مقایسه غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، سرب درعضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی بوشهر و بندرامام خمینی، خلیج فارس

- **ثمین محجوب:** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران، صندوق پستی: ۱۹۱۵
- **ابوالفضل عسکری‌ساری:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، صندوق‌پستی: ۱۹۱۵
- **مهران جواهری‌بابلی:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، صندوق‌پستی: ۱۹۱۵
- **محمد ولایت‌زاده*:** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران، صندوق‌پستی: ۱۹۱۵

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۲

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، ماهی شوریده، عضله، خلیج فارس

نقش ارزنده دریا نه تنها از لحاظ رشد و توسعه هر کشور بلکه اثرات آن در تامین منابع غذایی نظیر ماهیان، سخت‌پوستان، نرم‌تنان و گیاهان دریایی بر کسی پوشیده نیست. این ذخایر دارای مصارف کشاورزی، صنعتی، طبی و دارویی می‌باشند. با این وجود بسیاری از اکوسیستم‌های دریایی تحت فعالیت مخرب انسان رو به نابودی می‌روند و بی‌توجهی به مسئله آلودگی آن‌ها باعث می‌شود که محیط زیست دریاها و اقیانوس‌ها در معرض مخاطره جدی قرار گیرد و صدمات جبران ناپذیری را بر محیط زیست وارد نماید. بوم سازگان‌های آبی هر روزه، دریافت‌کننده حجم وسیعی از آلاینده‌هایی هم‌چون فلزات سنگین، آفت‌کش‌ها، هیدروکربن‌ها و مواد آلی ناشی از فاضلاب‌های خانگی، صنعتی، معدنی و کشاورزی هستند با وجود چنین شرایطی برآورد اثرات این آلاینده‌ها بر بوم سازگان‌های آبی، امری کاملاً ضروری است چرا که تغییرات شیمیایی، تعادل بوم سازگان را برهم زده و از عملکرد درست آن ممانعت به‌عمل می‌آورد (Canli و Atli، ۲۰۰۳؛ Canli و Furness، ۱۹۹۳) و هم‌چنین بخش قابل توجهی از منابع غذایی انسانی وابسته به محیط‌های آبی است. رشد سریع جمعیت و توسعه مراکز مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی سبب شده تا زباله‌ها و فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی سال به سال افزایش یابند و موجبات آلودگی محیط زیست انسانی و موجودات آبزی را فراهم آورند (شهریاری، ۱۳۸۴). فلزات سنگین به‌عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط‌های آبی در اثر فعالیت‌های طبیعی و نیز به‌طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Humtsoe و همکاران، ۲۰۰۷). پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل و نقل، مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین،

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mv.5908@gmail.com

فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام، منابع تشکیل‌دهنده فلزات سنگین در پیکره آبی هستند (Sekhar و همکاران، ۲۰۰۳).

خلیج‌فارس از دیرباز به‌عنوان آبراهی با قابلیت ارتباط سریع جهت حمل و نقل کالا بین ۳ قاره آسیا، اروپا و آفریقا بوده است. هم‌چنین یکی از مهم‌ترین مناطق در تولید نفت و گاز می‌باشد. وجود ذخایر عظیم موجب توسعه فعالیت‌های مربوط و وابسته به نفت مانند اکتشاف، حفاری و استخراج، پالایش، خطوط انتقال نفت در بستر دریا، بارگیری و حمل و نقل توسط تانکرهای غول پیکر و نظیر آن در مناطق ساحلی فلات قاره و هم‌چنین توسعه مناطق ساحلی و جزیره شده است، که عوامل مذکور هر کدام به‌طور بالقوه منبع آلوده کننده بوده و در شرایط کنونی همواره به طرق مختلف موجب افزایش بارآلودگی منابع آب خلیج فارس و محیط زیست دریایی شده، تا جایی‌که خلیج فارس یکی از آلوده‌ترین دریاها محسوب می‌شود و لزوم حفاظت از آن بیش‌تر باید مد نظر قرار گیرد (Al-Yamani و همکاران، ۲۰۰۴؛ Carpenter و همکاران، ۱۹۹۷).

پایش این فلزات سمی مسئله مهمی برای متخصصان علوم تغذیه، پزشکی و محیط‌زیست می‌باشد (Ozden، ۲۰۱۰؛ Belitz و همکاران، ۲۰۰۱). آلودگی فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر روی تعادل اکولوژیکی و تنوع‌زیستی اکوسیستم‌های آبی داشته باشد (Vinodhini و Narayanan، ۲۰۰۸). هم‌چنین فلزات سنگین به‌دلیل تاثیرات منفی مختلف بر آبزیان نظیر کاهش رشد، تغییرات رفتاری، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر (امینی رنجبر و ستوده‌نیا، ۱۳۸۴) و هم‌چنین به سبب سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی موجب ایجاد نگرانی در مصرف ماهی گردیده است. لذا اندازه‌گیری غلظت این فلزات در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت می‌باشد.

در ایران مطالعات متعددی در زمینه تجمع فلزات سنگین در بدن آبزیان و به‌ویژه ماهیان خلیج فارس انجام شده است، از تحقیقات انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعات رونق و همکاران (۱۳۸۹)، شهاب‌مقدم و همکاران (۱۳۸۹)، عسکری‌ساری و همکاران (۱۳۸۹)، موسوی و همکاران (۱۳۸۹) ، ولایت‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، عسکری‌ساری و همکاران (۱۳۸۸)، گرجی‌پور و همکاران (۱۳۸۸)، سعیدپور و همکاران (۱۳۸۶)، ناصری و همکاران (۱۳۸۴) اشاره نمود.

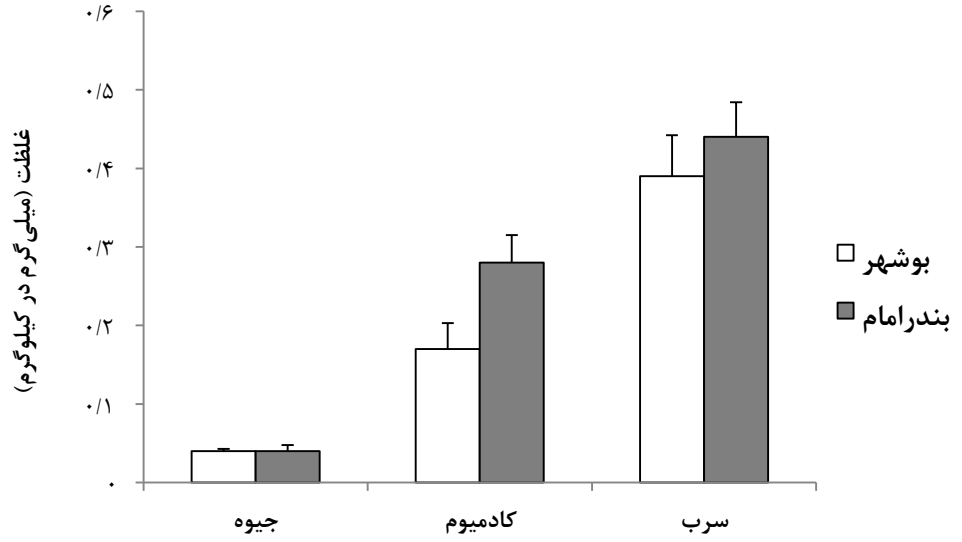
ماهی شوریده از ممتازترین آبزیان تجاری در جنوب کشور می‌باشد که در بنادر مختلف صید شده و در تمامی نقاط کشور طرف‌داران بسیار زیادی دارد. با توجه به صید این گونه در بنادر مختلف صیادی و لزوم وضعیت این ماهی به‌عنوان یک شاخص از ماهیان خلیج‌فارس، هدف این تحقیق بررسی و مقایسه غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی بوشهر و بندر امام خمینی ایران در خلیج فارس بود.

در این تحقیق به‌طورکلی ۴۲ نمونه ماهی از بنادر صیادی بوشهر و بندر امام خمینی توسط تور گوشگیر صید گردید. پس از انتقال نمونه‌های ماهی به آزمایشگاه کلیه نمونه‌ها با آب کاملاً شستشو شد. پس از گذشت زمان کافی جهت خروج آب اضافه کلیه نمونه‌ها کد گذاری شد و سپس مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. طول کل و وزن کل ماهی توسط تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متری و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. پیش از استفاده از تخته زیست‌سنجی و ترازوی دیجیتال تمام سطوح فلزی آن‌ها که در تماس با ماهی بودند توسط ورقه‌های پلاستیکی پوشانیده شد. نمونه‌های به‌دست آمده را به‌مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شوند. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شده است که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش برای این‌که جوش به‌طور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط اسیدنیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید به‌طور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و درحالی‌که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفافی به‌دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به‌داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل شد و به حجم رسانده شد (Eboh و همکاران، ۲۰۰۶؛ Kalay و Bevis، ۲۰۰۳؛ Okoye، ۱۹۹۱). سنجش جیوه، سرب و کادمیوم به‌روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer ۴۱۰۰ انجام شد. جیوه با سیستم هیدرید و سرب و کادمیوم با سیستم کوره اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری عناصر مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵٪ اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها به‌هم زده شدند تا عناصر به

صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها به‌هم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم‌افزار WinLab ۳۲ رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری گردید (Ahmad و Shuhaimi-Othman، ۲۰۱۰؛ Olowu و همکاران، ۲۰۱۰).

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمک نرم‌افزار SPSS ۱۷ انجام شد. داده‌ها به‌کمک آزمون کولموگراف-اسمیرنف نرمال شدند. میانگین داده‌ها به‌کمک آزمون t با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم‌وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ (P=۰/۰۵) تعیین گردید. در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel ۲۰۰۷ استفاده گردید.

میانگین طول استاندارد، طول کل و وزن ماهیان شوریده بندر امام خمینی به‌ترتیب ۰/۵±۲۸/۰۷ سانتی‌متر، ۰/۸±۳۲/۵۷ سانتی‌متر، ۳۴/۹۳±۳۶۴/۲۹ گرم بود. هم‌چنین میانگین طول استاندارد، طول کل و وزن ماهیان شوریده بندر بوشهر به‌ترتیب ۰/۹±۲۹/۰۳ سانتی‌متر، ۰/۹±۳۳/۳۹ سانتی‌متر، ۴۵/۰۱±۳۸۷/۵۰ گرم بود. میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده بوشهر و بندرامام خمینی اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)، اما میزان جیوه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). میانگین فلزات جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده بندربوشهر به‌ترتیب ۰/۰۰۳±۰/۰۴، ۰/۰۳۳±۰/۱۷ و ۰/۰۵۲±۰/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود. هم‌چنین میانگین فلزات جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده بندرامام خمینی به‌ترتیب ۰/۰۰۸±۰/۰۴، ۰/۰۳۵±۰/۲۸ و ۰/۰۴۴±۰/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود. نتایج نشان می‌دهد که غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم مورد مطالعه در عضله ماهیان شوریده صید شده از بندرامام خمینی بالاتر بود (شکل ۱).



شکل ۱: نمودار مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) بوشهر و بندرامام خمینی خلیج فارس (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر)

استانداردهای جهانی موجود در سطح بین‌المللی برای حد مجاز غلظت جیوه با توجه به میزان مصرف فرآورده‌های دریایی بیان می‌گردد. بیان این‌که گونه‌های مورد مطالعه در مناطق صیادی آلوده از آلودگی بالایی برخوردارند، اگر غیرممکن نباشد بسیار دشوار است، زیرا غلظت بالای عناصر در کنار میزان مصرف بالای فرآورده‌های دریایی می‌تواند سبب ایجاد پاره‌ای از مشکلات شود. با این وجود مصرف اندام‌هایی نظیر کبد و کلیه به‌دلیل غلظت بالای عناصر سنگین در آن‌ها، که در نتیجه توانایی بالای

این اعضا در تجمع فلزات سنگین است، می‌تواند انسان را سریع‌تر در معرض آلودگی به این عناصر قرار دهد. به‌همین دلیل به‌نظر می‌رسد عدم استفاده از این اندام‌ها برای حفظ سلامت انسان منطقی‌تر باشد، هرچند که در ایران تقریباً در تمام نقاط کشور هیچ‌گونه تمایلی به مصرف این بافت (کلیه و کبد آبزیان) به‌عنوان ماده غذایی در مردم وجود ندارد (عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۸۹). در این تحقیق میزان جیوه و سرب در عضله ماهی شوریده در مقایسه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (MAFF)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) پایین‌تر بود، میزان کادمیوم در مقایسه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (MAFF)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) بالاتر بود (جدول ۱).

جدول ۱: مقایسه میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب عضله ماهیان شوریده با حد مجاز استانداردهای بین‌المللی (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر)

استانداردها	فلزات سنگین			منابع
	جیوه	کادمیوم	سرب	
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۱	۰/۲	۰/۵	WHO ، ۱۹۹۰
سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)	۰/۱-۰/۵	۱	۵	Chen و Chen، ۲۰۰۱
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)	۱	۰/۰۵	۱/۵	Chen و Chen، ۲۰۰۱
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF)	-	۰/۲	۲	MAFF ، ۱۹۹۵
تحقیق حاضر	۰/۰۴	۰/۱۷-۰/۲۸	۰/۳۹-۰/۴۴	

به‌طورکلی آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های جذب این فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (Newman و Unger، ۲۰۰۳) که جذب فلز کادمیوم از طریق آبشش‌ها بسیار بیش‌تر از جذب از طریق لوله گوارشی صورت می‌گیرد. معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد و این عناصر در بافت‌هایی نظیر کلیه، کبد و آبشش‌ها تجمع می‌نمایند (Filazi و همکاران، ۲۰۰۳؛ Al-Yousuf و همکاران، ۲۰۰۰). میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیش‌تر از بافت عضله است (صادقی‌راد، ۱۳۷۵). عسکری‌ساری (۱۳۸۸) میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب را در عضله، کبد و آبشش دو گونه شیربت و بیاه رودخانه‌های کارون و کرخه مطالعه نمود که غلظت فلز سرب در اندام‌های مختلف دو گونه در دو رودخانه نسبت به سایر عناصر بیش‌تر می‌باشد. هم‌چنین غلظت عناصر سنگین در آبشش و کبد نسبت به عضله بالاتر می‌باشد. عسکری ساری و همکاران (۱۳۸۹) میزان جیوه را در عضله دو گونه گل‌خورک (*Periophthalmus waltoni*) و کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) دو منطقه صیادی بندر امام خمینی و بندرعباس مطالعه نمودند که میزان جیوه در هردو گونه در دو منطقه صیادی مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی بود. در بررسی ناصری و همکاران (۱۳۸۴) میزان جیوه، کادمیوم و سرب در بافت‌های غیر خوراکی بالاتر از بافت خوراکی عضله بود که در آبشش و امعا و احشا ماهیان بالغ کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) بالاتر از عضله بود. هم‌چنین میزان کادمیوم و سرب در ماهی *Sciaena umbra* در کبد بالاتر از عضله به‌دست آمد (Turkmen و همکاران، ۲۰۰۹). در بررسی شریف‌فاضلی و همکاران (۱۳۸۴) بر روی کفال طلایی (*Liza auratus*) میزان سرب در کبد و آبشش بالاتر از عضله بود. میزان کادمیوم و سرب در بافت‌های ماهیان بنی، شیربت، گطان، حمری و شلج تالاب هورالعظیم کم‌تر از آستانه استانداردهای جهانی بود (فاطمی و حمیدی، ۱۳۸۹). هم‌چنین در بررسی فلزات سنگین در شش گونه ماهیان دریای مدیترانه میزان سرب و کادمیوم در کبد بالاتر از عضله بود (Canli و Atli، ۲۰۰۳) که بررسی‌های ذکر شده با نتایج این تحقیق هماهنگی دارند.

مطالعه‌ای بر روی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و کفشک تیز دندان (*Psettodes erumei*) در دو منطقه صیادی بندرعباس و بندرلنگه مشخص نمود که میزان غلظت جیوه، سرب، کادمیوم در عضله هر دو گونه مذکور در دو منطقه صیادی بالاتر از استاندارد بهداشت جهانی (۰/۵ میلی‌گرم بر

کیلوگرم) می‌باشد که نشان از آلودگی منطقه خلیج فارس دارد و بیانگر این مطلب است که با بررسی حاضر هماهنگی کامل دارد و بررسی را تایید می‌کند. براساس نتایج بین میزان کادمیوم و سرب در ماهیچه ماهیان در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میزان این فلزات در مقایسه با حد آستانه مجاز استانداردهای آمریکا و اروپا بالاتر بود (سعیدپور و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج مطالعات بر روی ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) و گل‌خورک (*Periophthalmus waltoni*) (عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۸۹)، هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*) (گرجی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸)، شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) و زمین‌کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) (سنجر و همکاران، ۱۳۸۸)، سنگسر (*Pomadasys* sp.)، شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور (*Epinephelus tauvina*)، زمین‌کن (*Platycephalus* sp.) و حلواسفید (*Pampus argenteus*) (Agah و همکاران، ۲۰۰۹)، کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و کفشک تیز دندان (*Psettodes erumei*) (سعیدپور و همکاران، ۱۳۸۶) و کفال خاکستری (Ubalua و همکاران، ۲۰۰۷) در مقایسه با مقادیر این تحقیق متفاوت بود و هم‌خوانی نداشت (جدول ۲). اکتشاف، استخراج و انتقال مواد نفتی در خلیج فارس، علاوه بر آلودگی مستقیم خود، به‌علت دارا بودن مقادیر زیادی فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیوم، موجب آلودگی شیمیایی محدوده دریایی این خلیج و حیات آبزیان را فراهم کرده است (Karadede-Akin و همکاران، ۲۰۰۷؛ Filazi و همکاران؛ Al-Yousuf و همکاران، ۲۰۰۰). هرگونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر سنگین در ماهی می‌تواند به‌دلیل تاثیرگذاری عوامل مختلفی از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبزی (ماهیان جوان قدرت جذب بالایی دارند)، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی، ویژگی‌های اکولوژیک و شرایط محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، مواد مغذی و زمان رشد ماهی باشد (Dixon و همکاران، ۱۹۹۶؛ Fuhrer و همکاران، ۱۹۹۶).

جدول ۲: مقایسه میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب عضله ماهیان شوریده با نتایج تحقیقات ماهیان خلیج فارس در ایران (میلی‌گرم در کیلوگرم)

گونه ماهی	نام علمی	جیوه	کادمیوم	سرب	منابع
شوریده	*Otolithes ruber*	-	۰/۰۶۴	۰/۴۸	شهریاری، ۱۳۸۴
سرخو	*Lutjanus lemniscatus*	-	۰/۰۶۳	۰/۳۲۲	شهریاری، ۱۳۸۴
کفشک زبان گاوی	*Cynoglossus arel*		-	-	عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۸۹
گل‌خورک	*Periophthalmus waltoni*		-	-	عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۸۹
کفشک گرد	*Euryglossa orientalis*	-	۳۵/۹۴	۹۴/۸۷	سعیدپور و همکاران، ۱۳۸۶
کفشک تیز دندان	*Psettodes erumei*	-	۳۲/۱۴	۵۵/۴۷	سعیدپور و همکاران، ۱۳۸۶
سپر ماهی چهارگوش	*Himantura gerradi*	۰/۷۷	-	-	شهاب‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۹
گیش چشم‌درشت	*Selar crumenophthalmus*	۰/۲۰	-	-	شهاب‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۹
هامور معمولی	*Epinephelus coiodes*	-	۰/۲۳	۱/۱۹	گرجی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸
کفشک گرد	*Euryglossa orientalis*	-	۳۶	۲۹/۳	رونق و همکاران، ۱۳۸۹
سنگسر	*Pomadasys* sp.	-	۲	۹	Agah و همکاران، ۲۰۰۹
زمین‌کن	*Platycephalus* sp.	-	۳	۷	Agah و همکاران، ۲۰۰۹
شوریده	*Otolithes rubber*	-	۲	۴	Agah و همکاران، ۲۰۰۹
حلوا سفید	*Pampus argenteus*	-	۱۳	۸	Agah و همکاران، ۲۰۰۹
هامور	*Epinephelus tauvina*	-	۲/۵	۵	Agah و همکاران، ۲۰۰۹
شانک زرد باله	*Acanthopagrus latus*	-	۱/۷۸	۲/۹۶	سنجر و همکاران، ۱۳۸۸
زمین‌کن دم نواری	*Platycephalus indicus*	-	۴/۶۶	۱۱/۵۵	سنجر و همکاران، ۱۳۸۸
شوریده	*Otolithes rubber*	۰/۰۴	۰/۱۷-۰/۲۸	۰/۳۹-۰/۴۴	تحقیق حاضر

به‌طورکلی میزان کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده صید شده در سواحل بندرامام خمینی بالاتر از عضله ماهیان شوریده بندربوشهر بود. به‌طورکلی مهم‌ترین علت بالا بودن غلظت فلز سرب و کادمیوم در منطقه صیادی بندرامام خمینی به‌دلیل

تراکم بالای صنایع و حجم بیش‌تر پساب‌های شهری و صنعتی تخلیه شده به دریا است. در ضمن از دیگر دلایل بالا بودن غلظت فلز سرب و کادمیوم در بندرامام خمینی می‌توان به‌وجود کارخانه کشتی‌سازی در ساحل این منطقه و استفاده از رنگ‌های صنعتی برای بدنه کشتی‌ها و تخلیه پساب این صنعت به آب‌های ساحلی اشاره کرد. هم‌چنین استفاده از سرب در صنعت پالایش نفت نیز می‌تواند از دیگر دلایل افزایش این عنصر در منطقه باشد. هم‌چنین با توجه به‌وجود سرب در بنزین و انتشار آن در هوا پس از احتراق و این‌که سرب به سرعت بر روی خاک رسوب می‌کند، ورود رسوبات حاوی سرب توسط رودخانه‌ها به خلیج فارس نیز می‌تواند از دیگر دلایل افزایش باشد. هم‌چنین آلودگی در منطقه صیادی بندرامام خمینی ناشی از تردد کشتی‌ها نیز می‌باشد (عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۸۹؛ سعیدپور و همکاران، ۱۳۸۶؛ خشنود، ۱۳۸۵).

منابع

۱. **امینی‌رنجبر، غ. و ستوده‌نیا، ف.، ۱۳۸۴.** تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۴، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۸.

۲. **خشنود، ر.، ۱۳۸۵.** بررسی تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، سرب، نیکل، و وانادیوم در دو گونه کفشک ماهیان بندرعباس و بندرلنگه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان. ۱۲۷ صفحه.

۳. **رونق، م.ت.؛ سواری، ا.؛ پاپهن، ف.؛ نیک‌پور، ی.؛ ذواقرنین، ح.؛ صفاهیه، ع. و سالارآبادی، م.ع.، ۱۳۸۸.** بررسی میزان فلزات سنگین(کادمیوم، سرب و نیکل) در بافت عضله، آبشش و کبد ماهی کفشک (*Euryglossa orientalis*) در سواحل دیلم و هندیجان. مجله علوم و فنون دریایی. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۵.

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

۵. **سنجر، ف.؛ جواهری، م. و عسکری‌ساری، ا.، ۱۳۸۸.** اندازه‌گیری و مقایسه فلزات سنگین سرب و کادمیوم در عضله و پوست ماهی زمین‌کن دم نواری منطقه صیادی ماهشهر. مجله بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۱، شماره۴، صفحات ۳۵ تا ۴۶.

۶. **شریف‌فاضلی، م.؛ ابطحی، ب. و صباغ‌کاشانی، ا.، ۱۳۸۴.** سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در اندام‌های ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۴، شماره ۱، صفحات ۶۵ تا ۷۸.

۷. **شهاب‌مقدم، ف.؛ اسماعیلی‌ساری، ع.؛ ولی‌نسب، ت. و کریم‌آبادی، م.، ۱۳۸۹.** مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپرماهی چهارگوش و گیش چشم درشت خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۳، شماره۲، صفحات ۸۵ تا ۹۴.

۸. **شهریاری، ع.، ۱۳۸۴.** اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۲. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان. دوره ۷، شماره ۲، صفحات ۶۵ تا ۶۷.

۹. **صادقی‌راد، م.، ۱۳۷۵.** بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در چند گونه ماهیان خوراکی تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران. سال ۵، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۶.

۱۰. **عسکری‌ساری، ا.، ۱۳۸۸.** بررسی عناصر سنگین سرب، جیوه و کادمیوم در ماهیان بومی شیربت و بیاه رودخانه‌های کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۱، شماره ۴، صفحات ۹۵ تا ۱۰۸.

۱۱. **عسکری‌ساری، ا.؛ فرهنگ‌نیا، م. و بازترابی، م.، ۱۳۸۸.** اندازه‌گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*). مجله تالاب. سال ۱، شماره ۲، صفحات ۱۰۱ تا ۱۰۶.

۱۲. **عسکری‌ساری، ا.؛ ولایت‌زاده، م. و محمدی، م.، ۱۳۸۹.** میزان عنصر جیوه در دو گونه ماهی کفشک زبان گاوی و گل خورک در دو منطقه صیادی بندر امام خمینی و بندرعباس. مجله علمی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال ۴، شماره ۲، صفحات ۵۱ تا ۵۶.

۱۳. **فاطمی، س.م.ر. و حمیدی، ز.، ۱۳۸۹.** بررسی و سنجش فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله برخی ماهیان خوراکی تالاب هورالعظیم. مجله علمی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال ۴، شماره ۱، صفحات ۹۵ تا ۱۰۰.

۱۴. **گرجی‌پور، ع.؛ صدوق‌نیری، ع.؛ حسینی، ا.ر. و بیتا، س.، ۱۳۸۸.** بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافت‌های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور معمولی. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۸، شماره ۱، صفحات ۱۰۱ تا ۱۰۸.

۱۵. **ناصری، م.؛ رضایی، م.؛ عابدی، ع. و افشارنادری، ا.، ۱۳۸۴.** سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت‌های خوراکی و غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر. مجله علوم دریایی ایران. دوره ۴، شماره ۳و۴، صفحات ۵۹ تا ۶۷.

۱۶. **موسوی، س.ع.؛ اسماعیلی‌ساری، ع.؛ رجبی‌اسلامی، ه.؛ وطن‌دوست، ص. و پذیرا، ع.، ۱۳۸۹.** بررسی میزان جیوه در چهار عضو طحال، کلیه، باله و عضله کوسه ماهی چانه سفید در سواحل استان بوشهر. مجله علمی شیلات ایران. سال ۴، شماره۲، صفحات ۹ تا ۱۸.

۱۷. **ولایت‌زاده، م.؛ عسکری‌ساری، ا.؛ بهشتی، م.؛ حسینی، م. و محجوب، ث.، ۱۳۸۹.** بررسی و مقایسه تجمع فلزات سنگین در کنسرو ماهی تون شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان. مجله بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۲، شماره ۱، صفحات ۷۱ تا ۷۴.

18. **Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M., 2010.** Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. Journal of Biological Sciences. Vol. 10, No. 2, pp: 93-100.

19. **Al-Yamani, F.Y.; Bishop, J.; Ramadhan, E.; Al-Husaini, M. and Al-Ghadban, A.N., 2004.** Oceanographic Atlas of Kuwait s Waters.Kuwait Institue Scientific Research. ISBN: 99906-41-19-6. 203 p.

20. **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. Journal of Science Total Environment. Vol. 256, pp: 87-94.

21. **Belitz, H.D.; Grosch, W. and Schieberle P., 2001.** Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Berlin: Springer, ISBN 3-540-41096. 15 p.

22. **Canli, M. and Furness, R.W., 1993.** Toxicity of heavy metals dissolved in seawater and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster Nephrops norvegicus. Marine Environment Research. Vol. 36, pp: 217-236.

23. **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. Vol. 121, pp: 129-136.

24. **Carpenter, K.F., Krupp F., Jons D.A. and Zajonz U., 1997.** Living Marine Resources of Kuwait, Estern Sandi Arabia, Bahraine, Qatar aqnd the United Arabia Emarates, FAO, Rome. ISSN: 1020-1155. 293 p.

25. **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 Food Drug Anal. Vol. 9, pp: 107-114.

26. **Dixon, H.; Gil, A.; Gubala, C.; Lasorsa, B.; Crecelius, E. and Curtis, L.R., 1996.** Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol. 16, No. 4, 733 P.

27. **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. Vol. 97, No. 3, pp: 490-497.

28. **Filazi, A.; Baskaya, R. and Kum, C., 2003.** Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Journal of Human and Experimental Toxicology. Vol. 22, No. 2, pp: 85-87.

29. **Fuhrer, G.J.; Stuart, D.J.; Mckenzie, W.; Rinella, J.F.; Cranwford, J.k.; Skach, K.A. and Hornlorger, M.I., 1996.** Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota. U.S. Geological Survey, Portland. 190 P.

30. **Humtsoe, N.; Davoodi, R.; Kulkarni, B.G. and Chavan, B., 2007.** Effect of acsenic on the enzymes of the robu carp, Labio, rohita, Raff. Bul. Zool. Vol. 14, pp: 17-19.

31. **Kalay, G. and Bevis, M.J., 2003.** Structure and physical property relationships in processed polybutene. Journal of Applied Polymer Science. Vol. 88, No. 3, pp: 814-824.

32. **Karadede-Akin, H. and Unlu, E., 2007.** Heavy metals concentrations in water, sediments, fish and some benthic organisms from Tigris River, Turkey. Journal of Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 131, pp: 323-337.

33. **MAFF. 1995.** Monitoring and surveillance of non-radioactive 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. 279 p.

34. **Newman, M.C. and Unger, M.A., 2003.** Fundamentals of ecotoxicology. CRC Press. 458 p.

35. **Olowu, R.A.; Ayejuyo, O.O.; Adewuyi, G.U.; Adejoro, I.A.; Denloye, A.A.B.; Babatunde, A.O. and Ogundajo, A.L., 2010.** Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. Journal of Chemistry. Vol. 7, No. 1, pp: 215-221.

36. **Okoye, B.C.O., 1991.** Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. International Journal of Environmental Studies. Vol. 37, pp: 285-292.

37. **Ozden, O., 2010.** Seasonal differences in the trace metal and macrominerals in shrimp (*Parapenaus longirostris*) from Marmara Sea. Journal of Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 162, No. 1-4, pp: 191-199.

38. **Sekhar, K.C.; Charg, N.S.; Kamala, C.T.; Suman raj, D.S. and Rao, S., 2003.** Fractionation studies and bioaccumulation of sediment bound heavy metal in Koueru Lake by edble fiesh. Environment International. Vol. 22, pp: 1001-1008.

39. **Turkmen, M.; Turkmen, A.; Tepe, Y.; Ates, A. and Gokkus, K., 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.

40. **Ubalua, A.O.; Chijioke, U.C. and Ezeronye, O.U., 2007.** Determination and assessment heavy metal content

in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. Journal of Science Technology. Vol. 7, No. 1, pp: 16-23.

41. **Vinodhini, R. and Narayanan, M., 2008.** Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio*. Journal of Environment Science Technology. Vol. 5, pp: 179-182.

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