



## تجمع زیستی فلزات سنگین (کادمیوم، کروم، نیکل، روی و سرب) در عضله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus Carpio*)

مهدی سالمی<sup>۱\*</sup>، اعظم‌السادات حسینی الهاشمی<sup>۲</sup>

۱- گروه محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه آلودگی محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

\*مسئول مکاتبات: mehdisalemi48@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۳

### چکیده

فلزات سنگین از منابع طبیعی و محصولات انسان ساخت وارد محیط زیست می‌شوند و میزان ورود این فلزات به محیط زیست قابل ملاحظه است. سیستم‌های آبی به طور طبیعی دریافت‌کننده‌ی نهایی این فلزات هستند. هدف این مطالعه تجمع زیستی فلزات سنگین (کادمیوم، کروم، نیکل، روی و سرب) در عضله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus Carpio*) سواحل دز به اجرا درآمد. در پژوهش حاضر با اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین با روش اسپکتروفتومتر جذب اتمی، در نمونه‌های عضله ماهی کپور معمولی خطرناشی از مصرف این ماهی برای انسان در شهر دزفول ارزیابی شد. بدین منظور، ۲۰۰ عدد ماهی کپور معمولی در اوزان بازاری از بازارچه کشاورز در شهر دزفول، به طور تصادفی انتخاب و مورد تجزیه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت (کادمیوم، کروم، نیکل، روی و سرب) به ترتیب (۲/۰۸، ۰/۰۲، ۱/۴۱، ۳۹/۹۵، ۳۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) است که این میزان فلز کادمیوم، نیکل، سرب بالاتر از حد استاندارد اعلام شده از سوی WHO، FDA، MAFF، FAO است اما فلز کروم و روی پایین‌تر از حد استاندارد سازمان‌های بین‌المللی است و شاخص ریسک (HQ) در فلزات کادمیوم و سرب بالاتر از یک بوده و بقیه فلزات پایین‌تر از یک بوده که بر این اساس مصرف ماهی کپور معمولی این منطقه خطر جدی برای مصرف‌کنندگان از نظر میزان فلزات سنگین در پی خواهد داشت.

کلمات کلیدی: دزفول، فلزات سنگین، ماهی کپور معمولی.

### مقدمه

مواجهه شدن انسان با بعضی از آنها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمومیت‌های مزمن و بعضاً حاد خطرناکی را ایجاد نمایند که از آنها می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیوم، نیکل، روی، کروم و غیره اشاره کرد. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی و انسان ساخت وارد محیط زیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به داخل محیط زیست قابل ملاحظه است. سیستم‌های آبی به طور طبیعی

اکوسیستم‌های آبی پیوسته مواجه با مشکلات ناشی از آلاینده‌های هستند که از منابع مختلف مانند فاضلاب‌های صنعتی، پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری وارد آنها می‌شوند. فلزات سنگین همچنین از طریق منابع طبیعی مانند فعالیت‌های زمین‌شناسی وارد آب و زنجیره غذایی می‌شوند. فلزات سنگین به دلیل قابلیت تجمع زیستی خطرناک می‌باشند (۳). فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های محیط زیستی هستند که

دریافت‌کننده نهایی این فلزات هستند. آلاینده‌هایی که در آب یافت می‌شوند، ناشی از پساب‌های خانگی، تخلیه پساب‌های شیمیایی، سموم، حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها و غیره می‌باشد (۸).

ورود فلزات سنگین به محیط زیست با توسعه و صنعتی شدن همراه و یکی از مشکلات عصر حاضر می‌باشد (۱۳).

میزان آلودگی محیط‌های آبی نیاز به ارزیابی و پایش محیط زیست است. میزان آلودگی محیط‌های آبی به آلاینده‌ها می‌تواند توسط آنالیز آب، رسوبات و موجودات دریایی تعیین شود (۲۷).

از میان جانداران آبی، ماهی‌ها و پرندگان به علت قرارگرفتن در سطح بالایی زنجیره غذایی و مصرف خوراکی آن از اهمیت ویژه‌ای برای پایش آلودگی‌های محیطی برخوردارند (۱).

فلزات سنگین در زیستگاه‌های دریایی به خاطر پایداری و گرایش برای تجمع در بافت‌های موجودات دریایی و همچنین به دلیل اثرات مضر که در موجودات دریایی به دلیل سمیت و تجمع‌پذیری زیستی در طول شبکه غذایی ایجاد می‌کنند مورد توجه قرارگرفته اند (۲۷).

مهم‌ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی از جمله ماهیان آلوده به عناصر سنگین که در انسان پدید می‌آید، برای کادمیوم ایجاد بیماری ایتا ایتا و تخریب کلیه و بافت‌های بیضه می‌باشد. مسمویت با سرب، علائم عصبی، افزایش ناهنجاری‌های عصبی در کودکان و افزایش فشارخون در بزرگسالان است. همچنین عوارض مربوط به جنین خصوصاً در زمان رشد و توسعه سیستم عصبی جنین بسیار با اهمیت است (۸).

فلز روی از لحاظ زیستی یکی از فلزات معدنی استثنایی است که در سلامتی عمومی بدن انسان نقش مهمی ایفا می‌نماید مسمویت باروی به کاهش pH

عروق سرخرگی، کاهش جذب اکسیژن، افزایش ضربان قلب منجر می‌گردد (۲۰). فلز روی که در سلامتی عمومی بدن انسان نقش مهمی ایفا می‌نماید و کمبود آن حدود دو میلیارد از جمعیت در حال توسعه جهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

کروم در نتیجه فعالیت‌هایی نظیر تهیه آلیاژهای کروم، آبکاری کروم، ترکیبات بازدارنده خوردگی، صنعت نساجی، صنعت چاپ، عکاسی، دباغی و غیره وارد محیط زیست می‌گردد. آثار سوء کروم در انسان در کوتاه مدت باعث التهاب و سوزش دهان، بینی، ریه‌ها و التهاب پوست و ایجاد مشکلات در هضم غذا و آسیب در بدن کلیه‌ها و کبد می‌شود، نیمه عمر نیکل حدود ۱۱ ساعت است. میزان طبیعی نیکل در بدن به طور متوسط حدود ۷/۳ گرم است. بیشترین غلظت نیکل در استخوان، ریه، کلیه و کبد دیده می‌شود (۶). رودخانه‌های آب شیرین محلی برای تخلیه عناصر سنگین می‌باشند و فاضلاب‌های حاوی عناصر سنگین به طور وسیع در رودخانه‌های استان خوزستان تخلیه می‌شوند (۵).

ماهی یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین گروه‌های مهره‌دارن در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند. ماهی در محل زیست خود توانایی گریز از این مضرات مخرب آلودگی را نداشته و سبب آلودگی زنجیره غذایی نیز می‌شود (۲۶).

ماهی کپور معمولی یکی از گونه‌های خانواده کپورماهیان می‌باشد که در رودخانه کارون در استان خوزستان شناسایی شده است و جزو گونه‌های بومی در حوضه دجله و کارون است. این ماهی جزو گونه‌هایی است که مطلوبیت آن از نظر ارزش اقتصادی، تغذیه و شیلات نسبتاً کم می‌باشد (۵).

در این تحقیق به دلیل اهمیت آگاهی از میزان آلودگی‌ها، به منظور مقابله مناسب با تهدیدات احتمالی، غلظت عناصر سنگین که از عناصر سازمان بهداشت

ریخته و سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ به آن اضافه گردید، سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. پس از آن نمونه‌ها روی هیتر در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از آن بعد از سرد شدن نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شدند و با اسیدنیتریک ۴ درصد به حجم رسیدند و تا زمان اندازه‌گیری در ظروف پلی-اتیلنی نگهداری شدند. اندازه‌گیری فلزات کادمیوم، کروم، سرب، نیکل، روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل (Ultima2c) انجام شد (۱۵).

**میزان جذب روزانه و هفتگی قابل قبول فلزات سنگین:** میزان تماس روزانه انسان به فلزات سنگین از طریق مصرف ماهیان آلوده را می‌توان با فرمول زیر محاسبه کرد (۴):

$DI = Cm \times IR/BW$  که در این فرمول،  $DI$ : میزان جذب فلز سنگین در بدن در روز از طریق مصرف ماهی (میکروگرم بر گرم)،  $Cm$ : میزان فلزات سنگین در ماهی (میکروگرم بر گرم)،  $IR$ : میزان مصرف ماهی در منطقه مورد مطالعه (گرم در روز) و  $BW$ : وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ) می‌باشد.

**بررسی شاخص خطر HQ:** از فرمول زیر بدست می‌آید:  $HQ = (MTCC \times CR/BW)/RFD$  که در این فرمول،  $HQ$ : معرف نسبت خطر (بدون واحد)،  $MTCC$ : میانگین غلظت آلاینده اندازه‌گیری شده در ماهی (میکروگرم بر گرم یا میلی‌گرم بر کیلوگرم)،  $CR$ : میانگین استاندارد مصرف روزانه ماهی (۰/۰۳ کیلوگرم در روز) و  $BW$ : وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ) می‌باشد (۴).

مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی حد مجاز مصرف روزانه ماهی با توجه به میزان کادمیوم و نیکل اندازه‌گیری شده در بخش خوراکی آن (عضله) از طریق فرمول زیر که توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) پیشنهاد شده محاسبه گردید (۴).

جهانی و سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل برای سنجش در ماهیان خوراکی است (۲).

ارائه نتایج به سازمان‌های ذیربط علاوه بر کمک به حفظ بهداشت و سلامت و توسعه پایدار جامعه باعث پیشگیری از بروز برخی بیماری‌ها و مقده‌ای به منظور تحقیقات بعدی خواهد بود.

## مواد و روش کار

**منطقه مورد مطالعه:** در این تحقیق شهر دزفول می‌باشد، این شهر با مساحتی ۴۷۰۰ کیلومترمربع با مختصات ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۵۷ دقیقه عرض جغرافیایی در شمال استان خوزستان واقع شده است (شکل ۱) (۱۲).

به منظور بررسی غلظت ۵ فلزسنگین (کادمیوم، نیکل، سرب، کروم و روی) دریافت عضله ماهی کپور معمولی این شهر، تعداد ۲۰۰ نمونه از این گونه به صورت کاملاً تصادفی آذر ۱۳۹۲ از بازارچه کشاورز واقع در شهر دزفول به صورت کاملاً تصادفی خریداری شده و به آزمایشگاه انتقال یافت. سپس مشخصات بیومتری آنها اندازه‌گیری شد و نمونه‌ها پس از انجام آزمایشات بعدی در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

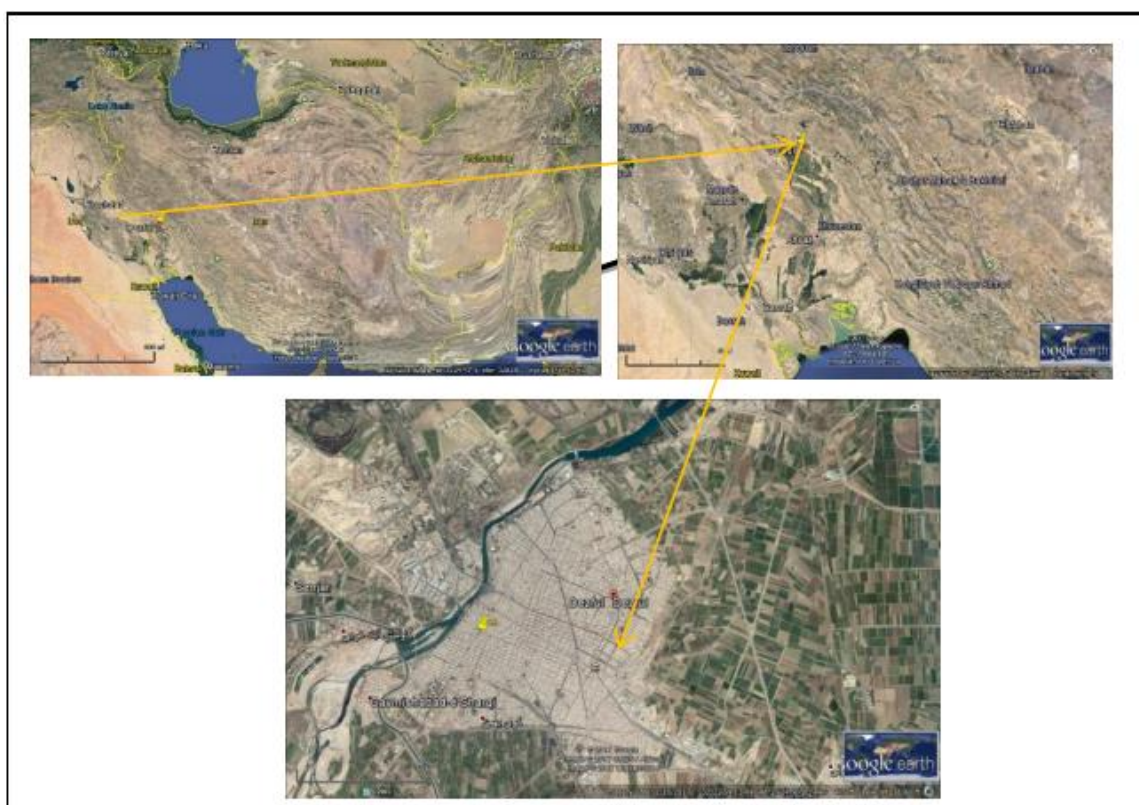
پس از بیرون آوردن نمونه‌ها از فریزر، حدود ۲۰ گرم از بافت عضله هر ماهی جدا شد و پس از توزین، به مدت ۲۶ ساعت در دستگاه فریز درایر قرار گرفت تا کاملاً خشک گردید.

پس از خشک شدن، سپس نمونه‌ها با استفاده از هاون چینی کاملاً نرم و یک دست شدند. به منظور به حداقل رساندن خطا، قبل از شروع به کار تمامی ظروف مورد استفاده به مدت ۲۴ ساعت در اسیدنیتریک رقیق (۱۰ درصد) قرار گرفتند و پس از آن با آب مقطر کاملاً شسته شدند. برای هضم شیمیایی نمونه‌ها برای این منظور ۱ گرم وزن خشک از هر نمونه داخل بشر

فلزات سنگین در ماهی (میکروگرم بر گرم یا میلی گرم بر کیلوگرم) (۳۰).

**تجزیه آماری:** تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. ابتدا طبیعی بودن داده‌ها به دست آمده با آزمون کلموگراف-اسمیرنوف بررسی شد. پس از آن نتایج به دست آمده به کمک آزمون One Sample t-test با معیارهای استاندارد ملی و بین‌المللی پیشنهاد شده، مقایسه شدند سطح معنادار بودن نیز  $p < 0/05$  در نظر گرفته شد.

**حدمجاز مصرف روزانه ماهی:** مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی باتوجه به میزان فلزات سنگین اندازه-گیری شده در بخش خوراکی آن (عضله) از طریق فرمول زیر که از سوی USEPA پیشنهاد شده است محاسبه گردید:  $CR_{lim} = (RFD \times BW) / CM$  که در این فرمول،  $CR_{lim}$ : حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (کیلوگرم یا گرم در روز)، RFD: دوز مرجع میلی گرم بر کیلوگرم در روز است (۳۰). BW: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ) و CM: میزان



شکل ۱- محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

## نتایج

که میانگین میزان کادمیوم، نیکل، کروم، سرب و روی مذکور به ترتیب ۲/۰۸۷، ۰/۰۲۰، ۳۹/۹۵، ۲/۴۱ و ۳۴/۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک است که قابل مقایسه با مقادیر حدمجاز این فلزات در عضله ماهیان است (جدول ۲).

همان گونه که از جدول ۱ مشخص است گونه ماهی کپور معمولی میانگین طول و وزن ۳۵/۸۰۵ سانتی متر و ۰/۷۰۹ کیلوگرم را به خود اختصاص داده است. نتایج حاصل از فلزات سنگین در نمونه‌های عضله ماهی کپور معمولی در منطقه مورد مطالعه نشان داد



شده با استانداردهای MAFF, FDA, FAO, WHO  
بالاتر مشاهده شد، همچنین بین غلظت روی و کروم  
نیز در بافت نمونه‌های اندازه‌گیری شده با  
استانداردهای جهانی، کمتر نشان می‌دهند (نمودارهای  
۱ تا ۵).

همچنین میزان HQ در فلز کادمیوم، نیکل، سرب،  
کروم و روی به ترتیب در جدول ۳ بدست آمد.  
مقایسه غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در عضله ماهی  
مورد مطالعه با استانداردهای جهانی، نتایج نشان داد  
که بین غلظت کادمیوم، نیکل و سرب اندازه‌گیری

جدول ۱- نتایج زیست‌سنجی کپور معمولی مورد مطالعه

گونه ماهی	شاخص	طول کل (cm)	وزن کل (Kg)
کپور معمولی ( <i>Cyprinus carpio</i> )	حداقل	۲۷	۰/۳۷۰
	حداکثر	۴۲/۱	۱/۱۰۰
	میانگین	۳۵/۸۰۵	۰/۷۰۹

جدول ۲- مقایسه مقادیر مجاز فلزات سنگین در عضله کپور معمولی برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک

فلزات سنگین	انحراف معیار	میانگین غلظت فلزات	WHO (۲۴)	MAFF (۲۱)	FDA (۱۶)	FAO (۱۵)
Cd	۰/۶۶۴	۲/۰۸۷	۰/۲	۰/۲	۱	۰/۱
Cr	۰/۰۱	۰/۰۲۰	۰/۲	-	-	۰/۱
Zn	۱۴/۱۹	۳۹/۹۵	۱۰۰	۵۰	۴۰	۵۰
Ni	۰/۷۳	۲/۴۱	۰/۳	-	۱	۰/۵
Pb	۱۰/۰۵	۳۴/۵	۰/۵	۲	۱	۰/۵

- تخمین زده نشده است.

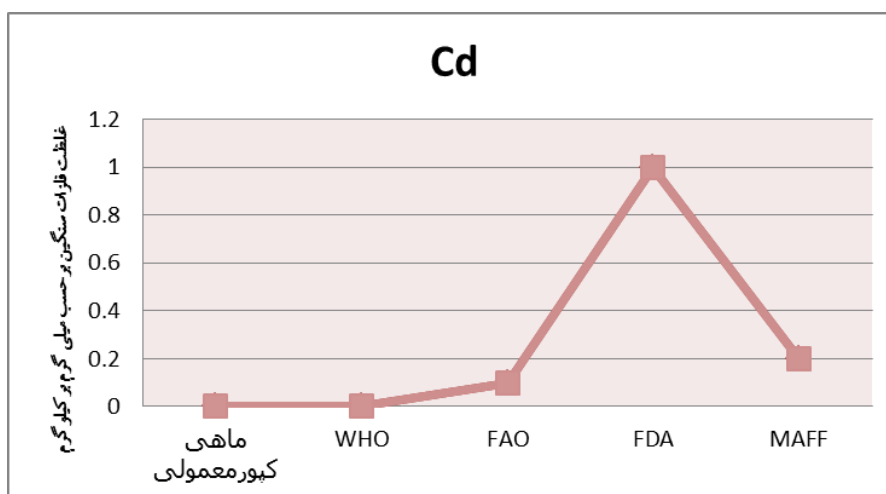
جدول ۳- نتایج ارزیابی ریسک مواجهه (HQ) مصرف کپور معمولی مورد مطالعه در بین ساکنین شهر دزفول

فلزات سنگین	Pb	Cd	Ni	Cr	Zn
کپور معمولی	۵/۲ E-۰۲	۶/۷ E-۰۲	۶/۳ E-۰۳	۱/۳ E-۰۴	۷/۱ E-۰
دوز مرجع (RfD) (۳۰)	۱/۱ E-۰۲	۱/۰ E-۰۳	۵/۰ E-۰۲	۳/۰ E-۰۳	۳/۰ e-۰۱

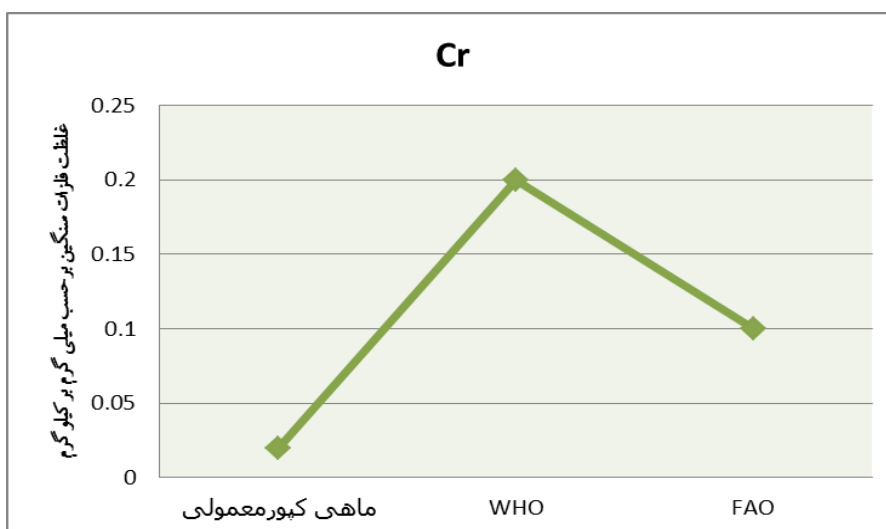


جدول ۴- مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت عضلانی ماهیان در منطقه مورد مطالعه و نقاط مختلف دنیا

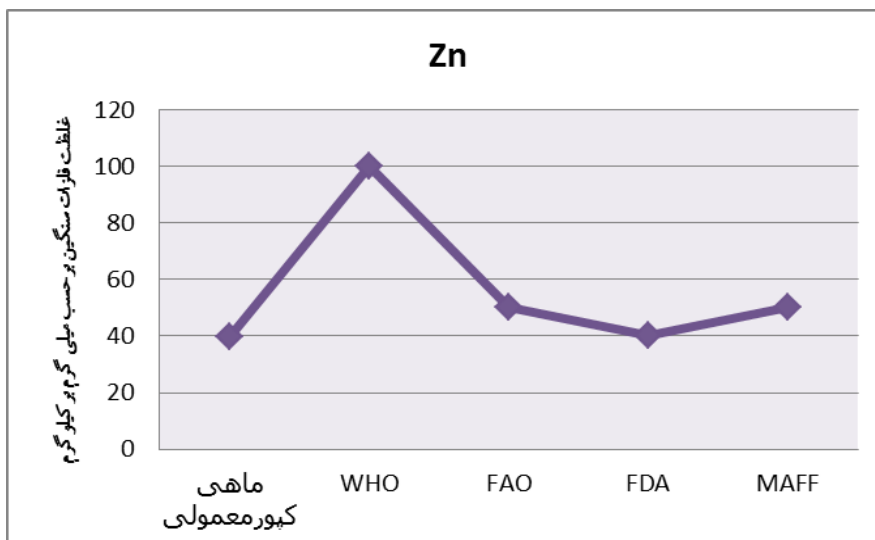
منابع	Cd	Zn	Cr	Pb	Ni	منطقه جغرافیایی	گونه مورد مطالعه
(۱۶)	۵/۰۸	-	-	۱۶/۹	-	Man-made of Zemorzy Reservoir (Poland)	<i>Aramisbram</i>
(۲۹)		۷۳/۸۱				Southern Atlantic Piro of Spina	<i>Cipirncar</i>
(۲۰)	-	۹/۷۲	-	-	-	Ataturk Dam Lake Turkey	<i>Cipirus carpio</i>
(۱۵)		۴۴/۱		۰/۰۱		سواحل دریای خزر	<i>Cipirus carpio</i>
-	۲/۰۸۷	۳۹/۹۵	۰/۰۲۰	۳۴/۵	۲/۴۱	منطقه مورد مطالعه	<i>Cyprinus carpio</i>



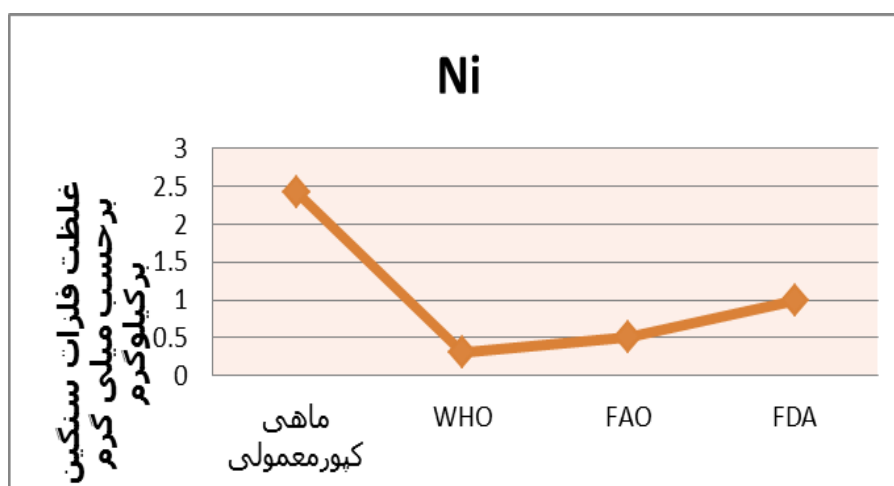
نمودار ۱- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی



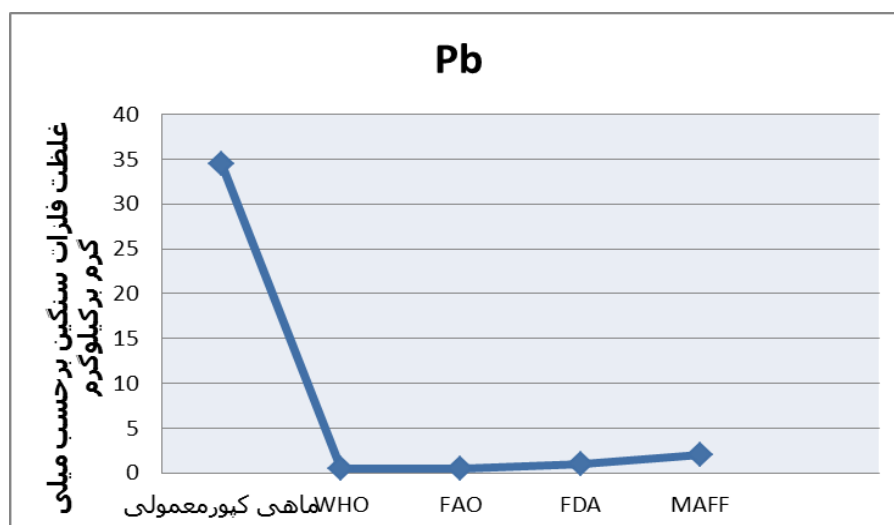
نمودار ۲- مقایسه میانگین غلظت کروم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی



نمودار ۳- مقایسه میانگین غلظت روی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی



نمودار ۴- مقایسه میانگین غلظت نیکل در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی.



نمودار ۵- مقایسه میانگین غلظت سرب در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی.



## بحث

میزان فلزات کادمیوم و سرب در عضله ماهی کپور در مطالعه کشور هلند در مقایسه با عضلات ماهی کپور در منطقه مورد مطالعه کمتر مشاهده شد.

بنابراین نتایج تحقیق کنونی با استانداردهای مجاز تعیین شده فلزات سنگین سازمان بهداشت جهانی، سازمان خوار و بار کشاورزی و شیلات و مواد غذایی انگلستان در جدول ۴ مقایسه شده است.

این مقایسه نشان داد که مقادیر فلزات کروم و روی (۰/۰۲۰ و ۳۹/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در عضله ماهی کپور شهر دزفول ناچیز بوده و پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای مجاز بود. میانگین غلظت فلزات کادمیوم، نیکل و سرب (۲/۰۸۷، ۲/۴۱ و ۳۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در این تحقیق بیش از حد مجاز مشاهده گردید.

Evans و همکاران گزارش کردند که ماهیان با رژیم غذایی مختلف، تفاوت آشکاری را در میزان تجمع آلاینده‌ها نشان می‌دهند که دلیل آن را می‌توان در متغیرهای بیولوژیکی، پارامترهای محیطی، فیزیولوژی و زیستگاه ماهی جستجو نمود، علاوه بر این ماهیان مختلف در محیط آبی مشابه میزان تجمع فلزات آنها متفاوت می‌باشد که این اختلافات را می‌توان در زندگی و زیستگاه آنها جستجو کرد (۱۷).

نتایج بدست آمده مطالعه حاضر نشان داد که میزان فلزات سنگین موجود در بافت ماهی کپور معمولی به طور معنادار بیشتر از حداکثر مقدار مجاز بر اساس استانداردها است. طبق نتایج حاصل از میانگین غلظت فلزات سنگین در مقایسه با استانداردها بیشتر از حداکثر مقدار مجاز بوده است خطری جدی محسوب شود. بنابراین با توجه به خطرهای احتمالی ناشی از آلودگی و سمیت فوق العاده فلزات سنگین به خصوص برای زنان باردار و کودکان که تهدید مهمی به شمار می‌رود، نیازمند نظارت بیشتری است.

به دلیل تاثیرهای متعدد و مضر فلزات سنگین بر سلامتی مصرف کننده، مطالعاتی کمی درخصوص آنها صورت گرفته است. تحقیقات نشان داده که مصرف آبزیان، یکی از عمده‌ترین مسیرهای ورود این عناصر خطرناک به بدن انسان هاست. همانطور که از نتایج حاصل از پژوهش حاضر مشهود است، مقدار این عناصر در ماهی کپور معمولی به شدت بالاست که این وضعیت با توجه جایگاه زیست ماهی کپور (نزدیک بستر) و از آنجایی که رسوبات مهم‌ترین پذیرنده فلزهای سنگین در منابع آبی هستند (به جز تفاوت‌های فیزیولوژیک) قابل توجیه است.

در پژوهش حاضر از ماهیان با اندازه‌های به نسبت یکسان که مصرف خوراکی دارند (اوزان بازاری) و بیشتر در بازچه کشاورزی یافت می‌شوند و ارتباط بین عوامل رشد با تجمع فلزات سنگین در ماهی کپور معمولی مورد توجه قرار گرفت. نتیجه به دست آمده از میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، کروم، روی، سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) که با استانداردهای اعلام شده به وسیله FAO, FDA و WHO که در جدول ۲ مقایسه شدند.

مقایسه غلظت عناصر فلزات در خانواده کپورماهیان در مناطق مختلف جغرافیایی در جدول ۴ درج شده است. با توجه به این جدول میزان فلز نیکل در عضله ماهی کپور در منطقه سواحل دریای خزر در مقایسه با عضله ماهی در منطقه مورد مطالعه بیشتر مشاهده شده است.

میزان فلز سرب در عضله ماهی کپور در منطقه سواحل دریای خزر در مقایسه نسبت به گونه کپور ماهی در منطقه مورد مطالعه بسیار ناچیز است. میزان فلز روی در عضله ماهی کپور در منطقه دریاچه سد اتاتورک ترکیه ناچیز در مقایسه با غلظت ماهی در منطقه مورد مطالعه است.



۳. بهادری، گ.، قطب‌الدین، ن.، ۱۳۹۵. سنجش غلظت فلزات سنگین (Pb, Zn, Cd, Ni) در عضله و هپاتوپانکراس میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) در شمال غرب خلیج فارس. فصلنامه محیط زیست جانوری، سال هشتم، شماره ۳، صفحات ۱۶۶-۱۵۹.

۴. چراغی، م.، اسپرغم، ا.، نوریانی، م.، ۱۳۹۰. ارزیابی ریسک کادمیوم ناشی از مصرف ماهی شیربت رودخانه اروند. اکوبیولوژی تالاب، سال چهارم، شماره، صفحات ۴۹-۴۲.

۵. داداللهی، س.، نبوی، ع.، خیرور، ن.، ۱۳۸۷. ارتباط برخی مشخصات زیست‌سنجی باتجمع فلزات سنگین دریافت عضله و آبشش ماهی شیربت رودخانه اروند رود، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۱۷، صفحات ۳۴-۲۷.

۶. رجایی، ق.، پورخباز، ع.، حصاری مطلق، س.، ۱۳۹۱. ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین منابع آب زیر زمینی دشت علی آباد کتول. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، دوره ۴، شماره ۲، صفحات ۱۶۵-۱۵۵.

۷. سلگی، ع.، خاتونی، ص.، ۱۳۹۴. سطوح برخی از فلزات سنگین در تالاب زریوار توسط پایش ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۱۱۸-۱۰۹.

۸. سبزه‌لizada، س.، ۱۳۷۶. گزارش نهایی بررسی آلودگی فلزات سنگین در خوریات ماهشهر، مرکز تحقیقات شیلات خوزستان، صفحات ۶۹-۶۰.

۹. طراوتی، س.، ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، ۱۳۹۱. بررسی و مقایسه غلظت فلزکادمیوم در اندام‌های مختلف ماهی بنی وحشی تالاب شادگان (مجتمع پرورش ماهی آزادگان). فصلنامه اکوبیولوژی تالاب، سال سوم، شماره ۱۱، صفحات ۱۲-۱.

۱۰. فرهنگ، ف.، ۱۳۹۴. ارزیابی میزان آلودگی فلزات جیوه، کروم و نیکل موجود در منابع آب زیرزمینی جهت آبرزی پروری (مطالعه موردی منطقه لوسان - استان تهران).

از طرفی دیگر HQ در بافت عضله ماهی کپور معمولی شهر دزفول در فلزهای کادمیوم و سرب بالاتر بوده و قابل ذکر است که اگر نتیجه حاصل بیشتر از یک باشد (به بیان دیگر میزان جذب روزانه بیشتر از دوز مرجع)، نشان‌دهنده آن است که مصرف آبرزی اثر حاد مضر بر روی سلامتی انسان دارد.

طبق داده‌های بدست آمده میزان فلز سنگین در ماهیان کپور معمولی به نسبت بالاست که نشان‌دهنده‌ی میزان بالای فلزات در رودخانه در شهر دزفول است.

در نتیجه لازم است با ایجاد و نظارت بر اعمال استانداردهای زیست محیطی، از ورود آلاینده‌های منتشر به پساب صنایع و خانگی به محیط‌های آبی بدون تصفیه اولیه جلوگیری کرد.

### نتیجه‌گیری

طبق داده‌های بدست آمده میزان فلز سنگین در ماهیان کپور معمولی به نسبت بالاست که نشان‌دهنده‌ی میزان بالای فلزات در رودخانه در شهر دزفول است.

در نتیجه لازم است با ایجاد و نظارت بر اعمال استانداردهای محیط زیستی، از ورود آلاینده‌های منتشر پساب صنایع و خانگی به محیط‌های آبی بدون تصفیه اولیه جلوگیری کرد.

### منابع

۱. ابراهیم سیریزی، ز.، ساکی زاده، م.، اسماعیلی ساری، ع.، بهرامی فر، ن.، قاسم‌پوری، م.، عباسی، ک.، ۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس، روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۲۲، شماره ۸۷، صفحات ۶۳-۵۷.

۲. الصاق، ا.، ۱۳۸۹. تعیین برخی فلزات سنگین در عضلات ماهی سفید و کپور معمولی جنوب مرکزی دریای خزر. نشریه دامپزشکی، سال ۲۵، شماره ۲، صفحات ۷۹-۶۹.



19. JECFA Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2000. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. *WHO Food Additives Series*, 44(7): 273-312.
20. Karadede H, Unlu E, 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*, 41(9): 1371-1376.
21. Nasrollahzadeh Saravi H., Pourgholam R., Pourang N., Rezaei M., Makhloogh A., Unesipour H., 2010. Heavy Metal Concentrations in Edible Tissue of *Cyprinus Carpio* and Its Target Hazard Quotients in the Southern Iranian Caspian Sea Coast. *Journal of Mazandaran*, 23(103): 34-45.
22. Negri A.P., 2001. Inhibition of coral fertilization and larval metamorphosis by tributyltin and copper. *Journal of Marine Environmental Research*, 51(1): 17-27.
23. Sparks R.E., Cairns J., Health A.G., 1972. The use of bluegill breathing rates to detect Zinc. *Waters*, 6(2): 895-911.
24. Staniskiene B., Matusevicius P., Budreckiene R., Skibniewska K.A., 2006. Distribution of Heavy Metals in Tissues of Freshwater Fish in Lithuania. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(4): 585-591.
25. Teodorovic I., Djukic N., Maletin S., Miljanovic B., Jugovac N., 2000. Metal pollution index: proposal for fresh water monitoring based on trace metal accumulation in fish. *Tiscia*, 32(4): 55-60.
26. Vinodhini R., Naryana M., 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus* International *Journal of Environmental Science Technology*, 5(6): 79-182.
27. Veerasingam S., Raja P., Venkatachalapathy R., Mohan R., Sutharsan P., 2010. Distribution of petroleum hydrocarbon concentration in coastal sediment along Tamilnadu Coast, FSNامه محیط زیست جانوری، دوره ۷ شماره ۲، صفحات ۲۳۳-۲۴۱.
۱۱. عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. ماهیان آبهای داخلی ایران، انتشارات نقش مانا، صفحات ۲۹-۲۰.
۱۲. محمدی، ن.، ۱۳۸۷. بررسی تاثیر پساب صنایع غذایی مستقر در شهرستان دزفول در آب مصارف کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان، شماره ۸۷، صفحات ۲۵-۲۲.
۱۳. ملکوتیان، م.، گورابی، م.، دانش پزوه، م.، امیرطاهری، م.، ۱۳۹۱. بررسی میزان سرب، کادمیوم، نیکل و روی در ماهی های کنسرو شده جنوب ایران مجله پزشکی هرمزگان، سال شانزدهم، شماره ششم، صفحات ۴۵۱-۴۴۵.
۱۴. نشاط، ع.، ضاریان، ا.، شهریار، ع.، شهرکی، م.، عباسزاده بزی، م.، ۱۳۸۴. بررسی غلظت فلزات سنگین در ماهی های مصرفی شهر زابل، یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، صفحات ۱۰-۱.
15. Canbek M., Demir T.A., Uyanoglu M., Bayramoglu G., Emiroglu O., Arslan N., Koyuncu O., 2007. Preliminary assessment of heavy metals in water and some Cyprinidae species from the Porsuk River, Turkey. *Journal of Applied Biology and Science*, 1(4): 91-95.
16. Dobrowolski R., Skowronska M., 2006. The study of trace metal levels in select environmental components of the Zemborzyce reservoir. *Journal of Environmental Studies*, 15(4): 537-542.
17. Evans M.S., Lockhart W.L., Doetzel L., Low G., Muir D., Kidd K., 2005. Elevated mercury concentration in fish in lakes in the Mackenzie River basin: The role of physical, chemical and biological factors. *Science of Total Environment*, 11(3): 479-500.
18. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. Statistical databases. Available from: <http://faostat.fao.org>. Accessed 2007.



Commercial Fish Species from Iranian Coastal water of the Caspian Sea. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(7): 1285-1288.

30. Hosseini Alhashemi A., Sekhavatjou M.S., Hassanzadeh Kiabi B., Karbassi. A.R., 2012. Bioaccumulation of trace elements in water, sediment, and six fish species from a freshwater wetland, Iran. *Microchemical Journal*, 104: 1-6.

India. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 5(12): 5-8.

28. WHO., 1996. Health criteria other supporting information. In: *Guidelines for Drinking Water Quality*, pp: 31-388.

29. Zeynali F., Tajik H., Asri R.S, Meshkini S., Fallah A., Rahnama M., 2009. Determination of Copper, Zinc and Iron levels in Edible Muscel of three

