استفاده از ماهیان کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*) و آلوزا (*Alosa caspia*) به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی فلزات در جنوب دریای خزر

علیرضا پورخباز[1*]
مرضیه خسروی[2]
مهدی حسن‌پور[3]

۱. دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند ، بیرجند، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، ایران.
۳. کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست، گرگان، ایران

***مسئول مکاتبات**
Apourkhabbaz@birjand.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۴۰۳۳۳
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۶
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

ماهیان بخشی از ذخایر باارزش زیستی دریای خزر محسوب شده و نقش مهمی در تأمین غذای انسان‌ها بالأخص جوامع بومی و محلی دارند. طی سالیان اخیر فعالیت‌های طبیعی و انسان‌ساخت توانسته بخش زیادی از آلاینده‌های فلزات سنگین را وارد این اکوسیستم آبی نماید. این آلاینده‌ها قادرند که به‌تدریج توسط آبزیان جذب و در پیکره زنجیره غذایی بالا روند. تحقیق حاضر غلظت فلزات آرسنیک و آهن را در بافت‌های عضله و پوست ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*) (n=۵۰) و آلوزا (*Alosa caspia*) (n=۱۷) به علت اهمیت در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن در سواحل جنوبی دریای خزر موردبررسی قرار داده است. نمونه‌های ماهی به روش هضم اسیدی آماده‌سازی شده و سپس غلظت فلزات موردمطالعه با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Scientific Equipment GBS قرائت شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت فلزات آرسنیک و آهن بین بافت‌های عضله و پوست دو گونه موردمطالعه اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر داشته‌اند (P<۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که غلظت فلزات آرسنیک و آهن بین بافت‌های متناظر گونه‌های کیلکای معمولی و آلوزا اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر داشت (p<۰/۰۵). نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون نشان داد هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری میان آرسنیک و آهن در بافت عضله و همچنین پوست ماهی‌های کیلکای معمولی آلوزا وجود نداشت (p>۰/۰۵). از مقایسه نتایج به‌دست‌آمده با استانداردهای ارائه‌شده جهانی مشخص گردید که غلظت فلزات آرسنیک و آهن در عضله و پوست ماهیان پایین‌تر از استانداردهای جهانی بود.

واژگان کلیدی: آرسنیک، آلوزا، آهن، دریای خزر، کیلکای معمولی.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل در مسمومیت موجودات دریایی آلودگی دریا توسط فلزات سنگین می‌باشد (AL- Ghais, 1995). این عناصر سنگین به دوطبقه فلزات واسطه و شبه فلزات تقسیم‌بندی می‌شوند. فلزات واسطه (مس، کبالت، آهن و منگنز) شامل عناصر ضروری برای فعالیت‌های زیستی در غلظت‌های پایین بوده و در غلظت‌های بالا سمی هستند (WHO, 1996). شبه فلزات (کادمیوم، سرب، آرسنیک، جیوه) معمولاً برای فعالیت‌های زیستی موردنیاز نبوده و در غلظت‌های پایین نیز سمی می‌باشند (Elsagh and Rabani, 2010). فلزات سنگین در آبزیان و جانداران ممکن است در شکل قابل‌دسترس متابولیکی باقی بمانند و یا به‌تدریج طی پدیده تجمع زیستی در اندام‌های مختلف آبزیان خاصیت سمی پیدا کنند (Elsagh *et al.*, 2009). تحقیقات بیانگر این است که ماهیان شاخص خوبی در پایش آلودگی فلزات سنگین می‌باشند (Rashed, 2001). فلزات می‌توانند توسط ماهی از آب، غذا، رسوب و مواد ذره‌ای معلق گرفته شوند (Hardersen and Wratten,

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

(1998. به‌طورکلی تجمع فلزات سنگین در بدن موجودات زنده بسته به میزان جذب آلاینده و نرخ متابولیسم آن موجود نسبت به‌اندازه بدن کنترل می‌شود (Newman and Doubet, 1989). دریای خزر به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان دارای ذخایر باارزش زیستی و غیر زیستی است و از زمان‌های گذشته به جهت تأمین غذا، ایجاد اشتغال، حمل‌ونقل دریایی و صنایع شیلاتی موردتوجه ساحل‌نشینان و دولت‌ها بوده است، اما طی سال‌های اخیر به دلایل استخراج نفت، فرآیندهای تکنولوژیک، صنایع فعال در پهنه آبی و ساحلی، تخلیه آب توازن کشتی‌ها و عدم کنترل ورود پساب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری و پیشروی غیراصولی خشکی در دریا در معرض آلودگی شدید بوده است (Pakbaz and Poorvakhshuri, 1997). باوجود منابع آلاینده مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر و به‌طورکلی فعالیت‌های انسانی در ساحل دریا احتمال بالا بودن میزان عناصر سنگین در سواحل جنوبی دریای خزر و جذب و تجمع آن‌ها در قسمت‌های مختلف بدن آبزیان، ازجمله ماهیان تجاری دور از انتظار نیست. مطالعات زیادی درزمینهٔ تجمع فلزات سنگین در ایران و سایر کشورها صورت گرفته است. Turan و همکاران (۲۰۰۹) میزان فلزات کروم ،کادمیوم، نیکل و روی را در عضله دو گونه ماهی مرلانگس (*Merlangius merlangus*) و انگرالیس (*Engraulis encrasicholus*) دریای سیاه اندازه‌گیری کردند. Alam و همکاران (۲۰۰۲)، مطالعه‌ای به‌منظور مقایسه تجمع فلزات سنگین جیوه، آلومینیوم، آرسنیک، کادمیوم، کبالت، کروم، مس، آهن، منگنز، نیکل، سرب، سلینیوم و روی در کپور وحشی و کپور پرورشی (Cyprinus carpio) انجام دادند. الصاق (۱۳۹۱)، غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، آرسنیک و جیوه را در عضله ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و ماهی کپور معمولی (*C. carpio*) جنوب مرکزی دریای خزر موردبررسی قرارداد.

هدف از این تحقیق تعیین میزان فلزات آرسنیک و آهن در عضله و پوست دو گونه ماهی کیلکای معمولی(*Clupeonella cultiventris caspia*) و آلوزا *(Alosa Caspia)* جنوب مرکزی دریای خزر به‌منظور مقایسه با استانداردهای جهانی، آگاهی از سلامت ماهی برای مصرف انسانی و مقدمه‌ای برای تحقیقات بعدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در فصل زمستان سال ۱۳۹۱ با مجوز رسمی از سازمان حفاظت محیط‌زیست و سازمان شیلات تعداد ۵۰ قطعه کیلکای معمولی و ۱۷ قطعه آلوزا از سواحل جنوبی دریای خزر، واقع در بابلسر صید شد (شکل ۱).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

شکل ۱:موقعیت منطقه نمونه‌برداری در شمال ایران.

نمونه‌های ماهی پس از صید به آزمایشگاه منتقل شدند و پس از کدگذاری، بیومتری شده و سپس توسط ترازوی دیجیتال با دقت (۰/۰۱ گرم) وزن شدند. قبل از کالبدشکافی و آماده‌سازی، نمونه‌های ماهی با آب مقطر شستشو داده شد تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب‌کننده فلزات از سطح بدن دفع گردد. سپس بافت‌های پوست و عضله هرماهی توسط تیغه اسکالپل عاری از آلودگی به‌دقت جدا شد و درون ورقه‌های پلاستیکی عاری از آلودگی قرار داده شد. نمونه‌های بافت کدگذاری و تا زمان شروع آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها برای قرائت توسط دستگاه جذب اتمی، ابتدا مقدار ۳ گرم از بافت‌های عضله و پوست هر یک از ماهیان را به‌دقت وزن نموده (وزن‌تر) و در ارلن مایر ۵۰ میلی‌لیتر قرار داده شدند. ۴/۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵ درصد) به هر نمونه اضافه گردید. نمونه‌ها در طول شب در آزمایشگاه قرار گرفتند (بدون حرارت دادن) تا به آهستگی هضم شوند. روز بعد ۱/۵ میلی‌لیتر اسید پر کلریک (۷۲ درصد) به نمونه‌ها اضافه شد. سپس نمونه‌ها بر روی حمام شن (Hot plate) در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً هضم شوند. پس از هضم، نمونه‌ها در هوای محیط قرار داده شد تا سرد شوند. در پایان با استفاده از آب دیونیزه نمونه‌ها را به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و سپس محلول‌های به حجم رسانده شده توسط کاغذ صافی واتمن (۰/۴۵ میکرومتر) فیلتر شدند (FAO, 1983). محلول استاندارد هر فلز از محلول ۱۰۰۰قسمت در میلیون آن فلز تهیه شد. اندازه‌گیری غلظت فلزات موردمطالعه با استفاده از دستگاه جذب اتمی Scientific Equipment GBS انجام شد. در اشکال ۱و۲ تصویر گونه‌های کارشده آورده شده است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

شکل ۱: کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*).

شکل ۲: آلوزا (*Alosa caspia*).

آنالیزهای آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) صورت پذیرفت. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو–وایک مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها توزیع نرمال داشتند. بررسی اختلاف بین بافت‌های پوست و عضله در هرکدام از گونه‌ها و همچنین بررسی اختلاف بین بافت‌های متناظر دو گونه با یکدیگر با استفاده از آزمون تی تست (T-Test) صورت گرفت. بررسی همبستگی فلزات با یکدیگر نیز در هرکدام از بافت‌ها، در هر یک از دو گونه با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون انجام پذیرفت.

نتایج

در جدول ۱ میانگین غلظت فلزات آرسنیک و آهن در بافت عضله و پوست ماهی کیلکای معمولی و ماهی آلوزا برحسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر آمده است. نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهیان موردمطالعه نیز در جداول شماره ۲ و ۳ ارائه‌شده است.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلز آرسنیک در بافت عضله ماهی کیلکای معمولی و ماهی آلوزا بیشتر از میانگین غلظت این فلز در بافت پوست می‌باشد و در درون یک‌گونه اختلاف معنی‌داری در میزان آرسنیک در بافت عضله و پوست ماهی کیلکای معمولی و همچنین ماهی آلوزا وجود داشت ($P<۰/۰۵$). از طرفی میانگین غلظت فلز آهن در بافت پوست ماهی کیلکای معمولی و ماهی آلوزا بیشتر از میانگین غلظت این فلز در بافت عضله دو گونه ماهی بود و اختلاف معنی‌داری در میزان آهن در بافت عضله و پوست ماهی کیلکای معمولی و ماهی آلوزا مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). نتایج حاصل از آزمون‌های آماری نیز بیانگر این بود که اختلاف معنی‌داری در میزان غلظت فلزات آرسنیک و آهن در بین بافت‌های متناظر ماهی کیلکای معمولی و ماهی آلوزا وجود داشت ($P<۰/۰۵$). نتایج آزمون همبستگی پیرسون (جدول شماره ۴) نیز نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین غلظت آرسنیک و آهن در بافت پوست و عضله ماهی کیلکای معمولی و همچنین ماهی آلوزا وجود نداشت ($P>۰/۰۵$).

جدول ۱: میانگین غلظت فلزات آرسنیک و آهن در بافت پوست و عضله ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*) و ماهی آلوزا (*Alosa caspia*).

گونه ماهی	تعداد	اندام	آرسنیک (انحراف معیار ± میانگین)	آهن (انحراف معیار ± میانگین)
کیلکای معمولی	۵۰	عضله	۰/۷۶۹ ±۰/۲۳۹	۰/۹۷۰±۰/۱۱۵
		پوست	۰/۱۱۲ ±۰/۰۱۸	۳۷/۱۸۲ ±۶/۳۷۸
آلوزا	۱۷	عضله	۱/۰۳۸ ±۰/۱۸۴	۵/۵۷±۰/۵۸۰
		پوست	۰/۲۷۸±۰/۰۵۵	۲۱/۷۸ ±۳/۱۱۸

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

جدول ۲: نتایج حاصل از بیومتری کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*).

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
طول کل (سانتی‌متر)	۱۱/۲۴±۰/۷۹	۱۰	۱۲/۷
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۹/۵۷±۰/۶۲	۸/۵	۱۱
وزن(گرم)	۹/۱۰±۱/۹۴	۵/۹۲	۱۳/۵۴

جدول ۳ : نتایج حاصل از بیومتری آلوزا *(Alosa caspia)*.

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
طول کل (سانتی‌متر)	۲۳/۷۰±۲/۳۱	۲۰	۲۹
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۱۸/۹۰±۱/۶۲	۱۷	۲۲/۵
وزن(گرم)	۱۰۲/۲۳	۶۳/۵۲	۱۳۸/۴۷

جدول ۴: بررسی همبستگی بین فلزات در هر یک از بافت‌های پوست و عضله در کیلکای معمولی و آلوزا.

گونه	همبستگی	r	p value
کیلکای معمولی	آرسنیک و آهن در پوست	۰/۲۰۰	۰/۵۸۰
	آرسنیک و آهن در عضله	۰/۱۱۶	۰/۷۵۰
آلوزا	آرسنیک و آهن در پوست	۰/۰۳۱	۰/۹۳۲
	آرسنیک و آهن در عضله	۰/۴۱۳	۰/۲۳۵

میانگین غلظت‌های به‌دست‌آمده در این تحقیق باهدف ارزیابی خطر تجمع فلزات سنگین، با مقادیر ارائه‌شده از سوی سازمان‌ها و دولت‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۵). نتایج این مقایسه نشان داد که غلظت فلزات آرسنیک و آهن پایین‌تر از حد استانداردهای ارائه‌شده بوده است.

جدول ۵: مقایسه غلظت آلاینده‌ها در بافت عضله ماهی با استانداردهای موجود.

استانداردها	آرسنیک	آهن	منبع
WHO*	۰/۱	-	(De Gieter *et al*., 2002)
FA0*	۰/۱	-	(De Gieter *et al*., 2002)
مالزی و انگلستان	۱	-	(رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰)
NHMRC	۱	-	(Reyment, 1990)
هنگ کنگ و اتحادیه اروپا	۶	-	(رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰)
نیوزلند	۲	-	(رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰)
ایران	-	۵-۲۰	(کریمی و همکاران، ۱۳۸۶)
ماهی کیلکای معمولی	۰/۷۶۹	۰/۹۷۰	مطالعه حاضر

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

ماهی آلوزا	۱/۰۳۸	۵/۵۷	مطالعه حاضر

*وزن خشک

بحث و نتیجه‌گیری

آلودگی محیط‌های آبی به فلزات سنگین و پتانسیل تجمع زیستی این آلاینده‌ها در آبزیان بالأخص ماهیان به‌عنوان یک خطر جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان از مدت‌ها پیش موردتوجه قرارگرفته است. این آلاینده‌ها قادرند طی پدیده بزرگنمایی زیستی از طریق زنجیره غذایی به بدن موجودات بالای هرم غذایی و انسان منتقل شوند (Fazeli *et al*., 2005). بافت‌های پوست و عضله ماهی نقش مهمی در تأمین سبد غذایی انسان دارند. لذا تحقیق حاضر به مطالعه غلظت فلزات در بافت‌های عضله و پوست ماهی‌های کیلکا و آلوزا به جهت اطمینان از وضعیت سلامت آن‌ها پرداخته است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین غلظت آرسنیک بین بافت‌های عضله و پوست در هر دو گونه موردمطالعه اختلاف معنی‌داری را داشته است. Agah و همکاران (۲۰۰۹) تجمع فلزات آلومینیوم، آرسنیک، بریلیم، کادمیوم، کروم، کبالت، سرب، آهن، کادمیوم، نیکل، منگنز و روی را در بافت‌های کبد و ماهیچه پنج گونه از ماهی‌های خلیج‌فارس موردبررسی قراردادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که تجمع فلزات در بافت کبد نسبت به ماهیچه به دلیل فعالیت متابولیکی بیشتر بالاتر بوده است. Alam و همکاران (۲۰۰۲) به مطالعه تجمع فلزات جیوه، آلومینیوم، آرسنیک، کادمیوم، کبالت، کروم، مس، آهن، منگنز، نیکل، سرب، سلینیوم و روی در کپور وحشی و کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*) پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تجمع فلزات در عضله نسبت به دیگر بافت‌ها کمتر و همچنین این میزان کمتر از حداکثر غلظت مجاز برای مصرف انسان بوده است.

آرسنیک جزء عناصر سمی شناخته‌شده است و یکی از خطرناک‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیستی محسوب می‌گردد (Barzegary Firozabady *et al*., 2009). آرسنیک به شکل‌های گوناگون در ترکیبات آلی و معدنی سمیت‌های مختلفی را در موجودات آبی ایجاد می‌کند. سمی بودن ترکیبات آرسنیک به خواص فیزیکی و شیمیایی این ترکیبات، راه‌های ورود آن‌ها به بدن، مدت‌زمان در معرض قرارگیری، مقادیر آن در رژیم غذایی و شرایط فیزیولوژیک مصرف‌کننده بستگی دارد (Edmont and Francesconi, 1993). آرسنیت‌ها و آرسنات‌های محلول به‌آسانی از طریق دیواره روده و بافت عضلانی جذب می‌شوند (McGeachy and Dixon, 1989). آرسنیک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر سمی در ماهیان طبقه‌بندی می‌شود و در حالت حاد، به علت افزایش القای آرسنیک در تولید موکوس، ایجاد خفگی یا اثرات زیان‌بخش و مستقیم روی اپیتلیوم آبشش‌ها، می‌تواند منجر به مرگ سریع شود (Bhattacharya *et al*., 2007). همچنین نتایج نشان داد که میزان آهن در بافت پوست کیلکای معمولی و آلوزا بیشتر از بافت عضله بوده است و اختلاف معنی‌داری در میزان آهن بین بافت پوست و عضله در کیلکای معمولی و همچنین آلوزا وجود داشت. Turkmen و Ciminli (۲۰۰۷) در دریاچه گل باس میزان فلزات کادمیوم، آهن، سرب، روی، مس، منگنز، نیکل، کروم و کبالت را در بافت‌های عضله، کبد، آبشش و پوست گونه‌های کلاریس *Clarias gariepinus* و کارازوباربوس *Carasobarbus luteus* موردبررسی قراردادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که آهن دارای بیشترین میزان تجمع، به ترتیب در بافت‌های عضله، کبد، آبشش و پوست دو گونه بوده است. Cogun و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تجمع فلزات در بافت‌های مختلف دو گونه ماهی در سواحل شرقی دریای مدیترانه به این نتیجه رسیدند که غلظت فلزات ضروری نسبت به فلزات سمی در همه فصول بالاتر بود. آن‌ها این‌طور بیان کردند که این فلزات نقش مهمی در فرآیندهای آنزیمی و تنفس حیوانات آبزی دارند و بنابراین تنظیم عناصر ضروری نسبت به غیرضروری مؤثرتر می‌باشد. آهن در آب‌های سطحی به شکل اکسید دو ظرفیتی یا سه‌ظرفیتی وجود دارد. در آب‌های سرد و دارای آهن، باکتری‌های ته-نشین کننده آهن به مقدار زیادی روی آبشش‌ها تکثیر می‌یابند و به اکسیداسیون آهن دو ظرفیتی کمک می‌کنند و کلنی‌های رشته‌ای آن‌ها آبشش‌ها را می‌پوشاند. ابتدا آبشش‌ها آبی‌رنگ می‌شوند و سپس آهن ته‌نشین می‌شود و باعث قهوه‌ای شدن کلنی‌های رشته‌ای می‌شود. ترکیبات رسوب یافته آهن و رشته‌های باکتری‌های ته‌نشین کننده آن، سطح مفید تنفسی آبشش‌ها را کاهش می‌دهد و باعث آسیب رسیدن به

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

اپیتلیوم تنفسی و شوک در ماهیان می‌گردد (دورقی و همکاران، ۱۳۸۶). آهن در موجودات زنده در پروتئین‌هایی مانند هموگلوبین، میوگلوبین و همچنین در پروتئین‌هایی از قبیل فریتین که نقش فیزیولوژیکی را در بدن ایفا می‌کند وجود دارد (Erdogrul and Erbilir, 2007). به‌طورکلی آب‌شش، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های جذب فلزات سنگین به بدن ماهی‌ها می‌باشند (Newman and Unger, 2003). معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقدار فلزات سنگین در ماهی‌ها می‌باشد (Al-Yousuf *et al*., 2000). همچنین نتایج حاصل مطالعه حاضر نشان داد که غلظت فلزات آرسنیک و آهن بین بافت‌های متناظر عضله و پوست در کیلکای معمولی و آلوزا اختلاف معنی‌داری را داشته است. این تفاوت غلظت را می‌توان به تفاوت در سطح زیستی (Biotop)، فعالیت متابولیکی و رفتار تغذیه نسبت داد. ولایت زاده و عسکری ساری (۱۳۹۰) در بررسی تجمع آرسنیک در عضله و کبد پنج گونه ماهی بومی استان خوزستان به این نتیجه رسیدند که تفاوت معنی‌داری در میزان آرسنیک در میان ماهیان دریایی و ماهیان آب شیرین وجود دارد. Turkmen و Ciminli (۲۰۰۷)، در بررسی که به‌منظور تعیین غلظت برخی فلزات سنگین در بافت‌های عضله، آب‌شش، کبد و پوست گونه‌های ماهی کلاریس (*Clarias gariepinus*) و کارازوباربوس (*Carasobarbus luteus*) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که اختلافاتی بین سطح فلزات در بافت‌های مشابه در گونه‌های مختلف وجود دارد. همچنین تفاوت‌هایی بین غلظت فلزات در بافت‌های متفاوت در گونه‌های یکسان وجود دارد. تفاوت غلظت آرسنیک در بافت موجودات دریایی به نوع زندگی ارگانیسم‌ها، غلظت آرسنیک در مواد غذایی، غلظت آرسنیک در آب و توانایی ارگانیسم‌ها در تجمع و دفع آرسنیک بستگی دارد. غلظت آرسنیک در اندام‌های هدف مثل کبد و کلیه بیشتر از یک میکروگرم بر گرم وزن خشک می‌باشد (پورکاسمانی، ۱۳۹۰). به‌طورکلی تجمع فلزات سنگین در بدن ماهی‌ها با توجه به شرایط اکولوژیکی و زیستی و فعالیت‌های متابولیکی آن‌ها متفاوت است (Canli and Atli, 2002) و به محل زندگی، رفتار تغذیه‌ای، سطوح غذایی، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت‌های تنظیمی و همئوستازی بدن ماهی بستگی دارد (Sankar *et al*., 2006).

بین تجمع فلزات در بافت‌های مختلف با گونه ماهی نیز رابطه وجود دارد (Huang, 2003). که ممکن است مرتبط با عادات غذایی آن‌ها و ظرفیت تجمع زیستی هرگونه باشد (Farkas *et al*., 2000). گزارش‌شده است که حداکثر تجمع و ذخیره فلزات سنگین در ماهیان کفزی-خوار، پلانکتون‌خوار و گوشت‌خواران پلاژیک رخ می‌دهد (Krishnamurti and Nair, 1999).

به‌طورکلی بر اساس غلظت‌های به‌دست‌آمده و آنالیزهای انجام‌شده مشخص شد که میزان آرسنیک و آهن تجمع یافته در عضله و پوست ماهی کیلکای معمولی و ماهی آلوزا دریای خزر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای ارائه‌شده جهانی می‌باشد، این امر می‌تواند نشان‌دهنده عدم آلودگی نسبی گونه‌های موردمطالعه به فلزات مربوطه باشد.

درواقع میزان تجمع خالص فلز در بافت ناشی از تفاوت بین میزان جذب و میزان دفع (مکانیسم‌های تنظیمی) آن می‌باشد (Canli and Atli, 2002). پایین بودن میزان فلزات در بررسی حاضر در بافت‌های گونه‌های موردمطالعه می‌تواند به علت ناچیز بودن این فلز در منابع غذائی این ماهی‌ها (دتریت) و عملکرد مکانیسم‌های تنظیمی بوده (Roesijadi and Robinson, 1994) و همچنین می‌تواند ناشی از افزایش شوری و افزایش جزئی PH در آب دریا باشد که درنتیجه قابلیت حل فلزات در آب کاهش می‌یابد. سطح بالای کلر در آب دریا باعث شکل‌گیری کمپلکس‌های کلرید با فلزات سنگین شده که می‌تواند یکی از دلایل کاهش سمیت فلزات باشد(Part *et al*., 1985).

سپاسگزاری

این تحقیق برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می باشد، بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی از گروه محیطزیست دانشگاه بیرجند و اداره شیلات و محیطزیست استان مازندران و عزیزانی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند به عمل می‌آید.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

منابع

الصاق، ا.، ۱۳۹۱. تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*cyprinus carpio*) دریای خزر در آب‌های ساحلی استان مازندران. نشریه دامپزشکی، شماره ۹۵، ۴۸-۴۱.

پورکاسمانی، م. ح.، ۱۳۹۰. کتاب مقدمه‌ای بر آلودگی دریا. انتشارات طرح نوین اندیشه، تابستان ۱۳۹۰، صفحات ۱۹۵-۱۸۷.

دورقی، ع.، کوچنین، پ.، نیک پور، ی.، یاوری، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع.، سالاری علی‌آبادی، م.ح.، ۱۳۸۶. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت‌های ماهی شبه شوریده (*Johnius belangerii* (C.)) در سواحل شمالی خلیج‌فارس (بندر دیلم). مجله شیلات، سال سوم، پاییز ۸۸.

رحیمی، ا.، شاکریان، ا.، رئیسی، م.، کاظمی خیرآبادی، ا. و بهزاد نیا، ا.، ۱۳۹۰. بررسی غلظت آرسنیک در ماهی‌های شوری‌ده (*Otolithes ruber*) و کفشک (*Psettodes erumeni*) عرضه‌شده در بازار اصفهان به روش اسپکترومتری جذب اتمی. مجله بهداشت مواد غذایی، دوره ۱، شماره ۳، صفحه ۴۶-۴۱.

کریمی، ا.، یزدان داد، ح. و اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۶. بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم،کروم، مس، روی، آهن در (*Phalacrocorax carbo*) برخی اندام‌های باکلان بزرگ در تالاب انزلی. مجله محیط‌شناسی، شماره۴۳، صفحات ۹۲-۸۳.

ولایت زاده، م. و عسکری ساری، ا.، ۱۳۹۰. مقایسه تجمع آرسنیک در عضله و کبد پنج گونه ماهی بومی استان خوزستان. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۵، شماره ۴، ، صفحات ۴۶۱-۴۵۷.

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S. M. R. and Baeyens, W., 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 157: 499-514.

Alam, M. G. M., Tanaka, A., Allinson, G., Laurenson, L. J. B. and Stagnitti, S., 2002. A comparison of trace element concentrations in cultured and wild carp (Cyprinus carpio) of Lake Kasumigaura, Japan. Ecotoxicology and Environmental Safety, 53: 348–354.

Al-Ghais, S. M., 1995. Heavy metal concentrations in tissue of Sparus sarba Forskal, 1775 from the United Arab Emirate. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 55: 581–587.

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 Scientific Total Environment, 256: 87-94.

Barzegary Firozabady, F., Vahdati, A. and Afroze, T., 2009. The effects of arsenic on blood cells in *rat*. Iranian Jouranl Biology, 21: 611-617.

Bhattacharya, S., Bhattacharya, A. and Roy, S., 2007, Arsenic-induced response in freshwater teleosts. Fish Physiol Biochem, 33: 463-473.

Canli, M. and Atli, G., 2002. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121: 129-136.

Cogun, H. Y., Yuzereroglu, T. A., Firat, O., Gok, G. and Kargin, F., 2006. Metal concentrations in fish species from the Northeast Mediterranean Sea, Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 121: 431-438.

De Gieter, M., Leermakers, M., Van Ryssen, R., Noyen, J., Goeyens, L. and Baeyens, W., 2002. Total and toxis arsenic level in North sea fish. Environmental contamination and toxicology, 43:406-417.

Edmont, J. S. and Francesconi, K. A., 1993. Arsenic in seafoods: human health aspects and regulations. Marine Pollution, 26: 665-674.

Elsagh, A. and Rabani, M., 2010. Determination of heavy metals in salt from filtration with water washing method and comparing with standard. 2nd Iranian Congress for Trace Elements, p. 5.

Elsagh, A., Mollaie, M. and Messbah, A., 2009. Cadmium pollution study on the surface in the Bandar Abbas shore line. The 4th national conference of Geology and Environment, Islamic Azad University, Eslamshahr Branch, p. 121.

Erdogrul, O. and Erbilir, F., 2007. Heavy metal and trace elements in various fish samples from Sir Dam Lake, Kahramanmaras, Turkey. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 130: 373- 379.

FAO., 1983. Compilation of legal limits for hazardous substance in fish and fishery products (Food and Agricultural Organization). FAO fishery circular, No. 464, pp. 5–100.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

Farkas, A., Salanki, J. and Varanka, I., 2000. Heavy metal concentrations in fish of lake Balaton, Lakes and ReserVoirs : Research and management, 5: 271 – 279.

Fazeli, M. S., Abtahi, B. and Sabbagh Kashani, A., 2005. Assessing Pb, Ni and Zn accumulation in the tissues of Liza aurata in the south Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 14(1): 65- 78.

Hardersen, S. and Wratten, S. D., 1998. The effects of carbaryl exposure of the penultimate larval instars of Xathocnemis zealandica on emergence and fluctuating asymmetry. Ecotoxicology, 7: 297-304.

Huang, W. B., 2003. Heavy Metal Concentration in the Common Benthic Fishes Caught from the coastal Waters of Eastern Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis, 11(4): 324-330.

Krishnamurti, A. J. and Nair, V. R., 1999. Concentration of metals in fishes from Thane and Bassein creeks of Bomloay, India. Indian Journal of Marin Sciences, 28: 39-44.

McGeachy,S. M. and Dixon, D. G., 1989. "The impact of temperature on the acute toxicity of arsenate and arsenite to rainbow trout. Ecotoxicoly and Environmental Safety, 17(1): 86-93.

Newman, M. C. and Doubet, D. K., 1989. Size-dependence of mercury (II) accumulation kinetics in the mosquitofish, Gambusia affinis (Baird and Girard). Archive of Environmental Contamination and Toxicology, 18(6): 819-825.

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

Pakbaz, M. and Poorvakhshuri, S. Z. 1997. Caspian Sea environmental protection, Development of sustainabale exploitation. Scientific Research Journal of Aquatics, 9:20-26.

Part, P., Svanberg, O. and Kiossling, A., 1985. The availbility of cadmium to perfsed Rainbow trout gills in different water qualities. Water Research, 19: 427-434.

Rashed, M. N., 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser lake[J]. Environmental International, 27: 27–33.

Reyment, G. E., 1990. Australian and some international food standards for heavy metals. Torry Strait baseline study conference, pp. 155-164

Roesijadi, G. and Robinson, W. E., 1994. Metal regulation in aquatic animals. Mechanism of uptake, accumultation, and release. London: Lewis publishers.

Sankar, T.V., Zynudheen, A. A., Anandan, R. and Nair, P. G. C., 2006. Distribution of organochlorine pesticides and heavy metal residues in fish and shellfish from Calicut region, Kerala, India. Journal of Chemosphere, 65: 583-590.

Turan, C., Dural, M., Oksuz, A., and Ozturk, B., 2009. Levels of heavy metals in some commercial fish species captured from the black sea and Mediterranean coast of Turkey. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 82: 601–604.

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

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

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]