اندازه‌گیری و مقایسه فصلی فلزات سنگین Zn، Cu، Pb و Cd در بافت عضله و کبد ماهی کوتر *Sphyraena* sp. در آب‌های بندرعباس (۱۳۹۲ – ۱۳۹۱)

سینا آقایی [۱*]، آریا اشجع اردلان [۲]، حسین غفوریان [۳]، نرگس مورکی [۴]، کاظم درویش بسطامی [۵] و ندا ملأ محی الدین [۶]

۱، ۲، ۳، ۴ و ۶- دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۵- پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۱

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین میزان فلزات سنگین روی، مس، سرب و کادمیوم در دو بافت عضله و کبد ماهی کوتر *Sphyraena* sp. متعلق به خانواده Sphyraenidae در آب‌های بندر عباس طی زمستان سال ۱۳۹۱ و بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ انجام گرفته است. برای این منظور در هر فصل ۲۰ نمونه از ماهی کوتر با طول متوسط ۴۵ سانتی‌متر صید گردید. ماهیان پس از صید منجمد و بسته‌بندی شده و برای تعیین میزان تجمع فلزات سنگین در عضله و کبد به آزمایشگاه ارسال شدند. برای استخراج فلزات از بافت عضله و کبد از روش استاندارد هضم با اسید (ASTM) استفاده شد و تعیین غلظت به وسیله دستگاه ICP صورت گرفت. میانگین فلزها به ترتیب برای روی، مس، سرب و کادمیوم ۰/۸۰۰±۲/۶۷۵، ۰/۶۵۸±۰/۳۸۵، ۰/۱۶۹±۰/۳۲۵ و ۰/۰۱۲±۰/۰۸۷ میکروگرم در گرم در وزن خشک بافت عضله و ۳/۹۴۳±۱۱/۸۵۰، ۱/۶۳۲±۴/۹۵۷، ۰/۲۴۰۶±۰/۴۸۵ و ۰/۲۴۰۲±۰/۴۸۰ میکروگرم در گرم در وزن خشک در بافت کبد به دست آمد. غلظت تمامی فلزات در بافت عضله و کبد از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، وزارت کشاورزی، شیلات و غذایی انگلستان پایین‌تر بود ($P\geq0/05$) به استثنا میزان کادمیوم در بافت کبد که به طور معنی‌داری بالاتر از استانداردهای اشاره شده ارزیابی گردید. بنابر نتایج حاصله، در بافت عضله اختلاف معنی‌داری بین فلزات سرب، روی و مس در طول سال وجود نداشت ($P\geq0/05$) ولی غلظت کادمیوم در طول سال دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<0/05$). در بافت کبد اختلاف معنی‌دار بین میزان هیچ یک از فلزها در طول سال مشاهده نشد ($P\geq0/05$).

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، کوتر ماهی، *Sphyraena* sp.، بندر عباس، خلیج فارس

* نگارنده پاسخگو: cenniabio@yahoo.com

مقدمه

آلودگی محیط‌های آبی به فلزات سنگین و پتانسیل تجمع زیستی این آلاینده‌ها به عنوان یک خطر جدی از مدت‌ها پیش مورد توجه بوده است. این آلاینده‌ها در محیط‌های آبی در بدن آبزیان تجمع می‌یابند و سپس از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل می‌شوند (Fazeli *et al*., 2005). به طور کلی تجمع فلزات سنگین در موجودات زنده وابسته به میزان جذب آن آلاینده و نرخ متابولیسم آن موجود نسبت به اندازه بدن کنترل می‌شود (Newman & Doubet, 1989). افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی به خصوص پروتئین با کیفیت بالا سبب گردید تا در دو دهه اخیر توجه خاصی به منابع خوراکی دریایی گردد. همچنین نیاز بشر به مواد غذایی و عدم امکان زندگی بدون غذا همیشه بخش مهمی از توان اقتصادی، تحقیقاتی و فن آوری جامعه بشر را هدف مطالعه و اجرای پروژه‌هایی کرده است که بتواند مواد غذایی را با کیفیت بالاتر در دسترس مصرف کنندگان قرار دهد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۶).

فلزات سنگین عموماً به گروهی از عناصر شیمیایی با جرم اتمی زیاد مانند سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک اطلاق می‌گردد. همه فلزات سنگین دارای پایداری زیاد و پتانسیل مسموم کنندگی ارگانیسم‌های زنده هستند (Vinodhini & Narayana, 2008). فلزات سنگین از ته نشست‌های اتمسفری، هوازدگی، منابع انسانی و همچنین انتشار صنعتی و معدن کاوی وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شوند. حضور این فلزات در اکوسیستم‌های آبی، می‌تواند باعث تنش در موجودات زنده، به دلیل انباشتگی در اندام‌های آنها شود (Ebrahimpour & Mushrifah, 2008). فلزات سنگین به علت اثرات سمی و انباشتگی زیستی در گونه‌های مختلف آبزیان و وارد شدن به زنجیره‌های غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (صباغ کاشانی،۱۳۸۰). عموماً آلاینده‌های مختلف آلی و معدنی که بسیار متنوع و متعدد هستند، تحت عوامل طبیعی و غیر طبیعی، به طور مستقیم و غیر مستقیم به رودخانه‌ها و در نهایت به دریا راه می‌یابند. بخشی از این آلاینده‌ها طی فرآیند بیولوژیک تجزیه می‌گردند و برخی دیگر مانند فلزات سنگین در کالبد چرخه حیات، بستر رودخانه‌ها و دریاچه‌ها تثبیت شده و مشکلات عدیده‌ای را برای آنها ایجاد می‌کنند (Clarck, 1992). این مواد، معمولاً از راه‌های مختلف از قبیل جذب سطحی، جذب از طریق آبشش ها و جذب از طریق دستگاه گوارش وارد بدن آبزیان می‌گردند، در این حالت انتقال آنها از طریق زنجیره‌های غذایی را می‌توان به عنوان مسیر اصلی قلمداد نمود.

این روش نیز بستگی به عادات غذایی ماهیان، غلظت فلزات در بدن طعمه و توانایی تجمع فلزات در طعمه (به خصوص بی مهرگان آبزی و بنتوزها) دارد (Dallinger *et al*., 1987). حضور بیش از حد سرب در آب، منجر به محدودیت فعالیت آنزیمی در بافت‌های بدن آبزیان می‌شود (Heath, 1987). فلز روی نیز به عنوان یک عنصر ضروری برای انسان مطرح می‌باشد. اگرچه اثبات شده است که فلز روی سمیت کمی برای انسان دارد، اما مصرف دراز مدت دزهای بالا می‌تواند منجر به عوارض جسمی نظیر خستگی و سرگیجه شود (Juned & Arjun, 2010). مجاورت مزمن ماهی با روی منجر به تغییر شکل آبشش، در گونه‌هایی از ماهیان می‌شود (Leatherland & Woo,1998). فلز مس در موجودات زنده به عنوان یک ماده معدنی ضروری می‌باشد، زیرا تشکیل دهنده آنزیم تنفسی سیتوکروم C اکساید می‌باشد (Lide, 2005). غلظت بالای مس مضر بوده و باعث مسمومیت ماهیان و آسیب سیستم عصبی و سیستم ایمنی آن‌ها می‌شود (روحانی،۱۳۷۴). همچنین مس باعث به تعویق افتادن تکامل جنسی، کاهش تولید تخم و ضعف هماوری می‌شود (Dave & Xiu,1991). کادمیوم از آلاینده‌های مهم زیست محیطی می‌باشد که سبب صدمه به کلیه و بر هم خوردن متابولیسم کلسیم و ویتامین D و انعطاف پذیری استخوان می‌شود (WHO, 1992). ماهی در

مجاورت طولانی کادمیوم دچار مرگ و میر لاروی، کاهش موقتی رشد و ناهنجاری‌های ستون فقرات می‌شود (AMAP, 1998).

ماهی کوتر با نام علمی *Sphyraena* sp. از ماهیان شکارگر دریایی می‌باشد. این ماهی از راسته سوف ماهی شکلان (Perciformes) و خانواده Sphyraenidae می‌باشد. پراکنش این ماهی در تمامی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در عرض جغرافیایی (۳۰°N - ۳۰°S) می‌باشد. این ماهی از اقیانوس هند به دریای عرب و دریای عمان و خلیج فارس راه یافته است. کوترماهیان گوشتخوار بوده و از ماهیان، میگوهای درشت و سرپایان تغذیه می‌کنند. این ماهیان ارزش اقتصادی و صید ورزشی دارند (صادقی،۱۳۸۰).

در خصوص تجمع فلزات سنگین در آبزیان به ویژه ماهیان تحقیقات متعددی در جهان و تعدادی نیز در ایران انجام شده است. ستاری و همکاران در سال ۱۳۸۲ شناسایی خانواده کوترماهیان، Mohammadizade و همکاران در سال ۲۰۱۰ ترکیب رژیم غذایی و زیستگاه‌های تغذیه برای کوترماهیان گونه *S.putnamae* (کوتر مواج) در بندرعباس، عسگری ساری و همکاران در سال ۱۳۹۱ میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم و سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند.

هدف از انجام این مطالعه، بررسی میزان فلزات سنگین (روی، مس، سرب و کادمیوم) در بافت عضله و کبد ماهی کوتر (*Sphyraena* sp.) در طی چهار فصل از زمستان سال ۱۳۹۱ تا پاییز سال ۱۳۹۲ در بندرعباس بود.

مواد و روش‌ها

شهر بندر عباس دارای مختصات ´۱۶°۵۶ شرقی و ´۱۱°۲۷ شمالی بوده و یکی از بندرهای مهم جنوب ایران و از مهم‌ترین مراکز راهبردی و بازرگانی ایران در جوار خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد (زنده دل،۱۳۷۷). از آب‌های بندرعباس تعداد ۲۰ نمونه ماهی کوتر در فصل‌های زمستان سال ۱۳۹۱ و بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ به صورت تصادفی نمونه برداری گردید (شکل ۱). نمونه‌برداری از این ماهی توسط رشته قلاب ترولینگ صورت گرفت.

شکل۱- استان هرمزگان و محدوده صید

پس از صید و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه دانش پژوهان پایش امین واقع در شهر تهران، بافت عضله ماهیان جدا شد و در داخل آون الکتریکی به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد تا کاملاً خشک شوند.

آماده سازی نمونه‌ها

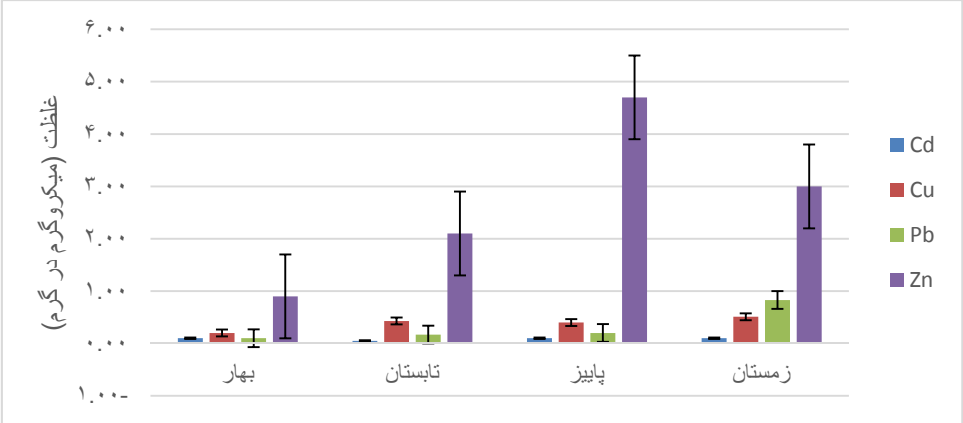
نمونه‌های کبد و عضله ماهیان به وسیله آون عقیق هموژنیزه و یکنواخت گردیدند. مقدار ۰/۵ گرم از بافت پودر شده به وسیله ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شده و به داخل لوله آزمایش مخصوص هضم شیمیایی ریخته شد و با استفاده از هیتر دایجست و به روش هضم‌تر با مخلوط اسید، هضم شیمیایی انجام شد. سپس نمونه‌ها صاف شدند و ذرات معلق حذف گردید و به وسیله آب مقطر دوبار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و با استفاده از دستگاه ICP غلظت فلزات تعیین گردید (ASTM, 2010).

آنالیز آماری

تمامی آنالیزهای آماری این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت. برای بررسی نرمال بودن پراکنش داده‌ها از آزمون Kolmogorov Smirnov استفاده شد.

نتایج

با توجه به نتایج به دست آمده، بالاترین میزان مس در عضله ماهی کوتر در فصل زمستان ۰/۰۶±۰/۵۱ و کمترین میزان در فصل بهار ۰/۰۱±۰/۲ میکروگرم در گرم وزن خشک به دست آمد. به همین ترتیب بالاترین میزان سرب در بافت عضله نیز در فصل زمستان با ۰/۰۸±۰/۸۳ و کمترین آن در فصل بهار ۰/۰۳۳±۰/۱ ارزیابی شد. (شکل ۲).

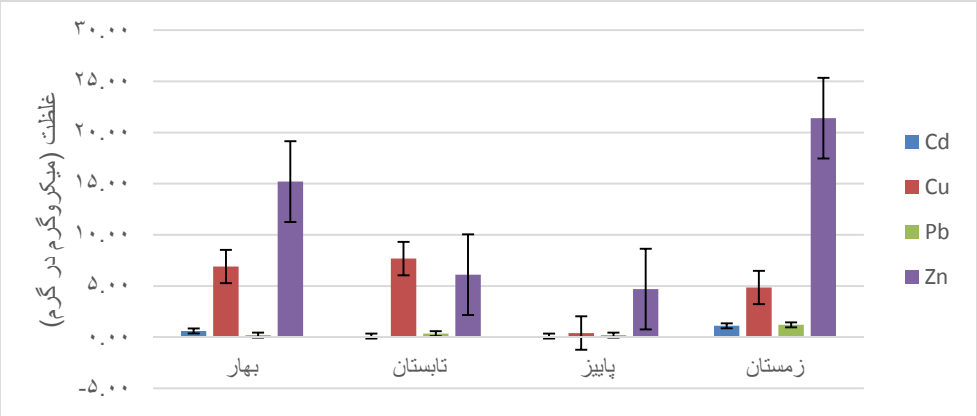


شکل۲- تغییرات فلزات سنگین مورد بررسی در بافت عضله ماهی کوتر (بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک) در بندرعباس (سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲)

همان گونه که در شکل (۲) قابل مشاهده است، بیشترین میزان روی در بافت عضله در فصل پاییز ۴/۷±۰/۵۵ و کمترین آن در فصل بهار ۰/۹±۰/۰۹ بود و بالاترین میزان کادمیوم در بافت عضله در فصل زمستان ۰/۱±۰/۰۵ و کمترین آن در تابستان بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک به دست آمد. آنالیز آماری نشان داد که بجز کادمیوم در میزان تجمع فلزات سنگین بررسی شده در بافت عضله، اختلاف معنی‌داری در طول سال وجود نداشت ($P\geq 0/05$)

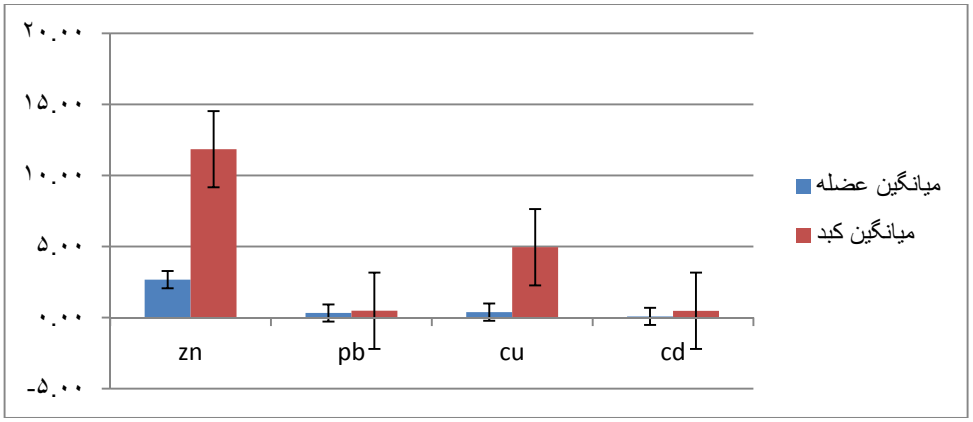
بر اساس نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، در بافت کبد بیشترین میزان مس در فصل تابستان ۱/۱±۷/۶۸ به دست آمد در حالی که کمترین آن در

فصل پاییز ۰/۴±۰/۰۰۱ بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک بود. بالاترین میزان روی در بافت کبد در فصل زمستان ۲۱/۴±۴/۳ و کمترین آن در فصل پاییز ۴/۷±۰/۵۵ بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک ارزیابی شد (شکل ۳).



شکل۳- تغییرات فلزات سنگین مورد بررسی در بافت کبد ماهی کوتر (بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک) در بندر عباس (سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲)

شکل (۳) نشان می‌دهد که بالاترین میزان سرب در بافت کبد در فصل زمستان ۱/۲±۰/۵۵ و کمترین آن در فصل بهار و پاییز ۰/۲±۰/۰۶ بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک بوده است. در بافت کبد بالاترین میزان در فصل زمستان ۱/۱۱±۰/۹۰ و کمترین آن در فصل تابستان ۰/۱۱±۰/۰۹ بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک بوده است و مقایسه نتایج مشخص کرد که در بافت کبد اختلاف معنی‌دار بین میزان هیچ یک از فلزات در طول سال وجود ندارد (P≥۰/۰۵). شکل (۴) میانگین غلظت فلزهای سنگین در عضله و کبد ماهی کوتر را نمایش می‌دهد.



شکل۴- میانگین تغییرات فلزات سنگین مورد بررسی در بافت عضله و کبد ماهی کوتر (بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک) در بندرعباس (سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲)

همان گونه که در شکل (۴) قابل مشاهده است، ترتیب غلظت فلزهای سنگین بررسی شده در تحقیق حاضر به صورت کادمیوم > سرب > مس > روی می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر نشان داد که در میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله اختلاف معنی داری بین فلزات سرب، روی و مس در طول سال وجود نداشت (P≥۰/۰۵) (شکل ۲)، ولی غلظت کادمیوم در طول سال دارای اختلاف معنی‌داری بود (P<۰/۰۵)، علت این امر می‌تواند ناشی از تفاوت در رژیم غذایی در طول سال، زیستگاه و یا نحوه ذخیره سازی و تجمع مواد آلوده کننده در طول سال باشد (اسماعیلی ساری و همکاران،۱۳۸۰). همچنین، در بافت کبد اختلاف معنی دار بین میزان هیچ یک از فلزات در طول سال مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). مقایسه نتایج حاصل از تحقیق حاضر با تحقیقات به عمل آمده در خلیج فارس و دیگر نقاط مختلف دنیا در جدول (۱) آورده شده است.

جدول۱- مقایسه نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج برخی از مطالعات انجام شده و استانداردهای جهانی (بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک)

گونه ماهی	منطقه مطالعات	Cd	Pb	Cu	Zn	منبع
Pelates quidrileneatus	خلیج فارس	۰/۰۹	۱/۵۷	-	-	تانینا و قریب خانی، ۱۳۸۹
Otolithes rubber	بندر عباس	۰/۲۷۹	۰/۶۶۸	-	-	عسگری ساری و همکاران،۱۳۹۱
Otolithes rubber	آبادان	۰/۰۲۵	۰/۶۳۸	-	-	عسگری ساری و همکاران،۱۳۹۱
Mugil cephalus	North east Mediterranean Sea	۰/۶۶	۵/۲۲	۴/۴۱	۳۷/۳۹	Canli & Atli,2003
* *Mugil cephalus*	Ennore Creek Coastal Indian	۶/۵۸±۰/۶۱	۲/۵۹±۰/۳۱	۹/۷۸±۱/۰۲	۲/۷۵±۰/۵۳	Suresh Kumar,2013
* *Trapon jarbua*	Ennore Creek Coastal Indian	۵/۸۱±۰/۴۶	۳/۴۲±۰/۲۹	۵/۰۰±۰/۵۳	۱۴/۵۶±۰/۶۶	Suresh Kumar,2013
WHO	استاندارد	۰/۲	-	۱۰	۱۰۰	Pourang & Dennis,2004
NHMRC	استاندارد	۰/۰۵	۱/۵	۱۰	۱۵۰	Pourang & Dennis,2004
UK (MAFF)	استاندارد	۰/۲	۲	۲۰	۵۰	Pourang & Dennis,2004
FAO	استاندارد	-	-	۱۰	۵۰	Burger &Gochfeld, 2006
Sphyraena sp.	عضله	۰/۰۸۷	۰/۳۲۵	۰/۳۸۵	۰/۶۷۵	تحقیق حاضر
Sphyraena sp.	کبد	۰/۴۸	۰/۴۸۵	۴/۹۵	۱۱/۸۵	تحقیق حاضر

*میکروگرم وزن‌تر می‌باشد.

مطالعات انجام شده در جدول (۲) نشان می‌دهد که غلظت فلزات کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی یلی چهار خط در خلیج فارس به ترتیب ۰/۰۹ و ۱/۵۷ میکروگرم در گرم وزن خشک بوده است (تانینا و قریب خانی، ۱۳۸۹) و همین طور میزان غلظت فلزات کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی شوریده در بندرعباس به ترتیب ۰/۲۷۹ و ۰/۶۶۸ میکروگرم در گرم وزن خشک و در آبادان به ترتیب ۰/۰۲۵ و ۰/۶۳۸ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش شده است (عسگری ساری و همکاران، ۱۳۹۱). مقایسه یافته‌ها

نشان می‌دهد که غلظت فلزهای بررسی شده در تمامی ماهیان معرفی شده، بیشتر از ماهی *Sphyraena* sp. در تحقیق حاضر می‌باشد، به جز فلز سنگین کادمیوم در بافت عضله ماهی شوریده در آبادان که کمتر از پژوهش حاضر ارزیابی شده است. بر اساس مطالعات دیگر غلظت کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) در هرمزگان به ترتیب ۰/۰۳۱ و ۰/۰۵۴ میکروگرم در گرم وزن خشک و غلظت فلزات مس و روی در بافت عضله سپر ماهی چهار گوش (*Himantura gerrardi*) در هرمزگان به ترتیب ۰/۰۰۵۳ و ۰/۰۹۹ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش شده است (شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). در تحقیقی دیگر در بندر دیلم، میزان غلظت فلزات مس و کادمیوم در دو بافت عضله و کبد ماهی شوریده سنجیده شد، بر این اساس میزان غلظت مس و کادمیوم در بافت عضله به ترتیب ۰/۰۶۹ و ۰/۰۰۳۴ میکروگرم در گرم وزن خشک و در بافت کبد به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۰۲۰۴ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش شده است (دورقی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که این ارقام کمتر از نتایج حاصل از تحقیق حاضر است. این امر می‌تواند بستگی به نوع زیستگاه، نوع رژیم غذایی و میزان آلودگی آب‌های محدوده زیستگاه داشته باشد.

Canli & Atli در سال ۲۰۰۳ میزان مس، سرب، روی و کادمیوم را در بافت عضله ماهی *Mugli cephalus* در شمال غربی دریای مدیترانه به ترتیب ۳۷/۳۹، ۵/۲۲، ۴/۴۱ و ۰/۶۶ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش کردند، که ارقام پژوهش آنان بالاتر از نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد. در تحقیقات Suresh Kumar در سال ۲۰۱۳ غلظت فلزات سنگین (مس، روی، سرب و کادمیوم) در بافت عضله *Mugil cephalus* به ترتیب ۰/۵۳±۲/۷۵، ۱/۰۲±۹/۷۸، ۰/۳۱±۲/۵۹ و ۰/۶۱±۶/۵۸ و در بافت عضله ماهی گنگام با نام علمی *Trapon jarbua* را به ترتیب ۰/۶۶±۱۴/۵۶، ۰/۵۳±۵/۰۰، ۰/۲۹±۳/۴۲ و ۰/۴۶±۵/۸۱ میکروگرم در گرم وزن خشک در Ennore Creek در جنوب غربی سواحل هند گزارش کردند (Suresh kumar, 2013). در تحقیقی دیگر، Abhijit و همکاران در سال ۲۰۱۰ غلظت فلزات سنگین در ماهیان جوان دلتای Gangetic در غرب بنگال، هند را بررسی و مقدار غلظت فلزات مزبور را به شرح Zn>Cu>Pb گزارش کردند که با ترتیب غلظت فلزهای بررسی شده در تحقیق حاضر مطابقت نشان می‌دهد.

میانگین غلظت فلزات روی، مس، سرب و کادمیوم در عضله ماهی کوتر در تحقیق حاضر به ترتیب ۰/۸۰۰±۲/۶۷۵، ۰/۳۸۵±۰/۶۵۸، ۰/۱۶۹±۰/۳۲۵ و ۰/۰۱۲±۰/۰۸۷ میکروگرم در گرم وزن خشک و در کبد ۳/۹۴۳ ± ۱۱/۸۵۰، ۱/۶۳۲ ± ۴/۹۵۷، ۰/۲۴۰۶±۰/۴۸۵ و ۰/۲۴۰۲±۰/۴۸۰ میکروگرم در گرم وزن خشک به دست آمد. این نتایج در مقایسه با استاندارد NHMRC برای فلزات روی، مس، سرب و کادمیوم که به ترتیب ۱۵۰، ۱۰، ۱/۵ و ۰/۰۵ میکروگرم در گرم وزن خشک می‌باشد، نشان می‌دهد که تنها میزان کادمیوم در بافت کبد ماهی کوتر صید شده از آب‌های بندرعباس از حد مجاز بالاتر می‌باشد.

در این مطالعه بافت عضله ماهی به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن مورد بررسی قرار گرفت، نتایج به دست آمده نشان داد، میزان غلظت فلزات سنگین در بافت عضله از حد استاندارد جهانی پایین‌تر بوده و در حال حاضر از نقطه نظر آلودگی به فلزهای بررسی شده برای تغذیه در محدوده خطر قرار ندارد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله، مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از کلیه دست اندرکارانی که در انجام این تحقیق، از نمونه برداری و آماده سازی نمونه‌ها تا پایان پروژه همکاری داشتند، اعلام می‌نمایند.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، قاسمپوری، م.، یعقوب زاده، ی. ۱۳۸۰. اندازه‌گیری و مقایسه عناصر سنگین – کادمیوم، نیکل، سرب و روی در برخی از ماهیان تجارتی و میگوی ببری سبز *Penaeus semisulcatus* در ناحیه بوشهر. مجله علمی پژوهشی محیط شناسی، ۲۸: ۵۶-۴۹.

تانینا، م. و قریب خانی، م. ۱۳۸۹. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) ناشی از تأثیر آلودگی نفتی در بافت عضله ماهی یلی (*Pelates quidrileneatus*). همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار. ایران.

دورقی، ع.، کوچنین، پ.، نیک پور، ی.، یاوری، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع. و سالاری علی آبادی، م. ۱۳۸۸. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت‌های ماهی شبه شوریده *Johnius belangerii* در سواحل شمالی خلیج فارس (بندر دیلم). مجله علمی شیلات ایران، ۳(۳): ۹-۱.

رضوی شیرازی، ح. ۱۳۸۶. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، اصول نگه داری و عمل آوری (۱). انتشارات پارس نگار. تهران، ایران.

روحانی، م. ۱۳۷۴. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی (ترجمه). انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران، تهران.

زنده دل، ح. ۱۳۷۷. مجموعه کتاب‌های راهنمای جامع ایرانگردی استان هرمزگان. انتشارات ایرانگردان. ایران.

ستاری، م.، شفیعی. ش. و شاهسونی، د. ۱۳۸۲. ماهی شناسی سیستماتیک ۲، نشر حق شناس، رشت، ایران.

شهاب مقدم، ف.، اسماعیلی ساری، ع.، ولی نسب، ت. و کریم آبادی، ت. ۱۳۸۹. مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپر ماهی چهار گوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) خلیج فارس (هرمزگان). مجله علمی شیلات ایران، ۱۹(۲): ۹۴-۸۵.

صادقی، س.ن. ۱۳۸۰. ویژگی‌های زیستی و ریخت شناسی ماهیان جنوب ایران. انتشارات نقش مهر. تهران.

صباغ کاشانی، آ. ۱۳۸۰. تعیین میزان برخی فلزات سنگین در عضله، کبد، کلیه، آبشش و تخمدان ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی ماهیان دریا، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

عسگری ساری، ا.، ولایت زاده، م. و جواهری بابلی، م. ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم و سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندر عباس، مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۳): ۱۰۶- ۹۹.

AMAP, 1998. Assessment report: Arctic pollution issues. Arctic Monitoring and Assessment Program, Oslo.

ASTM (American Society for Testing and Materials).2010. Standard practice for preparation of sediment samples for chemical analysis. American Society for Testing and Materials. USA.

Burger, J. & Gochfeld, M. 2006. Heavy metals in commercial fish new jersev. *Environmental Research,* 5:82-92.

Canli, M. &Atli, G. 2003. The relationships between heavy metals (Cd, Cr, Ca, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental pollution,* 121, 129-136.

Clark, R. B. 1992. The effects of contamination in aquatic systems are of particular concern due to their persistence and toxicity. Unlike organic contaminants whose toxicity decreases with biodegradation. Clarendon Press. Oxford, U.K.

Dallinger, P., Prosi, H. & Sengerand, H. 1987. Contaminated food and uptake of heavy metals by fish: A review and a proposal for further research. *Oecologia*, 73: 91-98.

Dave, G. & Xiu, R. 1991. Toxicity of mercury, nickel, copper, lead and cobalt to embryos and larvae of zebra fish, (*Brachyodanio rerio*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 21: 126-134.

Ebrahimpour, M. & Mushrifah, I. 2008. Heavy metal concentration (Cd, Cu, Pb) in five aquatic plants in Tasikchini, Malaysia. *Environmental Geology*, 141: 689-698.

Fazeli, M. S., Abtahi, B. & Sabbaghkashani, A. 2005. Assessing Pb, Ni, Zn accumulation in tissues of *Liza aurata* in the south Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences,* 14:65-78.

Heath, A.G. 1987. Water pollution and fish physiology, Vol. 2. CRC Press. Boston, USA.

Juned, S. & Arjun, B. 2010. The study of zinc metal concentration by spectrophotometric method from Godavari River at Nanded Maharashatra. *Journal Der Chemichal Sinica*, 1: 104-109.

Leatherland, J.F. & Woo, P.T.K. 1998. Fish diseases and disorders. Vol. 2, Non infraction disorders. CAB International Publishing. New York. USA.

Lide, D.R. 2005. Magnetic susceptibility of the elements and in organic compounds. CRC Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press. Boca Raton (FL).

Mohammadizade, F., Valinassab, T., Jamili, S., Matinfar, A., Bahri-Shabanipour, A.H. & Mohammadizade, M. 2010. A study on diet composition and feeding habitats of Saw tooth Barracuda (*Sphyraena putnamae*) in Bandar-Abbas (North of Persian Gulf). *Journal of Fisheries and Aquatic Science,* 5: 175-190.

Newman, M. C. & Doubet, D, K. 1989. Size dependence of mercury accumulation kinetic in the Mosquito fish. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 18: 819-825.

Pourang, N. & Dennis, H. 2004. Distribution of trace element in tissues of two shrimps species from the Persian Gulf and roles of metallothionein in their redistribution. *Environmental international*, 31:325-341.

Suresh Kumar, C. 2013. Heavy metal concentration of sea water and marine organisms in Ennore Creek, Southeast Coast of India. *Journal of Toxicology and Health Photon*, 103 (2013) 192-201.

Vindohini, R. & Narayanan, M. 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of freshwater fish *cyprinus carpio* (Common carp). *International Journal of Environmental Science and Technology,* 5: 179-182.

WHO, 1992. Cadmium environmental health criteria 134. World Health Organization, International Program on Chemical Safety (IPCS), Geneva, Switzerland.