بررسی میزان فلزات سنگین در عضله و روغن ماهی سفید، کیلکای معمولی و کفال پوزه باریک

سارا صالحی بوربان[۱]، مریم قراچورلو[۲*]، فریبا زمانی[۳]

۱. کارشناس ارشد صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. مربی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
* نویسنده مسئول مکاتبات: gharachorlo_m@yahoo.com
(دریافت مقاله: ۹۴/۱۰/۱۵ پذیرش نهایی: ۹۵/۱۱/۱۶)

چکیده

آلودگی محیط‌های آبی به فلزات سنگین و پتانسیل تجمع زیستی این آلاینده‌ها به‌عنوان یک خطر جدی از مدت‌ها پیش مورد توجه بوده است. این آلاینده‌ها در بدن آبزیان تجمع می‌یابند و سپس از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل می‌شوند. هدف از این مطالعه تعیین فلزات سنگین کادمیوم، سرب، آرسنیک و جیوه و فلزات آهن و مس در عضله و روغن ماهی سفید، کفال و کیلکا بود. برای این منظور سه نمونه ماهی سفید، کفال پوزه باریک و کیلکای معمولی از منطقه محمود آباد صید شد. قسمتی از عضله توسط فریز درایر خشک و قسمتی دیگر به‌منظور استخراج روغن استفاده شد. سپس با استفاده از دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی و Mercury Analyzer میزان فلزات سنگین در عضله و روغن ماهی تعیین شد. نتایج بدست آمده در مورد عضله نشان داد که بیشترین میزان جیوه (۰/۳۴۷±۰/۰۱۸)، کادمیوم (۰/۰۸±۰/۰۰۱)، مس (۱/۲۱۵۶±۰/۰۵۹) و آهن (۲/۶۴۳±۰/۲۳۱) در ماهی سفید و بیشترین میزان سرب (۰/۳۵۹۳±۰/۰۱۵) و آرسنیک (۰/۰۸۹۲±۰/۰۰۱) در ماهی کفال تجمع یافته است. همچنین نتایج نشان داد در بین فلزات مورد مطالعه در روغن ماهی، بیشترین میزان مربوط به سرب و جیوه است. به‌طور کلی میزان فلزات وارد شده به روغن بسیار کمتر از عضله است. در مجموع می‌توان گفت میزان فلزات سنگین در نمونه‌های مورد بررسی پایین‌تر و یا نزدیک به استانداردهای جهانی است. بنابراین مصرف آن‌ها برای مصرف کننده مشکلی ایجاد نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: ماهی سفید، ماهی کیلکا، ماهی کفال پوزه باریک، روغن ماهی، فلزات سنگین

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آلودگی محیط زیست و خطرات آن مهم‌ترین مشکلات جوامع و موجودات زنده می‌باشد (Tabari *et al.*,2010). در میان آلاینده‌های زیست محیطی، فلزات خطرناکترین آلاینده‌ها هستند و دارای اثرات زیست محیطی عمده‌ای می‌باشند (Mashroofeh *et al.*, 2013). فلزات سنگین مدت طولانیست که به عنوان آلاینده‌های جدی در محیط‌های آبی شناخته شده‌اند. در محیط‌های آبی، فلزات سنگین می‌توانند به‌راحتی در فرم محلول توسط ارگانیسم گرفته شوند (Heidary *et al.*,2012). باقی‌مانده‌های فلزات سنگین در گوشت ماهی و اثرات خطر آن بر سلامت مردم، یک نگرانی بزرگ برای بهداشت مواد غذایی است (Zarei *et al.*, 2011). ماهی یک منبع مهم پروتئین را برای بسیاری از مردم در سراسر جهان تشکیل می‌دهد (Burger and Gochfeld 2005,). چربی‌های دریایی به‌دلیل مزایای سلامتی حاصل از اسیدهای چرب اشباع نشده امگا ۳، EPA و DHA، بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Wu and Bechtel, 2008). EPA و DHA مواد مورد استفاده در مکمل‌های غذایی، غذاهای سالم و محصولات دارویی می‌باشند (Mohammadi *et al.*,2014). جیوه یک فلز سنگین سمی است که معمولا در ماهی و روغن ماهی و مکمل‌های روغن ماهی یافت می‌شود. متیل جیوه رایج‌ترین نوع از جیوه آلی است و سمی است. هرکسی که غذاهای دریایی را مصرف می‌کند مقداری متیل جیوه را در بدنش دارد. سرب برای ارگانیسم‌های دریایی سمی است. از آنجا که ماهی در بالای زنجیره غذایی آبزیان قرار دارد، در معرض خطر بالایی از تجمع سرب در بافت خود می‌باشد (Watson and Meester, 2014). آرسنیک یکی ازسمی‌ترین عناصر شناخته شده است و دارای اثرات جدی بر حیوانات و گیاه و سلامت انسان است (Shah *el al.*,2010).

دریای خزر به‌دلیل فرآیندهای تکنولوژیک صنایع فعال در پهنه آبی و ساحلی، تخلیه آب توازن کشتی، عدم کنترل ورود پساب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری و پیشروی غیر اصولی خشکی در دریا، در معرض آلودگی شدید می‌باشد (Amini Ranjbar and Sotoudehnia, 2005). آلودگی اکوسیستم‌های دریایی درحال تشدید شدن است و ماهیان به‌طور مداوم در معرض فلزات سنگین موجود در آب‌های آلوده قرار دارند. مطالعات فلزات سنگین از نقطه نظر سلامتی و بهداشت و تعیین محدوده مجاز غلظت این عناصر برای انسان حائز اهمیت است. بنابراین، با توجه به اهمیت این نوع بررسی در محیط‌های آبی و از آنجایی که ماهی یکی از غذاهای اصلی در تامین نیازهای بدن می‌باشد مطالعه حاضر بر روی ۳ گونه ماهی دریای خزر و روغن حاصل از آن‌ها صورت گرفت. هدف از این پژوهش فراهم آوردن داده‌ها در مورد غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، آرسنیک، جیوه و میزان فلزات آهن و مس در عضلات و روغن ماهی کفال، کیلکا و ماهی سفید و ارزیابی خطر احتمالی مرتبط با مصرف آن بود.

مواد و روش‌ها

سه گونه ماهی سفید، کیلکای معمولی و کفال پوزه باریک در بهمن‌ماه سال ۱۳۹۳ از دریای خزر در منطقه محمودآباد صید و بلافاصله در کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار داده شد و در داخل جعبه‌های یخ قرار گرفته و به

www.SID.ir

آزمایشگاه منتقل شد. صید نمونه‌ها ۳ بار و با فاصله زمانی ۱۵ روز یک‌بار انجام شد. یک لیتر آب دریا نیز به دلیل محل زندگی ماهی از محل صید نمونه‌های ماهی در هر مرحله صید نمونه‌برداری گردید. در هر نوبت صید از هر گونه ۳ عدد ماهی به منظور تعیین فلزات صید شد. نمونه‌ها برای حذف هر گونه آلودگی با آب مقطر شسته شد (Alturiqi and Albedair, 2012). نمونه‌ها از نظر وزن و طول اندازه‌گیری، سپس محتویات شکمی تخلیه و بافت عضله از استخوان جداسازی و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد.

جدول (۱)- نتایج حاصل از بیومتری (میانگین±انحراف معیار) سه گونه مورد بررسی

متغیر	ماهی سفید	ماهی کفال	ماهی کیلکا
وزن (گرم)	۷۳٤±۳۵	۲۰۱±۸/۱٦	۹/۱۰±۱/۸۷
طول(سانتی‌متر)	٤۲/۳±۱/۲٦	۲٦/۲±۰/۸۲	۷/۱±۱/۰۲

- آماده‌سازی نمونه و آنالیز

- استخراج روغن ماهی

حدود ۱۰۰ گرم عضله ماهی با مخلوطی از ۱۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم و ۲۰۰ میلی‌لیتر متانول برای ٦ دقیقه در یک مخلوط‌کن همگن شدند. مجددا یک حجم کلروفرم (۱۰۰ میلی‌لیتر) و یک حجم آب مقطر (۱۰۰ میلی‌لیتر) به مخلوط اضافه شده و به مدت ۱ دقیقه مخلوط گردید. نمونه‌های همگن شده با کاغذ صافی واتمن NO.1 در قیف بوخنر با مکش خفیف فیلتر شدند. Filterate جمع‌آوری شده و به قیف جدا کننده برای تفکیک فازها منتقل گردید. فاز حاوی متانول و روغن جداسازی شد و به‌منظور جداسازی روغن به تبخیرکننده دوار تحت خلا منتقل شد و در دمای ٦۰ درجه سانتیگراد، فشار ۳۳۷ mbar طی ۱۰دقیقه حلال جداسازی گردید. سپس روغن استخراج شده در فریزر نگهداری شد (Khoddami *et al.*,2009).

- خشک کردن بافت عضله ماهی

به‌منظور خشک کردن نمونه‌ها از فریزدرایر استفاده شد. از هر نمونه عضله ماهی ۲۰ gr وزن و در پلیت‌های جداگانه قرار داده شد. روی پلیت‌ها با فویل پوشانده شد و به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۵۷- درجه سانتیگراد در فریزر قرار گرفت سپس در شرایط خلا ۰/۰۵ بار قرار داده شد (Nasrollahzadeh Saravi *et al.*,2013).

- هضم عضله ماهی برای اندازه‌گیری فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، آرسنیک) و آهن و مس

برای هضم نمونه از مایکروویو (Ethos 1) استفاده شد. برای این منظور، ۱ گرم پودر عضله ماهی، ۷ میلی‌لیتر HNO_3 (٦۵٪) و ۱ میلی‌لیتر H_2O_2 (۳٦٪) در وسل‌های مایکروویو (Ethos 1) ریخته و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس نمونه‌های هضم شده با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد (Anonymous, 2014a).

Archive of SID
www.SID.ir

- هضم روغن ماهی برای اندازه‌گیری فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، آرسنیک) و آهن و مس

برای هضم نمونه از مایکروویو (Ethos 1) استفاده شد. برای این منظور، ۰/۵ گرم روغن ماهی، ۷ میلی‌لیتر HNO_3 (٦٥٪) و ۱ میلی‌لیتر H_2O_2 (٣٦٪) در وسل‌های مایکروویو ریخته و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد (Anonymous, 2014b).

- تعیین فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، آرسنیک)، آهن و مس در عضله و روغن ماهی

نمونه‌های هضم شده عضله و روغن ماهی برای اندازه‌گیری فلزات مورد نظر در دستگاه اسپکترومتری A.A (Spectr AA-200) قرار داده شد (Hussein and Khaled, 2014).

- اندازه‌گیری فلز جیوه در عضله و روغن ماهی

برای تعیین جیوه، پودر عضله خشک شده (۰/۱ گرم) با ترازوی دقیق وزن شد. ۰/۱ میکرولیتر نمونه روغن ماهی نیز با سمپلر برداشته شد و در ظروف مخصوص دستگاه ریخته شد. مستقیما به داخل دستگاه Mercury Analyzer (DMA-80) معرفی شده و میزان فلز جیوه اندازه‌گیری شد (Anonymous, 2014c).

- تجزیه و تحلیل آماری

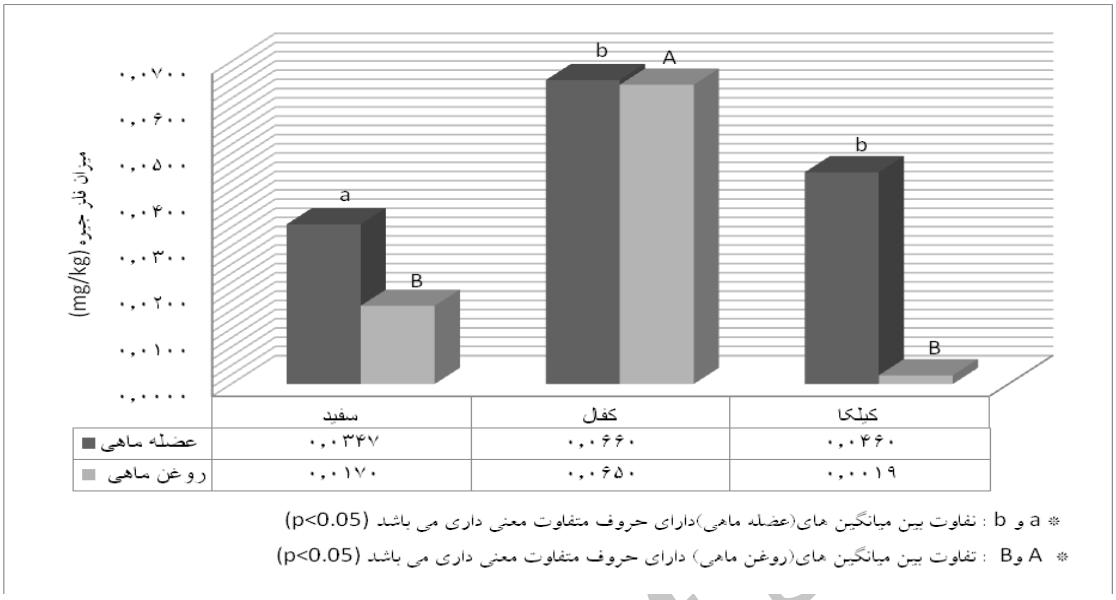
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها نیز، از آنالیز (ANOVA) واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از تعیین میزان جیوه در عضله نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که بیشترین مقدار این فلز سمی در ماهی سفید (۰/۰۱۸±۰/۳٤۷) و کمترین مقدار آن در ماهی کیلکا (۰/۰۰۳±۰/۰٤٦) بود (نمودار ۱). مقایسه مقادیر جیوه در عضله گونه‌های مورد بررسی با استانداردهای جهانی مانند: FDA (mg/kg ۰/۱–۰/۵)، WHO (۰/۵ mg/kg) و FAO (mg/kg ۰/۵) نشان داد که میزان جیوه در عضله هر سه گونه ماهی مورد بررسی پایین‌تر از مقدار استاندارد می‌باشد. بنابراین مصرف این ماهی‌ها از نظر جیوه مشکلی را برای مصرف کننده فراهم نمی‌آورد. در خصوص روغن بیشترین مقدار فلز جیوه به‌ترتیب در روغن ماهی کفال (۰/۰۰۲±۰/۰٦٥)، سفید (۰/۰۰۳±۰/۰۱۷) و کیلکا (۰/۰۰۰۵±۰/۰۰۱۹) به‌دست آمد (نمودار ۱).

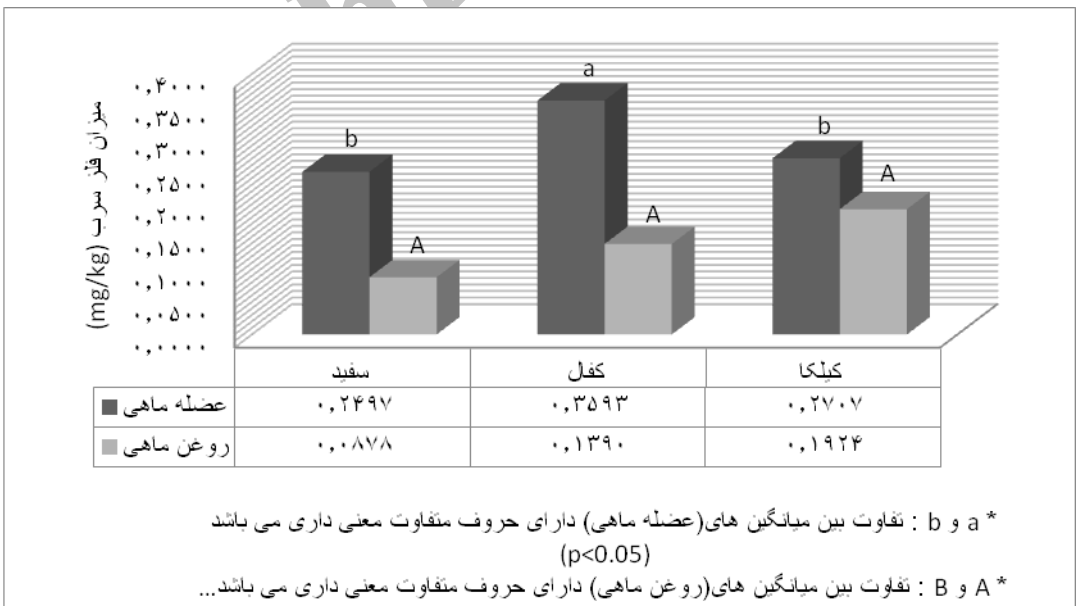
بیشترین مقدار فلز سرب به‌ترتیب در عضله ماهی کفال (۰/۰۱۵±۰/۳٥۹۳)، کیلکا (۰/۰۱۱±۰/۲۷۰۷) و سفید (۰/۰۲۳±۰/۲٤۹۷) مشاهده گردید (نمودار ۲). مقایسه مقادیر سرب در عضله گونه‌های مورد مطالعه با استانداردهای جهانی مانند WHO (۰/۵ mg/kg)، FDA (۰/۵ mg/kg)، National Health and Medical Research Council) NHMRC (۱/۵ mg/kg)، UK,MAFF (۲ mg/kg) نشان داد که میزان فلز سرب در عضله هر سه گونه ماهی پایین‌تر از استانداردهای جهانی بود، به استثنای استاندارد EC که میزان سرب در عضله هر سه گونه ماهی مورد بررسی بالاتر از حد مجاز این استاندارد (۰/۲ mg/kg) به‌دست آمد.

www.SID.ir



نمودار (۱) – میانگین مقدار فلز جیوه در عضله و روغن سه گونه ماهی مورد بررسی در سه مرحله صید (mg/kg)

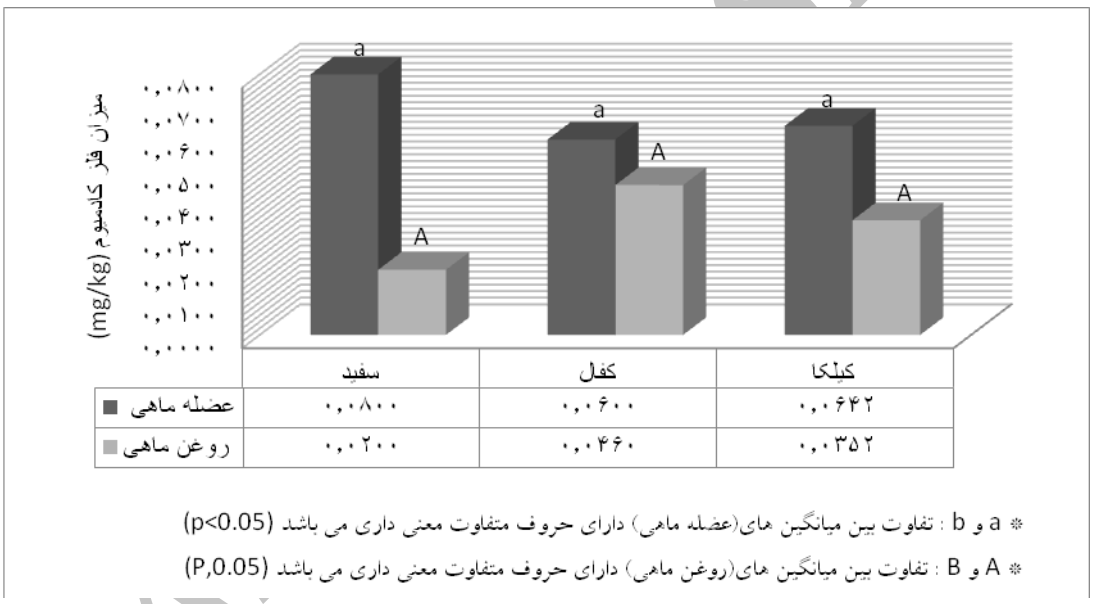
اگرچه بیشترین مقدار فلز سرب به‌ترتیب در روغن ماهی کیلکا (۰/۰۰٤±۰/۱۹۲٤)، کفال (۰/۰۰۷±۰/۱۳۹) و سفید (۰/۰۰۸±۰/۰۸۷۸) مشاهده گردید (نمودار ۲) اما نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که از نظر میزان فلز سرب بین روغن ماهیان مورد بررسی تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد.



نمودار (۲)– میانگین مقدار فلز سرب در عضله و روغن سه گونه ماهی مورد بررسی در سه مرحله صید (mg/kg)

www.SID.ir

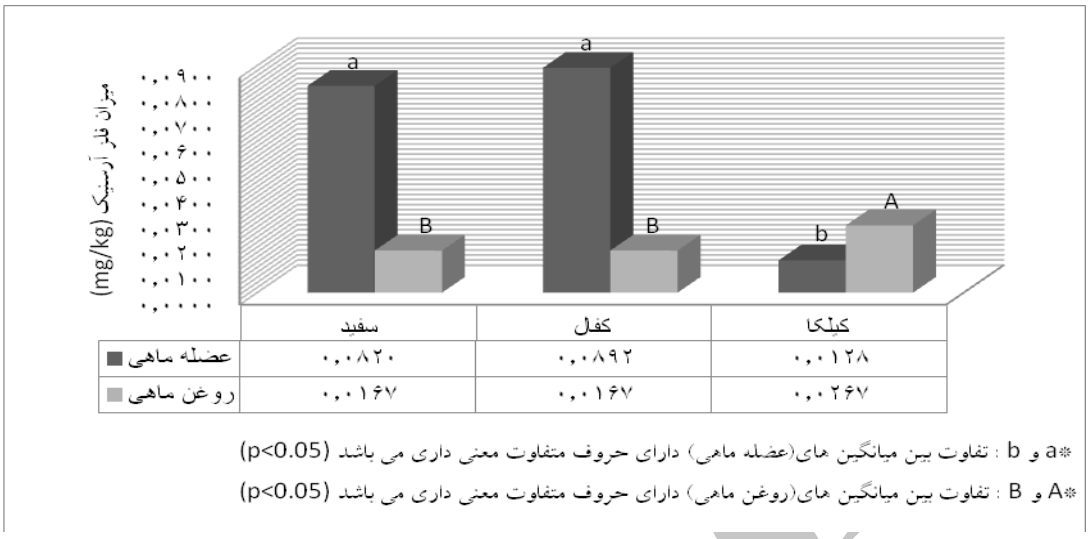
بیشترین مقدار فلز کادمیوم به‌ترتیب در عضله ماهی سفید (۰/۰۰۱±۰/۰۸)، کیلکا (۰/۰۰٤٦±۰/۰٦٤۲) و کفال (۰/۰۰۱±۰/۰٦) و در روغن ماهی کفال (۰/۰۰۲±۰/۰٤٦)، کیلکا(۰/۰۰۲±۰/۰۳۵۲) و سفید(۰/۰۰۱±۰/۰۲) مشاهده شد (نمودار ۳). مقایسه مقادیر کادمیوم بدست آمده در عضله هر سه گونه با استانداردهای جهانی مانند: WHO (۰/۱ mg/kg)، FDA (۱ mg/kg)، FAO (۰/۳ mg/kg)، NHMRC (۰/۰۵ mg/kg)، UK, MAFF (۰/۲ mg/kg) و EC (۰/۰۵ mg/kg) نشان داد که میزان فلز کادمیوم در هر سه گونه ماهی مورد مطالعه از استاندارد NHMRC و EC بالاتر ولی نسبت به‌سایر استانداردهای مورد بررسی پایین‌تر است. با توجه به اینکه میزان کادمیوم در هر سه گونه نسبت به دو استاندارد NHMRC و EC بالاتر است، به‌نظر می‌رسد در مورد اثرات مصرف آن نیاز به بررسی‌های بیشتر است.



نمودار(۳) – میانگین مقدار فلز کادمیوم در عضله و روغن سه گونه ماهی مورد بررسی در سه مرحله صید (mg/kg)

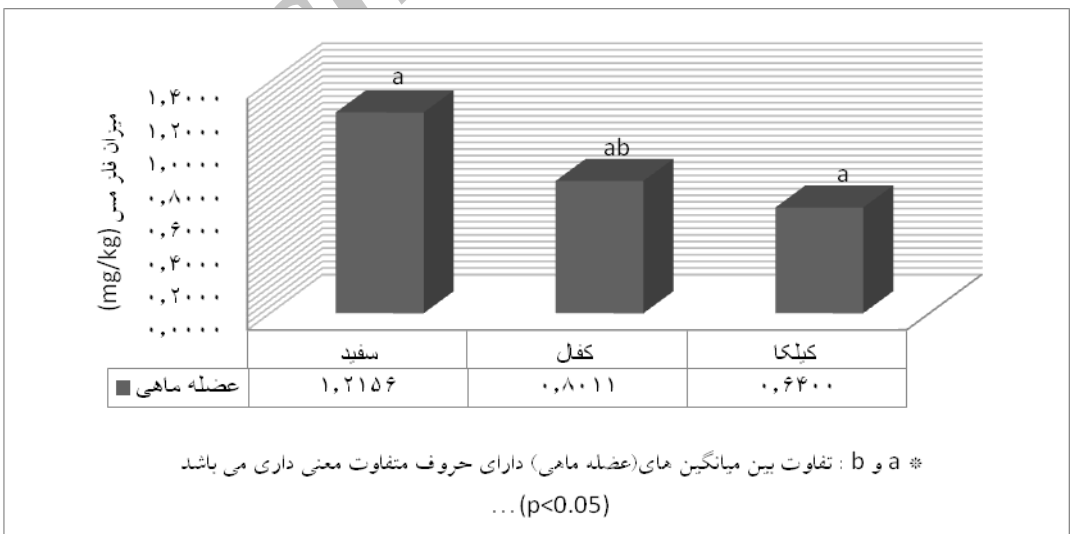
بیشترین مقدار فلز آرسنیک به ترتیب در عضله ماهی کفال (۰/۰۰۱±۰/۰۸۹۲)، سفید (۰/۰۰۱±۰/۰۸۲) و کیلکا (۰/۰۱٤±۰/۰۱۲۸) بود (نمودار٤). مقایسه مقادیر آرسنیک بدست آمده با استانداردهای جهانی مانند: EPA (۱/۳ mg/kg)، FAO (۱/٤ mg/kg) و EC (۲ mg/kg) نشان داد که میزان فلز آرسنیک در هر سه گونه ماهی پایین‌تر از استاندارد های جهانی بود. بیشترین مقدار فلز آرسنیک در روغن ماهی کیلکا (۰/۰۰±۰/۰۲٦۷) دیده شد و میزان آن در ماهی‌های سفید (۰/۰۰±۰/۰۱٦۷) و کفال برابر بود (نمودار ٤)

www.SID.ir



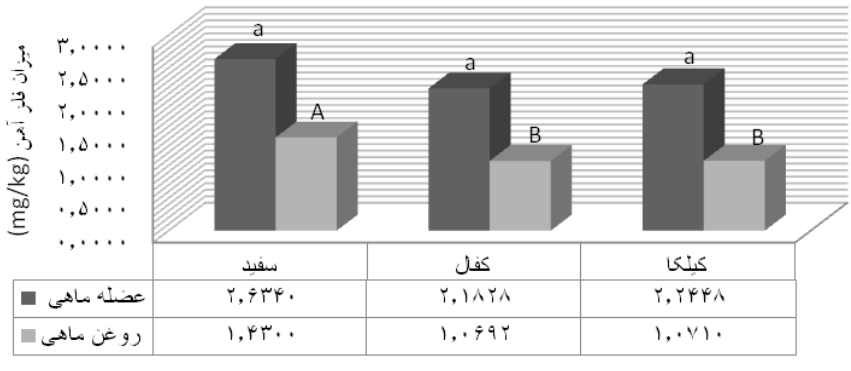
نمودار (٤)- میانگین مقدار فلز آرسنیک در عضله و روغن سه گونه ماهی مورد بررسی در سه مرحله صید (mg/kg)

اگرچه بیشترین مقدار فلز مس به‌ترتیب در عضله ماهی سفید (۰/۰۵±۱/۲۱۵٦)، کفال (۰/۰۳±۰/۸۰۱۱) و کیلکا (۰/۰۲۵±۰/٦٤) بدست آمد (نمودار ۵) اما میزان این فلز در روغن ماهیان مورد بررسی پایین‌تر از حد تشخیص دستگاه بود. مقایسه مقادیر مس بدست آمده در عضله هر سه گونه با استانداردهای جهانی مانند: WHO (۱۰ mg/kg)، NHMRC (۱۰ mg/kg) و UK, MAFF (۲۰ mg/kg) نشان داد که میزان فلز مس در عضله هر سه گونه ماهی پایین‌تر از استانداردهای جهانی بود.



نمودار (۵)- میانگین مقدار فلز مس در عضله سه گونه ماهی مورد بررسی در سه مرحله صید (mg/kg)

www.SID.ir



نمودار (٦)- میانگین مقدار فلز آهن در عضله وروغن سه گونه ماهی مورد بررسی در سه مرحله صید (mg/kg)

طبق نتایج بدست آمده بیشترین میزان فلز آهن هم در عضله و هم در روغن به‌ترتیب در ماهیان سفید، کیلکا و کفال دیده شد (نمودار٦).

در مقایسه با استانداردهای مطرح شده مقدار سرب در آب دریای خزر از حد استاندارد WHO بیش‌تر بوده و از لحاظ بهداشتی بسیار نگران‌کننده است و نیاز به بررسی و نظارت بیش‌تری در این زمینه وجود دارد. میزان کادمیوم نیز از میزان استاندارد WHO بیشتر بود. سایر فلزات پایین‌تر از حد استاندارد قرار داشت.

جدول(۲)- مقادیر استاندارد فلزات سنگین در آب‌های طبیعی بر حسب mg/l

استاندارد	جیوه	سرب	کادمیوم	آرسنیک	آهن	مس
W.H.O, 1984	–	۰/۰۵	۰/۰۱	-	۰/۵	۱/۵
آمریکاEPA	۰/۱	–	–	–	–	-
نمونه آزمایش شده	۰/۰۰۱۵	۰/۲٦	۰/۰٥٤	<۰/۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۵۳

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان داده است که در حیواناتی که در سطح بالاتر زنجیره غذایی قرار دارند نسبت به حیوانات سطح پایین‌تر زنجیره، تجمع جیوه بیشتر است (Ndanu,1998). بین سه گونه مورد مطالعه کیلکا به‌عنوان یک مصرف کننده اصلی زئوپلانکتون و از سوی دیگر به‌عنوان طعمه ماهیان شکارچی دریای خزر محسوب می‌شود. بین سه گونه ماهی مورد مطالعه، کیلکا در زنجیره غذایی در سطح پایین‌تر قرار دارد. نتایج بدست آمده از این تحقیق این مطلب را تایید می‌کند زیرا میزان جیوه در کیلکا کمتر بود. متیل جیوه پس از عبور از غشای سلولی ترجیحاً به مولکول‌هایی از قبیل پروتئین‌ها و آمینواسیدها حاوی گروه SH - متصل شده و سپس می‌تواند در فاز آبی سلول جابجا

www.SID.ir

شود. نتایج برخی از محققین نشان داده‌اند بیش از ۹۵ درصد جیوه جذب شده در بافت گوشتی تجمع می‌یابد (Gharaei *et al.*, 2009). دلایل ذکر شده می‌تواند علت میزان پایین جیوه در روغن ماهی هر سه گونه مورد مطالعه نسبت به عضله باشد. مقایسه نتایج حاصل از بررسی جیوه با نتایج مطالعه‌ای که بر روی ۲ گونه ماهی خلیج فارس (croaker mackerel) انجام گرفت، نشان داد میزان جیوه در دو ماهی سفید و کفال مورد مطالعه بیشتر از نتایج کار آن‌ها بود و میزان جیوه در کیلکا با نتایج کار خشنود و همکاران مطابقت داشت (Khoshnoud *et al.*, 2011). در مطالعه دیگری در خلیج Khomse، میزان جیوه در کفال پوزه باریک ۰/۱۰۵ mg/kg به‌دست آمد که با مقادیر حاصله در ماهی کفال این مطالعه مطابقت داشت (Metwally and Fouad, 2008). یکی از دلایل مصرف ماهی روغن آن به ویژه حضور اسیدهای چرب خانواده امگا ۳ در آن می‌باشد، از طرف دیگر جیوه ریسک ابتلا به تصلب شرایین و بیماری‌های عروقی کرونر را افزایش می‌دهد، بنابراین از آنجا که میزان جیوه در روغن ماهی کمتر از میزان جیوه در عضله ماهی است، مصرف روغن ماهی می‌تواند با اطمینان بیشتری صورت پذیرد.

سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست بوده و به میزان زیاد در محیط‌های آبی یافت می‌شود. این فلز سنگین در صورت جذب از طریق غذا، برای مصرف‌کنندگان بسیار سمی می‌باشد(Najm *et al.*, 2014). در مطالعه طبری و همکاران در تالاب گمیشان و ساحل گرگان که بر روی ماهی سفید انجام شد، میزان فلز سرب ۰/۰۹۹-۰/۱۳۸mg/kg به‌دست آمد (Tabari *et al.*, 2010)، که در مقایسه با میزان سرب به‌دست آمده در این مطالعه، در هر سه ماهی مورد مطالعه پایین‌تر بود. این تفاوت ممکن است به‌دلیل تفاوت در زمان نمونه‌برداری و همچنین محل نمونه‌برداری باشد.

در مطالعه‌ای که کلانی و همکاران بر روی کفال پوزه باریک در تالاب گمیشان انجام دادند، میزان سرب ۱۵/۵۸ mg/kg بدست آمده که بسیار بیشتر از استانداردهای جهانی (تقریبا ٦ برابر بیشتر) بود. البته این مقدار میانگین عنصر در فصول گرم سال(بهار و تابستان) بود (میزان سرب در نمونه‌ها در دامنه µg/g ۱۰-۱/۵ وزن تر بود (Kalani *et al.*, 2014). این مقدار بسیار بیشتر از میزان سرب بدست آمده در ماهی کفال و دیگر گونه‌ها در مطالعه حاضر بود. باتوجه به نتایج، ممکن است فصل نمونه‌برداری در میزان فلز تاثیرگذار بوده باشد. علاوه‌بر این محل نمونه‌برداری و میزان آلودگی محیط نیز در میزان فلز تاثیرگذار می‌باشد. در مطالعه‌ای در خلیج گرگان، میزان فلز سرب در ماهی کفال ۰/۱۱۸ mg/kg بود (Shahryari *et al.*, 2010) که پایین‌تر از مقدار به‌دست آمده در ماهی کفال مطالعه حاضر بود. همچنین میزان سرب در ماهی سفید ۰/۰۸ mg/kg تعیین شد که در مقایسه با ماهی سفید مطالعه حاضر پایین‌تر بود.

در مطالعه حاضر میانگین فلز سرب در ماهی کفال نسبت به دو گونه دیگر بیشتر است (نمودار ۳) که به‌نظر می‌رسد دلیل آن قرار گرفتن ماهی کفال در سطوح بالای آب دریا باشد زیرا آلودگی‌های محیطی و فاضلاب‌های صنعتی و شهری در مناطق مذکور بیش‌تر است. با توجه به میزان بالای سرب در آب و با توجه به اینکه میزان سرب در عضله ماهی نسبت به استاندارد

Archive of SID
www.SID.ir

EC بالاتر بود به‌نظر می‌رسد که میزان سرب در این منطقه با گذشت زمان مشکل آفرین شود.

مقایسه میزان کادمیوم با نتایج پژوهشی در منطقه خلیج فارس نشان داد که میزان کادمیوم در نمونه‌های دریای خزر بالاتر است. علت می‌تواند مرتبط با خصوصیات هیدروگرافیک منحصربه‌فرد دریای خزر باشد، بدین ترتیب که به‌دلیل محصور بودن دریای خزر، زمان ماندگاری آلاینده‌های مختلف ورودی بسیار طولانی است، به گونه‌ای که تصفیه آلاینده‌ها به کندی صورت می‌گیرد، به همین دلیل، دریای خزر از نظر اکولوژیک موقعیت حساس و آسیب‌پذیری دارد (Yaghobzadeh *et al.*, 2014). در مطالعه‌ای که بر روی ماهی سفید دریای خزر انجام شد میزان فلز کادمیوم ۰/۰۲ mg/kg – ۰/۰۵۸ به‌دست آمد (Tabari *et al.*, 2010) که با میزان کادمیوم در این مطالعه، در ماهی سفید، کفال و کیلکا تفاوت چندانی نداشت. در مطالعه‌ای که بر روی ماهی تن انجام شد، میزان فلز کادمیوم ۰/۰۵۲ mg/kg تعیین شد (Hussein and Khaled, 2014) که از نتایج حاصل از این مطالعه پایین‌تر است. از آن‌جا که یکی از منابع اصلی ورود فلز کادمیوم به محیط‌های آبی پساب‌های کشاورزی حاوی کودهای فسفاته هستند، ممکن است که میزان پساب‌های وارد شده به منطقه مورد مطالعه در تحقیق حسین و همکاران کمتر بوده باشد.

آرسنیک به‌عنوان یک شبه فلز یکی از سمی‌ترین عناصر برای سلامت انسان و حیوان است که باعث اثرات بیولوژیک مضر و سمی مانند انواع مختلف سرطان می‌شود. مطالعات انجام شده در رابطه با آرسنیک رژیم‌های غذایی در کشورهای مختلف نشان داده است که ماهی یکی از مهم‌ترین رژیم‌های غذایی در این رابطه است (Saei-Dehkordi *et al.*,2010). در مطالعه الصاق که بر روی ماهی سفید در چند منطقه انجام شد. میزان آرسنیک در ماهی سفید محمودآباد۰/۱۳ µg/g به‌دست آمد (Elsagh, 2010) که از مقدار به‌دست آمده در گونه‌های مورد مطالعه در این آزمون بالاتر بود. از آن‌جا که میزان آرسنیک نسبت به مطالعه الصاق کاهش یافته است می‌توان به این نتیجه رسید که تلاش برای کاهش میزان آرسنیک در منطقه محمودآباد موثر بوده است.

مس جزء عناصر ضروری است. با این حال به‌عنوان خطر بالقوه‌ای درنظر گرفته می‌شود که می‌تواند سلامت انسان و حیوان را به خطر اندازد (Yilmaz *et al.*, 2007). در تحقیقی میزان مس بر روی ۲ گونه ماهی خلیج فارس بررسی شد (Khoshnoud *et al.*, 2011) و میزان مس بیشتر از مطالعه حاضر پایین‌تر برآورد شد. این تفاوت در میزان مس ممکن است به دلیل تفاوت در نوع گونه‌های مورد آزمون، دمای آب، محل نمونه‌برداری و عادات تغذیه‌ای گونه باشد.

آهن در بسیاری از سنگ‌ها و خاک مناطق مختلف از جمله خاک‌های رسی به‌وفور یافت می‌شود. این عنصر بسته به‌خواص شیمیایی خاک منطقه و سایر ترکیباتی که در مسیر جریان آب قرار دارند، به‌میزان متفاوتی حضور دارد. طبق مطالعات (Langston and Spence, 1995) یکی از عوامل موثر در تراکم فلزات در بدن ماهی رژیم غذایی آن است (Bandani *et al.*, 2011). بنابراین شاید تفاوت میزان فلزات در مطالعه حاضر به دلیل تفاوت در رژیم غذایی ماهیان مورد مطالعه باشد. میزان فلزات سنگین در روغن استخراج

www.SID.ir

شده از عضله ماهیان بسیار کمتر از میزان فلزات در عضلات بود. ممکن است علت میزان کمتر فلزات در روغن به دلیل اتصال فلزات به پروتئین‌ها و آمینواسیدهای دارای گروه سولفیدی باشد که باعث ورود فلزات به فاز آبی می‌گردد. به‌طور کلی دربین فلزات سنگین مورد بررسی میانگین سرب در عضله و روغن از سایر فلزات بیشتر بود. پس از سرب بالاترین میزان فلز وارد شده به‌روغن جیوه بود. این امر احتمالا با توجه به‌توانایی متیله شدن جیوه و سرب به ترامتیل سرب و متیل جیوه است (Ndanu, 1998). سن ماهی، محتوای چربی و عادات و رفتار تغذیه‌ای از عوامل مهمی است که تجمع فلزات سنگین در ماهی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تفاوت گونه‌ها در تجمع فلزات سنگین می‌تواند با رفتار و عادات غذایی گونه‌ها در ارتباط باشد (Eneji *et al.*, 2011). با توجه به این مطلب تفاوت مقادیر بدست آمده در این آزمون با نتایج سایر محققین قابل توجیه است.

به‌طور کلی میزان فلزات سنگین در نمونه‌های مورد بررسی پایین‌تر و یا نزدیک به استانداردهای جهانی است. بنابراین برای مصرف کننده مشکلی ایجاد نمی‌کند. ولی از آنجا که میزان سرب و کادمیوم به ویژه سرب در آب دریا بالا بود، ممکن است میزان این فلزات در بدن ماهیان به مرور افزایش یابد.

منابع

- Amini Ranjbar, G.H. and Sotoudehnia, F. (2005). Investigation of heavy metal accumulation in muscle tissue of *Mugil auratus* in relation to standard length, weight, age and sex. Iranian Scientific Fisheries Journal, 14: 1–18 [In Persian].
- Alturiqi, A. and Albedair, L. (2012). Evaluation of some heavy metals in certain fish, meat and meat products in Saudi Arabian markets Egyptian Journal of Aquatic Research, 38: 45–49.
- Anonymous. (2014a). Animal Tissue. Application Note HPR-CL-02.URL: http://www.milestonesci.com/resource-section/category/33-Clinical.html. Monday - 2014 08 December.
- Anonymous. (2014b). Vegetable oil. Application Note HPR-FO-51. URL: http://www.milestonesci.com/resource-section/category/37-Food.html.Monday- 2014 08 December.
- Anonymous. (2014c). Fresh Fish Tissue. Application Note HG/FO 18.URL: http://www.milestonesci.com/resource-section/category/14-Food.html?Feed. Monday - 2014 08 December.
- Babaei, H. and Khodaprast, S.H. (2009). Study on the total petroleum hydrocarbon (TPH) and heavy metals (Zn, Cu, Fe, Pb, Cr, Cd and Hg) concentrations in Anzali Wetland outlets. Journal of Wetland Ecobiology, Islamic Azad University Ahvaz Branch, 1(1): 33-45 [In Persian].
- Bandani, Gh.A., Khoshbavar Rostami, H.A., Yelghi, S., Shokrzadeh, M., and Nazari, H. (2011). Concentration of heavy metals (Cd, Cr, Zn, and Pb) in muscle and liver tissues of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from coastal waters of Golestan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal, 19: 4 [In Persian]
- Burger, J., Gochfeld, M. (2005). Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environmental Research, 99: 403–412

Archive of SID
www.SID.ir

- Elsagh, A. (2010). Determination of some heavy metals in *Rutilus frisii kutum* and *Cyprinus carpio* fillet from south Caspian Sea. Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 89: 33–44 [In Persian].
- Eneji, I.S, Sha Ato R. and Annune, P.A. (2011). Bioaccumulation of heavy metals in fish (*Tilapia zilli* and *Clarias gariepinus*) organs from river Benue, North - Central Nigeria. Environmental Chemistry. 12, 1–2.
- Gharaei, A., Esmaili-Sari, A. and Jafari-shamoshaki, V. (2009). Bioaccumulation trends of Methylmercuty (MeHg) in different tissues of Beluga (Huso huso Brandt, 1869). Iranian Journal of Biology, 4(22): 619-625 [In Persian].
- Heidary, S., Imanpour Namin, J. and Monsefrad, F. (2012). Bioaccumulation of heavy metals Cu, Zn, and Hg in muscles and liver of the stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) in the Caspian Sea and their correlation with growth parameters. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(2): 325–337
- Hussein, A. and Khaled, A. (2014). Determination of metals in tuna species and bivalves from Alexandria, Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research, 40: 9–17.
- Kalani, N., Riazi, B., Karbasi, A.B. and Moatar, F. (2014). Check heavy metal (As, Pb, Cd, Cr, Ni) in muscle *Liza saliens* and health risk assessment resulting from its use for human. Journal of Aquaculture and Fisheries, 5(17): 65–79 [In Persian].
- Khoshnoud, M., Mobini, K., Javidnia, K., Hosseinkhezri, P. and Aeen Jamshid, Kh. (2011). Heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd and Hg) contents and fatty acids ratios in two fish species (*Scomberomorus commerson* and *Otolithes ruber*) of the Persian gulf. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences, Summer: 7(3): 191–196.
- Khoddami, A., Ariffin, A.A., Bakar, J. and Ghazali, H.M. (2009). Fatty acid profile of the oil extracted from fish waste (head, intestine and liver) (*Sardinella lemuru*). World Applied Sciences Journal, 7 (1): 127–131.
- Metwally, M.A.A. and Fouad, I.M. (2008). Biochemical changes induced by heavy metal pollution in marine fishes at Khomse coast, Libya. Global Veterinaria, 2 (6): 308–311.
- Mohammadi, M., Habibi, Z., Dezvarei, Sh., Yousefi, M. and Ashjari, M. (2014). Selective enrichment of polyunsaturated fatty acids by hydrolysis of fish oil using immobilized and stabilized Rhizomucor miehei lipase preparations. Food and Bioproducts Processing, 504: 8.
- Mashroofeh, A., Riyahi Bakhtiari, A., Pourkazemi, M. and Rasouli. S. (2013). Bioaccumulation of Cd, Pb and Zn in the edible and inedible tissues of three sturgeon species in the Iranian coastline of the Caspian Sea. Chemosphere, 90: 573–580.
- Ndanu, T.H.A. (1998). Heavy metal pollution of fish and fish oils from some coastal and inland waters of Ghana. A thesis submitted to the Department of Nutrition and Food Science University of Ghana-Legon.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourgholam, R., Pourang, N., Rezaei, M., Makhlough, A. and Unesipour, H. (2013). Heavy metal concentrations in edible tissue of *Cyprinus carpio* and its target hazard quotients in the Southern Iranian Caspian Sea coast. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 23(103): 33–44 [In Persian].
- Najm, M., Shokrzadeh, M., Fakhar, M., Sharif, M., Hosseini, S.M., Rahimi-Esboei, B., *et al*., (2014). Concentration of heavy metals (Cd, Cr and Pb) in the tissues of *Clupeonella cultriventris* and *Gasterosteus aculeatus* from Babolsar coastal waters of Mazandaran Province, Caspian Sea. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 24(113): 185–192 [In Persian].
- Shahryari, A., Golfirozy, K. and Noshin, Sh. (2010). Muscular concentration of cadmium and lead in carp, mullet and kutum of the Gorgan Bay, Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal, 19(2): 95–100 [In Persian].
- Saei-Dehkordi, S.S, Fallah, A.A. and Nematollahi, A. (2010). Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: Influence of season and habitat. Food and Chemical Toxicology 48 (2010) 2945–2950

Archive of SID

www.SID.ir

- Shah, A., Gul Kazi, T., Ahmed Baig, J., Balal Arain, M., Imran Afridi, H., Abbas Kandhro, G., *et al*. (2010). Determination of inorganic arsenic species (As3+ and As5+) in muscle tissues of fish species by electrothermal atomic absorption spectrometry (ETAAS). Food Chemistry, 19(2): 840–844.
- Tabari, S., Saeedi Saravi, S.S., A Bandany, Gh., Dehghan and A., Shokrzadeh, M. (2010). Heavy metals (Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, water and sediments sampled form Southern Caspian Sea, Iran. Toxicology and Industrial Health, 26(10): 649–656.
- Wu, T. and Bechtel, P. (2008). Salmon by-product storage and oil extraction. Food Chemistry, 111: 868–871.
- Watson, R. and Meester, F. (2014). Omega-3 fatty acids in brain and neurological health. e.Book. chapter 36.
- Yaghobzadeh, Y., Hossein-Nezhad, M., Asadi-Shiran, G. and Pourali, M. (2014). An investigation of lead concentration in *Rutilus frisii kutum* form Caspian Sea; case study of Bandar Anzali and Roodsar, Iran. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 23(110): 102–108 [In Persian].
- Yilmaz, F., Ozdemir, N., Demirak, A. and Tuna, A. (2007). Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. Food Chemistry, 100: 830–835.
- Zarei, M., Asadi, A. and M. Zarei, Sh. (2011). Levels of some heavy metal concentration in fish's tissue of southern Caspian Sea. International Journal of the Physical Sciences, 6(26): 6220-6225.

Archive of SID

www.SID.ir

Check Amount of heavy metals in muscle and fish oil *Rutilus frisii kutum, Clupeonella cultriventris* and *Liza saliens*

Salehi Borban, S.[1], Gharachorloo, M.[2*], Zamani, F.[3]

1. M .Sc. of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Associate Professor of Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Instructor, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[*]Corresponding author: gharachorlo_m@yahoo.com

(Received: 2016/1/5 Accepted: 2017/2/4)

Abstract

Heavy metal pollution in marine environments and the potential for bioaccumulation of contaminants have been considered as a serious threat for a long time. These contaminants accumulate in fish body and then transferred through the food chain to humans. The aim of this study was to determine the heavy metals cadmium, lead, arsenic, mercury and copper and iron metals in muscle and fish oil (*Rutilus frisii kutum* ،*Clupeonella cultriventris* ،*Liza saliens*). Three samples of *Rutilus frisii kutum* ،*Clupeonella cultriventris* and *Liza saliens* were caught in Mahmoud Abad area. One part of the muscle was dried by freeze drying method and another part was used to extract the oil**.** Then, using the atomic absorption spectrometric and Mercury Analyzer heavy metals concentrations were determined in muscle and fish oil. The results of muscle showed the highest accumulation of mercury (0.347±0.018), cadmium (0.08±0.001), copper (1.2156±0.059) and iron (2.643±0.231) in *Rutilus frisii kutum* and the highest level of lead (0.3593±0.015) and arsenic (0.0892±0.001) in *Liza saliens*. Moreover, in the fish oils samples, lead and mercury had the highest concentrations. The heavy metals in the samples were lower than or close to international standards. Therefore, their use does not pose a health problem for the consumers.

Keywords: *Rutilus frisii kutum*, *Clupeonella cultriventris*, *Liza saliens*, Fish oil, Heavy metal

Archive of SID

www.SID.ir