"مقاله پژوهشی"

بررسی میزان کادمیوم در بافت‌های عضله و آبشش قزل‌آلای رنگین‌کمان (تازه و بسته‌بندی) عرضه شده در شهر بیرجند

محمدمهدی سعیدی[1]، عطاله اژدری[1*]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۶

چکیده

فلزات سنگین از مهم‌ترین منابع آلاینده اکوسیستم‌های آبی به‌شمار می‌روند، لذا آلودگی انواع ماهیان به فلزات سنگینی مانند کادمیوم می‌تواند منجر به تجمع زیستی این عناصر در بدن مصرف‌کنندگان و در نهایت بروز برخی بیماری‌ها گردد. این پژوهش با هدف ارزیابی میزان تجمع فلز سنگین کادمیوم در بافت‌های عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان عرضه شده در شهر بیرجند انجام پذیرفت. بدین منظور در مجموع تعداد ۹۶ نمونه از بافت‌های عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۴۸ نمونه بافت آبشش ماهی تازه و منجمد و ۴۸ نمونه بافت عضله ماهی تازه و منجمد) بیرجند تهیه گردید. آماده‌سازی نمونه‌ها براساس روش هضم مرطوب صورت پذیرفت. با استفاده از دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی میزان تجمع کادمیوم در هر یک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ وکمک آزمون T-test مورد آنالیز قرارگرفت. بر این اساس میانگین میزان کادمیوم در کل نمونه‌ها ppm ۰/۰۰۱۳ ± ۰/۰۰۷ تعیین گردید. میزان کادمیوم در بافت آبشش نسبت به بافت عضله بیشتر بود، ولی این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p>0/05$) ضمن آنکه میانگین غلظت تجمع یافته فلز کادمیوم در بافت‌های عضله و آبشش نسبت به استانداردهای بین‌المللی بطور معنی‌داری کمتر بود ($p<0/05$). نتایج پژوهش نشان داد خوشبختانه ماهی قزل آلای رنگین‌کمان عرضه شده در شهر بیرجند از نظرمیزان تجمع کادمیوم در وضعیت مطلوبی قرار دارد.

کلمات کلیدی: کادمیوم، ماهی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، جذب اتمی، بیرجند

* عهده‌دار مکاتبات: ataazhdari@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

مقدمه

امروزه غذاهای دریایی نقش قابل توجهی در تامین غذای مردم جهان دارند و با شناسایی خواص و برتری غذایی این فرآورده‌ها بر دیگر مواد پروتئینی روز به روز به مصرف آنها افزوده می‌شود. ماهی علاوه بر اینکه یک ماده غذایی لذیذ، زود هضم و خون‌ساز می باشد، از ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده و استفاده از آن در رژیم غذایی انسان علاوه بر تامین نیازهای تغذیه‌ای بدن در بهبود وضعیت سلامت جسمی و فکری افراد جامعه بسیار موثر است . با توجه به اهمیت و جایگاه ماهیان در هرم غذایی جوامع بشری، کنترل کیفیت آنها در حفظ سلامتی مصرف کنندگان بسیار حائز اهمیت است (Ghaedi *et al*., 2007). فلزات سنگین را در یک نوع تقسیم‌بندی می‌توان به دو دسته عناصر ضروری و عناصر سمی تقسیم نمود. عناصر سمی مانند جیوه، کادمیوم، آرسنیک و... حتی در غلظت‌های کم نیز باعث اختلال در متابولیسم بدن انسان و سایر موجودات می‌شوند. مقادیر برخی از این فلزات مانند مس، روی، آهن و ... در غلظت‌های پایین برای متابولیسم آبزیان ضروری بوده در حالیکه نقش زیستی برخی از آن‌ها مانند کادمیوم، سرب و جیوه هنوز شناخته نشده و این فلزات حتی در غلظت‌های پایین سمی و مضر هستند (Radkhah *et al*.,, 2022). فلزات سنگین از مهم‌ترین منابع آلاینده اکوسیستم‌های آبی به شمار می‌روند. وجود این آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی نتیجه فرآیندهای طبیعی و نیز فعالیت‌های انسانی بوده که در این بین فعالیت‌های انسانی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد (Ghaedi *et al*., 2009). میزان تأثیر فلزات سنگین برای انسان و آبزیان به غلظت و نوع آن عناصر بستگی دارد. از خطرناک‌ترین عناصر سنگین برای تغذیه انسان می‌توان به جیوه، سرب و کادمیوم اشاره کرد. مطالعات علمی نشان داده است که سرطان پروستات، بیماری ایتایی ایتایی، مرگ و میر شدید، کاهش رشد و فعالیت‌های تولیدمثلی، برونشیت، آمفیزم، کم‌خونی، سنگ کلیه، پروتئینه و قندی شدن ادرار از عوارض قرار گرفتن در معرض کادمیوم است (فرامرزیان و همکاران، ۱۳۹۲). میزان جذب عناصر سنگین در بافت‌های مختلف بدن ماهی متفاوت است. کادمیوم عنصری غیر ضروری برای ماهی است که در صورت ورود به بدن آن به طور عمده در آبشش ، کلیه و به میزان کمتری در عضلات و کبد تجمع می‌یابد. مسیرهای اصلی جذب کادمیوم از طریق آبشش و عبور از موکوس روده می‌باشد (چاکری و همکاران، ۱۳۹۴). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان[2] از جمله ماهیان بازار پسند و ممتاز شیلاتی محسوب می‌شود که بررسی آلودگی‌های میکروبی و همچنین میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های آن از نظر سلامت غذایی جامعه اهمیت دارد. آلودگی مواد غذایی از جمله ماهیان به فلزات سنگینی مانند کادمیوم و جیوه می‌تواند منجر به تجمع زیستی این عناصر در بدن مصرف کنندگان و در نهایت بروز برخی بیماری‌ها گردد (Rajeshkumar, 2018).

با هدف ارتقاء سطح سلامت افراد جامعه، پژوهش‌های متعددی در ایران و سایر کشورها در رابطه با ارزیابی میزان تجمع فلزات سنگین در انواع مواد غذایی، بویژه آبزیان، انجام شده است. چرا که کنترل میزان آلودگی اقلام مختلف غذا، شناسایی منابع آلاینده و تعدیل یا حذف آن‌ها نقش قابل ملاحظه‌ای بر پیشگیری از بروز بیماری‌های خطرناک و افزایش

[2] *Oncorhynuchus mykiss*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

طول عمرانسان ایفا می‌کند (سیف زاده و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به اهمیت و جایگاه ماهیان در هرم غذایی جامعه و تاثیرات ناشی از مصرف کادمیوم در انسان این پژوهش با هدف تعیین میزان کادمیوم در بافت های عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای تازه و بسته بندی شده مصرفی بیرجند انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مجموع بر روی تعداد ۴۸ نمونه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، شامل ۲۴ نمونه ماهی تازه و ۲۴ نمونه ماهی منجمد شده عرضه شده در شهرستان بیرجند انجام شد. ۲۴ نمونه از بافت آبشش ماهی تازه و ۲۴ نمونه از بافت آبشش ماهی بسته‌بندی و همچنین ۲۴ نمونه از بافت عضله ماهی تازه و ۲۴ نمونه از بافت عضله ماهی بسته‌بندی در مجموع ۹۶ نمونه مورد بررسی قرارگرفتند.

آماده‌سازی نمونه‌ها

تعداد ۲۴ قطعه ماهی تازه توسط ساچوک از چهار حوضچه پرورش ماهی قزل‌آلا که منبع تامین آب آن قنات بود و تامین کننده بخش عمده ماهی قزل‌آلای تازه مصرفی بیرجند هستند؛ تهیه گردید اندازه ماهیان دارای میانگین وزنی ۳۵۰ گرم و میانگین طولی ۳۳ سانتی‌متر بودند. همچنین تعداد ۲۴ ماهی قزل‌آلای منجمد نیز با همان مشخصات ماهی تازه از فروشگاه‌های سطح شهر بیرجند تهیه گردید نمونه‌ها در اسرع وقت درون کیسه‌های پلاستیکی و جعبه یخ به آزمایشگاه ایران واقع در شهر مشهد منتقل شدند. ماهی‌ها با آب مقطر شستشو داده شدند تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب‌کننده فلزات و انواع آلودگی‌ها از سطح بدن دفع گردد. تمام نمونه‌های عضله از عمق پوست و از قسمت راست بدن ماهیان تهیه گردید و بافت آبشش نیز برای انجام عملیات هضم برداشته شد.

اندازه گیری میزان کادمیوم

به منظور اندازه‌گیری میزان کادمیوم در دو بافت عضله و آبشش در نمونه‌های ماهی تازه و منجمد، پس از نمونه‌برداری و توزین دقیق نمونه‌ها، از روش هضم مرطوب به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها استفاده گردید. به این منظور ابتدا یک گرم از هر یک از نمونه‌ها در ۱۵ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ ۶۵ درصد به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد، سپس ۱۰ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید ۳۰درصد به منظور کامل شدن فرآیند هضم به نمونه‌ها اضافه گردید و فرآیند هضم به مدت ۳۰ دقیقه دیگر در دمای ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد ادامه داده شد. محلول حاصل توسط کاغذ صافی واتمن صاف گردید و نمونه‌ها در بالن حجمی ۵۰ سی‌سی به حجم رسانده شدند. به منظور اندازه‌گیری مقادیر کادمیوم در نمونه‌ها در ابتدا دستگاه جذب اتمی Perkin elmer کوره گرافیتی HGA توسط محلول‌های ۵،۱۰،۱۵،۲۵ جزء در بیلیون کالیبره گردید و سپس نمونه‌ها به منظور اندازه‌گیری کادمیوم به دستگاه جذب اتمی تزریق و مقادیر کادمیوم نمونه‌ها محاسبه گردید (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010؛ کوشافر و همکاران، ۱۳۹۸).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ مورد آنالیز آماری قرارگرفت. برای تعیین نوع آزمون آماری ابتدا داده‌ها از لحاظ نرمال بودن بوسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

بررسی شد.و پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف از آزمون t-test مستقل، برای مقایسه میانگین کادمیوم با استاندارد WHO و سایر استانداردها از آزمون t-test تک نمونه‌ای استفاده شد و α=۰/۰۵ بعنوان سطح معنی‌داری در نظرگرفته شد.

نتایج

در مجموع ۴۸ نمونه از بافت آبشش و ۴۸ نمونه از بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (تازه و بسته‌بندی شده) تهیه و مورد بررسی قرار گرفت.

میانگین میزان کادمیوم در کل نمونه‌ها (۴۸ عضله و ۴۸ آبشش) ppm ۰/۰۰۱۳ ± ۰/۰۰۷ (با حداقل ppm ۰/۰۰۴۷ و حداکثر ppm ۰/۰۹۷) تعیین گردید. لازم به ذکر است بر اساس استانداردهای بین‌المللی WHO وFAO حد مجاز آلودگی به کادمیوم در ماهی حداکثر ppm ۲ می‌باشد.

در جدول ۱ میانگین میزان کادمیوم در هر یک از بافت‌های عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای تازه و بسته‌بندی شده ذکر شده است.

جدول ۱: مقایسه میزان کادمیوم در بافت عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه و بسته‌بندی شده عرضه شده در شهر بیرجند

نوع ماهی	درجه آزادی(df)	t-test مستقل	بافت آبشش انحراف معیار ± میانگین	بافت عضله انحراف معیار ± میانگین
ماهی تازه	۴۶	۰/۶۷	۰/۰±۰۰۷۲/۰۰۱۱	۰/۰۰۷۱ ۰±/۰۰۱۶
ماهی فریز شده	۴۶	۰/۶۷	۰/۰±۰۰۰۷/۰۰۱۰	۰/۰۰۶۸ ± ۰/۰۰۱۳

براساس داده‌های جدول فوق در میانگین میزان کادمیوم دربافت‌های عضله و همچنین آبشش‌های ماهی تازه و ماهی فریز شده اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید (p>0/05).

در جداول ۲ و ۳ میزان کادمیوم در هریک از بافت‌های عضله و آبشش مورد آزمون با استانداردهای بین‌المللی WHO و NHMRC مقایسه شده است.

جدول ۲: مقایسه میزان کادمیوم در بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه و بسته‌بندی شده با استاندارد WHO و NHMRC

نوع ماهی	درجه آزادی(df)	فراوانی	نتیجه آزمون t-test تک نمونه‌ای برای مقایسه با استانداردWHO (۰/۲)	نتیجه آزمون t-test تک نمونه‌ای برای مقایسه با استانداردNHMRC (۰/۰۵)	بافت عضله انحراف معیار ± میانگین
تازه	۲۳	۲۴	t =۵۹۹/۲ p< ۰/۰۰۱	t =۱۳۳/۲ p < ۰/۰۰۱	۰/۰۰۷۱ ۰±/۰۰۱۶
فریز شده	۲۳	۲۴	t =۷۰۵/۹ p< ۰/۰۰۱	t =۱۵۷/۷ p< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۶۹ ۰±/۰۰۱۴
کل نمونه های بافت عضله	۴۶	۴۸	t =۹۱۹/۲ p< ۰/۰۰۱	t =۲۰۴/۸ p< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۶۸ ۰±/۰۰۱۳

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

جدول ۳: مقایسه میزان کادمیوم در بافت آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه و بسته‌بندی شده با استاندارد WHO و NHMRC

نوع ماهی	درجه آزادی(df)	فراوانی	نتیجه آزمون t-test تک نمونه‌ای برای مقایسه با استاندارد WHO (۰/۲)	نتیجه آزمون t-test تک نمونه‌ای برای مقایسه با استاندارد NHMRC (۰/۰۵)	بافت آبشش انحراف معیار ± میانگین
تازه	۲۳	۲۴	t =۸۶۹/۹ p< ۰/۰۰۱	t =۱۹۳ p< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۷۲ ۰±/۰۰۱۱
فریز شده	۲۳	۲۴	t =۹۲۹/۷ p< ۰/۰۰۱	t =۲۰۷/۱ p< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۷ ۰±/۰۰۱۰
کل نمونه‌های بافت آبشش	۴۶	۴۸	t =۱۲۷۷/۸ p< ۰/۰۰۱	t =۲۸۴/۱ p< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۷۱ ۰±/۰۰۱۰

براساس داده‌های جداول فوق میانگین کادمیوم در نمونه‌های بافت عضله و بافت آبشش ماهی تازه و ماهی فریز شده به طور معنی‌داری کمتر از میزان استانداردهای بین‌المللی WHO و NHMRC بود (p<۰/۰۰۱). همچنین در کل نمونه‌های بافت عضله و همچنین آبشش‌های مورد آزمون نیز میزان کادمیوم به طور معنی‌داری از استانداردهای مذکورکمتر بود (p<۰/۰۰۱). در جدول ۴ میانگین کادمیوم تجمع یافته در کل بافت‌های عضله و آبشش مورد آزمون نشان داده شده است بر اساس داده‌های این جدول اختلاف آماری معنی‌داری در میانگین کادمیوم دربافت‌های عضله و آبشش مشاهده نگردید (p>0/05).

جدول ۴: مقایسه میزان کادمیوم دربافت عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان عرضه شده در شهر بیرجند

نوع ماهی	درجه آزادی(df)	فراوانی	نتیجه آزمون t-test مستقل	انحراف معیار ± میانگین
بافت عضله	۹۴	۴۸	t=۰/۵۴	۰/۰۰۶۹ ۰±/۰۰۱۴
بافت آبشش	۹۴	۴۸	P=۰/۵۹	۰/۰۰۷۱ ۰±/۰۰۱۰

در جدول ۵ بطور کلی میانگین کادمیوم ارزیابی شده از مجموع بافت‌های عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای تازه و بسته‌بندی شده ذکر شده است. بر اساس این داده‌ها میانگین کادمیوم در نمونه‌های ماهی قزل‌آلای تازه وبسته بندی شده اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (p>0/05).

جدول ۵: مقایسه میزان کادمیوم در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه و بسته‌بندی شده عرضه شده در شهر بیرجند

نوع ماهی	درجه آزادی(df)	فراوانی	نتیجه آزمون t-test مستقل	انحراف معیار ± میانگین
ماهی تازه	۹۴	۴۸	t=۰/۹۵	۰/۰۰۷۲ ۰±/۰۰۱۳
ماهی فریز شده	۹۴	۴۸	P=۰/۳۵	۰/۰۰۶۹ ۰±/۰۰۱۲

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

بحث

امروزه مصرف ماهی بخاطر نقش مهم آن در سلامتی افزایش پیدا کرده، چرا که ماهی علاوه برداشتن پروتئین‌های سهل‌الهضم به عنوان یک منبع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع بویژه اسیدهای چرب امگا تری محسوب می‌شود. در این تحقیق میزان تجمع کادمیوم در ۴۸ نمونه از بافت آبشش و ۴۸ نمونه از بافت عضله ماهی قزل‌آلا مورد بررسی قرارگرفت. نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها مشخص‌کرد که بافت آبشش نسبت به بافت عضله از قابلیت بالاتری در راستای نمایش تجمع فلز سنگین کادمیوم در این گونه از ماهی را دارد. میانگین غلظت فلز کادمیوم در بافت‌های آبشش و عضله بین نمونه‌های تازه و فریز شده تفاوت معنی‌داری نشان نداد. همچنین در تمامی نمونه‌های این پژوهش میزان کادمیوم از حد مجاز استاندارد مراجع بین‌المللی WHO و NHMRC کمتر بود. بنابراین می‌توان گزارش نمود که ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه و بسته‌بندی توزیع شده در سطح شهرستان بیرجند از لحاظ آلودگی به فلز کادمیوم در وضعیت مطلوبی قراردارند. حد مجاز مصرف کادمیوم در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶: حد مجاز مصرف کادمیوم برای انسان

استاندارد	کادمیوم (ppm)	منبع
WHO	۰/۲	Madany *et al* (1996)
NHMRC	۰/۰۵	Darmono and Denton (1990)
U.K (MAFF)	۰/۲	Mormede and Davies (2001)
آلمان	۰/۵	Radojevic and Bashkin (1999)

بر اساس نتایج در خصوص میانگین میزان تجمع کادمیوم در بافت‌های عضله و آبشش ماهیان تازه و فریز شده قزل‌آلای رنگین‌کمان اختلاف آماری معنی‌داری حاصل نگردید. نزدیک بودن مقادیر فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان بررسی شده در مطالعه عسکری و همکاران (۱۳۸۶) نیز گزارش گردید. کم بودن مقدار عددی میانگین غلظت کادمیوم در نمونه‌های مورد ارزیابی با نتایج مطالعات بسیاری از محققین نظیر ارشد و همکاران (۱۳۹۳)، بهشتی و همکاران (۱۳۸۹)، عسکری و همکاران (۱۳۸۶) و خیدرو و همکاران (۱۳۸۹) همخوانی داشت. ضمن آنکه از این لحاظ Murtala و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش انجام شده میزان کادمیوم در بافت آبشش ماهی‌های *H. forskahlii* و *H. bebe occidentalis* به ترتیب ۰/۰۱± ۰/۳۹و ۰/۰۱±۰/۲۵ و دربافت عضله این ماهی‌ها به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۰۸± ۰/۱۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم بافت نمونه بودT که با نتیجه این پژوهش مطابقت و کمتر از حد مجاز استاندارد است. در مطالعه بخشعلی زاده و همکاران (۱۴۰۱) اختلاف معنی‌داری در میزان تجمع کادمیوم در بخش میانی و نزدیک به انتهای دستگاه گوارش نمونه‌های ماهی مورد ارزیابی مشاهده نشد. در پژوهش فرامرزیان (۱۳۹۲) در شهر شیراز میانگین غلظت کادمیوم در ماهی قزل‌آلا ۰/۰۹ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم بافت نمونه ماهیان بود. اردکانی و جعفری (۱۳۹۳) میانگین غلظت تجمع یافته عنصر کادمیوم بر حسب نانوگرم بر گرم وزن تر در بافت عضله ماهی کپور۲/۰± ۸/۰ ، و خوش بین و پور خباز (۱۴۰۱) میزان کادمیوم عضله ماهی شوریده ۱۵ /۰/۰±۰۷ و کادمیوم کمتر از حدود مجاز توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان غذا و کشاورزی (FAO) گزارش گردید، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در پژوهشی دیگر

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

درافشان و همکاران (۱۳۹۴) میزان کادمیوم مورد بررسی۰/۱۱± ۰/۸ میکروگرم در گرم و بیشتر از حد مجاز توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان غذا و کشاورزی(FAO) گزارش شد. هر چند تاثیرات نهایی جیوه و سرب به عنوان دو فلز سنگین و خطرناک در تغذیه انسانی به اثبات رسیده است (Filazi *et al*., 2003 و عسکری ساری، ۱۳۸۸) از اثرات کادمیوم به عنوان سومین فلز خطرناک در تغذیه انسانی می توان به صدمات جبران ناپذیر کلیوی ناشی از غلظت‌های غیرمجاز آن و بروز بیماری‌های شدید گوارشی، مشکلات اسکلتی، برونشیت و کم خونی اشاره نمود. تحقیقات مختلف درگونه‌های متفاوت ماهی نشان می‌دهدکه غلظت عناصر سنگین گاهی در آبشش و گاهی در کبد دارای حداکثر میزان می‌باشند، ولی تقریبا در تمامی تحقیقات، غلظت عناصر سنگین در کبد و آبشش بیشتر از عضله است (*et al*., 2014 Hassanpour).

پایین بودن تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله در نتیجه تطابق فیزیولوژیک ماهی با محیط اطراف همزمان با رشد ماهی است که این امر میتواند در حذف یا خنثی سازی عناصر سنگین در بافت عضله موثر باشد (Shahri *et al*., 2017). عادت‌های تغذیه‌ای، نیازهای بوم شناختی، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوبات، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص فیزیکی و شیمیایی آب (شوری، سختی، دما و pH) از عوامل موثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی هستند (Merciai *et al*., 2014; Yi and Zhang, 2012). نتایج حاصل از این تحقیق و پایین بودن سطح فلز سنگین سنجش شده در نمونه های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سطح شهرستان بیرجند نشان داد که عوامل مذکور طی دوره پرورش، صید و بسته‌بندی ماهیان تازه و بسته‌بندی شده در سطح شهرستان بیرجند در حد مطلوبی بوده بنابراین کیفیت آنها از لحاظ تغذیه انسانی مناسب ارزیابی می‌گردد. انجام مطالعات مشابه در سمنان (رفیعی و همکاران، ۱۳۸۷)، شیراز (فرامرزیان و همکاران، ۱۳۹۲) و... با موضوع این تحقیق در خصوص گونه قزل‌آلای رنگین‌کمان، اهمیت تجاری این گونه را مورد تایید قرار می‌دهد، بویژه اینکه گونه مذکور تنها گونه پرورشی ماهیان سردآبی در شهرستان بیرجند می‌باشد. با توجه به اینکه پساب های کشاورزی حاوی کودهای فسفاته از مهم‌ترین منابع آلوده‌کننده حاوی کادمیوم می‌باشند (پور مقدس و ظفرزاده، ۱۳۹۵). در نتیجه پایین بودن میانگین تجمع فلز کادمیوم در بافت عضله و آبشش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی شده در این تحقیق بیانگر آن است که آب مورد استفاده جهت پرورش این ماهیان در این خصوص از وضعیت مطلوبی برخوردار است.

نتیجه‌گیری

بررسی غلظت فلز سنگین کادمیوم در بافت‌های عضله و آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان عرضه شده در سطح شهرستان بیرجند با روش استاندارد هضم مرطوب و به کمک دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی perkin elmer نشان داد که نمونه های بررسی شده از این حیث از وضعیت مطلوبی برخوردار بوده و میزان آلودگی کمتر از استانداردهای تعیین شده توسط سازمان‌های بین‌المللی ذیربط نظیر WHO و... است. از طرفی همان‌گونه که پیش تر از این اشاره شد از آنجا که پساب‌های کشاورزی حاوی کودهای فسفاته از

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

مهم‌ترین منابع آلوده‌کننده حاوی کادمیوم می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که از این لحاظ آب مصرفی در کشاورزی مناطق مورد مطالعه نیز مناسب است.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند تشکر نماییم.

منابع

۱. اردکانی، س.، جعفری، م.، ۱۳۹۳. بررسی تجمع آرسنیک، جیوه، روی، سرب، کادمیوم و مس در بافت عضله ماهی کپور معمولی. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۴(۱۱۶)، ۱۹۵-۱۸۴.

۲. ارشد، ع.، صادقی راد، م، علی اکبر، ع.، چوبیان، ف.، ۱۳۹۳. بررسی فلزات سنگین (مس، سرب،کادمیوم و روی) آب در مراحل مختلف تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری مجتمع شهید دکتر بهشتی. توسعه آبزی پروری، ۸(۲)، ۸-۱.

۳. بخشعلی‌زاده، ش.، رستم‌زاده لیافویی، ع.، فازیو، ف.، ۱۴۰۱. تاثیر زیستگاه بر تجمع عناصر نیکل (Ni) و کادمیوم (Cd) در دستگاه گوارش کفال (*Chelon auratus* and *Mugil cephalus*) به‌عنوان یک ماهی پوسیده‌خوار. توسعه آبزی پروری، ۱۶ (۱)، ۱۱-۱.

۴. بهشتی، م.، عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.، ولایت زاده، م.، ۱۳۸۹. اندازه گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین (Fe ، Zn ، Mn ، Cu) در اندام‌های مختلف ماهی بیاح (*Liza abu*) در رودخانه دز استان خوزستان. مجله تالاب، ۲(۶)، ۷۹-۷۱.

۵. پور مقدس، ح.، ظفرزاده، ع.، ۱۳۹۵. اثر استفاده کودهای شیمیایی در افزایش غلظت کادمیوم، سرب و روی خاک مزارع کشاورزی اصفهان. مهندسی بهداشت محیط، ۴(۲)، ۱۳۸-۱۲۶.

۶. چاکری، ر.، سجادی، م.، کامرانی، ا.، آقاجاری، ن.، ۱۳۹۴. تعیین میزان غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد ماهی طلا ل(*Rastrelliger kanagurta*) در آب‌های خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴(۲)، ۱۲۴-۱۱۵.

۷. خوش‌بین، ا.، پورخباز، ع.، ۱۴۰۱. تجمع زیستی سرب، نیکل و کادمیوم در بافت عضله، کبد و پوست ماهی شوریده وکوتر چشم درشت. مجله علمی شیلات ایران، ۳۱(۲)،۱۱-۱.

۸. درافشان، س.، شجاعی، ن.، میرغفاری، ن.، ۱۳۹۴. تعیین میزان فلزات سنگین کادمیوم و کروم در بافت های مختلف (عضله، آبشش،کلیه و روده) عروس ماهی زاینده رود *Petroleuciscus esfahani*. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴(۲)، ۵۲-۴۳.

۹. رفیعی، غ.، میرواقفی، ع.، رضایی توابع، ک.، مجازی امیری، ب.، عبدالحی،ح.، ۱۳۸۷. تجمع زیستی فلزات سنگین مس، روی، آهن و منگنز در تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از مرحله لقاح تا تخم گشایی. مجله علمی شیلات ایران، ۱۷(۴)، ۶۶-۵۶.

۱۰. سیف زاده، م.، گلشاهی، ع.، صفی یاری، ش.، ۱۳۹۷. میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در ماهی قزل‌آلای پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) ناحیه تالش استان

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

گیلان. پژوهشهای علوم دامی (دانش کشاورزی)، (۲)، ۶۵-۷۹.

۱۱. عسکری، ق.، اشرفی، د.، غلامپور، ا.، ۱۳۸۶. بررسی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد. دهمین همایش ملی بهداشت محیط.

۱۲. عسکری ساری، ا.، فرهنگ نیا، م.، بازترابی، م .، ۱۳۸۸. اندازه گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی. مجله تالاب، ۲(۱)، ۱۰۶-۱۰۱.

۱۳. فرامرزیان، م، درخشان، ز.، رنجبر، م.، بقاپور، م.ع.، ۱۳۹۲. بررسی و ارزیابی خط غلظت فلزات سنگین در ماهیان قزل‌آلای شیراز. شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران.

۱۴. کوشافر، ا.، سواری، ا.، سخایی، ن.، ارچنگی، ب.، کریمی اورگانی، ف.، ۱۳۹۸. ارزیابی فاکتورهای سرطانزایی و غیرسرطانزایی فلزات سنگین در عضله ماهیان غالب رودخانه بهمنشیر. محیط زیست جانوری، ۱۱(۴)، ۱۶۲-۱۵۵.

15. Ahmad, A.K., Shuhaimi-Othman, M., 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini,Pahang, Malaysia. journal of Biological Sciences, 10(2)2 ,93-100.
16. Darmono, D., Denton, G.R. W., 1990. Heavy metal concentrations in the banana prawn, Penaeus merguiensis, and leader prawn, P. monodon, in the Townsville Region of Australia, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 44, 479-486.
17. Filazi, A., Baskaya, R., kum, C., 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Human & Experimental Toxicology, 22, 85-87.
18. Ghaedi, M., ahmadi , f., ovmd soylak , M., 2007. simultaneous preconcencion of cpooer , niikel , cobalt and lead ionsprior to their fbme atomic absorption spectrometric determination. Annali di chimica, 97, 277- 280.
19. Ghaedi, M., Shokrollahi, A., Kianfar, A.H., Pourfarokhi, A., Khanjari, N., Mirsadeghi, A.S., Soylak, M., 2009. Preconcentration and separation of trace amount of heavy metal ions on bis (2-hydroxy acetophenone) ethylendiimine loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 162, 1408-1414.
20. Hassanpour, M., Rajaei, G., Sinka Karimi M.H., Ferdosian, F., Maghsoudloorad, R., 2014. Determination of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus kutum*) from Miankaleh International Wetland and Human Health Risk. Journal Mazandara: University Medicine Science. 24, 163-170.
21. Madany, I., M. Wahab, A.A., Al-Alawi, Z., 1996. Trace metals concenteration in marine organisms from the costal areas of bahrain, Persian Gulf. Water, Air, and Soil pollution, 91, 233-248.
22. Merciai, R., Guasch, H., kumar, A., sabater, S., berthou, E., 2014. Trace metal concentration and fish size: variation among fish species in a Mediterrane an river. Ecotoxicology and Environmental Safety, 107,154-161.
23. Mormede, S., Davies, I. M., 2001. Heavy metal concentrations in commercial deepsea fish from Rockall trough, Continent shelf Res. 21, 899-916.
24. Murtala, B.A., Abdul, W.O., Akinyemi, A.A., 2012. Bioacuumulation of heavy metals fish (*Hydrocynus forskahlii*, Hyperopisus bebe occidetalis and *Claris gariepinus*) organs in downstreamogun coastal water, Nigeria. Journal of Agricultural Science, 2, 51- 60.
25. Radkah, A., Eagderi,S., Sadeghinejad Masouleh, E., 2022. Accumulation of Heavy Metals in Fish: A Serious Threat to Food Security and Public Health. Journal of Marine Medicine, 3, 236-245.
26. Radojevic, M., Bashkin, V.N., 1999. Practical Environmental Analysis. The Royal Society of Chemistry, U.K., 466pp.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

27. Rajeshkumar, S., Xiaoyu, Li., 2018. Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China. Toxicology Reports, 5, 288-95.
28. Yi, Y. J., Zhang, S. H., 2012. The relationships between fish heavy metal concentrations and fish size in the upper and middle reach of Yangtze River. Procedia Environmental Sciences, 13, 1699-1707.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

Survey of Cadmium Concentration in different tissues (gill, muscle) of Rainbow trout in Birjand markets

Saeedi, M.M.[1]; Azhdari, A.[1*]

1- Department of Food Science and Technology, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.

Received: 18 April 2024 **Accepted: 15 June 2024**

Abstract

Heavy metals are one of the most important polluting sources of aquatic ecosystems, so the contamination of fishes with heavy metals, such as cadmium, can lead to their bioaccumulation in the body of consumers and ultimately the occurrence of various dangerous diseases. The aim of this research was to evaluate the amount of cadmium concentration in the rainbow trout, marketed in Birjand, Iran. For this purpose, a total of 96 samples of muscle and gill tissues of rainbow trout (48 fresh and frozen fish gill tissue samples and 48 fresh and frozen fish muscle tissue samples) were tested. Samples were prepared by wet digestion method and cadmium concentration was measured using graphite furnace atomic absorption spectrophotometer. After the statistical analysis of the data the mean value of cadmium in all samples was measured 0.007±0.003 ppm. The amount of cadmium in gill tissues was higher than in muscle tissues, but this difference was not statistically significant (p>0.05). In addition, the average concentration of cadmium in muscle and gill tissues were significantly lower than international standards (p<0.05). he results of this research showed that, fortunately the rainbow trout marketed in Birjand city is in a favorable condition in terms of the cadmium concentration.

Keywords: Cadmium, Fish, Rainbow Trout, Atomic Absorption, Birjand

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-816]

[*] *Corresponding Author: ataazhdari@yahoo.com*