

تعیین سطح غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر

عبدالحسن دولاح^{۱*}

رزاق عیبدی^۲

۱. گروه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

*مسئول مکاتبات:

h_doulah@yahoo.com

کد مقاله: ۱۰۶۷۶-۱۳۹۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

این مقاله برگرفته از سایر فعالیت‌های پژوهشی است.

چکیده

این مطالعه باهدف بررسی سطوح فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر انجام پذیرفت. بدین منظور تعداد ۳۰ قطعه ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) با میانگین وزنی $101/156 \pm 840$ گرم و میانگین طولی $30/89 \pm 34/28$ سانتی‌متر در فصل بهار سال ۱۳۹۷ تهیه شد. نمونه‌ها را با آب مقطر شستشو داده و مقداری از بافت عضله خالص جداسازی گردید. بعد از خشک کردن رطوبت و آب موجود در فضای میان بافتی نمونه‌ها، به میزان ۰/۵ گرم نمونه بافتی پودر شده جدا و با ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ هضم اسیدی نمونه‌ها صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سطح فلزات سنگین مس، روی و آهن از دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی Perkin Elmer 3030 استفاده شد. بر اساس آزمایش‌های انجام‌شده میانگین غلظت فلزات مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی به ترتیب $22/32 \pm 6/14$ ، $14/12 \pm 6/14$ و $36/86 \pm 4/86$ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه گردید. میزان فلزات سنگین مس و روی در بافت عضله ماهی صیبتی در بندر بوشهر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF) بود؛ اما میزان فلز سنگین آهن بیشتر از مقدار مجاز اعلام‌شده توسط سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) اعلام شد. از این‌رو استفاده از این‌گونه برای مصارف انسانی مشکل‌چندانی را از دیدگاه سلامت و بهداشت عمومی ایجاد نخواهد کرد.

واژگان کلیدی: مس، روی، آهن، بندر بوشهر، *Acanthopagrus cuvieri*

مقدمه

مصرف آبزیان در دهه‌های اخیر به دلیل افزایش جمعیت و رویکرد عمومی به مصرف آبزیان، در پی آشکار شدن اهمیت طبی و نقش آن‌ها در پیشگیری از برخی بیماری‌ها، در حال افزایش است (Celik and Oehlenschlaeger, 2005). به موازات افزایش مصرف این منابع خصوصاً ماهیان، تامین بهداشت و سلامت آنان نیز اهمیت بیشتری می‌یابد که در این میان تشخیص و اندازه‌گیری فلزات سنگین دارای اهمیت زیادی می‌باشد (الصاق، ۱۳۹۰). فلزات سنگین گروهی از آلاینده‌های پایدار و خطرناک هستند که خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم‌ها و موجودات زنده محسوب می‌شوند (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). آلودگی محیط‌زیست ناشی از فلزات سنگین در اثر توسعه شهرنشینی و صنایع، که منجر به افزایش کمیت و کیفیت فاضلاب و پساب تولیدی شده است، به طور فزاینده‌ای در حال رشد است. فلزات سنگین که در شکل‌های گوناگون و غلظت‌های متفاوت، به طور عمده از تخلیه پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری، در رودخانه‌ها و نهرها و نیز زهکشی زمین‌های کشاورزی، که با کودهای تهیه شده از لجن فاضلاب‌ها تغذیه می‌شوند به محیط راه می‌یابند، نه تنها موجودات آبی و ماهیان را تهدید می‌کنند، بلکه موجب بروز تغییرات در اکوسیستمی که انسان با محیط اطرافش تشکیل داده و خود در راس آن قرار دارد، می‌شوند (آقازاده مشکی، ۱۳۸۰).

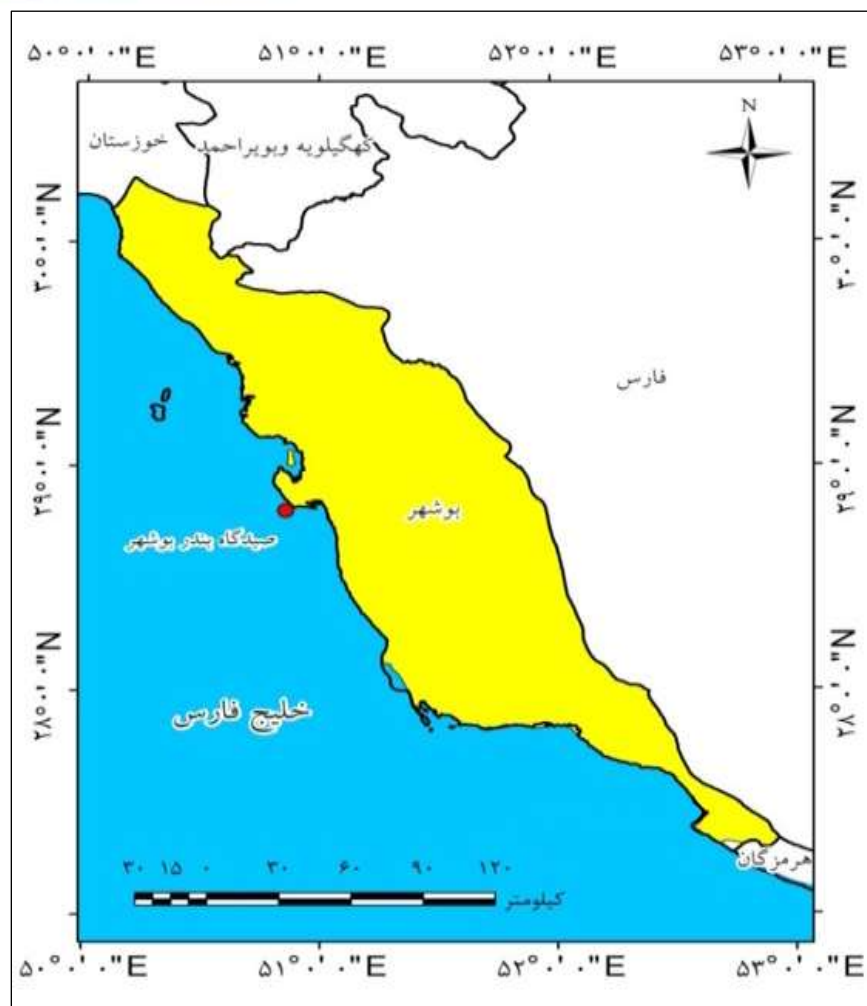
تعیین سطح غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر / دولاخ و عبیدی

در پی انتقال این آلاینده‌ها به محیط‌های آبی، این احتمال وجود دارد که ماهی، مقادیری از برخی فلزات سنگین را از راه زنجیره غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید (Amini Ranjbar and Sotoodenia, 2005). اندام‌های ماهی نیز در برابر مسمومیت با فلزات سنگین حساس‌اند و در این میان عضله به دلیل نقش مهمی که در تغذیه انسان دارد صدمات اصلی را متحمل شود (Stoskopf, 1993). فلزات سنگین مورد مطالعه در این تحقیق مس، روی و آهن می‌باشد که جزء فلزات سنگین ضروری بوده و در غلظت‌های پایین برای متابولیسم طبیعی آبزیان ضروری هستند و می‌توانند نقش مثبت یا منفی مهمی را در زندگی انسان ایفا نمایند (Ghaedi et al., 2009)، اما افزایش هر یک از این فلزات می‌تواند اثرات سمی را نیز به دنبال داشته باشد (Turkmen and Ciminli, 2007). مس یک ماده معدنی ضروری برای اندام‌های زنده است که به فرایند سوخت و ساز بدن کمک می‌کند. بیماری‌هایی نظیر کبد چرب، لک و پیس و فشار خون بالا از علائم مسمومیت با فلز مس است. فلز سنگین روی یک ماده معدنی اصلی کیمیا بوده که در درک مزه و طعم دخالت دارد. سردرد، تهوع، دردهای شکم، اسپاسم گوارش، آسیب به سیستم گوارشی و بافت پوست از علائم مسمومیت با فلز روی هستند (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶). آهن نیز یکی دیگر از عناصر مورد نیاز بدن است که وظایف مهمی از قبیل انتقال اکسیژن در گلبول‌های قرمز و تولید هموگلوبین را بر عهده دارد. آسیب به سیستم ایمنی، آسیب‌های ریوی، ایجاد سنگ‌های صفراوی، سردرد، خستگی، کوتاهی تنفس، کم‌خونی، پورفیری پوستی، کوتولگی، کاهش فعالیت بیضه و تخمدان از علائم مسمومیت با فلز آهن می‌باشد (Van-Dujin, 2000؛ اطهر و وهورا، ۱۳۸۶). لذا بررسی اثرات این فلزات از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) متعلق به راسته (Perciformes) و خانواده (Sparidae) می‌باشد و از مهمترین و با ارزش‌ترین ماهیان خوراکی آب‌های مناطق حاره محسوب می‌شود و نقش مهمی در برنامه غذایی انسانی دارد. ماهی صیبتی در آب‌های دریایی و لب شور در نزدیکی بستر و تا عمق ۵۰ متری زیست می‌کند. این ماهی گوشت‌خوار از ماهیان کوچک و نرم تنان تغذیه می‌کند (صادقی، ۱۳۸۰). پژوهش‌های بسیاری در خصوص اندازه‌گیری و بررسی فلزات سنگین در آبزیان خصوصاً ماهیان انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به بررسی اردک ماهی تالاب انزلی توسط ابراهیمی سیریزی و همکاران در سال ۱۳۹۱ اشاره کرد، همچنین پاکزادتوچایی در سال ۱۳۹۲ ماهی کپور نقره‌ای چاه‌های سیستم را بررسی کرد. لکزایی و همکاران در سال ۱۳۹۴ ماهی کفال طلایی در دریای خزر را مورد ارزیابی قرار دادند و Obeidi و همکاران نیز در سال ۲۰۱۵ ماهی سنگسر معمولی را در بندر بوشهر گزارش کردند. پژوهش‌هایی که در زمینه آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی انجام می‌شوند از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی بسیار مهم هستند. بنابراین این تحقیق به جهت اندازه‌گیری میزان غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی در بندر بوشهر و مقایسه آن با استانداردهای جهانی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

تحقیق صورت گرفته در صیدگاه بندر بوشهر (مختصات جغرافیایی ۵۹°، ۸۱'، ۲۸° عرض شمالی و ۵۳°، ۷۹'، ۵۰° طول شرقی) انجام پذیرفته است (شکل ۱).



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه.

برای انجام این بررسی ۳۰ عدد ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) در بهار سال ۱۳۹۷ بوسیله تور ترال و قلاب بصورت تصادفی از سه صیدگاه بندربوشهر صید گردید. نمونه‌ها کدبندی شده و درون یخدان محتوای یخ قرار گرفته شدند و به آزمایشگاه انتقال یافتند (Krogh and Scanes, 1996). ماهی‌ها با آب مقطر شستشو داده شده و پس از آن عملیات بیومتری (اندازه‌گیری طول کل و وزن کل) انجام شد (Eboh et al., 2006). وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل Kern آلمان با دقت ۰/۰۰۱ گرم و طول آنها به کمک تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر صورت پذیرفت. در تمامی نمونه‌ها برای برداشت بافت عضله به میزان ۲۰ الی ۳۰ گرم از قسمت بالای بدن ماهی (زیر باله پشتی) استفاده گردید. بافت‌ها به درون ظروف کاملاً تمیز (شستشو داده شده با اسید نیتریک) منتقل گردید و در آن در حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت قرار داده تا کاملاً خشک شود. نمونه‌های خشک شده به درون هاون چینی منتقل گردید تا کاملاً پودر شوند. پس از پودر نمودن، نمونه‌ها برای جلوگیری از جذب رطوبت هوا در دسیکاتور قرار داده شدند. برای انجام عملیات هضم ۰/۵ گرم از بافت‌ها همراه با ۵ میل-لیتر اسید نیتریک غلیظ درون لوله هضم بر روی دستگاه Hot plate (هضم گرمایی) قرار داده شدند. بافت‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۴۰ درجه و سپس ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد بر روی Hot plate هضم گردیدند. محلول حاصل شده با استفاده از کاغذ واتمن ۴۲

تعیین سطح غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر / دولاخ و عبیدی

میلی متری صاف شد و در بالن ژوژه به حجم ۲۵ میلی لیتر رسید (Hulya and Erhan, 2000). در نهایت نمونه‌ها جهت تزریق به دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی Perkin Elmer 3030 ساخت آمریکا به داخل ظروف پلی اتیلنی درب‌دار انتقال داده شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS ویرایش بیستم انجام شد. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد.

نتایج

طی این پژوهش بافت عضله ۳۰ عدد ماهی صیبتی با میانگین وزنی $840/73 \pm 156/101$ گرم و میانگین طولی $34/28 \pm 3/089$ سانتی متر در فصل بهار جهت اندازه‌گیری مقادیر فلزات مس، روی و آهن مورد نمونه‌برداری قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده شد که بیشترین و کمترین میزان فلزات مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) به ترتیب ($5/63$ و $7/20$)، ($58/31$ و $68/48$) و ($3/76$ و $5/29$) میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بود (جدول ۲).

جدول ۱: میانگین وزن و طول ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) در فصل بهار (N=30).

متغیرها	میانگین	انحراف معیار (SD)
وزن کل (گرم)	$840/73$	$156/101$
طول کل (سانتی‌متر)	$34/28$	$3/089$

جدول ۲: میانگین و انحراف از معیار سطح فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) در بندر بوشهر (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک).

اندام ماهی	مس	روی	آهن
عضله	$6/32 \pm 0/22$	$61/12 \pm 0/14$	$4/86 \pm 0/36$

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که الگوی تجمع فلزات سنگین به صورت روی < مس < آهن می باشد. در تحقیق دورقی و همکاران (۱۳۸۸) که طی آن تجمع فلزسنگین آهن در بافت عضله ماهی شبه‌شوریده (*Johnius belangerii*) در سواحل شمالی خلیج فارس (بندر دیلم) مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد مقدار فلز اندازه‌گیری شده از میزان استانداردهای جهانی کمتر بود. با توجه به اینکه از انجام این پژوهش بیش از ۹ سال می گذرد و در این بازه زمانی میزان فعالیت نیروگاه ها و ساخته های بشر بشدت افزایش یافته است، در پی آن نیز میزان آلاینده‌ها در اکوسیستم آبی بیشتر شده است. از مقایسه نتایج بدست آمده در این مطالعه با تحقیق حاضر به وضوح مشاهده می‌گردد که در خلیج فارس میزان آلاینده‌ها با گذشت چند سال به چه میزان افزایش یافته است که این آلودگی‌ها تاثیر منفی بر سلامت انسان‌ها خواهد گذاشت. عسکری‌ساری و همکاران (۱۳۸۸) میزان فلزات سنگین مس و روی را در بافت عضله ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*) در خورموسی (بندر ماهشهر) مورد بررسی قرار داد. میانگین فلز روی $26/01$ و فلز مس $4/71$ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد. مقادیر بدست آمده از فلزات سنگین کمتر از میزان مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بود. با توجه به بررسی فلزات مس و روی در بافت عضله و تشابه با تحقیق حاضر همچنین قرارگیری ماهی هامور در عمقی مشابه و نزدیک با گونه

مورد مطالعه در این تحقیق میتوان نتیجه گرفت که میزان بدست آمده در هر دو بررسی با یکدیگر مطابقت دارند. شهاب‌مقدم و همکاران (۱۳۸۹) میزان روی را در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) آب‌های سواحل استان هرمزگان به ترتیب ۸۷۵/۹۹ و ۲/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند. این میزان کمتر از مقدار مجاز استانداردهای بین‌المللی سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بود. با توجه به انجام شدن این تحقیق در آب‌های خلیج فارس و بررسی فلز روی در هر دو مطالعه نتایج آنها نیز با یکدیگر در یک راستا بودند. بهشتی و همکاران (۱۳۹۰) میزان غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن را در بافت عضله ماهی بیا (*Liza abu*) رودخانه کرخه استان خوزستان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که در رودخانه کرخه میزان مس در بافت عضله ۰/۲۴، میزان روی ۸/۰۷ و میزان آهن نیز ۱۲/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک اندازه‌گیری گردید. همچنین نتایج نشان داد که میزان غلظت فلز مس و روی پایین‌تر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و میزان آهن بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود که همچون تحقیق صورت گرفته شده توسط محقق که میزان آهن بیش از میزان استاندارد (FDA) بود، می‌باشد. فرهادی و همکاران (۱۳۹۲) میزان مس، روی و آهن را در بافت عضله ماهی کبجار بزرگ (*Saurida tumbil*) بندر هندیجان (خلیج فارس) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان غلظت مس، روی و آهن پایین‌تر از حد مجاز استاندارد-های سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF) بود. پاکزاد توچایی (۱۳۹۲) میزان غلظت فلزات سنگین مس و روی را در بافت عضله ماهی کپور نقره‌ای (*Hipophthalmichthys molitrix*) چاه نیمه‌های سیستان مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که میزان مس در بافت عضله ۴۱/۰۱ و میزان روی ۷۲/۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه‌گیری گردید. همچنین نتایج غلظت فلز مس و روی پایین‌تر از حد مجاز استاندارد بوده و بنابراین نمی‌تواند برای مصرف‌کننده ماهی خطرناک باشد. قنبری و همکاران (۱۳۹۳) میزان تجمع‌زیستی فلز روی را در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بندر بوشهر و بندر عسلویه (سواحل خلیج فارس) به ترتیب ۳۰/۳۵ و ۱۸۳/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش کردند که غلظت فلز روی در عضله ماهی شوریده در بندر عسلویه بالاتر و در بندر بوشهر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بود. ماهی شوریده مورد بررسی این مطالعه در بندر بوشهر با گونه تحقیق حاضر، هر دو در آب‌های منطقه بوشهر زیست کرده و در آن منطقه صید شده‌اند. از این رو با صرف نظر از تفاوت‌های فیزیولوژیکی در گونه‌ها، شباهت بسیاری در محل زندگی آنها، شرایط دمایی - محیطی و همچنین میزان فلزات سنگین موجود در محیط وجود داشته است. به همین جهت میتوان تا حد بسیاری نتایج این دو تحقیق در بندر بوشهر را به یکدیگر ارتباط داد و نتیجه گرفت که نتایج آنها با هم مطابقت دارد. پذیرا و همکاران (۱۳۹۵) میزان روی را در بافت عضله دو گونه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت روی در بافت عضله ماهی شیر و قباد به ترتیب ۳۵/۱ و ۴۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$). همچنین نتایج نشان داد که غلظت فلزات سنگین روی در عضله ماهی شیر و قباد از حد مجاز استاندارد سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بالاتر و از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF) پایین‌تر بود. قنبری و همکاران (۱۳۹۶) تجمع‌زیستی فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت فلزات مس و روی در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی در بندر بوشهر پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF) و سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود؛ اما غلظت فلز آهن در بافت عضله ماهی سنگسرمعمولی در بندر بوشهر بالاتر از حد مجاز سازمان غذا و دارو

تعیین سطح غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر / دولاخ و عبیدی

آمریکا (FDA) بود. نتایج این تحقیق که در سال گذشته و با اختلاف زمانی کم نسبت به پژوهش حاضر صورت گرفته نشان دهنده یکسان بودن نتایج و هم راستا بودن آنهاست.

پذیرا و همکاران (۱۳۹۵) میزان روی را در بافت عضله دو گونه ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت روی در بافت عضله ماهی شیر و قباد به ترتیب ۳۵/۱ و ۴۰/۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد و اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P > 0.05$). همچنین نتایج نشان داد که غلظت فلزسنگین روی در عضله ماهی شیر و قباد از حد مجاز استاندارد سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بالاتر و از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) پایین تر بود. قنبری و همکاران (۱۳۹۶) تجمع زیستی فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی سنگرمعمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت فلزات مس و روی در بافت عضله ماهی سنگرمعمولی در بندر بوشهر پایین تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) و سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود؛ اما غلظت فلز آهن در بافت عضله ماهی سنگرمعمولی در بندر بوشهر بالاتر از حد مجاز سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود. نتایج این تحقیق که در سال گذشته و با اختلاف زمانی کم نسبت به پژوهش حاضر صورت گرفته نشان دهنده یکسان بودن نتایج و هم راستا بودن آنهاست. عبیدی و همکاران (۱۳۹۷) میزان غلظت عناصر ضروری مس، روی و آهن را در بافت عضله ماهی شهری معمولی در بندر بوشهر ارزیابی کردند که نتایج بدست آمده از مطالعات آنها برای عناصر مس، روی و آهن به ترتیب ۵/۶۷۸، ۱۷/۰۹۶ و ۱/۴۹۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک بود. نتایج نشان داد میزان عناصر مس و روی کمتر از مقدار مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) بود اما سطح عنصر آهن بیشتر از مقدار مجاز سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بود.

علت اختلاف تجمع فلزات سنگین در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک، فعالیت های متابولیکی و زیستی متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه ای، سطح غذا، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت های تنظیمی هموستازی بدن ماهی بستگی دارد (Canli and Atli, 2003). همچنین روش سنجش فلزات سنگین و دستگاه های مورد استفاده مختلف نیز در نتایج می تواند تاثیر گذار باشد.

نتایج به دست آمده طی فعالیت های پژوهشی زمانی اعتبار می یابد که با استانداردهای بین المللی موجود آورده شوند. مقایسه نتایج به دست آمده از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه (مس، روی و آهن) با استانداردهای بین المللی سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA)، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان UK(MAFF) نشان داد که میزان فلزات مس و روی کمتر از حد مجاز این استانداردها بوده ولی سطح فلز آهن از حد مجاز اعلام شده از سوی سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بیشتر بوده است. در انتها با توجه به بیشتر بودن میزان آهن در این مطالعه در مقایسه با استاندارد جهانی می توان نتیجه گرفت که جهت استفاده از این گونه در این منطقه و به دلیل نقش و اهمیت عضله ماهی در تغذیه انسان باید مراقبت های لازم از جمله میزان مصرف ماهی و انجام آزمایشات پزشکی مورد نیاز به موقع انجام شود. پیشنهاد می گردد با پایش های مداوم تمامی آلاینده های محیطی در آب، رسوب و آبزیان خلیج فارس در جهت لزوم اطمینان از سلامت مصرف سایر آبزیان توسط سازمان های مربوطه و مسئولین ذیربط صورت پذیرد و به جهت کنترل منابع آلاینده نیز مدیریت مناسب اتخاذ گردد تا ذخایر آبزیان که به عنوان یکی از مهمترین منابع پروتئینی به حساب می آیند دچار صدمات کمتری ناشی از عوامل آلاینده شوند.

جدول ۳: مقایسه میزان غلظت فلزات سنگین مس، آهن و سلیوم در بافت عضله ماهی صبیتی با استانداردهای بین المللی (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک).

استانداردها	مس	روی	آهن	منابع
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۱۰	۱۰۰	-	WHO, 1995
سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)	۳۰	۵۰	-	Sciortino and Ravikumar, 1999
مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)	۱۰	۱۵۰	-	Darmono and Denton, 1990
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UK(MAFF)	۲۰	۵۰	-	MAFF, 1995
سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA)	-	-	۰/۵	FDA, 2011
عضله ماهی صبیتی، بندربوشهر	۶/۳۲	۶۱/۱۲	۴/۸۶	مطالعه حاضر

منابع

- ابراهیمی سیریزی، ز.، ساکی زاده، م.، اسماعیلی ساری، ع.، بهرامی فر، ن.، قاسم پوری، س. م. و عباسی، ک.، ۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲(۸۷): صفحات ۶۳-۵۷.
- الصاق، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی تراکم روی، مس، کبالت و منگنز در بافت خوراکی ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) دریای خزر. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۱۳ (۴): صفحات ۱۱۳-۱۰۷.
- اطهر، م. و وهورا، ش. ب.، ۱۳۸۶. فلزات سنگین و محیط زیست. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنجند، چاپ اول، ۱۷۵ ص.
- آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸۰. عوامل میکروبی مولد فساد در ماهی و فرآوردهای آن. سمینار دوره دکترای تخصصی بهداشت مواد غذایی. دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، ۲۳ ص.
- بهشتی، م.، عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۰. مقایسه غلظت فلزات سنگین (Cu, Fe, Zn, Mn) در اندامهای مختلف ماهی بیاج (*Liza abu*) در رودخانه کرخه استان خوزستان. نشریه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۵ (۳): صفحات ۹۹-۱۰۸.
- پاکزاد توچایی، س.، ۱۳۹۲. بررسی الگوی تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، مس و روی) در بافت‌های عضله، کبد، کلیه، آبشش و فلس ماهی کپور نقره‌ای (*Hipophthalmichthys molitrix*) چاه نیمه‌های سیستان. نشریه اقیانوس شناسی، ۴(۱۳): صفحات ۲۸-۲۱.
- پذیرا، ا. ع.، خسروی فرد، ا. و قنبری، ف.، ۱۳۹۵. مقایسه تجمع زیستی سرب و روی در بافت عضله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر. مجله اکوبیولوژی تالاب، ۸ (۲۹): صفحات ۵-۱۴.
- پذیرا، ا. ع.، خسروی فرد، ا. و قنبری، ف.، ۱۳۹۵. مقایسه تجمع زیستی سرب و روی در بافت عضله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson*) و قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر. مجله اکوبیولوژی تالاب، ۸ (۲۹): صفحات ۱۴-۵.
- جلالی جعفری، ب. و آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸۶. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب، چاپ اول، تهران، ۱۳۴ ص.
- دورقی، ا.، کوچنین، پ.، نیک پور، ی.، یاور، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع. و سالاری علی آبادی، م. ع.، ۱۳۸۸. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت‌های ماهی شبه شوریده (*Johnius belangerii*) در سواحل شمالی خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، ۳ (۳): صفحات ۸-۱.
- شهاب مقدم، ف.، اسماعیلی ساری، ع.، ولی نسب، ت. و کریم آبادی، م.، ۱۳۸۹. مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، ۱۹(۲): صفحات ۹۴-۸۵.
- صادقی، س. ن.، ۱۳۸۰. ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی ماهیان جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان). انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، ۳۳۲ ص.
- عبیدی، ر.، دهاز، ط.، ضبائیان نوربخش، ه. و قنبری، ف.، ۱۳۹۷. تعیین میزان فلزات سنگین ضروری در عضله ماهی شهری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در بندربوشهر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۵): صفحات ۱۵۶-۱۴۹.

تعیین سطح غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله ماهی صیبتی (*Acanthopagrus cuvieri*) در بندر بوشهر / دولاح و عبیدی

- عسکری ساری، ا.، فرهنگ نیا، م. و بازترابی، م.، ۱۳۸۸. اندازه گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی (*Epinephelus coioides*). مجله اکوبیولوژی تالاب، ۱(۲): صفحات ۱۰۶-۱۰۱.
- عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آیزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، ۳۸۰ ص.
- فرهادی، ا.، یاور، و. و سالاری علی آبادی، م.ع.، ۱۳۹۲. غلظت برخی فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهی کیجار بزرگ (*Saurida tumbil*) در بندر هنديجان - خلیج فارس. فصلنامه علمی علوم و فنون شیلات، ۲(۱): صفحات ۸۰-۷۱.
- قنبری، ف.، پذیرا، ع.ا.، مغدانی، س. و جوادزاده، ن.، ۱۳۹۳. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین روی و سلیوم در بافت عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بندر بوشهر و بندر عسلویه (سواحل خلیج فارس). چهارمین همایش ملی کشاورزی، آیزیان و غذا، استان بوشهر، ایران، ۷ ص.
- قنبری، ف.، پذیرا، ع.ا.، عبیدی، ر. و فروزانی، ص.، ۱۳۹۶. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین مس، روی، آهن و سلیوم در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۶): صفحات ۱۷۷-۱۷۱.
- لکزی، ف.، بابائی، ه. و خداپرست، س.ح.، ۱۳۹۴. سنجش فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، روی و مس) در بافت عضله و کبد ماهی کفال طلائی در دو منطقه حوضه جنوب غربی دریای غزر (کیاشهر و تالش). نشریه توسعه آبی پروری، ۹(۳): صفحات ۵۸-۵۱.

Amini Ranjbar, A. and Sotoodenia, F., 2005. Accumulation heavy metals in muscle tissue of *Mugil auratus* and its relationship with some biometrical characteristics (standard length, weight, age and sex). Iranian Fisheries Scientific Journal, 3: 1-18.

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. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(02\)00194-X](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00194-X)

Celik, U. and Oehlenschlaeger, J., 2005. Zinc and copper content in marine fish samples collected from the eastern Mediterranean Sea. European Food Research and Technology, 220: 37- 41.

Darmono, D. and Denton, G.R.W., 1990. Heavy metals concentration in the banana prawn *Penaeus merguensis* and leader prawn *Penaeus monodon* in the Towns vile region of Australia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 44:479-486.

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.

FDA., 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. Department of health and human service public health food and drug administration center for food safety and applied nutrition of food safety. Fourth Edition, 476 p.

Ghaedi, M., Shokrollahi, A., Kianfar, A.H., Pourfarokhi, A., Khanjari, N., Mirsadeghi A.S. and Soylak M., 2009. Pre concentration and separation of trace amount of heavy metal ions on bis (2- hydroxyl acetophenone) ethylendiimine loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 162: 1408-1414.

Hulya, K. and Erhan, U., 2000. Concentration of heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake Turkey. Chemosphere, 41(9):1371-1376. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00563-9](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00563-9)

Krogh, M. and Scanes, P., 1996. Organochlorine compound and trace metal contaminants in fish near Sydney Ocean outfall. Marine Pollution Bulletin, 33(7-12):213-225. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(96\)00171-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00171-3)

MAFF., 1995. Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Directorate of Fisheries Research, Lowest oft, Aquatic Environment Monitoring Report, No. 44.

Obeidi, R., Pazira, A.R. and Noorinezhad, M., 2015. Measuring the concentration of lead in muscle and liver tissues of *Pomadasys kaakan* in Bushehr port, Iran. AES Bioflux, 7(3):483-489.

Sciortino, J.A. and Ravikumar, R., 1999. Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution - Bay of Bengal Programme, Published by FAO, 123 p.

Stoskopf, M.K., 1993. Fish medicine. WB Saunders Co, London, England, 882p.

Turkmen, M. and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Food Chemistry, 103: 670-675.

Van-Duijn, J.R.C., 2000. Diseases of fishes. Narendra Publishing House. Delhi, India.174 pp.

WHO, 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part (1) Implications for Policy Markers, 25 p.