بررسی فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) در بافت‌های عضله و کبد سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*)، آب‌های جزیره هرمز، خلیج فارس

- **یاسمین عمادی‌خراجی**: گروه بوم شناسی آبزیان شیلاتی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران
- **شادی خاتمی***: گروه بیولوژی دریا، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران
- **مهناز کردگاری**: گروه بیولوژی دریا، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین میزان غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد ماهی سنگسرمعمولی (*Pomadasys kaakan*) در آب‌های جزیره هرمز در سال ۱۳۹٦ انجام پذیرفت. تعداد ١٦ عدد ماهی سنگسر معمولی صید و به آزمایشگاه منتقل گردید. بعد از زیست‌سنجی نمونه‌ها، بافت عضله و کبد جدا سازی و هضم شیمیایی انجام شد و با استفاده از دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی (varian) میزان غلظت فلز سرب و کادمیوم در بافت‌ها با دو تکرار اندازه‌گیری گردید. براساس نتایج به‌دست آمده میانگین غلظت سرب در بافت عضله و کبد ماهی سنگسرمعمولی به‌ترتیب ۰/۱٤۱ و ۰/۳۹۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد. هم‌چنین براساس نتایج به‌دست آمده میانگین غلظت کادمیوم در بافت عضله و کبد ماهی‌سنگسر معمولی به‌ترتیب ۰/۰۵۵ و ۰/۲۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد. نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی سنگسر معمولی در منطقه مورد مطالعه پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا، وزارت کشاورزی شیلات و غذای انگلستان و سازمان غذا و داروی آمریکا بود. بنابراین استفاده از این گونه برای مصارف انسانی مشکلی را از دیدگاه سلامت و بهداشت عمومی ایجاد نخواهد کرد.

کلمات کلیدی: سنگسر معمولی، سرب، کادمیوم، جزیره هرمز، خلیج فارس

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: shadikhatami1@gmail.com

مقدمه

آلودگی محیط‌زیست یک مسئله‌جهانی است وبیش‌ترین اهمیت آلودگی‌مربوط به فلزات‌سنگین در زنجیره‌غذایی‌آبزیان است (Shovon و همکاران، ۲۰۱۷). پیشرفت سریع صنعت و کشاورزی سبب افزایش آلودگی محیط‌های آبی به فلزات سنگین شده که به‌عنوان خطر محیط زیست برای بی‌مهرگان، ماهی‌ها و انسان به‌شمار می‌رود (Uluturhanو Kucuksezgin، ۲۰۰۷). فلزات سنگین به‌دلیل سمی بودن و تجزیه ناپذیری در محیط به‌عنوان آلاینده‌های خطرناک محسوب می‌شوند (Ekpo و همکاران، ۲۰۰۸). در نتیجه یکی از تهدیدهای جدی زیست محیطی در جهان، آلودگی آب‌ها به فلزات سنگین می باشد (Oguzie و Izevbigie، ۲۰۰۹). از دلایل خطرناک بودن فلزات سنگین، قدرت تجمع زیستی آن‌هاست به این مفهوم که قادر هستند در سیستم بدن موجود زنده تجمع یابند و غلظت آن‌ها به مرور زمان و با تماس بیش‌تر با آلاینده ها افزایش یابد. برخلاف دیگر آلاینده‌ها با منشا آلی، فلزات سنگین در اکوسیستم تخریب یا حذف نشده (Rajkowska و Protasowicki، ۲۰۱۳)و در رسوبات و بدن موجودات انباشته می‌شوند (Mendil و Dogan Uluozlu، ۲۰۰۷). فلزات سنگینی مانند مس و روی برای سوخت و ساز ماهی ضروری هستند درحالی‌که دیگر فلزات مانند جیوه، کادمیوم و سرب نقش شناخته شده‌ای در سامانه‌های زیستی ندارند. ماهی برای سوخت و ساز طبیعی، فلزات ضروری را از آب، غذا و یا رسوبات جذب می‌کند که مشابه با فلزات ضروری، فلزات غیر ضروری نیز توسط ماهی جذب می شوند (Yia و Zhang، ۲۰۱۲). افزایش غلظت این فلزات از حد استاندارد باعث مسمومیت و یا مرگ ماهی می‌شود (Zhang و همکاران، ۲۰۱۸). اثر فلزات سنگین می‌تواند به‌صورت حاد، مزمن یا تحت مزمن باشد. هم‌چنین برخی از این فلزات سرطان‌زا، جهش‌زا و یا تراتوژن هستند. فلزات سنگین یکی از پنج نوع عمده آلاینده‌های سمی موجود در آب می‌باشند (El-Morshedi و همکاران، ۲۰۱۴). سنگسر معمولی با نام علمی *Pomadasys kaakan* از خانواده Haemulidae یکی از ماهیان اقتصادی در آب‌های خلیج فارس است. این گونه از ماهیان کرانه‌ای است و پراکنش از مدار ۳۲ درجه شمالی تا ۳۲ درجه جنوبی در سرتاسر غرب اقیانوس آرام تا اقیانوس هند، امتداد سواحل شرق آفریقا، دریای سرخ، خلیج عدن، در امتداد سواحل کشورهای عربی ازجمله امارات متحده عربی، کویت، عربستان سعودی، قطر و بحرین و هم‌چنین سرتاسر خلیج فارس و دریای عمان تا سریلانکا و به سمت شمال در تایوان، تایلند، چین، ژاپن و از جنوب تا استرالیا گزارش شده است (Valinassab و همکاران، ۲۰۰۶). این گونه در آب‌های اطراف جزایر خلیج فارس وجود دارد و جهت مصارف خوراکی صید و به فروش می‌رسد. بیش‌ترین صید از آب‌های جزیره هرمز می‌باشد. در شمال‌غرب و غرب جزیره هرمز مجموعه‌های صنعتی و پالایشگاهی و اسکله شهید رجایی قرار دارد. هم‌چنین این جزیره در مدخل ورودی خلیج فارس واقع شده و تردد بالای کشتی‌های تجاری و نفتکش‌ها سبب‌شده که‌رسوبات‌نوار ساحلی جزیره هرمز نسبت به برخی از فلزات سنگین آلودگی نشان دهد (غلام‌دخت‌بندری و همکاران، ۱۳۹۵). از آن‌جایی‌که آلودگی‌های زیست محیطی بر آبزیان تاثیر می‌گذارد، در این تحقیق فلزات سنگین سرب و کادمیوم دربافت عضله و کبد ماهی سنگسر معمولی از آب‌های جزیره هرمز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۶ عدد ماهی سنگسر معمولی در سال ۱۳۹۶ ازآب‌های جزیره هرمز با مختصات جغرافیایی `۲۷ °۵۶، `۴ °۲۷ توسط تور ترال به‌وسیله صیادان بومی منطقه صید گردید. سپس ماهی‌ها کدبندی شده و به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آزمایشگاه زیست‌سنجی ماهی‌ها شامل طول کل و طول چنگالی بر حسب سانتی‌متر و وزن بر حسب گرم انجام گردید. توزین نمونه‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و اندازه‌گیری طول به‌وسیله متر با دقت ۰/۱ سانتی‌متر انجام شد. بعد از زیست‌سنجی، نمونه بافت عضله و کبد جدا شده و درون پتری‌دیش که قبلاً با اسید تمیز شده قرار گرفت. در مرحله بعد نمونه بافت‌ها در اون با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۶ ساعت قرار داده شد تا کاملاً خشک شوند. نمونه‌های خشک شده پس از پودر شدن درون هاون چینی در زیپ پلاست قرار داده شد و برای جلوگیری از جذب رطوبت هوا در دسیکاتور نگه‌داری شدند. هضم اسیدی جهت آزاد کردن کلیه اتصالات فلز با بافت‌ها صورت گرفت. سپس ۰/۵۰ گرم از بافت خشک شده و یکنواخت با ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۱ وزن شد و به ارلن مایر ۱۰۰میلی‌لیتر منتقل گردید و مخلوط اسیدنیتریک و اسیدهیدروکلریدریک به نسبت ۱ به ۳ جهت هضم محتویات ظروف، اضافه و نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند تا هضم اولیه صورت گیرد. سپس نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد روی هیتر واقع در زیر هود حرارت داده شد تا هضم کامل صورت گیرد و شفاف شوند. بعد از هضم، نمونه‌ها در دمای محیط قرار گرفته تا خنک شوند بعد از سرد شدن و رسیدن نمونه‌ها به دمای محیط، آن‌ها را از کاغذ صافی واتمن گذرانده و در داخل بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتر انتقال داده و با آب مقطر به حجم رسانده شد. در نهایت نمونه ها جهت تزریق به دستگاه به‌داخل ظروف پلی‌اتیلنی دربدار انتقال داده شدند. برای اندازه‌گیری میزان فلزات سرب و کادمیوم در تمامی نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی مجهز به

کوره گرافیتی varian مدل AA240fs استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمک نرم‌افزار SPSS19 انجام شد و با آزمون کولموگراف اسمیرنف و رسم نمودار Q-Q نرمال بودن داده‌ها در P>۰/۰۵ به‌دست آمد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ انجام گردید.

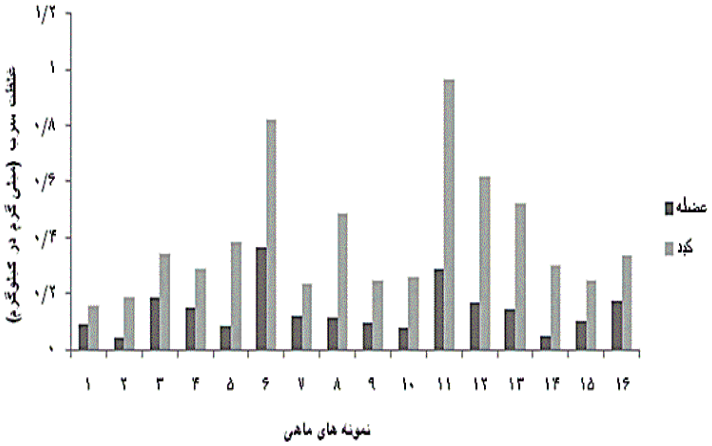
نتایج

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان‌داد، میانگین طول چنگالی ماهی سنگسر معمولی صید شده از آب‌های جزیره هرمز ۳۶/۵۹۴ سانتی‌متر و میانگین وزن ۱۱۴۲/۷۵۰ گرم بوده است. بیش‌ترین غلظت سرب و کادمیوم در عضله این ماهی به‌ترتیب ۰/۳۶۶ و ۰/۱۶۶، بیش‌ترین غلظت سرب و کادمیوم در کبد به‌ترتیب ۰/۹۶۶ و ۰/۴۶۶ می‌باشد. هم‌چنین کم‌ترین غلظت سرب و کادمیوم در عضله به‌ترتیب ۰/۰۴۲ و ۰/۰۰۱ و کم‌ترین غلظت سرب و کادمیوم در کبد به‌ترتیب ۰/۱۵۶ و ۰/۱۰۲ به‌دست آمده است که در جدول ۱ آورده شده است.

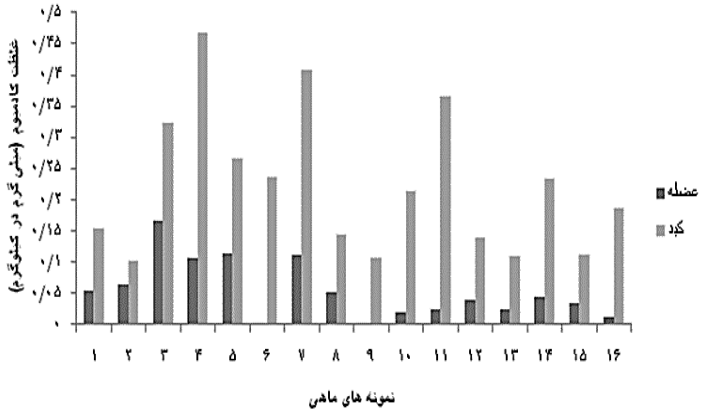
جدول ۱: بیش‌ترین، کم‌ترین، انحراف معیار و میانگین طول، وزن و غلظت سرب و کادمیوم در سنگسر معمولی

	میانگین	SD	بیش‌ترین	کم‌ترین
طول کل (سانتی‌متر)	۴۱/۶۸۸	۶/۷۰۰	۶۰	۳۵/۵
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۳۶/۵۹۴	۶/۰۲۰	۵۳	۲۸/۵
وزن (گرم)	۱۱۴۲/۷۵۰	۵۰۳/۰۵۸	۲۷۱۹	۶۶۸
غلظت سرب در عضله (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۱۴۱	۰/۰۸۵	۰/۳۶۶	۰/۰۴۲
غلظت سرب درکبد (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۳۹۹	۰/۲۳۰	۰/۹۶۶	۰/۱۵۶
غلظت کادمیوم درعضله (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۰۵۵	۰/۰۴۷	۰/۱۶۶	۰/۰۰۱
غلظت کادمیوم درکبد (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۲۲۲	۰/۱۱۵	۰/۴۶۶	۰/۱۰۲

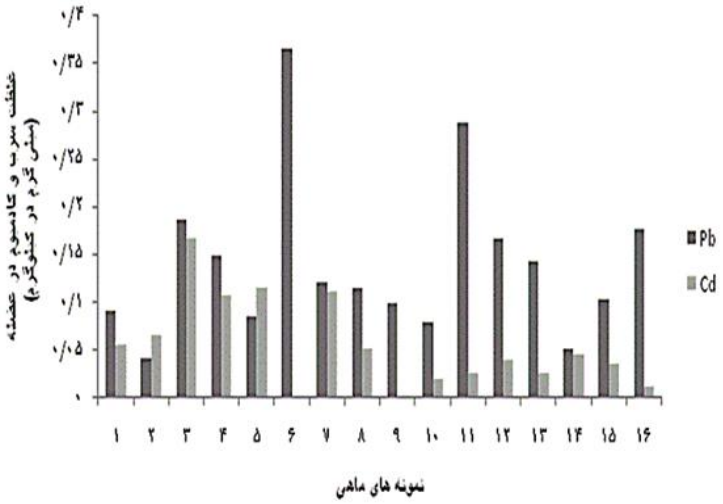
میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد در گونه سنگسر معمولی در شکل‌های ۱ تا ۴ آورده شده است. با توجه به شکل‌های ۱ و ۲، میانگین غلظت سرب و کادمیوم همواره به‌طور قابل توجهی در کبد بالاتر از مقدار آن در بافت عضله می‌باشند. با توجه به شکل ۳، بالاترین میزان غلظت سرب در عضله گونه سنگسر معمولی در نمونه ۶ است که عاری از فلز کادمیوم می‌باشد و کم‌ترین مقدار سرب را نمونه ۲ دارا می‌باشد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار فلز کادمیوم نیز به‌ترتیب در نمونه‌های ۳ و ۱۶ نشان داده شده است. در این تحقیق میزان غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در کبد ماهی سنگسر معمولی اندازه‌گیری شد، براساس نتایج به‌دست آمده در تمامی نمونه‌ها میزان فلز کادمیوم کم‌تر از فلز سرب می‌باشد به‌جز دو نمونه ۴ و ۷ که میزان کادمیوم بالاتر از میزان سرب است که در شکل ۴ نشان داده شده است. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سرب را به‌ترتیب نمونه ۱۱ و نمونه ۱ دارد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کادمیوم را نیز به‌ترتیب نمونه‌های ۴ و ۹ دارا هستند.



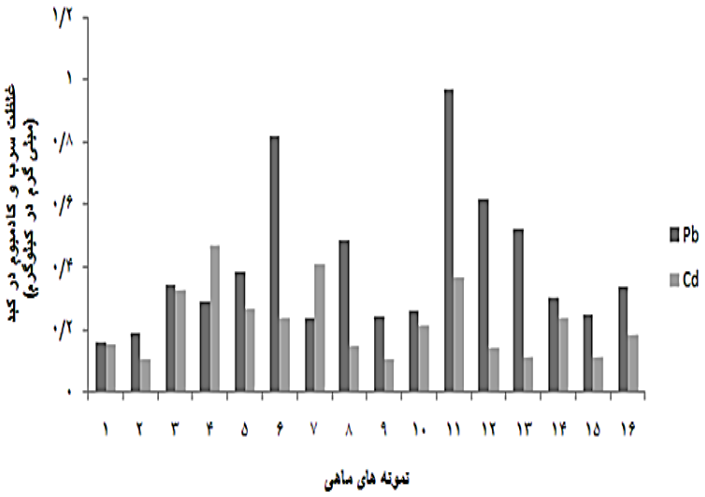
شکل ۱: میانگین غلظت سرب در بافت عضله و کبد ماهی سنگسرمعمولی در آب‌های جزیره هرمز



شکل ۲: میانگین غلظت کادمیوم در بافت عضله و کبد ماهی سنگسر معمولی در آب‌های جزیره هرمز



شکل ۳: میانگین غلظت سرب و کادمیوم در عضله ماهی سنگسر معمولی در آب‌های جزیره هرمز



شکل ۴: میانگین غلظت سرب و کادمیوم در کبد ماهی سنگسر معمولی در آب‌های جزیره هرمز

بحث

درماهیان جذب فلزات سنگین توسط آبشش‌ها، پوست، باله‌ها و روده انجام می‌گیرد و از طریق جریان خون در اندام‌های داخلی بدن توزیع می‌گردد. بیش‌ترین توزیع در کبد و کلیه‌ها در مقایسه با بافت عضله است. زیرا فلزات سنگین در بافت‌هایی با فعالیت متابولیک بالا ذخیره می‌شوند و عضلات فعالیت متابولیک پایین دارند (Filazi و همکاران، ۲۰۰۳). هم‌چنین فلزات سنگین که از طریق غذا وارد بدن می‌شوند از روده واردجریان خون می‌شوند و ابتدا از کبد عبور می‌کنند و در کبد ذخیره می‌شوند (Askary sary و Velayatzadeh، ۲۰۱۳). بنابراین‌در این پژوهش میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد گونه سنگسرمعمولی در آب‌های جزیره هرمز اندازه‌گیری شد. نتایج مربوط به‌میزان سرب در بافت عضله و کبد نشان داد که میانگین غلظت سرب در کبد بیش از عضله بوده است به‌جز دو نمونه ۲و۵ که در این دو نمونه میزان کادمیوم در عضله بیش‌تر از میزان سرب می‌باشد (شکل ۳) و در دو نمونه ۴ و۷ میزان کادمیوم در کبد بالاتر از سرب به‌دست آمد (شکل ۴). در بررسی Turkmen و همکاران (۲۰۰۹) نیز میزان سرب و کادمیوم در بافت کبد در گونه *Sciaena umbra* بیش‌تر از عضله بوده است. در تحقیقات جلالی و همکاران (۱۳۹۴) در خور موسی، اندازه‌گیری کادمیوم در بافت‌های کبد و عضله گونه زمین‌کن دم نواری نشان داد که این میزان در بافت کبد بیش‌تر از عضله بوده است. هم‌چنین در بررسی‌های مهین و همکاران (۱۳۹۶) در آب‌های اطراف اسکله شهید رجایی، اسکله فولاد بندرعباس و آب‌های جاسک میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت کبد بیش‌تر از عضله بوده است. با توجه به بررسی سعیدپور و همکاران (۱۳۸۶) میزان هر دو فلز سنگین در بافت عضله دو گونه از کفشک ماهیان در آب‌های بندرعباس بسیار زیاد بوده که نشان‌دهنده آلودگی دریا در آن سال‌ها می‌باشد. هم‌چنین بررسی فلزات سنگین سرب، مس، نیکل و کادمیوم در بافت عضله دو گونه هوور در آب‌های ساحلی جزیره قشم که توسط دهقانی و فرزین (۱۳۹۴) انجام شد نشان داد که میزان این فلزات سنگین کم‌تر از میزان فلزات سنگین در اکثر ماهیان گزارش شده در سال‌های اخیر بوده است.در جدول ۲ نتایج این تحقیق با نتایج سایر تحقیقات انجام شده درخصوص غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در عضله گونه‌های مختلف در آب‌های خلیج فارس مقایسه شده است. عسکری و همکاران (۱۳۹۱) میزان غلظت فلزسنگین کادمیوم دربافت عضله‌ماهی شوریده در آب‌های بندرعباس را به‌دست آوردند که نتایج نشان داد از حد استانداردهای بین‌المللی بیش‌تر بوده است. در تحقیقات مهین و همکاران (۱۳۹۶) میزان فلزات سرب و کادمیوم در چند گونه‌های هامور معمولی، شانک و زمین‌کن از حد استانداردهای بین‌المللی کم‌تر بوده است. با توجه به جدول ۳ که مقایسه‌ای بین میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم در عضله گونه سنگسر معمولی با استانداردهای بین‌المللی شده نشان می‌دهد که میزان به‌دست آمده از این دو فلز سنگین در این پژوهش در آب‌های جزیره هرمز کم‌تر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) و سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) می‌باشد.

جدول۲: مقایسه فلزات سنگین سرب و کادمیوم در عضله سنگسر معمولی در تحقیق حاضر با نتایج سایر تحقیقات در آب های خلیج فارس (میلی‌گرم در کیلوگرم)

گونه ماهی	نام علمی	منطقه مورد مطالعه	سرب	کادمیوم	منابع
هامور معمولی	*Epinephelus coioides*	اسکله فولاد بندرعباس	۰/۰۶۸	۰/۰۳۲	مهین و همکاران (۱۳۹۶)
سرخو ماهیان	*Lutjanus* sp.	خلیج فارس، سواحل بحرین	۰/۰۴۵ -۱/۰۴	۰/۰۰۲ -۰/۰۲	Madany (۱۹۹۶)
قباد	*Scomberomorus guttatus*	بندرعباس	-	۰/۰۳	صادقی و همکاران (۱۳۹۰)
هامور معمولی	*Epinephelus coioides*	شمال خلیج فارس	۲/۳۲	۰/۱۱	Pourang و همکاران (۲۰۰۵)
کفشک ریز	*Solea elongata*	شمال خلیج فارس	۱/۹ -۲/۸	۰/۰۵ -۰/۰۸	Pourang و همکاران (۲۰۰۵)
کفشک تیز دندان	*Psettodes erumei*	شمال خلیج فارس	۰/۸۷ -۸/۰۰	۰/۰۰۹ -۱	Pourang و همکاران (۲۰۰۵)
سنگسر معمولی	*Pomadasys kaakan*	جزیره هرمز	۰/۱۴۱	۰/۰۵۵	تحقیق حاضر

جدول ۳: مقایسه فلزات سنگین سرب و کادمیوم در عضله ماهیان در تحقیق حاضر با حد مجاز استانداردهای بین‌المللی (میلی‌گرم در کیلوگرم)

استانداردها	سرب	کادمیوم	منابع
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۵	۰/۲	WHO (۱۹۹۶)
مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)	۰/۰۵	۱/۵	Chen و Chen (۲۰۰۱)
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF)	۲	۰/۲	MAFF (۱۹۹۵)
سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA)	۵	۲	Chen و Chen (۲۰۰۱)
سنگسر معمولی	۰/۱۴۱	۰/۰۵۵	تحقیق حاضر

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه کسانی که در انجام این پژوهش یاری کردند به‌ویژه کارشناسان آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **بختیاری، م.، ۱۳۸۰.** راهنمای مفصل ایران، استان هرمزگان. موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی. ۲۴۰ صفحه.

۲. **جلالی، ک.؛ ابطحی، ب. و سمیعی، ک.، ۱۳۹۴.** ارزیابی میزان کادمیوم در بافت‌های کبد و عضله ماهی زمین‌کن دم‌نواری در رسوبات خور موسی (شمال‌غرب خلیج فارس). مجله علوم و فنون دریایی. شماره ۲، صفحات ۱ تا ۱۰.

۳. **دهقانی، م. و فرزین، م.، ۱۳۹۴.** بررسی و تعیین میزان غلظت فلزات سنگین (سرب، مس، نیکل و کادمیوم) در بافت ماهی هوور (*Longtail tuna*) صید شده در آب‌های ساحلی جزیره قشم. مجله آبزیان و شیلات. سال ۶، شماره ۲۳، صفحات ۲۵ تا ۳۴.

۴. **سعیدپور، ب.؛ نبوی، س.م.ب.؛ مرتضوی، ص. و خشنود، ر.، ۱۳۸۶.** مقایسه غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت ماهیجه دو گونه کفشک ماهیان سواحل استان هرمزگان. مجله علوم و فنون دریایی. سال ۲، شماره ۴، صفحات ۶۱ تا ۷۱.

۵. **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 حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) در آب‌های استان هرمزگان (بندرعباس). مجله زیست‌شناسی دریا. دوره ۱۰، شماره ۳، صفحات ۲۳ تا ۲۸.

۶. **عسکری‌ساری، ا.؛ جواهری‌بابلی، م.؛ محجوب، ث. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۱.** میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و جیوه) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. مجله علمی شیلات. سال۲۱، شماره ۴، صفحات ۹۹ تا ۱۰۶.

۷. **غلام‌دخت‌بندری، م.؛ رضایی، پ؛ قربانی، م. و کمانگر، م.، ۱۳۹۵.** پایش‌ژئوشیمیایی و زمین‌زیست‌محیطی‌عناصراصلی و فرعی در رسوبات ساحلی جزیره هرمز (خلیج فارس) و ترسیم نقشه‌های هم پراکنش. مجله محیط زیست و مهندسی آب. دوره ۲، شماره ۳، صفحات ۲۶۷ تا ۲۸۳.

۸. **مهین، م.؛ باقری، ا.؛ خاتمی، ش. و پریشانی‌حیدرپور، ل.، ۱۳۹۶.** بررسی احتمال آلودگی به فلزات سنگین (Pb, Cd) در برخی از ماهیان وابسته به بستر و رسوبات موجود در غرب شهر بندرعباس حد فاصل اسکله شهید رجایی. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس. ۳۹ صفحه.

۹. **Askary sary, A. and Velayatzadeh, M., 2013.** Bioaccumulation Lead and Zinc metals in the liver and muscle of *Cyprinus carpio*, *Rutilus frisii kuttom* and *Liza auratus*. Journal of Food Hygiene. Vol. 3, No. 1, pp: 89-107.

۱۰. **Chen, Y.C. and Chen, M.H., 2001.** Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal

waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis. Vol. 9, pp: 107-114.

۱۱. **Ekpo, K.E.; Asia, I.O.; Amoya, K.O. and Jegede, D.A., 2008**. Determination of lead, cadmium and mercury in surrounding water and organs of some species of fish from Ikpobariver in Benincity, Nigeria, international journal of physical science. Vol. 3, No. 11, pp: 289- 292.

۱۲. **El-Morshedi, N.; Alzahrani, I.; Klizilbash, N.A.; Abdeen, A.; El-Shebbly, A.A. and El-Berri, A., 2014**. Effect of Heavy metal pollutants on fish population in two Egyptian lakes. International journal of advanced research. Vol. 2, No. 1, pp: 408-417.

۱۳. **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. Vol. 22, pp: 85-87.

۱۴. **Madany, I.M.; Wahab, A.A.A. and Al-Alawi, Z., 1996**. Trace metals concentrations in marine organisms from the coastal areas of Bahrain, Arabian Gulf, Water, Air Soil Pollution. Vol. 91, pp: 233-248.

۱۵. **MAFF. 1995**. Monitoring and surveillance of nonradioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Aquatic Environment Monitoring Report No. 44. Direcorate of Fisheries Research, Lowestoft.

۱۶. **Mendil, D. and Dogan Uluozlu, O., 2007**. Determination of metal levels in sedimentof five fish species from lakes in Tokat, Turkey. Food Chemistry. Vol. 101, pp: 739-745.

۱۷. **Oguzie, F.A. and Izerbigie, A.A., 2009**. Heavy metals concentration in the organs of the silver Catfish, Chrysichthysnigrodigitatus (Lacepede) caught upstream of the Ikpoba river and the reservoir in benin city. Bioscience research communications. Vol. 21, No. 4, pp: 189-197.

۱۸. **Pourang, N.; Dennis J.H. and Ghourchian, H., 2005**. Distribution of heavymetals in (*PenaeusSemisulcatus)* from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. Environmental Monitoring and Assessment, 100:71-88.DOI:10.1007/s10661- 005-7061-8.

۱۹. **Rajkowska, M. and Protasowicki, M., 2013**. Distribution of metals (Fe, Mn, Zn, Cu) in fish tissues in two lakes of different trophy in Northwestern Poland. Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 185, pp: 3493-3502.

۲۰. **Shovon, M.N.H.; Majumdar, B.C. and Rahman Z., 2017.** Heavy Metals (Lead, Cadmium and Nickel) Concentration in Different Organs ofThree Commonly Consumed Fishes in Bangladesh. Fisheries and Aquaculture Journal. Vol. 8, No. 2, pp: 1-6.

۲۱. **Turkmen, K.C.; Charg, N.S.; Kamala, C.T.; Sumanraj, D.S. and Rao, S., 2009**. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean Seas: Twelve fish species. Journal of Food Chemistry. Vol. 108, pp: 794-800.

۲۲. **Uluturhan, E. and Kucuksezgin, F., 2007**. Heavy metal contaminants in Red Pandora (*Pagellus erythrinus*) tissues from the Eastern Aegean Sea, Turkey. Water Research. Vol. 41, pp: 1185-1192.

۲۳. **Valinassab, T.; Daryanabard, R.; Dehghani, R. and Pierceo, G.J., 2006.** Abundance of demersal fish resources in the Persian Gulf and Oman Sea. Journal of Marine Biology. Vol. 86, pp: 1-8.

۲۴. **WHO (World Health Organization). 1996**. Health criteria other supporting information. *In:* Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed. Vol. 2, pp: 31-388.

۲۵. **Yia, Y.J. and Zhang, S.H., 2012**. The relationships between fish heavy metal concentrations and fish size in the upper and middle reach of Yangtze River. Procedia Environmental Sciences. Vol. 13, pp: 1699-1707.

۲۶. **Zhang, J.; Zhu, L.; Li, F.; Liu, C.; Qiu, Z.; Xiao, M. and Cai, Y., 2018**. Comparison of toxic metal distribution characteristics and health risk between cultured and wild fish captured from Honghu City, China. International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 15, No. 334, pp: 1-16.