تجمع فلزات سنگین در کبد و عضله سیاه ماهی (*Capoeta capoeta*) رودخانه سرداب‌رود استان مازندران و تأثیر آن بر سلامت انسان

نسترن ملازاده [1*]
میثم میر سجادی [2]

۱. استادیار گروه محیطزیست، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی- نجف‌آباد، ایران
۲. دانش‌آموخته محیطزیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

***مسئول مکاتبات**
Nastaran.Mollazadeh@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۵۰۳۰۳۵۱
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

در این مطالعه غلظت روی و کادمیوم در کبد و عضله سیاه ماهی (*Capoeta capoeta*) رودخانه سرداب رود استان مازندران در بهار ۱۳۹۳ اندازه‌گیری شد. به‌وسیله دستگاه شوک الکتریکی از ۵ ایستگاه منتخب ۱۲ نمونه ماهی صید شد. بافت عضله و کبد ماهی‌ها پس از آماده‌سازی و هضم شیمیایی با دستگاه جذب اتمی SHIMADZU آنالیز شدند. بیش‌ترین تجمع فلزات کادمیوم و روی در پایین‌دست رود و به ترتیب در ایستگاه ۴ و ۵ و کم‌ترین تجمع فلزات در ایستگاه شماره ۱ بود. در کبد سیاه ماهی بیش‌ترین تجمع فلزات کادمیوم و روی به ترتیب در ایستگاه ۴ و ۱ و کم‌ترین میزان در ایستگاه ۱ و ۴ مشاهده شد. به‌طورکلی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های برداشت‌شده از پایین‌دست رودخانه بیش‌تر از نمونه‌های برداشت‌شده از مناطق میانی و بالادست بود. بررسی واریانس‌ها طبق آزمون leven نشان داد که فلز کادمیوم و روی در عضله سیاه ماهی دارای واریانس‌های یکنواخت بودند ($P>0/05$). هم‌چنین بررسی واریانس‌ها در مورد بافت کبد سیاه ماهی نشان داد که کادمیوم دارای واریانس‌های غیریکنواخت ($P\leq0/05$) و فلز روی دارای واریانس‌های یکنواخت بود($P>0/05$). مطابق نتایج حاصله تجمع هر دو عنصر در کبد سیاه ماهی بیش‌تر از عضله است ($P\leq0/05$). بر اساس آزمون آنوا، تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و روی در بافت‌های موردمطالعه وجود داشت ($P>0/05$). میزان فلزات سنگین در بافت ماهیچه سیاه ماهی از حد مجاز استاندارد WHO و FAO کم‌تر بود. مقایسه نتایج به‌دست‌آمده با استانداردهای FAO و WHO نشان داد که غلظت کادمیوم در کبد برخی نمونه‌ها بالاتر از حد استاندارد می‌باشد که با توجه به این‌که کبد عضو خوراکی ماهی نیست لذا مصرف این ماهی ریسک سلامتی برای انسان ایجاد نخواهد کرد.

واژگان کلیدی: سرداب رود، کادمیوم، روی، کبد، سیاه ماهی *Capoeta capoeta*.

مقدمه

استفاده از آبزیان به‌ویژه ماهی‌ها به‌عنوان بخشی از منابع پروتئینی، به علت افزایش جمعیت و نیاز روزافزون انسان به غذا، افزایش‌یافته است (امینی رنجبر و علیزاده، ۱۳۷۸). مصرف سرانه آبزیان در جهان از ۱۴ کیلوگرم در سال ۱۹۹۴ میلادی به حدود ۱۶ کیلوگرم در سال ۱۹۹۷ و برای کشورهای توسعه‌یافته حدود ۲۸ کیلوگرم می‌باشد. در ایران سرانه مصرف ماهی به بیش از ۵ کیلوگرم در سال ۱۳۷۵ و ۸/۵ کیلوگرم در سال ۱۳۹۲ افزایش‌یافته است (جوهری و همکاران، ۱۳۸۷).

عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان تجمع یافته و وارد زنجیره غذایی می‌شوند (Dixon *et al.*, 1996). میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان به‌ویژه ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و گونه آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد (Fuhrer *et al.*, 1996). بر اساس سرعت و روند فعلی توسعه در ایران و استان مازندران، گسترش انواع آلاینده‌های آلی و صنعتی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات و ورود ترکیبات شیمیایی مختلف به‌ویژه عناصر سنگین به اکوسیستم‌های آبی امری بدیهی و اجتناب‌ناپذیر شده است (طباطبایی و دست‌گشاده، ۱۳۸۸). رودخانه سرداب‌رود نیز از این قاعده مستثنا نیست. با توجه به وجود

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

منابع آلاینده مختلف در اطراف رودخانه و گسترش فعالیت‌های انسانی به‌ویژه کشاورزی و ساخت‌وساز و تغییر کاربری اراضی در مسیر رودخانه (کاظم نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، احتمال افزایش میزان عناصر سنگین در این رودخانه و جذب و تجمع آن‌ها در قسمت‌های مختلف بدن آبزیان وجود دارد. برای روشن شدن این مسئله و آگاهی از وضعیت سلامت سیاه ماهی رودخانه‌ای برای مصرف‌کنندگان تحقیق حاضر انجام شد.

سیاه ماهی بانام علمی *Capoeta capoeta* از خانواده کپور ماهیان می‌باشد و بانام فارسی سیاه ماهی، گل‌خور و یا تیل خوس شناخته می‌شود. از گونه‌های غالب و بومی حوضه دریای خزر به‌حساب می‌آید. این ماهی دارای ارزش صید تجاری و ورزشی می‌باشد (عبدلی، ۱۳۸۷). ازنظر اقتصادی از فراوان‌ترین ماهیان رودخانه‌های حوضه جنوب دریای خزر می‌باشد و در تمامی رودخانه‌های حوضه جنوب دریای خزر از ارس تا اترک وجود دارد. رژیم غذایی این ماهی از جلبک‌های چسبیده به بستر رودخانه به همراه لارو حشرات آبزی می‌باشد. زیستگاه این‌گونه در قسمت‌های پایینی و میانی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها با آب شفاف تا گل‌آلود، بستر قلوه‌سنگی همراه با ماسه و گل‌ولای، دمای آب از ۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، pH از ۷ تا ۹، سرعت جریان آب از یک متر در ثانیه تا آب‌های راکد می‌باشد (نادری و عبدلی، ۱۳۸۴).

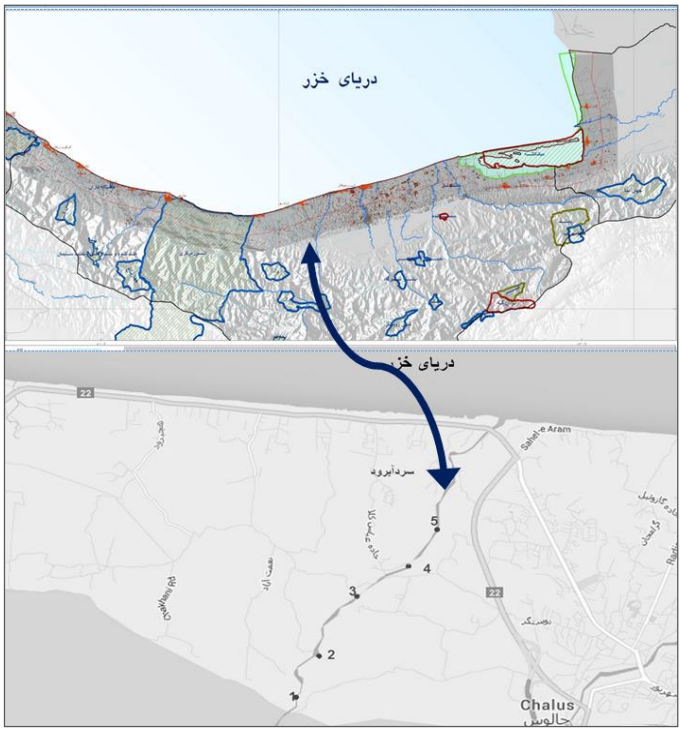
کادمیوم و ترکیبات آن بسیار سمی بوده و با تجمع زیستی در بافت‌های موجودات زنده می‌توانند اثرات مرگ‌باری را به‌جای بگذارند (Forstner, and Muller, 1974). این عنصر اغلب از راه‌آب و غذا وارد بدن انسان می‌شود و می‌تواند در کبد و کلیه تجمع یابد و عوارض نامطلوبی مانند پوکی و شکنندگی استخوان، عقیم شدن، آسیب به سیستم عصبی و سیستم ایمنی، ناهنجاری‌های روانی و آسیب احتمالی DNA و سرطان را از خود به‌جای بگذارد (Fuhrer *et al*., 1996). جاندارانی که این عنصر را دریافت می‌کنند معمولاً دچار فشارخون بالا، بیماری‌های کبدی و صدمات مغزی نخاعی جبران‌ناپذیری می‌شوند (Massaro, 1997). حداکثر مجاز کادمیوم در آب آشامیدنی، بر مبنای متوسط روزانه آب آشامیدنی معادل با ۲/۵ لیتر، برای انسانی به وزن ۷۰ کیلوگرم، ۰/۰۰۵ میلی‌گرم بر لیتر است (FAO, 1983). در دهه‌های اخیر تحقیقات بسیاری به بررسی فلزات سنگین در رودخانه‌ها پرداخته‌اند (Jaffar *et al*., 1998). بررسی فلزات سنگین ازجمله کادمیوم و روی در اکوسیستم‌های آبی به دلیل سمیت، پایداری و عدم تجزیه زیستی و قابلیت تجمع و بزرگ‌نمایی زیستی در تمام سطوح زنجیره غذایی به‌ویژه آخرین سطح زنجیره حائز اهمیت است (Hajeb *et al*., 2009; NorHasyimah *et al*., 2011). بنابراین جای تعجب نیست که در دهه‌های اخیر توجه زیادی به اندازه‌گیری فلزات سنگین در منابع غذایی دریایی و به‌ویژه ماهیان انتهای زنجیره غذایی شده است. ماهی به‌عنوان یک منبع غنی پروتئین، مواد معدنی و اسیدهای چرب غیراشباع برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی و نیز به دلیل آسان بودن نمونه‌برداری و آنالیز اغلب به‌عنوان یک شاخص زیستی در پایش آلودگی‌های اکوسیستم‌های آبی استفاده می‌شود (Mendil *et al*., 2010; Olowu *et al*., 2010; Hajeb *et al*., 2009). در مورد سرداب‌رود با توجه به نقش مهمی که در زندگی مردم منطقه و در حفظ تنوع زیستی ایفاء می‌کند، تاکنون تحقیقات خاصی در خصوص وضعیت آلودگی‌های مختلف این رودخانه و آبزیان آن انجام نشدن است. مطالعه حاضر باهدف بررسی میزان تجمع فلزات سنگین روی و کادمیوم در بافت‌های سیاه ماهی رودخانه سرداب‌رود انجام‌شده است. سرداب‌رود که سرچشمه آن در بلندترین کوه‌های البرز مرکزی مانند تخت سلیمان، علم‌کوه، سیاه کمان، رسم بنیشت، خرسان قرار دارد، پس از طی مسافتی به دریای خزر متصل می‌شود (ابراهیم کنی، ۱۳۹۲). این رودخانه به‌عنوان یکی از رودهای حفاظت‌شده حوضه دریای خزر محسوب می‌شود به دلیل مصارف شرب، کشاورزی و آبزی‌پروری دارای اهمیت است. شکل ۱ موقعیت قرارگیری رودخانه و محل ایستگاه‌های مطالعاتی را نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه پس از پیمایش مسیر رودخانه ۵ ایستگاه جهت نمونه‌برداری از سیاه ماهی رودخانه سرداب‌رود در نظر گرفته شد. انتخاب ایستگاه‌ها بر اساس دستورالعمل RBPs سازمان محیط‌زیست آمریکا در سال ۲۰۰۰ و در نظرگیری حضور آلودگی در محل و حضور گونه موردنظر بود. از هر ایستگاه تعدادی ماهی با دستگاه الکتروشوکر باقدرت ۱/۷ وات با جریان مستقیم ۳۰۰–۴۰۰ ولت صید گردید. در هر ایستگاه حدود ۵۰ متر از طول رودخانه به‌وسیله دستگاه الکتروشوکر پوشش داده شد. ماهیان شوک داده‌شده با استفاده از تور صیادی با چشمه ۶ میلی‌متری جمع‌آوری

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

شدند. درمجموع ۱۲ نمونه ماهی برداشت شد نمونه‌ها در یونولیت‌های حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Olowu *et al*., 2010). قبل از جداسازی بافت‌های موردنیاز طول کل و وزن هرماهی با تخته زیست‌سنجی و ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد همچنین جنسیت نمونه‌ها در زمان برداشت بافت‌ها و تشریح ماهی با توجه به گنادها مشخص گردید. بافت‌ها پس از توزین در دمای ۷۰-۶۰ سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت در آون قرار خشک شدند. سپس نمونه‌ها به‌طور یکنواخت پودر شدند. از هر نمونه مقدار ۰/۱ گرم توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم برداشت و توزین گردید. از هر یک از بافت‌های کبد و عضله ماهی در هر ایستگاه به میزان ۰/۱ گرم نمونه به‌طور مجزا برداشته شد و برای هضم به آن اسید نیتریک ۱ نرمال اضافه شد و عملیات هضم در زیر هود انجام شد (Yilmaz, 2009). نمونه‌های هضم شده سپس به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسیدند و جهت سنجش عناصر در کلیه نمونه‌ها به دستگاه جذب اتمی SHIMADZU تزریق شدند (Tel, 1967). برای اطمینان از کالیبره بودن دستگاه و خلوص اسیدهای هاضم از نمونه شاهد و نمونه تکرار استفاده گردید (Desaules, 2012). آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ انجام شد. برای نرمال بودن و همگنی واریانس داده‌ها به ترتیب از آزمون‌های Kolmogorov–Smirnov و Leven استفاده شد. برای مقایسه مقادیر فلزات در بافت‌های مختلف سیاه ماهی و ایستگاه-های مختلف از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.



شکل ۱: موقعیت رودخانه سرداب‌رود و محل ایستگاه‌های مطالعاتی.

نتایج

مشخصات زیست‌سنجی نمونه‌های برداشت‌شده در جدول شماره ۱ و مقادیر کادمیوم و روی اندازه‌گیری شده در بافت‌های ماهی موردمطالعه در جدول ۲ نشان داده‌شده است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در تمام ایستگاه‌ها تجمع فلز کادمیوم و روی در کبد سیاه ماهی بیش از تجمع فلز در عضله می‌باشد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

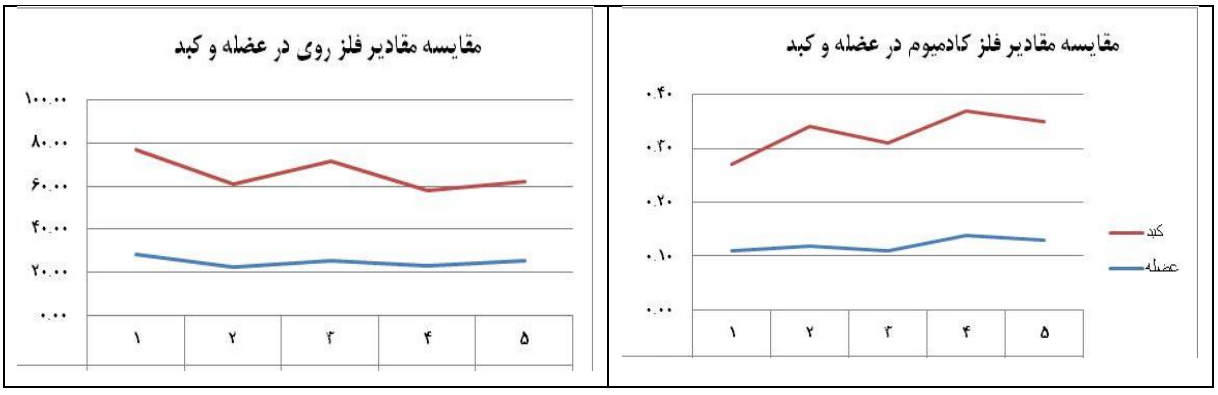
جدول ۱: برخی مشخصات زیست‌سنجی و ریخت‌شناسی سیاه ماهی سرداب‌رود.

وزن (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	سن	جنسیت	تعداد	گونه
کمینه- بیشینه	کمینه- بیشینه	کمینه- بیشینه			
۱۳۳۵/۷-۴۰۵/۲	۴۷/۷-۳۱/۳	۹-۵	♂۲♀/۱۰	۱۲	*Capoeta capoeta*
میانگین±انحراف معیار	میانگین±انحراف معیار	میانگین±انحراف معیار			
۸۲/۸۶۷ ± ۹۶۶/۴۶۳	۱/۳۲۹ ± ۴۱/۰۸۱	۰/۳۸۷ ± ۷/۶۳۶			

جدول ۲: غلظت کادمیوم و روی در کبد و عضله سیاه ماهی سرداب‌رود ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم برگرم وزن خشک).

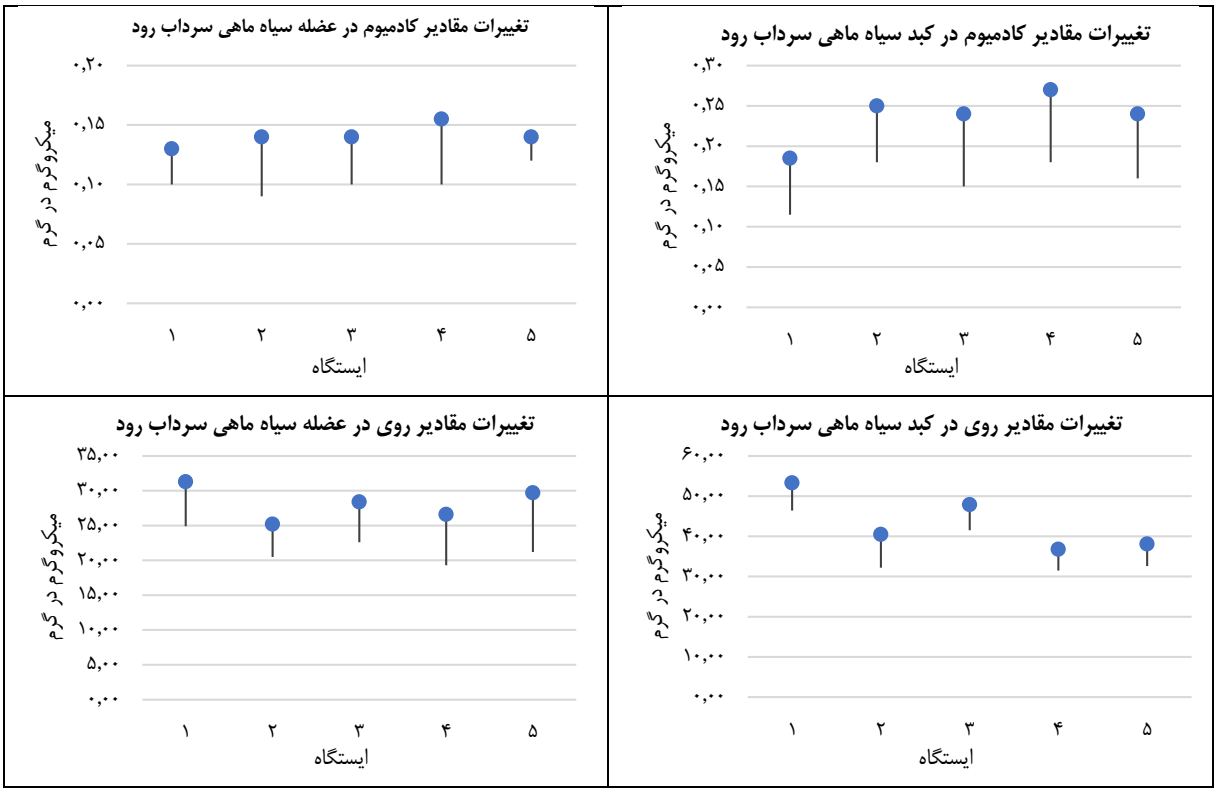
عنصر	بافت	ایستگاه	میانگین	انحراف معیار
کادمیوم	ماهیچه	۱	۰/۱۱	E-01/۸۰۵۸
		۲	۰/۱۲	E-01/۷۰۲۸
		۳	۰/۱۱	E-01/۳۶۶۰
		۴	۰/۱۴	E-01/۵۰۰۸
		۵	۰/۱۴	E-02/۳۶۲۹
	کبد	۱	۰/۱۶	E-03/۳۲۶۶
		۲	۰/۲۲	E-02/۲۴۳۹
		۳	۰/۲۰	E-01/۳۲۲۹
		۴	۰/۲۳	E-04/۲۳۳۵
		۵	۰/۲۲	E-01/۸۰۲۸
روی	ماهیچه	۱	۲۱/۲	E-01/۶۲۰۱
		۲	۲۲/۵	E-01/۷۱۲۸
		۳	۲۵/۷	E-01/۵۰۱۰
		۴	۲۳/۴	E-01/۰۳۰۹
		۵	۲۵/۸	E-01/۸۰۲۸
	کبد	۱	۴۸	E-03/۳۲۵۶
		۲	۳۸/۱	E-02/۲۱۲۹
		۳	۴۵/۶	E-01/۳۱۲۷
		۴	۳۴/۵	E-02/۷۲۳۵
		۵	۳۶/۲	E-02/۳۶۲۹

مقایسه میانگین غلظت کادمیوم و روی در بافت‌های عضله و کبد سیاه ماهی در شکل ۲ آورده شده است. شکل ۳ روند تغییرات کادمیوم و روی در عضله و کبد ماهی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود روند تغییرات کادمیوم و روی در عضله و کبد از ایستگاه ۱ به ۵ از روندی صعودی یا نزولی منظمی تبعیت نمی‌کند (شکل ۳).



شکل ۲: روند تغییرات مقادیر میانگین کادمیوم و روی (میکروگرم در گرم) **در کبد و عضله سیاه ماهی به تفکیک ایستگاه‌های مطالعاتی.**

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]



شکل ۳: نوسانات مقادیر کادمیوم و روی در کبد و عضله سیاه ماهی رودخانه سرداب‌رود.

مطابق نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه، تجمع کادمیوم و روی در عضله سیاه ماهی در پنج ایستگاه مطالعاتی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. بررسی واریانس‌ها با آزمون Leven در مورد بافت عضله سیاه ماهی نشان داد که فلز کادمیوم و روی دارای واریانس‌های یکنواخت می‌باشند ($p>۰/۰۵$). بررسی واریانس‌ها بر اساس آزمون Leven در مورد بافت کبد سیاه ماهی نشان داد که کادمیوم دارای واریانس‌های غیریکنواخت می‌باشد ($p\leq۰/۰۵$) و فلز روی دارای واریانس‌های یکنواخت می‌باشد ($p>۰/۰۵$). بررسی نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز نمونه‌ها نشان داد که تجمع هر دو فلز سنگین در بافت کبد سیاه ماهی بیش‌تر از عضله است ($p\leq۰/۰۵$). بر اساس آزمون آنوا، تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و روی در بافت‌های موردمطالعه وجود داشت ($p>۰/۰۵$). مقایسه مقادیر کادمیوم و روی در عضله سیاه ماهی رودخانه سرداب‌رود با استانداردهای جهانی در جدول ۳ قابل‌مشاهده است.

جدول ۳: مقایسه میزان کادمیوم و روی در عضله سیاه ماهی رودخانه سرداب‌رود با استانداردهای جهانی

روی	کادمیوم	مقادیر استاندارد
۱۰۰۰	۰/۱	FAO(واحد در میلیون)*
۳۰	۰/۵	WHO(واحد در میلیون)**
۲۳/۷۲	۰/۰۱۲	مطالعه حاضر (واحد در میلیون)

*Food and Drug Organization(FAO, 1983)

**World Health Organization (WHO, 1976)

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج این مطالعه غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های برداشت‌شده از پایین‌دست رودخانه بیش‌تر از نمونه‌های برداشت‌شده از مناطق میانی و بالادست بود. تفاوت در میزان فلزات سنگین بافت‌های ماهی ایستگاه‌های مختلف می‌تواند تحت تأثیر جنس و سن و نیز تفاوت در میزان آلودگی نقاط مختلف رودخانه و به‌ویژه بستر رودخانه باشد (Bervoets *et al*., 2009). تغییرات کادمیوم و روی در عضله و کبد از ایستگاه ۱ به ۵ از روندی صعودی یا نزولی منظمی تبعیت نمی‌کند که این موضوع می‌تواند ناشی از تحرک و جابه‌جایی قابل‌توجه این ماهی در طول مسیر رودخانه باشد. چنین نتایجی در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۰ توسط Taherianfardو Ebrahimi بر روی سیاه ماهی رودخانه کر نیز انجام شد، به‌دست‌آمده آمد. در مطالعه‌ای Fuhrer و همکاران در سال ۱۹۹۶ اعلام کردند هر تغییری در جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلف از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبزی، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیکی 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.

مطابق نتایج حاصله از این پژوهش میزان تجمع فلزات در کبد بیش از عضله است. چنین روندی در پژوهش Laimanso و همکاران نیز در سال ۱۹۹۹ مشاهده گردید. کبد ذخیره‌گاه عناصر بوده و بیش‌ترین میزان در کبد و کم‌ترین میزان در عضله ماهیان یافت شد. تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نیز جذب و تجمع آلاینده‌ها در اندام‌هایی مثل کبد و کلیه که مسئولیت سم‌زدایی از بدن رادارند را نسبت به عضله تأیید می‌کند (Wicher and Gantt, 1994). طبق نتایج این پژوهش میانگین غلظت کادمیوم در بافت کبد بیش‌ازحد استاندارد سازمان غذا و دارو و سازمان بهداشت جهانی می‌باشد (FAO, 1983; WHO, 1976). از آن‌جایی‌که کبد بخش خوراکی آبزیان نیست این مسئله می‌تواند نگرانی‌های بهداشتی در خصوص مصرف این ماهی را کاهش دهد. میزان کادمیوم در بافت سیاه ماهی رودخانه سرداب‌رود با توجه به تغذیه این ماهی از جلبک‌ها و لارو حشرات آبزی که در بستر رودخانه زندگی می‌کنند، می‌تواند بیان‌گر غلظت قابل‌توجه این فلز در رسوبات بستر رودخانه موردمطالعه باشد. برای این‌که بتوان با اطمینان بیش‌تری به این موضوع پرداخت باید مطالعات اندازه‌گیری مقادیر فلزت سنگین در سوبات رودخانه نیز انجام شود.

از آن‌جاکه آب این رودخانه منبع آبی مهمی برای کشاورزی حوضه آبریز خود محسوب می‌شود نیاز به توجه بیش‌تری دارد زیرا استفاده از آب آلوده به فلزات سنگین در آبیاری مزارع موجب تجمع آن‌ها در بافت‌های گیاهی شده و درنهایت به انسان منتقل می‌شود (کاظم نژاد و همکاران، ۱۳۸۹). در خصوص فلز روی، مقادیر یافت شده در بافت عضله و کبد زیر حد استاندارد سازمان غذا و دارو و سازمان بهداشت جهانی می‌باشد و بر اساس سرانه مصرف، این‌گونه ماهی نمی‌تواند ریسک سلامتی برای انسان ایجاد نماید (FAO, 1983; WHO, 1976).

به‌طورکلی هر تغییری در جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلف از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبزی، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیکی 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 (Birungi *et al*., 2007; Bervoets *et al*., 2009). برای شناسایی منابع اصلی کادمیوم و روی در این اکوسیستم آبی و نیز ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش میزان عناصر سنگین، نیاز به انجام مطالعات ژئوشیمی بر روی رسوبات این رودخانه می‌باشد.

با توجه به این‌که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص وضعیت آلودگی آبزیان سرداب‌رود مازندران به فلزات سنگین انجام‌نشده بود، نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه اطلاعاتی را در خصوص مقادیر زمینه ۲ فلز سنگین و سمی کادمیوم و روی در رودخانه سرداب‌رود فراهم نمود و مطالعه حاضر تنها پژوهشی است که تاکنون بر روی بررسی فلزات سنگین در آبزیان سرداب‌رود انجام‌شده است. با توجه به این‌که مقدار عنصر کادمیوم در ۵۷ درصد بافت کبد ماهیان برداشت‌شده از منطقه، فراتر از مقدار استاندارد سازمان غذا و دارو بوده اما به دلیل غیرخوراکی بودن این بافت توسط انسان، در حال حاضر مصرف این ماهی نگرانی بهداشتی و سلامتی ایجاد نخواهد کرد. مقادیر روی و کادمیوم در عضله ماهی پایین‌تر از حد استاندارد FAO

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

و WHO بود (FAO, 1983; WHO, 1976). با توجه به مقادیر شناسایی‌شده فلزات سنگین در بافت ماهی بومی این رودخانه نمی‌توان از اثرات بلندمدت این آلودگی بر اکوسیستم رودخانه و ساکنین جوامع محلی نزدیک به رود چشم‌پوشی کرد. بنابراین به نظر می‌رسد نیاز است مطالعات گسترده‌تری بر روی وضعیت آلودگی آب‌های جاری و شیرین این منطقه و نیز سرداب‌رود انجام شود و تمهیدات لازم جهت پایش و کنترل ورود آلودگی‌ها به این منابع ارزشمند صورت پذیرد.

منابع

ابراهیم کنی، ا.، ۱۳۹۲. منابع آب (رودخانه‌های ایران)، انتشارات فر ناس. ۲۴۰ ص.

امینی رنجبر، غ. و علیزاده، م.، ۱۳۷۸. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین (Zn, Cu, Cr, Pb, Cd) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی، پژوهش و سازندگی، شماره پیاپی ۴۰، ۴۱ و ۴۲، صفحات ۱۴۶-۱۴۹.

جوهری، ع.، مظلومی، س.، خیری، م. و اصغری، ص.، ۱۳۸۷. برخی خصوصیات زیست‌شناختی و ریخت‌شناستی سیاه ماهی در قنوات شهرستان بیرجند، فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱ و ۲، صفحات ۸۵-۷۵.

عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. موزه طبیعت و حیات‌وحش، ۳۷۸ ص.

کاظم نژاد، ف.، صفایی، ح.، پاشا، م. و کاظم نژاد، ع.، ۱۳۸۹. بررسی منابع آلاینده رودخانه سرداب‌رود. فصل‌نامه علوم و فنون منابع طبیعی، سال پنجم، شماره دوم، صفحات ۱۱۰-۱۰۱.

طباطبایی، ا. و دست‌گشاده، ف.، ۱۳۸۸. اندازه‌گیری فلز سنگین در نمونه‌های بیولوژی مانند ماهی و گیاه. سازمان حفاظت محیطزیست، صفحات ۲-۱.

نادری جلودار، م. و عبدلی، ا.، ۱۳۸۳. اطلس ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر (آب‌های ایران). موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۱۲ ص.

Bervoets, L., Van Campenhoutk, K., Reynders, H., Kanapen, D., Covaki, A. and Blust, R., 2009. Bioaccumulation of micropollutants and biomarker responses in caged carp (*Cyprinus carpio*). Ecotoxicology and Environmental Safety, 72:720-728.

Birungi, Z., Masola, B., Zaranyika, M. F., Naigaga, I.and Marshall, B., 2007. Active biomonitoring of trace heavy metals using fish (*Oreochromis niloticus*) as bioindicator species.The case of Nakivubo wetland along Lake Victoria. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. 32 (15-18): 1350-1358.

Desaules A., 2012. Critical evaluation of soil contamination assessment methods for trace metals. Science Total Environment, 426:120–131.

Dixon, H., Gil, A., Gubala, c., Lasorsa, B., Creelius, 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, 733P.

FAO, 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fish Circular, 464: 5–100.

Forstner, U. and Muller, G., 1974. Heavy metal in river and sea. Speringer-Verlag, pp.11-45.

Fuhrer, G. J, Stuart, D. J., Mekenzie, W., Rinella, J. F., Crawnford, J. K., Skach, K. A. and Hornlorger, M. L.,1996. Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota.U.S.Geological survey, Portland, 190 P.

Hajeb, P., Jinap, S., Ismail, A., Fatimah, A. B., Jamilah, B.and Abdul Rahim, M., 2009. Assessment of mercury level in commonly consumed marine fishes in Malaysia. Food Control, 20: 79-84.

Jaffar, M., Ashraf, M. and Rasoal, A., 1998. Heavy metal contents in some selected local freshwaters fish and relevant waters. Pakistan Journal of scientific and industrial research, Vol.31, No.3, pp.189-193.

Laimanso, R. Y., Cheung, M. and Chan, K. M.,1999. Metal concenterations in the tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin*) collected from Tolo harbor and Victoria harbor in Hong Kong. Marine Pollution Bullentin, Vol.39, 234P.

Massaro, E. J., 1997. Handbook of toxicology, National health and environment effects research laboratory. CRC press, Boca raton, pp.38-54.

Mendil, D., Unal, O. F., Tuzen, M. and Soylak, M., 2010. Determination of trace metals in different fish species and sediments from the river Yesilirmak in Tokat, Turkey. Food and Chemical Toxicology, 48: 1383-1392.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

NorHasyimah, A. K., James Noik, V., Teh, Y. Y., Lee, C. Y. and Pearline, N.g. H. C., 2011. Assessment of cadmium (Cd) and lead (Pb) levels in commercial marine fish organs between wet markets and supermarkets in Klang Valley, Malaysia. International Food Research Journal, 18: 795-802.

Olowu, R. A., Ayejuyo, O. O., Adewuyi, G. O. and Adejoro, I. A., 2010. Determination of Heavy Metals in Fish Tissues, Water and Sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. E-Journal of Chemistry, 7(1): 215-221.

Taherianfard, M. and Ebrahimi, M., 2010. Concentration of four heavy metals (cadmium, lead, mercury, and arsenic) in organs of two cyprinid fish (*Cyprinus carpio* and Capoeta sp.) from the Kor River (Iran). Environmental Monitoring and Assessment, 168(1-4):575-585.

Tel well, W., 1967. Atomic absorbtion specphtometry. Second edition. Pergamen press, 278 pp.

WHO, 1976. WHO Technical Report Series, No. 612, (Pesticide residuse in food: report of the 1976 joint FAO/WHO Meeting).

Wicher, A. M. and Gantt, L. K., 1994. Contaminant assessment of fish rangia clams and sediments in the lower Pamlico River, North Carolina, U.S fish and wildfish service Ecological services.

Yilmaz, F., 2009. The Comparison of Heavy Metal Concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in Tissues of Three Economically Important Fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) Inhabiting Köycegiz Lake-Mugla (Turkey). Turkish Journal of Science and Technology, 4(1):7-15.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]