بررسی و مقایسه تجمع جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شلج (*Aspius vorax*) رودخانه کارون در فصل زمستان

- **محمد ولایت‌زاده***: عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز
- **سارا عبداللهی**: دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی،دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

تاریخ دریافت: تیر ١٣٨٩ تاریخ پذیرش: دی ١٣٨٩

چکیده

فلزات سنگین از آلاینده‌هایی هستند که در اکوسیستم‌های آبی مشکلات بسیاری را برای آبزیان و در نهایت برای انسان ایجاد می‌کنند. در سالهای اخیر با توجه به پیشرفت صنایع در مجاورت رودخانه کارون، ورود آلودگی‌های متعدد از جمله فلزات سنگین در بازه شهر اهواز افزایش یافته است. این تحقیق در زمستان ١٣٨٩ به منظور بررسی و مقایسه تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شلج (*Aspius vorax*) در رودخانه کارون انجام شد. ١٨ نمونه ماهی در فصل زمستان از یک ایستگاه (پل ششم اهواز) تهیه شد. سنجش فلزات سنگین به روش جذب اتمی به کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS17 و به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) انجام شد. بالاترین میزان تجمع فلزات جیوه، کادمیوم و سرب ٠/٨٥±٢١/٥٠، ٢/٢٧±١٢٧/٧٣ و ٧/٥١±٢٣٨/٢٦ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. تجمع فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در اندام‌های عضله و کبد ماهی شلج اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0.05$). در این تحقیق میزان جیوه، کادمیوم و سرب در مقایسه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و داروی امریکا پایین‌تر بود.

کلمات کلیدی: ماهی شلج، رودخانه کارون، فلزات سنگین، عضله، کبد

مقدمه

ماهی شلج یکی از گونه‌های خانواده کپور ماهیان می‌باشد که در رودخانه کارون در استان خوزستان شناسایی شده است و جزء گونه‌های بومی در حوضه دجله و کارون است (۶ و ۷). این ماهی جزء گونه‌هایی است که مطلوبیت آن از نظر ارزش اقتصادی، تغذیه و شیلاتی نسبتاً کم می‌باشد (١١).

پراکندگی زیاد فلزات سنگین در سطح زمین، مصارف مختلف آنها و بویژه خصوصیات سمی این فلزات باعث گردیده که این گروه از فلزات مانند جیوه و ترکیبات آن از مهمترین آلاینده‌های زیست محیطی محسوب شوند (١٣). عناصر سمی مانند فلزات سنگین از مهمترین منابع آلاینده محیطزیست به حساب می‌آیند. فلزات سنگین ممکن است در بدن موجودات آبزی از جمله ماهی تجمع یافته و خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم و موجودات زنده محسوب گردند. زباله‌های صنعتی،

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mv.5908@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

ساختار زمین شیمیایی و معدن کاوی فلزات از منابع بالقوه آلودگی فلزات سنگین در محیط آبی بشمار می‌روند (۳۳).

آلودگی فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر روی تعادل اکولوژیکی و تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی داشته باشد (۳۷).

مقادیر برخی از این فلزات مانند مس، روی، آهن و ... در غلظت‌های پایین برای متابولیسم آبزیان ضروری هستند، در حالیکه نقش بیولوژیک برخی از آنها مانند جیوه، کادمیوم و سرب هنوز شناخته نشده است و این فلزات حتی در غلظت‌های پایین نیز برای موجودات زنده سمی هستند (۲۱). جیوه فلزی خطرناک است که در دهه‌های اخیر نگرانی حاصل از آلودگی زیست‌محیطی آن در سراسر دنیا بحث‌های زیادی را موجب شده است (۳۹). سرب یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را روی سلامتی انسان دارد (۲۰). همچنین اثرات سمیت کادمیوم در بدن انسان نیز باعث شده است که در سالهای اخیر محققین در کشورهای مختلف، مطالعات بسیاری را در مورد این عنصر انجام دهند.

در ایران مطالعات متعددی در زمینه تجمع فلزات سنگین در بدن آبزیان و بخصوص ماهیان خلیج فارس و دریای خزر انجام شده است، اما در مورد آبهای داخلی تحقیقات انجام شده محدودتر می‌باشد. عسکری ساری و همکاران (۱۳۸۹) میزان فلزات سنگین آهن، روی، مس و منگنز را در اندامهای ماهی بیاه رودخانه‌های کارون و بهمنشیر مطالعه نمودند. ولایت‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، نیکل، روی، آهن و قلع را در نمونه‌های کنسرو تولید شده در شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان را تعیین نمودند. فاطمی و حمیدی (۱۳۸۹) میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب را در عضله پنج گونه شیربت، بنی، گطان، حمری و شلج تالاب هورالعظیم مطالعه نمودند. زارع مایوان و همکاران (۱۳۸۹) میزان فلزات سنگین آهن، آلومینیوم، کبالت، کروم و کادمیوم را در رسوبات و ماهی صبور و بیاه رودخانه بهمنشیر، اروندرود و حفار مطالعه نمودند. عسکری ساری (۱۳۸۸) میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب را در عضله، کبد و آبشش دو گونه شیربت و بیاه رودخانه‌های کارون و کرخه مطالعه نمود. نقشبندی (۱۳۸۹) غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی، مس، نیکل، آهن و منگنز را در عضله ماهیان سیم، ماش ماهی و کپور معمولی سد ارس را مطالعه نمود. امینی رنجبر و ستوده‌نیا (۱۳۸۴) غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس و روی را در بافت عضله ماهی کفال طلایی دریای خزر منطقه فریدون کنار مطالعه نمودند.

Filazi و همکاران (۲۰۰۳) میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در عضله ماهی کفال طلایی دریای سیاه را در کشور ترکیه مطالعه نمودند. Ubalua و همکاران (۲۰۰۷) میزان فلزات سنگین منگنز، آهن، روی، جیوه، کروم، مس، آرسنیک و سرب را در دو گونه ماهی تیلاپیا و کفال خاکستری رودخانه آبا در نیجریه را مطالعه نمودند. Ahmad و Shuhaimi-Othman (۲۰۱۰) میزان فلزات سنگین روی، مس، سرب و کادمیوم را در رسوبات و پانزده گونه ماهی دریاچه چینی کشور مالزی مطالعه نمودند.

بررسی فلزات سنگین در آبزیان به دلیل اینکه به سرعت در بدن آنها جذب می‌شوند بسیار مهم و ضروری است اما به دلیل اینکه ماهی بخش مهمی از رژیم غذایی انسانی می‌باشد بسیاری از مطالعات آلودگی فلزات سنگین به ویژه جیوه در اندامهای مختلف ماهی صورت گرفته است (۲۷). با توجه به اینکه ماهی در منطقه مورد مطالعه بخشی از رژیم غذایی مردم می‌باشد و اهمیت فلزات سنگین، این تحقیق با هدف سنجش و مقایسه فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در اندام‌های کبد و عضله ماهی شلج در رودخانه کارون انجام شد.

مواد و روشها

۱۸ نمونه ماهی شلج در فصل زمستان (بهمن ماه) ۱۳۸۹ توسط صیادان محلی از پایین دست شهر اهواز بعد از پل ششم تهیه شدند. ماهیان صید شده بوسیله جعبه‌های یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه کیمیا پژوه البرز در شهرکرد انتقال داده شدند. پس از زیست‌سنجی ماهیان، بافت عضله و کبد نمونه‌ها جدا گردید.

نمونه‌های بدست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شوند. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شده است که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش برای اینکه جوش بطور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰

Archive of SID
www.SID.ir

میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید بطور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و در حالیکه بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه گردید. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملا شفافی بدست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده و به حجم رسامده شد (۲۲، ۲۶ و ۳۱).

همچنین سنجش جیوه، سرب و کادمیوم به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد (۱۷ و ۳۰). جیوه با سیستم هیدرید و سرب و کادمیوم با سیستم کوره اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری عناصر مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای آن و ماتریکس مدیفایرپالادیم توسط نرم‌افزار WinLab 32 رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده، اندازه‌گیری گردید.

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS17 انجام شد و میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ ($P=0.05$) تعیین گردید. در رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار 2007 Excel استفاده گردید.

نتایج

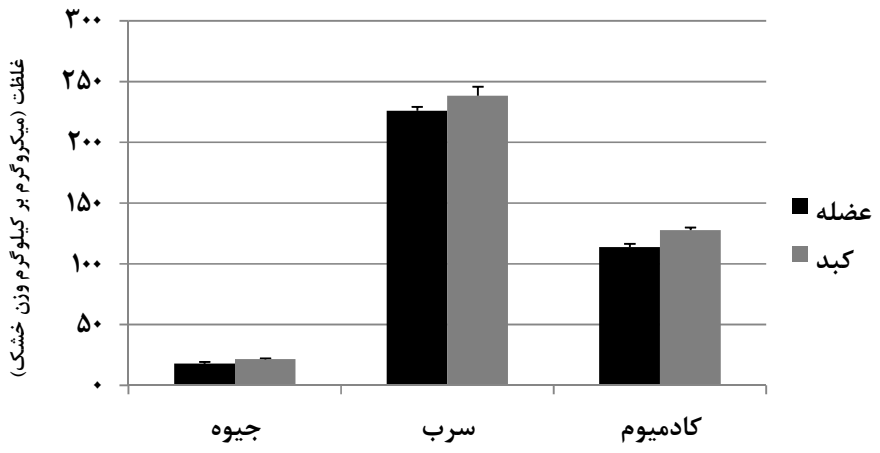
براساس نتایج بدست آمده به کمک آنالیز واریانس یکطرفه غلظت فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در کبد و عضله ماهی شلج اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0.05$). بالاترین غلظت تجمع مربوط به عنصر سرب در کبد ماهی به میزان ۲۳۸/۲۶±۷/۵۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. همچنین پایین‌ترین غلظت مربوط به عنصر جیوه در عضله ماهی مورد مطالعه به میزان ۱۷/۸۳±۱/۴۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود (جدول ۱).

مقایسه تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در اندام‌های کبد و عضله ماهی شلج نشان می‌دهد که مقادیر بدست آمده در کبد بالاتر از عضله بود ($P<0.05$) (نمودار ۱).

جدول ۱: میزان تجمع فلزات سنگین در اندام‌های ماهی شلج (*Aspius vorax*) (میانگین±SD) (ppb)

فلزات سنگین / اندام‌ها	جیوه	سرب	کادمیوم
عضله	۱۷/۸۳±۱/٤۲	۲۲٥/۹٦±۳/۱۱	۱۱۳/۷۳±۲/۸٥
کبد	۲۱/٥±۰/۸٥	۲۳۸/۲٦±۷/٥۱	۱۲۷/۷۳±۲/۲۷

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار ۱: مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله و کبد ماهی شلج رودخانه کارون

بحث

در این تحقیق میزان سرب در ماهی شلج صید شده از رودخانه کارون پایین‌تر از حد آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۵ppm) بود. میزان کادمیوم در عضله ماهی شلج نمونه‌برداری شده در مقایسه با استاندارد غذا و داروی آمریکا (۱ppm) پایین‌تر بود. همچنین میزان جیوه در مقایسه با حد آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۱ppm) و سازمان غذا و داروی امریکا پایین‌تر بود (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه نتایج این تحقیق با حد آستانه استانداردهای بین‌المللی برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک

استانداردها	فلزات سنگین		
	جیوه	کادمیوم	سرب
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۱	۰/۲	۰/۵
سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)	۰/۱ -۰/۵	۱	۵
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)	۱	۰/۰۵	۱/۵
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF)	–	۰/۲	۲
تحقیق حاضر	۰/۰۰۱-۰/۰۰۲	۰/۱۱۳-۰/۱۲۷	۰/۲۲۵-۰/۲۳۸

میزان تجمع سرب و کادمیوم در اندام‌های ماهی شلج بترتیب عبارت است از: کبد > عضله. بطور کلی آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راههای جذب این فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (۲۹) که جذب فلز کادمیوم از طریق آبشش‌ها بسیار بیشتر از جذب از طریق لوله گوارشی صورت می‌گیرد. معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد و این عناصر در بافت‌هایی مانند کلیه، کبد و آبشش‌ها تجمع می‌نمایند (۱۸ و ۲۴). فلزات در شرایط متفاوت محیطی به طرق مختلف جذب بدن ماهی می‌شوند. سطوح مختلف بدن ماهی که در تماس با محیط قرار دارند ممکن است محلی برای انتقال، رسوب و تجمع فلزات سنگین باشند. این سطوح شامل پوست، روده و آبشش است. مسیر جذب فلزات و مکانیسم انتقال آنها به بدن

Archive of SID
www.SID.ir

ماهی به عوامل مختلفی وابسته است که شکل شیمیایی فلز (یونی یا نمکهای آنها) در تعیین این مسیر بسیار مهم است. یونهای فلزی اغلب انتشار غیرفعال با می‌شود. اما ترکیبات فلزیی که با مواد آلی اتصال یافته و ماهی آنها را بلعیده، با مکانیسم اندوسیتوز در روده جذب می‌شوند (۲۵).

با توجه به اینکه میزان جیوه در آبشش، کبد و عضله ماهی شلج کمتر از آستانه استانداردهای جهانی بود و به دلیل اینکه نمونه‌برداری در فصل زمستان صورت گرفت، می‌توان چنین توجیه نمود که غلظت جیوه در فصول بارانی به دلیل کاهش غلظت آلودگی کمتر است (۱۹). معمولاً میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیشتر از بافت عضله است (۵).

عسکری ساری (۱۳۸۸) میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب را در عضله، کبد و آبشش دو گونه شیربت و بیاه رودخانه‌های کارون و کرخه مطالعه نمود که غلظت فلز سرب در اندام‌های مختلف دو گونه در دو رودخانه نسبت به سایر عناصر بیشتر می‌باشد. همچنین غلظت عناصر سنگین در آبشش و کبد نسبت به عضله بالاتر می‌باشد (۸). عسکری ساری و همکاران (۱۳۸۹) میزان فلزات سنگین را در اندام‌های ماهی بیاه رودخانه بهمنشیر و کارون پایین‌تر از آستانه استانداردهای سازمان بهداشت جهانی را سنجش نمودند (۱۰). در بررسی رضایی و همکاران (۱۳۸۴) میزان جیوه، کادمیوم و سرب در بافت‌های غیر خوراکی بالاتر از بافت خوراکی عضله بود که در آبشش و امعا و احشا ماهیان بالغ کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) بالاتر از عضله بود. همچنین میزان کادمیوم و سرب در ماهی *Sciaena umbra* در کبد بالاتر از عضله بدست آمد (۳۴). در بررسی فاضلی و همکاران (۱۳۸۴) روی کفال طلایی (*Liza auratus*) میزان سرب در کبد و آبشش بالاتر از عضله بود. میزان کادمیوم و سرب در بافت های ماهیان بنی، شیربت، گطان، حمری و شلج تالاب هورالعظیم کمتر از آستانه استانداردهای جهانی بود (۱۲). همچنین در بررسی فلزات سنگین در شش گونه ماهیان دریای مدیترانه میزان سرب و کادمیوم در کبد بالاتر از عضله بود (۲۰) که بررسی‌های ذکر شده با نتایج این تحقیق هماهنگی دارند.

نتایج مطالعات روی ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) و گل خورک (*Periophthalmus waltoni*) (۹)، کپور معمولی و *Copoeta spp.* رودخانه کر استان فارس (۳۲)، ماهی سیم، ماش ماهی و کپور معمولی سد ارس (۱۵)، ماهی گطان و شیربت رودخانه کارون (۱۴) و کفال خاکستری (۳۵) در مقایسه با مقادیر این تحقیق متفاوت بود و همخوانی نداشت (جدول ۳). این تفاوت در مقادیر فلزات سنگین گونه‌های مختلف به رفتارهای غذایی (۲۸ و ۳۸)، سن، اندازه و طول ماهی (۱۸) و محل زندگی، شرایط اکولوژیک و زیستی و فعالیت‌های متابولیکی بستگی دارد (۲۱).

در این تحقیق میزان سرب در اندام‌های ماهی شلج نسبت به کادمیوم و جیوه بالاتر بود. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق و بالا بودن میزان تجمع سرب در ماهی شلج صید شده از رودخانه کارون در فصل زمستان، وجود منابع آلاینده حاصل از فعالیت‌های انسانی و صنایع مختلف موجود و تخلیه پساب‌های صنعتی که حاوی فلز سرب نظیر صنایع فولاد و آهن و لوله‌سازی و فاضلاب‌های شهری مانند شهر اهواز در این رودخانه بالا می‌باشد. بطور کلی ماهی شلج رودخانه کارون در بازه شهر اهواز جهت تغذیه انسانی مشکل خاصی ندارند، لذا باید گونه‌های دیگر و فلزات سنگین این رودخانه جهت تغذیه انسانی مورد مطالعه قرار گیرند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳: مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین در اندام‌های ماهی شلج با نتایج تحقیقات سایر محققین (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک)

گونه	اندام	جیوه	کادمیوم	سرب	منبع
Mugil cephalus	عضله	---	۰/٦٦	۵/۳۲	Canli and Alti, 2003
Mugil cephalus	عضله	۰/۰۱	---	۰/۰۱	Ubalua *et al*., 2007
Liza auratus	عضله	---	۰/۰۳-۰/۰۲۱	۰/۰۳-۰/۰۳	Usero *et al.,* 2003
Mugil auratus	عضله	---	۰/۱۰-۰/٤	۰/۵۷-۱/۱۲	Filazi *et al.,* 2003
Abramis brama	عضله	---	۰/۵۱۵	۱/۰۳۵	Farkas *et al.,*2000
Barbus grypus	عضله	---	۲/۸۳	۱٦/۲٤	دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷
	آبشش		۲/۷۹	۹/۰۳	
Barbus grypus	عضله	۰/۷۳	۰/۸۵	۱/۷	محمدی، ۱۳۸۹
	کبد	۰/۷۹	۱/۱	۲/۱	
Liza auratus	عضله	---	۰/۳۲	۲/۳۳	امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸٤
Barbus xanthopterus	عضله	۱/۳	۱/۷	۲/٤	محمدی، ۱۳۸۹
	کبد	۱/٤	۱/۹	۲/۸	

تشکر و قدردانی

از جناب آقای احمدی، مدیریت محترم آزمایشگاه کیمیا پژوه البرز شهرستان شهرکرد، که اینجانب و همکاران را در انجام این پتحقیق یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد. در ضمن از کمکهای همکار عزیز و گرامی جناب آقای امیر نیلدار نیز تشکر می‌نماییم.

منابع

۱- امینی رنجبر، غ. و ستوده‌نیا، ف.، ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۴، صفحات ۱ تا ۱۸.

۲- دادالهی سهراب، ع.، نبوی، م. و خیرور، ن.، ۱۳۸۷. ارتباط برخی مشخصات زیست‌سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروند رود. مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم، شماره ۴، پاییز ۱۳۸۷، صفحات ۲۷ تا ۳۳.

۳- رضایی، م.، ناصری، م.، عابدی، ع. و افشار نادری، ا.، ۱۳۸۴. سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت‌های خوراکی و غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر. مجله علوم دریایی ایران، دوره ۴، شماره ۳و ۴، صفحات ۵۹ تا ۶۷.

۴- زارع مایوان، ح.، نبوی، س.م.ب.، کرباسی، ع.، محمدی فاضل، ا. و شیردم، ج.، ۱۳۸۹. پراکنش آلودگی‌های فلزات سنگین در رسوبات و ماهیان اروند رود، بهمنشیر و حفار. دومین همایش تالاب‌های ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ صفحه.

۵- صادقی راد، م.، ۱۳۷۵. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در چند گونه ماهیان خوراکی تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، سال پنجم، شماره ۴، زمستان ۱۳۷۵، صفحات ۱ تا ۱۶.

Archive of SID
www.SID.ir

۶- عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. ماهیان آبهای داخلی ایران. انتشارات نقش مانا. چاپ اول. ۳۷۷ صفحه.

۷- عسگری، ر.، ۱۳۸۴. مروری بر ماهی‌شناسی سیستماتیک. انتشارات نقش مهر. ۲۶۶ صفحه.

۸- عسکری ساری، ا.، ۱۳۸۸. بررسی عناصر سنگین سرب، جیوه و کادمیوم در ماهیان بومی شیربت و بیاه رودخانه های کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله بیولوژی دریا، سال اول، شماره ۴، صفحات ۹۵ تا ۱۰۸.

۹- عسکری ساری، ا.، ولایت‌زاده، م. و محمدی، م.، ۱۳۸۹. میزان عنصر جیوه در دو گونه ماهی کفشک زبان گاوی و گل خورک در دو منطقه صیادی بندر امام خمینی و بندرعباس. مجله علمی شیلات آزاد شهر، سال چهارم، شماره دوم، صفحات ۵۱ تا ۵۶.

۱۰- عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.، کاظمیان، م.، ولایت زاده، م. و بهشتی، م.، ۱۳۸۹. اندازه‌گیری و مقایسه میزان فلزات سنگین (آهن، روی، مس و منگنز) در ماهی بیاه رودخانه‌های کارون و بهمنشیر استان خوزستان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، سال پنجم، شماره ۱، صفحات ۶۱ تا ۷۰.

۱۱- فاطمی، س.م.ر. و حمیدی، ز.، ۱۳۸۹. بررسی و سنجش فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله برخی ماهیان خوراکی تالاب هورالعظیم. مجله علمی شیلات آزاد شهر، سال چهارم، شماره اول، صفحات ۹۵ تا ۱۰۰.

۱۲- فاضلی، م.ش.، ابطحی، ب. و صباغ کاشانی، ا.، ۱۳۸۴. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در اندام‌های ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۴، صفحات ۶۵ تا ۷۸.

۱۳- گلابکش، ش.، نبوی، س.م.ب.، رجب‌زاده قطرمی، ا.، نیک‌پور، ی. و راسخ، ع.، ۱۳۸۹. بررسی تجمع زیستی جیوه و متیل جیوه در خرچنگ *Sesarma boulengeri* رودخانه اروند رود. چهارمین همایش تخصصی محیط‌زیست. دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران. ۹ صفحه.

۱۴- محمدی، م.، ۱۳۸۹. بررسی تجمع فلزات سنگین (Pb,Ni, Pb ,Cd) در بافت‌های کبد، آبشش و عضله باربوس ماهی (شیربت و گطان) در رودخانه‌های کارون و دز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان. ۱۳۴ صفحه

۱۵- نقشبندی، ن.، ۱۳۸۹. سنجش فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، روی، مس، آهن، سرب و منگنز در عضله ماهیان سیم، کپور معمولی و ماش ماهی سد ارس. شانزدهمین کنفرانس سراسری و چهارمین کنفرانس بین‌المللی زیست‌شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۲۰۰۷.

۱۶- ولایت‌زاده، م.، عسکری ساری، ا.، بهشتی، م.، حسینی، م. و محجوب، ث.، ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه تجمع فلزات سنگین در کنسرو ماهی تون شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان. مجله بیولوژی دریا، سال دوم، شماره ۱، صفحات ۷۱ تا ۷۴.

17-Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M., 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. J. Biolo. Sci., 10(2):93-100.

18-Al-Yousuf, M.H.; El-Shahawi, M.S. and Al-Ghais, S.M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. Sci. Total Envir., 256:87-94.

19-Alonso, M.L.; Montana, F.P.; Miranda, M.; Castillo, C.; Hernandez, J. and Benedito, J., 2004. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. J. BioMetals, 17:389–397.

20-Berlin, M., 1985. Handbook of the toxicology of metals. Elsevier Science Publishers, London, UK. 2nd Editors, 2:376-405.

21-Canli, M. and Atli, G., 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. J. Enviro. Poll., 121:129-136.

22-Eboh, L.; Mepba, H.D. and Ekp, M.B., 2006. Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. J. Food Chem., 97(3):490-497.

Archive of SID

www.SID.ir

23-Farkas, A.; Salanki, J. and Varanka, I., 2000. Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton, Lakes and Reservoirs. J. Res. and Manag., 5:271- 279.

24-Filazi, A.; Baskaya, R. and Kum, C., 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. J. Hum. and Exper. Toxico., 22:85-87.

25-Heath, A.G., 1987. Water pollution and fish physiology. (2nd ed.). CRC. Press. Boston, USA. 245P.

26-Kalay, G. and Bevis, M.J., 2003. Structure and physical property relationships in processed polybutene. J. Appl. Polym. Sci., 88:814-824.

27-Kucuksezgin F.; Altay O.; Uluturhan E. and Kontas A., 2001. Trace metal and organoclorin residue levels in red mullet (*Mullus barbatus*) from the eastern Aregean, Turkey. J. Water Res., 35:2327-2332.

28-Mormedoe, S. and Davies, I. M., 2001. Heavy metal concentration in commercial deep-see fish from the Rockall Trough. Continental Shelf Research, 21:899-916 .

29-Newman, M.C. and Unger, M.A., 2003. Fundamentals of ecotoxicology. CRC Press, 458P.

30-Olowu, R.A.; Ayejuyo, O.O.; Adewuyi, G.U.; Adejoro, I.A.; Denloye, A.A.B.; Babatunde, A.O. and Ogundajo, A.L., 2010. Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. J. Chem., 7(1):215-221.

31-Okoye, B.C.O., 1991. Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. Intern. J. Enviro. Stud., 37:285-292.

32-Taherianfard, M.; Ebrahimi, M. and Soodbakhsh, S., 2008. Bioaccumulation of mercury in fishes of Kor River. Austr. J. Basic and Appl. Sci., 2(4):904-908.

33-Turkmen, M. and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species Byinductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. J. Food Chem., 103:670–675.

34-Turkmen, M.; Turkmen, A.; Tepe, Y.; Ates, A. and Gokkus, K., 2009. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean Seas: Twelve fish species. J. Food Chem., 108:794-800.

35-Ubalua, A.O.; Chijioke, U.C. and Ezeronye, O.U., 2007. Determination and assessment heavy metal content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. Sci. Techno. J., 7(1):16-23.

36-Usero, J.; Izquierdo, C.; Morill, J. and Gracia, I., 2003. Heavy metals in fish *(Solea vulgaris, Anguilla anguilla* and *liza aurata)* from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. Int., 29:949-956.

37-Vinodhini, R. and Narayanan, M., 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio*. J. Envir. Sci. Techno., 5:179-182.

38-Watanabe, K.H.; Desimone, F.W.; Thiyagarajah, A.; Hartley, W.R. and Hindrichs, A.E., 2003. Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. Sci. Total Enviro., 302(1–3):109 126.

39-Xiaojie, L.; Jinping, C.; Yuling, S.; Shunichi, H.; Li, W.; Zheng, L.; Mineshi, S. and Yuanyuan, L., 2008. Mercury concentration in hair samples from Chinese people in coastal cities. J. Enviro. Sci., 20:1258–1262.

Archive of SID

www.SID.ir