# تعیین میزان سرب و کادمیم در گوشت چهار گونه از کپور ماهیان رودخانه بهشت آباد استان چهار محال و بختیاری و بررسی رابطه آن با سن و گونه ماهی

مهدی رئیسی[1*]، مهسا انصاری[2]، ابراهیم رحیمی[3]

۱و۳- دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد

۲- باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

تاریخ دریافت: ۸۸ /۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۲

## چکیده

تعداد ۹۰ نمونه از گوشت ماهیان صید شده از رودخانه بهشت آباد شامل کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ۲۹ عدد، کاراس (*Carassius auratus gibelio*) ۱۵ عدد، کولی (*Alburnus alburnus*) ۲۷ عدد و سیاه ماهی آکولاتا (*Capoeta aculeata*) ۱۹ عدد جمع‌آوری و پس از هضم نمونه‌ها به روش مرطوب، میزان فلزات سنگین سرب و کادمیم با استفاده از دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی کوره اندازه‌گیری شد. صید ماهیان با استفاده از تور پرتابی در طی چهار فصل تابستان، پائیز و زمستان ۱۳۸۶ و بهار ۱۳۸۷صورت پذیرفت. نتایج بررسی نشان داد غلظت سرب و کادمیم در نمونه های کپور معمولی ۱۸۱/۶و ۹۱/۰۳، در ماهی کاراس۱۹۱/۰۷و ۸۸/۱۳، کولی ۱۴۵/۷و ۷۰/۸۵و سیاه ماهی آکولاتا ۱۱۷/۹۲و ۶۰/۶۸ میکروگرم در کیلوگرم است. میانگین کلی غلظت سرب و کادمیم در گوشت ماهیان مورد آزمون به ترتیب ۱۵۹/۰۲و ۷۸/۰۹ میکروگرم در کیلوگرم بود ضمن اینکه میانگین غلظت کادمیم در نمونه‌های بررسی شده بیش از حداکثر مجاز اتحادیه اروپا بود. باقیمانده سرب و کادمیم به ترتیب در ۱۰درصد و ۵۷/۵ درصد از نمونه‌ها بیشتر از حداکثر میزان قابل قبول اتحادیه اروپا (۵۰ میکروگرم در کیلوگرم) بود. بررسی آماری نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری بین سطوح کادمیم و سرب در گوشت ماهیان مورد مطالعه با گونه ماهی وجود دارد (P<۰/۰۵). میزان غلظت بالای فلزات مذکور مخصوصا کادمیم در گوشت ماهیان رودخانه بهشت آباد را می توان به استفاده بی‌رویه از کودهای مورد مصرف در کشاورزی که در بسیاری موارد حاوی فلزات سنگین هستند و ورود پسآب آن به رودخانه نسبت داد.

## واژگان کلیدی

سرب، کادمیم، ماهی، اسپکترومتری جذب اتمی، رودخانه بهشت آباد.

*مسئول مکاتبه: mehdi.raissy@iaushk.ac.ir

**Determination of lead and cadmium concentration in meat of four species of Cyprinid fish from Beheshtabad River, Chaharmahal & Bakhtyari Province and the relation with age and fish speaies**

**Raissy[1*], M.; Ansari[2], M. & Rahimi[3], E**

1, 3. Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Shahrekord Branch
2. Young Researchers Club, Islamic Azad University, Shahrekord Branch

## Abstract

Ninety meat samples of fishes caught from Beheshtabad River including *Cyprinus carpio* (n=29), *Carassius auratus gibelio* (n=15), *Alburnus alburnus* (n=27) and *Capoeta aculeata* (n=19) collected and used for determination of lead and cadmium with the graphite furnace atomic absorption spectrometry after wet digestion. Fish sampling was done by cast net during summer, autumn and winter 2007 and spring 2008. The results showed that the mean concentrations of lead and cadmium was 181.6 and 91.03 in *Cyprinus carpio*, 191.07 and 88.13 in *Carassius auratus gibelio*, 145.7 and 70.85 in *Alburnus alburnus* and 117.92 and 60.68 µg/kg in *Capoeta aculeata*. The mean concentrations of lead and cadmium in total samples were 159.02 and 78.09 µg/kg, respectively. The mean concentration of cadmium in samples examined exceeded acceptable threshold established in the European Commission (EC). Lead and cadmium concentration in 10% and 57.5% of samples exceeded the tolerance limits established in EC respectively. The results showed that there is significant difference between cadmium levels in meat of fish species (P<0.05). The high concentration of cadmium and lead in fish meat is probably due to missusing of phosphate fertilizers in agriculture affairs and entry of agricultural sewage into the river.

**Keywords:** lead, cadmium, fish, atomic absorption spectrometry, Beheshtabad River.

Archive of SID

www.SID.ir

## مقدمه

رودخانه بهشت آباد یکی از منابع آبی مهم در استان چهارمحال و بختیاری بوده که وسعت حوزه آبریز آن حدود ۳۸۶۰ کیلومتر مربع می باشد. رودخانه مذکور از تلاقی رودخانه های کیار و جونقان در محلی بنام بهشت آباد پدید می آید و یکی از سرشاخه های مهم رودخانه کارون محسوب می گردد. وجود فعالیتهای کشاورزی در حاشیه رودخانه می تواند از عوامل ورود پساب ناشی از کودها و سموم کشاورزی به رودخانه باشد که زیست آبزیان رودخانه و همچنین فعالیتهای پرورش ماهی حاشیه رودخانه را تحت تاثیر قرار می دهد. از مهمترین این آلاینده ها می توان فلزات سنگین را نام برد و از میان فلزات سنگین سرب و کادمیم نقش مهمی را در مسمومیت انسان و دام ایفا می‌کنند. این فلزات به صورت ترکیب با آنزیم‌ها و پروتئین‌های حامل وارد یاخته‌ها شده و اثر مخرب خود را بر فعالیت سلول اعمال می‌نمایند. عوارض این آلاینده‌ها بر سلامت انسان عمدتاً به دنبال در معرض قرار گرفتن مزمن و تدریجی اتفاق می‌افتد و علاوه بر آسیب‌های کبدی، کلیوی و استخوانی به طور بالقوه سرطانزا، جهش‌زا و آلرژی‌زا هستند (احمدی زاده، ۱۳۷۶. ثنائی، ۱۳۷۱و Jill *et al*., 2001). کادمیم و سرب در صنایع مختلفی مانند صنایع باطری‌سازی، رنگ‌سازی، تهیه آلیاژهای فلزی و ... استفاده می‌شوند. علاوه بر آن کادمیم به عنوان یک آلوده کننده در بعضی از کودهای شیمیایی از جمله کودهای فسفاته وجود دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۰و Jill *et al*. 2001). بنابراین این فلزات به طور وسیعی در محیط شامل دریا، آب‌های زیرزمینی، خاک، رسوبات، هوا و... وجود دارند و از این طریق محصولات کشاورزی، حیوانات و آبزیان در معرض آلودگی قرار می‌گیرند (Jill *et al*., 2001). از آنجایکه یکی از مهمترین راههای در معرض قرار گرفتن انسان با سرب و کادمیم دریافت این عناصر از طریق منابع غذائی می باشد لذا ارزیابی و کنترل میزان آلودگی اقلام مختلف غذا و شناسایی منابع آلاینده، تعدیل یا حذف آن تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر سلامت و طول عمر انسان خواهد داشت. گزارش های فراوانی از کشورهای مختلف و از جمله ایران در زمینه ارزیابی آلاینده‌های مختلف شامل فلزات سنگین وجود دارد (Amini Ranjbar and Shariat, 2006، Berg *et al*., 2000، Brooks *et al*., 1975، Dugo *et al*., 2004، Linde *et al*., 2004). هدف از این مطالعه نیز اندازه گیری میزان فلزات سنگین سرب و کادمیم در عضله ماهیان رودخانه بهشت آباد و مقایسه آن با مقادیر مجاز توصیه شده می باشد.

## مواد و روش‌ها

- **تهیه نمونه**

بررسی حاضر با تهیه نمونه ماهیان از رودخانه بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری طی چهار فصل تابستان، پائیز و زمستان ۱۳۸۶ و بهار ۱۳۸۷صورت پذیرفت، برای این منظور در مجموع ۹۰ نمونه عضله از ۹۰ ماهی صید شده از رودخانه بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری شامل چهار گونه ماهی سیاه ماهی آکولاتا، ماهی کاراس، ماهی کولی و کپور معمولی اخذ شد. لازم به ذکر است که نمونه‌ها تا زمان آزمایش به صورت منجمد در برودت $-18^{\circ}c$ نگهداری شدند.

- **آماده‌سازی نمونه‌ها**

نمونه‌های تهیه شده مطابق دستورالعمل مرجع(Association of Official Analytical Chemistry: AOAC) به روش مرطوب هضم شدند. به این منظور پنج گرم از نمونه رطوبت‌گیری شده به لوله هضم منتقل شد و ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک و اسید سولفوریک خالص به نسبت برابر به نمونه‌ها اضافه شد سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در گرمخانه $60^{\circ}c$ نگهداری شدند. بعد از این مرحله نمونه‌ها تا رسیدن به درجه حرارت محیط آزمایشگاه سرد شده و مجدداً با اضافه نمودن ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک به هر یک از لوله‌ها تا رسیدن به دمای $150^{\circ}c$ به آرامی

Archive of SID

www.SID.ir

حرارت داده شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها تا رسیدن به حرارت محیط آزمایشگاه سرد شدند و به هر لوله یک میلی‌لیتر آب اکسیژنه اضافه شد، این عمل تا شفاف شدن نمونه‌ها ادامه یافت. در نهایت محلول آماده‌سازی شده در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری با آب مقطر دوبار تقطیر به حجم ۵۰میلی لیتر رسانده شد (AOAC, 1980).

- **تعیین غلظت سرب و کادمیم**

غلظت سرب و کادمیم نمونه‌ها با دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی کوره مدل Perkin-Elmer 4100 و کوره گرافیتی GF90 ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد.

- **روش آماری**

در این مطالعه داده ها به کمک نرم افزار آماری SPSS/14 در دو سطح آمار توصیفی و استنباطی تحلیل شده است. مقایسه میانگین باقیمانده سرب و کادمیم در گونه های مختلف ماهیان مورد مطالعه با تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون توکی استفاده شد.

## نتایج

نتایج به دست آمده از بررسی تعیین میزان سرب و کادمیم۹۰ نمونه های عضله ماهیان صید شده از رودخانه بهشت آباد و ارتباط غلظت بین عناصر با گونه ماهیان موردمطالعه در جدول (۱) آورده شده است.

**جدول ۱- میانگین غلظت سرب و کادمیم در عضله انواع ماهیان صید شده از رودخانه بهشت آباد (میکروگرم در کیلوگرم)، (۱۳۸۷-۱۳۸۶)**

| گونه | تعداد | سرب | کادمیم |
|---|---|---|---|
| | | Mean ± SD | Mean ± SD |
| سیاه ماهی آکولاتا | ۱۹ | ۱۱۷/۹۲ ± ۴۳/۳۲ | ۶۰/۶۸ ± ۱۸/۵۵ |
| ماهی کاراس | ۱۵ | ۱۹۱/۰۷ ± ۵۳/۶۱ | ۸۸/۱۳ ± ۲۴/۵۹ |
| ماهی کولی | ۲۷ | ۱۴۵/۷۸ ± ۴۸/۶۹ | ۷۰/۸۵ ± ۱۸/۴۹ |
| کپور معمولی | ۲۹ | ۱۸۱/۶ ± ۵۶/۶۷ | ۹۱/۰۳ ± ۳۴/۷۹ |
| جمع | ۹۰ | ۱۵۹/۰۲ ± ۵۷/۳۵ | ۷۸/۰۹ ± ۲۸/۲۴ |

بر اساس جدول میانگین باقیمانده سرب در نمونه عضلات ماهیان مورد بررسی ۱۵۹/۰۲ میکروگرم در کیلوگرم بدست آمد هر چند که در مقایسه با استاندارد اتحادیه اروپا میانگین غلظت این عنصر پایین‌تر از حداکثر میزان قابل قبول تدوین شده در اتحادیه اروپا (۲۰۰ میکروگرم در کیلوگرم) می‌باشد، با این وجود غلظت باقیمانده سرب در ۱۵ نمونه (۱۵/۶ درصد) موردآزمایش بالاتر از حداکثر میزان حد مجاز بود. میانگین باقیمانده کادمیم نیز در نمونه عضله ماهیان صید شده از رودخانه بهشت آباد ۷۸/۰۹ میکروگرم در کیلوگرم بدست آمد. مقایسه این نتیجه با استاندارد اتحادیه اروپا نشان می‌دهد که میانگین باقیمانده کادمیم در عضله ماهیان آزمایش شده بالاتر از حداکثر میزان قابل قبول این اتحادیه (۵۰ میکروگرم در کیلوگرم) می‌باشد. غلظت کادمیم در۶۲ نمونه (۶۸/۹ درصد) عضله مورد آزمایش بیشتر از ۵۰ میکروگرم در کیلوگرم و ۱۱ نمونه (۱۲/۲ درصد) بیشتر از ۱۰۰ میکروگرم در کیلوگرم بدست آمد. بررسی آماری با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد میزان باقیمانده هر دو فلز سرب و کادمیم در عضله گونه‌های مختلف ماهیان صید شده اختلاف آماری معنی داری دارد ($P<۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۲- میانگین غلظت سرب و کادمیم در عضله ماهیان صید شده از رودخانه بهشت آباد (میکروگرم در کیلوگرم) بر اساس سن ماهیان (۱۳۸۷-۱۳۸۶)**

| سن ماهیان | تعداد | سرب | کادمیم |
|---|---|---|---|
| | | Mean ± SD | Mean ± SD |
| یک سال | ۲۶ | ۱۴۹/۹۶ ± ۵۴/۵۹ | ۶۹/۵۴ ± ۱۷/۸۷ |
| دو سال | ۴۴ | ۱۶۰/۳۱ ± ۵۷/۲۲ | ۷۹/۲۰ ± ۲۷/۷۱ |
| سه سال | ۲۰ | ۱۶۷/۹۵ ± ۶۲/۲۵ | ۸۶/۷۵ ± ۳۷/۳۵ |
| جمع | ۹۰ | ۱۵۹/۰۲ ± ۵۷/۳۵ | ۷۸/۰۹ ± ۲۸/۲۴ |

بمنظور بررسی میزان فلزات سنگین مورد بررسی در ماهیان با سنین مختلف، ماهیان به سه گروه سنی یک، دو و سه ساله تقسیم شدند که نتایج حاصل نشان داد که با افزایش سن ماهیان میزان تجمع هر دو فلز سرب و کادمیم در عضله ماهیان افزایش می یابد بطوریکه میانگین میزان سرب در ماهیان یک ساله ۱۴۹/۹۶ میکرو گرم در کیلوگرم بوده که در ماهیان سه ساله به ۱۶۷/۹۵ میکرو گرم در کیلوگرم افزایش یافته است. این مسئله در مورد کادمیم نیز صادق است بطوریکه میزان کادمیم در ماهیان یک ساله از ۶۹/۵۴ میکروگرم در کیلوگرم به ۸۶/۷۵ میکروگرم در کیلوگرم افزایش یافته است (جدول ۲). با این حال اختلاف مذکور در حد $P\geq$۰/۰۵ معنی دار نمی باشد.

**جدول ۳- میانگین غلظت سرب و کادمیم در عضله ماهیان صید شده از رودخانه بهشت آباد (میکروگرم در کیلوگرم) بر اساس فصل بررسی (۱۳۸۷-۱۳۸۶)**

| گونه | تعداد | سرب | کادمیم |
|---|---|---|---|
| | | Mean ± SD | Mean ± SD |
| تابستان ۱۳۸۶ | ۲۳ | ۱۵۹/۸۹ ± ۵۲/۶۲ | ۸۱/۱۷ ± ۳۳/۰۶ |
| پائیز ۱۳۸۶ | ۲۳ | ۱۶۴/۱۳ ± ۵۲/۶۲ | ۸۱/۶۱ ± ۲۵/۰۱ |
| زمستان ۱۳۸۶ | ۲۴ | ۱۶۶/۹۶ ± ۶۰/۰۷ | ۷۹/۸۸ ± ۲۸/۱۹ |
| بهار ۱۳۸۷ | ۲۰ | ۱۴۲/۶۰ ± ۶۵/۰۴ | ۶۸/۳۵ ± ۲۵/۵۶ |
| جمع | ۹۰ | ۱۵۹/۰۲ ± ۵۷/۳۵ | ۷۸/۰۹ ± ۲۸/۲۴ |

میانگین غلظت سرب و کادمیم در فصول مختلف نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین مقادیر سرب و همچنین کادمیم یافت شده در عضله ماهیان، در فصول مختلف وجود ندارد (جدول ۳).

## بحث و نتیجه گیری

میزان بالای غلظت کادمیم در نمونه‌های مورد مطالعه را می‌توان به مهمترین منبع آلاینده تالاب یعنی پساب فاضلابهای کشاورزی ناشی از کوددهی بیش از حد مزارع کشاورزی مشرف به رودخانه ارتباط داد. کودهای فسفاته در امر کشاورزی با مقادیر بیش از حد کادمیم می‌تواند نقش مؤثری در افزایش کادمیم در آب، رسوبات بستر، گیاهان و نهایتاً اندامهای موجودات آبزی رودخانه داشته باشد (فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴). این امر باعث شده است تا میانگین غلظت کادمیم در تمامی گونه های ماهی، در همه سنین و در تمامی فصول بررسی بالاتر از حد مجاز باشد. میزان کادمیم و همچنین سرب در فصول مختلف سال بدلیل روند مزمن جایگزینی فلزات سنگین در بدن ماهی اختلاف معنی داری ندارند. میزان فلزات سنگین اندازه گیری شده در عضله ماهیان با سنین مختلف نیز نشان می دهد که با افزایش سن میزان تجمع سرب و کادمیم در عضله ماهی افزایش می یابد اگرچه اختلاف بین میانگین غلظت فلزات

Archive of SID

www.SID.ir

مذکور در عضله ماهیان بدلیل فاصله نزدیک سنی معنی دار نمی باشد. اکثر مطالعات انجام شده در خصوص میزان فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیم در بافتهای آبزیان در ایران (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴. صادقی راد، ۱۳۷۲. فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴. مهوری، ۱۳۷۷) و سایر کشورها (Berg *et al*., 2000، Brooks *et al*., 1975، Dugo *et al*., 2004، Linde *et al*., 2004) منابع آلاینده بیشتری از قبیل فاضلابهای صنعتی، تردد کشتی‌های تجاری، نفت‌کشها، وقوع آتشفشانها و موارد مشابه نسبت به رودخانه بهشت آباد که محیطی نسبتاً بکر و دست نخورده تر است دارند. از طرفی اختلاف در گونه ماهی، عادات در رفتارهای تغذیه‌ای و بیولوژیکی گونه و الگوی پراکندگی و مقدار فلز موجود در آب و رسوبات تأثیر بسزایی در میزان تجمع این فلزات در بافتهای ماهی دارند.

با عنایت به اینکه غذا احتمالاً مهمترین منبع ورود کادمیم به بدن می‌باشد، ماهیان این فلز را بیشتر از طریق زنجیره های غذایی نسبت به راه‌های آبششی و تنفسی جذب می‌کنند (مهوری، ۱۳۷۷) و بالا بودن معنی‌دار میزان کادمیم در کپور معمولی و ماهی کاراس را در درجه اول می‌توان به رژیم غذایی این دو گونه ماهی (تغذیه از بنتوزها و نرم‌تنان بستر) مربوط دانست و غلظت کادمیم در عضله سیاه ماهی و کولی به دلیل رژیم غذایی پلانکتون‌خواری و گیاه‌خواری و داشتن وزن کمتر، پایین‌تر از سایر گونه‌ها بوده است. مقایسه نتایج حاصل از این بررسی با مطالعه رحیمی و رئیسی بر روی میزان سرب و کادمیم در ماهیان تالاب چغاخور استان چهارمحال و بختیاری شامل گونه های کپور معمولی، کاراس، سیاه ماهی، کولی و کپور پوزه دار نشان می‌دهد اختلاف معنی داری بین میزان سرب و کادمیم در این دو محیط آبی وجود ندارد، بطوریکه میزان سرب و کادمیم در مطالعه قبلی بترتیب ۱۰۰/۴۸و ۶۰/۹۲ میکروگرم در کیلوگرم بوده و در مطالعه حاضر ۱۵۹/۰۲و ۷۸/۰۹ میکروگرم در کیلوگرم گزارش می شود (رحیمی و رئیسی، ۱۳۸۷). نتیجه‌گیری کلی اینکه هرچند میانگین باقیمانده سرب در بافت عضله ماهیان رودخانه بهشت آباد پایین‌تر از حد استانداردهای تدوین شده اتحادیه اروپا موجود می‌باشد ولی بنظر می رسد با ادامه روند فعلی میزان باقیمانده این فلز در ماهیان به مرز خطر نزدیک شود که عوارض بیشماری برای ماهیان و مصرف کنندگان بدنبال دارد. از طرف دیگر باید توجه داشت که میزان باقیمانده کادمیم در نمونه عضله ماهیان مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز بوده و می باید به عنوان یک هشدار جدی در نظر گرفته شود. از طرفی در این مطالعه باقیمانده فلزات تنها در بافت عضله ماهیان، مورد بررسی قرار گرفت و این در حالی است که میزان تجمع و ذخیره فلزات سنگین در بافت عضله بسیار ناچیز و به مراتب کمتر از سایر بافتها از جمله بافت کبد، کلیه و آبشش‌ها می‌باشد و احتمال حضور باقیمانده فلزات سنگین در کبد و کلیه این ماهیان بسیار بالاتر است. همچنین ورود تدریجی فلزات سنگین به محیط آبی منجر به تجمع این مواد در بستر شده که تنها بخشی از آن از طریق چرخه غذائی در بدن ماهی ذخیره می گردد و سایر موجودات آبزی اعم از بنتوزها، گیاهان و پلانکتونها نیز از خطرات فلزات سنگین در امان نیستند لذا استفاده از کودهای فسفاته استاندارد با درصد کادمیم پایین در امور کشاورزی، عدم استفاده بی‌رویه از سم و آفت‌کش‌ها، شناسایی منابع آلاینده احتمالی و ... می‌تواند تا حدی میزان بار آلودگی به این فلزات را کاهش دهد.

## فهرست منابع


احمدی‌زاده، معصومه. ۱۳۷۶. سم‌شناسی صنعتی «فلزات سنگین». انتشارات طلوع آزادی. تهران، ایران.

امینی‌رنجبر، غلامرضا و ستوده‌نیا، فریبا. ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین دربافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن، جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، ۴: ۱۴-۱.

ثنایی، غلامحسین. ۱۳۷۱. سم‌شناسی صنعتی. جلد اول. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ایران.


Archive of SID

www.SID.ir

رحیمی، ابراهیم و رئیسی، مهدی. ۱۳۸۷. تعیین میزان سرب و کادمیم در گوشت ماهیان صید شده از تالاب چغاخور استان چهارمحال و بختیاری. مجله دامپزشکی ایران، ۴: ۸۳-۷۹.

صادقی راد، مرجان. ۱۳۷۲. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیم، سرب، روی، کبالت) در چند گونه از ماهیان خوراکی تالاب انزلی (کپور، اردک ماهی، کاراس، فیتوفاگ). مجله علمی شیلات ایران، ۵: ۱۶-۱.

فاضلی، محمد شریف؛ ابطحی، بهروز و صباغ کاشانی، آذر. ۱۳۸۴. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافتهای ماهی کفال(*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۱۴: ۷۴-۶۵.

ملکوتی، محمدجعفر؛ نفیسی، مهدی و متشرع زاده، بابک. ۱۳۸۰. عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور. نشر آموزش کشاورزی، تهران، ایران.

مهوری حبیب‌آبادی، عباس. ۱۳۷۷. اندازه‌گیری و مقایسه فلزات سنگین در بافتهای ماهی شوریده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

Association of Official Analytical Chemists. 1980. Atomic absorption method for fish, 13th ed . Washington, USA.

Amini Ranjbar, G. H. & Shariat, F. 2006. Trace metals (Cu, Cd, Zn, and Pb) in the liver and kidney of *Acipenser persicus* with relation to their concentration in the superficial sediments of the west coast of the southern Caspian Sea. Iranian Journal of Fishers Science, 5: 19-40.

Association of official Analytical chemists. 1980. Atomic absorption method for fish. 13th ed. Official Method of Analysis, Washington, USA.

Berg, V; Ugland, K. I; Hareide, N. R; Groenningen, D. & Sksaare, J. U. 2000. Mercury, cadmium, lead, and selenium fish from a Norwegian fjord and off the coast, the importance of sampling locality. Journal of Environmental Monitoring, 2: 375-377.

Brooks, R. R; Lewis, J. & Reeves, R. D. 1975. Mercury and other heavy metals in trout of central north island, New Zealand. Journal of Marine and Fresh Water Research, 10: 233-244.

Dugo, G; Pera, L. L; Bruzzese, A. & Maria, T. 2004. Concentration of Cd, cu, Pb, Se and Zn in cultured Sea Bass *(Dicentorachus labrax)* from Tyrrhenian Sea. Food Control, 6: 146-152.

Jill, C. M.; Hoseph, J. P. M. & Stephan, D. S. 2001. Metals. In: Principles and Methods of Toxicology. Wallace Hayes, A. (editor). 4th ed. Taylor and Francis, Philadelphia, USA.

Linde, A. R; Sanchez-Galan, S. & Garcia-Vazque, E. 2004. Heavy metal contamination of European eel *(Anguilla anguilla)* and brown trout *(Slamo trutta)* caught in wild ecosystem in Spain. Journal of Food Protection, 67: 2332-2336.

Archive of SID

www.SID.ir