

بررسی تاثیر طول کل بر تجمع فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، نیکل و مس) در بافت عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) در سواحل بوشهر

نازنین مطوف^۱، محمدعلی سالاری علی‌آبادی^{۲*}، علیرضا صفاهیه^۳، احمد سواری^۴، کمال غانمی^۵

۱- کارشناس ارشد، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران، پست الکترونیکی: nazanin.motavaf@gmail.com

۲- دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران، پست الکترونیکی: salari1346@yahoo.com

۳- دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران، پست الکترونیکی: safahieh@hotmail.com

۴- استاد، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران، پست الکترونیکی: savari32@yahoo.com

۵- دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران، پست الکترونیکی: kamal.ghanemi@kmsu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۴

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۵

چکیده

در این مطالعه غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، نیکل و مس) در بافت عضله کفشک زبان گاوی درشت پولک (*Cynoglossus arel*) در دی ماه و خرداد ماه ۹۶-۱۳۹۵ در سه ایستگاه در بندر بوشهر سنجش گردید. غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های بافت پس از انجام مراحل هضم شیمیایی و به حجم رساندن توسط دستگاه جذب اتمی سنجش شد. نتایج نشان دادند که غلظت فلزات در بافت عضله در فصل زمستان بیشتر از تابستان بود ولی این قضیه در مورد فلز مس صادق نبود. بین غلظت فلز مس در دو فصل تابستان و زمستان اختلاف چندانی وجود نداشت. در ایستگاه سلطانی تجمع فلزات به صورت $Cd < Cu < Pb < Ni$ بود، در ایستگاه شغاب به صورت $Cd < Pb < Cu < Ni$ و در ایستگاه هلیله به صورت $Cd < Ni < Pb < Cu$ بود. همچنین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های کوچکتر بیشتر از بزرگترها بود.

کلمات کلیدی: ماسل، فلزات سنگین، کفشک زبان گاوی درشت پولک، تجمع زیستی، بوشهر، خلیج فارس.

۱. مقدمه

اصلی نفوذ فلزات سنگین در بوم سازگان‌های آبی هستند فلزات سنگین به دلیل سمیت، پایداری و عدم تجزیه زیستی یکی از گروه‌های اصلی و خطرناک در بین آلودگی‌ها میباشند (Rad et al., 2016). یکی از اصلی ترین خطرات آلودگی فلزات سنگین، اثر سمی آنها بر انسان است که از طریق زنجیره غذایی میتواند به میزان زیادی انسان را تحت تاثیر قرار دهد. این آلاینده‌ها از طریق رسوبات و موجودات دریایی میتوانند وارد زنجیره غذایی شوند (Yilmaz and Christofori, 2009). اغلب فلزات سنگین در بدن

مقارن با توسعه صنایع و همچنین افزایش روند آلودگی زیست محیطی، معضل وجود مقادیر بالای فلزات سنگین در مواد خوراکی بخشی از مطالعات مرتبط با بهداشت عمومی را به خود اختصاص می‌دهد (Imami Khansari et al., 2002; Askari Sari, 2010). منابع انسانی از جمله فاضلاب پتروشیمی، معدنی و رواناب کشاورزی، حمل و نقل نفت و پساب شهری راههای

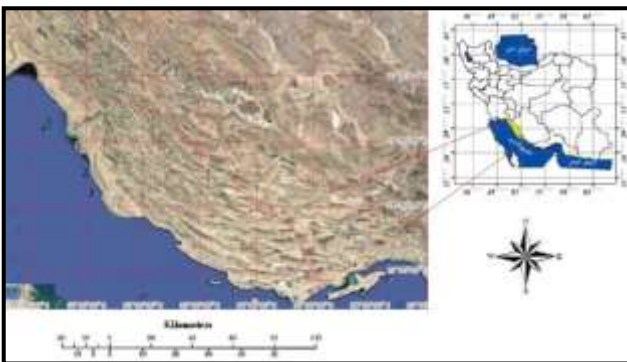
قوانین مناسب ضروری می باشد (Pourkhobaz et al., 2014). هدف از انجام این تحقیق مطالعه ی غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، نیکل و مس) در بافت عضله کفشک زبان گاوی درشت پولک (*Cynoglossus arel*) و تاثیر طول کل بر میزان تجمع فلزات سنگین و مقایسه آنها با شاخص های استاندارد سلامت آبزیان می باشد.

۲. مواد و روش ها

نمونه برداری از ماهیان در دی ماه ۱۳۹۵ و خرداد ۱۳۹۶، در ۳ ایستگاه (خور سلطانی، اسکله شغاب و ساحل هلیله) انجام شد. شکل ۱ و جدول ۱ موقعیت ایستگاه های نمونه برداری و مختصات جغرافیایی آنها را نشان می دهند.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه ها

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
سلطانی	50° 51' 1" W	28° 58' 55" N
شغاب	50° 48' 26" W	28° 55' 37" N
هلیله	50° 52' 16" W	28° 50' 34" N



شکل ۱: موقعیت ایستگاه های نمونه برداری؛ ۱ ایستگاه سلطانی، ۲ ایستگاه شغاب، ۳ ایستگاه هلیله (storeGIS.com)

از هر ایستگاه ۲۰ عدد و در کل ۶۰ عدد ماهی با تور ترال صید گردید. تمامی نمونه ها پس از صید با آب مقطر شستشو داده و در یخدان به آزمایشگاه معتمد دانشگاه علوم و فنون دریایی منتقل گردید. شاخص طول کل ماهیان بر حسب سانتی متر به وسیله تخته بیومتری اندازه گیری شد. نمونه ها با توجه به اندازه در دو گروه طولی کوچک ($24 < T.L. \leq 18$ سانتی متر) و بزرگ ($31 < T.L. \leq 24$ سانتی متر) دسته بندی و از هر گروه طولی ۳۰ نمونه انتخاب شد (Dalman et al., 2006).

اثرات زیانبار بر جای گذاشته و بعضی از این عناصر مانند سرب، کادمیوم، نیکل و جیوه حتی در مقادیر ناچیز نیز برای انسان سمی و خطرناکند و باعث مشکلات بهداشتی مختلفی مانند تخریب کلیه، مشکلات ریوی و صدمات استخوانی، سرطان و غیره می - گردد (Saei-Dehkordi et al., 2010). فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب میکنند که همین موضوع میتواند علت تجمع اغلب این فلزات در بافتهایی نظیر کبد، کلیه و آبششها نسبت به بافت ماهیچه ای با فعالیت متابولیک پایین باشد (Askari Sari, 2009). به خوبی مشخص شده که ماهی ها به دلیل قرار داشتن در سطوح غذایی مختلف نشانگرهای خوبی برای پایش طولانی مدت تجمع فلزات سنگین در محیط های دریایی هستند (Rad et al., 2016). همچنین تجمع فلزات سنگین در اندامها و بافتهای مختلف از جمله بافت عضلانی ماهی که نقش مهمی در تغذیه انسان دارد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Rauf et al., 2009). نتایج بسیاری از مطالعات در این زمینه حاکی از آن است که کبد بالاترین غلظت فلزات کادمیوم، سرب، نیکل و مس را نسبت به بافت های آبشش و عضله دارا بوده و کمترین غلظت فلزات در بافت عضله وجود دارد (Rauf et al., 2009).

ماهی کفشک زبان گاوی درشت پولک با نام علمی *Cynoglossus arel* و نام عمومی Large-scale tongue sole در زیستگاه های کم عمق گلی و شنی دریاها یافت می شوند و از پرتاران و سخت پوستان مختلف مانند میگو و فلسه های ماهیان تغذیه می نماید. بدنی کشیده، دهان انتهایی، مایل و کم و بیش قابل ارتجاع، باله های دمی، منخرجی و پشتی به هم متصل بوده و فاقد خار و بسیار انعطاف پذیر می باشد و حداکثر اندازه بدن آن به ۴۰ سانتی متر و بطور متوسط ۳۰ سانتی متر می باشد (Randall, 1995).

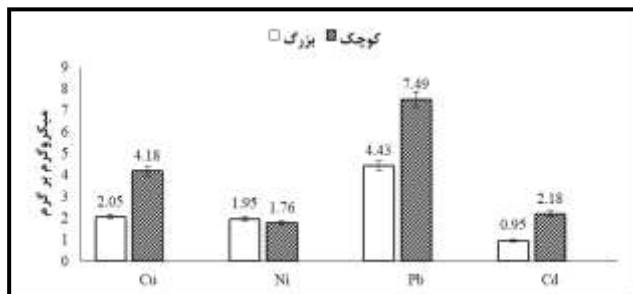
از آنجا که ماهی ها بخش عمده ای از رژیم غذایی انسان را تشکیل می دهند، فلزات سنگین می توانند از طریق تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان گردند. در سال های اخیر تاثیر تجمع فلزات سنگین در اندام های آبزیان با ایجاد آسیب های بوم شناختی، رفتاری، فیزیولوژیکی و متابولیکی و به ویژه تهدید سلامت انسان، بیشترین توجه را معطوف خود ساخته است (Palaniappan and Karthikeyan, 2009). بنابراین تعیین میزان غلظت فلزات سنگین در مواد غذایی و به دست آوردن اطلاعات کافی از وضعیت آلودگی در جهت ارائه راهکارها و استانداردها و

غلظت فلز سرب (۱۱/۳۸ میکروگرم بر گرم) در زمستان در ایستگاه شغاب و حداقل آن در فصل تابستان در ایستگاه هلیله (۱/۷۰ میکروگرم بر گرم) ثبت شد. حداقل غلظت فلز کادمیوم در فصل تابستان (ایستگاه هلیله) و حداکثر آن در فصل زمستان (ایستگاه خور سلطانی) ثبت گردید (جدول ۲).

جدول ۲: میانگین (± انحراف معیار) غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی بزرگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

ایستگاه	فصل	مس	نیکل	سرب	کادمیوم
سلطانی	سرد	۲/۰۵ ± ۰/۰۵	۱/۹۵ ± ۰/۲۱	۴/۴۳ ± ۰/۲۴	۰/۹۵ ± ۰/۰۹
	گرم	۳/۹۶ ± ۰/۳۱	۰/۹۸ ± ۰/۰۸	۴/۰۵ ± ۰/۴۸	۰/۷۸ ± ۰/۱۵
شغاب	سرد	۱۶/۱۲ ± ۰/۴۷	۲/۶۶ ± ۰/۷۴	۱۱/۳۸ ± ۱/۲۷	۰/۶۴ ± ۰/۰۲
	گرم	۳۷/۳۹ ± ۰/۵۷	۲/۲۰ ± ۰/۲۵	۱۰/۹۷ ± ۰/۴۹	۰/۴۱ ± ۰/۱۰
هلیله	سرد	۵/۱۰ ± ۰/۱۷	۰/۷۰ ± ۰/۰۷	۳/۴۴ ± ۰/۱۳	۰/۵۱ ± ۰/۰۱
	گرم	۶/۶۳ ± ۰/۳۴	۰/۳۷ ± ۰/۰۶	۱/۷۰ ± ۰/۲۱	۰/۲۷ ± ۰/۱۱

نتایج غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک ماهی کوچک نشان دادند که مقادیر مس، نیکل، سرب و کادمیوم در سه ایستگاه اختلاف معنی داری را نشان دادند ($P < 0.05$). نتایج نشان دادند که میانگین غلظت فلزات (نیکل، سرب، کادمیوم) در ایستگاه هلیله و فصل تابستان حداقل مقدار و غلظت فلز کادمیوم و سرب در فصل زمستان در خور سلطانی حداکثر غلظت و فلز مس در تابستان در ایستگاه هلیله حداکثر غلظت را نشان دادند ($P < 0.05$). شکل‌های ۲ و ۳ میزان غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ را در ایستگاه سلطانی در دو فصل زمستان و تابستان نشان می‌دهند. به جز نیکل در فصل زمستان و کادمیوم در تابستان میزان غلظت عناصر جذب شده در گونه‌های کفشک زبان گاوی کوچک بیشتر از گونه‌های بزرگ بود ($P < 0.05$). در مورد فلز نیکل در فصل زمستان و کادمیوم در تابستان تفاوت معنی داری بین دو ساینز مختلف دیده نشد ($P > 0.05$).



شکل ۲: غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ در خور سلطانی در فصل زمستان (I انحراف معیار و علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین ماهیان بزرگ و کوچک است $P < 0.05$).

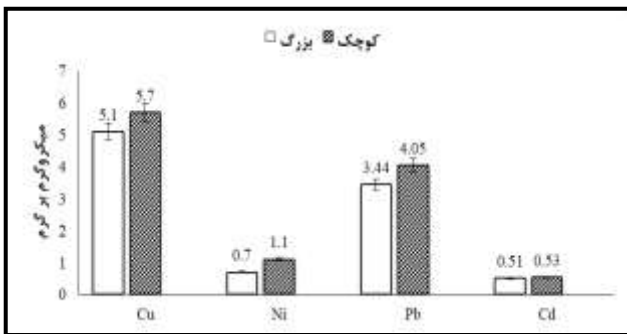
بافت‌های عضله پس از جداسازی در آون با دمای ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند و برای افزایش سطح تماس اسید با بافت و هضم بهتر در هاون چینی کوبیده و پودر گردیدند. مطابق دستورالعمل MOOPAM یک گرم از هر نمونه بافت عضله را به همراه ۶ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ (۶۵٪) در لوله‌های شیشه‌ای مخصوص هضم شیمیایی ریخته و برای یک ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شد (MOOPAM, 1999). سپس لوله‌ها به مدت ۵ تا ۶ ساعت روی صفحه گرم مخصوص با دمای ۷۰ درجه قرار گرفته تا عمل هضم کامل صورت گیرد. پس از اینکه محلول شفاف بدست آمد، محلول از کاغذ صافی ۴۲ میکرون عبور داده و در بالن ژوژه با آب ۲ بار تقطیر به حجم نهایی ۲۰ میلی لیتر رسانده شد. در نهایت غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مدل SavantAA ساخت شرکت GBC سنجش گردید. در این روش اندازه‌گیری‌ها در بهترین شرایط ارائه شده توسط راهنمای دستگاه از لحاظ سرعت جریان گازها، شدت جریان لامپ و طول موج اندازه‌گیری انجام پذیرفت. سپس محلول‌های استاندارد مورد نیاز از حل نمودن نمک‌های فلزی در حلال آب جهت کالیبره کردن دستگاه تهیه گردید.

به منظور پردازش داده‌ها ابتدا پراکنش آنها توسط آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد و پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، برای مقایسه غلظت فلزات سنگین در ایستگاه‌های مختلف از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد و در صورت وجود اختلاف معنی دار از پس آزمون Tukey استفاده گردید. همچنین برای مقایسه بین فصول از آزمون t-test با داده‌های زوج استفاده شد. سطح معنی داری آزمون‌های مورد استفاده در این تحقیق ۹۵ در نظر گرفته شد ($P < 0.05$). از نرم‌افزار Excel برای رسم نمودارها و جداول و از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ نیز جهت تجزیه و تحلیل داده استفاده گردید.

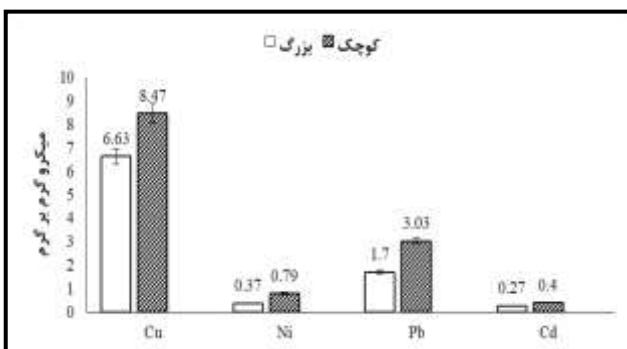
۳. نتایج و بحث

در بررسی میزان جذب فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفشک زبان گاوی بزرگ در دو فصل زمستان و تابستان مشخص شد که حداکثر غلظت فلز مس (۲۷/۳۹ میکروگرم بر گرم) در ایستگاه شغاب در فصل زمستان و حداقل آن (۲/۰۵ میکروگرم بر گرم) در ایستگاه سلطانی در فصل زمستان مشاهده شد. حداکثر

شکل های ۶ و ۷ میزان غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ را در ایستگاه هلیله نشان می دهند. میزان غلظت عناصر جذب شده در گونه های کفشک زبان گاوی کوچک بیشتر از گونه های بزرگ بود و همچنین به غیر از فلز مس غلظت بقیه فلزات سنگین در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان بود ($P < 0.05$).

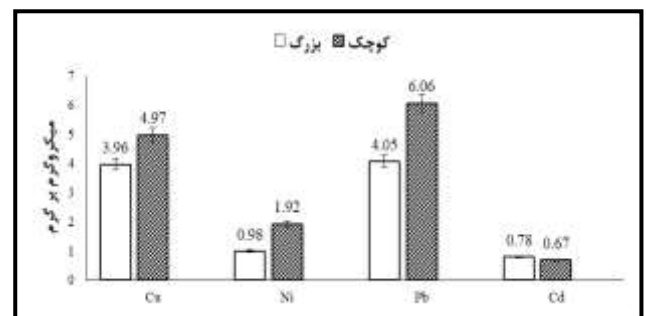


شکل ۶: مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ در ایستگاه هلیله در فصل زمستان (I انحراف معیار و علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین ماهیان بزرگ و کوچک است ($P < 0.05$)).



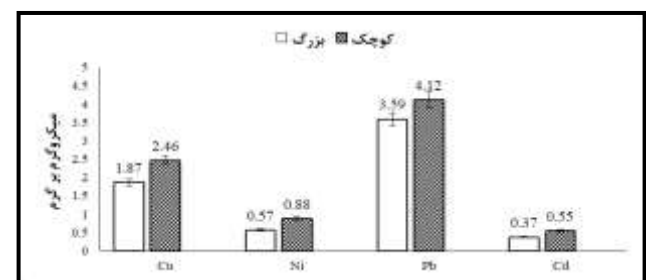
شکل ۷: غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ در ایستگاه هلیله در فصل تابستان (I انحراف معیار و علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین ماهیان بزرگ و کوچک است ($P < 0.05$)).

با توجه به محل زندگی و نوع تغذیه کفشک زبان گاوی درشت پولک انتظار بر این بود که میزان آلودگی به این چهار فلز سنگین نسبت به ماهیان سطح زی بیشتر باشد که در تحقیقات حاضر میزان تجمع این آلاینده ها در عضله ماهی مزبور هنوز تا حد مجاز فاصله قابل توجهی دارد (Amini Ranjbar and Sotoudeh Nia, 2005; Duraghi et al., 2009). از این رو میتوان نتیجه گرفت به رغم فعالیت های نفتی، صنعتی و غیره وضعیت

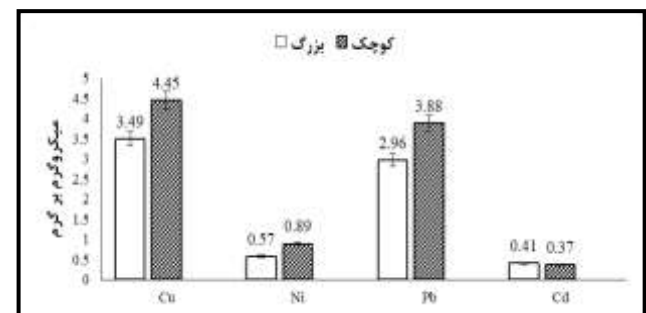


شکل ۳: غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ در خور سلطانی در فصل تابستان (I انحراف معیار و علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین ماهیان بزرگ و کوچک است ($P < 0.05$)).

شکل های ۴ و ۵ میزان میانگین غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ را در ایستگاه شغاب نشان می دهند. همان طور که مشاهده می شود، میزان غلظت عناصر جذب شده در کفشک زبان گاوی کوچک بیشتر از بزرگ بود گرچه در مورد فلز کادمیوم در فصل تابستان گونه های بزرگ غلظت بیشتری را نشان دادند ولی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود ($P > 0.05$).



شکل ۴: مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ در ایستگاه شغاب در فصل زمستان (I انحراف معیار و علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین ماهیان بزرگ و کوچک است ($P < 0.05$)).



شکل ۵: مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله کفشک زبان گاوی کوچک و بزرگ در ایستگاه شغاب در فصل تابستان (I انحراف معیار و علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین ماهیان بزرگ و کوچک است ($P < 0.05$)).

در آب با چربی و پروتئین‌ها و ایجاد کمپلکس باشد. به طور کلی با توجه به رابطه مستقیم نرخ متابولیک در آبزیان و نرخ جذب آلودگی، انباشتگی فلزات سنگین در افراد جوان تر، بالاتر تفسیر می‌گردد (Bilos et al., 1998; de Mora et al., 2004). نتایج حاصل از این پژوهش در بافت ماهیچه و مقایسه با مقادیر استاندارد بین المللی نشان می‌دهد که مقدار میانگین مس در بافت عضله، کمتر از استانداردهای جهانی بود (جدول ۴).

جدول ۳: مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله C. arel در مطالعه حاضر با سایر

ماهیان در دیگر مطالعات (µg/g)

مرجع	کادمیوم	سرب	نیکل	مس	گونه
(Parvaneh et al., 2007)	۰/۳۴	۲/۲	۴۳/۵	۱۶/۲	<i>Euryglossa orientalis</i>
(Pourang et al., 2005)	۰/۱۱	۲/۳۲	-	۱/۵۶	<i>Epinephelus coioides</i>
(Duraghi et al., 2009)	۰/۶۲	۱/۸۲	۴/۲۷	۹/۴۶	<i>Johnius belangerii</i>
(de Mora et al., 2004)	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۵۶	<i>Epinephelus coioides</i>
مطالعه حاضر	۰/۶۶	۳/۹	۱/۰۵	۴/۲۹	<i>Cynoglossus arel</i>

جدول ۴: مقایسه غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک با استانداردهای بین المللی (µg/g)

منبع	کادمیوم	سرب	نیکل	مس	استاندارد
(Kavun, 2002)	۱	۵	-	۳۰	FAO ¹
(WHO, 2007)	۰/۲	۰/۵	۰/۳۸	۳۰	WHO ²
(Huang et al., 2003)	۰/۰۵	۵/۵	-	۳۰	NHMRC ³
(Demirak et al., 2006)	۰/۱	۱	-	۲۰	TEG ⁴
مطالعه حاضر	۰/۶۶	۳/۹	۱/۰۵	۴/۲۹	

1-Food and Agriculture Organization

2-World Health Organization

3-Nation Food Authority, Food Standard

4-Turkish Environmental Guidelines

مقایسه این نتایج با سایر مطالعات انجام شده (جدول ۳). نشان داد که میانگین غلظت فلز سرب و کادمیوم در بافت ماهیچه مورد مطالعه بالاتر از سایر مطالعات بود. معمولاً در عرض جغرافیایی بالا سطح بالایی از کادمیوم دیده می‌شود به طوری که در منطقه Islands، در شمال غرب اقیانوس آرام در ماسل *Mytilus trossulus* افزایش غیر معمول کادمیوم مشاهده شده است که احتمالاً ناشی از قرار داشتن این منطقه در منطقه فراجوشی می‌باشد (Kavun et al., 2002). بنابر این منطقه خلیج فارس بدلیل قرار گرفتن در عرض جغرافیایی پایین باید دارای مقدار فلز کادمیوم کمی باشد ولی بدلیل نفت خیز بودن منطقه مقدار کادمیوم منطقه نمونه برداری نسبت به مطالعات دیگر تقریباً بیشتر است. با توجه به این که غلظت بالای فلزات سنگین باعث بروز مشکلات عدیده ای همچون نقص ایمنی، مشکلات گوارشی،

سلامتی در ماهیان سطح زی به لحاظ فلزات سنگین مزبور احتمالاً باید در شرایط قابل قبولی باشد. به هر حال انباشتگی پایین در بافت ماهیچه نسبت به سایر بافت‌های کبد و آبشش به دلیل فعالیت‌های کم متابولیکی این اندام تفسیر می‌شود چرا که بیشتر فلزات، ارگان هدف خود را بر اساس میزان فعالیت‌های متابولیکی انتخاب می‌کنند (Karadede et al., 2004; Tekin-Özan and Kir, 2008).

تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون ماهیان می‌تواند ناشی از تفاوت در طول، وزن و سن (Benson et al., 2007)، مدت قرارگیری ماهی در معرض فلزات (Fricke et al., 2017) و متغیر بودن توان فلزات سنگین در زمینه غلبه بر پیوندهای فلزی پروتئین‌ها نظیر متالوتیونین‌ها باشد (Qiu et al., 2016). مطالعه حاضر نشان داد میزان غلظت فلزات در بافتها در فصول مختلف متفاوت است و تابستان سطوح تجمع بیش تری را نشان می‌دهد و این نوسانات می‌تواند ناشی از آب و هوا، فاکتورهای تغذیه ای گونه ماهی، چرخه زندگی (رشد و تولید مثل)، میزان ورود منابع آلودگی فلزی و شرایط فیزیوشیمیایی رسوبات باشد (Chen and Chen, 1999; Saei-Dehkordi et al., 2010). تغییرات فصلی باعث تغییر در فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب می‌شود و از طرفی این فاکتورها می‌توانند در جذب عناصر سنگین دخالت داشته باشند بدین صورت که افزایش در دمای محیط در تابستان باعث افزایش سوخت و ساز ماهی می‌شود (Cossins et al., 1993).

در این مطالعه میزان غلظت فلزات براساس اندازه بدن ماهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده یک روند معکوس بین اندازه بدن و میزان تجمع فلزات را نشان داد، رابطه معکوس بین اندازه ماهی و سطوح عناصر می‌تواند به دلیل رشد سریع تر ماهیان نسبت به تجمع فلزات در بافت‌ها، بالاتر بودن متابولیسم فعال در افراد جوان نسبت به افراد بالغ و مسن‌تر و عادات تغذیه-ای در طول دوره رشد باشد (Le et al., 2009; Pourang et al., 2005).

نتایج مطالعه ای در مورد مقایسه اندازه ماهیان با میزان تجمع فلز نیکل نشان داده که در بیشتر فلزات ارتباط منفی در این زمینه وجود دارد (Agah et al., 2009). Aksoy and Kavvas گزارش کرده که غلظت کادمیم در آبزیان در مقایسه با فلزات ضروری پائین است (Aksoy and Kavvas, 2005). روند افزایشی میزان کادمیوم در رابطه با طول می‌تواند ناشی از ترکیب شدن کادمیوم

muscle and liver tissues of five fish species from the persian gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, 157: 499.

<https://doi.org/10.1007/s10661-008-0551-8>

Aksoy, H.; Kavvas, M.L., 2005. A review of hillslope and watershed scale erosion and sediment transport models. *Catena*, 64: 247-271.

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.08.008>

Amini Ranjbar, G.; Sotoudeh Nia, F., 2005. Accumulation of Heavy Metals Receiving Muscle of Golden Mugil auratus of the Caspian Sea in Relation to Some Biometric Specifications (Standard length, Weight, Age and Sex), *Iranian Journal of Fisheries Journal*, 14(3): 18-1. [In Persian]

Askari Sari, A., 2009. Investigation of heavy elements (lead, mercury and cadmium) in native fish of freshwater catching Karun and Karkheh rivers in winter. *Journal of Marine Biology, Islamic Azad University, Ahvaz Branch*, 1(4): 107-95. [In Persian]

Askari Sari, A.; Velayat Zadeh, M.; Beheshti, M.; Khodadadi, M., 2010. Measurement and comparison of heavy metals (Zn, Mn, Cu, Fe) in Liza abu fish in Karun and Bahmaneshir rivers of Khuzestan province. *Journal of Marine Science and Technology Researches*, 5(1): 69-61. [In Persian]

Benson, N.U.; Essien, J.P.; Williams, A.B.; Bassey, D.E., 2007. Mercury accumulation in fishes from tropical aquatic ecosystems in the niger delta, nigeria. *Current Science*: 781-785.

Bilos, C.; Colombo, J.C.; Presa, M.J., 1998. Trace metals in suspended particles, sediments and asiatic clams (*corbicula fluminea*) of the río de la plata estuary, argentina. *Environmental Pollution*, 99: 1-11.

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.08.008>

Chen, M.H.; Chen, C.Y., 1999. Bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in grey mullet, *liza macrolepis*. *Marine Pollution Bulletin*, 39: 239-244.

ناراحتی‌های قلبی، افزایش فشار خون و غیره می‌شود و با توجه به سمی بودن کادمیوم در بافتهای مختلف، به خصوص در بافت عضله مصرف این ماهی توصیه نمی‌گردد.

۴. نتیجه‌گیری

کفشک ماهیان به لحاظ کفزی بودن و تماس با ترکیبات رسوبی می‌توانند به عنوان شاخصی حیاتی در بررسی بوم سازگان و برخی عناصر خطرآفرین موجود در آب مطرح باشند، ضمن اینکه این ماهی‌ها از ماهیان خوراکی و در رژیم غذایی مردم منطقه جنوب کشور هستند (Parvaneh et al., 2007). با توجه به محل زندگی و نوع تغذیه کفشک انتظار بر این بود که میزان آلودگی به این چهار فلز سنگین بالا باشد که مطالعه حاضر بیانگر این موضوع بوده و آلودگی بالای فلزات سنگین در سه ایستگاه مورد مطالعه را نشان داد. در فصل زمستان بر اثر بارش، وزش بادهای و جریانات آبی، تلاطم و برهم زدن آب‌ها افزایش می‌یابد. با افزایش آشوب‌های دریایی و افزایش بار مواد معلق رسوبی، جذب فلزات از آب توسط ذرات معلق، بالا می‌گیرد. ولی در بافت عضله میزان فلزات کادمیوم، سرب و نیکل در زمستان بیشتر از تابستان بود. در ایستگاه سلطانی تجمع فلزات سنگین به صورت $Cd < Cu < Pb < Ni$ ، در ایستگاه شغاب به صورت $Cd < Cu < Pb < Ni$ و در ایستگاه هلیله بدین صورت $Cd < Ni < Pb < Cu$ بود. همچنین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله در گونه‌های کوچکتر بیشتر از بزرگترها بود و براساس یافته‌های این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که افراد جوان تر گونه ماهی کفشک زبان گاوی درشت پولک فلز بیشتری را در خود تجمع می‌دهند.

۵. سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب مهندس حسین شادکامی کارشناس محترم اداره شیلات استان بوشهر و جناب دکتر حسین برنا که اینجانب را در تکمیل این پروژه یاری نمودند کمال تشکر را دارم.

منابع

Agah, H.; Leermakers, M.; Elskens, M.; Fatemi, S.M.R.; Baeyens, W., 2009. Accumulation of trace metals in the

- [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(03\)00178-7](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(03)00178-7)
 Imami Khansari, F.; Ghazi Khansari, M.; Abdollahi M., 2002. Study of heavy metals in canned tuna. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research, 1(3): 8-1. [In Persian]
- Karadede, H.; Oymak, S.A.; Unlu, E., 2004. Heavy metals in mullet, liza abu, and catfish, silurus triostegus, from the atatürk dam lake (euphrates), turkey. Environment International, 30: 183-188.
[https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00169-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00169-7)
- Kavun, V.Y.; Shulkin, V.; Khristoforova, N., 2002. Metal accumulation in mussels of the kuril islands, north-west pacific ocean. Marine Environmental Research, 53: 219-226.
[https://doi.org/10.1016/S0141-1136\(00\)00264-6](https://doi.org/10.1016/S0141-1136(00)00264-6)
- Le, Q.D.; Shirai, K.; Nguyen, D.C.; Miyazaki, N.; Arai, T., 2009. Heavy metals in a tropical eel *anguilla marmorata* from the central part of vietnam. Water, air, and soil pollution, 204(1):69-78.
<https://doi.org/10.1007/s11270-009-0027-7>
- MOOPAM, R., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, 202p.
- Palaniappan, P.R.; Karthikeyan, S., 2009. Bioaccumulation and depuration of chromium in the selected organs and whole body tissues of freshwater fish *cirrhinus mrigala* individually and in binary solutions with nickel. Journal of Environmental Sciences, 21: 229-236.
[https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62256-1](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62256-1)
- Parvaneh M.; Khayyur, N.; Nikpour, N.; Nabavi M., 2007. Concentration of Heavy Metals in *Euryglossa orientalis* and Sediments of Khor Mosa in Khuzestan Province. Iranian Journal of Fisheries Science, 11: 26-21. [In Persian]
- Pourang, N.; Nikouyan, A.; Dennis, J., 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.08.008>
- Cossins, J.; Gould, K.G.; Smith, M.; Driscoll, P.; Brownlee, G.G., 1993. Precise prediction of a k-k-restricted cytotoxic t cell epitope in the ns1 protein of influenza virus using an mhc allele-specific motif. Virology, 193: 289-295.
<https://doi.org/10.1006/viro.1993.1124>
- Dalman, O.; Demirak, A.; Balci, A., 2006. Determination of heavy metals (cd, pb) and trace elements (cu, zn) in sediments and fish of the southeastern aegean sea (turkey) by atomic absorption spectrometry. Food chemistry, 95: 157-162.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.009>
- de Mora, S.; Fowler, S.W.; Wyse, E.; Azemard, S., 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the gulf and gulf of oman. Marine Pollution Bulletin, 49: 410-424.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.02.029>
- Demirak, A.; Yilmaz, F.; Tuna, A.L.; Ozdemir, N., 2006. Heavy metals in water, sediment and tissues of *leuciscus cephalus* from a stream in southwestern turkey. Chemosphere, 63: 1451-1458.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.09.033>
- Duraghi, A.; Kochinin, P.; Nikpouri, Y.; Zolgharenin, H.; Sahifeh, A.; Salariabadi, M.A., 2009. Cadmium, copper and iron accumulation in tissues of *Johnius belangerii* on the north coast of the Persian Gulf (Bandar Dilam). Iranian Scientific Fisheries Journal, 3: 9-1. [In Persian]
- Fricke, R.; Golani, D.; Appelbaum-Golani, B., 2017. *Cynoglossus crepida*, a new species of tonguesole from the gulf of aqaba, red sea (teleostei: Cynoglossidae). Journal of the Ocean Science Foundation, 25: 77-87.
- Huang, Z.M.; Zhang, Y.Z.; Kotaki, M.; Ramakrishna, S., 2003. A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites. Composites science and technology, 63: 2223-2253.

- Randall, J.E., 1995. Coastal fishes of Oman. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 439p.
- Rauf, A.; Javed, M.; Ubaidullah, M., 2009. Heavy metal levels in three major carps (catla catla, labeo rohita and cirrhina mrigala) from the river ravi, pakistan. Pakistan Veterinary Journal, 29(1): 24-26.
- Saei-Dehkordi, S.S.; Tajik, H.; Moradi, M.; Khalighi-Sigaroodi, F., 2010. Chemical composition of essential oils in zataria multiflora boiss. From different parts of iran and their radical scavenging and antimicrobial activity. Food and Chemical Toxicology, 48: 1562-1567.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.03.025>
- Tekin-Özan, S.; Kir, İ., 2008. Seasonal variations of heavy metals in some organs of carp (cyprinus carpio l., 1758) from beyşehir lake (turkey). Environmental Monitoring and Assessment, 138: 201-206.
<https://doi.org/10.1007/s10661-007-9765-4>
- Yilmaz, M.; Christofori, G., 2009. Emt, the cytoskeleton, and cancer cell invasion. Cancer and Metastasis Reviews, 28: 15-33.
<https://doi.org/10.1007/s10555-008-9169-0>
- water from northern part of the persian gulf. Environmental Monitoring and Assessment, 109: 293-316.
<https://doi.org/10.1007/s10661-005-6287-9>
- Pourkhobaz, A.; Mohammad Nabizadeh, S., 2014. Investigation of accumulation of heavy metals of cadmium and nickel in fish tissues (Platycephalus indicus) in Hara wetland. Science and Environmental Engineering, 1: 44-39. [In Persian]
- Qiu, X.; Zhao, J.-l.; Hao, C.; Yuan, C.; Tian, N.; Xu, Z.-s.; Zou, R.-m., 2016. Simultaneous determination of mangiferin and neomangiferin in rat plasma by uplc–ms/ms and its application for pharmacokinetic study. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 124: 138-142.
<https://doi.org/10.1016/j.jpba.2016.02.034>
- Rad, F.H.; Solimani, A.; Sohrab, A.D.; Gerami, M.H., 2016. Tracking heavy metals in sediments, muscle and skeleton of cynoglossus arel with application of new csi index for assessing contamination in sediments. Journal of FisheriesSciences.com, 10: 57-62.