ن.، قاسم‌پوری، س. م. و عباسی، ک.، ۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲(۸۷): صفحات ۶۳-۵۷.

الصاق، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی تراکم روی، مس، کبالت و منگنز در بافت خوراکی ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) دریای خزر. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۱۳ (۴): صفحات ۱۱۳-۱۰۷.

اطهر، م. و وهورا، ش. ب.، ۱۳۸۶. فلزات سنگین و محیط زیست. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، چاپ اول، ۱۷۵ ص.

آقازاده‌مشگی، م.، ۱۳۸۰. عوامل میکروبی مولد فساد در ماهی و فرآوردهای آن. سمینار دوره دکترای تخصصی بهداشت مواد غذایی. دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، ۲۳ ص.

بهشتی، م.، عسکری‌ساری، ا. و ولایت‌زاده م.، ۱۳۹۰. مقایسه غلظت فلزات سنگین (Cu, Fe, Zn, Mn) در اندام‌های مختلف ماهی بیاح (*Liza abu*) در رودخانه کرخه استان خوزستان. نشریه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۵ (۳): صفحات ۹۹-۱۰۸.

پاکزادتوچایی، س.، ۱۳۹۲. بررسی الگوی تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، مس و روی) در بافت‌های عضله، کبد، کلیه، آبشش و فلس ماهی کپور نقره‌ای (*Hipophthalmichthys molitrix*) چاه نیمه‌های سیستان. نشریه اقیانوس شناسی، ۴(۱۳): صفحات ۲۸-۲۱.

پذیرا، ع.ا.، خسروی‌فرد، ا. و قنبری، ف.، ۱۳۹۵. مقایسه تجمع زیستی سرب و روی در بافت عضله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر. مجله اکوبیولوژی تالاب، ۸ (۲۹): صفحات ۵-۱۴.

پذیرا، ع.ا.، خسروی‌فرد، ا. و قنبری، ف.، ۱۳۹۵. مقایسه تجمع زیستی سرب و روی در بافت عضله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر. مجله اکوبیولوژی تالاب، ۸ (۲۹): صفحات ۱۴-۵.

جلالی‌جعفری، ب. و آقازاده‌مشگی، م.، ۱۳۸۶. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب، چاپ اول، تهران، ۱۳۴ ص.

دورقی، ا.، کوچنین، پ.، نیک‌پور، ی.، یاوری، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع. و سالاری علی‌آبادی، م.ع.، ۱۳۸۸. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت-های ماهی شبه شوریده (*Johnius belangerii*) در سواحل شمالی خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، ۳ (۳): صفحات ۸-۱.

شهاب مقدم، ف.، اسماعیلی‌ساری، ع.، ولی‌نسب، ت. و کریم‌آبادی، م.، ۱۳۸۹. مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، ۱۹(۲): صفحات۹۴-۸۵.

صادقی، س.ن.، ۱۳۸۰. ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی ماهیان جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان). انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، ۴۳۲ ص.

عبیدی، ر.، دهاز، ط.، ضیائیان نوربخش، ه. و قنبری، ف.، ۱۳۹۷. تعیین میزان فلزات‌سنگین ضروری در عضله ماهی شهری‌معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در بندربوشهر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۵): صفحات ۱۵۶-۱۴۹.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

عسکری‌ساری، ا.، فرهنگ‌نیا، م. و بازترابی، م.، ۱۳۸۸. اندازه‌گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*). مجله اکوبیولوژی تالاب، ۱(۲): صفحات ۱۰۶-۱۰۱.

عسکری‌ساری، ا. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، ۳۸۰ ص.

فرهادی، ا.، یاوری، و. و سالاری علی‌آبادی، م.ع.، ۱۳۹۲. غلظت برخی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی کیجار بزرگ (*Saurida tumbil*) در بندر هندیجان- خلیج فارس. فصلنامه علمی علوم و فنون شیلات، ۲ (۱): صفحات ۸۰-۷۱.

قنبری، ف.، پذیرا، ع.ا.، مغدانی، س. و جوادزاده، ن.، ۱۳۹۳. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین روی و سلنیوم در بافت عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بندر بوشهر و بندر عسلویه (سواحل خلیج فارس). چهارمین همایش ملی کشاورزی، آبزیان و غذا، استان بوشهر، ایران، ۷ ص.

قنبری، ف.، پذیرا، ع.ا، عبیدی، ر. و فروزانی، ص.، ۱۳۹۶. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین مس، روی، آهن و سلنیوم در بافت‌های عضله، کبد و آبشش ماهی سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۶): صفحات ۱۷۷-۱۷۱.

لکزایی، ف.، بابائی، ه. و خداپرست، س. ح.، ۱۳۹۴. سنجش فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، روی و مس) در بافت عضله و کبد ماهی کفال طلائی در دو منطقه حوضه جنوب غربی دریای غزر (کیاشهر و تالش). نشریه توسعه آبزی پروری، ۹(۳): صفحات ۵۸-۵۱.

Amini Ranjbar, A. and Sotoodenia, F., 2005. Accumulation heavy metals in muscle tissue of *Mugil auratus* and its relationship with some biometrical characteristics (standard length, weight, age and sex). Iranian Fisheries Scientific Journal, 3: 1-18.

Canli, M. and Atli, G., 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121:129-136. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00194-X

Celik, U. and Oehlenschlager, J., 2005. Zinc and copper content in marine fish samples collected from the eastern Mediterranean Sea. European Food Research and Technology, 220: 37- 41.

Darmono, D. and Denton, G.R.W., 1990. Heavy metals concentration in the banana prawn *Penaeus merguiensis* and leader prawn *Penaeus monodon* in the Towns vile region of Australia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 44:479-486.

Eboh, L., Mepba, H.D. and Ekpo, M.B., 2006. Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. Journal of Food Chemistry, 97(3):490-497.

FDA., 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. Department of health and human service public health food and drug administration center for food safety and applied nutrition of food safety. Fourth Edition, 476 p.

Ghaedi, M., Shokrollahi, A., Kianfar, A.H., Pourfarokhi, A., Khanjari, N., Mirsadeghi A.S. and Soylak M., 2009. Pre concentration and separation of trace amount of heavy metal ions on bis (2- hydroxyl acetophenone) ethylendiimine loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 162: 1408–1414.

Hulya, K. and Erhan, U., 2000. Concentration of heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake Turkey. Chemosphere, 41(9):1371-1376. https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00563-9

Krogh, M. and Scanes, P., 1996. Organochlorine compound and trace metal contaminants in fish near Sydney Ocean outfall. Marine Pollution Bulletin, 33(7-12):213-225. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00171-3

MAFF., 1995. Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Directorate of Fisheries Research, Lowest oft, Aquatic Environment Monitoring Report, No. 44.

Obeidi, R., Pazira, A.R. and Noorinezhad, M., 2015. Measuring the concentration of lead in muscle and liver tissues of *Pomadasys kaakan* in Bushehr port, Iran. AES Bioflux, 7(3):483-489.

Sciortino, J.A. and Ravikumar, R., 1999. Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution - Bay of Bengal Programme, Published by FAO, 123 p.

Stoskopf, M.K., 1993. Fish medicine. WB Saunders Co, London, England, 882p.

Turkmen, M. and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Food Chemistry, 103: 670-675.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

Van-Duijn, J.R.C., 2000. Diseases of fishes. Narendra Publishing House. Delhi, India.174 pp.
WHO, 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part (1) Implications for Policy Markers, 25 p.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]