Archive of SID



# میزان کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه دز

**محمدی، م.، عسکری ساری، ا. و خدادادی، م.، ۱۳۸۹.** میزان کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه دز. مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال اول، شماره چهارم، صفحات ۹۶-۹۱.

**مریم محمدی*[۱]**
**ابوالفضل عسکری ساری[۲]**
**مژگان خدادادی[۳]**

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، اهواز، ایران
۲و۳. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، استادیار گروه شیلات، اهواز، ایران

***نویسنده مسئول مکاتبات**
M40_Mohammadi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۸/۱۵

## چکیده

این مطالعه به منظور سنجش فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت های عضله و کبد ماهی شیربت *(Barbus grypus)* در رودخانه دز در تابستان ۱۳۸۸ صورت گرفت. ابتدا ۴۸ نمونه ماهی در اندازه های تصادفی توسط تور گوشگیر رودخانه ای از رودخانه دز بعد از شهرستان دزفول (روستای علی آباد) صید گردید. پس از جداسازی بافت ها، روش هضم مرطوب بر روی نمونه ها انجام شد و با کمک دستگاه جذب اتمی میزان تجمع عناصر سنگین مشخص گردید. در این تحقیق میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله ماهی شیربت به ترتیب ۱/۰۹۹۷ و ۱/۲۹۴۴ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک و در کبد به ترتیب ۱/۳۴۹۷ و ۱/۵۵۲۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک بود. در این بررسی با استفاده از نرم افزار SPSS 17 و به کمک آزمون t آنالیز آماری انجام شد. در این تحقیق میزان تجمع سرب در بافت های عضله و کبد اختلاف معنی داری داشت ($P<۰/۰۵$) درحالیکه میزان تجمع کادمیوم در بافت های مورد بررسی اختلاف معنی داری نداشت. میزان تجمع این فلزات در بافت خوراکی (عضله) از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO) بالاتر بود.

**واژگان کلیدی:** کادمیوم، سرب، کبد، عضله، *Barbus grypus*، رودخانه دز.

## مقدمه

از آنجایی که اکوسیستم‌های آبی نقش بسزایی در تأمین غذای انسان دارند، لذا بررسی وضعیت بهداشتی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد که بدین منظور ماهیان شاخص‌های زیستی مناسبی جهت سنجش میزان آلودگی‌ها خصوصاً آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین در منابع آبی می‌باشند (Rashed, 2001). توسعه صنایع و افزایش بی رویه جمعیت شهرها و روستاها و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب می‌گردد تا مقادیر زیادی فاضلاب‌های صنعتی و شهری و همچنین پساب‌های کشاورزی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف خصوصاً عناصر سنگین هستند وارد اکوسیستم‌های آبی شوند (Wicker and Gantt, 1994; Plaskett and Potter, 1979). فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که از پیامدهای پایداری آن‌ها بزرگنمایی زیستی در زنجیره غذایی می‌باشد، به طوری که در نتیجه این فرآیند، مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر مقدار آن‌ها که در آب یا هوا یافت می‌شود افزایش یابد (پروانه، ۱۳۷۱).

عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان تجمع یافته و نهایتاً تا وارد زنجیره غذایی می‌شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان به ویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد (Jaffar *et al.,* 1998; Wicker and Gantt, 1994; Forstner and Wittman, 1979; Plaskett and Potter, 1979). تجمع فلزات سنگین در ماهیان باعث مسمومیت می‌گردد 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 (Roberts, 2001). از میان فلزات سنگین که در آب‌های طبیعی یافت می‌شوند، سرب و کادمیوم از نظر امکان بروز تلفات در ماهیان از اهمیت زیادی برخوردارند. نمک فلزات سنگین به طور طبیعی و یا از راه فاضلاب‌های صنعتی وارد منابع آب پرورش آبزیان می‌شود و باعث بروز ضایعات در آبشش و سایر اندام‌های آبزیان می‌گردد. به دنبال چنین ضایعاتی در آبشش، عفونت‌های میکسوباکتریایی باعث مرگ و میر آبزیان به ویژه ماهیان پرورشی آب شیرین در استخرها می‌گردد (Roberts, 2001). فلزات سنگین که به صورت ترکیب با آنزیم‌ها وارد بدن انسان می‌شوند، یا توسط پروتئین‌ها حمل می‌شوند و یا در چربی‌های بدن حل می‌شوند، تأثیرات نامطلوب بیشتری دارند (آقازاده مشگی، ۱۳۸۲). پژوهش‌هایی که در زمینه آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی انجام



www.SID.ir

Archive of SID



می‌شوند از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی بسیار مهم هستند. هدف اصلی از این قبیل بررسی‌ها پیشگیری از ابتلای انسان به امراض و عوارض گوناگون ناشی از استفاده غذایی از آبزیان آلوده به فلزات سنگین است. از طرفی در این پژوهش‌ها حفظ حالت توازن اکوسیستم‌های آبی به عنوان هدف ثانویه مدنظر است (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷).در تحقیقاتی که صادقی راد و همکاران در مورد حضور فلزات سنگین روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی و ازون برون در حوضه جنوبی دریای خزر انجام دادند، میزان دو فلز کادمیوم و سرب پایین‌تر از حد مجاز تعیین شده برای سلامت انسان اندازه گیری گردید (صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۴). اندازه گیری غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس، روی و کروم در ماهیان دریاچه تایهو (Taihu) در کشور چین نشان داد که میزان کادمیوم در کبد ماهی در بالاترین حد بود. مقادیر سرب تقریباً در تمام اندام‌های ماهی یکسان بود، مقدار کروم به طور عمده در پوست و گناد بالا بود، همچنین میزان روی در گناد جنس ماده و غلظت مس در کبد در بالاترین میزان بود ( Qiao- qiao *et al.,* 2007). در تحقیقی که بر روی ماهی شیربت *(Barbus grypus)* در رودخانه اروند رود صورت گرفت نشان داد که میزان سرب و کادمیوم در بافت عضله بیشتر از بافت آبشش و میزان مس و نیکل در بافت آبشش بیشتر از بافت عضله می‌باشد (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷). رودخانه دز در مسیر گذر از شهرستان دزفول پذیرای پساب‌های انسانی، کشاورزی، بیمارستانی و صنعتی بوده که این امر بار آلوده رودخانه را به شدت بالا می‌برد. از سوی دیگر رودخانه دز زیستگاه ماهیانی نظیر ماهی شیربت است که دارای ارزش اقتصادی بالایی می‌باشد؛ لذا در این تحقیق به منظور بررسی وضعیت بهداشتی این گونه ارزشمند، سنجش و مقایسه فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شیربت صورت گرفت.

## مواد و روش ها

به منظور سنجش غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد ماهی شیربت، ابتدا تعداد ۴۸ نمونه ماهی در تابستان ۱۳۸۸، در اندازه‌های تصادفی توسط تور گوشگیر رودخانه‌ای از رودخانه دز بعد از شهرستان دزفول (روستای علی آباد) صید گردید (شکل ۱).

**شکل ۱: تصویر محل نمونه برداری (روستای علی آباد) (۱۳۸۸)**

با توجه به اینکه در سال انجام این تحقیق، رودخانه دز ازجمله رودخانه‌هایی بود که با پدیده خشکسالی مواجه شده بود و از آن جایی که این پدیده نقش بسزایی در افزایش شدت آلودگی‌ها خصوصاً فلزات سنگین دارد لذا فصل تابستان به عنوان فصل نمونه برداری انتخاب گردید. ماهیان صید شده در یخدان مخصوص نمونه برداری محتوی یخ چیده شدند، و به آزمایشگاه انتقال یافتند Krogh and



www.SID.ir

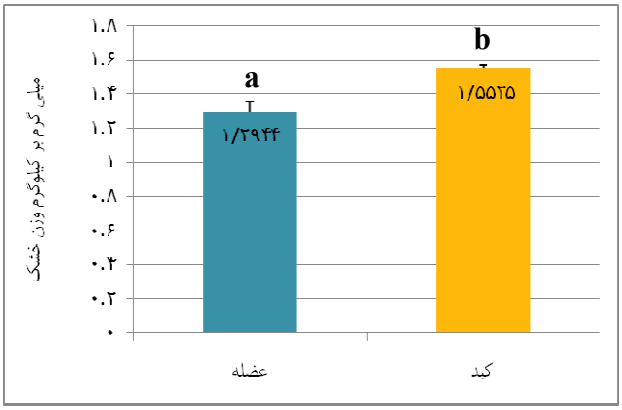
Archive of SID



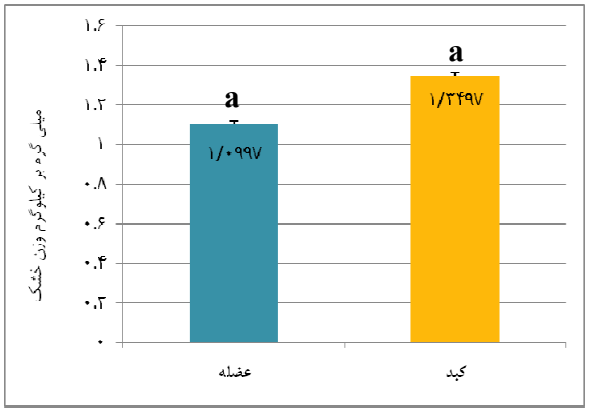
Scanes,1996 قبل از کالبد شکافی و آماده سازی، نمونه‌های ماهی با آب مقطر شستشو داده شدند و سپس جداسازی بافت‌های عضله و کبد صورت گرفت. سپس بافت‌های جداسازی شده، در داخل گرمخانه (دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۴۴ ساعت نگهداری شدند و پس از آن به دسیکاتور به منظور جذب رطوبت و رسیدن به وزن ثابت انتقال داده شدند. نمونه‌ها در هاون چینی به طور کامل پودر شدند (APHA, AWWA, WEF, 1992) سپس ۲ گرم از نمونه کاملاً پودر شده ماهی، به یک بشر وارد و عمل هضم توسط ۲ سی سی اسید نیتریک غلیظ و ۲ سی سی اسید هیدروکلریک غلیظ به نسبت ۲/۵ به ۷/۵ انجام شد. (Kalay and Bevis, 2003 ; Eboh *et al*., 2006 ) پس از آن محلول بدست آمده بر روی اجاق شنی در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا عناصر مورد مطالعه به صورت محلول کاملاً شفاف درآیند. سوسپانسیون های حاصل با استفاده از کاغذ صافی، صاف و محلول صاف شده به یک بالن مدرج انتقال داده و به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانیده شد (ASTM, 1994 ; Karadede and Ünlü, 2000). جهت اندازه گیری میزان فلزات کادمیوم و سرب از دستگاه جذب اتمی با کمک شعله مدل Perkin Elmer 4100 مجهز به سیستم کوره گرافیتی استفاده گردید. نتایج حاصل از این بررسی با استفاده از نرم افزار SPSS17 و به کمک آزمون آماری t مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و ضریب اطمینان ۹۵ درصد تعیین شد. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

## نتایج

در نمودارهای ۱ و ۲، نتایج حاصل از اندازه گیری فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد ماهی شیربت نشان داده شده است. در این تحقیق میانگین و انحراف استاندارد فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله ماهی شیربت به ترتیب ۱/۰۹۹۷±۰/۰۱۴۹ و ۱/۲۹۴۴ ±۰/۰۶۴۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک و در کبد به ترتیب ۱/۳۴۹۷±۰/۰۱۴۹ و ۱/۵۵۲۵±۰/۰۱۷۱ میلی گرم در کیلو گرم وزن خشک بدست آمد. بیشترین میزان تجمع فلزات سنگین کادمیوم و سرب در کبد ماهی شیربت بود. تجمع فلزات سنگین مورد بررسی در بافت عضله در مقایسه با کبد پایین‌تر بود. در این بررسی طبق آزمون t غلظت سرب در بافت‌های عضله و کبد ماهی شیربت اختلاف معنی داری داشت (ab, P<۰/۰۵) در حالی که غلظت کادمیوم در بافت‌های مورد بررسی اختلاف معنی داری نداشت (aa, P>۰/۰۵).




**نمودار ۲: مقایسه عنصر سرب در بافت‌های عضله و کبد ماهی شیربت (*Barbus grypus* ) در رودخانه دز**




**نمودار ۱: مقایسه عنصر کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه دز**

## بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق اندازه گیری میزان کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد ماهی شیربت در رودخانه دز صورت گرفت. در این مطالعه اندام‌های عضله و کبد به عنوان اندام‌های هدف انتخاب شدند چرا که کبد به دلیل اینکه عضو اصلی در سوخت و ساز بدن است و عضله به دلیل نقش مهمی که در تغذیه انسان دارد و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج بدست آمده در این تحقیق بر اساس آزمون t نشان می‌دهد که میانگین غلظت سرب در بافت‌های عضله و کبد ماهی شیربت اختلاف معنی داری دارد (P<۰/۰۵) در حالی که میانگین غلظت کادمیوم در بافت‌های مورد بررسی اختلاف معنی داری ندارد. به نظر می‌رسد تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون آبزیان ناشی از تفاوت نیازهای اکولوژیک و فعالیت‌های متابولیکی در



www.SID.ir

Archive of SID



آن‌ها باشد (Canli and Atli, 2003 ). در بررسی عضله، مشاهده شد که از میان دو عنصر کادمیوم و سرب بیشترین میزان تجمع مربوط به عنصر سرب می‌باشد. بالا بودن غلظت سرب در بافت عضله می‌تواند ناشی از تمایل این فلز به تجمع در بافت‌های پرتحرک آبزیان باشد (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷). مقایسه میزان فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی شیربت با نتایج تحقیقات سایر محققان بر حسب میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی شیربت در مقایسه با میانگین فلزات سنگین مذکور در بافت عضله ماهیان سرخو و شوریده در خلیج فارس، بالاتر می‌باشد (شهریاری، ۱۳۸۴). در تحقیق امینی رنجبر و علیزاده (۱۳۷۸) میزان تجمع فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت عضله کمتر از سایر بافت‌های گونه‌های کپور معمولی، کپور نقره‌ای و کپور علفخوار بوده است که مشابه این تحقیق است. میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی شیربت در این تحقیق از مقادیر این فلزات در ماهی شیربت رودخانه اروند رود پایین‌تر بود (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷). مقایسه میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت عضله دو گونه تاسماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۴ با مقادیر بدست آمده از سنجش فلزات مذکور در بافت عضله ماهی شیربت رودخانه دز حاکی از بالا بودن این فلزات در ماهی شیربت رودخانه دز می‌باشد (صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۴). بر اساس مطالعات Ray (۱۹۷۸)، میانگین میزان سرب در عضله و کبد ماهی آزاد اطلس رودخانه میرامی چی کانادا به ترتیب ۶۷/۳۶ و ۵/۱ میلی گرم در کیلوگرم بوده است که این مقادیر از نتایج حاصل از تحقیق فعلی در مورد عضله و کبد ماهی شیربت رودخانه دز بالاتر می‌باشد. در این تحقیق از میان دو عنصر کادمیوم و سرب بیشترین تجمع زیستی مربوط به فلز سرب بود. از سوی دیگر فلزات سنگین اندازه گیری شده در این تحقیق در کبد بیشترین تجمع را در مقایسه با عضله داشتند. در مطالعه شریف فاضلی و همکاران در سال ۱۳۸۴ بر روی ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر، غلظت سرب در کبد در مقایسه با عضله بیشتر بود که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد (شریف فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴). در این تحقیق حداقل میزان جذب و تجمع عنصر سرب در ماهی شیربت در بافت عضله در مقایسه با کبد مشاهده شد. در تحقیقی که در دریاچه روزولت آمریکا در خصوص میزان سرب در عضله و کبد ماهی صورت گرفته، میزان آن در نوعی اردک ماهی به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۹ میلی گرم در کیلوگرم و در ماهی قزل‌آلا ۰/۰۵ و ۱/۰۴ میلی گرم در کیلوگرم بدست آمد که حاکی از پایین بودن تجمع سرب در عضله در مقایسه با کبد می‌باشد که این نتیجه با نتایج تحقیق حاضر هماهنگی کامل دارد، اما مقادیر به دست آمده از میزان سرب در عضله و کبد این ماهیان در دریاچه روزولت آمریکا کمتر از نتایج حاصل از تحقیق فعلی می‌باشد (Munn *et al.,* 1995). در تحقیقی که توسط Dixon و همکاران در سال ۱۹۹۶ بر روی ماهی آب شیرین قطب شمال انجام شد، غلظت فلز سرب در بافت عضله ۰/۰۱ تا ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم و در کبد ۰/۰۶ تا ۰/۱۱۶ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شد که در مقایسه با میزان این عنصر در ماهی شیربت رودخانه دز پایین‌تر بود، از سوی دیگر میزان سرب در عضله ماهی آب شیرین قطب شمال بالاتر از کبد بود که با نتایج تحقیق فعلی هماهنگی ندارد (Dixon *et al.,*1996) .در تحقیق حاضر غلظت فلز سرب در عضله و کبد ماهی شیربت اختلاف معنی داری داشت ($P<0/05$) و تنها غلظت فلز کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد اختلاف معنی داری نداشت. میانگین کادمیوم در بافت عضله دو گونه تاسماهی ایرانی و ازون برون در نواحی مختلف حوضه جنوبی دریای خزر اختلاف معنی داری نداشت و میانگین سرب در بافت عضله این دو گونه در نواحی مختلف حوضه جنوبی دریای خزر تفاوت معنی داری در سطح کمتر از ۱ درصد ($P<0/01$) بوده است که با تحقیق فعلی هماهنگی دارد (صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۴). در مسمومیت انسان با فلزات سنگین علائم مختلفی پدیدار می‌گردد، به عنوان مثال اولین نشانه مسمومیت با سرب، علائم عصبی، افزایش ناهنجاری‌های عصبی در کودکان و افزایش فشار خون در بزرگسالان است. از سوی دیگر عوارض مربوط به جنین خصوصاً در زمان رشد و توسعه سیستم عصبی جنین بسیار با اهمیت است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). در رابطه با فلز کادمیوم، تنها یک مورد مشخص مسمومیت با کادمیوم در ژاپن وجود دارد، این مورد تا تغییر شکل دردناک اسکلتی پیشرفت کرده و به دلیل درد و ناراحتی شدید، این بیماری به نام ایتایی- ایتایی شناخته شد (WHO, 1984). حد مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای فلزات کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۲ و ۰/۵، میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک می‌باشد (شهریاری، ۱۳۸۴; WHO, 1985) که در این بررسی مقادیر این فلزات در بافت خوراکی ماهی شیربت رودخانه دز در مقایسه با استاندارد WHO بالاتر می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی‌های آماری در تحقیقی که توسط دادالهی سهراب و همکاران در سال ۱۳۸۷ به منظور مقایسه فلزات سنگین در بافت عضله ماهی شیربت در رودخانه اروند رود با استانداردهای جهانی صورت گرفت، حاکی از بالا بودن میزان سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی مورد مطالعه در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی(WHO) می‌باشد که با نتایج حاصل از این تحقیق هماهنگی دارد (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین غلظت سرب در بافت خوراکی ماهی *Lizzie auratus* از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO) بالاتر بود، که با نتایج بدست آمده از این تحقیق هماهنگی دارد (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴). به طور کلی نتایج این تحقیق نشان دهنده بالا بودن مقادیر دو عنصر کادمیوم



www.SID.ir

Archive of SID



و سرب در بافت خوراکی ماهی شیربت رودخانه دز در مقایسه با استاندارد جهانی WHO می‌باشد که این امر به سبب تخلیه پساب‌های صنعتی، کشاورزی، بیمارستانی و شهری به این رودخانه و افزایش بار آلودگی خصوصاً در پایین دست رودخانه دز می‌باشد. بنابراین جلوگیری از تخلیه مستقیم پساب به رودخانه دز و مجهز نمودن صنایع مختلف به سیستم تصفیه فاضلاب از راهکارهای ضروری به منظور کاهش بار آلودگی این رودخانه می‌باشد.

**جدول ۱: مقایسه میزان فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی شیربت با نتایج تحقیقات سایر محققان بر حسب میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک**

| گونه | بافت | Cd | Pb | منابع |
|---|---|---|---|---|
| *Lizzie auratus* | عضله | ۰/۳۲ | ۲/۳۳ | امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴ |
| *Liza aurata* | کبد<br>عضله | –<br>– | ۱۷/۵۱<br>۳/۰۱ | شریف فاضلی، ۱۳۸۴ |
| *Otolithes ruber*<br>*Lutjanus lemniscatus* | عضله<br>عضله | ۰/۰۶۴<br>۰/۰۶۳ | ۰/۴۸<br>۰/۴۴۲ | شهریاری، ۱۳۸۴ |
| *Acipenser persicus*<br>*Acipenser stellatus* | عضله<br>عضله | ۰/۰۶۱<br>۰/۰۵۹ | ۰/۶۱<br>۰/۴۸۱ | صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۴ |
| *Barbus grypus* | عضله | ۲/۸۳ | ۱۶/۲۴ | دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷ |
| *Barbus grypus* | عضله<br>کبد | ۱/۰۹۹۷<br>۱/۳۴۹۷ | ۱/۲۹۴۴<br>۱/۵۵۲۵ | مطالعه حاضر |

## منابع


**آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸۲.** روغن ماهی و مزایای استفاده از آن. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره دامپزشکی ایران. ۲۶۷ ص.

**اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱.** آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، ۷۶۷ صفحه.

**امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، ف.، ۱۳۸۴.** تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳، پاییز۱۳۸۴، صفحات ۱ تا ۱۸.

**امینی رنجبر، غ. و علیزاده، م.، ۱۳۷۸.** اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین (Cr, Zn, Cu,Pb,Cd) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۴۰ و ۴۱ و ۴۲، صفحات ۱۴۶ تا ۱۴۹.

**پروانه، و.، ۱۳۷۱.** کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۵ ص.

**دادالهی سهراب، ع.، نبوی، م. و خیرور، ن.، ۱۳۸۷.** ارتباط 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، زمستان ۱۳۸۷، صفحات ۲۷ تا ۳۳.

**شریف فاضلی، م.، ابطحی، ب. و صباغ کاشانی، آ.، ۱۳۸۴.** سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت‌های ماهی کفال *(Liza aurata)* سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۱، بهار۱۳۸۴، صفحات ۶۵ تا ۷۸ .

**شهریاری، ع.، ۱۳۸۴.** اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۲. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره هفتم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۴، صفحات ۶۵ تا ۶۷.

**صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع. و جوشیده، ه.، ۱۳۸۴.** مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی *(Acipenser persicus)* و ازون برون *(Acipenser stellatus)* حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۴، صفحات۷۹ تا ۱۰۰ .

**APHA, AWWA, WEF., 1992.** Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th End. American Public Health Association. Washington D.C. , USA.




www.SID.ir

Archive of SID



**ASTM (American Society for Testing and Materials), 1994.** Annual book of ASTM standards. Philadelphia, USA. Vol. 124, No. 2, pp. 195-202.

**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. Journal of Environmental Pollution, Vol. 121, pp. 129-136.

**Dixon, H., Gil, A., Gubala, C., Lasorsa, B., Crecelius, E. and Curtis, L.R., 1996.** Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 16, No. 4, 733 p.

**Eboh, L., Mepba, H.D. and Ekpo, 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. Food Chemistry, Vol. 97, No. 3, pp.490-497.

**Forstner, U. and Wittman, G.T.W., 1979.** Metal pollution in the aquatic Environmental, Spring Verlag, New York , USA. 486p.

**Jaffar, M., Ashraf, M. and Rasoal, A., 1998.** Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, Vol. 31, No. 3, PP.189-193.

**Kalay, G. and Bevis, M.J., 2003.** Structure and physical property relationships in processed polybutene. Journal of Applied Polymer Science, Vol.88, pp. 814-824.

**Karadede, H. and Ünlü, E., 2000.** Concentration of heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake Turkey. Chemosphere, Vol. 41, pp. 1371- 1376.

**Krogh, M. and Scanes, P., 1996.** Organochlorine compound and trace metal contaminants in fish near Sydney's Ocean outfull. Marine Pollution Bulletin, Vol. 33, No.7-12, pp. 213-225.

**Munn, M.D., Cox, S.E. and Dean, C.J., 1995.** Concentrations of mercury and other trace elements in Walleye, Smallmouth Bass, and rainbow trout in Franklin D. Roosevelt Lake and the Upper Columbia River, Washington. U.S. Geological Survey, Tacoma, Washington, USA. 35P.

**Plaskett, D. and Potter, I., 1979.** Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleosts from cockburn sound, Western Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, Vol.30, No.5, 607 p.

**Qiao- qiao, C., Guang- wei, Z. and Langdon, A., 2007 .** Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake , China, Journal of Environmental Sciences , Vol . 19, pp . 1500 -1504 .

**Rashed, M.N., 2001.** Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser lake. Environmental International, Vol. 27, pp. 27-33.

**Ray, S., 1978.** Bioaccumulation of lead in Atlantic salmon *Salmo salar*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 19, PP. 631- 636.

**Roberts, R.J., 2001.** Fish Pathology 3$^{d}$ ed. W.B Sawnders. Harcornt Publishers Co. LTD. London, England. 472p.

**W.H.O Guidelines for drinking water quality, 1984.** Health criteria and other supporting information.Geneva, World Health Organization, Vol 2, pp. 195-201.

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

**Wicker, A.M. and Gantt, L.K., 1994.** Contaminant assessment of fish Rangia clams and sediments in the Lower Pamlico River, North Carolina, U.S Fish and Wildlife service Ecological services. 16p.



www.SID.ir