Archive of SID

تعیین میزان غلظت فلزات (Cd، Pb، Hg) در ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه دز (استان خوزستان)

محبوبه بهشتی[1]*؛ ابوالفضل عسکری ساری[2]؛ محمد ولایت زاده[1]

Mahboubehbeheshti20@yahoo.com

۱- کارشناس ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

۲ - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

تاریخ دریافت : اردیبهشت ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش : مرداد ۱۳۹۰

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی و مقایسه غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و جیوه در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی بیاه رودخانه دز استان خوزستان در سال ۱۳۸۸ انجام شد. نمونه برداری در فصل زمستان توسط صیادان محلی به وسیله تورهای سنتی (گوشگیر رودخانه ای) صورت پذیرفت. پس از بیومتری ۲۷ نمونهٔ صید شده، بافت های عضله، کبد و آبشش جداسازی شدند. آماده سازی و آنالیز نمونه ها طبق روش استاندارد Moopam صورت گرفت. اندازه گیری غلظت فلزات سنگین اندام های مورد مطالعه به روش هضم خشک و با دستگاه جذب اتمیPerkin Elmer 4100 در آزمایشگاه کیمیا پژوه البرز شهرکرد انجام شد. نتایج حاصل از میانگین زیست سنجی ماهی بیاه رودخانه دز بر اساس طول کل، طول استاندارد و وزن ماهی به ترتیب ۰/۸۲±۲۱/۱۶، ۰/۹۱±۱۷/۹۴ و ۲۱/۰۳±۱۱۹/۷۷ بود. نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله حداقل (۰/۰۰۱±۰/۰۲۳) و در بافت آبشش (۰/۰۳۸±۰/۹۵۹) حداکثر می باشد. بالاترین غلظت کادمیوم، جیوه و سرب به ترتیب ۰/۰۲۴±۰/۳۶۷، ۰/۰۰۰±۰/۰۲۵ و ۰/۰۳۸±۰/۹۵۹ میلی گرم در کیلوگرم و پایین ترین غلظت کادمیوم، جیوه و سرب ۰/۰۳۱±۰/۳۴۸، ۰/۰۰۱±۰/۰۲۳ و ۰/۳۳±۰/۹۰۷ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد. میزان جیوه، کادمیوم و سرب در عضله، آبشش و کبد اختلاف معنی داری نداشت($P<0/05$). مقایسه نتایج بدست آمده از اندازه گیری فلزات سنگین با استانداردهای جهانی (WHO)، (FDA)، (MAFF)، (NFA) و (NHMRC) نشان داد که میزان کادمیوم در گونه مورد مطالعه بیشتر از حد مجاز استانداردهای بین المللی و سرب تنها بیشتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی می باشد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، ماهی بیاه *Liza abu*، رودخانه دز، استان خوزستان.

*نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

۱.مقدمه

تحولات ایجاد شده در بخش های صنعتی و کشاورزی و ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه های اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه های مختلف اجتناب ناپذیر نموده است. فلزات سنگین که به روش های مختلف نظیر استخراج، احتراق مواد سوختی و صنعتی شدن به محیط زیست راه یافته اند، از مسیرهای گوناگون مانند نزولات جوی، تخلیه مواد زائد، نشت اتفاقی، تخلیه آب توازن کشتی، تخلیه فاضلاب های صنعتی، کشاورزی و خانگی و فرسایش خاک به محیط های آبی منتقل می شوند (۱۶، ۲۷، ۳۲). بدنبال انتقال آلاینده های ذکر شده به محیط های دریایی این احتمال وجود دارد که ماهی مقادیری از برخی فلزات سنگین را از طریق زنجیره غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید(۱). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت تغذیه ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص شیمیایی آب(شوری، سختی، دما) از عوامل موثر در تجمع فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهی می باشند (۲۱). مسمومیت با فلزات سنگین در ماهیان باعث توکسمی می گردد که با علائمی نظیر از دست رفتن توانایی تولید مثل، تغییر شکل اسکلت، تغییرات در فاکتورهای خونی، افزایش حساسیت به عوامل عفونی و بالاخره مرگ همراه است که ممکن است به دلیل صدمات وارده به سیستم ایمنی ماهی باشد (۴۴).

فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیوم بدلیل برخورداری از خاصیت تجمع پذیری و بزرگنمایی زیستی در بافت های مختلف و عدم تجزیه پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیک پس از ورود به محیط قادرند در چرخه حیات به حرکت خود ادامه داده و به تدریج در بافت های چربی در بدن مصرف کنندگانی مانند انسان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری های حاد و مزمن در موجودات شوند(۴). فلزات مذکور اثرات مختلفی مانند: کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی ومرگ ومیر در آبزیان را باعث می گردند، این اثرات سبب زوال زیستی آبزیان می گردد. نابودی یا کاهش گونه ای خاص سبب تغییر در اکوسیستم آبی گشته، و توازن آن ها را برهم می زند(۳۵).

سرب یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را بر روی سلامتی انسان دارد. اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم خونی، افزایش فشار خون، آسیب به کلیه، سقط جنین و نارسی نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن انسان است (۱۸).

جیوه نیز فلز سنگینی با سمیت بسیار بالا، غیرضروری، پایدار و بدون تغییرپذیری زیستی می باشد که تحت فرایندهای تجمع زیستی طی انتقال از سطوح تروفیک مختلف در زنجیره غذایی پایدار باقی می ماند(۵۲) آلودگی به جیوه در محیط های آبی از طریق فرایندهای آب و هوای طبیعی و فعالیت های بشری در مقیاس قابل توجهی در حال افزایش می باشد(۵۲، ۵۴، ۵۵)، جیوه فلزی خطرناک است که در دهه های اخیر نگرانی حاصل از آلودگی زیست محیطی آن در سراسر دنیا بحث های زیادی را موجب شده است(۵۱)، به دلیل سمیت بالا و تجمع در موجودات آبزی، از خطرناک ترین آلاینده های زیست محیطی می باشد(۱۲) سمیت جیوه عامل بسیاری از مشکلات سلامتی در انسان شده است شدت تاثیرات سیستماتیک و مزمن بر سیستم های مختلف بدن مانند سیستم اعصاب مرکزی، گوارش و بافت پوستی و دهانی در تحقیقات مختلف گزارش شده است (۴۲).

ماهی بیاه از خانواده کفال ماهیان (Mugillidae) می باشد کفال ماهیان در آب های ساحلی دریایی و آب های لب شور تمام اقیانوس های مناطق گرمسیری و معتدله حضور دارند. گونه بیاه متنوع ترین گونه در خانواده Mugillidae است که به راحتی از جنس های دیگر موجود در این خانواده در ایران قابل تشخیص است. گونه بیاه فقط در آب های شیرین و مصب ها حضور دارند (۳۸).

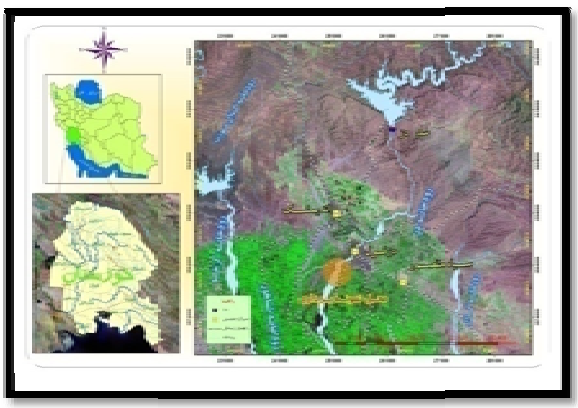
www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به گستردگی منابع آبی در کشور ایران به خصوص در سواحل جنوبی و استفاده وسیع مردم از آبزیان، تا کنون مطالعات بسیاری در زمینه اندازه گیری فلزات سنگین در بافت های مختلف انواع ماهیان صورت گرفته است، و نظر به اینکه ماهی بیاه در منطقه مطالعاتی بخشی از رژیم غذایی مردم می باشد، لذا انجام این تحقیق در تعیین میزان آلاینده های فلزی به منظور اطمینان از سلامت مصرف و بهداشت مواد غذایی و بررسی میزان تجمع این فلزات در بافت های مختلف ماهی بیاه هدف اصلی این تحقیق است.

۲. مواد و روش ها

نمونه های ماهی بیاه در فصل زمستان ۱۳۸۸توسط صیادان محلی به وسیله تورهای سنتی(گوشگیر رودخانه ای) صید شدند. صید ماهیان از پایین دست شهر دزفول در حوالی روستای علی آباد، صورت گرفت.



شکل ۱: پایین دست شهر دزفول (محل انجام نمونه برداری)

نمونه های ماهی پس از صید در داخل کیسه پلاستیکی یا زیپ کیپ قرار گرفتند و تمامی نمونه ها کُد گذاری شدند سپس نمونه ها به درون یخدان حاوی پودر یخ قرار داده شدند و به آزمایشگاه کیمیاپژوه البرز(شهرکرد) منتقل گردیدند، در آزمایشگاه طول کل بوسیله تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متری و وزن ماهی با ترازوی ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شدند. پس از این مرحله جداسازی بافت های عضله، آبشش و کبد توسط اسکالپل صورت گرفت. برای برداشت بافت عضله بخش بالایی بدن (زیر باله پشتی) استفاده گردید. نمونه های آبشش و کبد نیز به صورت کامل انجام شد(۳۶). نمونه های به دست آمده پس از توزین در پتری دیش قرار گرفتند تا در مرحله بعد برای خشک کردن در آون قرار گیرند.

تمامی نمونه های به دست آمده به مدت ۶۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. برای هضم نمونه ها از روش خشک استفاده شد. ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتر ریخته شده و به آن ۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه گردید و از چند عدد سنگ جوش برای یکنواختی جوشیدن استفاده شد. سپس نمونه، سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخارات سفید رنگ اسید به طور کامل محو شود، با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفافی به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتر منتقل گردید و به حجم رسانده شد (۲۵، ۲۶، ۳۱).

سنجش جیوه، سرب و کادمیوم به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد(۱۴، ۴۰). جهت اندازگیری عناصر مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده نمونه ها، ۵ میلی لیتر محلول آمونیوم پیرولیدین کاربامات ۵٪ اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه ها تکان داده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه ها ۲ میلی لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه ها تکان داده شد و پس از ۱۰ دقیقه نمونه ها 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 استاندارد های این عناصر و ماتریکس

www.SID.ir

Archive of SID

مدیفایر پالادیم توسط نرم افزار win Lab 32 رسم گردید و مقدار این عناصردر محلول های آماده شده اندازگیری شد(۹). نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS17 انجام شد و میانگین داده ها به کمک آنالیز T-test با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد ($P<0.05$) تعیین گردیدند. همچنین جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

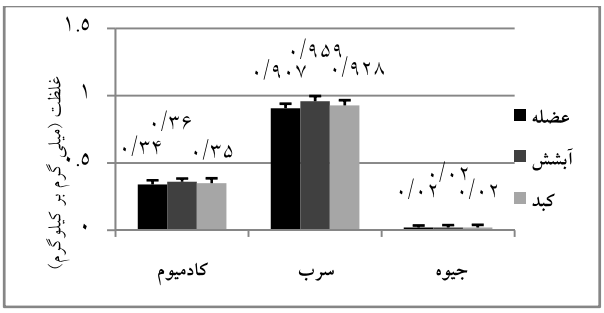
۳. نتایج

طول کل(TL) و طول استاندارد(SL) ماهی بیاه در رودخانه کارون توسط تخته بیومتری و وزن آن ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم مورد سنجش قرار گرفت. نتایج مربوط به پارامترهای مذکور به تفکیک در جدول۱ نشان داده شده است.

جدول۱: نتایج مربوط به زیست سنجی ماهی (بیاه) در رودخانه دز

ماهی بیاه	رودخانه
پارامتر	دز
طول کل (cm)	۲۱/۱۶±۰/۸۲
طول استاندارد (cm)	۱۷/۹۴±۰/۹۱
وزن (gr)	۱۱۹/۷۷±۲۱/۰۳

میزان جیوه، کادمیوم و سرب در عضله، آبشش و کبد اختلاف معنی داری نداشت ($P>0.05$). بالاترین غلظت کادمیوم، جیوه و سرب به ترتیب: ۰/۳۶۷±۰/۰۲۴، ۰/۰۰۰±۰/۰۲۵ و ۰/۹۵۹±۰/۰۳۸ میلی گرم در کیلوگرم و پایین ترین غلظت کادمیوم، جیوه و سرب ۰/۳۴۸±۰/۰۳۱، ۰/۰۰۱±۰/۰۲۳ و ۰/۹۰۷±۰/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله حداقل و در بافت آبشش حداکثر می باشد همچنین مقایسه غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و جیوه در بافت های عضله، آبشش و کبد ماهی بیاه در شکل ۱ آمده است.



شکل۲: مقایسه غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و جیوه در بافت های مختلف ماهی (بیاه) در رودخانه دز (۱۳۸۸)

٤. بحث

نتایج آماری حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین نمونه های ماهی بیاه مورد مطالعه بیانگر تجمع کمتر فلزات سنگین در بافت عضله نسبت به سایر بافت ها می باشد ($P\leq0.05$). میانگین غلظت فلزات در این بافت ها به تر تیب (از کمترین به بیشترین) جیوه، کادمیوم و سرب می باشد. فلزات سنگین اندام هدف خود را براساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می کنند. این نکته، علت تجمع بیشتر فلزات در بافت هایی نظیر کبد و کلیه را در مقایسه با بافت عضله (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می نمایند. بافت کبد و آبشش شاخص های خوبی از قرار گرفتن طولانی مدت در معرض فلزات سنگین محسوب می گردند به دلیل آنکه این بافت ها جایگاه متابولیسم فلزات هستند می توانند نشانگر خوبی برای آلودگی توسط فلزات سنگین باشند (۲۷).

در این تحقیق بیشترین غلظت فلزات سنگین در ماهی بیاه در رودخانهٔ دز در اندام آبشش مشاهده شد. بالا بودن غلظت فلزات سنگین در بافت آبشش، ممکن است به دلیل عملکرد فیزیولوژیک ویژه این اندام در تنفس و تعادل اسمزی باشد (۳۰). نتایج تحقیقات بر روی دو گونه از باربوس ماهیان (*Barbus xanthopterus* و *Barbus rajanorum mystaceus*) در دریاچه ای در ترکیه، و ماهی (*Tor grypus*) در دریاچه پشت سد آتاترک در رودخانه Euphrates ترکیه، و همچنین مطالعات دیگر بر روی گونه (*Ctenopharyngodon idella*) در

www.SID.ir

Archive of SID

دریاچه Bhopal هند، با نتایج این تحقیق مبنی بر بالابودن غلظت فلزات در آبشش مطابقت دارد (۱۵، ۴۱، ۳۴).

در نتایج مطالعات دیگر که بر روی گونه های ماهی کفال (*Liza aurata*) در سواحل جنوبی دریای خزر، ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروندرود، و سه گونه از کپور ماهیان (*Cirrhina mrigala, Labeo rohita, Catla catla*) در رودخانه Ravi در پاکستان انجام شده بیان کردند که بیشترین تجمع فلزات سمی در کبد بوده، که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد(۶، ۵، ۴۳).

تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهیان می تواند ناشی از متغیر بودن فلزات سنگین در زمینه غلبه بر پیوندهای فلزی پروتئین ها نظیر متالوتیونین ها باشد. همچنین تفاوت نیازهای اکولوژیک، فعالیت های متابولیک ماهیان و نوسانات در آلودگی آب، غذا و رسوبات می تواند از دیگر عوامل مهم تلقی شوند(۱).

غلظت فلزات سنگین موجود در عضله کمتر از کبد است چون عضله مکان اولیه ذخیره این فلزات نمی باشد فلزات سنگین ابتدا در کبد ذخیره می شوند و سپس به عضله منتقل می شود(۲۷). معمولاً بافت عضله دارای پایین ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می باشد(۳۳).

بنابراین با افزایش طول و وزن ماهی و به دنبال آن سازگاری موجود با محیط زیست، از غلظت فلزات سنگین در عضلات کاسته شده و بر میزان آن ها در امعاء و احشاء افزوده می گردد (۲۸). نتایج تحقیقات بر روی ماهی کفال (*Liza aurata*) در سواحل جنوبی دریای خزر، کفال (*Liza abu*) و گربه ماهی (*Triostegus silrus*) در دریاچه آتاترک در ترکیه، ماهی (*Gillichthys mirabilis*) در کالیفرنیا، ماهیان (*Leuciscus cephalus*، *Lepornis gibbosus*، Skibniewska و سه گونه ماهی از آب های شیرین شمال غرب هلند و ماهی (*Mastelu mustelus*) در سواحل مدیترانه در ایتالیا، با نتایج این تحقیق مبنی بر حداقل میزان جذب و تجمع فلزات سنگین در بافت عضله همخوانی دارد (۷، ۳۲، ۴۷، ۵۶، ۴۶، ۴۸).

در این تحقیق فلز سرب در مقایسه با جیوه و کادمیوم بدون شک بیشترین کمیت را به خود اختصاص داده است، نتایج تحقیقات بر روی گونه های مختلف، میزان سرب را بالاتر از جیوه و کادمیوم نشان می دهد مگر اینکه آب به دلیل خاصی دچار آلودگی شدید با جیوه یا کادمیوم شده باشد(۳۰)، نتایج تحقیقات بر روی رسوبات و ماهیان خوراکی دریاچه Kolleru، و در ماهی تیلاپیا، و همچنین مطالعات بر روی رسوبات و ماهیان دریای اژه در ترکیه، و در شهر Mersin در سواحل ترکیه، با نتایج این تحقیق مبنی بر بالابودن فلز سرب در مقایسه با جیوه و کادمیوم همخوانی دارد (۴۵، ۱۳، ۳۷، ۲۱، ۵۰، ۲۴). بیان شده که از لحاظ کمیت و کیفیت بین سه عنصر جیوه، کادمیوم و سرب رابطه سرب > کادمیوم > جیوه برقرار است(۳۰).

در این تحقیق فلز جیوه در مقایسه با سایر فلزات سنگین، کمترین غلظت را داشت. ماهی کفال دارای حداقل جیوه است که علت آن را می توان از ناچیز بودن جیوه در منابع غذایی این ماهی (دتریت های بیشتر دریا) دانست. جذب جیوه از راه غذا عمده ترین راه ورود و تجمع این عنصر در بدن ماهی است. به همین دلیل در میان ماهیان، گروه شکارچی(مانند کوسه ماهیان)، که از مواد غذایی تکامل یافته تری(مانند ماهیان و یا سایر جانوران) تغذیه می کنند، دارای مقادیر بیشتری جیوه در بدن خود هستند. زیرا غذای آن ها در طول مدت زندگی دارای میزان زیادی جیوه شده است. معمولاً میزان جیوه در اعضای داخلی بدن کمی بیشتر از بافت عضله است (۳). میزان جذب سطحی جیوه نیز اصولاً به دما بستگی دارد و با افزایش دمای آب، میزان جذب نیز افزایش خواهد یافت (۲۹). در آب های گرم، تجمع زیستی جیوه در تابستان، زمانی که متیلاسیون میکروبی و نرخ متابولیسم ماهی در بالاترین سطح خود است، حداکثر می باشد(۳۹). بین تجمع فلزات در بافت های مختلف با گونه ماهی نیز رابطه وجود دارد، که ممکن است مرتبط با عادات غذایی آن ها و ظرفیت تجمع زیستی هر گونه باشد(۲۶).

www.SID.ir

Archive of SID

حداقل تجمع عناصر سنگین در بافت های ماهی بیاه را میتوان به نوع تغذیه این گونه به دلیل ذره خوار (دتریتوس) با نتایج تحقیقات سایرین، که بر میزان فلزات سنگین کروم، مس، روی، سرب و کادمیوم در سه گونه ماهی کپور معمولی، کپور نقره ای و کپور علفخوار در ۳ ایستگاه مرداب انزلی انجام دادند نسبت داد، این گونه نتیجه گیری شد که کمترین درصد تجمع عناصر مورد مطالعه به ماهی آمور که گیاهخوار می باشد اختصاص دارد(۸).

براساس نتایج به دست آمده از مطالعاتی که بر روی عناصر (آهن، مس، روی و منگنز) در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی بیاه (*Liza abu*) در رودخانه های کارون و بهمنشیر(۹)، و بر روی عناصر (نیکل، سرب، جیوه و کادمیوم) در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهیان گتان (*Barbus xanthopterus*) و شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه های کارن و دز(۲۰)، و بر روی عناصر (آهن، مس، منگنز و روی) در اندام های مختلف ماهی بیاه (*Liza abu*) در رودخانه کرخه(۲) و بر روی عناصر(آهن، سرب، جیوه و کادمیوم) در بافت های ماهی (*Liza abu*) در رودخانه های کارون و کرخه(۱۷)، با نتایج این تحقیق مبنی بر بالابودن غلظت فلزات در آبشش و پایین بودن غلظت فلزات در عضله همخوانی دارد(۹، ۱۰، ۲، ۱۷). در حالی که با نتایج بدست آمده بر روی پوست و عضله ماهی زمین کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) در منطقه صیادی بوشهر، با نتایج این تحقیق مبنی بر پایین بودن غلظت فلزات در عضله همخوانی ندارد(۱۱).

گزارش شده است که حداکثر تجمع و ذخیره فلزات سنگین در ماهیان کفزی خوار، پلانکتون خوارها و گوشتخواران پلاژیک رخ می دهد(۳۳)، که بیانگر این مطلب است که گونه های کفزی بیشتر در معرض آلودگی با فلزات سنگین می باشند.

در نتیجه گیری نهایی در این تحقیق طبق مقایسه با جدول شماره ۲ می توان این گونه بیان کرد که غلظت فلز کادمیوم در عضله ماهی بیاه در رودخانه دز بیشتر از حد مجاز استانداردهای بین المللی و سرب بیشتر از استاندرد سازمان بهداشت جهانی بود.

جدول ۲: حداکثر مقادیر استاندارد فلزات سنگین در عضله ماهیان (برحسب ppm)

استاندارد	سرب	جیوه	کادمیوم	منابع
WHO	۰/۵	۰/۱	۰/۲	WHO, 1985
FDA	–	۰/۱-۰/۵	۲	Colling et al., 1996
MAFF	۲	–	۰/۲	Chen & Chen, 2001
NFA	–	–	۰/۲	Darmono & Denton, 1990
NHMRC	۱/۵	۱	۰/۵	Teodorovic et al., 2000

منابع

۱- امینی رنجبر، غ.و ستوده نیا، 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، پائیز ۱۳۸۴. ص: ۱ تا ۱۷.

۲- بهشتی، م؛ عسکری ساری، ا.، ولایت زاده، م. ۱۳۹۰. مقایسه غلظت فلزات سنگین (Cu، Fe، Zn، Mn) در اندام های مختلف ماهی بیاح (*Liza abu*) در رودخانه کرخه استان خوزستان. مجله علمی پژوهشی شیلات ایران. سال پنجم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰. ص: ۹۹ تا ۱۰۸.

۳-جلالی جعفری، ب. و آقازاده مشگی، م. ۱۳۸۶. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب.۹۸-۱۰۰

۴- خشنود، ر. ۱۳۸۵. بررسی تجمع فلزات سنگین(جیوه، سرب، کادمیوم، وانادیوم و نیکل)در دوگونه از کفشک ماهیان بندرعباس و بندرلنگه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۵- دادالهی سهراب، ع؛ نبوی، م. و خیرور، ن. ۱۳۸۷. ارتباط

www.SID.ir

Archive of SID

برخی مشخصات زیست سنجی 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، ص: ۲۷ تا ۳۳.

۶- شریف فاضلی، م؛ ابطحی، ب. و صباغ کاشانی، آ. ۱۳۸۴. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت های ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۱، ص: ۶۵ تا ۷۸.

۷- صباغ کاشانی، آ. ۱۳۸۰. تعیین میزان برخی فلزات سنگین در عضله، کبد، کلیه، آبشش و تخمدان ماهی کفال *Liza aurata* در سواحل جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

۸- علیزاده، م. ۱۳۷۷. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین(کادمیوم، سرب، مس، روی و کروم) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی. پژوهش و سازندگی. ۴۰، ۴۱و ۴۲. ص: ۱۴۶ تا ۱۴۹.

۹- عسکری ساری، ا؛ خدادادی، م.، کاظمیان، م.، ولایت زاده، م. و بهشتی، م. ۱۳۸۹. اندازه گیری و مقایسه فلزات سنگین (Fe، Cu، Mn، Zn) در ماهی بیاح (*Liza abu*) رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی. سال پنجم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹. ص: ۶۱ تا ۷۰.

۱۰- محمدی، م. ۱۳۸۹. بررسی تجمع فلزات سنگین (Hg, Ni, Pb, Cd) در بافت های کبد، آبشش و عضله باربوس ماهیان (شیربت و گتان) در رودخانه های کارون و دز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۱۱- سنجر، ف؛ جواهری ، م.، عسکری ساری، ا. ۱۳۸۸. اندازه گیری و مقایسه فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) در عضله و پوست ماهی زمین کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) در منطقه صیادی بوشهر. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا. سال اول، شماره ۴، ص: ۳۵ تا ۴۶.

12-Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R. and Baeyens, W. 2008. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. Environ Monit Assess, Vol. 157.

13-A-Ahindag, A. and Lalshah, S. 2003. Effect of heavy metal Accumulation on the 96 Lc50 values in Tinca tinca.

14-Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M. 2010. Heavy metal Concentration in Sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. Journal of Biological Sciences, 10(2): 93-100.

15- Alhas, E., Oymak, S.A and Akin, H.K. 2009. Heavy metal concentrations in two barb, (*Barbus xanthopterus*) and (*Barbus rajanorum mystaceus*) from Ataturk Dam Lake, Turkey. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 148, No. 1-4: 11-18.

16- 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 Environ. 256: 87-94.

17-Askari sari, A. and Beheshti, M. 2011. Cadmium, iron, lead and mercury bioaccumulation in Abu Mullet, Liza abu, different tissues from karoun and karkheh Rivers, Khozestan, Iran. Bull- Environ Contam Toxical.

18- Berlin, M. 1985. Handbook of the Toxicology of Metals. Elsevier Science Publishers. (Editors), 2nd ed. V.2: 376-405. London.

19- Chen, Y.C. and Chen, M.H. 2001. Heavy metal concentration in nine species of fishes caught in coastal- waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. J. Food Drug Anal. 9:107-114.

20- Collings, S.E., Johnson, M.S. and Leach, R.T. 1996. Metal contamination of Angler-caugh fish from the Mersey estuary. Marine environmental research. Vol. 41, No. 3:281-29.

21- Dalman, O., Demirak, A. and Balc, A.

www.SID.ir

Archive of SID

2006. Determination of heavy metals(Cd, Pb)and Trace elements(Zn, Cu)in sediment and fish of the southeastern Aegean sea(Turkey)by Atomic absorption spectrometry. Food Chemistry, 95:151- 162.

22-Darmono, D. and Denton, G.R.W. 1990. Heavy metal concentration in the banana prawn(*Penaeus merguiensis*)and leader prawn(*P.monodon*)in the Townsvile region of Australia. Bull. Environ. Contam. Toxical. Vol. 44:479-486.

23-Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A.L. and Ozdemir, N. 2006. Heavy metals in water, sediment and tissues of (*Leuciscus cephalus*) from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere, Vol.63, Issue 9: 1451-1458.

24- Dogan- Saglamtimur, N., Kumbur, H. 2009. Metals(Hg, Pb, Cu, Zn) Bioaccumulation in Sediment, Fish, and Human Scalp Hair: A case Study from the City of Mersin Alonge the Sourthen Coast of Turkey. Bio Trace Elem Res 2010 136: 55- 70.

25- Eboh, L., Mepba, H.D. and Ekpo, M.B. 2005. 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. Food Chemistry. Vol. 97, No. 3: 490-497.

26- Farkas, A., Salanki, J. and Varanka, I. 2000. Heavy metal concentrations in fish of lake Balaton, Lakes and ReserVoirs : Research and management, Vol . 5:271-279.

27-Filazi, A., Baskaya, R. and Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish (*Mugil auratus)* from Sinop-Icliman, Turkey. Human & Experimental Toxicology. Vol. 22:85-87.

28- Freedman, B. Environmental Ecology. 1989. The impact of pollution and other stresses on ecosystem structure and function. London: Academic press, 1989.

29- Ganther, H. E., Goudie, C., Sunde, M.L., Kopecky, M.J., Wagner, P. and Oh, S.H. 1972.Selenium: Relation to decreased toxicity of methyl mercury aded to diets containing tuna. Sceince. 1122-1124.

30- Heath, A.G. 1987.Water pollution and fish physiology DRS press. Boston USA. 245 pp.

31-Kalay, G. and Bevis, M.J. 1997. Structure and physical property relationships in processed polybutene. Journal Polym Sci, Polym Phys Ed, 35:415.

32-Karadede, H., Oymak, S.A and Unlu, E. 2004. Heavy metals in mullet, (*Liza abu*) and catfish, Silurus triostegus, from the Ataturk Dam Lake. Journal of Environment International, Vol. 30, No. 2:183-188.

33-Krishnamurti, A.J. and Nair, V.R. 1999. Concentration of metals in fishes from Thane and Bassein creeks of Bomloay, India. India J. Mar. Sci. 28:39-44.

34-Malik, N., Biswas, A.K., Qureshi, T.A., Borana, K. and Virha, R. 2010. Bioaccumulation of heavy metals in fish tissues of a freshwater lake of Bhopal. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 160, No. 1-4: 267-276.

35-Mance, G. 1990. Pollution threat of heavy metals in aquatic environments. Elsevier Applied Science. London. UK. 372p.

36-Moopam. 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, V1 20.

37- Nadla, S. and Pickering, T. 2004. Tilapia fish farming in pacific island countries. Tilapia hatchery operations(vol. 1), Copyright Secretariat of the Pacific Community and Marine Studies Program, the University of the South Pacific.

38-Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World, 2nd edn. John Wiley and Sons, New York, NY , 499-514.

39- Nixon, E., Rowe, A. and McLaughlin, D. 1995. Mercury concentration in fish from Irish waters in 1994. Fishery Leaflet 167, Department of the Marine, Dublin.

40-Olowo, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuyi, G.U., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B.,

www.SID.ir

Archive of SID

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. Journal of Chemistry, Vol. 7(1): 215-221.

41-Oymak, S.A., Karadede-Akin, H and Dogan, N. 2009. Heavy metal in tissues of *Tor grypus* from Atatürk Dam Lake, Euphrates River-Turkey. Journal of Biologia, Vol. 64, No. 1:151-155.

42- Pizzichini, M., Fonzi, M., Fonzi, L. and Sugherini, L. 2002. Release of Mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. Science Total Envion, Vol. 4(1-3): 19-25.

43-Rauf, A., Javed, M and Ubaidullah, M. 2009. Heavy metal levels in three major carps (*Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala*) from the river Ravi, Pakistan. Journal of Pakistan Vet, 29(1): 24-26.

44-.Roberts, R.J. 2001. Fish pathology, W.B standards Publishers Co. LTD. London, ngland, 472pp.

45-Sekhar, K.C., Chary, N.S., Kamala, C.T., Raj, D.S.S. and Rao, A.S. 2003. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru lake by edible fish. Environ. Int. 29: 1001–1008.

46-Skibniewska, K.A., Guziur, J., Marzec, Z., Zareba, S., Grzybowski, M. and Szarek, J. 2009. Nickel in the muscle tissues of freshwater fish from north eastern Poland should not cause human health concerns. Journal of Toxicological and Environmental Chemistry, Vol.91:773 – 778.

47-Somero, G.N., Chow, T.J., Yancey, P.H. and Snyder, C.B. 2005. Lead accumulation rates in tissues of the estuarine teleost fish (*Gillichthys mirabilis*) Salinity and temperature effects. Journal of Environmental Contamination and Toxicology, Publisher Springer New York, Vol.6, No.1: 337-348.

48-Storelli, M.M., Cuttone, G. and Marcotrigiano, G.O. 2010. Distribution of trace elements in the tissues of smooth hound (*Mustelus mustelus*) (Linnaeus, 1758) from the southern–eastern waters of Mediterranean Sea (Italy). Journal of Environmental Monitoring and Assessments.

49- Teodorovic, I., Djukic, N., Maletin, S., Miljanovic, B. and Jugovac, N. 2000. Metal pollution index: proposal for fresh water monitoring based on trace metal accumukation in fish. Tiscia. 32: 55-60.

50-Turkmen, A., Tepe,Y., Turkmen, M. and Mutlu, E. 2008. Heavy Metal Contaminants in Tissues of the Garfish, (*Belone belone*)L., 1761, and the Bluefish,(*Pomatomus saltrix*)L. 1766, from Turkey Waters. Bull Environ Contam Toxical 2009. 82: 70-74.

51-Usero. J., Izquierdo. C., Morillo, 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. *Environ*. Int. 29: 949–956.

52-WHO,1979. Mercury. In Environmental Health Criteria 1. Geneva: World Health Organization.

53-WHO,1985. Review of potentially harmful substances- cadmium, lead and tin. -WHO, Geneva.(Repotrs and Studies No. 22. MO/FAO/ UNESCO/WMO/WHO/ IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution).

54-WHO, 1989. Mercury environmental aspects. In Environmental Health Criteria 89. Geneva: World Health Organization.

55-WHO, 1990. Methylmercury In Environmental Health Criteria 101. Geneva: World Health Organization.

56- Yilmaz, F., Ozdemir, N., Demirak,A and Tuna, A.L. 2007. Heavy metal levels in two fish species (*Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*). Food Chem., 100:830-835.

www.SID.ir