زیست‌شناسی جانوری، سال چهاردهم، شماره سوم، بهار ۱۴۰۱، صفحات ۱۷۰- ۱۵۹

مقاله پژوهشی

بررسی تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های آبشش، پوست و عضله *Chalcalburnus Chalcoides* (تالاب انزلی و شیرود)

محمد بوستان‌منش مؤخر، مهنازسادات صادقی*، مژگان امتیازجو

گروه بیولوژی دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: mahnaz.sadeghi55@gmail.com

DOI: 10.22034/ascij.2022.1938006.1289

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱

چکیده

تحقیق حاضر، به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی صید-شده از آبهای حوضه جنوبی دریای خزر (تالاب انزلی و شیرود) در استان مازندران وگیلان صورت گرفت. بافت نمونه‌ها پس از انجام زیست‌سنجی، تفکیک شدند. برای استخراج فلزات از بافت‌ها از روش هضم شیمیایی توسط اسید نیتریک استفاده گردید و غلظت فلزات توسط دستگاه جذب اتمی کوره تعیین گردید. میانگین غلظت فلزات (بر حسب ppm وزن خشک) با استاندارد-های جهانی نظیر استاندارد جهانیWHO، FAO و Stoskopf در مطالعه مقایسه شد. بر اساس نتایج به دست آمده، در منطقه شیرود از استان مازندران حداکثر میانگین تجمع فلزات در بافت‌های آبشش، پوست و عضله متعلق به سرب ۲/۵۲۰۶۹ ± ۹/۵۸۳۶، ۱/۰۸۹۹۵ ± ۵/۹۳۴۳ و ۱/۴۵۹۴۷ ± ۶/۰۲۶۴ میکروگرم بر گرم و حداقل میانگین تجمع فلزات در بافت‌های آبشش، پوست و عضله متعلق به کادمیوم ۰/۰۴۷۶۳ ± ۰/۰۹۳۶، ۰/۰۴۲۳۶ ± ۰/۰۹۵۷ و ۰/۰۲۲۲۷ ± ۰/۰۳۹۳ میکروگرم بر گرم می‌باشد. در منطقه تالاب انزلی از استان گیلان حداکثر میانگین تجمع فلزات در بافت‌های آبشش، پوست و عضله متعلق به سرب ۳/۶۸۱۵۳ ± ۲۰/۸۳۸۰، ۲/۰۴۱۷۳ ± ۷/۶۸۸۰ و ۰/۶۸۲۷۳ ± ۳/۵۶۵۳ میکروگرم بر گرم و حداقل میانگین تجمع فلزات در بافت‌های آبشش، پوست و عضله متعلق به کادمیوم ۰/۲۲۶۶۳ ± ۰/۶۰۴۰، ۰/۰۳۸۹۷ ± ۰/۱۱۶۷ و ۰/۰۰۸۹۳ ± ۰/۰۲۳۳ میکروگرم بر گرم می‌باشد. غلظت سرب حاضر در هر دو منطقه در مقایسه با استانداردهای جهانی WHO، Netherlands، EOS و EPA بالاتر از حدمجاز به دست آمد، به جز عضله در استان گیلان که براساس استاندارد EPA پایین‌تر از حد مجاز است غلظت کادمیوم براساس استانداردها در تمامی بافت‌ها به‌جز آبشش پایین‌تر است. همچنین میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم بین بافت‌های عضله، پوست وآبشش در استان گیلان تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p < ۰/۰۵$). غلظت فلزات سرب وکادمیوم در بافت‌های فوق در استان مازندران تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p > ۰/۰۵$).

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، ماهی شاه کولی، دریای خزر، استان گیلان و مازندران.

مقدمه

ماهی از ارزش غذایی بسیار بالایی برخوردار بوده و استفاده از آن در رژیم‌غذایی انسان علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای بدن در بهبود وضعیت سلامتی، جسمی و فکری افراد جامعه نیز مؤثر است (۱۹).

همچنین یکی از اصلی‌ترین منابع تأمین پروتئین برای بشر به شمار می‌رود. در سال‌های اخیر آلودگی آب‌ها در نتیجه فعالیت‌های انسانی و بهره‌برداری نادرست از منابع موجود در دریاها پدید آمده است که منجر به مسمومیت آبزیان از جمله ماهیان می‌شود. این آلودگی‌ها می‌تواند از منابع مختلفی چون فاضلاب‌های صنعتی و شیمیایی، فاضلاب‌های خانگی، فعالیت‌های کشاورزی، اکتشاف و استخراج نفت تأمین گردد که هر کدام می‌توانند دارای مقادیر مختلفی از فلزات سنگین باشند و اکوسیستم‌های آبی را دستخوش تغییر و تخریب قرار دهند. تخلیه پساب‌های صنعتی و کشاورزی در آبهای شیرین و دریاها عامل اصلی افزایش مقادیر یونهای سمی فلزات سنگین از قبیل کادمیوم، جیوه، کروم، کبالت و سرب است (٦).

از آنجایی که فلزات سنگین بعنوان یکی از آلودگی-هایی است که در بدن تجمع پیدا می‌کنند و وجود بیش از حد آنها در بدن ماهی و انسان موجب بروز عوارض می‌شوند، لذا بررسی و تعیین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های خوراکی ماهی و مقایسه آنها با استانداردهای جهانی امری ضروری بوده و از جمله تدابیر لازم برای حفظ سلامت بشر می‌باشد.

از جمله گونه‌های با ارزش ماهیان استخوانی دریای خزر، گونه *Chalcalburnus chalcoides* متعلق به خانواده کپور ماهیان Cyprinidae می‌باشد. این ماهی در تمامی سواحل جنوبی دریای خزر از تالاب انزلی تا رودخانه گرگان-رود دیده می‌شود اما بیشترین فراوانی را در قسمت‌های غربی (تالاب انزلی تا رودخانه تجن ساری) دارا می‌باشد. تحقیقاتی مشابه بر روی سایر خانواده‌های متعلق به این منطقه صورت گرفته که از میان آن‌ها می‌توان به تحقیقی که توسط صادقی راد روی تعیین غلظت فلزات سنگین (Zn، Cd، Cu، Pb) در بافت‌های کبد، آبشش، کلیه و معده اشاره نمود که براساس نتایج این تحقیق مقادیر فلزات پایین‌تر از حدمجاز استانداردهای جهانی ثبت شد (۲۲). مطالعه‌ای توسط Danabas وهمکاران درسال ۲۰۱۲ تحت عنوان سنجش فلزات سنگین (مس، روی، سلنیوم، کروم و کادمیوم) در بافت‌های ماهی کپور گونه *Capoeta trutta* در مناطق رودخانه کیبان ترکیه انجام انجام شد که بر اساس این مطالعه بالاترین سطح فلزات سنگین در بافت‌های کبد، عضله، آبشش و کلیه روی بوده در حالیکه کمترین فلز در بافت‌های نامبرده کادمیوم بوده است(۷). میزان صید بالا، کیفیت مطلوب گوشت و ارزش اقتصادی بالای این ماهی موجب گردیده بررسی و تحقیق بر روی این ماهی به لحاظ بررسی میزان فلزات سنگین در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی مذکور مورد توجه قرار گیرد. در این بررسی، با تعیین میزان فلزات سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی شاه کولی و امکان تهدید نسل ماهی و هم‌چنین احتمال انتقال آلودگی‌های یادشده به انسان سعی شده علاوه بر کمک به حفظ ذخایر این ماهی سلامت بشر نیز مورد توجه قرار گیرد.

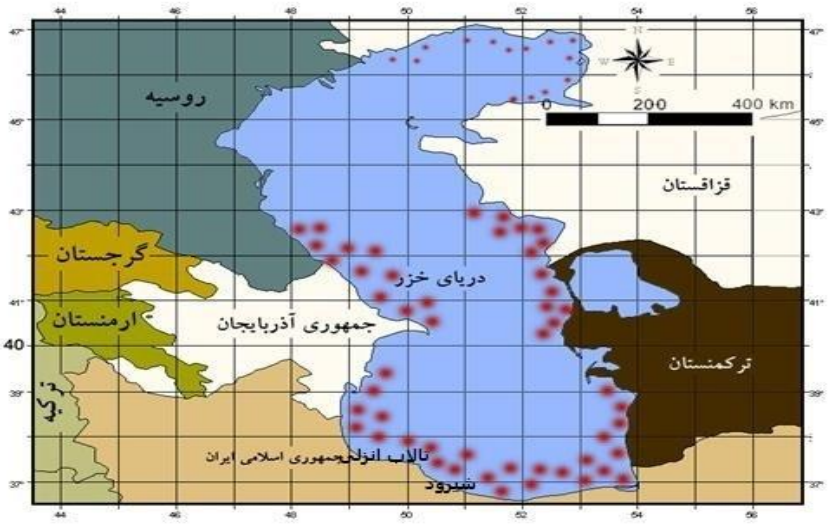
مواد و روش‌ها

در این تحقیق از آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر در ۲ استان مازندران (منطقه شیرود) و استان گیلان (منطقه تالاب انزلی) صید ماهی شاه کولی در بهار ۱۳۹۱ انجام شد در استان مازندران ١٤ نمونه و در استان گیلان ۱۵ نمونه از مناطق تخلیه صید به روش تصادفی تهیه و توسط یونولیت‌های محتوی یخ به آزمایشگاه دانشکده علوم و فنون دریایی تهران منتقل گردیدند. پس از زیست‌سنجی (اندازگیری طول کل، چنگالی و وزن کل) کالبدشکافی شدند و بافت‌های آبشش، پوست و عضله جدا شد. به منظور نمونه‌گیری از بافت‌های مورد بررسی از طرفین ماهی به طور

تقریبی مساوی ۳ نمونه به عمق ۵ سانتی‌متر تهیه گردید (۱۶). از روش Microwave Digestion برای هضم نمونه‌ها استفاده شد. در این روش نمونه‌های بافت ماهی توسط آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند سپس به اندازه ۰/۳گرم از نمونه‌ها را به مخلوطی از اسید نیتریک ۶۵ درصد و آب اکسیژنه ۳۵ درصد و به نسبت ۸ سی سی به ۲ سی سی اضافه نمودیم و سپس از طریق دستگاه ماکروویو عمل هضم تکمیل گردید. بعد از عملیات هضم، صاف کردن نمونه انجام شد و حجم نمونه از طریق آب مقطر به ۵۰ سی سی رسانده شد و تا تزریق به دستگاه جذب اتمی در یخچال‌های با دمای۴ درجه سانتیگراد نگهداری گردید (۱۶). دستگاه مورد استفاده در این پروژه Varian با مدل GTA ۱۰۰ می‌باشد.

اندازه گیری فلزات مورد بررسی به کمک سیستم جذب اتمی کوره انجام گردید. با توجه به نقشه، شاه کولی دریای خزر در آب‌های حوزه میانی و جنوبی پراکنده و زندگی می‌کند. در قسمت شمالی دریا خیلی به ندرت مشاهده می‌شود.

جهت انجام مطالعات آماری از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید و با استفاده از آزمون کراسکال والیس تفاوت غلظت فلزات در بافت‌های مختلف بررسی شد و همچنین رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام گرفت. در تحقیق حاضر از آزمون آماری t-test جهت مقایسه میانگین میزان فلزات سنگین اندازگیری شده در بافت عضله با مقادیر استانداردهای جهانی استفاده شد.



شکل ۱- نقشه پراکنش در منطقه (۱۴)

نتایج

با توجه به نتایج تست کولموگوروف- اسمیرنوف و شاپیرو ویلک (Kolmogorov-Smirnov-Shapiro-Wilk) توزیع داده‌ها به جز طول چنگالی و وزن نرمال نبوده، لذا برای آنالیز آماری داده‌ها از تست‌های ناپارامتریک استفاده گردید. بر اساس آزمون Kruskal-Walis میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم بین بافت‌های آبشش، پوست و عضله در استان گیلان تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p < ۰/۰۵$) (نمودارهای ۱ و ۳). همچنین بر اساس این آزمون میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت‌های فوق در استان مازندران تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p> ۰/۰۵$) (نمودارهای ۲ و ۴). نتایج تست Mann-Whitney،

نشان می‌دهد میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در پوست و عضله بین ۲ استان تفاوت معنی داری را نشان نمی‌دهد ($p > ۰/۰۵$). همچنین فلزات میانگین غلظت سرب و کادمیوم در آبشش بین دو استان تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ($p < ۰/۰۵$) (نمودارهای ۵ و ٦).

جدول ۱- آنالیز آماری داده‌های طولی و وزنی ماهی شاه کولی در استان گیلان

متغییر	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
طول چنگالی (میلیمتر)	۱۵	۱٤۵	۱۷۵	۱۵٦/۲٦	۲/۳٦۵۳٦
وزن کل (گرم)	۱۵	۳۲/۱	۵۱/۵	۳۸/۳٦	۱/٤۱۳۳۹

جدول ۲- آنالیز آماری داده‌های طولی و وزنی ماهی شاه کولی در استان مازندران

متغییر	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
طول چنگالی (میلی‌متر)	۱٤	۱۲۳	۱۸۹	۱٦۳/٤۲	۵/۲۷۳۵۲
وزن کل (گرم)	۱٤	۱٦/۵	۷۹/۷	٤۳/٤۸	٤/۹۲۱۹۹

جدول ۳- غلظت فلزات بر اساس CRM (Certified Reference Material)

فلز	غلظت در CRM ± SE	غلظت محاسبه شده
سرب	۰/۰٦۵ ± ۰/۰۰۷	۰/۰٦۵ ± ۰/۰۰٤
کادمیوم	۰/۰٤۳ ± ۰/۰۰۸	۰/۰٤۳ ± ۰/۰۱

جدول ٤-میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی شاه کولی در استان گیلان (سال ۱۳۹۲)

بافت	فلز	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
عضله	سرب	۱۵	۰/۰	۱۰/۰۸	۳/۵٦۵۳	۰/٦۸۲۷۳
	کادمیوم	۱۵	۰/۰	۰/۱۱	۰/۰۲۳۳	۰/۰۰۸۹۳۰
آبشش	سرب	۱۵	۲/۷۳	٤۹/۲۹	۲۰/۸۳۸۰	۳/٦۸۱۵۳
	کادمیوم	۱۵	۰/۰	۳/۲۲	۰/٦۰٤۰	۰/۲۲٦٦۳
پوست	سرب	۱۵	۰/۰	۲٤/۷۷	۷/٦۸۸۰	۲/۰٤۱۷۳
	کادمیوم	۱۵	۰/۰	۰/٤۷	۰/۱۱٦۷	۰/۰۳۸۹۷

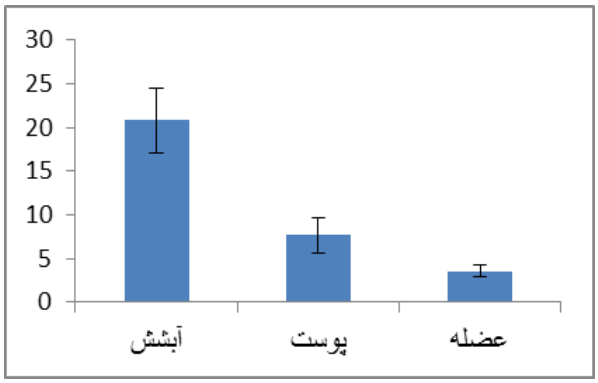
جدول ۵- میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی شاه کولی در استان مازندران (سال ۱۳۹۲)

بافت	فلز	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
عضله	سرب	۱٤	۱/٤۸	۱۹/۵۰	٦/۰۲٦٤	۱/٤۵۹٤۷
	کادمیوم	۱٤	۰/۰	۰/۲۹	۰/۰۳۹۳	۰/۰۲۲۲۷
آبشش	سرب	۱٤	۰/۰	۳٤/۵۳	۹/۵۸۳٦	۲/۵۲۰٦۹
	کادمیوم	۱٤	۰/۰	۰/٤۸	۰/۰۹۳٦	۰/۰٤۷٦۳
پوست	سرب	۱٤	۰/۰	۱٤/۲۲	۵/۹۳٤۳	۱/۰۸۹۹۵

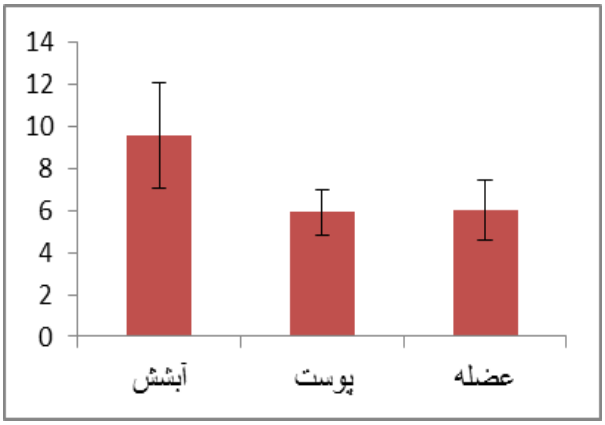
کادمیوم	۱٤	۰/۰	۰/٤۷	۰/۰۹۵۷	۰/۰٤۲۳٦

جدول ٦- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین بین دو منطقه

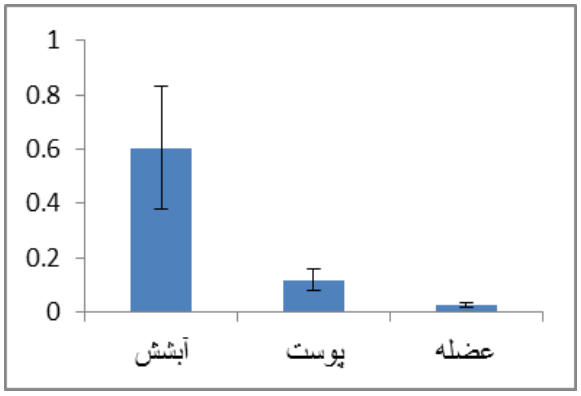
بافت	استان	سرب	کادمیوم
عضله	گیلان مازندران	t = -۱/٥٦۲ P= ۰/۱۳۰	Mann-Whitney U= ۱۰٤ P= ۰/۹٦۲
آبشش	گیلان مازندران	t = ۲/٤۸۷ P = ۰/۰۱۹	Mann-Whitney U = ٥۰/٥۰۰ P = ۰/۰۱٤
پوست	گیلان مازندران	Mann-Whitney U = ۱۰٥ P = ۱	Mann-Whitney U = ۹٥/٥۰۰ P = ۰/٦٤۹



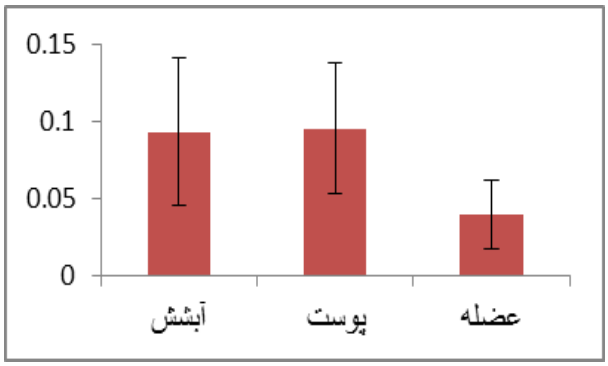
شکل ۱- میانگین غلظت سرب ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در استان گیلان



شکل ۲- میانگین غلظت سرب ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در استان مازندران



شکل ۳- میانگین غلظت کادمیوم ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در استان گیلان



شکل ٤- میانگین غلظت کادمیوم ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در استان مازندران

بحث

نتایج آماری حاصل از تحقیقات به‌عمل‌آمده در استان گیلان و مازندران این مطلب را مشخص می‌کند که میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی با یکدیگر متفاوت است. اختلاف غلظت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون ماهیان می‌تواند ناشی از قابلیت تشکیل پیوند فلزی برخی فلزات در پروتئین‌هایی نظیر متالوتیونین‌ها باشد همچنین تفاوت نیازهای اکولوژیک و فعالیت‌های متابولیک ماهیان می‌تواند عامل مهم دیگر تلقی شود (٦ ، ٢٧). فلزات سنگین اندام هدف خود را براساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند(۱۸) .این نکته علت تجمع بیشتر فلزات در بافت‌هایی نظیر آبشش، را در مقایسه با بافت پوست و عضله تفسیر می‌نماید. در مطالعه حاضر، بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی مورد بررسی قرار گرفته است. در کل براساس اعداد بدست آمده از مجموع ۲ منطقه نمونه-برداری، میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم برحسب میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شد و مقادیر آنها در بافت آبشش بیشتر از پوست و عضله ثبت گردید.

در مطالعات گرجی‌پور و همکاران در سال ۱۳۸۵، تحت عنوان بررسی غلظت فلزات سنگین (سرب، مس، نیکل و کادمیوم) در بافت‌های عضله، کبد وآبشش ماهی هامور معمولی صیدشده از آب‌های هندیجان در استان خوزستان انجام دادند، بر اساس این مطالعه میانگین غلظت کادمیوم وسرب بالاتر از حدمجاز اعلام شد که بامطالعه حاضر تقریبا مطابقت دارد (۱۲).

در مطالعه‌ای که (طبیب زاده وهمکاران ۱۳۸۹) به منظور بررسی و مقایسه تجمع فلزات جیوه، کادمیوم و

سرب در عضله و کبد ماهی لوتک *Cyprinion macrostomus* در رودخانه کارون انجام دادند، میزان جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهی لوتک پائین‌تر از آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و داروی آمریکا بود، که با نتیجه مطالعه حاضر طبق استاندارد EPA در استان گیلان مطابقت دارد (۲۶).

براساس آزمون Kruskal- Walis میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم بین بافت‌های آبشش، پوست و عضله در استان گیلان تفاوت معنی‌داری نشان‌داد ($p < ۰/۰۵$). وهمچنین براساس این آزمون میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت‌های فوق در استان مازندران تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($p > ۰/۰۵$). براساس مطالعه حاضر میزان فلزات مورد بررسی در استان گیلان در بافت‌های آبشش، پوست و عضله به ترتیب زیر می‌باشد: عضله < پوست < آبشش.

حال آنکه در استان مازندران تفاوت معنی داری بین مقادیر فلزات در بافتها مشاهده نگردید. میزان تراکم این فلزات در استان گیلان به سمت بافت آبشش افزایش یافته و این افزایش غلظت فلزات سنگین شاید به دلیل بالا بودن نقش فعالیت فیزیولوژیکی در ماهی باشد. میانگین غلظت فلزات سرب وکادمیوم در آبشش بین دو استان تفاوت معنی داری را نشان می-دهد ($p < ۰/۰۵$). در حالیکه در پوست وعضله بین دو استان تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($۰/۰۵ < p$). مطالعات نشان داده است که اندامهای هدف نظیر کبد و آبشش از فعال‌ترین اندام‌ها در تجمع فلزات سنگین در ماهی می‌باشند. و فلزات سنگین اندام هدف خود را براساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند. غلظت فلزات سنگین در آبشش منعکس کننده غلظت فلزات در منبع آب محل زندگی ماهی بوده، در صورتی که کبد ماهی نشان‌دهنده میزان تجمع و ذخیره فلزات می‌باشد (۱۳).

همچنین کمپلکس فلزات سنگین با سطح مخاط آبشش و عدم حذف آن در بین لاملا از عوامل مؤثر بر میزان کلی تجمع فلزات در بافت آبشش می‌باشد از این رو غلظت بالایی از این فلزات در این بافت‌ها حیات ماهی را با تهدید مواجه خواهد کرد (٦).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان دادکه میانگین غلظت فلز سرب در استان گیلان براساس استانداردهای مورد بررسی بالاتر از حدمجاز بوده به جز بافت عضله براساس استاندارد EPA که پایین‌تر از حدمجاز گزارش شد. میانگین غلظت فلز کادمیوم در تمام بافت‌ها به‌جز آبشش پایین‌تر از حدمجاز ثبت گردید.

میانگین غلظت فلز سرب در استان مازندران در همه بافت‌ها در مقایسه با استانداردها پایین‌تر از حدمجاز گزارش شد. بافت ماهیچه از نظر فعالیت‌های متابولیک از فعالیت پایین‌تری نسبت به کبد و آبشش برخوردار بوده، ولیکن هرگونه تغییر در روند جذب و تجمع فلزات سنگین در ماهی می‌تواند به دلیل عوامل مختلفی نظیر نوع فلز، نوع آبزی بافت، وزن، سن آبزی و شرایط محیطی صورت زیستی بگیرد. از طرف دیگر پوست دارای کمترین میزان غلظت در خود بوده است، زیرا این بافت در مقایسه با بافت‌های دیگر همچون کبد و آبشش، کمتر فلزات را در خود تجمع می‌دهد (۲۸).

در مطالعه‌ای که ستوده نیا در سال ۱۳۸۲ بر روی بافت عضله ماهی کفال در محدوده اسکله فریدون کنار انجام داد میزان عناصر سرب و کادمیوم در بافت عضله بیش از استانداردهای جهانی بوده است، که با مطالعه نتیجه حاضر در خصوص سرب با استانداردهای جهانی نامبرده به جز EPA و کادمیوم در آبشش در گیلان مطابقت دارد (۲۵).

در مطالعه‌ای که عسکری ساری و همکاران در سال ۱۳۸۳ تحت عنوان بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب، روی و کبالت) در ماهیان خوراکی تالاب انزلی انجام دادند، اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات سنگین ثبت نمودند (٤).

در مطالعه‌ای که مرجان صادقی راد در سال ۱۳۸۳، تحت عنوان مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاس‌ماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزرانجام داد، گزارش شد که با توجه به استانداردهای موجود جهت مصرف انسانی غلظت فلزات فوق در بافت عضله پایین‌تر از حدمجاز بوده اما در سایر بافت‌ها در مقایسه با استانداردها در بعضی موارد مقادیری بیش از حدمجاز دیده شده است، که با نتیجه مطالعه حاضر براساس استاندارد EPA در استان گیلان مطابقت دارد (۲۲). ناصری در سال ۱۳۸٤ پژوهشی را تحت عنوان ارزیابی تجمع عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت‌های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز سواحل بوشهر انجام داد. براساس این مطالعه غلظت این فلزات در بافت آبشش و اعماء و احشاء نسبت به بافت عضله بیشتر اعلام شد که با مطالعه حاضر مطابقت دارد (۱۷).

در مطالعه‌ای که ابراهیم‌پور و همکاران در سال ۲۰۱۱، بر روی تجمع فلزات سنگین در برخی گونه‌های آب-شیرین *Esoxlucius Carassiusgibelio* انزلی انجام دادند، غلظت فلزات در ماهیان به شرح زیر بود: میزان فلزات در اندامهای ماهیان مختلف بدین صورت گزارش شد: کبد > کلیه > آبشش> روده > عضله (۹).

در مطالعه‌ای که شهبازی در سال ۱۳۹۳بر روی تجمع فلزات سنگین درگونه ***Chalcalurnus Chalcoides*** در حوضه جنوبی خزر انجام داد غلظت فلزات کروم وکبالت در آبشش بیشتر از پوست و در پوست بیشتر از عضله ثبت گردید (۲۳).

در مطالعه‌ای که آقایی و همکاران ۱۳۹۳ بر روی تجمع فلزات در بافت‌های کبد وعضله ماهی کوتر در آبهای بندر عباس انجام دادند، غلظت فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی در بافت کبد بیشتر از بافت عضله ثبت شد (۲).

در مطالعه‌ای که قندچی وهمکاران در سال ۱۳۹۳بر روی تجمع فلزات در بافت‌های کبد وعضله ماهی گیش خال سفید در آب‌های بندر عباس انجام دادند غلظت فلزات نیکل و وانادیوم در بافت کبد بیشتر از بافت عضله ثبت شد (۱۱).

جدول ۷- حداکثر غلظت‌های مجاز فلزات سنگین سرب و کادمیوم در ماهی جهت مصرف (۲۱) واحدها ❋ میکروگرم بر گرم وزن خشک

**میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک استانداردها و بافت	کادمیوم	سرب	منبع
WHO	❋❋❋۲	------	(۵)
Netherlands	❋۰/۱	❋۰/۵	(۲۰)
EOS	❋۰/۵	❋۲	(۱۹)
EPA	❋۰/۲	❋٤	(۳)
WHO	❋❋۰/۲	------	(۱۸)

جدول ۸- مقایسه میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم در ماهیان (در سایر مطالعات انجام شده)

جنس	سرب	کادمیوم	منبع
Pomadasys furcatus	❋۰/۰۰۹	❋۰/۰۰۲	(۱)
Platycephalus	❋۰/۰۰۷	❋۰/۰۰۳	(۱)
Epinephelus	❋۰/۰۰۵	❋۰/۰۰۲۵	(۱)
Otolithes ruber	❋۰/۰۰٤	❋۰/۰۰۲	(۱)
Lethrinus lentjan	❋۰/۰۰۹	❋۰/۱٦	(۱۵)
Otolithes	❋۰/٤۸	❋۰/۰٦٤	(۲٤)
Scomberomorus	❋۰/۰۳۳٦	❋۰/۰۲۲۳	(۱۰)
Lutjanus	❋۰/٤٤۲	❋۰/۰٦۳	(۲٤)
Lethrimus nebulosus	❋۰/۰۷۹۸	❋۰/۰۰٦۱	(۸)
Pampus argenteus	❋۰/۰۰۸	❋۰/۰۱۳	(۱)
Epinephelus coidoides	❋۰/۸۸۵	❋۰/۰۰۳۲۲	(۸)
Chalcalurnus calcoides	*٦/۰۲٦٤	*۰/۰۳۹۳	مطالعه حاضر در مازندران
Chalcalurnus chalcoides	*۳/٥٦٥۳	*۰/۰ ۲۳۳	مطالعه حاضر در گیلان

❋ میکروگرم بر گرم وزن خشک

نتیجه‌گیری

با توجه به نقش و اهمیت عضله ماهی در تغذیه انسانی پیشنهاد می‌گردد که مدیریت بهتر و بیشتری در جهت کنترل منابع آلاینده صورت گیرد تا ذخایر آبزیان که به عنوان یکی از منابع مهم پروتئینی است دچار صدمات کمتری ناشی از عوامل آلاینده شوند و همچنین مطالعات دوره‌ای روی میزان تجمع فلزات سنگین در این نوع ماهی جهت اطمینان از وضعیت کیفی و سلامت ماهی انجام گردد.

منابع

1. Agah H., Leermakers M., Gao Y., Fatemi S M R., Mohseni katal M., Baeyens W., Elskens M.2010. Mercury Accumulation in fish species from the Persian Gulf and in human hair from fisherman. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 169: 203-216. [In Persian]

2. Aghaei S., Ashjae Ardalan A., Ghafourian H., Mooraki N., Darvish Bastami K., Mola Mohieddin N. 2014. Seasonal measurement and comparison of heavy metals lead, cadmium, zinc and copper in port waters Abbas. *Journal of Marine Science and Technology Research*, 9(4): 45-55. [In Persian]

3. Ashraf W. 2004. Level of selected heavy metal in tuna fish. *Arabian Journal for science and Engineering*, 31(1A):89-92.

4. Askari sari M.2004. Investigation and determination of heavy metals (mercury, cadmium, lead, zinc, cobalt) in edible fish of Anzali wetland. *Persian Gulf International Conference*, p: 101. [In Persian]

5. Biney C.A., Ameyibor E. 1992. Trace Metal Concentrations in the Pink Shrimp *Penaeus notialis* from the Coast of Ghana. *Water, Air, and Soil Pollution, An International Journal of Environmental Pollution*, 63: 273-279.

6. Canli M., Atli G. 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, 121(1): 129-136.

Sea]. Legkaya i Pischchevaya Promyshlennost, Moskva, Russia, 167 Pp.

15. Kosanovic M., Hassan M.Y., Subramanian D. 2007. Influence of urbanization of the western coast of the United Arab Emirates on trace metal content in muscle and liver of wild red-spot emperor *(Lethrinus Lentjan*). *Food and chemical toxicology -Elsivier,* 45(11): 2261-2266.

16. Moopam, 1999. Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analyses Method. Third Edition. Regional Organization for the Marine Environment (Ropme). Kuwait.

17. Naseri M.., 2005. Evaluation of the accumulation of heavy elements (iron, copper, zinc, manganese, mercury, lead and cadmium) in the edible and non-edible tissues of *Planiliza subviridis* the shores of Bushehr. Master Thesis (MSc) of Fisheries. Noor Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Iran. [In Persian]

18. Pourang N., Dennis J., Ghourchian H. 2005. Tissue distribution and redistribution of trace elemenetsin shrimp species with the emphasis on the roles of metallothionein. *Ecotoxicology,* 13(6): 519-533.

19. Rashed M.N. 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. *Environment International-Elsevier*, 27(1): 27-33.

20. Row D. 1998.Heavy metal concentration in liver and kidneys of the otter. *Springer-Verlag New York Inc. Proceedings VI. International other Colloquium,* 60: 273-279.

21. Sadeghi M. 2009. The Study of biological characteristics and heavy metal determination (Cd, Pb, Fe, V, Ni,) in muscle, liver and gonad tissues of King fish in the Coastal waters of Hormozgan province. Islamic Azad University,

7. Danabas D., Ural M. 2012. Determination of metal (Cu, Zn, Se, Cr and Cd) levels in tissues of the cyprinid fish, *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) from different regions of Keban Dam Lake (Euphrates-Turkey). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89(3): 455-460.

8. De Mora S., Fowler SW., Wyse E., Azemard S. 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and Coastal sediments in the Gulf Oman. *Marine Pollution Bulletin,* 49(5-6): 410-424.

9. Ebrahimpour M., Pourkhabbaz A., Barmaki R., Babaei H., Rezaei M. 2011. Bioaccumulation of heavy metals in freshwater fish species, Anzali, Iran. Department of Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, University of Birjand 87: 386-392. [In Persian]

10. Emami Khansari F., Ghazi khansari M., Abdollahi M.2005.Heavy metals content of canned tuna fish. *Food chemistry,* 93(2): 293-296. [In Persian]

11. Gandchi M., Sadeghi M.S., Emtiazjoo M., Sajadi N. 2014. Heavy metals nickel and vanadium in the muscle and liver of *Carangoiedes malabaricus* in summer and winter in Bandar Abbas, Persian Gulf.*Journal of Marine Science and Technology Research*, 9(4): 65-75. [In Persian]

12. Gorjipour E., Sadough Niri A., Hosseini A.R.., Seraj B.2006. Accumulation of Heavy metals in the Muscle, Liver and Gill tissues of *Epinphelus coioiedes. Iranian Scientific Journal of Fisheries*, 18(1): 101-108. [In persian]

13. Kalay M., Ay O., Canli M.1999. Heavy Metal Concentrations in fish tissues from the Northeast Mediterranean Sea. *Bulletin of Environmental. Contamination and Toxicology*, 63: 673-681.

14. Kazancheev E.N. 1981. Ryby Kaspiiskogo Morya [Fishes of the Caspian

25. Sotoudehnia F., Aminiranjbar G. 2003. Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue *of Mugil auratus* in relation to standard length, weight, age and sex. *Iranian Journal of Fisheries*, 14(3):1-18. [In Persian]

26. Tabibzadeh M., Velayatzadeh M. 2010. Investigation and comparison of the accumulation of heavy metals mercury, cadmium and lead in the muscle and liver of *Cyprinion macrostomus* in Karun River, *Scientific and Research Journal of Food Science and Technology*, 3(1): 27-33. [In Persian]

27. Viarengo A. 1989. Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of at the cellular level, *Aquatic Sciences,* 1: 295-317.

28. Wong C.K.., Wong P.P.P.K., Chu L.M .2001. Heavy metal concentrations in marine fishes collected from fish culture sites in Hong Kong. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 40: 60-69.

Research Sciences Branch, 110 pp. [In Persian]

22. Sadeghi Rad M., Aminiranjbar G. 2004. Comparison of accumulation of heavy metals (zinc, copper, cadmium, lead, mercury) in muscle tissue and caviar of two species of Iranian sturgeon the southern basin of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries*, 14 (3): 79-100. [In Persian]

23. Shahbazi A. 2014. Determination of heavy metals (chromium and cobalt) in muscle, gills and skin tissues *Chalcalburnus chalcoides* in the southern basin of the Caspian Sea. Master Thesis (MSc), Islamic Azad University, North Tehran Branch, 74 pp. [In Persian]

24. Shahriari A.2003. Determination of heavy metals (Cd, Cr, Pb, Ni) in edible tissues of *Lutjans coccineus* and *Tigeratooh croaker* in the Persian Gulf. *Scientific Journal of Gorgan University of Medical Sciences,* 7(2): 65-67. [In Persian]

Study of Accumulation of Heavy Metals (Pb & Cd) in Muscle, Skin, and Gill Tissues *Chalcalburnus Chalcoides* (Anzali & Shirud Lagoon)

Mohammad Boustanmanesh Moakhar, Mahnazsadat Sadeghi*, Mozhgan Emtiazjoo

Department of Marine Biology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

Abstract

We studied concentration of heavy metals Pb and Cd in the Gill, Skin, and Muscle tissues of *Chalcalburnus Chalcoides* caught from the southern Caspian Sea (Anzali & Shirud lagoon) in spring 2012. After biometrical measurements, the Gill, Skin, and Muscle tissues of samples were separated; metals were extracted from the tissues using chemical digestion method with pure nitric acid and their concentrations were determined by AAS. Average concentrations (in ppm dry weight) were compared with international standards such as FAO, WHO, and Stoskopf. Results showed that in Shirud of Mazandaran in gills, skin and muscle tissues, the maximum average accumulation belonging to Pb are 9.5836 ± 2.52069, 5.9343 ± 1.08995, 6.0264 ± 1.45947 µg/g and minimum average belonging to Cd are 0.0936 ± 0.04763, 0.0957 ± 0.04236, 0.0393 ± 0.02227 µg/g, respectively. In Anzali of Gilan, in gills, skin, and muscle tissues maximum average accumulation belonging to Pb are 20.8380 ± 3.68153, 7.6880 ± 2.04173, 3.5653 ± 0.68273 µg/g and minimum average belonging to Cd are 0.6040 ± 0.22663, 0.1167 ± 0.03897, 0.0233 ± 0.00893 µg/g, respectively. Lead concentrations in this study in both areas compared to international standards of WHO, Netherlands, EOS, and EPA limit is reached, but according to the EPA standard, the muscles in Gilan province are lower than the limit. Cadmium concentrations in all tissues except gill-based standards are lower. The average concentration of lead and cadmium metals between muscle, skin, and gills in Gilan province showed significant difference ($P<0.05$) and average concentrations of lead and cadmium in the tissues in Mazandaran province were not significantly different ($P> 0.5$).

Keywords: Heavy Metals, *Chalcalburnus Chalcoides*, Caspian Sea, Gilan and Mazandaran Provinces