

تجمع نیکل، کادمیوم و سرب در عضله میس ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) و ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) در دریای عمان (خلیج چابهار)

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین نیکل، سرب و کادمیوم در عضله ماهی میس ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) و ماهی سوکلا (*Rachycentron Canadum*) دریای عمان (خلیج چابهار) در فصول بهار، تابستان و پاییز ۱۳۹۲ انجام شد. در این تحقیق ۴۸ نمونه ماهی از دریای عمان (خلیج چابهار) از دو منطقه ساحلی و دریایی صید شد. جهت استخراج فلزات از بافت‌های مورد مطالعه، از روش هضم مرطوب استفاده شد و تعیین غلظت فلزات سنگین به وسیله دستگاه جذب اتمی صورت پذیرفت. میانگین میزان کادمیوم، سرب و نیکل در دو گونه ماهی در منطقه ساحلی بالاتر از نواحی دریایی بود. میانگین میزان فلزات سنگین مورد مطالعه در عضله ماهیان در فصل تابستان بالاتر از فصول بهار و پاییز به دست آمد. میزان فلز نیکل در عضله دو گونه ماهی مورد مطالعه نسبت به فلزات کادمیوم و سرب در عضله بالاتر بود. مقادیر فلزات کادمیوم، سرب و نیکل در عضله میس ماهی در مناطق ساحلی و دریایی در سه فصل بهار، تابستان و پاییز بالاتر از ماهی سوکلا به دست آمد. با توجه به مقادیر به دست آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق و مقایسه آن با استانداردهای جهانی غلظت فلز سنگین نیکل در عضله میس ماهی و ماهی سوکلا که از گونه‌های پر مصرف منطقه چابهار می‌باشند نسبت به استانداردهای جهانی بالاتر بود. میزان فلز کادمیوم در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی پایین‌تر بود. میزان سرب در مقایسه با حد مجاز استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی بالاتر به دست آمد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، میس ماهی، ماهی سوکلا، چابهار، دریای عمان.

مقدمه

اکوسیستم‌های آبی به‌ویژه دریاها و خطوط ساحلی آن‌ها در معرض آلودگی‌های مختلفی نظیر ترکیبات آلی، ترکیبات نفتی، سموم علف‌کش و آفت‌کش، فلزات سنگین هستند که در اثر فعالیت‌های طبیعی و نیز به‌طور عمد در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Dogan-Saglamtimur and Kumbur, 2010; Coulibaly et al., 2012). فلزات سنگین گروهی از آلاینده‌های خطرناک و سمی می‌باشند که خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم‌ها و موجودات زنده محسوب می‌شوند. در این میان ماهیان نیز گروهی از آلاینده‌ها هستند که با افزایش آلاینده‌ها در محیط‌زیست آبی، آن‌ها را از مسیرهای مختلف بدن جذب نموده و در اندام‌های عضله، کبد، کلیه، پوست و استخوان تجمع می‌یابند (اسماعیلی-ساری و همکاران، ۱۳۸۶؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳).

عناصر سمی نظیر جیوه، آرسنیک، کادمیوم، سرب و نیکل از مهم‌ترین منابع آلاینده محیط‌زیست به حساب می‌آیند که در بدن انسان اثرات سمی دارند و سبب انواع بیماری‌ها می‌شوند (Miloskovic and Simic, 2015). برخی فلزات سنگین نظیر مس، روی، آهن و منگنز برای بدن انسان ضروری هستند و در فعالیت‌های حیاتی نقش مهمی دارند، اما چنانچه مقادیر آن‌ها بیش از حد گردد، سمیت آن‌ها بیشتر شده و مشکلاتی را

الهام شهری^۱

محمد ولایت‌زاده^{۲*}

۱. کارشناس آلودگی‌های محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست، زاهدان، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

*مسئول مکاتبات:

mv.5908@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۶-۰۲-۵۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۶

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

ایجاد می‌کنند (ولایتزاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ Qin et al., 2015). پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل‌ونقل، مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین، فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام، زباله‌های صنعتی، ساختار ژئوشیمیایی زمین و معادن حاوی فلزات سنگین، از منابع بالقوه آلودگی این آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی به شمار می‌روند (Asha et al., 2010; Ananth et al., 2014; Derrag et al., 2014).

دریای عمان در جنوب کشور در جنوب استان سیستان و بلوچستان به وسعت ۴۰۰۱۹ کیلومترمربع قرار دارد. این دریا از شمال به ابریز دریاچه هامون و کوه‌های مکران، از شرق به کشور پاکستان و از غرب به استان‌های کرمان و هرمزگان محدود می‌گردد. دریای عمان یکی از اکوسیستم‌های آبی مهم منطقه می‌باشد که با ذخایر گیاهی و جانوری غنی از تنوع ژنتیکی، به‌عنوان یکی از منابع زیستی مهم محیط‌زیست با بیشترین تنوع زیستی در حوزه قاره آسیا تلقی می‌گردد (Valinasab, 1994; Valinasab, 1995). سواحل چابهار به دلایلی مانند وجود منابع غنی طبیعی و اکوسیستم‌های خاصی نظیر آبسنگ‌های مرجانی، اکوسیستم‌های غنی صخره‌ای و زیستگاه لاک‌پشت‌های دریایی جزء مناطق حساس دریایی به‌حساب می‌آیند که دارای ارزش حفاظتی بالایی بوده و فعالیت‌های گسترده تجاری در مجاورت آن‌ها انجام می‌شود. ورود فاضلاب شهری، تخلیه آب توازن کشتی‌ها و گاهی ورود نفت به منطقه ساحلی و فعالیت‌های صنعتی در نوار ساحلی و حداکثر شیب فلات قاره، به‌علاوه عبور مدار رأس‌السرطان (۲۰ درجه) که گرمای شدیدی را بر محیط آبی دریای عمان ایجاد کرده است، سبب شده است تا دو منطقه دریایی و ساحلی برای انجام تحقیق انتخاب گردد. این عوامل تشدیدکننده آلودگی و کمبود اکسیژن محیط در نوار ساحلی برای فعالیت‌های آبریان می‌باشد که بعضاً پدیده کشتند قرمز را نیز ایجاد می‌نماید و نتیجه آن مرگ‌ومیر جلبک‌های سبز می‌باشد که این آلودگی مواد مغذی است که خود با سایر آلودگی‌ها مشکلاتی را برای آبریان ایجاد می‌کند. از جمله مهم‌ترین تهدیدات محیط‌زیست بندر چابهار می‌توان به سوخت و روغن‌موتور قایق‌ها و شناورها، آلودگی‌های ناشی از تخلیه ضایعات و زباله‌های شناورها و لنج‌های صیادی، پساب‌های شهری، تخلیه و بارگیری مواد نفتی، سوخت‌گیری شناورها، جابه‌جایی مواد نفتی در دریا، حوادث و تصادفات کشتی‌ها نیز اشاره نمود (شهری و همکاران، ۱۳۹۶؛ شهری و ولایتزاده، ۱۳۹۶).

تحقیقات و مطالعات متعددی در زمینه تعیین غلظت فلزات سنگین در ماهیان ایران انجام شده است. غلظت فلزات سنگین گزارش شده در مطالعات متعدد نشان داده که ممکن است این آلاینده‌ها خطراتی برای سلامتی مصرف‌کنندگان آسیب‌پذیرتر مانند زنان باردار، جنین و کودکان به همراه داشته باشد (ولایتزاده و عبدالهی، ۱۳۸۹؛ ولایتزاده و طبیب‌زاده، ۱۳۹۰؛ اسماعیلی‌ساری و همکاران، ۱۳۹۰؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۰؛ چراغی و همکاران، ۱۳۹۱؛ احمدی کردستانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ مردوخی و همکاران، ۱۳۹۲؛ چراغی و همکاران، ۱۳۹۲؛ پناهنده و همکاران، ۱۳۹۲؛ ولایتزاده و همکاران، ۱۳۹۳) که این مسئله فلزات سنگین را در زمره خطرناک‌ترین سموم قرار داده است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱؛ عسکری‌ساری و ولایتزاده، ۱۳۹۳).

با توجه به اینکه عضله نقش مهمی در تغذیه انسان‌ها دارد و اطمینان از سلامت آن جهت مصرف در بدن انسان‌ها ضروری است، همچنین فلزات سنگین سبب بروز مسمومیت‌های حاد و مزمن می‌شود، به همین علت عضله به‌عنوان بافت هدف انتخاب گردید. همچنین این تحقیق باهدف به‌منظور تعیین غلظت فلزات سنگین نیکل، سرب و کادمیوم در عضله میس ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) و ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) و مقایسه با استانداردهای جهانی در دو منطقه ساحلی و دریایی خلیج چابهار در دریای عمان در فصول بهار، تابستان و پاییز انجام شد.

مواد و روش‌ها

شهرستان چابهار با وسعت ۹۷۳۹ کیلومتر مربع در منتهی‌الیه جنوب شرقی ایران در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است و از نظر مختصات جغرافیایی در ۶۰ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و به لحاظ موقعیت جغرافیایی و امکانات و توانمندی‌های بالقوه صید و صیادی و کشاورزی، اقتصادی، سیاسی و نظامی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (شهری و همکاران، ۱۳۹۶؛ شهری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۶).

نمونه‌برداری از بافت‌های عضله ماهیان سوکلا و میش ماهی در فصل بهار، تابستان و پاییز در دو منطقه ساحلی (صیادان بومی سواحل بندر چابهار) و دریایی (کشتی‌های صیادی آب‌های دریایی) بندر چابهار صورت گرفت. از هر گونه ماهی در هر منطقه ۱۲ نمونه تهیه شد. به عبارت دیگر از هر گونه ماهی ۲۴ نمونه در هر فصل تهیه گردید. تهیه نمونه‌های ساحلی با خریداری از صیادان ساحلی انجام گردید و تهیه نمونه‌های دریایی توسط لنج‌های مشخص و با حضور محققان صورت گرفت. نمونه‌های دریایی از کشتی‌های صیادی که در آب‌های دریایی دور از ساحل تهیه شدند. برای انتقال نمونه‌ها از چابهار به مرکز استان سیستان و بلوچستان (زاهدان) توسط ماشین‌های مخصوص شیلاتی که دارای سردخانه و یخچال می‌باشند انجام گرفت که دمای نگهداری ماهیان ۱۰- درجه سانتی‌گراد بود (ROPME, 1999). پس از انتقال نمونه‌های ماهی به آزمایشگاه ابتدا زیست‌سنجی با تخته بیومتری و ترازوی دیجیتال انجام شد. سپس ۵ گرم از بافت تر عضله ماهی توسط ترازوی دیجیتال Acculabalt 224 با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید و بعد از انجام خاکسترسازی مقدماتی جهت سفید شدن خاکستر نمونه، نمونه در کوره الکتریکی FG Muff Furnace مدل FMB با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفت تا خاکستر سفید ماهی حاصل شود. سپس نمونه به صورت محلول در اسید نیتریک ۱ درصد با درجه خلوص ۶۵ درصد آماده و همراه با نمونه شاهد و استانداردهای مرجع به دستگاه جذب اتمی مدل Younglin AAS8020 ساخت کشور کره داده شد و میزان جذب آن اندازه‌گیری گردید. سپس با استفاده از منحنی کالیبراسیون مقادیر جذب به غلظت تبدیل و مقدار نهایی گزارش شد. صحت داده‌های به دست آمده با استفاده از روش Standard Addition بررسی گردید. در این روش ابتدا ماده مجهول آنالیز شد، سپس به چند ظرف که حاوی مقدار یکسانی از نمونه است، حجم‌های مشخصی از استاندارد اضافه گردید و کروماتوگرام مربوط به هر مرحله را آنالیز و ارتفاع یا سطح زیر پیک نمونه‌ها را بر اساس حجم استاندارد اضافه شده ترسیم و در نهایت با استفاده از روابط موجود غلظت نمونه محاسبه شد. استفاده از این روش سبب حفظ بافت نمونه‌ها گردید و در نتیجه احتمال مزاحمت بافت (Matrix Interference) نمونه‌ها کاهش یافت (Rouessac and Rouessac, 2007).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS17 انجام شد که میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس دوطرفه (ANOVA) و آزمون آماری دانکن (Duncan test) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P=0.05$) تعیین گردید. بررسی نرمال بودن و همگنی داده‌ها به کمک آزمون کولموگراف - اسمیرنوف صورت پذیرفت. برای اطمینان از روش کار سنجش فلزات سنگین از مواد و روش‌های استاندارد (CRMs) استفاده گردید. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

میانگین زیست‌سنجی شامل طول کل، طول استاندارد و وزن ماهیان مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. بالاترین و پایین‌ترین میزان کادمیوم به ترتیب در عضله میش ماهی (0.078 ± 0.006 میلی‌گرم در کیلوگرم) و ماهی سوکلا (0.031 ± 0.002 میلی‌گرم در کیلوگرم) به دست آمد. بالاترین و پایین‌ترین میزان سرب نیز به ترتیب در عضله میش ماهی (0.96 ± 0.05 میلی‌گرم در کیلوگرم) و ماهی سوکلا (0.37 ± 0.01 میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. بالاترین و پایین‌ترین میزان نیکل در عضله میش ماهی (0.98 ± 0.06 میلی‌گرم در کیلوگرم) و ماهی سوکلا (0.49 ± 0.03 میلی‌گرم

تجمع نیکل، کادمیوم و سرب در عضله میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) و ماهی سوکلا ... / شهری و ولایتزاده

در کیلوگرم) به دست آمد. میانگین میزان کادمیوم، سرب و نیکل در دو گونه ماهی در منطقه ساحلی بالاتر از نواحی دریایی بود. میانگین میزان فلزات سنگین مورد مطالعه در عضله دو گونه میش ماهی و ماهی سوکلا صید شده در فصل تابستان بالاتر از فصول بهار و پاییز به دست آمد. میزان فلز نیکل در عضله دو گونه ماهی مورد مطالعه نسبت به فلزات کادمیوم و سرب در عضله بالاتر بود. مقادیر فلزات کادمیوم، سرب و نیکل در عضله میش ماهی در مناطق ساحلی و دریایی در سه فصل بهار، تابستان و پاییز بالاتر از ماهی سوکلا به دست آمد (جدول ۲).

جدول ۱: میانگین زیست‌سنجی (طول کل، طول استاندارد و وزن) ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) و میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در خلیج چابهار (۱۳۹۲).

گونه ماهی	تعداد نمونه	طول کل (سانتیمتر)	وزن (گرم)
ماهی سوکلا	۲۴ قطعه	۱۱۲/۵۶±۳۲/۷۱	۱۲۱۴۲/۶۹±۲۵۱/۶۲
میش ماهی	۲۴ قطعه	۱۰۵/۱۴±۲۹/۴۶	۱۰۷۸۵/۵۵±۳۲۲/۴۸

جدول ۲: غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، نیکل و روی) در عضله ماهیان مورد مطالعه (ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) و میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*)) در دو منطقه دریایی و ساحلی خلیج چابهار (دریای عمان) (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر).

فصول	گونه ماهی	منطقه	کادمیوم	سرب	نیکل
بهار	ماهی سوکلا	ساحلی	۰/۰۵۶±۰/۰۰۳ ^a	۰/۵۸±۰/۰۰۳ ^a	۰/۶۹±۰/۰۰۳ ^a
		دریایی	۰/۰۴۳±۰/۰۰۷ ^b	۰/۴۲±۰/۰۰۲ ^b	۰/۶۲±۰/۰۰۳ ^b
	میش ماهی	ساحلی	۰/۰۶۱±۰/۰۰۵ ^c	۰/۸۸±۰/۰۰۳ ^c	۰/۸۶±۰/۰۰۵ ^c
		دریایی	۰/۰۴۹±۰/۰۰۶ ^d	۰/۴۹±۰/۰۰۱ ^d	۰/۸۲±۰/۰۰۶ ^d
تابستان	ماهی سوکلا	ساحلی	۰/۰۶۲±۰/۰۰۳ ^c	۰/۷۶±۰/۰۰۳ ^c	۰/۷۸±۰/۰۰۵ ^c
		دریایی	۰/۰۴۹±۰/۰۰۳ ^d	۰/۵۵±۰/۰۰۳ ^f	۰/۷۲±۰/۰۰۵ ^f
	میش ماهی	ساحلی	۰/۰۷۸±۰/۰۰۶ ^e	۰/۹۶±۰/۰۰۵ ^g	۰/۹۸±۰/۰۰۶ ^g
		دریایی	۰/۰۵۲±۰/۰۰۴ ^f	۰/۶۸±۰/۰۰۳ ^h	۰/۹۱±۰/۰۰۷ ^h
پاییز	ماهی سوکلا	ساحلی	۰/۰۳۷±۰/۰۰۶ ^g	۰/۴۲±۰/۰۰۲ ^b	۰/۵۵±۰/۰۰۳ ⁱ
		دریایی	۰/۰۳۱±۰/۰۰۲ ^h	۰/۳۷±۰/۰۰۱ ⁱ	۰/۴۹±۰/۰۰۳ ^j
	میش ماهی	ساحلی	۰/۰۴۴±۰/۰۰۶ ^b	۰/۶۲±۰/۰۰۴ ^j	۰/۷۵±۰/۰۰۴ ^k
		دریایی	۰/۰۳۲±۰/۰۰۵ ^h	۰/۴۹±۰/۰۰۲ ^d	۰/۶۹±۰/۰۰۳ ^l

حروف غیرهمنام اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد ($P < 0.05$)

با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق و مقایسه آن با استانداردهای جهانی غلظت فلز سنگین نیکل در عضله میش ماهی و ماهی سوکلا که از گونه‌های پرمصرف منطقه چابهار می‌باشند نسبت به استانداردهای جهانی بالاتر بود، بنابراین ماهیان مذکور نسبت به سمیت نیکل ممکن است مشکلاتی را در مصرف‌کنندگان ایجاد نماید. میزان فلز کادمیوم در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی (FAO)، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وزارت کشاورزی - شیلات انگلستان (UKMAFF) و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا (NHMRC) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) پایین‌تر بود. میزان سرب در مقایسه با حد مجاز استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی بالاتر به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه غلظت فلزات سنگین با حد مجاز استانداردهای بین‌المللی در عضله ماهیان (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر) (ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) و میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*)).

منابع	فلزات			استانداردها
	نیکل	کادمیوم	سرب	
WHO, 1996	۰/۵	۰/۲	۰/۵	سازمان بهداشت جهانی
Chen and Chen, 2001	۰/۵	۲	۵	سازمان غذا و داروی آمریکا
MAFF, 1995	-	۰/۲	۲	وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان
Tuzen, 2009	-	۰/۰۵	۱/۵	مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا
Chen and Chen, 2001	-	-	۰/۵	سازمان جهانی غذا و کشاورزی
تحقیق حاضر	۰/۷۳	۰/۰۴	۰/۶	ماهی سوکلا - میش ماهی

بحث و نتیجه‌گیری

میزان کادمیوم و سرب در عضله دو گونه میش ماهی و ماهی سوکلا در منطقه ساحلی بالاتر از منطقه دریایی بود. در بخش دریایی به دلیل خاصیت خودپالایی دریا احتمالاً کاهش اثر فلزات سنگین وجود دارد، اما تشکیلات زمین‌شناسی و بافت صخره‌ای نوار ساحلی دریای عمان تا حد شیب قاره‌ای، سنگ‌های رسوبی و آذرینی است که دارای کانی‌های حاوی فلزات سنگین می‌باشد. همچنین احتمالاً علت این است که در خطوط ساحلی بندر چابهار فعالیت‌های کشتیرانی جهت صیادی و توسعه اقتصادی منطقه انجام می‌شود. همچنین فعالیت‌های صنعتی نظیر آبریز پروری و صنایع دیگر و ورود پساب‌های شهری و روستایی به آب‌های ساحلی می‌تواند سبب افزایش میزان کادمیوم در منطقه ساحلی گردد. در سواحل چابهار نیز مانند سایر اکوسیستم‌های دریایی تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مختلف با توجه به زیستگاه آن‌ها و شرایط بیواکولوژی متفاوت است. مهم‌ترین منابع ورود سرب به آب‌های ساحلی در بندر چابهار وجود لنج‌ها و کشتی‌های صیادی و تجاری فراوان و صنایع مختلف می‌باشد (شهری و همکاران، ۱۳۹۶؛ شهری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۶).

فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس به ترتیب ۰/۲۵۰ و ۰/۲۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۹۱). فرهادی و همکاران (۱۳۹۲) نیز میزان تجمع کادمیوم و سرب را در عضله ماهی کیجار (*Saurida tumbil*) صیدشده از سواحل بندر هندیجان را غیرقابل تشخیص تعیین نمودند. میزان کادمیوم در عضله ماهیان شورت (*Sillago sihama*) و زمین کن (*Platycephalus indicus*) خلیج فارس به ترتیب ۰/۵-۰/۴۳ و ۰/۳۹-۰/۲۲ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (محمدنبی‌زاده و پورخباز، ۱۳۹۲). میانگین فلز سرب در بافت عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس به ترتیب ۰/۶۳۸ و ۰/۶۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۹۱). میزان سرب در عضله ماهیان شورت (*Sillago sihama*) و زمین کن (*Platycephalus indicus*) خلیج فارس به ترتیب ۰/۷۳-۰/۵۸ و ۰/۷۶-۰/۶۹ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (محمدنبی‌زاده و پورخباز، ۱۳۹۲). میانگین میزان سرب در عضله ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*)، قباد (*Scomberomorus guttatus*) و شیر (*Scomberomorus commerson*) به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۴۰ و ۰/۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (Askary, Sary and Velayatzadeh, 2014). علت اختلاف تجمع فلزات سنگین در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک و زیستی و فعالیت‌های متابولیکی متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه‌ای، سطح غذا، سن، اندازه و فصل نمونه‌برداری، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت‌های تنظیمی هم‌نوسازی بدن ماهی نیز بستگی دارد (Yi and Zhang, 2012; Razavi et al., 2014). همچنین روش سنجش فلزات سنگین و نوع دستگاه‌های جذب اتمی نیز می‌تواند در نتایج گزارش شده تأثیرگذار باشد (عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳).

میزان نیکل در عضله میس ماهی و ماهی سوکلا در مناطق ساحلی بالاتر از منطقه دریایی بود. غلظت بالای نیکل معمولاً ناشی از منابع انسانی مانند تردد کشتی‌ها، قایق‌ها، نفت‌کش‌ها و نفت خام است (Nwani et al., 2010; Coulibaly et al., 2012). از آنجایی که در بندر چابهار تخلیه و بارگیری توسط کشتی‌ها و نفت‌کش‌ها صورت می‌گیرد انتظار می‌رود وجود نیکل در این مکان ناشی از نفت خام باشد. میانگین غلظت نیکل در بافت خوراکی ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲۲ و ۰/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک (شهریاری، ۱۳۸۴)، در عضله و کبد ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*) ۰/۹۴ و ۱/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک (گرچی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸)، در عضله کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) ۱۴/۴۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک (پروانه و همکاران، ۱۳۹۰)، ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم (پورمقدس و شهریاری، ۱۳۸۹) گزارش شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر تغییری که در میزان تجمع فلزات در بافت‌های ماهی اتفاق می‌افتد می‌تواند از عوامل مختلفی مثل ویژگی خود فلز، بافت اندام هدف، جنسیت، وزن و سن ماهی، عادات غذایی، مدت‌زمان در معرض فلز بودن، خصوصیات بوم‌شناختی و شرایط محیطی و همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط‌زیست تأثیرپذیر باشد (اسماعیلی‌ساری و همکاران، ۱۳۸۶؛ اسماعیلی‌ساری و همکاران، ۱۳۹۰؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳).

یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان فصل و تغییرات فصلی می‌باشد. در فصل تابستان با توجه به اینکه سرعت تجزیه بسیار بالاست معمولاً موجودات آبی پس از مرگ در کف تجزیه شده و باعث افزایش غلظت عناصر موجود در بدن خود می‌شود و باعث افزایش عناصر سنگین در تابستان در آبزیان می‌گردد، همچنین به دلیل اینکه در تابستان آب جابه‌جایی کمی دارد، بر روی موجودات سطح‌زی و میان‌زی نیز تأثیرگذار است (Derrag et al., 2014; Hantoush et al., 2012). همچنین به نظر می‌رسد به علت افزایش شدید رشد و وزن در پایان فصل پاییز و با توجه به اینکه سرعت جذب فلزاتی نظیر سرب در عضله کاهش می‌یابد و افزایش تجمع به سمت بافت‌های چرب، این فلز در عضله ماهیان در پاییز کمترین مقدار را نشان می‌دهد (Bahnasawy et al., 2011; Bellassoued et al., 2013). احتمالاً یکی از دلایل تجمع فلزات سنگین در فصل بهار به علت گردش آب و آزادسازی و ورود عناصر سنگین از کف به داخل ستون آب و جذب آن توسط آبزیان می‌باشد. معمولاً بیشترین تجمع در آب روی سطح رسوبات می‌باشد که با جریان‌های بهاری و پاییزی به ستون آب آزاد می‌شود و توسط ماهی جذب در نتیجه غلظت فلز در بافت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Nwani et al., 2010; Coulibaly et al., 2012). پایین بودن تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله در نتیجه تطابق فیزیولوژیک ماهی با محیط اطراف هم‌زمان با رشد ماهی است که این امر می‌تواند در حذف یا خنثی‌سازی عناصر سنگین در بافت عضله مؤثر باشد (Majnoni et al., 2013; Levengood et al., 2014).

در این تحقیق میانگین میزان نیکل و سرب در ماهیان مورد مطالعه در مقایسه با استانداردهای جهانی بالاتر بود. همچنین با توجه به میزان فلزات سنگین می‌توان بیان نمود که سواحل چابهار دارای آلودگی‌های متعددی است. مناطق صنعتی چابهار دارای کارخانه و کارگاه‌هایی می‌باشد که به‌طور عمده با دریا و فرآورده‌های دریایی در ارتباط می‌باشند. فعالیت‌های دریایی این کارخانه‌ها و پساب و زباله‌های آن‌ها می‌تواند به دریا و سواحل اثر سوء برساند. منابع ایجادکننده آلودگی‌های دریایی سواحل چابهار شامل منطقه صنعتی چابهار، اسکله‌ها، مناطق تکثیر و پرورش آبزیان، مناطق شهری، محل دفن زباله‌های شهری و آب‌شیرین‌کن‌ها می‌باشند. از میان منابع اشاره شده، وجود آلودگی‌های نفتی قابل توجه در اسکله‌ها و محل تجمع لجن‌ها از بروز یک حادثه زیست‌محیطی مخرب خبر می‌دهد که متأسفانه در حال افزایش می‌باشد. چابهار دارای مناطق صنعتی شامل پسابندر، بریس، نگور، رمین، شهرک صنعتی چابهار، ناحیه کارگاهی و دهکده صنعتی منطقه آزاد است. از جمله موارد دیگری که در آلودگی دریا و سواحل آن تأثیرگذار می‌باشد، کارگاه‌های تکثیر و پرورش آبزیان است که از چند طریق اثرات خود را اعمال می‌کنند، از طریق معرفی گونه‌های جدید غیروومی به منطقه و از طریق کودها و داروهایی که به استخرها داده می‌شوند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد با توجه به مطالب فوق مطالعات جامع و تکمیلی در خصوص تجمع فلزات سنگین در آبزیان سواحل چابهار انجام شود.

منابع

- احمدی کردستانی، ز.، حمیدیان، ا. ح.، حسینی، س. و. و اشرفی، س.، ۱۳۹۲. ارزیابی ریسک جیوه ناشی از مصرف میگوی پا سفید (*Lithopenaeus vannamei*)، میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*)، ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) و خرچنگ دراز (*Astacus leptodactylus*). فصلنامه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال پنجم، شمار ۱۷: صفحات ۶۳-۷۰.
- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط‌زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، ۷۶۷ ص.
- اسماعیلی ساری، ع.، نوری ساری، ح. و اسماعیلی ساری، ا.، ۱۳۸۶. جیوه در محیط‌زیست. انتشارات بازرگان، چاپ اول، رشت، ۲۲۶ ص.
- اسماعیلی ساری، ع.، عبدالله زاده، ا.، جورابیان شوشتری، ش. و قاسمپوری، س. م.، ۱۳۹۰. تعیین حد مجاز مصرف ماهی از نظر ترکیبات جیوه. مجله دانشگاه علوم پزشکی فسا، سال اول، شماره ۲: صفحات ۳۱-۲۴.
- پروانه، م.، خیرور، ن.، نیک‌پور، ی. و نبوی، س. م. ب.، ۱۳۹۰. غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک گرد و رسوبات خور موسی در استان خوزستان. مجله علمی شیلات ایران، سال بیستم، شماره ۲: صفحات ۱۵۸-۱۵۳.
- پورمقدس، ح. و شهریار، ع.، ۱۳۸۹. غلظت کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان. مجله تحقیقات نظام سلامت، دوره ششم، شماره ۱: صفحات ۳۶-۳۰.
- پناهنده، م.، منصوری، ن.، خراسانی، ن.، کرباسی، ع. و ریاضی، ب.، ۱۳۹۲. تخمین مواجهه و خطر بالقوه ناشی از مصرف اردک ماهی (*Esox lucius*). ماهی شاه کولی (*Chaleaiburnus chaleoide*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) حاوی سه فلز سرب، کادمیوم و کروم در بومیان حاشیه تالاب انزلی. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب، دوره پنجم، شماره ۱۶: صفحات ۹۰-۸۳.
- چراغی، م.، اسپرغم، ا. و نوربایی، م. ح.، ۱۳۹۱. ارزیابی ریسک کادمیوم ناشی از مصرف ماهی شیربت (*Barbus grypus*) رودخانه ارنود. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، دوره چهارم، شماره ۱۳: صفحات ۸۲-۷۵.
- چراغی، م.، پورخباز، ح. ر. و جوانمردی، س.، ۱۳۹۲. تعیین غلظت جیوه در ماهی خوراکی بیاخ (*Liza abu*) رودخانه کارون. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، سال بیست و سوم، شماره ۱۰۳: صفحات ۱۱۳-۱۰۵.
- حسینی، س. م.، میرغفاری، ن.، محبوبی صوفیانی، ن. و حسینی، س. و.، ۱۳۹۰. ارزیابی ریسک جیوه ناشی از مصرف ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) دریای خزر در استان مازندران. نشریه شیلات (مجله منابع طبیعی ایران)، دوره ۶۴ شماره ۳: صفحات ۲۵۷-۲۴۳.
- شهاب مقدم، ف.، اسماعیلی ساری، ع.، ولی‌نسب، ت. و کریم آبادی، م.، ۱۳۸۹. مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپرماهی چهارگوش و گیش چشم درشت خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، سال نوزدهم، شماره ۲: ۹۴-۸۵.
- شهری، ا. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۶. تاثیر فصول گرم و سرد بر تجمع نیکل، کادمیوم و سرب در عضله ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) و زمین‌کن دم‌ناری (*Platycephalus indicus*) دریای عمان (چابهار). مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۱۲ (۱): صفحات ۲۱-۱۰.
- شهری، ا.، خراسانی، ن.، نوری، غ.، کرم‌مصطفی پور، ف. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۶. ارزیابی خطر برخی فلزات سنگین در عضله چهار گونه ماهی دریای عمان در فصل بهار. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط، ۳ (۱): صفحات ۳۹-۳۰.
- شهریار، ع.، ۱۳۸۴. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۲. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره هفتم، شماره ۲: صفحات ۶۷-۶۵.
- عسکری ساری، ا.، فرهنگ‌نیا، م. و بازترابی، م.، ۱۳۸۸. اندازه‌گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*). مجله اکوبیولوژی تالاب، دوره اول، شماره ۲: صفحات ۱۰۶-۱۰۱.
- عسکری ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، محبوب، ث. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران، سال بیست و یکم، شماره ۳: صفحات ۱۰۶-۹۹.
- عسکری ساری، ا. و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. 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 بافت‌های مختلف ماهی کیجار بزرگ (*Saurida tumbil*) در بندر هندیجان. فصلنامه علوم و فنون شیلات، دوره دوم، شماره ۱: صفحات ۸۰-۷۱.

- گرچی پور، ع.، صدوق نیری، ع.، حسینی، ا. ر. و بیتا، س.، ۱۳۸۸. بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافت‌های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور معمولی. مجله علمی شیلات ایران، سال هجدهم، شماره ۱: صفحات ۱۰۸-۱۰۱.
- محمد نبی زاده، س. و پورخباز، ع. ر.، ۱۳۹۲. ردیابی زیستی فلزات سنگین در بافت‌های ماهیان شورت و زمین کن در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا، فصلنامه دامپزشکی ایران، دوره نهم، شماره ۱: صفحات ۶۴-۷۵.
- مردوخی، س.، حسینی، س. و. و حسینی، س. م.، ۱۳۹۲. ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در خلیج فارس: مطالعه موردی بندر ماهشهر. فصلنامه علوم و فنون شیلات، دوره دوم، شماره ۳: صفحات ۵۵-۴۳.
- ولایت‌زاده، م. و عبدالهی، س.، ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه تجمع جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شلج (*Aspius vorax*) رودخانه کارون در فصل زمستان. مجله محیط‌زیست جانوری، سال دوم، شماره ۴: صفحات ۷۲-۶۵.
- ولایت‌زاده، م. و طیب‌زاده، م.، ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه تجمع عناصر سمی جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی لوتک (*Cyprinion macrostomus*) رودخانه کارون. مجله علوم و فناوری غذایی، سال سوم، شماره ۱: صفحات ۳۳-۲۷.
- ولایت‌زاده، م.، عسکری‌ساری، ا.، خدادادی، م.، کاظمیان، م. و بهشتی، م.، ۱۳۹۳. اندازه‌گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت‌های ماهی بیه (*Liza abu*) رودخانه‌های کارون و دز استان خوزستان. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره شانزدهم، شماره ۳: ۶۱ صفحات ۵۱-۵۱.
- Ananth, S., Mathivanan, V., Aravinth S. and Sangeetha, V., 2014.** Impact of Arsenic metal toxicant on biochemical changes in the grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. International Journal of Modern Research and Reviews, 2 (2): 74-78.
- Asha, P. S., Krishnakumar, P. K., Kaladharan, P., Prema, D., Diwakar, K. and Valsalaand, K. G., 2010.** Heavy metal concentration in sea water, sediment and bivalves off Tuticorin. Journal of Marin Biology Association India, 52 (1): 48-54.
- Askary Sary, A. and Velayatzadeh, M., 2014.** Determination of lead and zinc in king mackerel (*Scomberomorus guttatus*), Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) and Tiger-toothed Croaker (*Otolithes ruber*) from Persian Gulf, Iran in 2001 and 2011. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 5 (1): 322-329.
- Bahnasawy, M., Khidr, A. and Dheina, N., 2011.** Assessment of heavy metal concentrations in water, plankton, and fish of Lake Manzala, Egypt. Turkish Journal Zoology, 35 (2): 271-280.
- Bellassoued, K., Hamza, A., Pelt, J. and Elfeki, A., 2013.** Seasonal variation of *Sarpa salpa* fish toxicity, as related to phytoplankton consumption, accumulation of heavy metals, lipids peroxidation level in fish tissues and toxicity upon mice. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 185: 1137-1150.
- Chen, Y. C. and Chen, M. H., 2001.** Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. Journal of Food Drug Analytic, 9: 107-114.
- Coulibaly, S., Celestin Atse, B., Mathias Koffi, K., Sylla, S., Justin Konan, K. and Joel Kouassi, N., 2012.** Seasonal Accumulations of Some Heavy Metal in Water, Sediment and Tissues of Black-Chinned Tilapia *Sarotherodon melanotheron* from Bietri Bay in Ebrie Lagoon, Ivory Coast. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 88: 571-576.
- Derrag, Z., Dali, Y. and Mesli, L., 2014.** Seasonal Variations Of Heavy Metals In Common Carp (*CyprinusCarpio* L., 1758) Collected From Sikkak Dam Of Tlemcen (Algeria) Journal of Engineering Research and Applications, 4 (1): 1-8.
- Dogan-Saglamtimur, N. and Kumbur, H., 2010.** Metals (Hg, Pb, Cu and Zn) bioaccumulation in sediment, fish, and human scalp hair: A case study from the city of mersin along the southern Coast of turkey. Biological Trace Element Research, 136 (1): 55-70.
- Hantoush, A. A., Al-Najare, G. A., Amteghy, A. H., Al-Saad, H. T. and Abd Ali, K., 2012.** Seasonal variations of some trace elements concentrations in Silver Carp *Hypophthalmichthys molitrix* Consolidated from farms in central Iraq. Marsh Bulletin, 7 (2): 126-136.
- Levengood, J. M., Soucek, D.J., Sass, G. G., Dickinson, A. and Epifanio, J. M., 2014.** Elements of concern in fillets of bighead and silver carp from the Illinois River, Illinois. Chemosphere, 104: 63-68.

- MAFF. 1995.** Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Aquatic Environment Monitoring Report No. 44. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft.
- Majnoni, F., Mansouri, B., Rezaei, M. R. and Hamidian, A. H., 2013.** Metal concentration in tissues of common carp, *Cyprinus carpio* and silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* from the Zarivar Wetland in Western Iran. Archives of Polish Fisheries, 21: 11-18.
- Miloskovic, A. and Simic, V., 2015.** Arsenic and other Trace Elements in Five Edible Fish Species in Relation to Fish Size and Weight and Potential Health Risks for Human Consumption. Polish Journal of Environmental Studies, 24 (1): 199-206.
- Nwani, C. D., Nwachi, D.A., Okogwu, O. I., Ude, E. F. and Odoh, G. E., 2010.** Heavy metals in fish species from lotic freshwater ecosystem at Afikpo, Nigeria. Journal of Environmental Biology, 31 (5): 595-601.
- ROPMI 1999.** Manual of oceanographic and pollutant analysis method. Third Edition. Kuwait. 100 pp.
- Qin, D., Jiang, H., Bai, S., Tang, S. and Mou, Z., 2015.** Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. Food Control, 50: 1-8.
- Razavi, N. R., Arts, M. T., Qu, M., Jin, B., Ren, W., Wang, Y. and Campbell, L. M., 2014.** Effect of eutrophication on mercury, selenium, and essential fatty acids in Bighead Carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) from reservoirs of eastern China. Science of the Total Environment, 499: 36-46.
- Rouessac, F. and Rouessac, A., 2007.** Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques. 2nd Edition, England, John Wiley & Sons Ltd.
- Tuzen, M., 2009.** Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. Journal of Food and chemical Toxicology, 47 (9): 2302-2307.
- Valinasab, T., 1994.** Assessment of demersal resources by swept area method (from the head of Naiband to Sirik). Fisheries research center of the Oman Sea Bandar Abbas, 55 p.
- Valinasab, T., 1995.** Countering method for plotting of points on the map which used on swept area studies in the Oman Sea. Fisheries research center of the Oman Sea. Bandar Abbas, 35 p.
- WHO (World Health Organization). 1996.** Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed, 2: 31-388, Geneva.
- Yi, Y. J. and Zhang, S. H., 2012.** The relationships between fish heavy metal concentrations and fish size in the upper and middle reach of Yangtze River. Procedia Environmental Sciences, 13: 1699 -1707.

تجمع نیکل، کادمیوم و سرب در عضله میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) و ماهی سوکلا ... / شهری و ولایتزاده