مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

تعیین میزان فلزات سنگین مس، نیکل، کبالت و کروم در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس طلایی (*Carassiu sauratus*) تالاب بین المللی بندرانزلی

علی اصغر خانی پور*، مینا احمدی، قربان زارع گشتی، مینا سیف زاده، فریدون رفیع پور

پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰۵/۳۱
اصلاح: ۹۵/۰۴/۱۰
پذیرش: ۹۵/۰۷/۰۹

کلمات کلیدی:
آلودگی
تالاب انزلی
ماهی کاراس طلایی
مصرف ماهی

چکیده

در این بررسی میزان غلظت فلزات سنگین (مس، نیکل، کبالت و کروم) در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس طلایی در سه ایستگاه (غرب، مرکزی، شرق) تالاب انزلی در سال ۱۳۹۱ مورد سنجش قرار گرفت. از هر ایستگاه ۱۰ نمونه ماهی در اوزان استاندارد به روش صید با تور گوشگیر صید شد. نتایج این تحقیق نشان داد بالاترین میزان تجمع به ترتیب مربوط به مس (Cu) > نیکل(Ni) > کبالت (Co) >کروم (Cr) بود، هرچند غلظت مس، نیکل، کبالت و کروم در بافت عضله ماهی کاراس طلایی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت ($P > 0.05$). میانگین میزان تجمع فلزات سنگین با FDA و WHO مقایسه شد. در این تحقیق میزان سمیت فلزات مس، کبالت، نیکل و کروم پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای WHO و FDA بوده است. طبق نتایج فلز نیکل میزانی نزدیک به حد مجاز را در نمونه‌های تالاب مرکزی و شرق در مقایسه با استاندارد WHO نشان داد که باید کنترل بیشتری بر روی منابع تولیدکننده این فلز در حوضه اطراف تالاب انجام داد. اما به طور کلی مصرف ماهی کاراس طلایی تالاب انزلی از حیث بهداشتی برای مصارف انسانی مناسب تشخیص داده شد.

مقدمــه

استفاده از منابع خوراکی آبزی به ویژه ماهیان به عنوان تأمین کننده بخشی از نیاز پروتئینی، به علت افزایش جمیعت و نیاز روز افزون انسان به غذا افزایش یافته است. همچنین ماهی منبع خوبی از مواد مغذی از جمله ویتامین ها، مواد معدنی و اسید چرب امگا ۳ می باشد بنابراین تأثیر بسیار مهمی در سلامتی قلب، جسم و روان دارد (Gheysari، 2013).

متأسفانه رشد سریع جمعیت و توسعه مراکز مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی سبب شده تا زباله ها و فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی سال به سال افزایش یافته و موجب آلودگی محیط زیست انسان و موجودات آبزی گردد. از نکات قابل توجه، آلودگی آبزیان به فلزات سنگین است، زیرا فلزات سنگین، آلاینده های پایداری هستند که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرآیندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی شوند (Wen-Xiong, 2011). فلزات سنگین از طریق تنفس، همراه غذا یا جذب از طریق پوست وارد بدن می شوند که اگر با سرعتی بیش از راه های سم زدایی بدن، در بافتها تجمع یابند، به تدریج سمیت خود را آشکار می کنند. مسیر غالب برای جذب فلزات سنگین، با توجه به ارگان های هدف و حساسیت

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Aakhanipour@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

ارگانیسم، بسیار متغیر می باشد و به عواملی مانند غلظت فلز، سن، اندازه، وضعیت فیزیولوژیکی، زیستگاه، رفتار تغذیه و سرعت رشد ماهی وابسته است (Demirezen *et al.*, 2006).

تالاب انزلی یکی از با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی بوده که به لحاظ تنوع زیستی، اکوتوریسم و آبزیان دارای ارزش اقتصادی است. متاسفانه هرساله حجم زیادی از فاضلاب خانگی شهرستانهای رشت، انزلی، صومعه‌سرا، فومن و ماسال که حوضه آبخیز تالاب انزلی هستند، وارد تالاب می‌شود. فاضلابهای شهری و خانگی یک منبع بزرگ تخلیه کننده فلزات سنگین به محیط در جریانها یا گل های فاضلاب هستند که معمولاً شامل سطوح بالایی از فلزات مس، نیکل؛ کروم و کبالت می باشند. این فاضلابها ناشی از آبهای زائدی هستند که از منازل؛ آبهای سطحی شهری، موسسات تجاری و صنعتی سرچشمه گرفته و به طور مستقیم و غیرمستقیم به رودخانه ها تخلیه می شوند و با توجه به حجم بسیاری که دارند از عمده ترین عوامل آلودگی تالاب انزلی محسوب می شوند. آلودگیهای تالاب بیشتر از طریق رودخانه پیر بازار به آن می رسد که خود این رودخانه از دو رودخانه کوچکتر گوهر رود و زرجوب که دو بخش خاوری و باختری ریخته و از آنجا از راه رودخانه پیر بازار به تالاب می‌ریزند. رودخانه زرجوب در مسیر حرکت پذیرای فاضلاب ۱۰ بیمارستان، ۵۲ گرمابه و تعداد ۳۸ واحد صنعتی و کارخانه‌های متعدد و پسابهای اراضی کشاورزی است. تعداد ۶ شهر، ۵ بخش و ۱۸ دهستان و بیش از ۳۰۰ روستا در حوضه این رودخانه وجود دارد. بخشی از فاضلاب صنعتی کارخانه های حوضه و تمامی فاضلابهای شهری و روستایی بدون تصفیه به رودخانه تخلیه و باعث آلودگی شدید این رودخانه می شود که تلفات مرگ و میر وسیع آبزیان رودخانه و تالاب انزلی را در مقاطع بحرانی باعث می شود (Babaei, 2011). ورود این آلاینده ها سبب به هم خوردن سیستم طبیعی تالاب شده و در دراز مدت باعث تجمع زیستی (Bioaccomulation) عناصر آلاینده و فوق سمی در بافت آبزیان به خصوص ماهیان می شود. از طرفی، وارد شدن آلاینده ها در زنجیره غذایی می تواند سلامت و بهداشت مصرف کنندگان را به مخاطره انداخته و سبب بروز انواع بیماریهای خونی، عصبی و حتی ژنتیکی گردد (Fatollahi, 2003) .

ماهی کاراس (*Carassius auratus*) یک گونه غیربومی برای آبهای ایران است. از لحاظ سیستماتیک، ماهی کاراس ازخانواده کپورماهیان Cyprinidae و از جنس (*Carassius*) است. محل زیست این ماهی هرچه رسوبات چسبناک و لجن بیشتری داشته باشد مناسب تر بوده و ماهی در شرایط مساعدتری به حیات و تولیدمثل خود می پردازد و درآبهایی که فاقد غذای گیاهی است رشد این ماهی کند است. رژیم غذایی این ماهی همه چیزخواری است و از موجودات ریز کف و حاشیه استخر و از بقایای گیاهان تغذیه می کند، بنابراین این گونه پتانسیل بیشتری در تجمع آلاینده ها از جمله فلزات سنگین دارد (Bagheri, 2010) . از آنجا که یکی از فراوان ترین ماهی های نقاط مختلف تالاب انزلی بوده و تقاضای مصرف آن به خصوص در اقشار کم درآمد جامعه زیاد است مطالعه آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

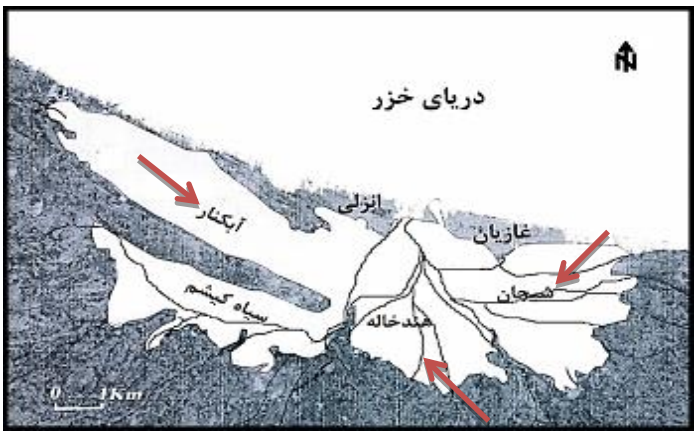
مطالعات زیادی در خصوص اندازه گیری فلزات سنگین در ماهیان تالاب انزلی انجام شده است که می توان به تجمع زیستی جیوه کل و جیوه آلی در ماهی کاراس تالاب انزلی و ارزیابی خطرات سلامتی (Alidoust *et al.*, 2015)، مطالعه مقایسه‌ای تجمع فلزات سنگین (روی، قلع و سرب) در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی (Taheri *et al.*, 2013)، بررسی میزان جیوه سرب، روی و مس در بافت عضله و کبد ماهی سوف حاجی طرخان در دو ناحیه آبکنار و شیجان از تالاب انزلی در فصل بهار (Ashja Ardalan *et al.*, 2008)، بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی در تالاب بین المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات (Ebrahimi *et al.*, 2012)، بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحی و اندامهای مختلف ماهی کپور تالاب بین المللی انزلی (Babaei and Khodaprast, 2011) اشاره کرد.

از آنجا که بافت عضله‌ی ماهی نقش مهمی در تغذیه‌ی انسان دارد و لزوم اطمینان از سلامت مصرف آن از اهمیت زیادی برخوردار است، این مطالعه با هدف بررسی میزان فلزات سنگین مس، نیکل، کبالت و کروم در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس طلایی (*Carassiu sauratus*) تالاب بین المللی بندر انزلی مورد بررسی قرار گرفت.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی تالاب انزلی



شکل ۲. موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی تالاب انزلی

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق تالاب بین المللی انزلی بود. این تالاب در ساحل جنوبی دریای خزر َ۲۸ °۳۷ با عرض شمالی و َ۲۵ °۴۹ طول شرقی در استان گیلان واقع شده است (شکل ۱) (Sadeghirad ,1997) . در این تحقیق ۳۰ عدد ماهی کاراس در سال ۱۳۹۱ با قایق و تور گوشگیر از سه ایستگاه تالاب انزلی (آبکنار، هندخاله، شیجان) (شکل ۲) صید شدند. سپس نمونه ها تخلیه شکمی، پوست کنی و فیله گردیدند. آنگاه فیله های بافت عضله ماهی هر ایستگاه توسط دستگاه استخوان گیر به صورت هموژن درآمد.

برای سنجش عناصر مس، نیکل، کبالت و کروم حدود ۳۰-۲۰ گرم از نمونه هموژن شده ماهی در دمای ۵۵- درجه سیلیسیوس به مدت ۱۰ساعت در دستگاه فریزدرایر مدل CHRIST-LCG آلمان کاملاً خشک گردید. نمونه ها با استفاده از آسیاب برقی کاملاً نرم و یکدست شدند. هضم شیمیایی نمونه ها با روش هضم تر و مخلوط اسید (HNO3/ HCLO4) صورت گرفت. سپس نمونه های هضم شده بعد از سرد شدن توسط کاغذ صافی (واتمن شماره ۴۲) صاف شده و با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر در بالن های حجمی به حجم ۲۵ سی سی رسید. نمونه ها داخل بطری‌های پلی اتیلنی که دارای برچسب کد نمونه است ریخته شد. محلول به دست آمده به دستگاه تزریق و مقدار جذب و غلظت هر یک از فلزات سنگین نیکل و کروم توسط دستگاه جذب اتمی شعله کمپانی ژاپن SHIMADZU مدل AA/680 خوانده شد (Roger, 1994; MOOPAM, 1999).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

جهت کشیدن خط کالیبراسیون، از محلولهای استاندارد با غلظتهای مختلف که از محلول استاندارد مادر (stock standard) با غلظت 1000 ppm تهیه شده بودند استفاده شد. کلیه مواد آزمایشگاهی مورد نیاز نیز با درجه خلوص بالا از شرکت Merck آلمان تهیه گردید.

به منظور تایید صحت روش کار و اطمینان از روش آماده سازی از نمونه های ماهی، از روش افزودن استاندارد (Standard addition) و درصد بازیابی (recovery percentage) استفاده شد. در این تحقیق ۱۰ میلی لیتر محلول استاندارد فلزات مورد سنجش با دو غلظت متفاوت (بر حسب پی پی ام) تهیه و به نمونه آزمایش اضافه شد. شایان ذکر است که دو نمونه به صورت مشابه و در شرایط یکسان تهیه شدند و فقط به یکی از آنها محلول استاندارد اضافه شد، آنگاه غلظت هر کدام جداگانه تعیین و درصد بازیابی فلزات مورد مطالعه محاسبه گردید.

نتایج افزایش استاندارد به نمونه های ماهی و درصد بازیابی فلزات سنگین (۹۲/۸-۹۸/۳) نشان داد که روش مورد استفاده برای تعیین فلزات سنگین مورد مطالعه از اطمینان کافی بر خوردار بوده است. توضیح اینکه استاندارد مورد استفاده در این روش برای محاسبه درصد بازیابی و منحنی کالیبراسیون از استاندارد مرجع Standard Reference matrials (SRM) بوده است. برای این کار ابتدا غلظت های مختلف استاندارد هر فلز به تعداد ۶ استاندارد ساخته و پس از تزریق به دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون هر کدام از فلزات مورد اندازه گیری رسم گردید. سپس نمونه ها آماده شده و پس از هم زدن و یکنواخت شدن محلول به دستگاه تزریق و مقادیر جذب و غلظت قرائت گردید.

پس از آنکه نرمال بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون Kolmogorov – Smirnov مشخص گردید تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصله با نرم افزارSPSS-17 انجام پذیرفت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین گروه های مورد آزمایش از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مشخص کردن اختلاف بین میانگین ها در صورت معنی دار بودن گروه های مورد آزمایش آزمون Tukey در سطح معنی داری ($P< 0.05$) استفاده گردید. برای رسم نمودارها نیزاز نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایــج

در این مطالعه ترتیب میزان تجمع فلزات در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس طلایی در سه ایستگاه (غرب، مرکزی و شرق) به صورت مس > نیکل> کبالت >کروم به دست آمد که این روند افزایشی با توجه به آزمون on sample T-test در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد معنی دار است ($P <0.05$).

مس

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، نشان داد که غلظت مس در بافت عضله ماهی کاراس طلایی بین ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت ($P>0.05$). میانگین (± انحراف معیار) غلظت فلز مس در ماهی کاراس طلایی تالاب غرب برابر ۰/۸۳ ±۲/۲۱ و در تالاب مرکزی ۵/۶۹±۵/۲۷ و تالاب شرق ۵/۶۰±۵/۲۳، میکروگرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. میزان تجمع مس در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO=۱۰) پایینتر از حد مجاز در هرسه ایستگاه می باشد. استاندارد FDA حد مجاز برای فلز مس اعلام نکرده است (جدول ۱).

نیکل

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، نشان می دهد که غلظت نیکل در بافت عضله ماهی کاراس طلایی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت ($P>0.05$). میانگین (± انحراف معیار) غلظت فلز نیکل در ماهی کاراس طلایی تالاب غرب برابر ۰/۲۰ ±۰/۲۸ و در تالاب مرکزی ۰/۲۸ ±۰/۳۷ و تالاب شرق ۰/۳۴ ±۰/۳۷، میکروگرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. میزان سمیت نیکل در نمونه های تالاب مرکزی و شرق در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی WHO= ۰/۳۸ نزدیک حد مجاز مشاهده گردیده است و در مقایسه با استاندارد FDA هرسه منطقه زیر حد مجاز (۱) می باشد (جدول ۱).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

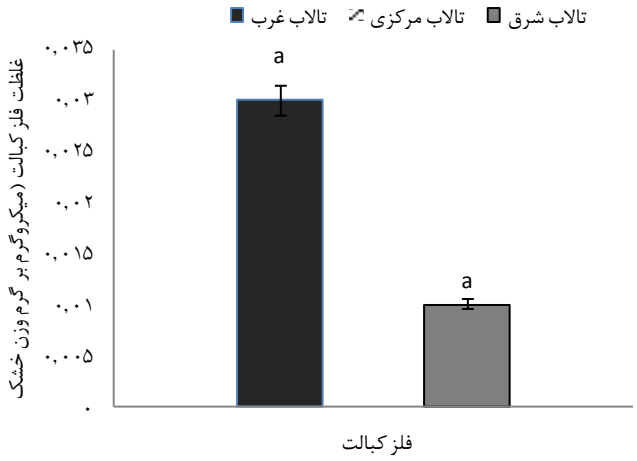
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

کبالت

نتایج نشان داد غلظت کبالت در بافت عضله ماهی کاراس طلایی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت. (P>0.05) فلز کبالت درنمونه تالاب مرکزی در حد تشخیص دستگاه نبوده است. میانگین (± انحراف معیار) غلظت فلز کبالت در ماهی کاراس طلایی تالاب غرب و شرق به ترتیب۰/۰۵ ± ۰/۰۳ ،۰/۰۲ ±۰/۰۱ میکرو گرم بر گرم وزن خشک بود. در حال حاضر هیچ منبعی برای مقایسه غلظت فلز کبالت در بافت خوراکی ماهیان با استانداردها یافت نشده است (جدول ۱).

شکل ۱. مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) میزان تجمع مس در بافت خوراکی ماهی کاراس صید شده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی (P>0.05).

شکل ۲. مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) میزان تجمع نیکل در بافت خوراکی ماهی کاراس صید شده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی (P>0.05).



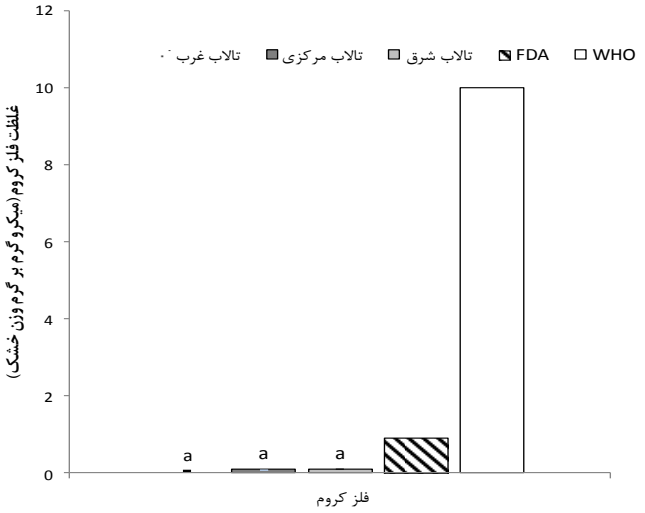
شکل۳: مقایسه میانگین (±خطای استاندارد) میزان تجمع کبالت در بافت خوراکی ماهی کاراس صید شده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی (P>0.05). فلز کبالت در نمونه تالاب مرکزی در حد تشخیص دستگاه نبوده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

کروم

نتایج نشان داد غلظت کروم در بافت عضله ماهی کاراس طلایی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت (P>0.05). میانگین (± انحراف معیار) غلظت فلز کروم در ماهی کاراس طلایی تالاب غرب، مرکزی و شرق به ترتیب ۰/۰۷ ± ۰/۰۵ ،۰/۰۱ ±۰/۰۷/۱۰ ،۰/۰۹ ±۰/۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود که در مقایسه با استاندارد WHO= ۱۰ و استاندارد FDA= ۰/۹ در هر سه ایستگاه زیر حد مجاز می باشد (جدول ۱).



شکل ۳. مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) میزان تجمع کروم در بافت خوراکی ماهی کاراس صید شده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی (P>0.05).

جدول ۱. آستانه استانداردهای بین المللی فلزات در ماهی بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک

استانداردها	نیکل	مس	کبالت	کروم	منابع
WHO[1]	۰/۳۸	۱۰	-	۱۰	WHO,1996 WHO,1985
FDA[2]	۱	-	-	۰/۱-۰/۹	Pourang *et al.*, 2005 Chen and Chen, 2001

[1] World Health Organization سازمان بهداشت جهانی

[2] Food and Drug Administration سازمان غذا و داروی آمریکا

بحث

در تحقیق انجام شده مشخص شد به طور کلی، میزان تجمع فلز مس در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس طلایی نسبت به فلز نیکل، کبالت و کروم بیشتر است که با برخی مطالعات انجام شده مشابهت دارد. این نتایج با مطالعه Javed و همکاران (۲۰۱۰) که تجمع فلزات سنگین (مس، نیکل وکروم) را در سه گونه از ماهیان تجاری مهم (ماهیان خاردار دم چنگالی، گربه ماهی و کپور) مورد بررسی قرار دادند و روند تجمع فلزات به صورت مس> نیکل > کروم گزارش شده است مشابهت دارد. همچنین نتایج مشابهی در مطالعات Öztürk و همکاران (۲۰۰۹) که غلظت فلزات سنگین (مس، نیکل وکروم) را در بافتهای عضله ماهی کپور معمولی دریاچه Avsar Dam اندازه گیری نموده اند به دست آمد. در این مطالعه، فراوانی فلزات بر مبنای غلظت به صورت مس> نیکل> کروم یافت شد. این نتایج با مطالعه Fallah و همکاران (۲۰۱۱)، بر روی بافت خوراکی عضله قزل آلای وحشی و پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) که روند تجمع فلزات به صورت مس> نیکل> کبالت> کروم گزارش شده است مشابهت دارد. در مطالعه مشابه Safiur Rahman و همکاران (2012)، بر روی میزان تجمع فلزات (مس، نیکل و کروم) در بافت عضله ماهیان رودخانه Bangshi بنگلادش روند تجمع فلزات به صورت مس> نیکل > کروم گزارش شد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

تجمع بالای فلز مس را می توان به نقش مهم آن در فرآیندهای متابولیسمی آبزیان و همچنین منشا زمین شناسی و حضور طبیعی این عنصر ارتباط داد و از طرفی غذاهای دریایی منبع اصلی مس هستند (Hassanpour *et al.*, 2014; Tekin-Ozan, 2005). همچنین این عنصر در ساختمان بعضی پروتئین ها نظیرکوئیروپلاسمین و آنزیم ها نظیر سیتوکروم اکسیداز کاتالاز، نقش حیاتی دارد و در سنتز هموگلوبین و جذب آهن نیز مؤثر است. افزایش میزان مس باعث ایجاد اختلال در جذب آهن و روی، کم خونی و تأثیر بر سلامتی غدد جنسی و باروری انسان می شود. به طوری که مس سرم خون به عنوان شاخص بیماری سرطان معرفی می شود (Berlin, 1985).

از میان فلزات سنگین، فلزاتی مانند نیکل، جزء فلزات غیرضروری هستند به این مفهوم که برای متابولیسم بدن مورد نیاز نیستند و حتی مقادیر کم آنها نیز برای بدن مضر است. اما دسته دیگر فلزات سنگین عناصری هستند که به مقدار کم برای بدن مورد نیازند و در واقع مقادیر بالاتر از حد استاندارد آنها می تواند منجر به اثرات سوء گردد که مس و کبالت و کروم از این دسته می باشد (Ebrahimi *et al.*, 2012). کروم به عنوان یک ماده مغذی ضروری در متابولیسم گلوکز و چربی نقش دارد (Abedi *et al.*, 2013). در مورد کبالت مهم ترین عمل بیولوژیکی آن را می توان دخالت در ساخت کوآنزیم های وابسته به ویتامین B 12 یا سیانوکبالامین دانست که Co^{+3} نقش مؤثری را در کبالامین ایفا می کند. از طرفی افزایش میزان کبالت بر رشد جنین آثار مضری دارد و در اعمال فیزیولوژیک فلزات دوظرفیتی نظیر کلسیم، منیزیم، منگنز و اعمال بیولوژیکی ساخت کوآنزیم های وابسته به ویتامین ها ایجاد تداخل می کند (Saulea *et al.*, 2004).

در این مطالعه، نمونه های تالاب مرکزی و شرق از نظر میزان سمیت نیکل در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی، نزدیک به حد مجاز مشاهده شد. بنابراین ضرورت دارد بر منابع تولیدکننده این فلز در حوضه اطراف تالاب و رودخانه های ورودی آن نظارت بیشتری صورت گیرد. با توجه به استخراج نفت از دریای خزر و تردد کشتیهای حامل نفت از این دریا و تراوش نفت به دریا و متعاقب آن مخلوط شدن آب دریا و تالاب و وجود فلزات سنگین مانند نیکل در نفت، آبزیان همواره در معرض این فلزات سنگین قرار می گیرند. علاوه بر این، نیکل در دود خودروها، پسماندهای صنعتی، سوختن مواد زاید، پوسته زمین و کودها وجود داشته و از طریق مجاورت تالاب با ایستگاههای پمپ بنزین، مزارع کشاورزی و ورود فاضلاب های صنعتی و شهری تصفیه نشده به محیطهای آبی به تالاب وارد می شود (Khan pour and Seifzadeh, 2016).

بر اساس آزمایشات انجام شده، مقدار کبالت در مقایسه با نیکل در آب خیلی کاهش داشت که می توان آن را تحت تأثیر خواص فیزیکوشیمیایی کبالت دانست. کبالت تالاب از نوع دو ظرفیتی است و پایداری کبالت دو ظرفیتی وارد شده از منابع مختلف به آب (برخلاف کبالت سه ظرفیتی در محیط آبی) و همچنین قابلیت انحلال خیلی پایین آن می تواند از دلایل کاهش مقدار کبالت در آب تالاب باشند (Öztürk, 2009; Oyakhilome *et al.*, 2013).

Evans و همکاران (۲۰۰۵)، در مطالعات شان گزارش کردند که ماهیان با رژیم غذایی مختلف، تفاوت آشکاری را در میزان تجمع آلاینده ها نشان می دهند که دلیل آن را می توان در متغیرهای بیولوژیکی، پارامترهای محیطی، فیزیولوژی و زیستگاه ماهی جستجو نمود (Evans *et al.*, 2005). مطالعات نشان داده است که ماهیان بنتوزخوار در تجمع فلزات برتری داشته اند (Voigt, 2004). از نظر زیستگاهی باید گفت، چون عناصر سنگین بیشتر وارد رسوبات در محیطهای آبی می شوند، رسوبات منبع اصلی این آلاینده ها بوده و گونه هایی همچون کاراس از لحاظ غذایی و محیطی با رسوبات بیشتر در ارتباط هستند پس می توانند پذیرای غلظت بیشتری از این آلاینده ها باشند با وجود این که در زنجیره غذایی پایین‌تر قرار گرفته اند. همچنین ماهی کاراس طلایی به دلیل داشتن سرعت رشدکند مدت زمان زیادی در معرض این آلاینده ها قرار می گیرد (Javedan Kherad *et al.*, 2012). براساس نتایج این مطالعه بین میزان تجمع فلزات در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس طلایی در ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. Ashja Ardalan و همکاران (۲۰۰۹)، میزان سرب، روی و مس را در بافت عضله و کبد ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب انزلی در دو ناحیه آبکنار و ناحیه شیجان اندازه گیری نمود. نتایج مشخص ساخت میزان فلزات سرب نمونه های منطقه آبکنار با شیجان اختلاف معنی داری نداشت ($P>0.05$) که با تحقیق حاضر مشابهت دارد. در تحقیقی دیگر Askary Sary و همکاران (۲۰۱۱)، میزان تجمع فلزات سنگین را در بافتهای ماهی بیاه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

(Liza Abu) در رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان بررسی کردند. در این بررسی غلظت فلزات در بافتهای ماهی مورد مطالعه بین رودخانه های کارون و بهمنشیر اختلاف معنی داری نداشت که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین Khalifi و همکاران (۲۰۱۳)، میزان آلودگی بافت کبد ماهی فیتوفاگ به فلز سرب را در ۶ ایستگاه تالاب انزلی مطالعه نمود. میزان فلز سرب در کلیه ایستگاه ها اختلاف معنی دار نشان نداد. نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلزات مس، کبالت و کروم پایین تر از حد مجاز بود ولی در ارتباط با فلز نیکل که میزانی نزدیک به حد مجاز را نشان داد باید بررسی بیشتر بر روی منابع تولیدکننده این فلز در حوضه اطراف تالاب انجام داد. اما به طور کلی مصرف ماهی کاراس طلایی تالاب انزلی از حیث بهداشتی برای مصارف انسانی مناسب بوده و مصرف آن فاقد عوارض جانبی برای انسان است.

تشکر و قدردانی

از همکاری‌های صمیمانه کارشناسان مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان و پژوهشکده آبزی پروری جهت کمک‌های بی‌دریغشان در طی انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می گردد.

منابـع

Alidoust, Sh., Esmaeili Sari, A., Bahramifar, N. 2015. Bioaccumulation of total and organic mercury in goldfish (*Carassius auratus gibelio*) in Anzali Wetland, and assessment of health risks. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 24(120): 242-252. (in Persian).

Abedi, Z., Khalesi, M.K., Eskandari, S.K. 2013. Comparison of cadmium and chromium bioconcentration factors between scaled and scale less fish species: common carp (*Cyprinus carpio*) and sutchi (striped) catfish (*Pangasius hypophthalmus*). Journal of Research Animal Biology. 1(3): 25-32. (in Persian).

Askary Sary, A., Velayatzadeh, M., Beheshti, M., Khodadadi, M. 2011. The comparison of heavy metals Hg, Cd and Pb in the tissues of *Liza abu* from Karoon and Bahmanshir Rivers, Khuzestan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal. 20(2): 131-140. (in Persian).

Ashja Ardalan, A., Sohrabi, M.R., Mirheydari, S.M., Abdollah Beigi, H. 2009. Determination of Hg, Pb, Zn, Cu in muscle and liver of tissue of European perch (*Perca fluviatilis*) in areas of Abkenar and Sheyjan of Anzali Lagoon in spring. Marine Sciences and Technology Research. 4(2): 47-60. (in Persian).

Bagheri, T., Abdoli, A., Hedayati, S.A.A. 2010. Study of age and growth of crucian carp (*Carassius auratus*) in Gorganroud estuarine. Iranian Journal of Biology. 6: 1-7 (in Persian).

Babaei, H., Khodaprast, S.H. 2011. Evaluating the contamination of heavy metals in sediment of fish (*Cyprinus carpio*) from Anzali international wetland, Giulan. Third Congress of Trace Elements. Kashan University of Medical Sciences and Health Services. (in Persian).

Berlin, M. 1985. Handbook of the Toxicology of Metals. Vol 2. 2nd edition. London, Elsevier. pp. 376-405.

Demirezen, D., Uruc, K. 2006. Comparative study trace elements in certain fish meat and meat products. Journal of Meat Science. 74: 255-260.

Ebrahimi, Z., Saky Zadeh, M., Esmaili Sari, A., Bahramifar, N., Ghasempouri, S.M. 2012. Survey of heavy metals (Cd, Pb, Cu and Zn) contamination in muscle tissue of *Esox luciusn* from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 22(87): 57-63. (in Persian).

Evans, M.S., Lockhart, W.L., Doetzel, L., Low, G., Muir, D., Kidd, K. 2005. Elevated mercury concentration in fish in lakes in the Mackenzie River basin: The role of physical, chemical and biological factors. Science of the Total Environment. 351-352: 479-500.

Fallah, A., Saei-Dehkordi, S., Nematollahi, A., Jafari, T. 2011. Comparative study of heavy metal and trace element accumulation in edible tissues of farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using ICP-OES technique. Microchemical Journal. 98: 275-279. (in Persian).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]

Fatollahi, F. 2003. Reviews the Anzali wetland system functioning in decreasing and eliminating pollutants urban. Industrial, Agricultural Isfahan University. Master Thesis. Environmental Engineering. (in Persian).

Gheysari, H. 2013. The necessity of determine the standard of heavy metals in aquatics edible in Iran. The third national conference on agriculture, fisheries and food. Bushehr. 19&20 December. (in Persian).

Hassanpour, M., Rajaei, Gh. Sinka, H., Karim, M., Ferdosian, F., aghsoudloorad, R. 2014. Determination of heavy metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) from Miankaleh International Wetland and human health risk. Mazandaran University of Medical Sciences. 24(113): 163-170. (in Persian).

Javed, M. 2010. Accumulation of heavy metals in fishes: A human health concern. International Journal of Environmental Sciences. 2(2): 659-670.

Javedan kherad, I., Esmaeili Sari, A., Bahramifar, N. 2012. Role of feeding diets and habitat condition in the accumulation of the organic pollutants in the international Anzali Wetland fish. Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics. 1(2): 31-50. (in Persian).

Khalifi, Kh., Salamat, N., Etemadi, A., Mohammadi, Y., Movahediniya, A. 2013. Edible fish tissue contamination assessment silver carp (Hypophthalmichthys *molitrix*) as Pb and Sn. National congress on agriculture, aquatic animals & food. Iran-Boushehr 19&20 December. (in Persian).

Khanipour, A.A., Seifzadeh, M. 2016. Determination of Nickel and Cobalt accumulation in edible tissues of Crucian (*Rtilus frisii kutum*) caught from the International Anzali Wetland. Journal of Food Hygiene. 5(20): 37-43. (in Persian).

MOOPAM. 1999. Manual of oceanographic observation and poullution analysis methods. Kuwait. 321 p.

Oyakhilome, G.I., Aiyesanmi, A.F., Adefemi, S.O., Asaolu, S.S. 2013. Heavy metals concentration in sediment and fish samples from Owena Multi-Purpose Dam, Ondo State, Southern Nigeria. British Journal of Applied Science & Technology. 3(4): 65-76.

Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E. 2009. Determination of heavy metals in fish, water and sediments of avsar Dam Lake in Turkey. Iran Journal of Environmental Health Science and Engineering. 6(2): 73-80.

Roger, N.R. 1994. Environmental Analysis. John Wiley and Sons, New Yourk. USA. 263 p.

Saulea, M., Stoica, A.I., Baiulescu, G.E., Marinescu, D., Ionică, M. 2004. Determination of cobalt in food samples. Revista de Chimie -Bucharest- Original Edition- (Rev Chim-Bucharest). 55(5): 13-30.

Safiur Rahman, M.M., Hossain, S., Narottam, R., Atiqur, R. 2012. Study on heavy metals levels and its risk assessment in some edible fishes from Bangshi River, Savar, Dhaka, Bangladesh. Food Chemistry. 134: 1847-1854.

Sadeghirad, M. 1997. Heavy metal determination in fish species of Anzali Lagoon. Iranian Scientific Fisheries Journal. 5(4): 1-16. (in Persian).

Taheri, R., Salamat, N., Etemadi, I., Mohammadi, Y., Movahedinia, A. 2013. Comparative study of accumulation of heavy metals (zinc, tin and lead) in muscle tissue *Esox luciusn* Anzali international wetland. The third national conference on agriculture, fisheries and food. Bushehr. 19&20 December. (in Persian).

Tekin-Ozan, S., Kiv, I. 2005. Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite *Ligula intestinalis*. Parasitology Research. 97(2): 156-159.

Voigt, H.R. 2004. Concentrations of mercury (Hg) and cadmium (Cd), and the condition of some coastal Baltic fishes. Environmentalica Fennica. 21: 1-26.

Wen-Xiong, W., Ke, P. 2011. Trace metal contamination in estuarine and coastal environments in China. Science of the Total Environment. 421-422: 3-16.

WHO (World Health Organization). 1996. Health criteria and other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality. 2st edition. Volume 2 . 94 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.6.4.8.6]