

تجمع زیستی فلزات سرب و روی در کبد و عضله کپور (*Cyprinus carpio*)، ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) و کفال طلایی (*Liza auratus*) بازار تهران

ابوالفضل عسکری ساری^۱، محمد ولایت زاده^{۲*}

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، استادیار گروه شیلات، اهواز، ایران.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات: mv.5908@gmail.com

(دریافت مقاله: ۹۲/۳/۴ پذیرش نهایی: ۹۲/۱۰/۱)

چکیده

یکی از خطرناک‌ترین آلاینده‌های سمی در محیط زیست موجودات زنده فلزات سنگین هستند که سبب بروز مسمومیت و بیماری‌های حاد و مزمن در انسان می‌شوند. تحقیق حاضر در سال ۱۳۸۹ به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین سرب و روی در بافت‌های کبد و عضله ماهیان کپور (*Cyprinus carpio*)، کفال طلایی (*Liza auratus*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) دریای خزر انجام شد. نمونه‌برداری به صورت کاملاً تصادفی انجام شد و ۳۶ عدد ماهی از بازار سرچشمه تهران تهیه گردید. میانگین غلظت سرب و روی در کبد و عضله ماهیان دریای خزر برابر با $2/19 \pm 0/58$ و $143/86 \pm 12/61$ میلی‌گرم در کیلوگرم محاسبه شد که اختلاف معنی‌داری نشان می‌داد ($p < 0/05$). بر اساس نتایج بدست آمده، بالاترین غلظت سرب و روی در کبد ماهی کفال ($6/63 \pm 0/15$) و در کیلوگرم به دست آمد. میزان سرب و روی در ماهیان در مقایسه با حد مجاز استاندارد انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) بالاتر بود. واژه‌های کلیدی: دریای خزر، ماهی سفید، کپور، کفال طلایی، سرب، روی

مقدمه

تعیین آلودگی فلزات سنگین در غذاهای دریایی برای سلامتی انسان و موجودات دریایی مهم می‌باشد (Turkmen et al., 2009; Celik and Oehlenschlager, 2005). در میان موجودات مختلف، ماهیان بطور مداوم در معرض فلزات سنگین موجود در آب‌های آلوده قرار دارند (Fidan et al., 2007; Dogan and Yilmaz, 2007). تجمع فلزات در بدن ماهی به مکان، رفتار تغذیه‌ای، سطح غذا، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات و فعالیت‌های تنظیمی همئوستازی بدن بستگی دارد (Marijic and Raspor, 2007; Demirezen and Uruc, 2006). مقادیر برخی از فلزات سنگین مانند مس، روی، آهن در غلظت‌های پایین برای متابولیسم آبزیان ضروری می‌باشند (Canli and Atli, 2003) و در سیستم‌های زیستی و زندگی انسان نقش مهمی دارند (Ghaedi et al., 2009)، در حالی که نقش زیستی برخی از آنها مانند کادمیوم، سرب و جیوه هنوز شناخته نشده است و این فلزات حتی در غلظت‌های پایین نیز برای موجودات سمی می‌باشند (Canli and Atli, 2003). بنابراین بیشترین تجمع و سمیت در ماهیان مربوط به عناصر مس، روی، کادمیوم، جیوه و سرب می‌باشد (Rand, 1995). روی از عناصر ضروری است که در واکنش‌های زیستی و فعالیت آنزیم‌ها نقش اساسی دارد و غذاهای دریایی منبع اصلی این عنصر می‌باشند (AskarySary and Velayatzadeh, 2010). سرب هیچ عملکرد مثبتی در بدن ندارد (Esmaili Sari, 2002) و یکی از چهار فلزی است (جیوه، سرب، کادمیوم، آرسنیک) که بیشترین عوارض را بر روی سلامتی انسان دارد (Berlin et al., 1985).

دریای خزر به عنوان بزرگترین دریاچه جهان دارای ذخایر با ارزشی می‌باشد که از زمان‌های قدیم جهت تامین غذا، ایجاد اشتغال و درآمد مورد توجه ساحل نشینان و دولت‌ها قرار گرفته است. امروزه با توجه به کاهش شدید این ذخایر به خصوص ماهیان خاویاری، بررسی‌های زیادی برای شناخت عوامل ایجاد کننده این معضل انجام شده است. بهم ریختن شرایط اکولوژیک دریای خزر در اثر آلودگی‌های صنعتی، کشاورزی و فاضلاب‌های شهری، تولید نفت و گاز در سواحل و در اعماق دورتر از ساحل، فعالیت شرکت‌های حمل و نقل دریایی و سایر حوادث باعث تغییر در تنوع زیستی و کاهش ذخایر ماهیان می‌گردد (Sadeghi Rad et al., 2005). ماهی سفید مهمترین ماهی استخوانی اقتصادی بخش‌های جنوبی دریای خزر، کفال طلائی و کپور دریایی نیز از مهمترین گونه‌های با ارزش و خوراکی دریای خزر هستند که این سه گونه ماهی بخشی از رژیم تغذیه‌ای مردم حوضه جنوبی دریای خزر را تشکیل می‌دهند.

با توجه به اینکه دریای خزر منبع مهم استحصال ماهیان با ارزش خوراکی و تجاری از جمله تاسماهیان و خاویار آنها می‌باشد و بخشی از رژیم غذایی مردم منطقه شمال ایران، ماهیان پرمصرف کفال، سفید و کپور است، همچنین سرب از فلزات سمی و روی از عناصر ضروری بدن انسان می‌باشد این تحقیق انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها**نمونه‌برداری**

در این تحقیق در سال ۱۳۸۹ غلظت فلزات روی و سرب در عضله و کبد ماهی کفال طلائی، کپور و ماهی

سرب به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Philips PU 9400X انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزار SPSS17 انجام شد و میانگین تیمارها به کمک آنالیز واریانس T-test با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($p=0/05$) تعیین گردید. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel2007 استفاده گردید.

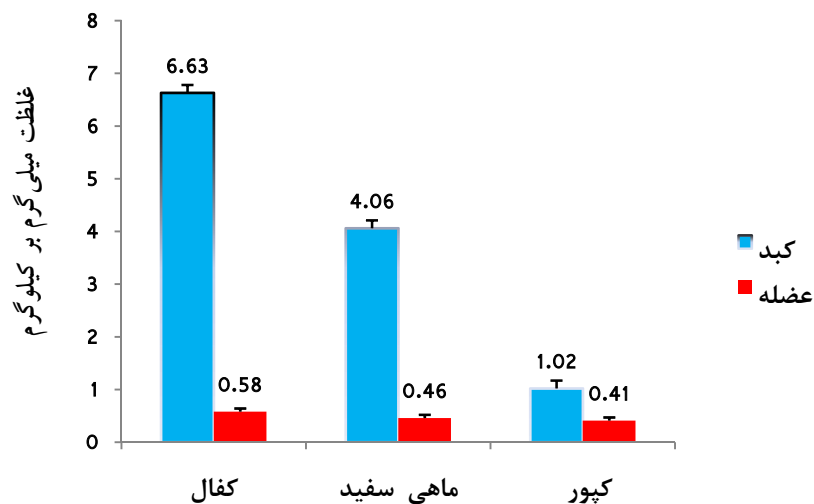
یافته‌ها

در این بررسی بالاترین و پایین‌ترین میزان سرب به ترتیب $6/63 \pm 0/15$ و $0/41 \pm 0/11$ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود. میزان سرب در کبد ماهیان مورد مطالعه از عضله بالاتر بود که بالاترین میزان این عنصر در ماهی کفال به دست آمد (نمودار ۱). بالاترین و پایین‌ترین میزان روی به ترتیب $3/05 \pm 319/66$ و $1/50 \pm 10/86$ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود. همچنین میزان روی در کبد ماهیان از عضله بالاتر بود که بالاترین میزان این عنصر نیز در ماهی کفال مشاهده شد (نمودار ۲). میانگین غلظت سرب و روی در کبد و عضله ماهیان دریای خزر برابر با $2/19 \pm 0/58$ و $143/86 \pm 12/61$ میلی‌گرم در کیلوگرم محاسبه شد که اختلاف معنی‌داری نشان می‌داد ($p < 0/05$).

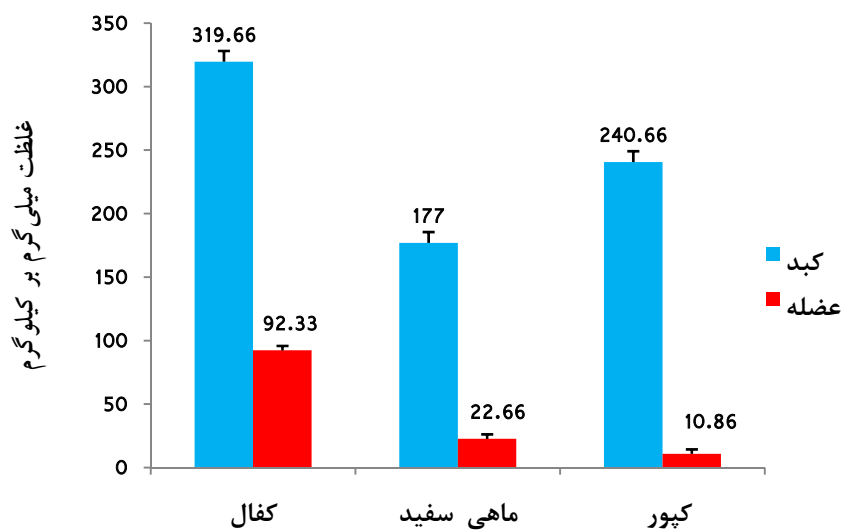
سفید بررسی شد. ۳۶ نمونه ماهی به صورت کاملاً تصادفی از بازار سرچشمه شهر تهران تهیه گردید. بطور کلی از هر گونه ۱۲ نمونه تهیه شد که در این تحقیق جهت نمونه‌برداری ماهیان، قابلیت عرضه در بازار فروش مدنظر بود و اندازه، وزن، سن و جنسیت ماهیان در نظر گرفته نشد.

آماده‌سازی نمونه‌ها و آنالیز

ماهیان به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آزمایشگاه بافت عضله و کبد نمونه‌ها جدا گردید. نمونه‌های بدست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آن با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده تا به وزن ثابت رسیدند و سپس از داخل آن خارج شدند. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و از سنگ جوش برای یکنواختی جوشیدن استفاده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخارات سفید رنگ اسید بطور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و در حالی که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن حدود ۱۰۰ دقیقه محلول کاملاً شفاف بدست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Eboh et al., 2006; Kalay et al., 2003). همچنین سنجش روی و



نمودار ۱- مقایسه میزان سرب در عضله و کبد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، کفال طلایی (*Liza auratus*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) (میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر)



نمودار ۲- مقایسه میزان روی در عضله و کبد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، کفال طلایی (*Liza auratus*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) (میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر)

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق بین میزان سرب و روی در کبد و عضله ماهیان با یکدیگر اختلاف معنی داری وجود داشت ($p < 0/05$). میزان سرب در کبد ماهیان بالاتر از عضله بود. به طور کلی آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های جذب این فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (Newman and Unger, 2003) و معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد (Al-Yousuf et al., 2000).

میزان سرب در عضله ماهیان مورد مطالعه در مقایسه با حد آستانه مجاز استاندارد غذا و داروی آمریکا (FDA)، سازمان بهداشت جهانی (WHO) و انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) بالاتر بود. میزان روی نیز در ماهیان مورد مطالعه در مقایسه با حد آستانه مجاز استاندارد غذا و داروی آمریکا (FDA)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) و انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا بالاتر بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه نتایج این تحقیق با آستانه استانداردهای بین‌المللی (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر)

| فلزات سنگین | | استانداردهای بین‌المللی |
|-------------|-------|--|
| سرب | روی | |
| ۰/۵ | ۱۰۰۰ | سازمان بهداشت جهانی (WHO) |
| ۵ | - | سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) |
| ۱/۵ | ۱۵۰ | انجمن بهداشت ملی و پزشکی استرالیا (NHMRC) |
| ۲ | ۵۰ | وزارت کشاورزی، شیلات انگلستان (UKMAFF) |
| ۰/۵۸ | ۹۲/۳۳ | کفال طلائی (<i>Liza auratus</i>) |
| ۰/۴۱ | ۱۰/۸۶ | کپور (<i>Cyprinus carpio</i>) |
| ۰/۴۶ | ۲۲/۶۶ | ماهی سفید (<i>Rutilus frisii kuttom</i>) |

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تجمع فلزات سنگین در بافت عضله نیز مشاهده می‌گردد (AskarySary and Velayatzadeh, 2011; AskarySary and Velayatzadeh, 2012). بر اساس یافته‌های Agah و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ۵ گونه از ماهیان خلیج فارس شامل سنگسر (*Pomadasys sp.*)، شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، زمین‌کن (*Platycephalus sp.*) و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) مشخص شد که تجمع زیستی فلزات سنگین در کبد بیشتر از عضله می‌باشد که با نتیجه این بررسی هماهنگی دارد (Agah et al., 2009). غلظت

سرب و روی در عضله و کبد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) $0/66 \pm 0/06$ و $0/87 \pm 0/08$ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و پایین‌ترین میزان سرب و روی به ترتیب در کبد قزل‌آلای رنگین‌کمان $0/17 \pm 0/01$ و عضله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) $0/15 \pm 0/02$ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش شده است. میزان تجمع سرب در عضله و میزان روی در کبد دو گونه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور معمولی بالاتر بود (AskarySary and Velayatzadeh, 2011) (جدول ۲).

است (p < 0/05) (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010). میانگین روی در عضله ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) و تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) دریای خزر به ترتیب ۲۷/۴ و ۲۶/۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر گزارش شده است (p < 0/01). همچنین میانگین میزان سرب در عضله دو گونه ماهی به ترتیب ۰/۴۸۱ و ۰/۶۱ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر ارائه گردید (Sadeghi Rad et al., 2005) که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. میزان سرب در عضله دو گونه کفشک تیز دندان (*Psettode seroumi*) و کفشک گرد (*Euryglossa oreintalis*) سواحل هرمزگان (Saeidpour et al., 2007)، ماهی شاه کولی (*Chalcalburnus chalcoides*) دریای خزر (ShirvaniMahdavi et al., 2008) و کپور دریایی (*Cyprinus carpio*)، کفال طلائی (*Liza auratus*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) دریای خزر در استان گلستان (Shahriary et al., 2010) (جدول ۲)، سرب عضله و کبد ماهی شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) خلیج فارس (Oryan et al., 2006)، سرب و روی در عضله و کبد هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) خور موسی (AskarySary et al., 2008) با نتایج این تحقیق هماهنگی ندارند. علت اختلاف تجمع فلزات سنگین در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک و زیستی و فعالیت‌های متابولیکی (Canli and Atli, 2003) متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه‌ای (Laimanso et al., 1999)، سطح غذا، سن، اندازه (Al-Yousuf et al., 2000)، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت‌های تنظیمی

در این تحقیق میزان روی در کبد ماهیان بالاتر از عضله بود. بیشتر فلزات سنگین در بافت‌هایی نظیر کلیه، کبد و آبشش‌ها تجمع می‌نمایند و در بافت عضله پایین‌تر هستند (Filazi et al., 2003). میزان روی در کبد سه گونه کفال خاکستری (*Mugil cephalus*)، شانک طلائی (*Sparus auratus*) و باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) بالاتر از عضله بود (Dural et al., 2006) که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد. غلظت گزارش شده از میزان سرب در عضله و کبد ماهی *Sciaena umbra* (Turkmen et al., 2009)، عضله چهار گونه کپور ماهیان (Raissy et al., 2010)، سرب و روی در عضله و کبد ماهی سوف حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*) (AshjaArdalan et al., 2009)، سرب در ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) و سرخو (*Lutjanus johni*) خلیج فارس (Shahriary, 2005) همخوانی دارد. تحقیقات انجام شده در نقاط مختلف جهان بیشترین میزان تجمع روی را در کبد تایید نموده‌اند (Dixson et al., 1996; Laimanso et al., 1999; Glushankova and Pashkova, 1992; AskarySary and Velayatzadeh, 2011; AskarySary and Velayatzadeh, 2012; McCoy). همکاران (۱۹۹۵) میزان روی امعا و احشا را چندین برابر عضله گزارش نمودند. در بررسی دیگر مقادیر برخی فلزات سنگین را در بافت‌های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*)، میزان روی و سرب در امعا و احشا نسبت به عضله بالاتر بود (Nasari et al., 2005).

در بررسی فلزات سنگین در ماهیان دریاچه چینی در کشور مالزی غلظت سرب و روی در گونه‌های ماهیان مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری گزارش شده

همئوستازی بدن ماهی نیز بستگی دارد (AskarySary and Velayatzadeh, 2010). همچنین روش سنجش فلزات سنگین و دستگاه‌های جذب اتمی مختلفینز در نتایج گزارش شده می‌تواند تأثیرگذار باشد.

جدول ۲-مقایسه میزان سرب و روی در ماهیان مورد مطالعه با نتایج سایر تحقیقات (میلی‌گرم در کیلوگرم)

| نام فارسی | نام علمی | اندام | روی | سرب | منطقه مور مطالعه | منبع |
|--------------|----------------------------|-------|--------|-------|---------------------|-----------------------------------|
| کفال خاکستری | <i>Mugilcephalus</i> | عضله | - | ۵/۳۲ | دریای مدیترانه | Canli and Alti 2003 |
| کفال خاکستری | <i>Mugilcephalus</i> | عضله | - | ۰/۰۱ | رودخانه آبا نیجریه | Ubalua et al. 2007 |
| کپور معمولی | <i>Cyprinuscarpio</i> | عضله | - | ۰/۲۴۲ | خزر، خلیج گرگان | Shahriary et al. 2010 |
| ماهی سفید | <i>Rutilusfrisiikuttom</i> | عضله | - | ۰/۰۸ | خزر، خلیج گرگان | Shahriary et al. 2010 |
| کپور معمولی | <i>Cyprinuscarpio</i> | عضله | ۳۰/۲۰ | - | خزر، سواحل مازندران | Elsagh 2012 |
| ماهی سفید | <i>Rutilusfrisiikuttom</i> | عضله | ۲۹/۹۷ | - | خزر، سواحل مازندران | Elsagh 2012 |
| کفال طلائی | <i>Liza auratus</i> | عضله | ۲۰/۱۴ | ۳/۰۱ | دریای خزر | Sharif Fazeli et al. 2006 |
| کفال طلائی | <i>Liza auratus</i> | کبد | ۱۵۹/۸۵ | ۱۷/۵۱ | دریای خزر | AminiRanjbar and Sotoudehnia 2005 |
| کپور معمولی | <i>Cyprinuscarpio</i> | عضله | ۰/۳۷ | ۰/۲۷ | پرورشی ورامین تهران | AskarySary and Velayatzadeh 2011 |
| | | کبد | ۰/۶۷ | ۰/۲۳ | | |
| کفال طلائی | <i>Liza auratus</i> | عضله | ۹۲/۳۳ | ۰/۵۸ | بازار تهران | مطالعه حاضر |
| | | کبد | ۳۱۹/۶۶ | ۶/۶۳ | بازار تهران | |
| کپور معمولی | <i>Cyprinuscarpio</i> | عضله | ۱۰/۸۶ | ۰/۴۱ | بازار تهران | مطالعه حاضر |
| | | کبد | ۲۴۰/۶۶ | ۱/۰۲ | بازار تهران | |
| ماهی سفید | <i>Rutilusfrisiikuttom</i> | عضله | ۲۲/۶۶ | ۰/۴۶ | بازار تهران | مطالعه حاضر |
| | | کبد | ۱۷۷ | ۴/۰۶ | بازار تهران | |

و سرب در کبد ماهیان توصیه می‌گردد مطالعات تکمیلی در زمینه فلزات سنگین در ماهیان پرمصرف و تجاری دریای خزر در سواحل جنوبی انجام گردد.

نتایج این تحقیق نشان داد میزان فلزات روی و سرب در عضله ماهیان مورد مطالعه پایین‌تر آستانه مجاز استانداردهای بین‌المللی می‌باشد و جهت مصرف انسانی مشکلی وجود ندارد، اما با توجه به غلظت فلزات روی

منابع

- اسماعیلی ساری، عباس (۱۳۸۱). آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، ۷۶۷ صفحه.
- اشجع اردلان، آریا، سهرابی، محمودرضا، میرحیدری، سیدمهدی و عبدالله بیگی، هومن (۱۳۸۸). بررسی میزان جیوه، سرب، مس و روی در بافت عضله و کبد ماهی سوف حاجی طرخان در دو ناحیه آبکنار و شیجان از تالاب انزلی در فصل بهار. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۴ (۲): ۶۰-۴۷.
- الصاق، اکبر (۱۳۹۰). ارزیابی تراکم روی، مس، کبالت و منگنز در بافت خوراکی ماهیان سفید و کپور دریای خزر. مجله علوم پزشکی دانشگاه گرگان، ۱۳ (۴): ۱۱۳-۱۰۷.
- امینی رنجبر، غلامرضا و ستوده نیا، فریبا (۱۳۸۴). تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریکی (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، ۱۴ (۳): ۱۸-۱.
- ریسی، مهدی، انصاری، مهسا و رحیمی، ابراهیم (۱۳۸۸). تعیین میزان سرب و کادمیوم در گوشت چهار گونه از کپور ماهیان رودخانه بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری و بررسی رابطه آن با سن و گونه ماهی. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۴ (۴): ۴۲-۳۷.
- سعیدپور، بهزاد، نبوی، سیدمحمدباقر، صدیق مرتضوی، محمد و خشنود، رضا (۱۳۸۶). مقایسه غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت ماهیچه دو گونه از کفشک ماهیان سواحل استان هرمزگان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۲ (۴): ۷۱-۶۱.
- شریف فاضلی، محمد، ابطحی، بهنام 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 (۱): ۷۸-۶۵.
- شهریاری، علی (۱۳۸۴). اندازه‌گیری 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، ۷ (۲): ۶۷-۶۵.
- شهریاری، علی، گل فیروزی، کلثوم و نوشین، شاهین (۱۳۸۹). میزان تجمع کادمیوم و سرب در بافت عضلانی سه گونه از ماهیان دریایی کپور، کفال و ماهی سفید سواحل دریای خزر در حوضه خلیج گرگان در سال ۸۶ - ۱۳۸۵. مجله علمی شیلات ایران، ۱۹ (۲): ۱۰۰-۹۵.
- صادقی‌راد، مرجان، امینی رنجبر، غلامرضا، ارشد، عما و جوشیده، هاشم (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، ۱۴ (۳): ۱۰۰-۷۹.

- عریان، شهربانو، عمادی، حسین و قاسمی مجد، پریسا (۱۳۸۵). سنجش تجمع زیستی نیکل، وانادیوم، کادمیوم و سرب در بافت‌های ماهیان حلوا سفید، شوریده و هامور معمولی در خلیج فارس. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۱(۲): ۱-۱۴.
- عسکری ساری، ابوالفضل، فرهنگ‌نیا، منیره و بازترابی، مرضیه (۱۳۸۸). اندازه‌گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*). مجله علمی تالاب، ۱(۲): ۱۰۶-۱۰۱.
- عسکری ساری ابوالفضل و ولایت زاده محمد (۱۳۸۹). هیدروشیمی کاربردی در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، ۲۲۴ صفحه.
- عسکری ساری ابوالفضل و ولایت‌زاده محمد (۱۳۹۰). بررسی غلظت سرب و روی در بافت‌های کبد و عضله دو گونه ماهی پرورشی کپور معمولی و قزل آلی رنگین‌کمان. مجله دامپزشکی ایران، ۷(۱): ۳۵-۳۰.
- مهدوی شیروانی، افتخار، خواجه رحیمی، امیراقبال و وکیلی امینی، هایده (۱۳۸۷). سنجش تجمع سرب در بافت‌های ماهی شاه کولی در اسکله انزلی. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۳(۳): ۲۰-۱۱.
- ناصری، محمود، رضایی، مسعود، عابدی، عذرا و افشار نادری، اعظم (۱۳۸۴). سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت‌های خوراکی و غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر. مجله علوم دریایی ایران، ۴(۳و۴): ۶۷-۵۹.
- Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R. and Baeyens, W. (2009). Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 157: 499-514.
- 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.
- 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. *Journal of Science Total Environment*, 256: 87-94.
- AminiRanjbar, Gh. and Sotoudehnia, F. (2005). Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue of *Mugilauratus* relation to standard length, weight, age and sex. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 14(3): 1-18 [InFarsi].
- AshjaArdalan, A.,Sohrabi, M.R., Mirheydari, S.M. andAbdollahBeigi, H. (2009). Determination of Hg, Pb, Zn, Cu in muscle and liver of tissue of European perch (*Percafluviatilis*) in areas of Abkenar and Sheyjan of Anzali Lagoon in spring. *Journal of Marine Science and Technology Research*, 4(2): 50-61 [InFarsi].
- AskarySary, A., FarhangNia, M. and Baztorabi, M. (2008). comparison and measurement Lead, Zinc and Copper in muscle and liver of *Epinepheluscoiodes*. 1st National Conference Iran Wetlands .Islamic Azad University. Ahvaz [InFarsi].
- AskarySary, A. and Velayatzadeh, M. (2010). *Experimental Hydrochemistry in Aquatic Animals*. Islamic Azad University AhvazPublication, ed1, Ahvaz, Iran, pp.224 [InFarsi].
- AskarySary, A. andVelayatzadeh, M. (2011). A survey concentration of Lead and Zinc in *Cyprinus carpio* and *Oncorhynchusmykiss*. *Iranian Veternaria Journal*, 7(1): 30-35 [InFarsi].
- AskarySary, A. and Velayatzadeh, M. (2012). Lead and Zinc levels in *Scomberomorusguttatus*, *Scomberomoruscommerson* and *Otolithesruber* from Hendijan, Iran. *Advances in Environmental Biology*, 6(2): 843-848.

- Berlin, M. (1985). Handbook of the Toxicology of Metals. Elsevier Science Publishers, London. 2nd Edition, 2: 376-405.
- 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, 121: 129-136.
- Celik, U. and Oehlenschlager, J. (2005). Zinc and copper content in marine fish samples collected from the eastern Mediterranean Sea, Eur. Food Research Technology, 220: 37- 41.
- Demirezen, D. and Uruc, K.(2006). Comparative study trace elements in certain fish meat and meat products. Journal of Meat Science, 74: 255-260.
- 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, 16(4): 733.
- Dogan, M. and Yilmaz, A.B. (2007). Heavy metals in water and in tissues of Himri (*Carasobarbusluteus*) from Orontes (Asi) River Turkey. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 53: 161-163.
- Dural, M., Goksu, M.Z.L., Ozak, A.A. and Dericci, B. (2006). Bioaccumulation of some heavy metals in different tissues of *Dicentrarchuslabrax* and *Mugilcephalus* from the Camlik Lagoon of the eastern coast Mediterranean Turkey. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 118: 65-74.
- 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. Journal of Food Chemistry, 97(3): 490-497.
- Elsagh, A. (2012). Determination of Zinc, Copper, Cobalt and manganese intensity in *Rutilusfrisiikutum* and *Cyprinuscarpio* fishes of Caspian sea. Journal of Gorgan University of Medical Sciences, 13(4): 107-113 [InFarsi].
- Esmaili Sari, A. (2002). Pollution, Health and Environmental Standards. Naghshmehr Publisher. Tehran, pp. 767 [InFarsi].
- Fidan, A.F., Cigerci, I.H., Konuk, M., Kucukkurt, I., Aslan, R. and Dundar, Y.(2007). Determination of some heavy metal levels and oxidative status in *Carassiuscarassius* L. 1758 from Eber Lake. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 69: 1951-1958.
- Filazi, A., Baskaya, R. and Kum, C. (2003). Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugilauratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Journal of Human and Experimental Toxicology, 22: 85-87.
- Ghaedi, M., Shokrollahi, A., Kianfar, A.H., Pourfarokhi, A., Khanjari, N., Mirsadeghi, A.S. and Soylak, M. (2009). Preconcentration and separation of trace amount of heavy metal ions on bis (2-hydroxy acetophenone) ethylendiimine loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 162: 1408–1414.
- Glushankova, M.A. and Pashkova, I.M. (1992). Heavy metal in the tissue of fish from the Pskovskochudskoe and Vyrtsyoru lakes. Tsitologiya, 34(3): 46-50.
- Kalay, G. and Bevis, M.J. (2003). Structure and physical property relationships in processed polybutene. Journal of Applied Polymer Science, 88: 814-824.
- Laimanso, R.Y., Cheung, R.Y. and Chan, K.W.(1999). Metal concentrations in the tissues of Rabbitfish (*Siganusoramin*) collected from ToloHarbour and Victoria Harbour in Hong kong. Journal of Marine Pollution Bulletin, 39: 234.
- Marijic, V.F. and Raspor, B. (2007). Metal exposure assessment in native fish, *Mullusbarbatus* L., from the Eastern Adriatic Sea. Journal of Toxicology Letters, 168(3): 292-301.
- McCoy, C.P., Ohara, T.M., Benett, L.W. and Boyle, C.R. (1995). Liver and Kidney Concentrations of zinc, copper and cadmium in channel fish(*Ictalurus punctatus*): Variations due to size, season and health status. Journal of Veterinary and Human Toxicology, 37: 11-15.

- Naseri, M., Rezaei, M., Abedi, O. and AfsharNaderi, A. (2005). Assessing concentration heavy metals (Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Hg, Pb and Cd) in edible and disedible tissues of *Liza dussumieri* in coasts Boshehr. Journal of Marin Sciences Iran, 4(3&4): 59-67 [InFarsi].
- Newman, M.C. and Unger, M.A. (2003). Fundamentals of ecotoxicology. CRC Press, pp. 458.
- Oryan, S., Emadi, H. and GhasemiMajd, P. (2006). Bioaccumulation of Ni, V, Cd and Pb in tissues of *Pampusargenteus*, *Otolithesruber* and *Epinepheluscoioides* in Persian Gulf. Journal of Marine Science and Technology Research, 1(2): 83-96 [InFarsi].
- Rand, G.M. (1995). Fundamentals of aquatic toxicology. Second edition, Ecological Services, 23: 338.
- Raissy, M., Ansari, M. and Rahimi, E. (2010). Determination of laed and cadmium concentration in meat of four species of cyprinid fish from Beheshabad River, Charmahal&Bakhtyari Province and the relation with age and fish species. Journal of Marine Science and Technology Research, 4(4): 43-48 [InFarsi].
- Sadeghi Rad, M., AminiRanjbar, Gh., Arshad, A. and Joshiedeh, H. (2005). Assessing heavy metal content of muscle thssue and caviar of *Acipenserpersicus* and *Acipenserstellatus* in southern Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal, 14(3): 79-100 [InFarsi].
- Saeidpour, H., Nabavi, S.M.B., Mortezaei, M.S. and Khoshnood, R. (2007). Comparison of heavy metals (Cd and Pb) in muscle tissue of two flat fish species of Hormozgan Province. Journal of Marine Science and Technology Research, 2(4): 9-17 [InFarsi].
- Shahriary, A. (2005). Measurement concentration heavy metals Cadmium, Lead, Chromium and Nickel in the edible tissue of *Otolithesruber* and *Lutjanusjohnii* in Persian Gulf, 2003. Journal of Gorgan Sciences, 2(7): 65-67 [InFarsi].
- Shahriary, A., Golfirozy, K. and Noshin, S. (2010). Muscular concentration of cadmium and lead in carp, mullet and kutum of the Gorgan Bay, Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal, 19(2): 100-113 [InFarsi].
- Sharif Fazeli, M., Abtahi, B. and SabaghKashani, A. (2006). Measuring accumulation of heavy metal (lead,nickel and zinc) in fish tissue (*Mugilauratus*) southern coast of Caspian. Iranian Scientific Fisheries Journal, 14(1): 65-78 [InFarsi].
- Shirvani Mahdavi, E., KhajehRahimi, A.E. and Vakili Amini, H. (2008). Assessing Pb accumulation in the tissue of *Chalcalburnuschalcoides* in Anzali Wharf. Journal of Marine Science and Technology Research, 3(2): 71-80 [InFarsi].
- Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Ates, A. and Gokkus, K. (2009). Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean Seas: twelve fish species. Journal of Food Chemistry, 108: 794-800.
- Ubalua, A.O., Chijioke, U.C. and Ezeronye, O.U. (2007). Determination and Assessment Heavy Metal Content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. Sciences Technology Journal, 7(1): 16-23.