

بررسی فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم و آهن) در بافت‌های مختلف شگ ماهی (*Alosa braschnikowi*) در نواحی جنوبی دریای خزر (بابلسر)

- زهرا فلاح‌نژاد آستانی: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر
- حسن تقوی*: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر
- حسن فضلی: پژوهشگر شبکه اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، صندوق پستی: ۹۶۱

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۴

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین روی، مس، کادمیوم و آهن در بافت پوست، عضله، آبشش و گناد شگ ماهی (*Alosa braschnikowi*) در نواحی جنوبی دریای خزر (بابلسر) در سال ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. بدین منظور ۷۰ قطعه نمونه ماهی در دو فصل پاییز و زمستان به صورت تصادفی از پره‌های صید تهیه و مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. پس از هضم نمونه‌ها، غلظت فلزات توسط دستگاه جذب اتمی شعله اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، که کم‌ترین میانگین غلظت فلزات در بافت عضله بود. هم‌چنین بیش‌ترین میانگین غلظت آهن، روی و کادمیوم در بافت گناد و بیش‌ترین میانگین غلظت فلز مس در بافت پوست وجود داشت. ترتیب غلظت فلزات به صورت روی < آهن < مس < کادمیوم بود. اختلاف معنی‌دار بین آهن و روی در بافت‌های عضله، آبشش، پوست و گناد وجود داشت ($p < 0/05$). به علاوه فلز روی در عضله و گناد معنی‌دار ($p < 0/05$) اما در پوست و گناد معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). هم‌چنین کادمیوم در بافت عضله و آبشش دارای اختلاف معنی‌دار، ولی در بافت‌های عضله و گناد اختلاف معنی‌دار نداشت. مقادیر فلزات به دست‌آمده در مقایسه با استانداردهای جهانی UK WHO, FAO نشان داد که مقدار روی در بافت پوست و گناد از استانداردهای FAO, UK (MAFF) بیش‌تر بود و مقدار غلظت کادمیوم در تمام بافت‌ها از میزان استانداردها بالاتر بود.

کلمات کلیدی: شگ ماهی، فلزات سنگین، آهن، روی، مس، کادمیوم



مقدمه

نقش فلزات سنگین در محیط زیست و اثرات آن بر سلامت انسان و موجودات همواره مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است. فلزات سنگین به دلیل دارا بودن خواص سمیت و تجزیه‌ناپذیری در محیط به‌عنوان آلاینده‌های خطرناک محسوب می‌شوند (Ekpo و همکاران، ۲۰۰۸؛ Pourang و همکاران، ۲۰۰۵). رشد و توسعه فعالیت‌های شهری و صنعتی در طی چند دهه اخیر منجر به آلودگی محیط‌زیست به فلزات سنگین شده است به طوری که یکی از تهدیدهای جدی زیست‌محیطی حال حاضر دنیا، آلودگی‌های آبی به فلزات سنگین می‌باشد (Oguzie و Izevbigie، ۲۰۰۹؛ محمدنبی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان و خصوصاً ماهیان تابعی از شرایط بوم‌شناختی، فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب، نوع عنصر آبی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد (Jaffar و همکاران، ۱۹۹۸). عادات تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک غلظت، فلزات سنگین در آب و رسوب مدت زمان، ماندگاری ماهی در محیط آبی فصل، صید و خواص فیزیکی و شیمیایی آب، pH، شوری سختی و دما از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی می‌باشند (Atli و Canli، ۲۰۰۳). این فلزات به‌صورت ترکیب با آنزیم‌ها و پروتئین‌های حامل وارد یاخته‌ها شده و به این شکل بر فعالیت سلول اثر می‌نمایند (Mohammadnabizadeh و همکاران، ۲۰۱۲). فلزات سنگین هم‌چنین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن می‌گردند. به‌طور کلی اختلالات عصبی، انواع سرطان‌ها، فقر مواد مغذی، برهم خوردن تعادل هورمون‌ها، اختلالات تنفسی و قلبی عروقی، آسیب به کبد، عفونت‌های ویروسی مزمن، کاهش آستانه تحمل بدن، اختلال در عملکرد آنزیم‌ها، ناباروری، کم‌خونی، ضعیف‌شدن سیستم ایمنی بدن، پوکی استخوان و در موارد حاد، مرگ از نتایج اثرات ورود فلزات سنگین به بدن انسان می‌باشد (Young و Bilos، ۱۹۹۸؛ Voogt و همکاران، ۱۹۸۰؛ محمدنبی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). فلزات سنگین از طریق اندام‌های مختلف می‌تواند به بدن ماهی‌ها راه پیدا کند (Olaifa و همکاران، ۲۰۰۴). این عناصر به دلیل تأثیرات منفی مختلف نظیر کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر در آبزیان (عریان و همکاران، ۱۳۸۹؛ صادقی‌راد و امینی رنجبر، ۱۳۸۴) و هم‌چنین به سبب سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی ماهی موجب ایجاد نگرانی در مصرف‌گردیده‌اند، لذا اندازه‌گیری غلظت این فلزات در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی

و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت است (عریان و همکاران، ۱۳۸۹؛ خرم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Usero و همکاران، ۲۰۰۵).

ماهی‌ها یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین گروه‌های مهره‌داران در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند (محمدنبی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ Oguzie و Izevbigie، ۲۰۰۹؛ Vinodhini و همکاران، ۲۰۰۸). ماهی‌ها در محل زیست خود توانایی گریز از این آلودگی‌ها را نداشته و سبب آلودگی زنجیره غذایی نیز می‌شود (Olaifa و همکاران، ۲۰۰۴). از این رو ماهیان به‌عنوان یک شاخص زیستی تحت تأثیر آلودگی در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند و به‌عنوان یک منبع غذایی منعکس‌کننده تأثیرات بهداشتی برای انسان می‌باشد (Farkas و همکاران، ۲۰۰۲؛ Rashed، ۲۰۰۱).

مطالعات متعددی توسط محققین بر روی ماهیان صورت گرفته است. به‌طور مثال در پژوهشی توسط TaghaviJelodar و همکاران (۲۰۱۱) غلظت فلزات سنگین آهن، مس، روی، کادمیوم، نیکل، کروم، سرب و روی را در بافت کبد آبشش و ماهیچه ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) که از قسمت جنوبی دریای خزر جمع‌آوری شده بودند، اندازه‌گیری کردند. غلظت فلزات مس، کادمیوم، آهن، و روی در ماهیچه >آبشش< کبد بود درحالی‌که غلظت نیکل، کروم و سرب در ماهیچه >کبد< آبشش به‌دست آمدند. در مطالعه‌ای دیگر توسط Dobaradaran و همکاران (۲۰۱۰) بر روی دو گونه ماهیان (*king mackerel* و *Tigertooth croaker*) خلیج‌فارس انجام گرفت مقدار غلظت کادمیوم، مس، نیکل و سرب در دو بافت عضله و پوست مقدار فلزات در پوست بیش‌تر از عضله در هر دو ماهی به‌دست آمد. اما تا به حال مطالعه‌ای درخصوص تجمع فلزات سنگین در شگ ماهیان دریای خزر صورت نگرفته است.

هدف از این تحقیق تعیین تجمع فلزات سنگین روی، مس، کادمیوم و آهن در بافت‌های پوست، عضله، آبشش و گناد شگ ماهی (*A.braschnikowi*) در نواحی جنوبی دریای خزر (بابلسر) می‌باشد. این ماهی که یکی از ۵ گونه‌های جنس *Alosa*، خانواده *Clupeidea* و از ماهیان پلاژیک و مهاجر دریای خزر است، به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در منطقه بابلسر با موقعیت طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۵۲/۷۰۴۳۶۵ و ۳۶/۷۱۹۶۷۳ انجام گرفت.



پوست و گناد معنی‌دار نمی‌باشد. اختلاف غلظت کادمیوم در بافت عضله و آبشش اختلاف معنی‌داری داشت اما در بافت‌های عضله و گناد معنی‌دار نمی‌باشد. در مورد فلز مس اختلاف غلظت در عضله و گناد معنی‌دار بوده، اما در بافت‌های عضله و آبشش معنی‌دار نبوده است. غلظت فلزات سنگین آهن و روی به تفکیک فصول (پاییز و زمستان)، در هر دو فصل دارای اختلاف معنی‌داری بوده ($p < 0/05$) اما برای عناصر مس و کادمیوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$).

میانگین، حداقل و حداکثر غلظت فلزات در بافت‌های مختلف در جدول ۱ آمده است. طبق نتایج به‌دست‌آمده، در کل بالاترین غلظت مربوط به عنصر روی ($37/60 \pm 30/01$ میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بین تمامی بافت‌ها مشاهده گردید. ترتیب زیر برای عناصر در بافت‌های مختلف به‌دست آمد:

روی < آهن < مس < کادمیوم

در مورد تمامی فلزات کم‌ترین مقدار در بافت عضله مشاهده گردید. در مورد آهن، روی و کادمیوم بیش‌ترین میانگین غلظت در بافت گناد مشاهده گردید ترتیب غلظت برای عنصر آهن گناد < آبشش < پوست < عضله و برای روی و کادمیوم ترتیب گناد < پوست < آبشش < عضله به‌دست آمد. بیش‌ترین میانگین غلظت عنصر مس در بافت پوست مشاهده گردید. ترتیب غلظت‌ها در مورد عنصر مس در بافت‌های مختلف به‌صورت پوست < گناد < آبشش < عضله می‌باشد.

تعداد ۷۰ قطعه ماهی به‌صورت تصادفی در فصل پاییز و زمستان، ۱۳۹۳ از پره‌های صید که در محدوده مورد نظر قرار داشتند تهیه و مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. سپس از هر قطعه ماهی نمونه بافت عضله، آبشش، گناد و پوست جدا گردید و در بسته‌های مشخص برای عمل هضم آماده گردید (جاوید و همکاران، ۱۳۹۴).

هضم نمونه‌ها: هضم نمونه‌ها از روش هضم خشک، در آزمایشگاه سلامت آسا (وابسته به سازمان استاندارد) انجام شد. جهت انجام هضم نمونه‌ها ابتدا مقدار ۲ تا ۵ گرم از نمونه‌ها را در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده تا نمونه‌ها به‌حالت خاکستر در بیایند. سپس به هر یک از نمونه‌ها ۱۰ سی‌سی HCL، ۶ مولار اضافه کرده و زیر هود تا خشک شدن کامل روی هیتر قرار داده شد و پس از خنک‌شدن کروزه، ۱۰ سی‌سی HNO_3 ، ۰/۱ نرمال اضافه شد و تا به جوش آمدن روی هیتر قرار گرفت بعد از به جوش آمدن نمونه‌ها را از کاغذ صافی ۴۲ میکرون عبور داده و با HNO_3 ، ۰/۱ نرمال در بالن ژوژه ۵۰ سی‌سی به حجم رسانده شد و محلول آماده اندازه‌گیری درون ظروف استریل مخصوص، جمع گردید (AOAC official ۹۹۹/۱۱ Method، ۱۹۹۹؛ Iso ۵۰۱۶؛ Iso ۱۹۷۸؛ Iso ۶۶۶۳، ۱۹۸۳).

برای تهیه محلول‌های استاندارد فلزات ذکر شده از نمک‌های نیترات خالص مربوط به شرکت مرک آلمان استفاده گردید، که پس از رسم منحنی کالیبراسیون، توسط دستگاه جذب اتمی شعله (FAAS) ساخت شرکت Analytikjena مدل AA۴۰۰ میزان غلظت هر فلز به‌دست آمد. برای تجزیه تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Excel، SPSS ۱۹ و آزمون آماری Mann-Whitney استفاده شده است.

نتایج

براساس تجزیه و تحلیل انجام‌شده بین میزان تجمع فلزات سنگین آهن و روی در بافت‌های عضله، آبشش، پوست و گناد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p < 0/05$) اما مس و کادمیوم در این بافت‌ها دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد ($p > 0/05$). هم‌چنین نتایج آزمون آماری Mann-Whitney U نشان دادند، فلزات آهن، روی، مس و کادمیوم در بافت‌های پوست و عضله دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($p < 0/05$) اما آهن در بافت پوست و آبشش دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد ($p > 0/05$). اختلاف غلظت روی در عضله و گناد معنی‌دار اما اختلاف آن در



جدول ۱: غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

مس	کادمیوم	روی	آهن	بافت‌های مورد نظر	
۳/۷۰	۲/۲۹	۵۹/۷۷	۲۲/۳۷	میانگین	
۲/۹۵	۱/۲۴	۲۸/۸۷	۱۱/۳۱	انحراف معیار	پوست
۱/۳۹	۰/۹۰	۴/۱۸	۲/۹۱	حداقل	
۱۲/۰۳	۵/۴۳	۱۰۹/۴۸	۳۸/۰۸	حداکثر	
۱/۹۳	۱/۴۷	۷/۰۲	۱۴/۲۶	میانگین	
۱/۱۹	۰/۴۴	۶/۵۳	۱۵/۲۵	انحراف معیار	عضله
۰/۸۹	۰/۸۳	۳/۴۶	۶/۳۵	حداقل	
۵/۲۶	۲/۱۱	۲۷/۴۳	۶۲/۰۶	حداکثر	
۳/۰۴	۲/۱۱	۲۰/۱۲	۲۸/۱۵	میانگین	
۲/۵۵	۰/۵۷	۸/۴۶	۷/۲۳	انحراف معیار	آبشش
۰/۸۹	۱/۳۱	۸/۵۰	۱۶/۷۸	حداقل	
۱۰/۴۸	۳/۰۴	۳۰/۵۹	۳۹/۰۸	حداکثر	
۲/۹۸	۲/۹۶	۶۳/۴۹	۳۵/۹۹	میانگین	
۱/۴۱	۲/۱۸	۱۶/۷۳	۸/۵۹	انحراف معیار	گناده
۱/۳۲	۱/۵۶	۴۳/۳۲	۲۱/۴۲	حداقل	
۵/۴۶	۸/۵۶	۹۸/۰۵	۴۸/۹۴	حداکثر	
۲/۹۱	۲/۲۱	۳۷/۶۰	۲۵/۱۹	میانگین	
۲/۱۸	۱/۳۷	۳۰/۰۱	۱۳/۳۵	انحراف معیار	کل عناصر
۰/۸۹	۰/۸۳	۳/۴۶	۲/۹۱	حداقل	
۱۲/۰۳	۸/۵۶	۱۰۹/۴۸	۶۲/۰۴	حداکثر	

بحث

Yi, ۲۰۱۲). بسیاری از مطالعات انجام شده بر روی غلظت فلزات سنگین نشان می‌دهد که فلزات ممکن است در قسمت‌های مختلف بدن ماهی با غلظت‌های متفاوت تمرکز داشته باشد (Pakzadtochahi, ۲۰۱۳). همان‌طور که در مطالعه حاضر مشاهده گردید، بیش‌ترین غلظت در بین بافت‌ها، مربوط به فلز روی می‌باشد. روی به‌عنوان یک عنصر ضروری مطرح است اما مصرف طولانی مدت دوزهای بالا می‌تواند منجر به عوارض جسمی نظیر خستگی و سرگیجه شود.

پس از بررسی تجمع فلزات سنگین مشخص گردید که الگوی تجمع فلزات در بافت‌های شگ ماهی (*A. braschnikowi*) به‌صورت روی < آهن < مس < کادمیوم می‌باشد. الگوی تجمع فلزات در ماهی شبه شوریده در مطالعه فرهادی و همکاران (۱۳۹۲) آهن < روی < مس < نیکل < سرب < کادمیوم به‌دست آمد. این الگو در مطالعه (Rounagh, ۲۰۰۸) بر روی ماهی کفشک در سواحل هندوچان نیز به‌صورت آهن < مس < نیکل < سرب < کادمیوم است، که با مطالعه حاضر تفاوت دارد. درحالی‌که این الگو در مطالعه (AminiRanjbar, ۲۰۰۵) در ماهی کفال طلائی (*Mugil auratus*)

دریای خزر دریای بسته‌ای است که آب آن از طریق ۱۳۰ رودخانه تأمین می‌شود. لذا آلاینده‌های خطرناک و سمی هم‌چون فلزات سنگین به‌علت نشت از حوضه‌های صنعتی ساحلی و دور از ساحل و هم‌چنین عوامل طبیعی مانند ریزش‌های جوی (گرد و غبارهای حاوی فلزات سنگین ناشی از فرسایش خاک‌ها و صخره‌ها)، در این دریا تجمع می‌یابد، که این امر خود از دلایل عمده آلودگی ارگانسیم‌های زنده به‌خصوص ماهی‌ها می‌باشد. بیش‌تر اندام‌های ماهیان در برابر مسمومیت با فلزات سنگین حساسند. فلزات سنگین پس از ورود به بدن در اندام‌های مختلف توزیع می‌شوند. میزان این انتشار در اندام‌ها به عواملی مانند نیاز غذایی بدن به عنصر مورد نظر و تمایل به دفع فلز و تغییراتی که به فلز وارد شده در سلول‌ها رخ می‌دهد، بستگی دارد (Beheshti و همکاران، ۲۰۱۱؛ Heath, ۱۹۸۷). مطالعات آزمایشگاهی مشخص کرده‌اند که تجمع فلزات سنگین در بافت‌های ماهیان به غلظت فلزات در آب و رسوبات و مدت زمان در معرض قرارگیری آن‌ها، و فاکتورهای زیست محیطی دیگر بستگی دارد (Zhang و



به صورت روی آهن<مس> کادمیوم به دست آمد و همچنین بالاترین میزان فلز مس ($3/70 \pm 2/95$) میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت پوست مشاهده گردید. طبق نتایج حاصل از پژوهش Dobaradaran و همکاران (۲۰۱۰) انجام دادند غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل، مس و کادمیوم در بافت‌های عضله و پوست دو گونه ماهی خلیج فارس در بوشهر اندازه‌گیری شد غلظت کادمیوم در پوست بیش‌تر از عضله به دست آمد که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. آبشش یکی از اولین راه‌های جذب فلزات سنگین به بدن ماهیان می‌باشد در مطالعه حاضر ترتیب غلظت فلزات در بافت آبشش به ترتیب آهن<روی<مس> کادمیوم می‌باشد (Newman و Unger، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای که توسط Ozturk و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ماهی (*Cyprinus carpio*) در مورد فلزات مختلف در بافت‌های مختلف انجام گرفت مقدار فلزات کادمیوم، مس و آهن در بافت آبشش به ترتیب $0/15 \pm 0/14$ ، $3/94 \pm 0/078$ ، $203/7 \pm 106/9$ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد که مقدار مس و آهن از تحقیق حاضر بیش‌تر بود. اما در تحقیق حاضر مقدار کادمیوم در بافت آبشش بیش‌تر می‌باشد. در پژوهشی که توسط جاوید و همکاران (۱۳۹۳) بر روی ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) انجام دادند مقدار فلزات آهن، روی، مس و کادمیوم در بافت آبشش به ترتیب $1098/48$ ، $189/15$ ، $78/4$ ، $0/65$ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد که از نتایج حاضر بیش‌تر می‌باشد که می‌توان این تفاوت را، تفاوت در غلظت فلزات در منطقه نمونه برداری دانست.

غلظت کل عناصر ضروری در گنادهای ماهیان نر بیش‌تر از ماهیان ماده به دست آمد و همچنین بیش‌ترین غلظت فلزات آهن، روی و کادمیوم در بافت گنادهای مشاهده گردید و در بافت گنادهای بیش‌ترین مقدار مربوط به فلز روی می‌باشد که با پژوهش جاوید و همکاران (۱۳۹۳) که بر روی بافت‌های مختلف ماهی کلمه انجام گرفت و طبق نتایج غلظت روی بیش‌ترین مقدار را در بافت گنادهای به نسبت بافت‌های دیگر دارا بود، مطابقت دارد. در حالی که نتایج حاصل از پژوهش Yilmaz و Yilmaz (۲۰۰۷) بر روی بافت‌های مختلف ماهی *Penaeus semisculcatus* انجام پذیرفت با نتایج حاضر متفاوت است. غلظت عناصر در گنادهای نر و ماده به مرحله رسیدگی جنسی هم‌بستگی دارد. متابولیسم فلزات ضروری در تخمدان‌ها وابستگی شدیدی به چرخه جنسی دارد. طی مدت تقسیم سلولی سلول‌های جنسی (میوز) جذب مواد مغذی در تخمدان‌ها افزایش می‌یابد که این امر در ابتدا با کاهش و رقیق‌شدگی عناصر همراه است (جاوید و همکاران، ۱۳۹۳).

در دریای خزر به صورت روی<سرب<مس> کادمیوم می‌باشد که مشابه مطالعه حاضر می‌باشد.

ممکن است تفاوت در الگوی تجمع فلزات سنگین در مطالعات بالا می‌تواند ناشی از تفاوت در غلظت خود عناصر در محیط‌های آبی باشد. اختلاف در مرحله رشد، عادات غذایی و نوع رفتار ماهی می‌تواند از عوامل دیگر تأثیرگذار در الگوی تجمع فلزات در ماهیان باشد (Dural و همکاران، ۲۰۰۶؛ Biloset و همکاران، ۱۹۹۸).

در مطالعه حاضر کم‌ترین مقدار فلزات آهن، روی، مس و کادمیوم در بافت عضله به دست آمد در پژوهشی که توسط Dural و همکاران (۲۰۰۶) تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف از جمله ماهیچه ماهیان (*Dicentrarchus labrax*, *Mugil cephalus*, *Sparus aurata*) در تالاب Camlik در ترکیه پرداختند نشان دادند که تمامی فلزات در بافت ماهیچه کم‌ترین میزان تجمع را داشتند با توجه به استانداردهای FAO و معیارهای ترکیه غلظت تمامی فلزات در بافت ماهیچه پایین‌تر از حد مجاز اعلام شده بود. در مطالعاتی که توسط Pakzadtochahi (۲۰۱۳)؛ Taghavijelodar و همکاران (۲۰۱۱)؛ Kamaruzzaman و همکاران (۲۰۱۰)؛ جاوید و همکاران (۱۳۹۴)؛ محمدنبی‌زاده و پورخباز (۱۳۹۲)؛ پدرام‌زرف و همکاران (۱۳۹۱)؛ عسگری ساری و همکاران (۱۳۹۱)؛ الصاق (۱۳۸۹)؛ ناصری و همکاران (۱۳۸۴) انجام گرفت کم‌ترین مقدار غلظت فلزات را در بافت عضله نشان دادند. طبق نتایج حاصل از پژوهش فتاح‌الجنان نجف‌آبادی (۱۳۸۸) در مورد عناصر مس، روی، آهن و کادمیوم در بافت کبد و عضله دو گونه از ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) و کفشک تیزدندان (*Dsettodes rumei*) در سواحل شمال‌غربی خلیج فارس انجام داد، در دو اندام دو گونه آهن<روی<مس> کادمیوم بود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. که علت بالا بودن آهن را می‌توان کاربرد بیش‌تر آهن در فعالیت بیوشیمیایی دانست. در مطالعه‌ای که توسط Dobaradaran و همکاران (۲۰۱۰) بر روی دو گونه ماهی خلیج فارس در بوشهر انجام شد، غلظت مس در عضله بیش‌تر از کادمیوم بود که با نتایج حاضر مطابقت دارد. از آن‌جایی که بافت عضله نقش مهمی در تغذیه انسان ایفا می‌کند، به‌عنوان بافت هدف انتخاب شد. در پژوهشی دیگر توسط Ozturk و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ماهی (*Cyprinus carpio*) انجام گردید مقدار تمام فلزات در بافت عضله کم‌تر از بافت‌های دیگر به دست آمد. پوست به‌عنوان اولین و وسیع‌ترین بافت که در تماس با آب و منابع آلاینده دارد به‌عنوان هدفی دیگر برای مطالعه انتخاب گردید. در این مطالعه ترتیب غلظت فلزات



نتایج حاضر مقدار فلزات در فصل زمستان کم‌تر از فصل پاییز است و همچنین در جنس ماده کم‌تر از جنس نر است که

نشان‌دهنده این امر می‌باشد.

جدول ۲: استانداردهای بین‌المللی برای فلزات سنگین میکروگرم بر گرم وزن خشک

فلزات سنگین				
Cd	Cu	Zn	Fe	استانداردها
۰/۲	۱۰	۱۰۰	-	WHO
۰/۳	۲۰	۵۰	-	FAO
۰/۲	۲۰	۵۰	-	UK(MAFF)

بافت‌های مختلف ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspia*) در نواحی جنوبی دریای خزر. نشریه دامپزشکی در پژوهش و سازندگی. شماره ۱۰۷، صفحات ۹ تا ۱۶.

۵. خرم‌آبادی، ع.؛ علیزاده‌دوغیکلائی، ا.؛ محمدی، م. و عین‌الهی، ف.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت فلزات سنگین (مس، روی و نیکل) در بافت عضله میگوی پا سفید غربی در مزارع پرورشی استان بوشهر. مجله علوم و فنون دریایی. سال ۱۲، شماره ۳. صفحات ۲۳ تا ۳۳.

۶. عریان، ش.؛ تاتینا، م. و قریب‌خانی، م.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) در بافت عضله ماهی حلوا سفید (*Pampus argenteus*). مجله اقیانوس‌شناسی. سال اول، شماره ۴، صفحات ۶۱ تا ۶۸.

۷. عسگری‌ساری، ا.؛ جواهری‌بابلی، م.؛ محجوب، ث. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم و سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. مجله علمی شیلات. شماره ۳، صفحات ۹۹ تا ۱۰۶.

۸. فتاح‌الجنان‌نجف‌آبادی، م.، ۱۳۸۸. ارزیابی غلظت عناصر ضروری (مس، روی و آهن) و سمی (کادمیوم) در بافت کبد و عضله دو گونه از ماهیان کفشک تیزدندان و شوریده در سواحل شمال غربی خلیج فارس. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت مدرس نور. ۸۵ صفحه.

۹. فرهادی، ا.؛ یآوری، و. و سالاری‌علی‌آبادی، م.، ۱۳۹۲. غلظت برخی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی کیچار بزرگ (*Saurida tumbil*) در بندر هندیجان خلیج فارس. مجله علوم و فنون شیلات. شماره ۱، صفحات ۷۱ تا ۸۰.

۱۰. محمدنبدی‌زاده، س.؛ پورخبا، ع. و افشاری، ر.، ۱۳۹۳. بررسی غلظت فلزات سنگین روی و مس در بافت خوراکی ماهیان حلوا سفید (*Pampus argenteus*) و گاریز (*Liza klunzingeri*) در منطقه حرا. مجله علوم پزشکی زانکو. صفحات ۴۰ تا ۴۸.

نتایج حاصل از این پژوهش در بافت‌های مختلف و مقایسه با مقادیر استاندارد بین‌المللی (جدول ۲) نشان می‌دهد که مقدار میانگین روی در بافت پوست و گناد از استانداردهای FAO (جاوید و همکاران، ۱۳۹۴) و UK (جاوید و همکاران، ۱۳۹۴) بیشتر بود، اما در بافت عضله و آبشش، میانگین روی کم‌تر از استانداردهای جهانی بود. میانگین مس در تمام بافت‌ها از استانداردها کم‌تر به دست آمد و در مورد کادمیوم میانگین غلظت آن در تمام بافت‌ها از استانداردهای بهداشت جهانی FAO (WHO) و UK بالاتر به دست آمد. با توجه به این‌که غلظت بالای فلزات سنگین باعث بروز مشکلات عدیده‌ای همچون نقص ایمنی، مشکلات گوارشی، ناراحتی‌های قلبی، و افزایش فشار خون و غیره می‌شود و با توجه به سمی بودن کادمیوم در بافت‌های مختلف، به خصوص در بافت عضله مصرف این ماهی توصیه نمی‌گردد.

منابع

۱. الصاق، ا.، ۱۳۸۹. سنجش میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*) دریای خزر. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. سال ۲۵، شماره ۲، صفحات ۶۹ تا ۷۷.
۲. بابایی، ه. و خداپرست، ح.، ۱۳۹۱. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحی و اندام‌های مختلف ماهی کپور تالاب. ماهنامه فیض. سال ۱۶، صفحات ۶۶۷ تا ۶۶۸.
۳. پدram ژرف، م.؛ خوشخو، ژ.؛ خارا، ح. و بابایی، ح.، ۱۳۹۱. اندازه‌گیری غلظت سرب، کادمیوم و مس در بافت خوراکی ماهی به وسیله طیف‌سنجی اتمی شعله. سومین کنگره عناصر کمیاب. دو ماهنامه فیض. سال ۱۶، شماره ۷.
۴. جاویدگلشن‌آبادی، ع.؛ تقوی‌جلودار، ح. و فضلی، ح.، ۱۳۹۴. بررسی غلظت فلزات سنگین (آهن، روی، مس و کادمیوم) در



- freshwater fish *Abramisbrama L.* populating a low-contaminated site. *Water research*. Vol. ۳۷, pp: ۹۵۹-۶۴
۲۵. **Heath, A.G.**, ۱۹۸۷. *Water pollution and fish physiology*, DRS Press, Boston, USA. ۲۱۴ p.
۲۶. **ISO ۵۵۱۶**, ۱۹۷۸. *Fruits, vegetables and derived products Decomposition of organic matter prior to analysis- Ashing method*.
۲۷. **ISO ۶۶۳۳**, ۱۹۸۴. *Fruits, vegetables derived products-determination of lead content flameless atomic absorption spectrometry Method*.
۲۸. **Jaffar, M.; Ashraf, M. and Rasool, A.**, ۱۹۹۸. Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. Pakistan. *Journal of scientific and industrial Research*. pp: ۱۸۹-۱۹۳.
۲۹. **Kamaruzzaman, B.Y.; Ong, M.C. and Rina, S.Z.**, ۲۰۱۰. Concentration of Zn, Cu and Pb in Some Selected Marine Fishes of the Pahang Coastal Waters, Malaysia. *American Journal App Science*. Vol. ۷, No. ۳, pp: ۳۰۹-۳۱۴.
۳۰. **Mohammadnabizadeh, S.; Pourkhabbaz, A. and Afshari, R.**, ۲۰۱۲. Concentrations of Cd, Ni, Pb, and Cr in the two edible fish species *Liza klunzingeri* and *Sillago sihama* Collected from Hara Biosphere in Iran. *Toxicol Environ Chem*. Vol. ۹۴, No. ۶, pp: ۱۱۴۴-۱۱۵۱.
۳۱. **Newman, M.C. and Unger, M.A.**, ۲۰۰۳. *Fundamentals of ecotoxicology*. CRC Press. Vol. ۴۵۸, ۳۳ p.
۳۲. **Oguzie, F.A. and Izerbigie, A.A.**, ۲۰۰۹. Heavy Metals concentration in the organs of the silver Catfish, *Chrysichthysnigrodigitatus* (Lacèpède) caught upstream of the Ikpoba River and the reservoir in Benin City. *Bioscience Research Communications*. Vol. ۲۱, No. ۴, pp: ۱۸۹-۱۹۷.
۳۳. **Olaifa, F.G.; Olaifa, A.K. and Onwude, T.E.**, ۲۰۰۴. Lethal and sublethal effects of copper to the African Cat fish (*Clarias gariepinus*). *African Journal. Biomed. Res*. Vol. ۷, pp: ۶۵-۷۰.
۳۴. **Ozturk, M.; Ozozen, G. and Minareci, E.**, ۲۰۰۹. Determination of heavy metals in fish, water and sediments of Avsar Dam Lake in Turkey. *Iranian Journal of Environment and Health Science*. English. Vol. ۶, No. ۲, pp: ۷۳-۸۰.
۳۵. **Pakzad Toocheai, S.; Righi, M.; Rahdari, A. and Karami, R.**, ۲۰۱۳. A study on concentration of heavy metals (Pb, Ni, Cu, Fe, and Zn) in liver and muscle tissues of loach fish (*Paracobitis rhadinaea*) In Sistan's Chahnimehreservoirs, Iran. *Journal of novel applied sciences*. Vol. ۲, pp: ۶۴۴-۶۴۹.
۳۶. **Pourang, N.; Dennis, J.H. and Ghoorchian, H.**, ۲۰۰۴. Tissue distributions on the roles of metallothionin, *Ecotoxicology*. Vol. ۱۳, pp: ۵۱۹-۵۳۳.
۳۷. **Rashed, M.N.**, ۲۰۰۱. Monitorig of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. *Environment International*. Vol. ۲۷, pp: ۲۷-۳۳.
۳۸. **TaghaviJelodar, H.; SharifzadehBaei, M.; Najafpour, S.H. and Fazli, H.**, ۲۰۱۱. The Comparison of heavy metals concentrations in different organs of (*Liza aurata*) inhabiting in Southern part of Caspian Sea. *World Appliad Sciences Journal*. Vol. ۱۴, pp: ۹۶-۱۰۰.
۳۹. **Usero, J.; Izquierdo, C.; Morillo, J. and Gracia, I.**, ۲۰۰۲. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris* Anguilla and *Liza* ۱۱. **محمدنبی زاده، س. و پورخباز، ع.**، ۱۳۹۲. بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم و نیکل در بافت‌های ماهی زمین کن (*Platycephalus indicus*) در تالاب حرا. فصلنامه علوم مهندسی محیط زیست. شماره. ۱، صفحات ۳۹ تا ۴۴.
۱۲. **ناصری، م. و رضایی، م.**، ۱۳۸۷. اثرات دمای نگهداری به حالت انجماد بر میزان تجمع و پراکنش برخی فلزات در ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*). فصل‌نامه علوم و صنایع غذایی. سال ۵، شماره ۲، صفحات ۵۹ تا ۶۷.
۱۳. **Al-Yousuf, M.H.; El-Shahawi, M.S. and Al-Ghais, S.M.**, ۲۰۰۰. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinuslentjan* fish species in relation to body length and sex. *The Science of the Total Environment*. Vol. ۲۵۶, pp: ۸۷-۹۴.
۱۴. **AmiriRanjbar, G.H. and Sotoudeh, F.**, ۲۰۰۵. Survey of accumulation of heavy metals in muscle of mullet fish in association with length, weight, age and sex. *Iranian Journal of Fisheries*. No. ۱۴, pp: ۲-۷.
۱۵. **AOAC official method ۹۹۹.۱۱**, ۱۹۹۹. Determination of lead, cadmium, copper, iron, and zinc in foods ztomic zbsorption spectrophotometry.
۱۶. **Ashraf, M. and Jaffar, M.**, ۱۹۸۸. Correlation between some selected trace metal concentration in six species of fish from the Arabian Sea. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. Vol. ۴۱, pp: ۸۶-۹۳.
۱۷. **Beheshti, M.; Askari sari, A. and Velayatzadeh, M.**, ۲۰۱۱. Assessment of heavy metals concentration of fish (*Liza abw*) in Karoon River, Khouzestan province. *Journal of water and Sewage*. Vol. ۳, pp: ۱۲۵-۱۳۳.
۱۸. **Bilos, C.; Colombo, J.C. and Presa, M.J.R.**, ۱۹۹۸. Trace metals in suspend particles, sediments and Asiatic clams (*Corbiculafluminea*) of the Rio de Lake Plata Estuary. Argentina. *Environmental pollution*. Vol. ۹۹, pp: ۱-۱۱.
۱۹. **Canli, M. and Atli, G.**, ۲۰۰۳. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Journal of Environmental pollution*, Vol. ۲, pp: ۱۲۹-۱۳۶.
۲۰. **Dobaradaran, S.; Naddafi, K.; Nazmara, Sh. and Ghaedi, H.**, ۲۰۱۰. Heavy metals (Cd- Cu- Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran, *African Journal of Biotechnology*. Vol. ۹, No. ۳۷, pp: ۶۱۹۱-۶۱۹۳.
۲۱. **Dural, M.; Gokso, Z.L. and Ozak, A.A.**, ۲۰۰۶. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. *Agricultural and food chemistry*. Vol. ۵۴, pp: ۱۷۲-۱۸۶.
۲۲. **EC**, ۲۰۰۱. Commission Regulation No. ۴۶۶/۲۰۰۱ of ۸ March ۲۰۰۱, Official Journal of European Communities ۱,۷۷/۱.
۲۳. **Ekpo, K.E.; Asia, I.O.; Amayo K.O. and Jegede D.A.**, ۲۰۰۸. Determination of lead, cadmium and mercury in surrounding water and organs of some species of fish from Ikpobariver in Benin City, Nigeria. *International Journal of Physical Science*. Vol. ۳, No.۱۱, pp: ۲۸۹-۲۹۲.
۲۴. **Farkas, A.; Salanki, J. and Specziar, A.**, ۲۰۰۲. Age and size-specific patterns of heavy metals in the organs of



- aurata) from salt marshes on the southern Atlantic Coast of Spain. Environ. Int. Vol. ۲۹, pp: ۹۴۹-۹۵۶.
۴۰. **Vinodhini, R. and Narayanan, M., ۲۰۰۸a.** Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp). Int. J. Environment. Science. Technology. Vol. ۵, pp: ۱۷۹-۱۸۲.
۴۱. **Voogt, D.P.; Van, H.B.; Feemstra, J.P. and Copuis Peerebom, J.W., ۱۹۸۰.** Exposure and health effects of Cadmium. Toxicol Environ Chem reviews. Vol. ۳, pp: ۸۹-۱۰۹.
۴۲. **Who (world health organization), ۱۹۸۰.** Technical report servies. Health based limits in occupational exposure to heavy metsls.
۴۳. **Yi, Y.J. and Zhang, S.H., ۲۰۱۲.** The relationships between fish heavy metal concentrations and fish size in the upper and middle reach of Yangtze River. Procedia Environmental Sciences. Vol. ۱۳, pp: ۱۶۹۹-۱۷۰۷.
۴۴. **Yilmaz, A.B. and Yilmaz, L., ۲۰۰۷.** Influences of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* de Hann, ۱۸۴۴). Food Chemistry. Vol. ۱۰۱, pp: ۱۶۶۴-۱۶۶۹
۴۵. **Young, G.J. and Bleins, RD., ۱۹۸۱.** Heavy metal concentrations in the Holston River Basin (Tennessee). Environm Contamin Toxicol. Vol. ۱۰, pp: ۵۴۱-۵۶۰.

