مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در بافت عضله دو گونه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر

عبدالرحیم پذیرا [1*]
امید خسروی‌فرد [2]

۱. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

***مسئول مکاتبات:**
abr.pazira@gmail.com

کد مقاله:۱۳۹۴۰۴۰۳۷۸
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۱

چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۹۴ باهدف اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در بافت عضله دو گونه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر در فصل تابستان انجام شد. تعداد ۲۰ قطعه ماهی شیر و ۲۰ قطعه ماهی قباد به‌صورت کاملاً تصادفی از بندر بوشهر به‌وسیله تور گوشگیر توسط صیادان بومی منطقه صید گردیدند. بعد از زیست‌سنجی، بافت عضله نمونه‌ها جداسازی و هضم شیمیایی نمونه‌ها انجام شد و با استفاده از دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی VARIAN مدل AA 100 میزان غلظت فلز نیکل و کادمیوم در بافت‌ها اندازه‌گیری گردید. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میانگین غلظت نیکل در بافت عضله ماهی شیر و قباد به ترتیب ۰/۰۷۴ ± ۰/۲۹۵ و ۰/۰۸۱ ± ۰/۳۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میانگین غلظت کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر و قباد به ترتیب ۰/۱۱۴ ± ۰/۱۰۵ و ۰/۱۶۶ ± ۰/۱۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر و قباد در منطقه موردمطالعه 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. نتیجه‌گیری کلی نشان داد که استفاده از این دو گونه برای مصارف انسانی مشکلی را از دیدگاه سلامت و بهداشت عمومی ایجاد نخواهد کرد.

واژگان کلیدی: تجمع زیستی، نیکل، کادمیوم، *Scomberomorus commerson*، *Scomberomorus guttatus*، بندر بوشهر

مقدمه

بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی منابع آب از ارکان اساسی توسعه پایدار و اعمال مدیریت صحیح در زمینه‌های مختلف محیط‌زیست، شیلات و کشاورزی است (Karr, 1998). اکوسیستم‌های آبی محیطی زنده می‌باشند که در آن موجودات گوناگون زندگی می‌کنند لذا حفظ کیفیت آن امری مهم و حیاتی است (خاتمی، ۱۳۹۰). خلیج‌فارس دریای نیمه بسته‌ای می‌باشد که به شکل بیضی در جنوب ایران گسترده شده است و از طریق تنگه هرمز و دریای عمان به اقیانوس هند راه دارد. مساحت آن تقریباً حدود ۲۳۲۸۵۰ کیلومترمربع می‌باشد. عمق متوسط آن ۳۰ تا ۳۵ متر است. بخش شمالی که متعلق به ایران است، دارای حداکثر عمق می‌باشد، عمق آب در این قسمت به ۹۰ متر می‌رسد (Ghanbari *et al.*, 2015). این دریا علاوه بر انواع ماهی‌ها دارای ۳۰۰ تا ۴۵۰ نوع دیگر آبزیان، حدود ۷۰ تا ۱۰۰ نوع پرنده مهاجر و بومی، آبسنگ‌های مرجانی و

درختان حرا می‌باشد که این عامل، خلیج‌فارس را ازنظر تنوع زیستی جزء مناطق کم‌نظیر و پرتنوع معرفی کرده است (تکریمی، ۱۳۸۶). زمان تعویض آب در این حوضه بین ۳ تا ۵ سال است که نشان می‌دهد آلاینده‌ها برای زمان قابل‌ملاحظه‌ای در خلیج‌فارس باقی می‌مانند (Sheppard *et al.*, 2010). بخش‌های شمالی خلیج‌فارس به دلیل عمق کم، چرخش محدود آب، تبخیر زیاد، شوری و دمای بالا به میزان بیشتری تحت تأثیر آلاینده‌ها هستند (Pourang *et al.*, 2005).

ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) متعلق به راسته (Perciformes) و خانواده (Scombridae) می‌باشند و از مهم‌ترین و باارزش‌ترین ماهیان خوراکی آب‌های مناطق حاره محسوب می‌شوند و نقش مهمی در برنامه غذایی انسانی دارند. ماهی شیر یک‌گونه پلاژیک نریتیک است و در بخش طویلی از کرانه‌های دریا مهاجرت می‌نماید. تغذیه ماهی شیر از ماهیان ریز نظیر ساردین ماهیان، موتو ماهیان و همچنین گیش ماهیان، اسکوئیدها و سایر آبزیان می‌باشد. ماهی قباد یک‌گونه اپی‌پلاژیک و نریتیک محسوب می‌شود. دامنه مهاجرت آن نسبت به ماهی شیر کمتر است و از عمق ۱۵ تا ۲۰۰ متری دیده می‌شود و گاهی وارد آب‌های گل‌آلود مصب می‌شوند. تغذیه ماهی قباد از ماهیان کوچک نظیر ساردین و آنچوی، اسکوئید و سخت‌پوستان صورت می‌گیرد (صادقی، ۱۳۸۰).

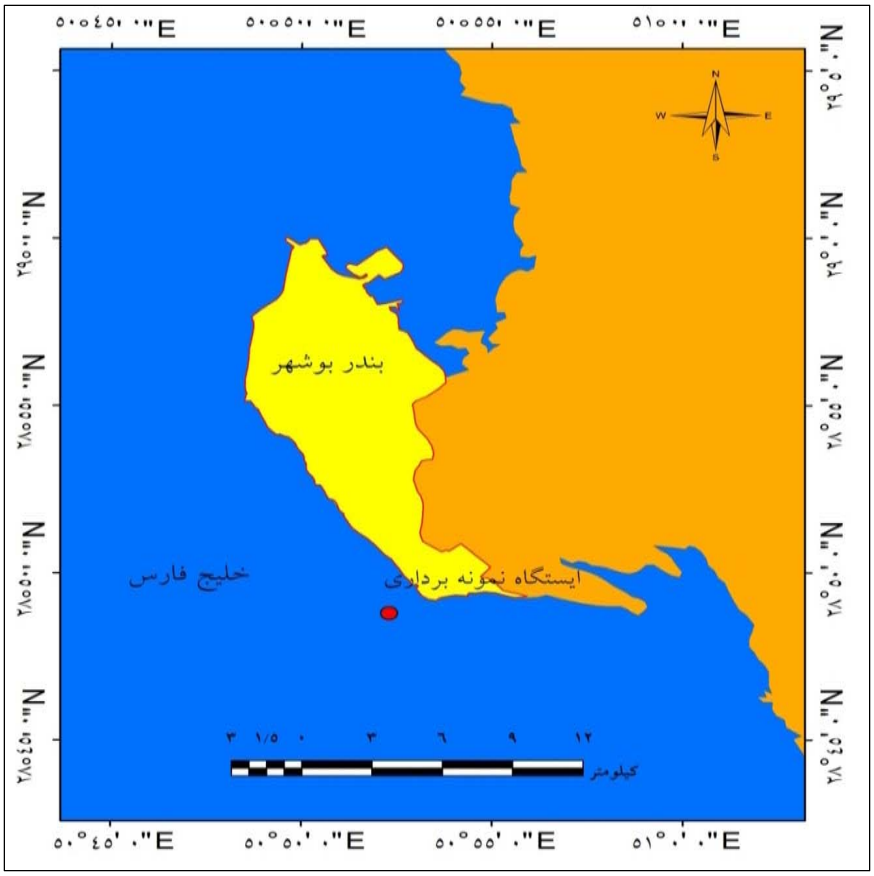
تحولات ایجادشده در بخش‌های صنعتی و کشاورزی و ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه‌های اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه‌های مختلف اجتناب‌ناپذیر نموده است. فلزات سنگین که به روش‌های مختلف نظیر استخراج، فرآیند ذوب، احتراق مواد سوختی و صنعتی شدن به محیط‌زیست راه‌یافته‌اند، از مسیرهای گوناگون مانند نزولات جوی، تخلیه مواد زائد، نشت اتفاقی مواد نفتی، تخلیه آب توازن کشتی، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی و فرسایش خاک به محیط‌های آبی راه می‌یابند و در بافت‌ها و اندام‌های ماهی تجمع می‌یابند و نهایتاً وارد زنجیره غذایی می‌شوند (Al-Yousuf *et al.*, 2000; Filazi *et al.*, 2003; Amini Ranjbar and Sotoodenia, 2005).

فلز سنگین نیکل در تقسیم‌بندی انواع فلزات سنگین ازلحاظ میزان سمیت در رده فلزات دارای سمیت زیاد قرار دارد. سردرد، بی‌خوابی، کم‌حوصلگی، تهوع، سرگیجه و استفراغ از علائم مسمومیت با نیکل است. علائم پاتولوژیکی آن شامل خونریزی و اختلال سلولی است. فلز سنگین کادمیوم در تقسیم‌بندی انواع فلزات سنگین ازلحاظ میزان سمیت در رده فلزات دارای سمیت زیاد قرار دارد. پروتئینه و قندی شدن ادرار، اسیدآمینه‌ای شدن اوره، سرطان پروستات، سرطان ریه، اسهال، تهوع، استفراغ، کوتاهی تنفس، سردرد، تب، اختلال در عملکرد کلیه، افزایش فشارخون و افزایش دفع کلسیم و فسفر و بیمارهای قلبی از علائم مسمومیت با کادمیوم است (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶).

ماهی‌ها موجودات مناسبی برای برنامه‌های کنترل فلزات سنگین در محیط‌های دریایی هستند، زیرا نمونه‌برداری، آماده‌سازی نمونه‌ها و نیز آنالیز شیمیایی آن‌ها ساده‌تر، سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر می‌باشد (Jaffar *et al.*, 1998). در ایران نیز مطالعات متعددی درزمینه‌ی تعیین فلزات سنگین در آبزیان خصوصاً ماهیان منتشرشده است که از آن جمله می‌توان به مطالعات دورقی و همکاران (۱۳۸۸)، ترسلی و همکاران (۱۳۹۰)، عسکری ساری و همکاران (۱۳۹۱)، جلالی و همکاران (۱۳۹۲)، مرتضوی و همکاران (۱۳۹۲) و چاکری و همکاران (۱۳۹۴) اشاره نمود؛ بنابراین پژوهش‌هایی که درزمینه‌ی آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی انجام می‌شوند از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی بسیار مهم هستند. از طرفی در این پژوهش‌ها حفظ حالت توازن اکوسیستم‌های آبی به‌عنوان هدف ثانویه مدنظر است. لذا با توجه به گسترش فعالیت‌های نفتی، صنعتی و کشاورزی در منطقه موردمطالعه که همواره با افزایش آلودگی زیست‌محیطی همراه می‌باشد و همچنین ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای ماهیان شیر و قباد، این تحقیق باهدف اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در بافت عضله موجود در این ماهیان در بندر بوشهر انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه در این تحقیق بندر بوشهر می‌باشد. این بندر در طول و عرض جغرافیایی "۱۹/۸۴، '۵۵، °۲۸ شمالی و "۴/۷۶، '۵۰، °۵۰ شرقی، در جنوب غربی ایران و حاشیه خلیج‌فارس واقع گردیده است و از اهمیت فوق‌العاده‌ای در بخش نفت، گاز و پتروشیمی در سطح کشور، منطقه و جهان برخوردار می‌باشد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۳) (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت مکان نمونه‌برداری.

برای انجام این تحقیق، در فصل تابستان ۱۳۹۴ در بندر بوشهر، تعداد ۲۰ قطعه ماهی شیر و ۲۰ قطعه ماهی قباد به‌صورت تصادفی توسط تور گوشگیر صید گردید. سپس ماهی‌ها را داخل کیسه پلاستیکی قرار داده و کدبندی شدند. ماهیان صیدشده در یخدان مخصوص نمونه‌برداری محتوی یخ چیده و به آزمایشگاه انتقال یافتند (Krogh and Scanes, 1996). سپس نمونه‌ها را از داخل فریزر خارج کرده و پس‌ازاینکه به دمای محیط رسیدند عملیات زیست‌سنجی (اندازه‌گیری طول کل، طول استاندارد، طول چنگالی و وزن کل) انجام شد. بعدازاین مرحله با چاقوی استیل ابتدا سر و دم و اعضای داخلی بدن ماهی را جدا کرده سپس بافت عضله ماهی‌ها را جداسازی کرده و مقداری از عضله نمونه‌ها، به درون ظروف کاملاً تمیز (شستشو داده‌شده با اسید نیتریک) منتقل گردید و در آون در حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت قرار داده تا کاملاً

خشک شود. نمونه‌های خشک‌شده 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. هضم اسیدی جهت آزاد کردن کلیه اتصالات فلز با بافت‌ها صورت می‌گیرد. دراین‌ارتباط ۱ گرم از بافت خشک‌شده و یکنواخت را به بشر منتقل کرده و ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ جهت هضم محتویات ظروف اضافه و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند تا هضم اولیه صورت گیرد. سپس نمونه‌ها در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد در اجاق واقع در زیر هود دارای سیستم بخار حرارت داده شد تا خشک گردد. بعد از سرد شدن و رسیدن نمونه به دمای محیط، نمونه را از کاغذ صافی واتمن ۴۵ میلی‌متری گذرانده و در داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتر انتقال داده و به حجم لازم رسانده شد. درنهایت نمونه‌ها جهت تزریق به دستگاه به داخل ظروف پلی‌اتیلنی دردار انتقال داده شدند. سپس جهت اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین نیکل و کادمیوم از دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی VARIAN مدل AA 100 استفاده شد (Moopam, 1999).

با استفاده از آزمون One sample kolmogorov smirnov test از صحت نرمال بودن داده‌ها آگاهی حاصل شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه هجدهم انجام شد و میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس T-test با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد در نمودارها تعیین گردید. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده گردید.

نتایج

نتایج زیست‌سنجی ماهی شیر و قباد به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آمده است. نتایج زیست‌سنجی ماهی شیر نشان داد که در بندر بوشهر میانگین وزنی ۱۳۰۲/۹ گرم، میانگین طول کل ۶۱/۳ سانتی‌متر، میانگین طول استاندارد ۵۱/۵۷ سانتی‌متر و میانگین طول چنگالی نمونه‌ها ۵۴/۸۵ سانتی‌متر بود (جدول ۱). نتایج زیست‌سنجی ماهی قباد نیز نشان داد که در بندر بوشهر میانگین وزنی ۷۲۲/۹۷ گرم، میانگین طول کل ۴۶ سانتی‌متر، میانگین طول استاندارد ۳۶/۹۷ سانتی‌متر و میانگین طول چنگالی نمونه‌ها ۳۹/۸۲ سانتی‌متر بود (جدول ۲).

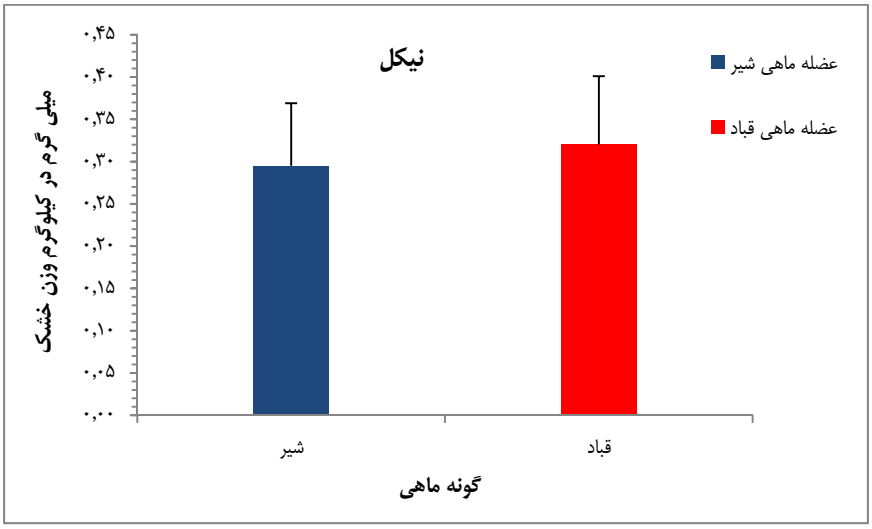
جدول ۱: نتایج زیست‌سنجی ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) در بندر بوشهر (N=۲۰).

شاخص	میانگین	انحراف معیار (SD)	حداقل	حداکثر
وزن کل (گرم)	۱۳۰۲/۹	۳۵۰/۳۶۳	۷۹۰	۲۱۱۵
طول کل (سانتی‌متر)	۶۱/۳	۵/۱۲۸	۵۳	۷۴
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۵۱/۵۷	۴/۸۷۸	۴۳/۵	۶۲
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۵۴/۸۵	۵/۱۷۸	۴۶/۵	۶۷

جدول ۲: نتایج زیست‌سنجی ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر (N=۲۰).

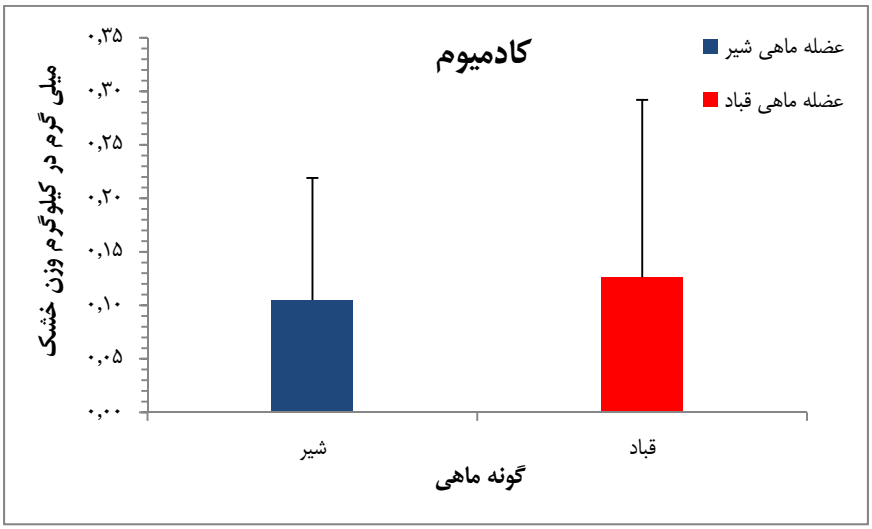
شاخص	میانگین	انحراف معیار (SD)	حداقل	حداکثر
وزن کل (گرم)	۷۲۲/۹۷	۲۱۰/۵۵۶	۳۶۸	۱۱۱۵
طول کل (سانتی‌متر)	۴۶	۴/۴۴۸	۳۷/۵	۵۱
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۳۶/۹۷	۳/۸۸۸	۲۹/۵	۴۱/۵
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۳۹/۸۲	۴/۲۰۲	۳۲	۴۴/۵

نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله ماهی شیر برابر با ۰/۱۸۲ و ۰/۴۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و در بافت عضله ماهی قباد نیز به ترتیب ۰/۱۸۷ و ۰/۴۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک به دست آمد. بر اساس نتایج آماری به‌دست‌آمده میانگین و انحراف از معیار بافاصله اطمینان در سطح ۹۵ درصد برای فلز نیکل در بافت عضله ماهی شیر به میزان ۰/۰۷۴ ± ۰/۲۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و در ماهی قباد به میزان ۰/۰۸۱ ± ۰/۳۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک اندازه‌گیری گردید. بر اساس آزمون T-test بین میزان فلز نیکل در بافت عضله ماهی شیر و قباد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵) (شکل ۲).



شکل ۲: مقایسه میزان فلز سنگین نیکل در بافت عضله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر.

نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین میزان تجمع فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر برابر با ۰/۰۲۶ و ۰/۳۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و در بافت عضله ماهی قباد نیز به ترتیب ۰/۰۱۱ و ۰/۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک به دست آمد. بر اساس نتایج آماری به‌دست‌آمده میانگین و انحراف از معیار بافاصله اطمینان در سطح ۹۵ درصد برای فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر برابر ۰/۱۱۴ ± ۰/۱۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و در ماهی قباد به میزان ۰/۱۶۶ ± ۰/۱۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک اندازه‌گیری گردید. بر اساس آزمون T-test بین میزان فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر و قباد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵) (شکل ۳).



شکل ۳: مقایسه میزان فلز سنگین کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه عضله به‌عنوان اندام هدف انتخاب شد چراکه نقش مهمی در تغذیه انسان دارد و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. فلزات سنگین ازجمله آلاینده‌های پایدار زیست‌محیطی هستند که مواجه‌شدن انسان با بعضی از آن‌ها از طریق هوا، آب و مواد غذایی می‌تواند مسمومیت‌های مزمن و بعضاً حاد خطرناکی را ایجاد نماید که ازجمله آن‌ها می‌توان به فلزاتی نظیر نیکل و کادمیوم اشاره کرد. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی و انسان‌ساخت وارد محیطزیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات به محیطزیست، بسیار فراتر از میزانی است که به‌وسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند؛ بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیطزیست قابل‌ملاحظه است. سیستم‌های آبی به‌طور طبیعی دریافت‌کننده نهایی این فلزات هستند. آلاینده‌هایی که در آب یافت می‌شوند، ناشی از پساب‌های واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل‌ونقل، مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، هیدروکربن‌های نفتی و رنگی، سموم، حشره‌کش‌ها، پساب‌های رادیواکتیو، فرسایش زمین، فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام می‌باشد که باعث تخریب و درنتیجه نابودی محیطزیست آبی می‌شوند (طراوتی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Sekhar *et al.*, 2003). ماهی شیر و قباد جز ماهیان گوشت‌خوار محسوب می‌شوند (صادقی، ۱۳۸۰)، ماهیان شکارچی و گوشت‌خوار در انتهای زنجیره غذایی اکولوژیکی قرار دارند و بنابراین غذای آن‌ها حاوی مقادیری از فلزات سنگین درنتیجه تجمع زیستی (Bioaccumulation) و بزرگنمایی زیستی (Biomagnification) می‌باشد (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). بندر بوشهر یکی از مهم‌ترین بنادر صیادی و تجاری خلیج‌فارس می‌باشد و ازجمله عواملی که سبب ایجاد آلودگی در این منطقه می‌شود می‌توان به آلودگی‌های نفتی، تخلیه مستقیم پساب سکونت‌گاه‌های ساحلی، تردد قایق‌ها موتوری و لنج‌های صیادی و باری، تخلیه زباله در ساحل، باقیمانده بدنه فلزی کشتی‌ها و لنج‌های غرق‌شده، روغن و سوخت وسایل نقلیه آبی، تخلیه مستقیم آب توازن حاصل از کشتی‌ها و لنج‌ها، ضایعات فراوان به‌جامانده مربوط به ادوات صیادی در آب، پساب‌های خروجی نیروگاه اتمی و سایت‌های پرورش میگو اشاره نمود که تأثیر به سزایی در ایجاد آلودگی و تجمع فلزات سنگین در این منطقه رادارند (Ghanbari *et al.*, 2015).

فلز سنگین نیکل به‌طور گسترده‌ای در محیط‌زیست پراکنده است و عنصری ضروری برای اکثر جانوران می‌باشد اما مقادیر زیاد آن مسموم‌کننده است (Mello, 2003). این عنصر از طریق فاضلاب کارخانه‌های آبکاری فلزات، سوزاندن زباله‌ها، سوخت‌های فسیلی، پساب حاصل از پالایشگاه‌ها و میدان‌های نفتی، فاضلاب‌های شهری و صنعتی، تردد کشتی‌ها، نفت‌کش‌ها و لنج‌ها وارد محیط‌زیست می‌شوند (Beg *et al.*, 2001; De Astudillo *et al.*, 2005). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تجمع فلز نیکل در عضله ماهی قباد ۰/۰۸۱ ± ۰/۳۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و در عضله ماهی شیر ۰/۰۷۴ ± ۰/۲۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک به دست آمد که این میزان در عضله ماهی قباد بیشتر از عضله ماهی شیر می‌باشد. شهریاری (۱۳۸۴) میزان غلظت فلز نیکل را در عضله ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) و سرخو معمولی (*Lutjanus johnii*) خلیج‌فارس، به ترتیب ۰/۲۸۴ و ۰/۳۲۲ (قسمت در میلیون برحسب وزن خشک) گزارش نمود که میزان غلظت فلز نیکل پایین‌تر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود. تاتینا و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثرات آلودگی نفتی میزان غلظت فلز نیکل را در عضله ماهی یلی (*Pelates quadrilineatus*) در محلول عاری از نفت خام به‌عنوان نمونه شاهد و محلول دوز ۱۲ قسمت در میلیون از نفت خام با استفاده از آب دریا، به ترتیب ۰/۰۳ ± ۰/۳۶ و ۰/۰۳ ± ۰/۵۷ قسمت در میلیون گزارش نمودند. عریان و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوضه شمالی خلیج‌فارس میزان غلظت فلز نیکل را در عضله ماهی حلوا سفید (*Pampus argenteus*) در محلول عاری از نفت خام به‌عنوان نمونه شاهد و محلول دوز ۱۲ قسمت در میلیون از نفت خام با استفاده از آب دریا، به ترتیب ۰/۰۴ ± ۱/۶۵ و ۰/۰۳۶ ± ۲/۳۴ قسمت در میلیون گزارش نمودند. پور مقدس و شهریاری (۱۳۸۹) میزان غلظت فلز نیکل را در عضله سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان (شوریده (*Otolithes ruber*)، سرخو معمولی (*Lutjanus johnii*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)) به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۳۲ و ۰/۳ (قسمت در میلیون برحسب وزن خشک) گزارش نمودند که میزان غلظت فلز نیکل پایین‌تر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود. صدوق‌نیری و همکاران (۱۳۸۹) میانگین غلظت نیکل را در عضله ماهی صبور (*Tenualosa ilisha*) در شمال غرب خلیج‌فارس، ۲/۷۰۱ ± ۴/۰۰۴ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش نمودند. پروانه و همکاران (۱۳۹۰) میزان غلظت فلز نیکل را در عضله ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) در استان خوزستان، ۱۴/۴۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز نیکل بالاتر از حد مجاز استانداردهای سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود. صادقی و همکاران (۱۳۹۰) میزان تجمع فلز نیکل را در عضله ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) در آب‌های استان هرمزگان (بندرعباس)، ۰/۳۲۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند. Moghdani و همکاران (۲۰۱۵) میزان غلظت فلز نیکل را در عضله ماهی کفشک (*Brachirus orientalis*) در بندر بوشهر و بندر عسلویه به ترتیب ۱/۳۷۸ و ۲/۲۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز نیکل در بندر بوشهر و بندر عسلویه بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود. Ghanbari و همکاران (۲۰۱۵) میزان غلظت فلز نیکل را در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بندر بوشهر و بندر عسلویه به ترتیب ۰/۲۶۲ و ۰/۲۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز نیکل در بندر بوشهر و بندر عسلویه بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود.

فلز سنگین کادمیوم از آلاینده‌های مهم زیست‌محیطی بوده که در تمامی اکوسیستم‌ها اعم از آب، هوا، غذا و گیاهان یافت می‌شود. این فلز به‌طور طبیعی در آب‌های سطحی و زیرزمینی وجود دارد و ممکن است به‌صورت یون هیدراته با ترکیبات پیچیده معدنی مانند کربنات، هیدروکسید، کلرید یا سولفات یافت شود. کادمیوم از طریق فرسایش خاک و سنگ‌بستر، رسوبات آلوده اتمسفری ناشی از کارخانه‌های صنعتی، پساب مناطق آلوده و استفاده از لجن و کود در کشاورزی وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شود (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تجمع فلز کادمیوم در عضله ماهی قباد ۰/۱۶۶ ± ۰/۱۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و در عضله ماهی شیر ۰/۱۱۴ ± ۰/۱۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک به دست آمد که این میزان در عضله ماهی قباد بیشتر از عضله ماهی شیر می‌باشد. شهریاری (۱۳۸۴) میزان غلظت فلز کادمیوم را در عضله ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) و سرخو معمولی (*Lutjanus johnii*) خلیج‌فارس، به ترتیب ۰/۰۶۴ و ۰/۰۶۳ (قسمت در میلیون

برحسب وزن خشک) گزارش نمود که میزان غلظت فلز کادمیوم پایین‌تر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود. تاتینا و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثرات آلودگی نفتی میزان غلظت فلز کادمیوم را در عضله ماهی یلی (*Pelates quadrilineatus*) در محلول عاری از نفت خام به‌عنوان نمونه شاهد و محلول دوز ۱۲ قسمت در میلیون از نفت خام با استفاده از آب دریا، به ترتیب ۰/۰۱ ± ۰/۰۲ و ۰/۰۵ ± ۰/۰۹ قسمت در میلیون گزارش نمودند. عریان و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوضه شمالی خلیج‌فارس میزان غلظت فلز کادمیوم را در عضله ماهی حلوا سفید (*Pampus argenteus*) در محلول عاری از نفت خام به‌عنوان نمونه شاهد و محلول دوز ۱۲ قسمت در میلیون از نفت خام با استفاده از آب دریا، به ترتیب ۰/۰۱ ± ۰/۰۵ و ۰/۰۳ ± ۰/۰۹ قسمت در میلیون گزارش نمودند که در این مطالعه میانگین غلظت فلز کادمیوم در بافت عضله نمونه شاهد کمتر از حد مجاز استاندارد برای مصارف انسانی تشخیص داده شد. پور مقدس و شهریاری (۱۳۸۹) میزان غلظت فلز کادمیوم را در عضله سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان (شوریده (*Otolithes ruber*)، سرخو معمولی (*Lutjanus johnii*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)) به ترتیب ۰/۰۶۴، ۰/۰۶۳ و ۰/۰۵۸ (قسمت در میلیون برحسب وزن خشک) گزارش نمودند که میزان غلظت فلز کادمیوم پایین‌تر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود. صدوق‌نیری و همکاران (۱۳۸۹) میانگین غلظت کادمیوم را در عضله ماهی صبور (*Tenualosa ilisha*) در شمال غرب خلیج‌فارس، ۰/۰۳۴ ± ۰/۱۱۹ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش نمودند. پروانه و همکاران (۱۳۹۰) میزان غلظت فلز کادمیوم را در عضله ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) در استان خوزستان، ۰/۹۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز کادمیوم بالاتر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) بود. صادقی و همکاران (۱۳۹۰) میزان تجمع فلز کادمیوم را در عضله ماهی حلواه سیاه (*Parastromateus niger*) در آب‌های استان هرمزگان (بندرعباس)، ۰/۰۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز کادمیوم پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) و سازمان حفاظت محیطی (EPA) بود. صادقی و همکاران (۱۳۹۰) مقدار غلظت کادمیوم را در عضله ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندرعباس (استان هرمزگان)، ۰/۰۰۳۱۹ ± ۰/۰۳۷۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز کادمیوم پایین‌تر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود. طراوتی و همکاران (۱۳۹۱) میزان غلظت فلز کادمیوم را در عضله ماهی بنی وحشی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) (تالاب شادگان) و پرورشی (مجتمع پرورش ماهی آزادگان) به ترتیب ۰/۰۱۴ ± ۰/۲۳۷ و ۰/۰۰۵ ± ۰/۲۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش نمودند. خراسانی و همکاران (۱۳۹۲) میزان غلظت کادمیوم را در بافت عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) بندر ماهشهر، ۰/۲۵۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه‌گیری نمودند که میزان غلظت فلز کادمیوم بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود.

نتایج به‌دست‌آمده در هر تحقیقی در کنار استانداردها اعتبار پیدا می‌کند، نتایج مطالعه حاضر برای مقایسه با استانداردها برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک محاسبه‌شده است (جدول ۳). بررسی و مقایسه میزان نیکل در عضله ماهی شیر و قباد در بندر بوشهر با استانداردهای جهانی حاکی از پایین بودن غلظت این فلز سنگین در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود. همچنین میزان کادمیوم نیز در عضله ماهی شیر و قباد در بندر بوشهر در مقایسه با 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) پایین‌تر بود.

جدول ۳: مقایسه غلظت‌های فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) با استانداردها (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک).

استانداردها	نیکل	کادمیوم	منابع
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۵	۰/۲	Madany *et al.*, 1996
سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)	-	۰/۵	Dural *et al.*, 2006
مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)	-	۰/۵	Pourang *et al.*, 2004
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF)	-	۰/۲	Mormede and Davies, 2001
سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA)	۱	۱	Pourang *et al.*, 2004
Scomberomorus commerson (ماهی شیر)	۰/۲۹۵	۰/۱۰۵	مطالعه حاضر
Scomberomorus guttatus (ماهی قباد)	۰/۳۲۰	۰/۱۲۶	مطالعه حاضر

به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که وجود تفاوت در میزان فلزات سنگین گونه‌های مختلف آبزیان به سن، طول، وزن، جنسیت، نیازهای اکولوژیک، عادات تغذیه‌ای، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت‌زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب (شوری، pH، سختی و دما) بستگی دارد (Canli and Atli, 2003). فلزات سنگین نیکل و کادمیوم به‌عنوان آلودگی‌های اکوسیستم‌های آبی مطرح می‌باشند، علاوه بر این‌که بر روی آبزیان تاثیرگذاراند و اثرات منفی بر آبزیان دارند بر روی انسان که مصرف‌کننده این آبزیان بوده نیز تأثیرگذار می‌باشند و باعث ایجاد مشکلات زیادی برای انسان می‌گردند. با توجه به نتایج مطالعه حاضر میزان غلظت فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در عضله ماهی شیر و قباد پایین‌تر از حد مجاز تمامی استانداردها در این مطالعه بود. لذا استفاده از این دو گونه برای مصارف انسانی مشکلی را از دیدگاه سلامت و بهداشت عمومی ایجاد نخواهد کرد. در انتهای این مطالعه پیشنهاد می‌گردد تا پایش‌های مداوم تمامی آلاینده‌های محیطی در آب، رسوب و آبزیان خلیج‌فارس صورت گرفته و با شناسایی دقیق منابع آلاینده اقدام به کنترل این منابع گردد تا لزوم اطمینان از سلامت جهت مصرف سایر آبزیان ایجاد گردد.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیطزیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، ۷۶۷ ص.

پروانه، م.، خیرور، ن.، نیک پور، ی. و نبوی، س. م. ب.، ۱۳۹۰. غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک (*Euryglossa orientalis*) و رسوبات خور موسی در استان خوزستان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۰(۲): ۲۶-۱۷.

پور مقدس، ح. و شهریاری، ع.، ۱۳۸۹. غلظت کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان. مجله تحقیقات نظام سلامت، ۶(۱): ۳۶-۳۰.

تاتینا، م.، عریان، ش. و قریب‌خانی، م.، ۱۳۸۸. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) ناشی از تأثیر آلودگی‌های نفتی در بافت عضله ماهی یلی (*Pelates quidrileneatus*) خلیج‌فارس. مجله زیست‌شناسی دریا، ۱(۳): ۳۹-۲۸.

ترسلی، ا.، اسماعیلی ساری، ع. و ولی نسب، ت.، ۱۳۹۰. بررسی غلظت کادمیوم و سرب در دو گونه کوسه چانه‌سفید (*Rhizoprion odonacutus*) و کوسه چاک لب (*Carcharhinus dussumieri*) از کوسه‌ماهیان غالب خلیج‌فارس. مجله زیست‌شناسی دریا، ۳(۱۲): ۸۲-۷۳.

تکریمی، م.، ۱۳۸٦. اکولوژی دریا. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، شیلات، صفحات ۱۷۱-۱۴۵.

جلالی، ک.، ابطحی، ب.، سمیعی، ک. و سرافرازی اردکانی، م. ر.، ۱۳۹۲. بررسی تأثیر اندازه (طول کل) و جنسیت در تجمع فلز سرب در بافت‌های کبد و عضله ماهی زمین کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) در منطقه خور موسی (شمال غرب خلیج‌فارس). مجله بوم‌شناسی آبزیان، ۲(۴): ۱۷-۱۱.

جلالی جعفری، ب. و آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸٦. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب، چاپ اول، تهران، ۱۳۴ ص.

چاکری، ر.، سجادی، م. م.، کامرانی، ا. و آقاجاری، ن.، ۱۳۹٤. تعیین میزان غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد ماهی طلال (*Rastrelliger kanagurta*) در آب‌های خلیج‌فارس. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴(۲): ۱۲۵-۱۱۵.

خاتمی، ه.، ۱۳۹۰. ارزیابی کیفیت آب رودخانه (آب‌های سطحی- رودخانه‌ها). کانون تبلیغات نشان برتر، تهران، ۲۳۰ ص.

خراسانی، ن.، حسینی، س.، پور باقر، ه.، حسینی، و. و افلاکی، ف.، ۱۳۹۲. اندازه‌گیری برخی فلزات سنگین در ماهی شوریده (*Otolithes ruber*)، مطالعه موردی بندر ماهشهر. نشریه محیطزیست طبیعی، ۶۶(۲): ۱۹۰-۱۸۱.

دورقی، ا.، کوچنین، پ.، نیک پور، ی.، یاوری، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع. و سالاری علی‌آبادی، م. ع.، ۱۳۸۸. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت‌های ماهی شبه شوریده (*Johnius belangerii*) در سواحل شمالی خلیج‌فارس. مجله شیلات، ۳(۳): ۸-۱.

شهریاری، ع.، ۱۳۸٤. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) و سرخو معمولی (*Lutjanus johnii*) خلیج‌فارس در سال ۱۳۸۲. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۷(۲): ۶۷-۶۵.

صادقی، س. ن.، ۱۳۸۰. ماهیان جنوب ایران. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، ۴۳۲ ص.

صادقی، م. س.، مورکی، ن.، ابدالی، س. و فرزادمهر، م.، ۱۳۹۰. بررسی تجمع فلزات سنگین (نیکل، کادمیوم و سرب) در بافت‌های کبد و عضله ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندرعباس (استان هرمزگان). مجله زیست‌شناسی دریا، ۳(۱۲): ۷۱-۶۵.

صادقی، م.، ابدالی، س.، دقوقی، ب.، مورکی، ن. و بهره‌مند، ب.، ۱۳۹۰. بررسی تجمع برخی فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و نیکل) در بافت‌های کبد و عضله ماهی حلواه سیاه (*Parastromateus niger*) در آب‌های استان هرمزگان (بندرعباس). مجله زیست‌شناسی دریا، ۳(۱۰): ۲۸-۲۳.

صدوق‌نیری، ع.، نیک‌پور، ی.، رجب‌زاده، ا.، محبوبی صوفیایی، ن. و احمدی، ر.، ۱۳۸۹. اندازه‌گیری فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، کبالت، مس و سرب در بافت‌های ماهی صبور (*Tenualosa ilisha*)، در شمال غرب خلیج‌فارس و رابطه آن با طول و وزن. مجله علوم آبزیان، ۱(۱): ۷۴-۶۱.

طراوتی، س.، عسکری ساری، ا. و جواهری بابلی، م.، ۱۳۹۱. بررسی و مقایسه فلز کادمیوم در اندام‌های مختلف ماهی بنی وحشی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) (تالاب شادگان) و پرورشی (مجتمع پرورش ماهی آزادگان). مجله اکو بیولوژی تالاب، ۳(۱۱): ۳۸-۲۹.

عریان، ش.، تاتینا، م. و قریب‌خانی، م.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوضه شمالی خلیج‌فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) در بافت عضله ماهی حلوا سفید (*Pampus argenteus*). مجله اقیانوس‌شناسی، ۱(۴): ۶۸-۶۱.

عسکری ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، محجوب، ث. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۳): ۱۰۶-۹۹.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، ۳۸۰ ص.

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

مرتضوی، م. ص.، شریفیان، س. و آقاجری، ن.، ۱۳۹۲. برآورد میزان خطر برخی از فلزات ناشی از مصرف ماهی حلوا سفید و شوریده در استان هرمزگان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۲(۲): ۱۳۶-۱۲۷.

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

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: 1-19.

Beg, M. U., Al-Muzaini, S., Saeed, T., Jacob, P. G., Beg, K. R., Al-Bahloul, M., Al-Matrouk, K., Al-Obaid, T. and Kurian, A., 2001. Chemical contamination and toxicity of sediment from a coastal area receiving industrial effluents in Kuwait. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 41: 289–297.

Canli, M. and Atli, G., 2003. The Relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121(1): 129–136.

De Astudillo, L. R., Yen, I. C. and Berkele, I., 2005. Heavy metals in sediments, mussels and oysters from Trinidad and Venezuela. Re vista de Biologic Tropical, 53: 41–53.

Dural, M., Lugal Göksu, M. Z. and Akif Özak, A., 2006. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured form the Tuzla lagoon. Food Chemistry, 102(1): 415-421.

Filazi, A., Baskaya, R. and Kum, C., 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish (*Mugil auratus)* from Sinop-Icliman, Turkey. Human and Experimental Toxicology, 22: 85-87.

Ghanbari, F., Moghdani, S., Nasrinnezhad, N. A., Khajeheian, M. R., Obeidi, R. and Farashbandi, M., 2015. Accumulation of trace metals in the muscle tissues of tiger tooth croaker in Persian Gulf. International journal of Biosciences, 6(5): 170-177.

Jaffar, M., Ashraf, M. and Rasoal, A., 1998. Heavy metal contents in some selected local fresh water fish and relevant waters. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, 31(3): 189-193.

Karr, J. R., 1998. Rivers as Sentile: Using the Biology of Rivers to Guid Landscape Management. Final Report for USEPA, 28p.

Krogh, M. and Scanes, P., 1996. Organochlorine compound and trace metal contaminants in fish near Sydneys Ocean outfull. Marine Pollution Bulletin, 33(7-12): 213-225.

Madany, I. M., Wahab, A. A. A. and Al-Alawi, Z., 1996. Trace metals concentration in marine organisms from the coastal areas of Bahrain, Persian Gulf Water. Air and Soil Pollution, 91(3-4): 233-248.

Mello, D. J. P. F., 2003. Food safety contaminants and toxins. CAB International publishing, pp. 199-215.

Moghdani, S., Ghanbari, F., Fazeli, F., Nezamzadeh, F., Irani, M., Jamei, M. and Dashtianeh, M., 2015. Distribution of metals (lead, vanadium, nickel, selenium) in the tissues of benthic fish, oriental sole, from two sites of Persian Gulf. Journal of Scientific Research and Development, 2(5): 61-65.

Moopam, 1999. Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analyses Methods, Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, Kuwait, V-28pp.

Mormede, S. and Davies, I. M., 2001. Heavy metal concentrations in commercial deep-sea fish from Rock all trough. Continent shelf Research, 21: 899-916.

Pourang, N., Dennis, J. H. and Ghoorchian, H., 2004. Tissue distributions on the roles of Metallothionein. Ecotoxicology, 13: 519-533.

Pourang, N., Nikouyan, A. and Dennis, J. H., 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment, 109: 293-316.

Sekhar, K. C., Chary, N. S., Kamala, C. T., Raj, D. S. S. and Rao, A. S., 2003. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound Heavy Metals in Kolleru Lake by edible fish. Environment International, 29: 1001-1008.

Sheppard, C., Al-Husiani, M., Al-Jamali, F., Al-Yamani, F., Baldwin, R., Bishop, J., Benzoni, F., Dutrieux, E., Dulvy, N. K., Durvasula, S. R. V., Jones, D. A., Loughland, R., Medio, D., Nithyanandan, M., Pillingm, G. M., Polikarpov, I., Price, A. R. G., Purkis, S., Riegl, B., Saburova, M., Samimi Namin, K., Taylor, O., Wilson, S. and Zainal, Z., 2010. The Gulf: a young sea in decline. Marine Pollution Bulletin, 60(1): 13–38.