ارزیابی غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کرم، مس، کبالت و روی) در ماهیان خوراکی تالاب بین المللی خورخوران

محسن دهقانی[1*]

۱. استادیار گروه شیلات، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

***مسئول مکاتبات:**
dehghani933@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۵۰۳۰۳۰۱
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۸
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های سمی در اکوسیستم‌های آبی هستند و آبزیان در معرض بسیاری از این آلاینده‌ها قرار دارند. این عناصر در ماهی به‌عنوان یکی از زنجیره‌های غذایی انسان تجمع می‌یابند. هدف از این تحقیق بررسی غلظت فلزات سنگین در گونه‌های غالب صیدشده در تالاب بین‌المللی خور خوران خور خوران بوده است. صید ماهیان در منطقه موردمطالعه در دی‌ماه ۱۳۹۱ صورت گرفت. اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کبالت، مس، کبالت، کرم و روی در اندام‌های عضله ۸ گونه از ماهیان خوراکی تالاب بین‌المللی خور خوران حلوا سفید (*Pampus argentus*)، شورت (*Sillago sihama*)، سنگسر شش خط (*Pomadasys furcatus*)، سرخو معمولی (*Lutjanus johni*)، هامور معمولی (Epinephelus coioides)، خنو خال سیاه (*Plectorhinchus pictus*)، گواف کوچک (*Anodontostoma chacunda*)، زمین کن (*platycephalus indicus*) بر اساس روش‌های استاندارد صورت گرفت. در بین فلزات سنگین، بالاترین مقدار مربوط به فلز روی با ۱۷۶/۵۰±۳۷/۷۱ در گونه زمین کن و کمترین مقدار را سرب با ۰/۰۱±۰/۰۸ میکروگرم در گرم وزن خشک در گونه حلوا سفید اندازه‌گیری شد. به‌علاوه تجمع فلزات سنگین به‌صورت Zn>Cu>Co>Cr>Cd>Pb تعیین شد. میانگین کادمیوم با ۱/۳۹ میکروگرم در گرم وزن خشک از استانداردهای جهان بیشتر بود. همچنین میانگین غلظت سرب از استاندارد WHO و FDA کمتر، درصورتی‌که از استانداردهای IAEA، UNEP، TFC بیشتر است. غلظت فلزات سنگین در بین گونه‌های مختلف ماهیان اختلاف معنی‌داری را نشان داد که می‌تواند ناشی از تفاوت ویژگی‌های بوم‌شناسی ماهیان و فلزات باشد. فعالیت‌های مختلف در حاشیه‌ی تالاب و ویژگی‌های این اکوسیستم می‌تواند دلیلی بر بالا بودن غلظت برخی از فلزات سنگین در مقایسه با مطالعات مشابه و استانداردهای جهانی باشد.

واژگان کلیدی: تالاب، خور خوران، فلزات سنگین، ماهیان خوراکی، خلیج‌فارس.

مقدمه

اهمیت زیستگاه‌های آبی، به‌عنوان اکوسیستم‌های غیرقابل جایگزین برای زیستمندان وابسته به آن‌ها و نگهداری تنوع زیستی بسیاری از گونه‌های ارزشمند جانوری و گیاهی، قابل‌توجه است (MacFarlane and Burchett, 2000). برای حفظ محیط‌زیست و کنترل آلودگی اطلاع دقیقی از میزان آلودگی‌ها و پراکنش آن‌ها نیاز می‌باشد (Storelli *et al.*,2005). از سوی دیگر برای تعیین تأثیر آلودگی، منابع و غلظت آلاینده‌ها در محیط‌های آبی نیاز به ارزیابی و پایش محیط است و میزان آلودگی در این محیط‌ها می‌تواند توسط آنالیز آب، رسوبات و موجودات دریایی تعیین شود (Ochieng *et al.*, 2007).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

فلزات سنگین جزو آلاینده‌های پایدارند و به علت سمیت زیست‌شناختی، قابلیت تجزیه نیستند (de Mora *et al.*, 2004). فلزات سنگین شامل دودسته عناصر ضروری و غیرضروری هستند که در بوم سم‌شناسی قابل‌توجه‌اند، ازاین‌رو این عناصر پایداری بالایی داشته و توانایی ایجاد سمیت در موجودات زنده رادارند. این عناصر از راه‌های مختلف مانند فاضلاب‌های شهری و صنعتی، شسته شدن و حمل مواد شیمیایی از خشکی، فعالیت‌های کشاورزی و ته‌نشست اتمسفری وارد محیط‌های آبی می‌شوند (Sekhar *et al.*, 2003). مقدار این آلاینده‌ها معمولاً به دلیل تجمع و بزرگنمایی زیستی در بدن آبزیان بسیار بالاتر از محیط اطراف است و چون بسیاری از گونه‌های دریایی مورد تغذیه‌ی انسان قرار می‌گیرند، دانستن مقادیر طبیعی فلزات، یا حداقل غلظت ثابتشان در یک محیط دریایی برای تعیین و ارزیابی آلودگی فلز ضروری است (Ruelas-Inzunza and Pa´ ez-Osuna, 2000).

آبزیان به‌ویژه ماهی‌ها به‌عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند در سبد غذایی بسیاری از مردم جهان وجود دارند و تخمین زده می‌شود ۱۵ تا ۲۰ درصد از پروتئین‌های حیوانی از منابع آبی تأمین شود (FAO, 2010). بااین‌وجود این آبزیان می‌توانند دارای میزان خطرناکی از بعضی فلزات باشند که ممکن است از طریقه‌ی زنجیره‌ی غذائی برای انسان مخاطره‌آمیز باشد. ماهی در محل زیست خود توانایی گریز از این مضرات مخرب آلودگی را نداشته و سبب آلودگی زنجیره غذایی نیز می‌شود (Vinodhini and Narayanan, 2008). به آن‌ها عموماً قابلیت بالائی در تجمع بیولوژیکی آلاینده‌های محیطی دارا هستند (Türkmen *et al.*,2009). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، تغییرات فصلی در خواص شیمیایی آب ازجمله: شوری، سختی، دما و غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب جزو عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی می‌باشند (Demirak *et al.*, 2006). ازاین‌رو ماهی‌ها به‌عنوان یک شاخص زیستی برای تعیین اثر آلودگی ناشی از فلزات سنگین، در اکوسیستم‌های آبی استفاده می‌شوند، چراکه آن‌ها در بالای زنجیره غذایی بوده و به‌عنوان یک منبع غذایی منعکس‌کننده تأثیرات بهداشتی برای انسان می‌باشد (Fernandes *et al.*, 2008). به‌علاوه می‌توان از گونه‌های ماهی برای ارزیابی بهداشت اکوسیستم‌های آبی استفاده نمود (Begüm *et al.*, 2005).

تاکنون در خصوص تجمع فلزات سنگین در بافت‌های ماهی و آبزیان مطالعات بسیاری در ایران و جهان صورت گرفته است. Pourang و همکاران (۲۰۰۵)، مقادیر فلزات سنگین در ماهیان منطقه شمالی خلیج‌فارس مقدار روی، کادمیوم و سرب را در گونه *Solea elongate* به ترتیب ۶۵/۸ ،۰/۱ و ۰/۸۷ پی پی ام گزارش‌شده است (Pourang *et al.*, 2005). در پژوهشی در خلیج‌فارس غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در بافت خوراکی ماهی شوریده به ترتیب ۰/۴۸، ۰/۰۶۴ و ۰/۴۸ میکروگرم بر گرم و در ماهی سرخو ۰/۴۴۲، ۰/۰۶۳ و ۰/۳۲۲ میکروگرم بر گرم در واحد وزن خشک اندازه‌گیری نمود (شهریاری،۱۳۸۴). Mohammadnabizadeh و همکاران غلظت کادمیوم، سرب و کرم را در گونه *Pampus argenteus* به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۰۱ و ۰/۱۳ میکروگرم در گرم و در گونه *Platycephalus indicus* به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۲۲ و ۰/۵۸ میکروگرم در گرم اندازه‌گیری نمودند (Mohammadnabizadeh *et al.*, 2014). Leung و همکاران مقادیر غلظت فلزات سنگین سرب (۰/۲۴)، کادمیوم (۰/۰۳)، روی (۱۶/۷)، کرم (۰/۳۸) و مس (۱/۰۲) میکروگرم در گرم را در گونه *Epinephelus coioides* اندازه‌گیری نمودند (Leung *et al.*, 2014).

تالاب بین‌المللی خور خوران با توجه به برخورداری از ویژگی‌های خاص اکولوژیکی و بیولوژیکی ازجمله عمق کم آب، وجود خورهای متعدد، سواحل گلی، جنگل‌های مانگرو و تنوع آبزیان جزو مناطق باارزش ساحلی- دریایی خلیج‌فارس محسوب می‌شود. ساکنین زیادی در حاشیه این تالاب زندگی می‌کنند. در این منطقه ساکنین وابستگی زیادی به محیط دریایی داشته و معیشت اغلب خانوارها در سکونتگاه‌های ساحلی به منابع دریایی به‌ویژه ماهیان وابسته است. وجود سکونتگاه‌های متعدد، صنایع و معادن، منشأ ورود فاضلاب‌های خانگی، پساب‌های صنعتی، مواد زائد و زباله‌ها به این اکوسیستم می‌باشد که خود موجب افزایش غلظت بسیاری از آلاینده‌ها ازجمله فلزات سنگین در آب، رسوبات و آبزیان می‌شود؛ بنابراین این تحقیق به‌منظور ارزیابی غلظت فلزات سنگین در ماهیان دارای ارزش خوراکی تالاب بین‌المللی خور خوران انجام‌گرفته است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

مواد و روش‌ها

تالاب بین‌المللی خور خوران بین َ۰۰ ْ۲۷ و َ۴۰ - ْ۲۶ عرض شمالی و َ۵۲ - ْ۵۵ و َ۲۱- ْ۵۵ طول شرقی در حدفاصل بندر خمیر و جزیره قشم قرارگرفته است. این منطقه اکنون بانام منطقه حفاظت‌شده حرا تحت مدیریت اداره کل محیط‌زیست استان هرمزگان حفاظت می‌شود. بخشی از منطقه ساحلی- دریایی در منطقه حفاظت‌شده حرا به وسعت ۱۰۰ هزار هکتار در سال ۱۹۷۵ به‌عنوان منطقه حفاظت‌شده جزو تالاب‌های بین‌المللی به ثبت رسید و یکی از مناطق حساس دریایی ایران محسوب می‌شود (HDOE, 2001). این تالاب به‌عنوان یکی از اکوسیستم‌های آبی بی‌نظیر ازلحاظ بوم‌شناختی حائز اهمیت است و با توجه به عمق کم آب و بستر گلی، محل مناسبی را برای تخم‌ریزی و پرورش لارو بسیاری از ماهی‌ها فراهم آورده است.

ابتدا ۳ منطقه دریایی در بخش‌های جنوبی، شمالی و مرکزی تالاب بین‌المللی خور خوران بر روی تصاویر ماهواره‌ای TM ۲۰۱۰ تعیین شد. پس از انتخاب اولیه ایستگاه‌ها بر روی تصاویر ماهواره‌ای، در دی‌ماه ۱۳۹۱ توسط یک فروند قایق موتوری و با استفاده از تور ترال عملیات نمونه‌برداری از آبزیان انجام شد. از بین ۲۱ گونه از ماهیان صیدشده، ۸ گونه ماهی که دارای ارزش غذایی بوده و مورد مصرف ساکنین منطقه قرار می‌گرفتند انتخاب شد. در جدول ۱ نام این‌گونه ها ارائه‌شده است.

جدول ۱: اسامی علمی، مشخصات و نام گونه‌های ماهی صیدشده در منطقه موردمطالعه

ردیف	نام فارسی	نام علمی	منطقه زیست	ارزش غذایی
۱	حلوا سفید	*Pampus argentus*	نرتیک	خوراکی
۲	شورت	*Sillago sihama*	منطقه ساحلی	خوراکی
۳	سنگسر شش خط	*Pomadasys furcatus*	نرتیک	خوراکی
۴	سرخو معمولی	*Lutjanus johni*	نرتیک	خوراکی
۵	هامور معمولی	*Epinephelus coioides*	نرتیک	خوراکی
۶	خنو خال سیاه	*Plectorhinchus pictus*	میان زی	خوراکی
۷	گواف کوچک	*Anodontostoma chacunda*	سطح زی	خوراکی
۸	زمین کن	*platycephalus indicus*	کف زی	خوراکی

از هرگونه از ماهیان موردنظر، ۱۲ قطعه انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه زیست‌سنجی شدند. در مرحله بعد بافت عضله ماهی جدا و در دستگاه freeze dryer خشک شد (Alam *et al.*, 2002). سپس ۱ گرم از بافت نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و به هر نمونه ۸ میلی‌لیتر نیتریک اسید ۶۵٪ اضافه گردید. نمونه‌ها جهت انجام عمل هضم مقدماتی به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق در آزمایشگاه قرار داده شد. برای هضم نهایی، بعد از هضم اولیه به هر یک از نمونه‌ها ۳ میلی‌لیتر پرکلریک اسید ۷۰٪ اضافه گردید و روی حمام شن در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (Storelli and Marcotrigiano,2005). محلول‌های حاصل از هضم پس از سرد شدن در دمای محیط با آب دو بار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد و با استفاده از کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرومتری فیلتر شدند. جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات در نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی گرافیتی مدل ELMER PERKIN استفاده گردید (MOOPAM,1983). به‌منظور کنترل کیفیت آزمایش و صحت سنجی داده‌ها از مواد مرجع استاندارد (DORM-2 National Research Council, Canada) استفاده شد که نتایج اندازه‌گیری مؤید بازیابی ۹۵ درصدی همه‌ی نمونه‌های استاندارد بود. در این تحقیق تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS17

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

انجام شد و میانگین نتایج در گونه‌های مختلف صید و فلزات سنگین با آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شد.

نتایج

میانگین فلز کرم در ۸ گونه ماهی سرخو معمولی، سنگسر شش خط، زمین کن، گواف کوچک، هامور معمولی، شورت، خنو خال سیاه و حلوا سفید ۱/۵۵ میکروگرم بر گرم ماده خشک اندازه‌گیری شد. کمترین مقدار کرم در خنوخال سیاه (۱/۰۶±۰/۱۴ میکروگرم بر گرم ماده خشک) و بیشترین مقدار آن در گواف کوچک (۱/۹۱±۰/۵۴ میکروگرم بر گرم ماده خشک) اندازه‌گیری شد.

غلظت مس در بافت زمین کن ۱۳۶/۰۰±۲۶/۵۵ و هامور معمولی ۲/۱۳±۰/۸۷ میکروگرم بر گرم ماده خشک اندازه‌گیری شد. غلظت این عنصر در ۸ گونه موردمطالعه ۲۹/۱۵ میکروگرم بر گرم ماده خشک اندازه‌گیری شد. غلظت روی در بافت عضله ماهیان دارای حداکثر ۱۷۶/۵ میکروگرم بر گرم در زمین کن و حداقل ۱۸/۳۵ میکروگرم بر گرم در گواف کوچک بود. مقدار کبالت در سرخو معمولی ۰/۷۵±۰/۱۷، سنگسر شش خط ۱/۰۱±۰/۱۹، زمین کن ۳/۶۸±۰/۸۹، گواف کوچک ۱/۰۵±۰/۲۰، هامور معمولی ۱/۰۱±۰/۱۹، شورت ۰/۵۶±۰/۱۴، خنو خال سیاه ۲/۰۱±۰/۱۹ و حلوا سفید ۱/۳۸±۰/۳۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه‌گیری شد.

بیشترین غلظت کادمیوم در زمین کن و کمترین مقدار آن در سرخو معمولی به ترتیب با ۲/۵۸ و ۰/۵۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه-گیری شد. میانگین غلظت این عنصر در ۸ گونه موردمطالعه ۱/۳۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک تعیین شد.

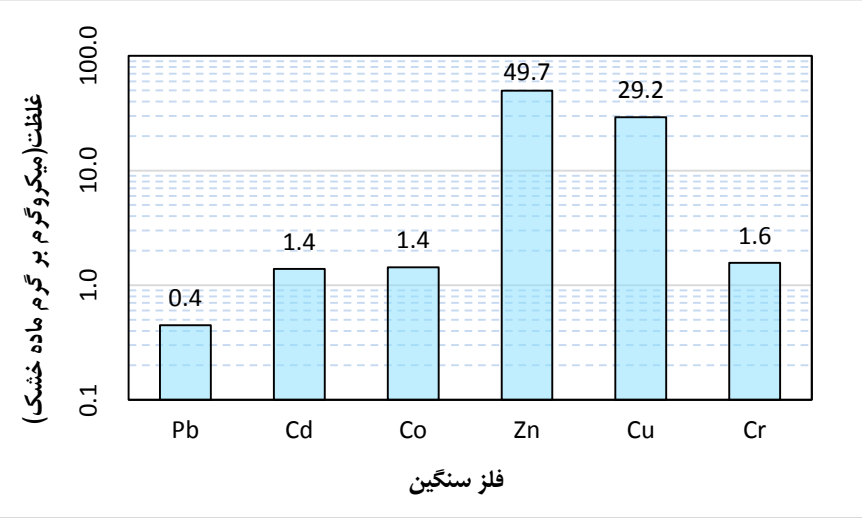
مقدار سرب در سرخو معمولی ۰/۳۵±۰/۰۹، سنگسر شش خط ۰/۴۵±۰/۰۹، زمین کن ۰/۴۴±۰/۰۸، گواف کوچک ۰/۷۶±۰/۱۲، هامور معمولی ۰/۹۱±۰/۱۸، شورت ۰/۱۲±۰/۰۵، خنو خال سیاه ۰/۴۸±۰/۰۷ و حلوا سفید ۰/۰۸±۰/۰۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه‌گیری شد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در ماهیان در جدول ۲ و میانگین کل در شکل ۱ ارائه‌شده است. نتایج حاصل از آزمون ANOVAنشان داد غلظت فلزات سنگین در بین ۸ گونه مختلف از ماهیان منطقه اختلاف معنی‌داری دارد (۰۵ جدول ۳).

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار مقادیر فلزات سنگین در بافت عضله ماهیان (برحسب میکروگرم بر گرم ماده خشک).

نام ماهی	Cr	Cu	Zn	Co	Cd	Pb
حلوا سفید	۱/۸۰±۰/۲۷	۱۵/۲۳±۲/۳۵	۳۰/۰۰±۴/۳۲	۱/۳۸±۰/۳۳	۱/۸۷±۰/۲۵	۰/۰۸±/۰۱
شورت	۱/۶۵±۰/۲۴	۶۰/۰۰±۸/۴۵	۶۷/۵۰±۹/۱۲	۰/۵۶±۰/۱۴	۱/۹۹±۰/۲۸	۰/۱۲±۰/۰۵
سنگسر شش خط	۱/۱۵±۰/۱۹	۴/۸۸±۰/۹۸	۲۴/۴۲±۵/۱۷	۱/۰۱±۰/۱۹	۰/۷۵±۰/۱۶	۰/۴۵±۰/۰۹
سرخو معمولی	۱/۶۹±۰/۲۳	۳/۶۳±۱/۲۲	۲۰/۵۰±۴/۲۸	۰/۷۵±۰/۱۷	۰/۵۰±۰/۱۶	۰/۳۵±۰/۰۹
هامور معمولی	۱/۴۴±۰/۲۰	۲/۱۳±۰/۸۷	۴۰/۰۰±۸/۸۲	۱/۰۱±۰/۲۴	۱/۹۶±۰/۳۱	۰/۹۱±۰/۱۸
خنو خال سیاه	۱/۰۶±۰/۱۴	۵/۶۳±۱/۷۵	۲۰/۵۵±۵/۲۵	۲/۰۱±۰/۱۹	۰/۶۰±۰/۱۷	۰/۴۸±۰/۰۷
گواف کوچک	۱/۹۱±۰/۵۴	۵/۷۵±۱/۳۲	۱۸/۳۵±۴/۹۳	۱/۰۵±۰/۲۰	۰/۵۸±۰/۱۳	۰/۷۶±۰/۱۲
زمین کن	۱/۸۳±۰/۴۷	۱۳۶/۰۰±۲۶/۵۵	۱۷۶/۵۰±۳۷/۷۱	۳/۶۸±۰/۸۹	۲/۵۸±۰/۷۵	۰/۴۴±۰/۰۸

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]



شکل ۱: میانگین کل غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در ماهیان موردمطالعه در منطقه (میکروگرم بر گرم).

جدول ۳: نتایج آنالیز آماری ANOVA یک‌طرفه فلزات سنگین در گونه‌های مختلف.

فلز	df	F	Sig
کرم	۷ ۴۸	۴۶۲/۷۸۴	۰/۰۰۰
مس		۶۲/۲۸۸	۰/۰۰۰
روی		۱۲۴/۳۱۲	۰/۰۰۰
کبالت		۹۰۱/۱۱۵	۰/۰۰۰
کادمیوم		۵۴۰/۰۸۴	۰/۰۰۰
سرب		۴۴۰/۰۹۶	۰/۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد میانگین تجمع فلزات سنگین در ماهیان موردمطالعه به‌صورت Zn>Cu>Co>Cr>Cd>Pb اندازه‌گیری شد. میانگین فلزات روی ۴۹/۷۳، مس ۲۹/۱۵، کرم ۱/۵۶، کبالت ۱/۴۳، کادمیوم ۱/۳۹ و سرب ۰/۴۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. فلزات در محیط‌های آبی در بدن آبزیان تجمع می‌یابند و سپس از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل می‌شوند. تجمع فلزات سنگین در موجودات زنده با میزان جذب آن آلاینده و نرخ متابولیسم آن موجود نسبت به‌اندازه بدن کنترل می‌شود. تفاوت در غلظت فلزات در ماهیان نقاط مختلف به فاکتورهای مختلفی ازجمله: رفتار تغذیه ماهی (Obasohan and Oronsaye, 2004)، فاصله موجود زنده تا منبع آلودگی، توانایی، بزرگنمایی زیستی یا کاهش زیستی یک فلز خاص (Barlas, 1999)، سن، طول و وزن ماهی (Benson *et al.* 2007) و نوع زیستگاه بستگی دارد (Saei-Dehkordi and Fallah, 2011).

جدول ۳ مقادیر اندازه‌گیری شده را با مطالعات مشابه نشان می‌دهد. عریان و همکاران مقدار سرب را در بافت عضله حلوا سفید ۰/۳ ± ۰/۲۹ پی پی ام اندازه‌گیری نمود که کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده در مطالعه کنونی است (عریان و همکاران، ۱۳۸۹). میانگین این عنصر در مطالعات نبی زاده نیز کمتر گزارش‌شده است (Nabizadeh and Pourkhabbaz, 2011). Mohammadnabizadeh و همکاران نیز مقادیر کرم

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

و کادمیوم در گونه کمتر *Platycephalus indicus* از مطالعه کنونی و مقدار سرب را بیشتر از همین‌گونه اندازه‌گیری نمودند. میلی‌گرم در گرم اندازه‌گیری نمودند که کمتر از میانگین اندازه‌گیری شده در ۸ گونه ماهی خوراکی تالاب خور خوران می‌باشد. مقدار این عنصر در شوریده ppm ۱۲۱/۴ اندازه‌گیری شد که بیشتر از مطالعه‌ی کنونی است (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۰).

جدول ۳: مقایسه مقدار فلزات سنگین در بافت عضله ماهیان با مطالعات دیگر (میکروگرم در گرم وزن خشک).

مرجع	Cr	Cu	Zn	Co	Cd	Pb
خزایی و همکاران- حلوا سفید	-	۳/۳۳	۱۴/۴۴	-	۰/۲۲	-
عریان و همکاران- حلوا سفید	-	-	-	-	۰/۰۵	۰/۲۹
نبی زاده و همکاران- زمین کن	۰/۶	-	-	-	۰/۳۹	۰/۷۳
نبی زاده و همکاران- شورت	۰/۷۲	-	-	-	۰/۵	۰/۷۶
de Mora *et al*., 2004*:* (8 Species)*Qatar*	۰/۰۳	۰/۵۶	۸/۲	<۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۱۱۳
de Mora *et al*., 2004*:* (8 Species)*UAE*	۰/۰۱	۰/۳۷	۱۳/۵	۰/۰۱۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۲۵
de Mora *et al*., 2004*:* (8 Species)*Bahrin*	۰/۰۱۳	۰/۲۳۵	۱۵/۹	<۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۸
de Mora *et al*., 2004*:* (8 Species)*Oman*	۰/۰۲۷	۰/۵۱۳	۱۳/۴	<۰/۰۵	<۰/۰۰۵	۰/۰۲۵
Pourang *et al*., 2005(*Epinephelus coioides*)	-	۱/۵۶		-	۰/۱۱۱	۲/۳۲
Velusamy *et al*.,2014 (*Lutjanus johni*)	۰/۴۷	۱/۸۸	۲۵/۵۵	-	۰/۰۷	–
Mohammadnabizadeh *et al*.,2014 (*Platycephalus indicus*)	۰/۲۵	-	-	-	۰/۲۲	۰/۵۸
مطالعه کنونی	۱/۵۶	۲۹/۱۵	۴۹/۷۳	۱/۴۳	۱/۳۹	۰/۴۵

Velusamy و همکاران غلظت کرم عناصر کرم، مس، روی و کادمیوم را در گونه *Lutjanus johni* *به ترتیب ۰/۴۷، ۱/۸۸، ۲۵/۵۵ و ۰/۰۷ میکروگرم در گرم وزن خشک اندازه‌گیری نمودند. این مقادیر نسبت به مطالعه کنونی در همین‌گونه برای کرم و مس کمتر و برای مس و کادمیوم بیشتر است* (Velusamy *et al*., 2014).

Mohammadnabizadeh و همکاران در مطالعه بر روی گونه *Platycephalus indicus* *در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا* غلظت کرم و کادمیوم را با ۰/۲۵ و ۰/۲۲ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری نمودند که کمتر از مطالعه کنونی است درحالی‌که مقدار سرب را ۰/۵۸ میکروگرم بر گرم گزارش نمودند که بیشتر از غلظت سرب در همین‌گونه و در مطالعه کنونی است (Mohammadnabizadeh *et al*., 2014).

Pourangو همکاران مقادیر فلزات سنگین روی، کادمیوم و سرب را در گونه *Epinephelus coioides* در شمال خلیج‌فارس به ترتیب ۱/۵۶، ۰/۱۱۱ و ۱/۳۲ میکروگرم در گرم گزارش نمودند که مقدار سرب در همین‌گونه در مطالعه کنونی با ۰/۴۵ میکروگرم در گرم کمتر درصورتی‌که مقدار روی و کادمیوم به ترتیب با ۱۹/۱۵ و ۱/۳۹ میکروگرم در گرم بیشتر اندازه‌گیری شد (Pourang *et al*., 2005).

مقدار کرم در مطالعات نبی زاده در دو گونه زمین کن و شورت به ترتیب ۰/۶ و ۰/۷۲ میکروگرم در گرم اندازه‌گیری شد (Nabizadeh and Pourkhabbaz, 2011) درحالی‌که مقدار این عنصر در همین دو گونه به ترتیب ۱/۸۳ و ۱/۶۵ میکروگرم در گرم بود. خزایی و همکاران مقدار مس را در عضله ماهی حلوا سفید ۳/۳۰۰ و در شوریده ۲/۳۶۶ قسمت در میلیون و کمتر از میانگین اندازه‌گیری شده در حلوا سفید (۱۵/۲۳

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

قسمت در میلیون) و بیشتر از مقدار آن در هامور معمولی (۲/۱۳ قسمت در میلیون) گزارش داده‌اند (خزایی و همکاران،۱۳۹۲). مقادیر ارایه توسط Agah و همکاران در سنگسر، هامور، زمین کن، شوریده و حلوا سفید در مقایسه با نتایج کنونی تفاوت‌های زیادی را نشان می‌دهد (Agah *et al*., 2009). همچنین de Mora و همکاران در سال ۲۰۰۴ مطالعات خود را در بافت چندگونه ماهی در قطر، امارات، بحرین و عمان ارائه نمودند و مقادیر ارائه‌شده در مورد همه‌ی فلزات کمتر گزارش‌شده است (de Mora *et al*., 2004). نتایج حاصل از غلظت دو عنصر کادمیوم و سرب در این مطالعه، در مقایسه با تحقیقات بر روی ماهیان در سواحل فرانسه (Henry, 2004)، اسپانیا (Usero, 2004) کمتر بود. در مطالعه‌ای بر روی ماهیان دریای سیاه سطوح کادمیوم و سرب بالاتر از حد آستانه برای مصرف انسان گزارش‌شده است (Tuzen, 2009).

میانگین غلظت سرب در این مطالعه با ۰/۴۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک از استاندارد WHO و FDA کمتر، درصورتی‌که از استانداردهای IAEA، UNEP، TFC بیشتر است (جدول ۴). به‌علاوه میانگین غلظت کادمیوم در ۸ گونه ماهی موردمطالعه (µg/g DW ۱/۳۹) بیشتر از استانداردهای ارائه‌شده می‌باشد. مقایسه نتایج سایر فلزات با استانداردها نشان می‌دهد مقادیر اندازه‌گیری شده در گونه‌های مختلف صیدشده عموماً بیشتر از استانداردهای جهانی و منطقه‌ای می‌باشد. Tuzen در مطالعه بر روی ماهیان دریای سیاه نشان داد مقادیر سرب و کادمیوم بیشتر از مقادیر استاندارد برای مصرف انسان است (Tuzen, 2009).

جدول ۴: مقدار فلزات سنگین در استانداردها (میکروگرم در گرم وزن خشک).

Pb	Cd	Co	Zn	Cu	Cr	مرجع
۰/۱۲	۰/۱۸	–	–	۳/۲۸	۰/۳۷	IAEA-407(Wyse *et al*., 2003)
۰/۳	۰/۳	–	–	–	–	UNEP,1985
۱	۱	–	–	–	۰/۱۵	WHO(Cheung *et al*., 2008)
۰/۲	۰/۰۵	–	–	۲۰	–	TFC, 2002
۰/۵	۰/۱	–	–	–	–	(FDA)(Chen, 2001)

علت بالا بودن غلظت برخی از فلزات در ماهیان تالاب بین‌المللی خور خوران ممکن است به دلیل فعالیت‌های سکونتگاهی، اقتصادی، ترددهای دریایی و صنعتی واقع در حاشیه تالاب باشد. فعالیت‌های نوار ساحلی منجر به تولید فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و پسماندهای جامد و سایر منابع آلودگی آب می‌شود که بر کیفیت آب‌های ساحلی تأثیر گذاشته و برخی از آلاینده‌ها ازجمله فلزات سنگین را به آب‌ها وارد می‌کنند. همچنین بر اساس مطالعات انجام‌شده توسط Bensonو همکاران (۲۰۰۷)، گونه‌های کف زی و ماهی‌خوار نسبت به فلزات سنگین بیشتر آلوده هستند زیر ا این ماهیان علاوه برجذب آلودگی از آب و مواد غذایی، می‌توانند تحت تأثیر آلودگی ناشی از رسوبات کف نیز قرار گیرند و بالا بودن غلظت فلزات سنگین در برخی از گونه‌ها در این مطالعه ازجمله زمین کن این موضوع را ثابت می‌کند.

منابع

خزایی، س.ح.، احمدی آلکویی ز. و شهریاری، م.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت فلزات سرب، نیکل و کادمیوم در ماهیان مصرفی شهرستان خرمشهر. مجله علمی پزشکی جندی‌شاپور، دوره ۱۲، شماره ۴، صفحات ۴۱۷-۴۰۹.

شهریاری، ع.، ۱۳۸۴. اندازه‌گیری مقادیر غلظت فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج‌فارس در سال ۱۳۸۲، مجله علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره ۷، شماره ۲، صفحات ۶۵-۶۷.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

عریان، ش.، تاتینا، م. و قریب خانی، م.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات آلودگی نفی در حوزه شمالی خلیج‌فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) در بافت عضله ماهی حلوا سفید (*Pampus rgenteuss*). اقیانوس‌شناسی، شماره ۴، صفحات ۶۸-۶۱.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۰. اندازه‌گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین سرب و روی در عضله و کبد سه گونه شوریده (*Otolithes ruber*)، قباد (*Scomberomorus guttatus*) و شیر (*Scomberomorus commerson*) خلیج‌فارس. شیلات، دوره ۲ شماره ۵(۱۸)، صفحات ۴۶-۳۹.

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S. M. R. and Baeyens, W., 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 157: 499-514.

Alam, M. G. M., Tanaka, A., Allinson, G., Laurenson, L. J. B., Stagnitti, S. and Snow, E. T., 2002. A comparison of trace element concentrations in cultured and wild carp (*Cyprinus carpio*) of Lake Kasumigaura, Japan. Ecotoxicology and Environmental Safety, 53: 348-354.

Barlas, N., 1999. A pilot study of heavy metal concentration in various environments and fishes in the Upper Sakaryia River Basin, Turkey. Environmental Toxicology, 14: 367-373.

Begüm, A., Amin, Md. N., Kaneco, S. and Ohta, K., 2005. Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhina mrigala* and *Clarius batrachus*, from the fresh water Dhanmondi Lake in Bangladesh. Food Chemistry, 93: 439–443.

Benson, N. K., Essien, J. P., Williams, A. B. and Bassey, D. E., 2007. Mercury accumulation in fishes from tropical aquatic ecosystems in the Niger Delta, Nigeria. Current Science, 92(6): 781-785.

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 and Drug Analysis, 9:107-114.

Cheung, K. C., Leung, H. M. and Wong, M. H., 2008. Metal concentrations of common freshwater and marine fish from the Pearl River Delta, South China. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 54: 705-715.

de Mora, S., Scott, W. F., Wyse, E. and 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.

Demirak. A., Yilmaz, F., Tuna, A. L. and Ozdemir, N., 2006. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere, 63(9): 1451-1458.

FAO, 2010. Fishery and Aquaculture Statistics. Food and agriculture organization of the united states, Rome.

Fernandes, C., Fontaínhas-Fernandes, A., Cabral, D. and Salgado, M. A., 2008. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Liza saliens* from Esmoriz–Paramos lagoon, Portugal. Environ. Monit. Assess, 136: 267–275.

Henry, F., Amara, R., Courcot, L., Lacouture, D. and Bertho, M., 2004. Heavy metals in four fish species from the French coast of the Eastern English Channel and Southern Bight of the North Sea. Environment International, 30: 675-683.

HDOE (Hormozgan Department of Environment), 2001. Protected Area, Hormozgan Province, Department of Natural.

Leung, H. M., Leung, A. O. W., Wang, H. S., Ma, K. K., Liang, Y. and Ho. K.C. 2014. Assessment of heavy metals/metalloid (As, Pb, Cd, Ni, Zn, Cr, Cu, Mn) concentrations in edible fish species tissue in the Pearl River Delta (PRD), China. Marine Pollution Bulletin, 78: 235–245.

MacFarlane, G. B. and Burchettt, M. D., 2000. Cellular distribution of Cu, Pb, and Zn in the Grey Mangrove Avicemnia marina (Forsk.). Vierh Aquatic Botanic, 68: 45–59.

Mohammadnabizadeh, S., Pourkhabbaz, A. and Afshari, R. 2014. Analysis and Determination of Trace Metals (Nickel, Cadmium, Chromium, and Lead) in Tissues of *Pampus argenteus* and *Platycephalus indicus* in the Hara Reserve, Iran. Journal of Toxicology. 76: 123-129.

MOOPAM, 1983. Manual of oceanographic observation and pollution analysis. Regional organization for the protection of marine environment (ROPME).

Nabizadeh, M. S. and Pourkhabbaz, A., 2011. Metal Concentrations in Marine Fishes Collected from Hara Biosphere in Iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 17(2): 71-79.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

Obasohan, E. E. and Oronsaye, J. A. O., 2004. Bioaccumulation of heavy metals by some cichlids of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment, 157:499–514.

Ochieng, E. Z., Lalah, J. O. and Wandiga, S. O., 2007. Analysis of heavy metals in water and surface sediment in five Rift Valley Lakes in Kenya for assessment of recent increase in anthropogenic activities. Bull. Environ.Contam. Toxicol, 79: 570-576.

Pourrang, N., Nikouyan, A. and Dennis, J. H., 2005. Trace element concentration in fish, sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental monitoring and assessment. 109: 293-316.

Ruelas-Inzunza, J. R. and Pa´ez-Osuna, F., 2000. Comparative bioavailability of trace metals using three filter-feeder organisms in a subtropical coastal environment (Southeast Gulf of California). Environmental Pollution, 107: 437–444.

Saei-Dehkordi, S. S. and Fallah, A. A., 2011. Determination of copper, lead, cadmium and zinc content in commercially valuable fish species from the Persian Gulf using derivative potentiometric stripping analysis. Microchemical Journal, 98: 156-162.

Sekhar. K. C., Charg, N. S., Kamala, C. T., Suman raj, D. S. and Rao, S., 2003. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment bound heavy metal in Koueru Lake by edible fish. Environment International, 22:1001-1008.

Storelli, M. M. and Marcotrigiano, G. O., 2005. Bioindicator organisms: Heavy metal pollution evaluation in the Ionian Sea (Mediterranean Sea-Italy). Environmental Monitoring and Assessment, 102:159-166.

Storelli, M. M., Storelli, A., D'ddabbo, R., Marano, C., Bruno, R. and Marcotrigiano, G. O., 2005. Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the eastern Mediterranean Sea: Overview and evaluation. Environ. Pollut, 135: 163–170.

TFC., 2002. Turkish Food Codes, Official Gazette, 23 September, No. 24885.

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

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.

UNEP, 1985. Reference Methods for Marine Pollution Studies, Determination of total Hg in marine sediments and suspended solids by cold vapor AAS. 26.

Usero, J., Izquierdo, C., Morillo. J. and Gracia, I., 2004. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris,Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. Environment International, 29: 949-956.

Velusamy, A., Satheesh Kumar, P. and Chinnadurai, S. 2014. Bioaccumulation of heavy metals in commercially important marine fishes from Mumbai Harbor, India. Marine Pollution Bulletin. 77: 187-189.

Vinodhini, R. and Narayanan, M., 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp). International Journal of Environmental Science Technology, 5: 179-182.

Wyse, E. J., Azemard, S. and Mora, S. J., 2003. Report on the World-wide Intercomparison Exercise for the Determination of Trace Elements and Methylmercury in Fish Homogenate IAEA-407, IAEA/AL/144 (IAEA/MEL/72), IAEA, Monaco.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]