# بررسی غلظت فلزات سنگین در ماهی بیاه در رودخانه کارون، استان خوزستان

محبوبه بهشتی[1] ابوالفضل عسکری ساری[2] محمد ولایت زاده[3]

(دریافت ۸۹/۵/۱۵ پذیرش ۹۰/٤/۲۱)

## چکیده

**این تحقیق به‌منظور بررسی غلظت فلزات سنگین سرب، جیوه، کادمیم، منگنز، آهن، روی و مس در بافتهای عضله، کبد و آبشش ماهی بیاه در رودخانه کارون در استان خوزستان انجام شد. به‌این منظور نمونه‌برداری در زمستان ۱۳۸۸ صورت پذیرفت. پس از بیومتری ۷۲ نمونه صید شده، بافتهای عضله، کبد و آبشش جداسازی شدند. آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها طبق روش استاندارد MOPPAM صورت گرفت. اندازه‌گیری غلظت فلزات اندامهای مورد مطالعه توسط روش هضم خشک و با کمک دستگاه جذب اتمی در آزمایشگاه انجام شد. نتـایج این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله حداقل و در بافت آبشش حداکثر است. در اندامهای مختلف ماهی بیاه غلظت آهن به‌ترتیب بیشتر از روی، سرب، منگنز، کادمیم، مس و جیوه بود (P<0.05). بین میزان تجمع فلزات سرب، جیوه، کادمیم، آهن و مس در بافتهای عضله، کبد و آبشش یک رابطه خطی مثبت و معنی‌دار وجـود داشـت (P<0.05). روی در عضـله و کبـد اخـتلاف معنی‌داری نداشت، اما در عضله و کبد با آبشش اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<0.05). منگنز در کبد و آبشش اختلاف معنی‌داری نداشت، اما در کبد و آبشش با عضله، اختلاف معنی‌دار بود (P<0.05).**

***واژه‌های کلیدی*** : فلزات سنگین، ماهی بیاه، کارون، استان خوزستان

# Assessment of Heavy Metals Concentration of Fish (Liza abu) in Karoon River, Khouzestan Province

*Mahboubeh Beheshti [1]* *Abolfazl Askari Sari [2]* *Mohammad Velayatzadeh [3]*

*(Received July 11, 2011 Accepted Aug. 5, 2010)*

## Abstract

This study investigates the presence of heavy metals such as copper, iron, zinc, mercury, lead, cadmium and manganes in muscle, liver and gill of fish (L.abu) in the Karoon River, in Khuzestan province. Samples were collected in winter 2010. After the biometric data of 72 specimens were recorded the samples of muscle, liver and gill were analysed. Sample preparation and analysis was done according to MOPPAM method. The concentrations of heavy metals in the dry digested samples of tissues were measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results of this study showed that the average concentrations of heavy metals were negligible and at maximum value in muscle and gill tissues, respectively. Iron concentration was showed to be higher than those of zinc, lead, manganese, cadmium, copper and mercury in different organs of fish (Liza abu). (P<0.05). Accumulation of lead, mercury, cadmium, iron and copper in muscle, liver and gill was highly significant and there were positive linear relationship between them (p<0.05). Concentration of Zinc in muscle and liver were not significantly different, but there were significant difference between muscle and liver with gills (p<0.05). Manganese concentration was determined in liver and gill showed no significant difference but it was significant difference between liver and gill with muscle (P<0.05). The results of the present study suggest that higher accumulation of heavy metals in liver and gills can be good environmental indicators of metal stress in Liza abu.

***Keywords*:** Heavy Metals, Liza abu, Karoon, Khouzestan Province.

1. M.Sc. Student of Fisheries, Khouzestan Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Ahwaz (Corresponding Author) (+98 311) 4393025 mahboubehbeheshti20@yahoo.com
2. Assist. Prof., College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Ahwaz
3. M.sc. Student of Fisheries, Khouzestan Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Ahwaz

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیلات واحد علوم و تحقیقات خوزستان دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز (نویسنده مسؤل)(۰۳۱۱)۴۳۹۳۰۲۵ mahboubehbeheshti20@yahoo.com
۲- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز
۳-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شـیلات، واحـد علـوم وتحقیقـات خوزسـتان، دانشـگاه آزاد اسلامی، اهواز

## ۱- مقدمه

توسعه، تکنولوژی و تولید فراورده‌های جدید و متنوع شیمیایی مورد نیاز در صنعت، کشاورزی و بهداشت در دهه‌های اخیر به‌صورت فزاینده‌ای گسترش یافته به‌طوری‌که با افزایش جمعیت، فعالیتهای صنعتی و کشاورزی، ورود آلاینده‌های آلی و معدنی به محیط افزایش یافته و آلودگی محیط‌زیست در اثر پیشرفت صنایع و مواد شیمیایی مختلف مورد توجه سازمان‌ها و نهادهای بهداشتی بین‌المللی واقع شده است. مواد آلاینده صرف‌نظر از منشأ تولید و مصرف، توسط باد و جریان‌های آبی و نزولات جوی در تمامی اکوسفر انتشار یافته و تا زمان تجزیه کامل، از پتانسیل‌های متفاوتی در تجمع، ذخیره‌سازی و تأثیرات بهداشتی به موجودات زنده از جمله انسان برخوردار است. بنابراین پایش آلودگی اکوسیستم‌های آبی از فعالیتهای عمده‌ای است که با هدف حفاظت محیط‌زیستی صورت می‌گیرد[۱].

از انواع این آلاینده‌ها می‌توان به فلزات سنگین اشاره کرد که به‌طور طبیعی از اجزای تشکیل دهنده اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌گردند. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های محیط‌زیست هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آنها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمویتهای مزمن و بعضاً حاد خطرناکی را ایجاد نمایند که از جمله آنها می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیم، جیوه، نیکل، روی، آلومینیوم، آرسنیک، مس و آهن اشاره کرد. در دهه گذشته ورود آلاینده‌ها با منشأ انسانی مانند فلزات سنگین به‌داخل محیط‌های آبی، به‌مقدار زیادی افزایش یافته است که به‌عنوان یک خطر جدی برای حیات محیط‌های آبی به‌شمار می‌آیند. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، وارد محیط‌زیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به محیط‌زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به‌وسیله فرایندهای طبیعی برداشت می‌شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط‌زیست قابل ملاحظه است. سیستم‌های آبی به‌طور طبیعی دریافت کنندهٔ نهایی این فلزات هستند[۲].

به‌دنبال انتقال آلاینده‌های ذکر شده به محیط‌های دریایی، این احتمال به‌وجود می‌آید که ماهی مقادیری از برخی فلزات سنگین را از طریق زنجیرهٔ غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید[۳]. سن، طول، وزن، جنس، عادت تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص شیمیایی آب (شوری، سختی و دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندامهای مختلف ماهی هستند[۴]. فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیم به‌دلیل برخورداری از خاصیت تجمع‌پذیری و بزرگ‌نمایی زیستی در بافتهای مختلف و عدم تجزیه‌پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیک پس از ورود به محیط قادراند در چرخه حیات به حرکت خود ادامه داده و به‌تدریج در بافتهای چربی در بدن مصرف‌کنندگانی مانند انسان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری‌های حاد و مزمن در موجودات شوند[۵].

جیوه نیز فلز سنگینی با سمیت بسیار بالا، غیرضروری، پایدار و بدون تغییرپذیری زیستی است که تحت فرایندهای تجمع زیستی طی انتقال از سطوح تروفیک مختلف در زنجیره غذایی پایدار باقی می‌ماند[۶]. آلودگی به جیوه در محیط‌های آبی از طریق فرایندهای آب و هوای طبیعی و فعالیتهای بشری در مقیاس قابل توجهی در حال افزایش است[۶-۸]. جیوه فلزی خطرناک است که در دهه‌های اخیر نگرانی حاصل از آلودگی محیط‌زیستی آن در سراسر دنیا بحث‌های زیادی را موجب شده است و به‌دلیل سمیت بالا و تجمع در موجودات آبزی، از خطرناک‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست است[۹ و ۱۰]. سمیت جیوه عامل بسیاری از مشکلات سلامتی در انسان شده است شدت تأثیرات سیستماتیک و مزمن بر سیستم‌های مختلف بدن مانند سیستم اعصاب مرکزی، گوارش و بافت پوستی و دهانی در تحقیقات مختلف گزارش شده است[۱۱].

مقادیر برخی از این فلزات مانند مس، روی، آهن در غلظتهای پایین برای متابولیسم آبزیان ضروری هستند[۱۲]. تحت شرایط طبیعی، فلزاتی که عمدتاً مفید و در واقع ضروری هستند، مانند مس و روی، وقتی به‌مقدار زیاد وجود داشته باشند با ارائه اثرات سمّی بر روی موجودات آبزی، ممکن است به آلاینده تبدیل شوند[۱۳]. غذاهای دریایی منبع اصلی روی و مس هستند[۱۴]. ماهی مهم‌ترین منبع آهن برای کودکان و بزرگسالان است که کمبود این عنصر سبب کم خونی می‌گردد و کاربرد بیشتر آن در فعالیتهای بیوشیمیایی بدن (هموگلوبین و سیتوکروم‌ها) است، اما بالا بودن میزان آهن نتایج ناگواری همچون بیماری هموکروماتوزیس[1] را در پی خواهد داشت[۱۵- ۱۷].

به‌طور معمول منگنز نسبت به آهن سمیت کمتری برای ماهی دارد و علائم مسمومّیت با این عنصر بی‌قراری و عدم تعادل شناگری است[۱۸].

در زمینه اندازه‌گیری فلزات سنگین در ماهیان و سایر آبزیان مطالعات زیادی صورت گرفته است. بیشتر این مطالعات در سواحل جنوبی یا شمالی کشور انجام گرفته و دلیل اصلی این است که آبزیان، غذای اصلی مردم این نواحی را تشکیل می‌دهند. با توجه به اینکه ماهی بیاه از آبزیان بومی رودخانه کارون است، لذا اندازه‌گیری غلظت این فلزات به‌منظور تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط‌زیست آبی حائز اهمیت است.

[1] Haemorkrematosis

**شکل ۱**- پایین دست رودخانه کارون (محل انجام نمونه‌برداری)

## ۲- مواد و روشها

نمونه‌های ماهی بیاه[1] در فصل زمستان ۱۳۸۸توسط صیادان محلی به‌وسیله تورهای سنتی (گوشگیر رودخانه‌ای) صید شدند (شکل ۱). صید ماهیان از پایین دست رودخانه کارون در حوالی مجتمع پرورش ماهی آزادگان، صورت گرفت. نمونه‌ها پس از خریداری و صید در داخل چندین کیسه فریزری کاملاً تمیز قرار گرفتند به‌طوری‌که با محیط خارج در تماس نباشند، سپس نمونه‌ها با دقت و به‌طور مرتب در داخل یخدان مخصوص نمونه‌برداری، چیده شدند و بین هر ردیف از نمونه‌ها توسط پودر یخ پوشانده شد. پس از انتقال نمونه‌های ماهی به آزمایشگاه، کلیه نمونه‌ها با آب کاملاً شستشو گردید. پس از گذشت زمان کافی برای خروج آب اضافه، کلیهٔ نمونه‌ها کدگذاری شدند و سپس مورد بیومتری قرار گرفتند. طول کل و وزن ماهی توسط تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متری و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. پیش از استفاده از تخته بیومتری و ترازوی دیجیتال، تمام سطوح فلزی آنها که در تماس با ماهی بودند توسط ورقه‌های پلاستیکی پوشانیده شد. آماده‌سازی نمونه‌ها به روش بیسواس[2] صورت گرفت[۱۹]. پس از این مرحله جداسازی بافتهای عضله، آبشش و کبد توسط اسکالپر صورت گرفت و از ماهیان مورد مطالعه نمونه مرکب تهیه شد[۲۰]. کالبد شکافی نمونه‌ها از قسمت بالای بدن نمونه‌ها صورت گرفت. برای برداشت بافت عضله از قسمتی از عضله در بخش بالایی بدن (زیر باله پشتی) استفاده گردید. برداشت بافتهای آبشش و کبد نیز به‌صورت کامل انجام شد. بافتهای به‌دست آمده پس از توزین در پتری‌دیش (شیشه ساعت) قرار گرفتند تا در مرحله بعد برای خشک کردن در آون قرار گیرند. تمامی نمونه‌های به‌دست آمده به‌مدت ۶۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شدند. برای هضم نمونه‌ها از روش خشک استفاده شد. ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ سی‌سی ریخته شده و به آن ۲۵ سی‌سی اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ سی‌سی اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ سی‌سی محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه گردید و چند عدد سنگ جوش هم برای اینکه جوش به‌طور منظم و یکنواخت صورت گیرد در داخل ظرف قرار داده شد. بالن را به یک مبرد مجهز نموده و مخلوط به‌مدت یک ساعت درحالی‌که عمل رفلاکس انجام می‌گردید توسط اجاق برقی[3] در زیر هود حرارت داده شد. سپس نمونه، سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ سی‌سی مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به‌نسبت یک به یک به آن اضافه شد و درحالی‌که جریان آب سرد قطع گردید، مخلوط حرارت داده شد تا بخارهای سفید رنگ اسید به‌طور کامل محو شود. پس از سرد شدن مخلوط و درحالی‌که بالن تکان داده می‌شد، ۱۰ سی‌سی آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه گردید.

با حرارت دادن در حدود ۱۰۰ دقیقه، محلول کاملاً شفافی به‌دست آمد. این محلول پس از سرد شدن به‌داخل بالن ژوژه ۱۰۰ سی‌سی منتقل گردید و به حجم رسانده شد[۲۱].

برای اندازه‌گیری عناصر کادمیم، سرب، مس، روی، آهن و منگنز مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵

[1] Liza abu
[2] Biswas

[3] Heating Mantle

میلی‌لیتر محلول آمونیوم پیرولیدین کاربامات ۵٪ اضافه شده و به‌مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها تکان داده شدند تا عناصر به‌صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل‌ایزوبوتیل کتون اضافه گردید و به‌مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها تکان داده شد و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر موردنظر به فاز آلی منتقل شدند.

پس از تنظیم کوره و سیستم منبع تولید پرتوی کاتدی[1] دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی مدل پرکین‌المر[2] منحنی کالیبراسیون این عناصر به‌کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مودیفایر پلادیم توسط نرم‌افزار Win Lab 32 رسم گردید. دستگاه جذب اتمی پرکین‌المر ۴۱۰۰ مجهز به سیستم‌های زیر به‌عنوان منبع اتمیزه کننده عناصر در محلول بود :

۱- سیستم کوره گرافیکی: برای اندازه‌گیری سرب، کادمیم، آهن، منگنز، مس و روی، ۲- سیستم هیدرید: برای اندازه‌گیری جیوه،۳- منبع تولید پرتوی کاتدی: منبع تولید پرتوی کاتدی برای اندازه‌گیری سرب، کادمیم، آهن، منگنز، مس، جیوه و روی با ماتریکس مودیفایر پلادیم قرائت گردید.

سیستم هیدرید بر روی دستگاه جذب اتمی نصب و تنظیم گردید و دستگاه جذب اتمی به‌کمک محلولهای استاندارد به حالت اپتیمم تنظیم گردید.

منحنی کالیبراسیون جیوه توسط نرم‌افزار win lab 32 ترسیم گردید و مقدار جیوه در ۵ میلی‌لیتر از محلول آماده شده قرائت و در مقدار ۰/۵ گرم نمونه محاسبه و سپس به ppb گزارش گردید و مقدار این عناصر در محلولهای آماده شده اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS17 انجام شد و میانگین داده‌ها به‌کمک آنالیز واریانس یک طرفه با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد($P<0.05$) تعیین گردید. همچنین برای رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

## ۳- نتایج

طول کل[3] و طول استاندارد[4] ماهی بیاه در رودخانه کارون توسط تخته بیومتری و وزن آنها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم مورد سنجش قرار گرفت. نتایج مربوط به پارامترهای مذکور به‌تفکیک در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج این تحقیق نشان داد غلظت آهن در اندامهای ماهی بیاه بیشتر از روی، سرب، منگنز، کادمیم، مس و جیوه بود ($P<0.05$).

**جدول ۱**- نتایج مربوط به زیست‌سنجی ماهی بیاه در رودخانه کارون

| ماهی بیاه | رودخانه |
|---|---|
| پارامتر | کارون |
| طول کل (cm) | ۱۶/۳۳±۱/۱۷ |
| طول استاندارد (cm) | ۱۴/۰۵±۱/۲۶ |
| وزن (gr) | ۴۷/۷۷±۱۲/۰۱ |

بین میزان فلزات سنگین سرب، جیوه، کادمیم، آهن و مس در بافتهای عضله، آبشش و کبد یک رابطه خطی مثبت و معنی‌داری بود ($P<0.05$). روی، در عضله و کبد اختلاف معنی‌داری نداشت اما در عضله و کبد با آبشش، اختلاف معنی‌دار بود($P<0.05$). منگنز در کبد و آبشش اختلاف معنی‌داری نداشت اما اختلاف در عضله و کبد با آبشش، معنی‌دار بود($P<0.05$).

نتایج این تحقیق نشان داد میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله حداقل و در بافت آبشش حداکثر بود. میانگین غلظت فلزات سرب، جیوه، کادمیم، منگنز، آهن، روی و مس در بافتهای عضله، آبشش و کبد ماهی بیاه در شکلهای ۲ و ۳ آمده است.

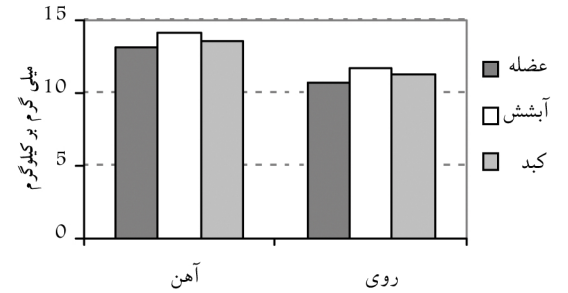
## ۴- بحث

بیشتر اندامهای ماهی در برابر مسمومّیت با فلزات سنگین حساس‌اند. در این تحقیق اندام عضله ماهی به‌نسبت نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن برای مصرف، آبشش به‌دلیل نقش آن در تنفس و تعادل اسمزی و کبد به‌دلیل اینکه عضو اصلی در سوخت و ساز بدن است و صدمات اصلی را تحمل می‌کند، به‌عنوان اندامهای هدف انتخاب شدند[۲۲]. بافت کبد و آبشش شاخصهای خوبی از لحاظ در معرض قرار گرفتن طولانی مدت با فلزات سنگین محسوب می‌گردند. به‌دلیل آنکه این بافتها جایگاه متابولیسم فلزات هستند می‌توانند نشانگر خوبی برای آلودگی توسط فلزات سنگین باشند[۲۳]. در این تحقیق بیشترین غلظت فلزات سنگین در ماهی بیاه در رودخانه کارون در اندام آبشش مشاهده شد. بالا بودن غلظت فلزات سنگین در بافت آبشش، ممکن است به‌دلیل عملکرد فیزیولوژیک ویژه این اندام در تنفس و تعادل اسمزی باشد[۲۴]. سرعت جذب فلزات به داخل بافت آبشش نسبت به میزان متابولیسم و وزن ماهی متفاوت است.

بنابراین ماهیان کوچک، فلزات سنگین را با سرعت بیشتری نسبت به ماهیان بزرگ‌تر جذب می کنند، زیرا در میان آبشش ماهیان کوچک، آب با سرعت بیشتری جریان دارد. در ماهیان آب شیرین (گونه مورد مطالعه) فلزات محلول، توسط آبشش‌ها و در ماهیان

[1] Electrodless Discharge Lamps (EDL)
[2] Perkin Elmer 4100
[3] Total Length (TL)
[4] Standard Length (SL)

**شکل۲** - مقایسه غلظت فلزات سنگین (جیوه، کادمیم، سرب، منگنز،مس) در بافتهای مختلف ماهی بیاه




**شکل۳** - مقایسه غلظت فلزات سنگین (روی و آهن) در بافتهای مختلف ماهی بیاه

آب شور توسط روده جذب می‌شوند، البته مسیرهای جذب در هر دو گروه از ماهیان آب شور و شیرین مطلق نیست[۲۵]. میزان تجمع و ذخیره فلزات سنگین در بافتهای مختلف ماهیان به ویژگی‌های بیوشیمیایی فلز بستگی دارد[۲۱].

نتایج تحقیقات گرجی پور و همکاران در سال ۱۳۸۸ برروی ماهی هامور[۱] در آبهای هندیجان استان خوزستان، بهناساوی و همکاران[۲] در سال ۲۰۰۹ برروی دو گونه از کفال ماهیان یعنی کفال راه‌راه[۳] و کفال خاکستری لب نازک[۴] در دریاچه مانزالا[۵] در مصر، اوساناو همکاران[۶] در سال ۲۰۰۹ برروی ماهی کپور معمولی[۷]، اویمک و همکاران[۸] در سال ۲۰۰۹ برروی ماهی شیربت[۹] در دریاچه پشت سد آتاتورک در رودخانه یوفرات[۱۰] در ترکیه، یلماز و همکاران[۱۱] در سال ۲۰۱۰ برروی ماهیان آب شیرین، با نتایج این تحقیق مطابقت دارد[۲۶-۳۰]. اما نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات گلوشانکووا[۱۲] و پاشکووا[۱۳] در سال ۱۹۹۲، برروی ماهیان دریاچه‌های چودسکو[۱۴] و ویرتس‌یورو[۱۵]، آگاه و همکاران[۱۶] در سال ۲۰۰۸ برروی پنج گونه از ماهیان خلیج فارس، روؤف و همکاران[۱۷] در سال ۲۰۰۹ برروی سه گونه از کپور ماهیان یعنی کاتلا کاتلا[۱۸]، روهو[۱۹] و مریگال[۲۰] در رودخانه راوی[۲۱] در پاکستان که بیشترین تجمع فلزات سنگین در کبد بود، همخوانی ندارد[۱۰و ۳۱-۳۳].

تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافتهای مختلف ماهیان می‌تواند ناشی از متغیر بودن فلزات سنگین در زمینه غلبه بر پیوندهای فلزی پروتئین‌ها نظیر متالوتیونین‌ها[۲۲] باشد. همچنین تفاوت نیازهای اکولوژیک، فعالیتهای متابولیک ماهیان و نوسانات در آلودگی آب، غذا و رسوبات می‌تواند از دیگر عوامل مهم تلقی شوند[۳].

فلزات سنگین پس از ورود به گردش خون در نهایت در اندامهای بدن توزیع می‌شوند. میزان این انتشار در اندامها به عواملی مانند نیاز غذایی بدن ماهی به عنصر مورد نظر (مس و روی)، تمایل سیستم دفاعی به دفع فلز (کادمیم) و تغییراتی که بر فلز وارد شده در سلول‌ها رخ می‌دهد، بستگی دارد[۳۴]. غلظت فلزات سنگین موجود در عضله، کمتر از کبد است چون عضله مکان اولیه ذخیره این فلزات نیست، فلزات سنگین ابتدا در کبد ذخیره می‌شوند و سپس به عضله منتقل می‌شود[۳۵]. معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان است[۳۶ و ۳۷].

در این تحقیق، کمترین میزان تجمع زیستی فلزات سنگین در ماهی بیاه در رودخانه کارون در بافت عضله مشاهده شد. نتایج تحقیقات صباغ کاشانی در سال ۱۳۸۰ برروی ماهی کفال طلایی[۲۳] در سواحل جنوبی دریای خزر، شریف فاضلی و همکاران در سال

[1] Epinephlus Coioiedes
[2] Bahnasawy et al.
[3] Mugil cephalus
[4] Liza ramad
[5] Manzala
[6] Ossana et al.
[7] Cyprinus carpio
[8] Oymak et al.
[9] Tor grypus
[10] Euphrates
[11] Yilmaz et al.
[12] Glushankova
[13] Pashkova
[14] Pskovsko chudskoe
[15] Vyrts yoru
[16] Agah et al.
[17] Rauf et al.
[18] Catla catla
[19] Labeo rohita
[20] Cirrhina mrigala
[21] Ravi
[22] Met al.lothionein
[23] Liza aurata

۱۳۸۴ برروی ماهی کفال طلایی در سواحل جنوبی دریای خزر، آتا و همکاران[1] در سال ۱۹۹۷ برروی ماهی تیلاپیای‌نیل[2]، کنلی[3] و اتلی[4] در سال ۲۰۰۳ برروی شش گونه از ماهیان شمال شرق دریای مدیترانه، کارادد و همکاران[5] در سال ۲۰۰۴ برروی ماهی بیاه و گربه ماهی[6] در دریاچه آتاتورک در ترکیه، یلماز و همکاران در سال ۲۰۰۷ برروی ماهی سفید[7] و خورشید ماهی پمپی[8]، چی و و همکاران[9] در سال ۲۰۰۷ برروی ماهیان کپور و طلایی، فیتوفاگ[10] و بیگ هد[11] در دریاچه تایهو[12] چین، اویمک در سال ۲۰۰۹ برروی ماهی شیربت در دریاچه پشت سد آتاتورک و رودخانه یوفرات در ترکیه و همچنین انوانی و همکاران[13] در سال ۲۰۱۰ برروی ماهی آب شیرین اکوسیستم آفیکو[14] در نیجریه، با نتایج این تحقیق مبنی بر حداقل میزان جذب و تجمع فلزات سنگین در اندام عضله همخوانی دارد[۱۲، ۲۹و ۳۸-۴۴]. همچنین مطالعات فریدمن[15] در سال ۱۹۸۹، حاکی از آن بود که در بافت کبد و عضله ماهیان، پروتئین‌های متالوتیونین مسئول حذف و خنثی‌سازی عناصر سنگین و آثار سمّی آنها هستند[۴۵].

در این تحقیق فلز جیوه در مقایسه با سایر فلزات سنگین، کمترین غلظت را داشت. ماهی بیاه دارای حداقل جیوه است که علت آن را می‌توان از ناچیز بودن جیوه در منابع غذایی این ماهی (دتریت‌های بیشتر دریا) دانست. جذب جیوه از راه غذا عمده‌ترین راه ورود و تجمع این ماده در بدن ماهی است. به‌همین دلیل در میان ماهیان، گروه شکارچی مانند کوسه ماهیان که از مواد غذایی تکامل یافته‌تری مانند ماهیان و یا سایر جانوران تغذیه می‌کنند، دارای مقادیر بیشتری جیوه در بدن خود هستند زیرا غذای آنها در طول مدت زندگی دارای میزان زیادی جیوه شده است. معمولاً میزان جیوه در اعضای داخلی بدن کمی بیشتر از بافت عضله است[۴۶]. میزان جذب سطحی جیوه نیز اصولاً به دما بستگی دارد و با افزایش دمای آب، میزان جذب نیز افزایش خواهد یافت[۴۷]. در آبهای گرم، تجمع زیستی جیوه در تابستان، زمانی که متیلاسیون میکربی و نرخ متابولیسم ماهی در بالاترین سطح خود است، حداکثر می‌باشد[۴۸]. بین تجمع فلزات در بافتهای مختلف با گونه ماهی نیز رابطه وجود دارد که ممکن است مرتبط با عادتهای غذایی آنها و ظرفیت تجمع زیستی[16] هرگونه باشد[۲۱ و ۴۹].

حداقل تجمع عناصر سنگین در بافتهای ماهی بیاه را می‌توان به نوع تغذیه این‌گونه به‌دلیل گیاهخوار بودن نسبت داد. نتایج تحقیقات رنجبر و علیزاده در سال ۱۳۷۷ بر روی میزان فلزات سنگین کروم، مس، روی، سرب و کادمیم در سه گونه ماهی کپور معمولی، کپور نقره‌ای و کپور علفخوار (آمور[17]) در سه ایستگاه مرداب انزلی نشان داد که کمترین درصد تجمع عناصر مورد مطالعه به ماهی آمور که گیاهخوار است اختصاص دارد[۵۰].

همچنین حداقل تجمع و ذخیره فلزات سنگین در خانواده این‌گونه توسط یوزرو و همکاران[18] در سال ۲۰۰۳ برروی ماهی کفال طلایی در سواحل جنوبی آتلانتیک در اسپانیا، فیلازی و همکاران[19] در سال ۲۰۰۳ برروی ماهی کفال اوراتوس[20] در دریای سیاه در ترکیه، کارادد و همکاران در سال ۲۰۰۴ برروی ماهی بیاه در دریاچه آتاتورک، ترکمن و همکاران[21] در سال ۲۰۱۰ برروی ماهی کفال کیلدار[22] اثبات شده است[۹، ۲۳، ۴۱و ۵۱].

براساس نتایج به‌دست آمده از مطالعه ولایت‌زاده در سال ۱۳۸۹ برروی اندامهای عضله، کبد و آبشش ماهی بیاه در رودخانه‌های بهمنشیر و دز، با نتایج این تحقیق مبنی بر بالابودن غلظت فلزات در آبشش و پایین بودن غلظت فلزات در عضله همخوانی دارد[۵۲].

گزارش شده است که حداکثر تجمع و ذخیره فلزات سنگین در ماهیان کفزی خوار، پلانکتون‌خوارها و گوشتخواران پلاژیک رخ می‌دهد که بیانگر این مطلب است که گونه‌های کفزی بیشتر در معرض آلودگی با فلزات سنگین هستند[۳۷]. در نتیجه‌گیری نهایی در این تحقیق می‌توان این‌گونه بیان کرد که غلظت فلزات کادمیم، سرب و منگنز در عضله ماهی در رودخانه کارون از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بالاتر بود[۵۳] (جدول ۲).

[1] Atta et al.
[2] Tilapia nilotica
[3] Canli
[4] Atli
[5] Karadede et al.
[6] Triostegus silrus
[7] Leuciscu cephalus
[8] Lepornis gibbosus
[9] Chi et al.
[10] FitoFog
[11] Big head
[12] Tayho
[13] Nwani et al.
[14] Afiko
[15] Freedman
[16] Bio-concentration Capacity
[17] Ctenopharphyngodon idella
[18] Usero et al.
[19] Filazi et al.
[20] Mugil auratus
[21] Turkmen et al.
[22] Liza carinata

**جدول ۲**- استاندارد سازمان جهانی برای فلزات سنگین (میلی گرم در لیتر)

| استاندارد | کادمیم | سرب | جیوه | آهن | منگنز | مس | روی | منبع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WHO | ۰/۲ | ۰/۵ | ۰/۱ | - | ۰/۵ | ۱۰ | ۱۰۰۰ | WHO,۱۹۸۵ |

## ۵- نتیجه‌گیری

۱- فلز جیوه در مقایسه با سایر فلزات سنگین کمترین غلظت را دارد.

۲- بیشترین غلظت فلزات در آبشش و کمترین غلظت در بافت عضله مشاهده شد.

۳- فلز آهن در مقایسه با سایر عناصر بیشترین تجمع را دارد.

۴- غلظت فلزات کادمیم، سرب و منگنز در عضله ماهی بیاه در رودخانه کارون از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بالاتر است.

## ۶- مراجع


1-Hamidi, Z. (2010). "Measure and compare concentration of mercury, arsenic, cobalt, cadmium, vanadium, lead, total oil (TPH) and organochlorine pesticides in fish muscle some Horolazim wetland." M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Sciene and Research, Ahwaz. (In Persian)

2-Mohammadi, M. (2011). "Accumulation of heavy metals cadmium, lead, nickel, mercury in tissues of liver, gill and muscle in fish Barbus Karoon and Dez river." M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Sciene and Research, Ahwaz. (In Persian)

3-Amini Ranjbar, Gh., and Sotodeh Nia, F. (2005). "Accumulation of heavy metal in fish muscle tissue (Mugil auratus) caspian sea in connection with some biometrial profile (standard lengh, weight, age and gender)."*Iranian Fisheries Scientific Journal year XIV*, 3, 1-19.

4-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*, 63(9), 1451-1458.

5-Khoshnood, R. (1385). "Rate accumulation of heavy metals ( Ni,V,Cd,Pb,Hg) in two species of fish hoof Bandar Abas and Bandar Lengeh. "M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Ahwaz. (In Persian)

6-WHO. (1979). *Mercury. In environmental health criteria 1*, World Health Organization, Geneva.

7-WHO. (1989). *Mercury environmental aspects. In environmental health criteria 89*, World Health Organization, Geneva.

8-WHO.(1990). *Methylmercury in environmental health criteria 101*, World Health Organization, Geneva.

9-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.

10-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.*, 157, 499-514.

11-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 Environ.*, 4(1-3), 19-25.

12-Canli, M., and Atli, G. (2003). "The relationships between heavy metal ( Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Meediterranean fish species." *Environmental Poll.*, 12, 129-136.

13-Javed, M. (2005). "Heavy metal contamination of freshwater fish and bed sediment in the Ravi river stretch and related tributaries." *Pakistan J. of Biological Sciences*, 8(10), 1337-1341.

14-WHO. (1995). *Health risks from marin pollution in the Mediterranean, Part 1 Implications for policy makers.*, World Health Organization, Geneva.

15-Institute of Medicine. (2003). *Dietary reference intakes: Applications in dietary planning. subcommittee on interpretation and uses of dietary reference intakes and the standing committee on the scientific evalution of dietary reference intakes*, Institute of Medicine of the National Academies, Press, Washington, D.C.

16-USEPA. (1997). *Mercury study report to congress, office of air quality planning and standards and office of research and development*, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

17-Athar, M., and Hoora, B. (2007). *Heavy metals and the environment*, (Translators) Akbar Pur, A., Nasri, F., Shams, B., Sanandaj Azad University Press, Sanandaj. (In Persian)

18-Van-Duijn, J.R.C. (2000). *Diseases of fishes,* Narendra Publishing House, Dehli, India.

19-Biswas, S.P. (1991). *Mannual of methods in fish biology*, South Asian pub., PVT.Ltd., New Dehli.

20-MOOPAM. (1999). *Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods*, ROPME, Kuwait.

21-Farkas, A., Salanki, J., and Varanka, I. (2000). "Heavy metal concentrations in fish of lake Balaton, lakes and reservoirs." *Research and Management*, 5, 271-279.

22-Stoskopf, M.K. (1993). *Fish medicine*, WB. Saunders Co., London, England.

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

24-Heath, A.G. (1987).*Water pollution and fish physiology,* DRS Press, Boston, USA.

25-Olsson, P.E. (1998). "Disordes associated with heavy metal pollution." Leather land, j.F., and Woo, P.T.K. (Eds.), *fish diseassand disorder (vol.2) Noninfectious disorders,* CAB International pub., Oxford, England.

26-Gorji Poor, A., Sadogh Nayeri, A., Hosseini, A., and Bita, S. (2010). "Accumulation of some heavy metals in muscle tissue, liver and gill of fish ( *Epinphlas coioiedes*)." *J. of Fisheries of Iran*, 1, 101-107.

27-Bahnasawy, M., Aziz khidr, A., and Dheina, N. (2009). "Seasonal variations of heavy metals concentrations in mullet, (Mugil Cephalus) and (Liza Ramada) (Mugilidae) from Lake Manzala." *J. of Applied Sciences Research,* 5(7), 845-852.

28-Ossana, N.A., Elissa, B.L., and Salibian, A. (2009). "Short communication: Cadmium bioconcentration and genotoxicity in the common carp (*Cyprinus carpio*)." *Int. J. Environment and Health*, 3(3), 302-309.

29-Oymak, S.A., Karadede Akin, H., and Dogan, N. (2009). "Heavy metal in tissues of (Tor grypus) from Atatürk Dam Lake, Euphrates river-Turkey." *J. of Biologia*, 64(1), 151-155.

30-Yilmaz, A.B., Turan, C., and Toker, T. (2010). "Uptake and distribution of hexavalent chromium in tissues (gill, skin and muscle) of a freshwater fish,Tilapia, (*Oreochromis aureus*)." *J. of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2(3), 28-33.

31-Glushankova, M.A., and Pashkova, I.M. (1992). "Heavy metal in the tissue of fish from the Pskovsko chudskoe and Vyrts yoru lakes." *Tsitologiya*, 34(3), 46-50.

32-Al Kahtani, M. (2009). "Accumulation of heavy metals in Tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) from Al-Khadoud Spring, Al-Hassa, Saudi Arabia." *American J. of Applied Sciences,* 6(12), 2024-2029.

33-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 J. of Pakistan Vet.,* 29(1), 24-26.

34-Jalali Jafari, B., and Aghazadeh Meshgi, M. (2008). *Fish poisoning caused by heavy metals in water and the importance of public heath*, Our Book Pub., Tehran. (In Persian)

35-Beheshti, M. (2011). "Comparative study of concentration of heavy metals (Cu, Fe, Zn, Mn) in muscle, liver and gill organ of fish (Liza abu) in the Karoon and Karkheh rivers in Khoozestan province." M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research, Ahwaz. (In Persian)

36-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." *Relation to Body Llength and Sex. Sci. Total Environ.*, 256, 87-94.

37-Krishnamurti, A.J., and Nair, V.R. (1999). "Concentration of metals in fishes from Thane and Bassein creeks of Bomloay." *India J. of Mar. Sci.*, 28, 39-44.

38-Sabagh Kashani, A. (2002). "Determining the level of some heavy metals in muscle,liver,kidney.ovary and gill of fish (Liza aurata) on the south coast of the Caspian sea." M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares Univercity, Tehran. (In Persian)

39-Sharif Fazeli, M., Abtahi, B., and Sabagh Kashani, A. (2006). "Measuring accumulation of heavy metal ( lead, nickel and zinc) in fish tissue ( Mugil auratun) southern coast of Caspian." *Iranian Fisheries Scientific, Journal* 14(1), 65-78.

40-Atta, M.B., EI-Sebaie, L.A., Noaman, M.A., and Kassab, H.E. (1997). "The effect of cooking on the content of heavy metal in fish (*Tilapia nilotica*)." *Biological Abstract,* 103(5), 94-100

41-Karadede, H., Oymak, S.A., and Unlu, E. (2004). "Heavy metals in Mullet, ( Liza abu), and Catfish, (Silurus triostegus), from the Ataturk dam lake." *J. of Environment International,* 30(2), 183-188.

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

43-Chi, Q., Zhu, G., and London, A. (2007). "Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taiha lake." *China. J. of Enviromental Sciences*, 19, 1500-1504.

44-Nwani, C.D., Nwachi, D.A., Okogwu, O.I., Ude, E.F., and Odoh, G.E. (2010). "Heavy metals in fish species from lotic freshwater ecosystem at Afikpo, Nigeria." *J. of Environmental Biology Triveni Enterprises, Lucknow (India)*, 31(5), 595-601.

45-Freedman, B. (1989). *The impact of pollution and other stresses on ecosystem structure and function*, Academic Press, London.

46-Sadeghi Rad, M. (1995). "Investigation and determination of heavy metals (lead, zinc, mercury, cadmium, cobalt) in the Anzali wetland edible fish meat." *Iranian Fisheries Scientific Journal,* 4(5), 2-14.

47-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*, 175, 1122-1124.

48-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.

49-Huang, W.B. (2003). "Heavy metal concentration in the common benthic fishes caught from the coastal waters of eastern Taiwan." *J. of Food and Drug Analysis*, 11(4), 324-330.

50-Ranjbar, Gh., and Alizadeh, M. (1999). "Measured amounts of heavy metals (lead, copper, cadmium, zinc, chromium) in three species of carp fish breeding." *Construction Research*, 4, 146-149.

51-Turkmen, A., Tepe, Y., Turkmen, M., and Cekic, M. (2010). "Metals in tissues of fish from Yelkoma Lagoon, Northeastern Mediterranean." *Environ. Moint. Asses*s., 168, 223- 230.

52-Velayatzadeh, M. (2011). "Comparative study of concentration of heavy metals (Cu, Fe, Zn, Mn) in muscle, liver and gill organ of fish (Liza abu) in the Dez and Bahmanshir rivers in Khouzestan Province." M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Sciene and Research, Ahwaz. (In Persian)

53-WHO. (1985). *Review of potentially harmful substances- Cadmium, Lead and Tin*, Repotrs and Studies No. 22. MO/FAO/ UNESCO/WMO/WHO/ IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, World Health Organization, Geneva.