جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

سنجش تجمع فلزهای (جیوه، کادمیوم و سرب) در بافت عضله ماهی شوریده در بندرگاه بوشهر

سیده زهرا خلیلی پور لنگرودی*، محمدرضا محمد شفیعی و مژگان امتیازجو

گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۸۹ /۰۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۴

چکیده

در این تحقیق غلظت عناصر سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در بافت عضله‌ی ماهی شوریده در بندر بوشهر اندازه‌گیری شده است. هدف از این مطالعه ارزیابی سلامتی ماهی برای مصارف انسانی می باشد. تعداد ۱۸ نمونه‌ی ماهی شوریده طی دو فصل زمستان ۸۸ و تابستان ۸۹ از بندر بوشهر گرفته شد و پس از جداسازی بافت عضله و هضم آن، با استفاده از دستگاه جذب اتمی، مدل Varian-AA 100 میزان عناصر سنگین در آنها اندازه‌گیری گردید. تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS V.17 صورت پذیرفته است. میانگین غلظت جیوه، کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۰۶۸۹، ۰/۰۱۰۰ و ۰/۰۵۵۸ میکروگرم بر گرم بر حسب وزن خشک بود. میزان تجمع عناصر جیوه و کادمیوم در عضله‌ی ماهی شوریده و اندازه و وزن ماهی در فصل زمستان دارای همبستگی معنی‌داری ($P<0/05$) بود، در حالی که در غلظت فلز سرب و اندازه و وزن ماهی همبستگی معنی دار ($P\geq0/05$) مشاهده نگردید. همچنین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله‌ی ماهی شوریده در فصل زمستان و تابستان دارای اختلاف معنی داری نمی باشد و نیز تجمع فلز سرب در ماهیان جنس نر و ماده دارای تفاوت معنی داری بود($P<0/05$). غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در عضله‌ی ماهی شوریده از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی کمتر بوده و ترتیب تجمع فلزات مورد بررسی در عضله‌ی این ماهی به صورت Hg>Pb>Cd می باشد.

واژگان کلیدی

فلزهای سنگین، ماهی شوریده، بندرگاه بوشهر، جذب اتمی

Determination of mercury, cadmium and lead in muscle tissue of *Otolithes ruber* in Bushehr, Bandargah

Khalil Zadeh*, Z., Shafiee, M. R. & Emtiazjoo, M.

Dep. Of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch

Abstract

In this study, the concentration of mercury, cadmium and lead were quantified in the muscle tissue of *Otolithes ruber* from Bandargah, Bushehr Province. The aim of this study is to evaluate potential risks to human health associated with sea food consumption. 18 samples of *Otolithes ruber* were taken in summer and winter of 2009, from fishers of Bandargah. After digestion of the muscle tissue, the samples were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer. Data analysis was performed using SPSS V.17. The mean concentration of mercury, cadmium and lead were 0.0689±0.0062, 0.0100±0.0011 and 0.0558±0.0032 μg g^{-1}wet weights, respectively. A positive correlation between the metal concentrations and length and weight of the fishes were observed, except for lead. No significant difference between the metal concentrations and the seasons were observed. The concentration of metals in the muscle tissue of *Otolithes ruber* were all lower than the maximum allowable concentrations and pose no threat to public health. The order of heavy metal accumulation was: Hg>Pb>Cd. There was significant difference between the lead concentration and the sex of the fishes ($P<0.05$). The result of this study was compared to other studies made by different researchers.

Keywords: Heavy metals, *Otolithes ruber*, Bandargah,

* مسئول مکاتبه g.khalilipour@yahoo.com

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

توسعه صنعتی، باعث افزایش روزافزون عناصر سنگین به محیط زیست مخصوصاً محیط زیست دریایی می شود. بسیاری از عناصر سمی در زنجیره‌ی غذایی تجمع زیستی پیدا کرده و در نهایت توسط مصرف کنندگان مواد غذایی دریایی جذب می شوند. از این رو اندازه‌گیری و بررسی این فلزات در ماهی‌هایی که مصرف غذایی عمده‌تری دارند، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (Agah *et al.*, 2008). مصرف غذا یکی از راه‌های مهم ورود فلزات سنگین به بدن می‌باشد. مصرف غذای حاوی فلزات سنگین در دراز مدت، حتی در غلظت‌های پایین می تواند اثرات زیانباری را به دنبال داشته باشد (Tuzen & Soylak, 2007). در میان مواد غذایی، ماهی دائماً در معرض فلزات سنگین موجود در آب قرار دارد. این فلزات با توجه به اندازه و سن ماهی در مقادیر متفاوتی در بافت ماهی تجمع می یابند (Marijic & Raspor, 2007). که این امر سبب گردیده، ماهی به عنوان یک نشانگر زیستی جهت بررسی آلودگی فلزات سنگین در محیط دریایی شناخته شود (Keskin *et al.*, 2007). مصرف ماهی در میان مردم جهان به علت داشتن مقادیر پروتئین بالا، اسیدهای چرب اشباع شده‌ی پایین و همچنین میزان امگای بالا، بسیار محبوب می باشد (Tuzen & Soylak, 2007). آلاینده‌های متعددی از طریق فعالیت‌های انسانی به سیستم آبی (رودخانه، دریاچه، اقیانوس و غیره) وارد شده که بسیاری از آنها مانند فلزات جیوه، کادمیوم و سرب سمی بوده و به راحتی تجزیه نمی‌شوند (Ganjavi *et al.*, 2010). جیوه در محیط زیست دریایی در فرم آلی و معدنی یافت می‌شود. فرم آلی جیوه که عمدتاً به صورت متیل جیوه می باشد، در موجودات دریایی تجمع یافته و در زنجیره‌ی غذایی انباشت زیستی پیدا می کند (Agah *et al.*, 2009). جیوه تنها فلزی است که در تمامی مراحل زنجیره‌ی غذایی تجمع یافته و در نهایت باعث آلودگی ماهی و انسان می شود. یکی از نمونه‌های قابل ذکر آلودگی جیوه در تاریخ در میناماتای ژاپن رخ داده است. به طوری که فاضلاب حاوی جیوه‌ی معدنی در فواصل سال‌های ۱۹۳۲ تا ۱۹۶۶ از طریق کارخانه‌ی Chisso وارد دریای Shiranui شد و توسط اکوسیستم دریایی به متیل جیوه تبدیل گردید و متعاقباً توسط ساحل‌نشینان آن منطقه مصرف شد (Maggi *et al.*, 2009). جذب فلزات در ماهی عمدتاً از طریق لوله‌ی گوارش و سطح آبشش صورت می‌گیرد. سپس فلزات از طریق خون به سایر اندام‌ها مانند کبد و کلیه منتقل می شوند (Türkmen *et al.*, 2009). در مقایسه با سایر انواع آلودگی‌های سیستم آبی، فلزات سنگین کمتر قابل رؤیت بوده اما تأثیراتی که روی اکوسیستم و انسان می گذارند، بسیار شدید می باشد (Edem *et al.*, 2008). تجمع فلزات سنگین در بافت موجودات زنده به طور غیر مستقیم به میزان و نوع ترکیبات فلزات در محیط زیست دریایی بستگی دارد (Edem *et al.*, 2009). شناخته‌شده‌ترین اثرات سمی کادمیوم در انسان بیماری Itai-Itai (بیماری Ouch-Ouch) است. درد استخوانی شدید و در اغلب موارد مرگ از علائم این بیماری است. میزان جذب کادمیوم در بزرگسالان ۵ درصد است و اولین محل ذخیره‌ی آن کلیه‌ها هستند. عواملی مانند ترکیب غذا، میزان آن و وضعیت تغذیه‌ی فرد نیز در میزان جذب کادمیوم خورده شده مؤثرند. کادمیوم عملکرد شناخته شده‌ای در متابولیسم بدن انسان ندارد و چون اثرات آسیب رساننده‌ی آن به خوبی شناخته شده است، بهتر است میزان دریافت آن تا حد امکان پایین باشد. (Mello, 2003). سربی که در ماهیچه و استخوان‌ها انتشار می یابد و مقدار قابل توجهی از آن در استخوان ها ذخیره می شود که می تواند جایگزین کلسیم خون گردد. در مواقع بروز تب، سرب موجود در استخوان به سایر اعضا راه می‌یابد و سبب مسمومیت‌های سربی در اندام های بدن می‌شود. (Johnsen *et al.*, 2000). خانواده‌ی شوریده ماهیان (*Scianidae*) گروه مهمی از آبزیان تجاری خلیج فارس را شامل می شوند که گونه‌ی مورد مطالعه (*Otolithes ruber*) از اهمیت زیادی، خصوصاً در بازارهای داخلی برخوردار می‌باشد (Belgvad *et al.*,1944). پژوهش‌های انجام شده در این رابطه بسیار محدود است. در سال ۱۳۸۲ شهریاری فلزات کادمیوم و سرب را در ماهی

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

شوریده و در سال ۱۳۸۳ Agah و همکاران ۵ گونه ماهی در خلیج فارس ازجمله ماهی شوریده مطالعاتی انجام داده‌اند. Mortazawi در سال ۱۹۹۹ میزان فلزات کادمیوم و سرب را در ماهی شوریده اندازه‌گیری و غلظت این فلزات را زیر حد تشخیص دستگاه بدست آورد. هدف از این تحقیق، در ابتدا اندازه‌گیری فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در بافت عضله‌ی ماهی شوریده و رابطه میزان آن با طول استاندارد و وزن بود. هم چنین مقایسه‌ی میزان آن‌ها در دو فصل زمستان و تابستان و در جنس‌های ماده و نر با یکدیگر و در نهایت مقایسه با استانداردهای جهانی و حد مجاز مصرف ماهی می باشد. سپس غلظت این فلزات با طول استاندارد و وزن ماهی، همچنین میزان تجمع فلزات مزبور در دو فصل زمستان و تابستان و در دو جنس نر و ماده با یکدیگر مقایسه گردید.

مواد و روش

تحقیق انجام شده در ماه های بهمن ۱۳۸۸ و شهریور ۱۳۸۹ بر روی ماهیان صید شده از بندر بوشهر با مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۲ دقیقه‌ی عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه‌ی طول شرقی انجام گرفت. در هر بار نمونه برداری ۹عدد ماهی صید و انتخاب وپس از بیومتری در ۳ محدوده‌ی اندازه‌ای ۲۷ تا ۳۲ سانتی متر (ماهی کوچک)، ۳۲ تا ۳۷ سانتی متر (ماهی متوسط) و ۴۱ تا ۴۶ سانتی متر (ماهی بزرگ) تفکیک گردید. ماهی‌ها داخل کیسه‌ی پلاستیکی قرار داده شده و در دمای ۳۰- درجه‌ی سانتی گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند.

شکل ۱- عکس ماهواره ای از اسکله بندرگاه در بوشهر، محل تهیه نمونه ها

ابتدا تمامی ظروف آزمایشگاهی مورد استفاده با اسید نیتریک و آب مقطر شستشو داده شد تا از هرگونه آلودگی بعدی ممانعت گردد. با استفاده از خط‌کش مخصوص بیومتری طول استاندارد، طول کل، طول سرنمونه‌ها، اندازه‌گیری شد و سپس با ترازو با دقت ۰/۱ گرم وزن گردید. با استفاده از چاقوی ضد زنگ stainless steel ابتدا سر، دم و اعضای داخلی بدن ماهی جدا و جنسیت ماهی نیز تعیین گردید. سپس بافت ماهیچه‌ی آن جدا ودر دستگاه فریز درایر جهت خشک کردن قرار داده شد. پس از گذشت ۹۶ ساعت، نمونه‌ها با استفاده از هاون، همگن گردیدند (MOOPAM, 1999).

جهت آنالیز جیوه، ۱ گرم از نمونه داخل ظرف شیشه‌ای مخصوص هضم با حجم نیم لیتر ریخته شد. سپس ۵ میلی لیتر اسید نیتریک (HNO_3) غلیظ به آن اضافه گردید و به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتیگراد تا شفافیت کامل نمونه قرار داده شد سپس به یک بالن ۲۵۰ میلی لیتری منتقل گردید و با محلول رقیق سازی به حجم رسانده شد. نمونه آماده توسط دستگاه اسپکتروسکوپی جذب اتمی (Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry) مورد بررسی و آنالیز فلزی قرار گرفت (AOAC-974.14).

جهت آنالیز کادمیوم و سرب، ابتدا ۱ گرم نمونه‌ی خشک شده ، داخل بوته پلاتینی ریخته و در کوره قرار داده و دمای آن ۱۰۰ درجه‌ی سانتی گراد تنظیم گردید. دمای کوره به صورت ۵۰ درجه‌ی سانتی گراد در هر ساعت افزایش داده شدتا دمای آن به ۴۵۰ درجه‌ی سانتی گراد برسد. نمونه به مدت ۸ ساعت داخل کوره قرار گرفت. سپس ۵ میلی لیتر اسید هیدروکلریدریک ۶ نرمال (HCl 6M) به آنها اضافه و بوته روی هات‌پلیت قرار داده شد تا اسید آن تبخیر شود. در مرحله بعد ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۰/۱ مولار (HNO_3 0.1 M) به آن اضافه شد. پس از آن نمونه به بطری پلاستیکی منتقل گردید و با دستگاه جذب اتمی کوره‌ی گرافیتی خوانده شد (AOAC-999.11).

به منظور آنالیز فلزات کادمیوم و سرب از دستگاه جذب اتمی کوره‌ی گرافیتی یا Graphite Furnance Atomic Absorption Spectrometry مدل Varian-AA 100 و به منظور سنجش غلظت جیوه از دستگاه جذب اتمی هیدرید یا Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry، مدل Varian-AA 100 استفاده گردید. حد تشخیص دستگاه برای جیوه، کادمیوم و سرب به ترتیب : ۰/۰۲۵>، ۰/۰۰۲۵> و ۰/۰۳> میکروگرم بر گرم بود.

از هر نمونه ۳ تکرار آماده سازی و آنالیز گردید و میانگین آنها جهت غلظت نهایی در نظر گرفته شد. به ازای هر ۹ نمونه یک نمونه شاهد انتخاب گردید. جهت اطمینان از مقدار غلظت خوانده شده توسط دستگاه از استاندارد مرجع IAEA-407 استفاده شد. در جدول (۱) مقادیر خوانده شده استاندارد مرجع توسط دستگاه جذب اتمی ارائه گردیده است.

جدول ۱ - مقادیر اندازه‌گیری شده استاندارد مرجع.

استاندارد مرجع IAEA-407			
عناصر	غلظت واقعی (µg/g)	غلظت اندازه گیری شده (µg/g)	بازده
جیوه	۰/۲۲۲	۰/۲۰۰	۹۰ درصد
کادمیوم	۰/۱۸۹	۰/۱۷۴	۹۲ درصد
سرب	۰/۱۲۰	۰/۱۰۷	۸۹/۱ درصد

جهت آنالیز آماری داده‌های بدست آمده در این مطالعه از نرم افزار SPSS V.17 استفاده شده است.

نتایج

در تمامی نمونه‌های مورد بررسی، محدوده‌ی طول استاندارد از ۲۷ تا ۴۶ سانتی‌متر و محدوده‌ی وزن ماهی‌ها از ۴۹۴ تا ۱۹۸۲ گرم اندازه‌گیری شد. در این مطالعه غلظت تمامی فلزات سنگین اندازه‌گیری شده از حد تشخیص دستگاه بالاتر بود. در جداول (۲)و(۳) داده های بدست آمده از بیومتری و در جداول (۴)و(۵) غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در این مطالعه نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج بیومتری ماهی شوریده محدوده بندرگاه بوشهر، زمستان ۱۳۸۸

شماره نمونه	طول کل (cm)	طول استاندارد(cm)	وزن (gr)
۱	۲۹/۵	۲۷	۳۱۵/٦
۲	۳۱	۲۸	۳٥٤/۱
۳	۳۰	۲۷/۵	۳۲۹/۸
٤	۳۸	۳۲/۵	٥۹۰/۰
٥	۳۹	۳٤	٦۷۲/۲
٦	۳۷/۵	۳۳/۵	٥٤۹/۲
۷	٥۲	٤٦	۱٦۹۰/۰
۸	٥۲/۵	٤٦	۱۹۸۲/۲
۹	٤۸	٤۳	۹۹٦/۳
میانگین	۳۹/۷۲	۳٥/۲۷	۸۳۱/۰٤
انحراف استاندارد	۳/۰٤	۲/٥۹	۲۰٤/۰۳

جدول ۳- نتایج بیومتری ماهی شوریده محدوده بندر بوشهرگاه، فصل تابستان ۱۳۸۹

شماره نمونه	طول کل	طول استاندارد(cm)	وزن (gr)
۱	۳٤	۳۱	٤۹٤/۳
۲	۳۳/۵	۳۰	٤۰۰/٥
۳	۳٥	۳۱	٤٦٦/۱
٤	۳۸	۳٤	٥۳۳/۹
٥	٤۱	۳۷	٦۹٥/۷
٦	۳۸	۳٤/٥	٦۱۷/۲
۷	٤۹/٥	٤٤	۱۱۹۰/۱
۸	٤٦	٤۱	۷۰٦/٤
۹	٤۷	٤۱/٥	۹٦۷/٤
میانگین	٤۰/۲۲	۳٦/۰۰	٦۷٤/٦۲
انحراف استاندارد	۱/۹۹	۱/۷۱	۸٥/٥٦

جدول ۴- غلظت فلزات سنگین، در وزن خشک بافت عضله در ماهی شوریده محدوده بندرگاه بوشهر، زمستان ۱۳۸۸

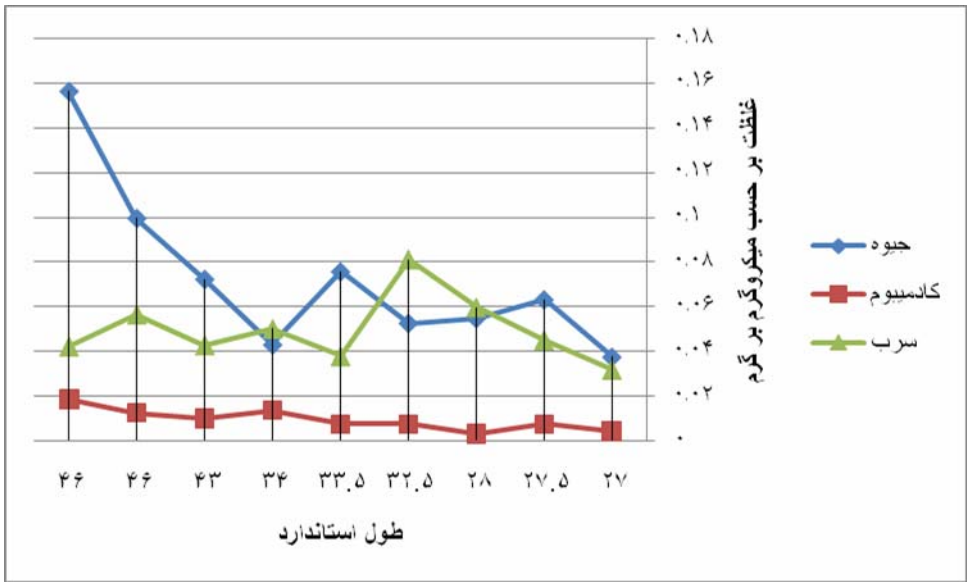
شماره نمونه	جیوه(µg/g)	کادمیوم(µg/g)	سرب(µg/g)
۱	۰/۰۳۷۷	۰/۰۰٤۲	۰/۰۳۲۰
۲	۰/۰٥٤۹	۰/۰۰۳۰	۰/۰٥۹۷
۳	۰/۰٦۳۳	۰/۰۰۷٥	۰/۰٤٥۲
٤	۰/۰٥۲۸	۰/۰۰۷٥	۰/۰۸۱۰
٥	۰/۰٤۳۲	۰/۰۱۳۷	۰/۰٥۰۲
٦	۰/۰۷٥۸	۰/۰۰۷٥	۰/۰۳۸۱
۷	۰/۱٥٦۲	۰/۰۱۸۷	۰/۰٤۲٤
۸	۰/۰۹۹٦	۰/۰۱۲٥	۰/۰٥٦٦
۹	۰/۰۷۲٤	۰/۰۱۰۰	۰/۰٤۳۰
میانگین	۰/۰۷۲۸	۰/۰۰۹٤	۰/۰٤۹۸
انحراف استاندارد	۰/۰۱۲۱	۰/۰۰۱٦	۰/۰۰٤۸

جدول ۵- غلظت فلزات سنگین، در وزن خشک بافت عضله در ماهی شوریده محدوده بندرگاه بوشهر، تابستان ۱۳۸۹

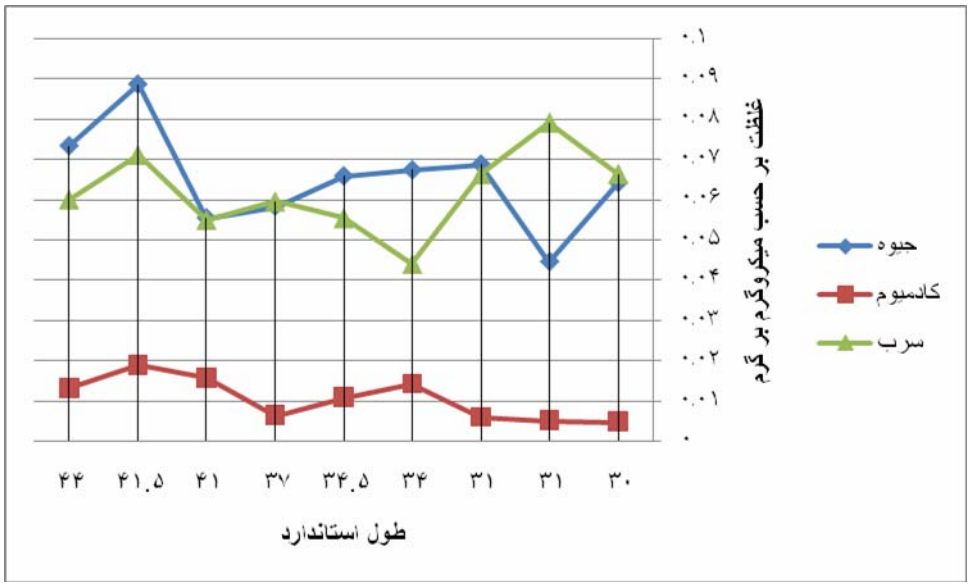
شماره نمونه	جیوه(µg/g)	کادمیوم(µg/g)	سرب(µg/g)
۱	۰/۰٤٤٥	۰/۰۰٥۲	۰/۰۷۹۰
۲	۰/۰٦٤۱	۰/۰۰٤۸	۰/۰٦٦۳
۳	۰/۰٦۸۷	۰/۰۰٦۰	۰/۰٦٦۲
٤	۰/۰٦۷۳	۰/۰۱٤۳	۰/۰٤٤۱
٥	۰/۰٥۸۳	۰/۰۰٦٥	۰/۰٥۹٥
٦	۰/۰٦٥۸	۰/۰۱۰۹	۰/۰٥٥٤
۷	۰/۰۷۳۳	۰/۰۱۳۲	۰/۰٦۰۰
۸	۰/۰٥٥٤	۰/۰۱٥۸	۰/۰٥٥۰
۹	۰/۰۸۸٦	۰/۰۱۹۰	۰/۰۷۱۰
میانگین	۰/۰٦٥۱	۰/۰۱۰٦	۰/۰٦۱۸
انحراف استاندارد	۰/۰۰٤۰	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۳۳

شکل ۲ – میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم در گرم در ماهی شوریده با اندازه های مختلف محدوده بندرگاه بوشهر، زمستان ۱۳۸۸وتابستان ۱۳۸۹ (آنتنک ها نشان دهنده انحراف معیار است)

میانگین غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در نمونه های ماهی شوریده در دو فصل زمستان و تابستان به ترتیب ۰/۰۰۶۲ ± ۰/۰۶۸۹، ۰/۰۰۱۱ ± ۰/۰۱۰۰ و ۰/۰۰۳۲ ± ۰/۰۵۵۸ میکروگرم بر گرم بر حسب وزن خشک می باشد. به منظور بررسی آماری داده ها از نرم افزار SPSS V.17 استفاده شد. نرمال بودن داده ها مورد تأیید قرار گرفت.



شکل ۳- غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در ماهی شوریده محدوده بندرگاه بوشهر،زمستان ۱۳۸۸



شکل ۴ - غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در ماهی شوریده محدوده بندرگاه بوشهر، تابستان ۱۳۸۹

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که غلظت فلزات سنگین جیوه و کادمیوم با سن ماهی همبستگی معنی‌داری داشته است $P<۰/۰۵$. اما این همبستگی در مورد فلز سرب صادق نمی‌باشد. همبستگی غلظت فلزات جیوه و کادمیوم نسبت به هم معنی دار است. در این مطالعه تأثیر دما در میزان تجمع فلزات سنگین مطالعه نشده است.در ارتباط تجمع فلزات با جنسیت ماهی مشخص گردید. ماهی شوریده‌ی نر همانند جنس ماده فلزات جیوه و کادمیوم را در بافت خود ذخیره می کند اما فلز سرب در ماهی ماده بیشتر از ماهی نر تجمع یافته بود.

در این مطالعه جهت بررسی ضریب همبستگی بین داده‌ها، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شده است. در این آماره همبستگی در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ بررسی شده است. غلظت جیوه و کادمیوم در نمونه های فصل زمستان، در سطح ۰/۰۵ دارای همبستگی معنی دار $P<$ ۰/۰۵ و $r=$ ۰/۷۵ می باشد. در حالی که همبستگی بین غلظت فلزات جیوه و سرب و کادمیوم و سرب در این فصل در سطح ۰/۰۵ معنی دار نمی‌باشد. همچنین در فصل تابستان همبستگی بین غلظت جیوه و کادمیوم، جیوه و سرب و کادمیوم و سرب در سطح ۰/۰۵ معنادار نمی‌باشد $P\geq$ ۰/۰۵.

در این مطالعه نمونه‌ها در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ با محدوده‌ی اندازه خاص نمونه برداری شدند. در فصل زمستان همبستگی بین غلظت فلز جیوه و کادمیوم با طول استاندارد معنی دار $P<۰/۰۱$ مشاهده می‌شود. اما همبستگی بین غلظت فلز سرب و طول استاندارد معنی دار نمی باشد. که بر اساس آن می‌توان نتیجه گرفت که طبق داده‌های این مطالعه در فصل زمستان میزان تجمع فلزات جیوه و کادمیوم با افزایش طول استاندارد ماهی افزایش می‌یابد در حالی که اندازه‌ی استاندارد ماهی روی تجمع فلز سرب تأثیری ندارد. در فصل تابستان غلظت هیچ یک از فلزات سنگین همبستگی معنی داری با طول استاندارد ماهی از خود نشان نمی دهند که نشانگر آن است که در فصل تابستان با افزایش طول استاندارد ماهی، غلظت فلزات سنگین در آن افزایش نمی یابد. وزن نمونه‌ها با غلظت جیوه دارای همبستگی مثبت و قوی در سطح ۰/۰۱ است. با کادمیوم نیز همبستگی قوی در سطح ۰/۰۵ مشاهده شده در حالی که سرب دارای همبستگی معنی دار نیست. در فصل تابستان هیچ یک از فلزات سنگین نسبت به هم دارای همبستگی معنی‌داری نبوده اند.

به منظور مقایسه بین غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در دو فصل زمستان و تابستان از آزمون Independent Sample T-Test استفاده شد. با توجه به نتایج بدست آمده بین غلظت فلزات جیوه، کادمیوم و سرب تفاوت معنی داری در فصل زمستان و تابستان مشاهده نشده است $P\geq$ ۰/۰۵. از این رو می توان نتیجه گرفت که تغییر آب و هوا که به نوبه ی خود روی شرایط زیستی ماهیان در آن منطقه تأثیر می گذارد، در سطح اطمینان ۹۵ درصد هیچ گونه تأثیری روی تجمع غلظت فلزات سنگین بررسی شده در این مطالعه نداشته است.

برای بررسی تأثیر جنسیت ماهی روی غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در بافت عضله‌ی ماهی از آزمون Independent Sample T-Test استفاده شد. بر اساس آن غلظت فلزات کادمیوم و جیوه در ماهی نر یا ماده برتری نسبت به دیگری نداشته و در سطح اطمینان ۹۵ درصد هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین این دو از نظر غلظت فلزات مذکور مشاهده نشده است. ولی مورد فلز سرب غلظت آن در دو جنس تفاوت معنی‌داری را از خود نشان داد ($P <$۰/۰۵). با توجه به این نتایج می‌توان گفت که بافت عضله‌ی جنس نر و ماده‌ی ماهی شوریده به مقدار نسبتاً مشابهی فلزات سنگین جیوه و کادمیوم را تجمع می‌کنند، در حالی که فلز سرب در ماهی شوریده‌ی ماده بیشتر از ماهی شوریده‌ی نر تجمع می یابد.

در این مطالعه تمامی مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب زیر حد مجاز استاندارد جهانی می باشد. طبق استاندارد بین المللی WHO حد مجاز غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب به ترتیب، ۰/۵، ۰/۰۵ و ۰/۲ میکروگرم برگرم می باشد. از آنجایی که عمدتاً بافت عضله در سبد غذایی انسانی مصرف می شود می‌تواند به طور مستقیم روی سلامتی انسان تأثیر می‌گذارد (Agah *et al.*, 2008). در جدول (۴) بعضی از مطالعات داخلی و خارجی جهت مقایسه آورده شده است.

جدول۴- غلظت فلزات سنگین در گونه های ماهی محدوده خلیج فارس

کشور	محل	گونه مورد بررسی	سرب(µg/g)	کادمیوم(µg/g)	جیوه(µg/g)	مرجع
ایران	خلیج فارس	*Pomadasys* sp.	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۶	(Agah *et al.*, 2009)
		Platycephalus sp.	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۳	
		Epinephelus sp.	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲۵	۰/۱۶	
		Otolithes ruber	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۱۳	
		Pampus argenteus	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۵	
ایران	خلیج فارس	*Otolithes ruber*	۰/۴۸	۰/۰۶۴	-	(شهریاری، ۱۳۸۲)
		Lutjanus sp.	۰/۴۴۲	۰/۰۶۳	-	
ایران	خلیج فارس	*Johnius belangerri*	-	۰/۳۴	-	دورقی و همکاران، ۱۳۸۸)
ایران	خلیج فارس	ماهی تن (کنسرو)	۰/۰۳۶۶	۰/۰۲۲۳	۰/۰۱۱۷	(Emami Khansari *et al.*, 2005)
امارات	خلیج فارس	*Lethrinus lentjan*	۰/۰۰۹	۰/۱۶	۰/۰۵۱	(Kosanovic *et al.*, 2007)
کشورهای سواحل جنوبی	خلیج فارس	*Epinephelus coidoides*	۰/۰۸۸۵	۰/۰۰۳۲۲	۱/۰۵۷	(De Mora *et al.*, 2004)
		Lethrinus nebulosus	۰/۰۷۹۸	۰/۰۰۶۱	۰/۴۳۲	
نیجریه	خلیج گینه	*Oreochromis niloticus*	۰/۰۵۳	۰/۰۱۵	-	(Eden *et al.*, 2009)
ایران	خلیج فارس	*Otolithes ruber*	۰/۰۵۵۸	۰/۰۱۰۰	۰/۰۶۸۹	تحقیق حاضر

در مقاله‌ای که توسط Agah و همکارانش در سال ۲۰۰۸ ارائه گردیده است، منشأ سرب تجمع یافته در بافت ماهی شوریده از ترکیبات نفتی و منشأ کادمیوم بیشتر از طریق تغذیه ذکر شده است. همچنین با توجه به تردد بالای

کشتی ها و شهرهای پرجمعیت ساحلی و متعاقباً مصرف بالای گازولین در منطقه‌ی بوشهر، این مسئله می تواند مقدار سرب اندازه‌گیری شده در این منطقه را توجیه کند. میانگین غلظت جیوه‌ی بدست آمده در تحقیق ذکر شده از مقدار اندازه‌گیری شده در این تحقیق، بالاتر بوده اما مقادیر سرب و کادمیوم کمتر بدست بوده است. میزان سرب و کادمیوم اندازه‌گیری شده توسط شهریاری بالاتر از میزان اندازه‌گیری شده‌ی این عناصر در تحقیق کنونی بود.

داشتن اطلاعات در مورد غلظت فلزات سنگین در ماهی از دو جنبه‌ی مدیریت طبیعی و سلامت انسانی حائز اهمیت است. به عنوان مثال برخی فلزات سنگین چون مس، روی و آهن برای فعالیت‌های متابولیک ماهی ضروری هستند در صورتی که برخی انواع دیگر مانند جیوه، کادمیوم و سرب هیچ نقش شناخته شده‌ای را در سیستم فیزیولوژیکی ندارند (Canli & Atli, 2003). تحقیقات و بررسی‌های مختلف نشان داده است که تجمع فلزات در یک بافت عمدتاً وابسته به غلظت‌های فلزات در آب و مدت زمانی است که موجود در معرض آنها قرار می‌گیرد. برخی عوامل محیطی دیگر از قبیل شوری، pH، سختی و درجه حرارت نیز نقش‌های مهمی را در تجمع فلزات ایفا می‌کنند. هم چنین نیازهای اکولوژیکی، جنسیت و اندازه در آبزیان دریایی نیز به عنوان فرآیندهای تأثیرگذار بر روی تجمع فلزات در بافت های آنها شناخته شده‌اند (Heath, 1987).

شهریاری در سال ۱۳۸۲ به اندازه‌گیری فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت عضله‌ی ماهیان شوریده و سرخو پرداخته است. میانگین غلظت فلزات سنگین را زیر حد مجاز سازمان بهداشت جهانی اعلام کرده است که با نتایج بدست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. وی همچنین در تحقیق خود غلظت سرب را بیشتر از کادمیوم گزارش نموده است. اما وی بین میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نکرده است. در تحقیقی که توسط Mortazawi در رابطه با اندازه‌گیری فلزات سنگین در ماهی شوریده در سال ۱۹۹۷ انجام گرفته، میانگین غلظت فلزات کادمیوم و سرب پایین‌تر از حد مجاز جهانی بدست آمده است. دورقی و همکارانش در سال ۱۳۸۸ که در رابطه با تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت‌های ماهی شبه شوریده در بندر دیلم بوشهر تحقیق کردند، نشان دادند که با افزایش اندازه ماهی، میزان تجمع کادمیوم نیز در بافت عضله افزایش یافته است. این محققان همچنین در رابطه با ارتباط فصول با تجمع فلزات سنگین به این نتیجه رسیدند که تجمع فلزات در تابستان بیشتر از زمستان بوده است. در حالی که Chouba و همکارانش طی بررسی فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در سال ۲۰۰۴ در ماهی *Mugil cephalus* تفاوت معنی داری بین دو فصل زمستان و تابستان در بافت عضله‌ی ماهی مشاهده نکردند. Agah و همکارانش در سال ۲۰۰۴ در رابطه با بسیاری از فلزات منجمله فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در ۵ گونه از ماهیان خلیج فارس مطالعاتی را انجام دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان تجمع کادمیوم با افزایش اندازه ماهی نسبتاً ثابت بود. در این پژوهش میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و جیوه زیر حد مجاز استاندارد جهانی بود. میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در کل خلیج فارس در ماهی شوریده به ترتیب ۴ و ۲ نانوگرم در گرم وزن تر و غلظت فلز جیوه در ماهی شوریده در بندر بوشهر ۱۴۰ نانوگرم در گرم اندازه‌گیری شده است. با مقایسه‌ی غلظت بدست آمده در این مطالعه با تحقیق حاضر می‌توان گفت که از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ غلظت فلز جیوه کاهش داشته است. Almajed و Preston در سال ۱۹۹۸ میزان جیوه کل و متیل جیوه را در یکی از گونه‌های جنس *Otolithes* اندازه‌گیری کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بین میزان جیوه کل و طول استاندارد ماهی همبستگی مثبتی مشاهده شده است.

منابع

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 بافت های ماهی شبه شوریده *Johnius belangerii* در سواحل شمالی خلیج فارس (بندر دیلم). مجله‌ی علمی شیلات ایران. ۳: ۹-۱.

شهریاری، ع. ۱۳۸۲. 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. ۲: ۶۷-۶۵.

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R. & Baeyens, W. 2008. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment, 157:499-514.

Agah, H., Leermakers, M., Gao, Y., Fatemi, S.M.R., Mohseni Katal, M., Baeyens, W. & Elskens, M. 2009. Mercury accumulation in fish species from the Persian Gulf and in human hair from fishermen. Environmental Monitoring and Assessment, 169:203-216.

Almajed, N.B. & Preston, M.R. 2000. An Assessment of the total and methyl mercury content of zooplankton and Fish tissue collected from Kuwait Teritorial Waters. Marine Pollution Bulletin, 40(4): 298-307.

AOAC Official Method. 974.14. 2000. Mercury in fish. J.AOAC International, 55, 741.USA

AOAC Official Method. 999.11. 2002. Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc in Foods. J.AOAC international, 83, 1204. USA.

Belgvad, H. & Loppenthin, B. 1944. Fishes of the Iranian Gulf. Danish Scientific Investigations in Iran. Einar Munksgaard. Copenhagen.

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

Chouba, L., Kraiem, M., Nijimi, W., Tissaoui, C., Thompson, J.R. & Flower, R.J. 2007. Seasonal variation of heavy metals (Cd, Pb and Hg) in sediments and in mullet *Mugil cephalus* from the Ghar El Lagoon (Tunisia). Transitional Waters Bulletin, 4:45-52.

De Mora, S., Fowler, S.W., Wyse, E. & Azemard, S. 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman. Marine Pollution Bulletin, 49: 410-424.

Edem, C.A., Akpan, S.B. & Dosumnu, M.I. 2008. A comparative assessment of heavy metals and hydrocarbons accumulation in *Sphyrena afra*, *Orechromis niloticus* and *Elops lacerta* from Anantigha Beach Market in Calabar-Nigeria. Afr. J. Environ. Pollut. And Health, 6: 61-64.

Edem, C.A., Osabor, V., Iniama, G., Etiuma, R. & Eke, J. 2009. Distribution of Heavy metals in Bones, Gills, Livers and Muscles of (Tilapia) *Oreochromis niloticus* from Henshaw town beach market in Calabar Nigeria. Department of Pure and Applied Chemistry, University of Calabar. Pakistan Journal of Nutrition, 8 (8): 1209-1211.

Emami Khansari, F., Ghazi Khansari, M. & Abdollahi, M. 2005. Heavy metals content of canned tuna fish. Food Chemistry, 93:293-296 .

Ganjavi, M., Ezzatpanah, H., Givianrad, M.H. & Shams, A. 2010. Effect of canned tuna fish processing steps on lead and cadmium contents of Iranian tuna fish. Food Chemistry, 118: 525-528.

Heath, A.G. 1987. Water pollution and fish physiology. (2nd ed.) CRC. Press. Boston, USA.

Johnson, P., Pars, T. & Bjerregaard, P. 2000. Lead, cadmium, mercury and selenium intake by Greenlanders from local marine food. Science of total Environment, 245(1-3): 187-94.

Kosanovic, M., Hasan, M.Y., Subramanian, D., Al Ahbabi, A.A., Al Kathiri, O.A.A., Aleassa, E.M.A.A. & Adem, A. 2007. Influence of urbanization of the western coast of the United

Arab Emirates on trace metal content in mussle and liver of wild Red-spot emperor (*Lethrinus lentjan*). Faculty of Medicine and Health Sciences, 45: 2261-2266.

Keskin,Y., Baskaya, R., Ozyaral, O., Yurdun, T., Luleci, N.E. & Hayran, O. 2007. Cadmium, lead, mercury and copper in fish from the Marmara Sea. Turkey. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 78: 258-261.

Maggi, C., Berducci, M.T., Bianchi, J., Giani, M. & Campanella, L. 2009. Methylmercury determination in marine sediment and organisms by direct mercury Analyser. Analytica Chimica. Acta, 641:6-32.

Marijic, V.F. & Raspor, B. 2007. Metal exposure assessment in native fish, *Mullus barbatus* L., from the Eastern Adriatic Sea. Toxicology Letters, 168(3): 292-301.

Mello, D.J.P.F. 2003. Food safety contaminants and toxins. CAB International Publishing.Cambridge.USA.

MOOPAM. 1999. Manual of Oceanographic observation and Pollutant Analysis Methods. ROPME, Kuwait.

Mortazawi, M.S. 1999. Heavy metals concentrations in *Otolithes ruber* and *Pampus argenteus* location from the Gulf. Qatar University Science Journal, 19: 165-171.

Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, T., Töre, Y. & Ates, A. 2009. Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean seas. Food Chemistry, 113: 233-237.

Tuzen, M. & Soylak, M. 2007. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey.Food Chemistry, 10: 1378-1382.

WHO. 2004. Guidelines for drinking water quality, 3rd Ed. (Vol.1) Recommendations. World Health Organization, Geneva.