Archive of SID

بررسی تجمع فلزات سنگین کروم و کبالت در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی *Chalcalburnus Chalcoides*

- **مهنازسادات صادقی***: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صندوق پستی: ۱۸۱- ۱۹۷۳۵
- **مژگان امتیازجو**: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صندوق پستی: ۱۸۱- ۱۹۷۳۵
- **آرزوشهبازی**: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صندوق پستی: ۱۸۱- ۱۹۷۳۵

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۶

چکیده

تحقیق حاضر ، در بهار ۱۳۹۲، به‌منظور تعیین غلظت فلزات سنگین کروم وکبالت در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی صید شده از آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر (تالاب انزلی وشیرود) در استان گیلان ومازندران وصورت گرفت. بافت‌های مورد نظر پس از انجام زیست‌سنجی، تفکیک شدند. به‌منظور سنجش میزان فلزات در بافت‌ها از روش هضم شیمیایی توسط اسیدنیتریک استفاده گردید و غلظت فلزات توسط دستگاه جذب اتمی کوره تعیین گردید. میانگین غلظت فلزات (برحسب پی پی ام وزن خشک) با استانداردهای جهانی نظیر: استاندارد جهانی FAO، WHO و Stoskopf مقایسه شد. میانگین غلظت کروم در همه موارد به‌جز در بافت عضله در هر دو استان و در قیاس با استاندارد WHO وStoskopf بالاتر از حد مجاز ثبت گردید. میزان تجمع کبالت در مقایسه با استاندارد جهانی FAO در تالاب انزلی بالاتر از حد مجاز جهانی بود. میانگین غلظت فلز کروم بین بافت‌های عضله، پوست و آبشش در هر دو استان تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$). میانگین غلظت فلز کبالت بین بافت‌های عضله، پوست و آبشش در هر دو استان تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p>0/05$). میانگین غلظت فلزات کروم و کبالت در بافت‌های مورد بررسی بین دو استان تفاوت معنی داری را نشان نداد ($p>0/05$).

کلمات کلیدی: تجمع فلزات سنگین، ماهی شاه کولی،دریای خزر، استان گیلان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mahnaz_sadat_sadeghi@yahoo.com.au

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ماهی از ارزش غذایی بسیار بالایی برخوردار بوده و استفاده از آن در رژیم غذایی انسان علاوه بر تامین نیازهای تغذیه‌ای بدن در بهبود وضعیت سلامتی، جسمی و فکری افراد جامعه نیز موثر است (Rashed و همکاران، ۲۰۰۱). هم‌چنین یکی از اصلی‌ترین منابع تامین پروتئین برای بشر به‌شمار 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 ازجمله ماهیان می‌شود. این آلودگی‌ها می‌تواند از منابع مختلفی چون فاضلاب‌های صنعتی و شیمیایی، فاضلاب‌های خانگی، فعالیت‌های کشاورزی، اکتشاف و استخراج نفت تامین 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 ازقبیل کادمیوم، جیوه، کروم، کبالت و سرب است (Canli و Atli، ۲۰۰۳). از آن‌جائی‌که فلزات سنگین به‌عنوان یکی از آلودگی‌هایی 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 ازجمله تدابیر لازم برای حفظ سلامت بشر می‌باشد .

ازجمله گونه‌های با ارزش ماهیان استخوانی دریای خزر، گونه *Chalcalburnus chalcoides* متعلق به خانواده کپورماهیان Cyprinidae می‌باشد. این ماهی در تمامی سواحل جنوبی دریای خزر از تالاب انزلی تارودخانه گرگانرود دیده می‌شود تحقیقاتی مشابه بر روی سایر خانواده‌های متعلق به این منطقه صورت گرفته که از میان آن‌ها می‌توان به پروژه بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب، روی و کبالت) در بافت کبد و عضله ماهیان خوراکی تالاب اشاره کرد (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۳) و بر این اساس اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مورد بررسی ثبت شد. در مطالعات Fridtid (۲۰۱۰) غلظت سرب و کادمیوم در عضلات ماهی شاه کولی پایین‌تر از حد مجاز می‌باشد و به این ترتیب نتیجه‌گیری می‌شود که خطری برای مصرف این ماهیان توسط انسان وجود ندارد. مطالعه‌ای توسط Mesut Ural (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 داد که براساس این مطالعه بالاترین سطح فلزات سنگین در بافت‌های کبد، عضله، آبشش و کلیه، روی بوده درحالی‌که کم‌ترین فلز در بافت‌های نامبرده کادمیوم بوده است. میزان صید بالا،کیفیت مطلوب گوشت و ارزش اقتصادی بالای این ماهی موجب گردیده بررسی و تحقیق بر روی این ماهی به‌لحاظ بررسی میزان فلزات سنگین در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی مذکور مورد توجه قرار گیرد.

در این بررسی، با تعیین میزان فلزات کروم و کبالت در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی شاه کولی و امکان تهدید نسل ماهی و هم‌چنین احتمال انتقال آلودگی‌های یادشده به انسان، وضعیت سلامت این ماهی در مناطق مورد مطالعه مشخص گردد. اهداف مورد بررسی در این تحقیق به‌شرح زیر بودند:

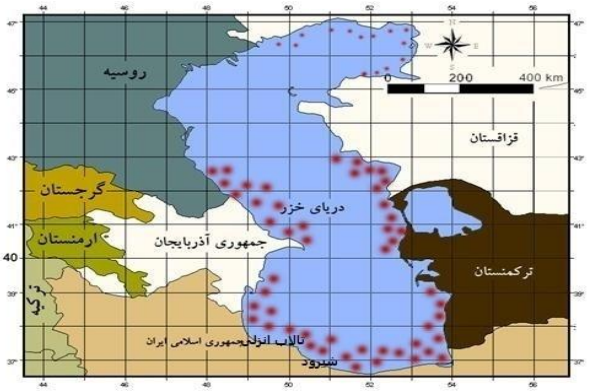
تعیین میزان فلزات سنگین کروم و کبالت در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی *Chalcalburnus chalcoides* در دو منطقه مورد مطالعه، مقایسه مقادیر به‌دست آمده با استانداردهای جهانی، مقایسه میزان تجمع فلزات در بافت‌های مورد بررسی و مقایسه میزان تجمع فلزات در بافت‌های مورد بررسی در دو منطقه مورد مطالعه.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر در دو استان مازندران (منطقه شیرود) و استان گیلان (منطقه تالاب انزلی) صید ماهی شاه کولی در بهار ۱۳۹۲ انجام شددر استان مازندران ۱۴ نمونه و در استان گیلان ۱۵ نمونه از مناطق تخلیه صید به‌روش تصادفی تهیه و توسط یونولیت‌های محتوی یخ به آزمایشگاه دانشکده علوم و فنون دریایی تهران منتقل گردیدند پس از انجام عملیات زیست‌سنجی (اندازه‌گیری طول کل، چنگالی برحسب میلی‌متر و وزن کل برحسب گرم) کالبدشکافی شدند و بافت‌های آبشش، پوست و عضله جدا شد (MOOPAM، ۱۹۹۹). از روش Microwave Digestion برای هضم نمونه‌ها استفاده شد. در این روش نمونه‌های بافت ماهی توسط آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند سپس به اندازه ۰/۳ گرم از نمونه‌ها را به مخلوطی از اسیدنیتریک ۶۵ درصد و آب اکسیژنه ۳۵ درصد به نسبت ۸ سی‌سی به ۲ سی‌سی اضافه گردید 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 سی‌سی رسانده شد و تا تزریق به دستگاه جذب اتمی در یخچال‌های با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید (MOOPAM، ۱۹۹۹). دستگاه مورد استفاده در این پروژه Varian با مدل ۱۰۰ GTA بود. اندازه‌گیری فلزات مورد بررسی به کمک سیستم جذب اتمی کوره انجام گردید. با توجه به شکل، شاه کولی دریای خزر در آب‌های حوزه میانی و جنوبی پراکنش داشته و زندگی می‌کند. در قسمت شمالی دریا خیلی به‌ندرت مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱: نقشه پراکنش در منطقه (Kazancheev، ۱۹۸۰)

جهت انجام مطالعات آماری از نرم‌افزار SPSS ۱۶ استفاده گردید و با استفاده از آزمون کراسکال والیس تفاوت غلظت فلزات در بافت‌های مختلف بررسی شد و هم‌چنین رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ انجام گرفت. در تحقیق حاضر از آزمون آماری t-test جهت مقایسه میانگین میزان فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در بافت عضله با مقادیر استانداردهای جهانی استفاده گردید.

نتایج

جدول۱: آنالیز آماری داده‌های طولی و وزنی ماهی شاه کولی درتالاب انزلی-سال ۱۳۹۲

متغیر	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
طول چنگالی (میلی‌متر)	۱۵	۱۴۵	۱۷۵	۱۵۶/۲۶	۲/۳۶۵۳۶
وزن کل (گرم)	۱۵	۳۲/۱	۵۱/۵	۳۸/۳۶	۱/۴۱۳۳۹

جدول۲: آنالیز آماری داده‌های طولی و وزنی ماهی شاه کولی در شیرود

متغییر	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
طول چنگالی (میلی‌متر)	۱۴	۱۲۳	۱۸۹	۱۶۳/۴۲	۵/۲۷۳۵۲
وزن کل (گرم)	۱۴	۱۶/۵	۷۹/۷	۴۸/۴۳	۴/۹۲۱۹۹

بررسی صحت داده های آنالیزشده از طریق CRM-IAEA 407:

جدول۳: غلظت فلزات بر اساس CRM

فلز	CRM	غلظت محاسبه شده
کروم	۰/۰-۶۷/۷۹	۰/۶۸
کبالت	۰/۰-۰۹/۱۱	۰/۱۰

با توجه به نتایج تست کولموگوروف- اسمیرنوف و شاپیرو ویلک (Kolmogorov-Smirnov-Shapiro-Wilk) توزیع داده‌ها به‌جز کروم در آبشش و عضله نرمال نبوده، لذا برای آنالیز آماری داده‌ها از تست‌های ناپارامتریک استفاده گردیده و برای کروم در آبشش و عضله از T-test استفاده شد.

جدول۴: میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی شاه کولی در تالاب انزلی (سال ۱۳۹۲)

بافت	فلز	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
عضله	کروم	۱۵	۰/۴۲	۱/۲۲	۰/۶۴۶۰	۰/۰۶۱۹۷
	کبالت	۱۵	۰/۰	۰/۷۷	۰/۲۷۰۰	۰/۰۵۶۵۳
آبشش	کروم	۱۵	۱/۲۳	۳/۴۲	۱/۹۵۰۷	۰/۱۵۷۳۳
	کبالت	۱۵	۰/۰	۲/۱۲	۰/۶۱۳۳	۰/۱۷۹۴۴
پوست	کروم	۱۵	۰/۶۰	۲/۰۵	۱/۰۷۴۰	۰/۰۹۴۷۹
	کبالت	۱۵	۰/۰	۱/۰۹	۰/۳۳۵۳	۰/۰۹۵۰۸

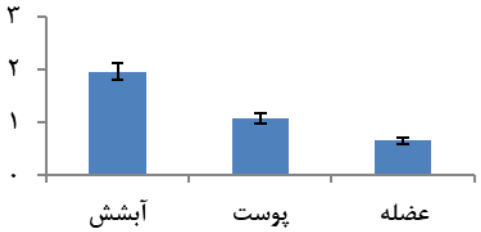
www.SID.ir

Archive of SID

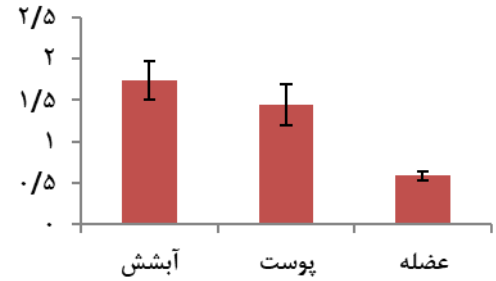
جدول۵: میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافت‌های عضله، آبشش و پوست ماهی شاه کولی در شیرود (سال ۱۳۹۲)

بافت	فلز	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد
عضله	کروم	۱۴	۰/۲۶	۰/۹۸	۰/۵۸۲۹	۰/۰۵۹۲۹
	کبالت	۱۴	۰/۰	۰/۹۱	۰/۱۶۷۹	۰/۰۷۷۱۳
آبشش	کروم	۱۴	۰/۲۴	۳/۶۲	۱/۷۴۴۳	۰/۲۳۱۶۱
	کبالت	۱۴	۰/۰	۰/۶۰	۰/۱۴۵۷	۰/۰۵۶۱۵
پوست	کروم	۱۴	۰/۸۰	۴/۲۲	۱/۴۴۵۷	۰/۲۴۴۵۳
	کبالت	۱۴	۰/۰	۰/۵۷	۰/۰۹۶۴	۰/۰۴۷۴۰

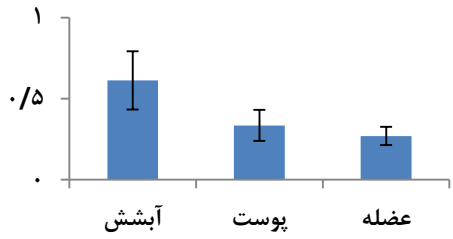
مقایسه میانگین غلظت فلزات در بافت‌های عضله، پوست و آبشش ماهی شاه‌کولی: براساس آزمون Kruskal-Wallis میانگین غلظت کبالت در بافت‌های مورد بررسی در هر کدام از استان‌های گیلان و مازندران تفاوت معنی‌داری ندارد (p>۰/۰۵)، (شکل‌های ۴ و ۵) و هم‌چنین براساس این آزمون میانگین غلظت کروم بین بافت‌های آبشش، پوست و عضله در این استان‌ها تفاوت معنی‌داری دارد (p<۰/۰۵)،(شکل‌های ۲ و ۳).



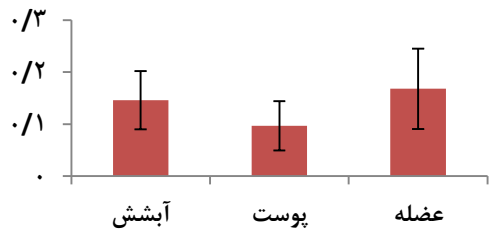
شکل ۲: نمودار میانگین غلظت کروم ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در تالاب انزلی سا ل ۱۳۹۲



شکل ۳: نمودار میانگین غلظت کروم ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در شیرود سا ل ۱۳۹۲



شکل ۴: نمودار میانگین غلظت کبالت ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در تالاب انزلی سا ل ۱۳۹۲



شکل ۵: نمودار میانگین غلظت کبالت ± خطای استاندارد در بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی در شیرود سال ۱۳۹۲

مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین بین دو منطقه: براساس نتایج تست Mann-Whitney U (جدول۶) میانگین غلظت فلزات بین دو منطقه تالاب انزلی و شیرود تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (p>۰/۰۵). کبالت در بافت‌های عضله، پوست و آبشش و هم‌چنین کروم در پوست بین دو منطقه تالاب‌انزلی و شیرود تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (p>۰/۰۵). براساس نتیجه T-test (جدول ۶) میانگین غلظت کروم در آبشش و عضله بین دو منطقه تالاب انزلی و شیرود تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (p>۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

چدول۶: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین بین تالاب انزلی و شیرود در سال ۹۱

بافت	منطقه	کروم	کبالت
عضله	تالاب انزلی	t=۰/۷۳۴	Mann-Whitney U=۷۴/۵
	شیرود	p=۰/۴۶۹	p=۰/۱۷۴
آبشش	تالاب انزلی	t=۰/۷۴۶	Mann-Whitney U=۶۹
	شیرود	p=۰/۴۶۲	p=۰/۰۹۵
پوست	تالاب انزلی	Mann-Whitney U=۷۸/۵	Mann-Whitney U=۶۴/۵
	شیرود	p=۰/۲۴۷	p=۰/۰۵۳

بحث

نتایج آماری حاصل از تحقیقات به‌عمل آمده در تالاب انزلی و شیرود 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 (Canli و Atli، ۲۰۰۳؛ Viarengo، ۱۹۸۹). فلزات سنگین اندام هدف خود را براساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند (Pouarang و همکاران، ۲۰۰۵). این نکته علت تجمع بیش‌تر فلزات در بافت‌هایی نظیر آبشش، را در مقایسه بابافت پوست‌وعضله تفسیر می‌نماید. درمطالعه‌حاضر،بافت‌های آبشش، پوست و عضله ماهی شاه کولی مورد بررسی قرار گرفته است در کل براساس اعداد به‌دست آمده از مجموع دو منطقه نمونه‌برداری، میانگین غلظت فلزات کروم و کبالت بر حسب میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شد و مقادیر آن‌ها در بافت آبشش بیش‌تر از پوست و عضله ثبت گردید. در مطالعه‌ای که عسکری‌ساری و همکاران (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. صادقی‌راد (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای که بر روی مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه)در بافت عضله و خاویار دو گونه تاس‌ماهی ایرانی و ازون‌برون حوضه جنوبی دریای خزر انجام داد، گزارش شد که با توجه به استانداردهای موجود جهت مصرف انسانی غلظت فلزات فوق در بافت ماهیچه پایین‌تر از حد مجاز ثبت گردیده است. در مطالعه‌ای که سعیدی (۱۳۹۱)، بر روی آلودگی فلزات سنگین در ماهی و آب‌های جمع‌آوری شده سواحل گرگان دریای خزر انجام داد، متوسط میزان سرب در نمونه‌های آب و ماهی به‌طور قابل توجهی بالاتر از کادمیوم و کروم بود. مقادیر فلزات موردبررسی در آب‌های جمع‌آوری‌شده از تالاب گمیشان بالاتر از سایت‌های دیگر بود. غلظت فلزات در نمونه‌ها و آب پائین‌تر از حد مجاز بوده است، که با نتیجه مطالعه حاضر به‌جز کروم در عضله مغایرت دارد.

جدول۷: حداکثر غلظت‌های مجاز فلزات سنگین کروم و کبالت در ماهی جهت مصرف (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱)

استانداردها	فلز	کروم	کبالت
FAO		*۱	*۰/۲
WHO		*۰/۲	------
Stoskopf، ۱۹۹۳		**۰/۰۵	------

*میکروگرم بر گرم وزن خشک**میلی‌گرم بر لیتر

براساس آزمون Mann-Whitney U میانگین غلظت فلزات بین دو منطقه تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (p>۰/۰۵). کبالت در بافت‌های عضله، پوست و آبشش و هم‌چنین کروم در پوست بین دو منطقه تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (p>۰/۰۵). نتیجه T-test نشان داد که میانگین غلظت کروم در آبشش و عضله بین دو منطقه تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (p>۰/۰۵). براساس آزمون Kruskal-Walis میانگین غلظت کبالت در بافت‌های مورد بررسی در هر کدام از تالاب انزلی و شیرود تفاوت معنی‌داری ندارد (p>۰/۰۵)، (شکل‌های ۴ و ۵) و هم‌چنین براساس این آزمون میانگین غلظت کروم بین بافت‌های آبشش، پوست و عضله در این استان‌ها تفاوت معنی‌داری دارد (p<۰/۰۵)(شکل‌های ۲ و ۳).

براساس مطالعه حاضر پراکنش فلزات مورد بررسی در بافت‌های عضله، آبشش و پوست به‌ترتیب زیر است:

عضله < پوست < آبشش میزان تراکم این فلزات به سمت بافت آبشش افزایش یافته (جداول ۸ و ۹) و این افزایش غلظت فلزات سنگین شاید به‌دلیل بالا بودن نقش فعالیت‌های بالای فیزیولوژیکی در ماهی باشد. مطالعات نشان داده است که اندام‌های هدف نظیر کبد و آبشش از فعال‌ترین اندام‌ها در تجمع فلزات سنگین در ماهی می‌باشد و فلزات سنگین اندام هدف خود را براساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کنند. غلظت فلزات سنگین در آبشش منعکس‌کننده غلظت فلزات در منبع آب محل زندگی ماهی بوده، درصورتی‌که کبد ماهی نشان دهنده میزان تجمع و ذخیره فلزات می‌باشد (Kalay و همکاران، ۱۹۹۹).

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 این‌رو غلظت بالایی از فلزات در این بافت‌ها حیات ماهی را با تهدید مواجهه خواهد کرد (Canli و Atli، ۲۰۰۳). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلز کروم و کبالت در تالاب انزلی برطبق استاندارد FAO در بافت‌های آبشش و پوست بالاتر از حد مجاز بوده است. میانگین غلظت فلز کروم در استان مازندران براساس این استاندارد در بافت‌های آبشش و پوست بالاتر از حد مجاز ثبت گردید. درحالی‌که مقدار کروم و کبالت در عضله در همه بافت‌ها در شیرود در مقایسه با استاندارد FAO پائین‌تر از حد مجاز بوده که بیانگر سالم بودن نسبی این ماهی و احتمالاً عدم آلودگی این ماهی به فلزات مذکور می‌باشد. به‌ویژه که حداقل میزان جذب و تجمع این عناصر در ماهیچه که عضو مصرفی در تغذیه بعضی از اهالی منطقه است. بافت ماهیچه از نظر فعالیت‌های متابولیکی، از فعالیت پایین‌تری نسبت به کبد و آبشش برخوردار بوده، ولیکن هرگونه تغییر در روند جذب و تجمع زیستی فلزات سنگین در ماهی می‌تواند به‌دلیل عوامل مختلفی نظیر نوع فلز، نوع آبزی، بافت، وزن و سن آبزی و شرایط محیطی صوت بگیرد. از طرف دیگر پوست دارای کم‌ترین میزان غلظت فلزات در خود بوده است، زیرا این بافت در مقایسه با بافت‌های دیگر هم‌چون کبد و آبشش، کم‌تر فلزات را در خود تجمع می‌دهد (Wong، ۲۰۰۱).

Sekar و همکاران (۲۰۰۳)، میزان کادمیوم، کروم و روی در بافت‌های کبد، آبشش و ماهیچه ماهیان (*Carangoidel malabaricus* *Belone stronglurus*) به‌ترتیب ۰/۲۲، ۰/۳۷و ۰/۱۱ برای کادمیوم، ۱۹، ۳۰ و ۱۱ برای کروم و ۸۰، ۱۰۰ و ۴۱ برای روی برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر ماهی در منطقه گزارش کرده‌اند، که با توجه به تجمع بیش‌تر کروم در آبشش نسبت به عضله با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد. Karadede و همکاران (۲۰۰۴) توزیع برخی فلزات سنگین در سه اندام مختلف ماهی کفال و گربه‌ماهی *Liza abu* و *Silurus triostegus* در سد دریاچه آتاتورک واقع در فرات ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. تجمع فلزی در کبد و آبشش ماهیان در مقایسه با مقدار فلزات در عضلات کاملاً بیش‌تر بوده است، که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد. غلظت فلزات کبالت، مس، آهن، منگنز، نیکل و روی که در عضلات ماهی مشخص گردیده کم‌تر از محدوده‌های مجاز اعلام شده از سوی سازمان خوار و بار جهانی فائو می‌باشد، که با نتیجه مطالعه حاضر در منطقه شیرود مطابقت دارد. Demirak و همکاران (۲۰۰۶) غلظت فلزات سنگین کادمیوم، کروم، مس، سرب و روی در آب و رسوبات کف و بافت‌های عضلات و آبشش ماهی*Leuciscus cephalus* در حوضه یاتاگان (جنوب‌غربی ترکیه) که محل یک نیروگاه حرارتی می‌باشد را اندازه‌گیری نمودند غلظت کادمیوم، سرب، روی و کروم در آبشش‌ها بیش از عضلات بوده است که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد. PrabhuDassBatvari و همکاران (۲۰۰۸)، میزان کادمیوم ،کروم و روی را در بافت‌های کبد، آبشش و ماهیچه دو گونه ماهی (*Carangoidel malabaricus*, *Belone stronglurus*) را بررسی کردند و نتایج میانگین کادمیوم در بافت‌های کبد، آبشش و ماهیچه به‌ترتیب برابر با ۰/۵، ۰/۵ و ۰/۰۲ و برای کروم برابر با ۰/۳، ۰/۲و ۰/۰۲ و برای روی برابر با ۰/۳، ۰/۲و۰/۰۸ میلی‌گرم در گرم گزارش نموده‌اند، که با توجه به تجمع بیش‌تر کروم در آبشش نسبت به عضله با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد.

در مطالعه‌ای که Ebrahimpour و Porkhabbaz (۲۰۱۱)، بر روی تجمع فلزات سنگین در برخی گونه‌های آب‌شیرین(*Carassiu sgibelio* *Esox lucius*)انزلی انجام دادند، میزان فلزات در بافت‌های مختلف ماهیان به‌صورت زیر گزارش شد که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد:
کبد>کلیه>آبشش>روده>عضله

جدول۸: مقایسه میانگین فلزکروم در مطالعات انجام شده در گونه *Capoeta fusca* در چهار منطقه از قنات‌های بیرجند با بررسی حاضر (میکروگرم بر گرم)

گونه	آبشش	پوست	عضله	منبع- منطقه
Capoeta fusca	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۲۳	منصوری، ۱۳۸۹-مهدی آباد
Capoeta fusca	۰/۲۹	۰/۱۷	۰/۲۰	منصوری، ۱۳۸۹-نوکند
Capoeta fusca	۰/۲۹	۰/۱۷	۰/۲۰	منصوری، ۱۳۸۹حاجی آباد
Capoeta fusca	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۱۸	منصوری، ۱۳۸۹- اشکفتو
Chalcalburnus chalcoides	۱/۷۴	۱/۴۴	۰/۵۸	مطالعه حاضر در شیرود
Chalcalburnus chalcoides	۱/۹۵	۱/۰۷	۰/۶۴	مطالعه حاضر گیلان تالاب انزلی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۹: مقایسه میانگین فلزکبالت در مطالعات انجام شده در گونه *Capoeta fusca* در چهار منطقه از قنات‌های بیرجند با بررسی حاضر(میکروگرم بر گرم)

گونه	آبشش	پوست	عضله	منبع- منطقه
Capoeta fusca	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۱۹	منصوری، ۱۳۸۹- مهدی آباد
Capoeta fusca	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۲۲	منصوری، ۱۳۸۹- نوکند
Capoeta fusca	۰/۲۱	۰/۱۲	۰۲/۲۰	منصوری، ۱۳۸۹حاجی‌آباد
Capoeta fusca	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۱۸	منصوری، ۱۳۸۹- اشکفتو
Chalcalburnus chalcoides	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۶	مطالعه حاضر در شیرود
Chalcalburnus chalcoides	۰/۶۱	۰/۳۳	۰/۲۷	مطالعه حاضر در تالاب انزلی

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

منابع

۱. **اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۱**. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران. ۷۶۷ صفحه.

۲. **سعیدی، ه.، ۱۳۹۱** .آلودگی فلزات سنگین در ماهی و آب‌های جمع‌آوری شده سواحل گرگان دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی. ۹۰ صفحه.

۳. **صادقی‌راد، م.،۱۳۸۳**. مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب، چیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاس‌ماهی ایرانی و ازون‌برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۴، شماره ۳، صفحات ۷۹ تا ۱۰۰.

۴. **عسکری‌ساری، م.، ۱۳۸۳**. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب، روی، کبالت) در ماهیان خوراکی تالاب انزلی. همایش بین‌المللی خلیج فارس. ۱۰۱ صفحه.

۵. **منصوری، ب.، ۱۳۸۹**. تعیین میزان برخی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف سیاه‌ماهی در قنات‌های بخش مرکزی بیرجند. کارشناس ارشد محیط زیست.

۶. **Canli, M. and Atli, G., 2003**. The Relationships Between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and The Size of Sixe Mediterranean Fish Species, Environmental Pollution. Vol. 121, No. 1, pp: 129-136.

۷. **Demirak, A.; Yilmaz, F.; Levent tuna, A. and Ozdemiy, N., 2006.** Heavy metals in water sediment and tissues of Leucicuscephalus form a stream in south Western Trurky, chemosphere. Vol. 63, No. 9, pp: 1451-1458.

۸. **Ebrahimpour, M. and Porkhabbaz, A., 2011**. Bioaccumulation of heavy metals in freshwater fishes, Anzali, Iran. Department of environmental sciences, Faculty of agriculture, University of Birjand. Vol. 87, pp: 386-392.

۹. **Fridtid, S.M. 2010**. Trace Metal Contents in Fish Species from Pacific Ocean (Soth of Asia), Environmental Pollution Vol. 10, pp: 209-213

۱۰. **Kalay, M.; Ay, O. and Canli, M., 1999.** Heavy Metal Concentrations in fish tissues from the Northeast Mediterranean Sea. Bull. Environ. Contam. Toxicol. Vol. 63, pp: 673-681.

۱۱. **Karadede, H.; Oymak, S.A. and Unlu, E., 2004.** Heavy metals in Mullet, *Liza abu*, and catfish, *silurus triostogus*, from the Ataturk Dumlake (Eupharates), Turkey. Environ Int. Vol. 30, No. 2, pp: 183-188.

۱۲. **Kazancheev, D., 1980**. Exotic fish species in the fresh waters of Iran. Zoology in the Middle East. Vol. 40, No. 2, pp: 88-103.

۱۳. **Mesut, U., 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). Vol. 20, No. 8, pp: 2036-2040.

۱۴. **MOOPAM. 1999.** Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analyses Method.Third Edition. Regional Organization for The Marine Environment (Ropme). 450 P.

۱۵. **Pouarang, N.; Dennis, J.H., and Ghoorchian, H., 2005.** Tissue distribution and redistribution of trace elemenets in shrimp species with the emphasis on the roles of metallothionein. Ecotoxicology. Vol. 13, No. 6, pp: 519-533.

۱۶. **PrabhuDassBatvari, B.; Kamala-Kannan, S.; Shanthi, K.; Krishnamoorthy, R.; Jae Lee, K. and Jayaprakash, M., 2008.** Heavy metals in two fish species (*Carangoidelmalabaricus* and *Belone stronglurus*) from

www.SID.ir

Archive of SID

Pulicat Lake, North of Chennai, Southeast Coast of India. Environ. Monit. Assess. Vol. 145, pp:167-175.

۱۷. **Rashed, M.N., 2001.** Monitoring of environmental heavy metals in fish from Bulletin. U.S. Vol. 90, pp: 328-367.

۱۸. **Sekar, C.K.; Chary, N.S.; Kamala, T.C.; Raj, D.S.S. and Rao, A.S., 2003.** Fractionation studies and bioaccumulation of sedimentbound heavy metals in Kolleru Lake by edible fish. Environ. Int. Vol. 29, pp: 1001-1008.

۱۹. **Viarengo, A., 1989.** Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of at the cellular level. Rev, Aquat.Sci. Vol. 1, pp: 295-317.

۲۰. **WHO. 1999**. Toxic Cyanobacteria in Water. E and FN spon. 416 p.

۲۱. **Wong, C.K.; Wong, P.P.P.K. and Chu, L.M., 2001.** Heavy metal concentrations in marine fishes collected from fish culture sites in Hong Kong. Arch. Environ. Contamin. Toxicol. Vol. 40, pp: 60-69.

www.SID.ir