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

مهدی سالمی[1*]، اعظم‌السادات حسینی الهاشمی[2]

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 دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۳۰

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. درپژوهش 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 ومورد تجزیه قرارگرفتند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت (کادمیوم، کروم، نیکل، روی و سرب به ترتیب (۲/۰۸، ۰/۰۲، ۱/٤۱، ۳۹/۹۵، ۳٤/۵ میلی‌گرم برکیلوگرم وزن خشک) است که این میزان فلز کادمیوم، نیکل،سرب بالاتر از حد استاندارد اعلام شده از سوی FAO، MAFF، FDA و WHO است اما فلز کروم و روی پایین‌تر از حد استاندارد سازمان‌های بین‌المللی است و شاخص ریسک (HQ) در فلزات کادمیوم و سرب بالاتراز یک بوده و بقیه فلزات پایین ترازیک بوده که براین اساس مصرف ماهی کپور معمولی این منطقه خطر جدی برای مصرف کنندگان از نظر میزان فلزات سنگین در پی خواهد داشت.

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

مقدمه

اکوسیستم‌های آبی پیوسته مواجه با مشکلات ناشی از آلاینده‌های هستند که از منابع مختلف مانند فاضلاب-های 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 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 دریک 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

دریافت‌کننده نهایی این فلزات هستند. آلاینده‌هایی که درآب 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 مضری 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 می آید، 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 می نماید 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 ایفامی نماید و کمبود آن حدود دو میلیارد از جمعیت درحال 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 می شود (٦).

رودخانه‌های آب شیرین محلی برای تخلیه عناصر سنگین می‌باشند و فاضلاب‌های حاوی عناصر سنگین به طوروسیع در رودخانه‌های استان خوزستان تخلیه می‌شوند (۵).

ماهی یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین گروه‌های مهره-دارن در اکوسیستم های آبی محسوب می‌شوند. ماهی در محل زیست خود توانایی گریز از این مضرات مخرب آلودگی را نداشته وسبب آلودگی زنجیره غذایی نیز می‌شود (٢٦).

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 گونه-هایی است که مطلوبیت آن از نظر ارزش اقتصادی، تغذیه و شیلات نسبتاً کم می‌باشد (۵).

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

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 مقدمه‌ای به منظور تحقیقات بعدی خواهد بود.

مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه : در این تحقیق شهر دزفول می-باشد، این شهر با مساحتی۴۷۰۰ کیلومترمربع با مختصات ٤٨ درجه و۲۰ دقیقه طول جغرافیایی و۳۲ 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) دربافت عضله ماهی کپور معمولی این شهر، تعداد۲۰۰ نمونه از این گونه به صورت کاملا 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 فریز، حدود ۲۰ گرم از بافت عضله هر ماهی جدا شد و پس از توزین، به مدت ۲٦ ساعت در دستگاه فریز درایر قرار گرفت تا کاملاً خشک گردید.

پس از خشک شدن، سپس نمونه‌ها با استفاده از هاون چینی کاملا نرم و یک دست شدند. به منظوربه حداقل رساندن خطا، قبل از شروع به کارتمامی ظروف مورد استفاده به مدت ٢٤ ساعت در اسیدنتریک رقیق (۱۰ درصد) قرارگرفتند 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 ریخته و سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ به آن اضافه گردید، سپس نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در دمای محیط آزمایشگاه قرارگرفتند. 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 ٤٢ صاف شدند و با اسیدنیتریک ٤ درصد به حجم رسیدند و تا زمان اندازه گیری 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 (٤):

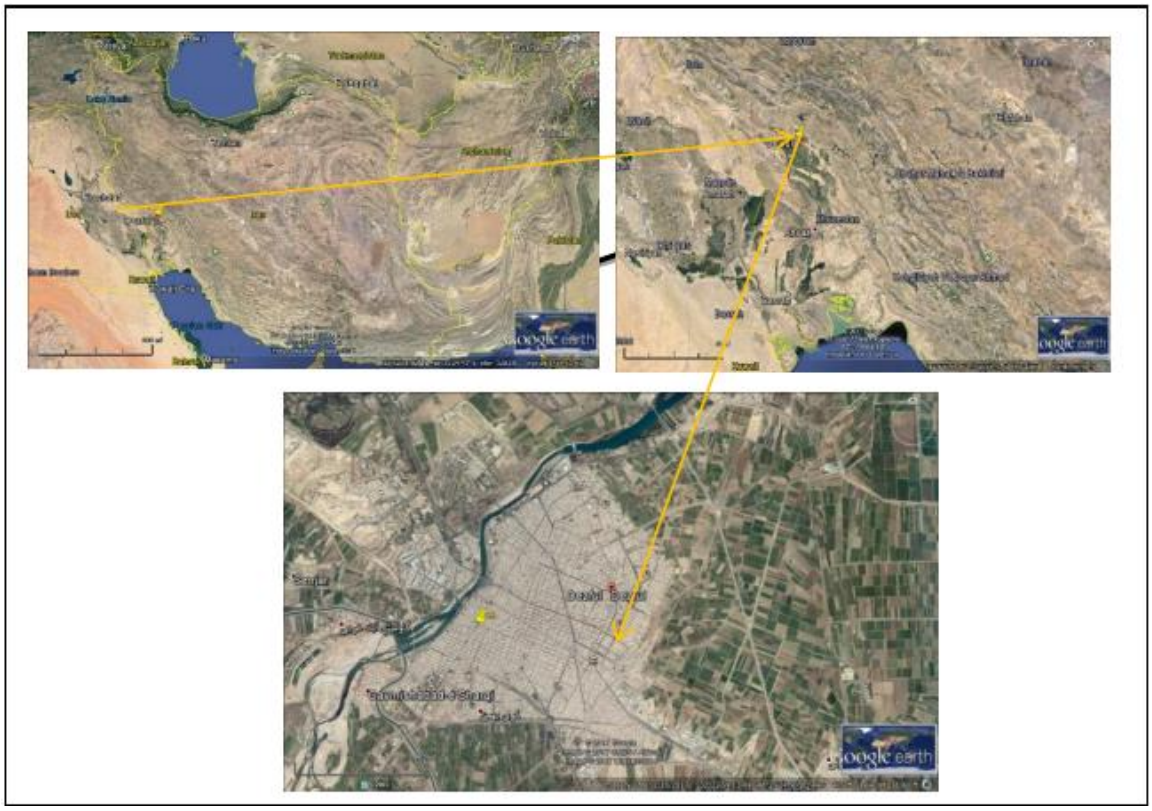
$DI = Cm \times IR/BW$ که در این فرمول، DI: میزان جذب فلز سنگین در بدن در روز از طریق مصرف ماهی (میکروگرم بر گرم)، Cm: میزان فلزات سنگین در ماهی (میکروگرم بر گرم)، IR: میزان مصرف ماهی در منطقه مورد مطالعه (گرم در روز) و Bw: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ) می‌باشد.

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 (٤).

مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی حد مجاز مصرف روزانه ماهی با توجه به میزان کادمیوم و نیکل اندازه گیری شده در بخش خوراکی آن (عضله) از طریق فرمول زیر که توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) پیشنهاد شده محاسبه گردید (٤).

حدمجاز مصرف روزانه ماهی: مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی باتوجه به میزان فلزات سنگین اندازه-گیری شده در بخش خوراکی ان (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 میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز است (۳۰). BW: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فردبالغ) و CM: میزان فلزات سنگین در ماهی (میکروگرم برگرم یا میلی‌گرم بر کیلوگرم) (۳۰).

تجزیه آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده ازنرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. ابتدا طبیعی بودن داده‌ها به دست آمده با آزمون کلموگراف–اسمیرنوف بررسی شد. پس ازآن نتایج به دست آمده به کمک آزمون One Sample t-test با معیارهای استاندار ملی و بین‌المللی پیشنهاد شده، مقایسه شدندسطح معناداربودن نیز $p <$ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.



شکل ۱- محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

نتایج

همان گونه که از جدول ۱ مشخص است گونه ماهی کپورمعمولی میانگین طول و وزن۳۵/۸۰۵ سانتی‌متر 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 که میانگین میزان کادمیوم، نیکل، کروم، سرب و روی مذکور به ترتیب ۲/۰۸۷، ۰/۰۲۰، ۳۹/۹۵، ۲/٤۱ و ۳٤/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک است که قابل مقایسه با مقادیر حدمجاز این فلزات در عضله ماهیان است (جدول ۲).

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 شده با استانداردهای WHO، FAO، FDA، MAFF 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).

جدول ۱- نتایج زیست‌سنجی کپور معمولی مورد مطالعه

گونه ماهی	شاخص	طول کل (cm)	وزن کل(Kg)
کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)	حداقل	۲۷	۰/۳۷۰
	حداکثر	٤۲/۱	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 (۲٤)	MAFF (۲۱)	FDA (۱٦)	FAO (۱۵)
Cd	۰/٦٦٤	۲/۰۸۷	۰/۲	۰/۲	۱	۰/۱
Cr	۰/۰۱	۰/۰۲۰	۰/۲	–	-	۰/۱
Zn	۱٤/۱۹	۳۹/۹۵	۱۰۰	۵۰	٤۰	۵۰
Ni	۰/۷۳	۲/٤۱	۰/۳	-	۱	۰/۵
Pb	۱۰/۰۵	۳٤/۵	۰/۵	۲	۱	۰/۵

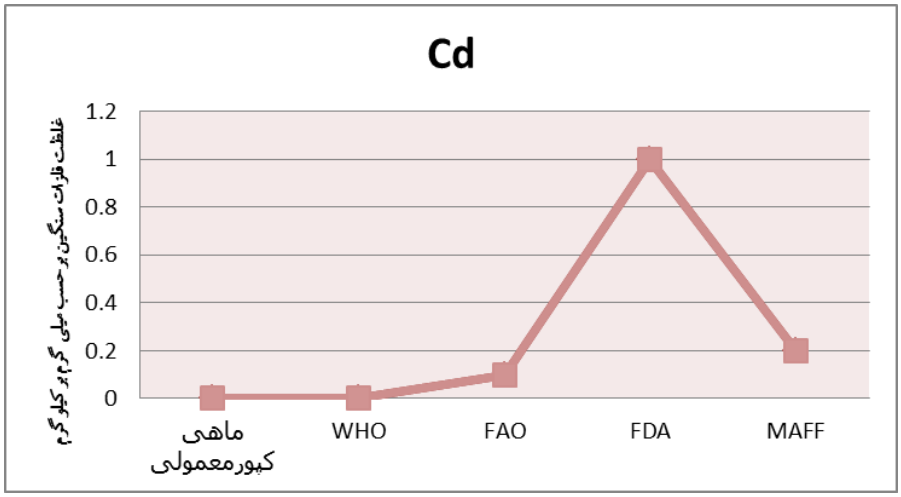
– تخمین زده نشده است.

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

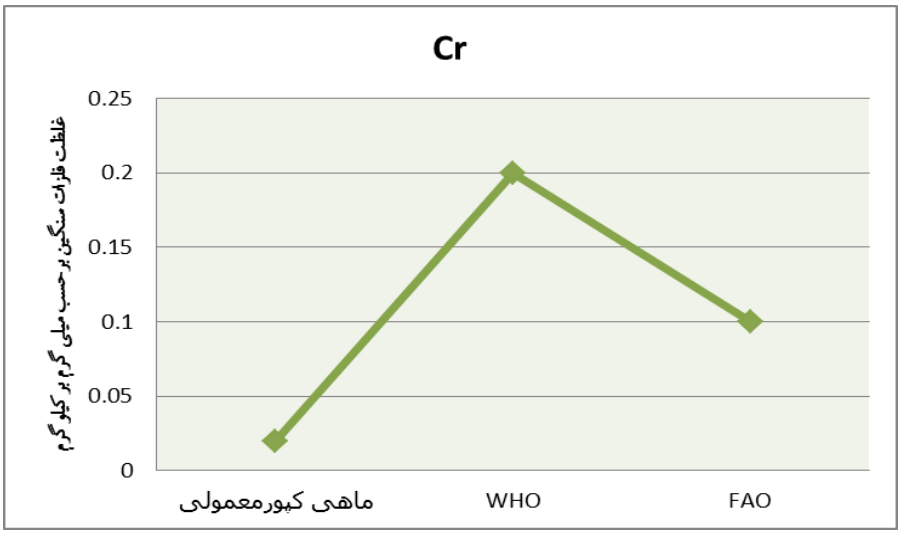
فلزات سنگین	Pb	Cd	Ni	Cr	Zn
کپور معمولی	۵/۲ E-۰۲	٦/۷ E-۰۲	٦/۳ E-۰۳	۱/۳ E-۰٤	۷/۱ E-۰
دوز مرجع (RfD) (۳۰)	۱/۱ E-۰۲	۱/۰ E-۰۳	۵/۰ E-۰2	۳/۰ E-۰۳	۳/۰ e-۰۱

جدول ٤- مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت عضلانی ماهیان درمنطقه مورد مطالعه و نقاط مختلف دنیا

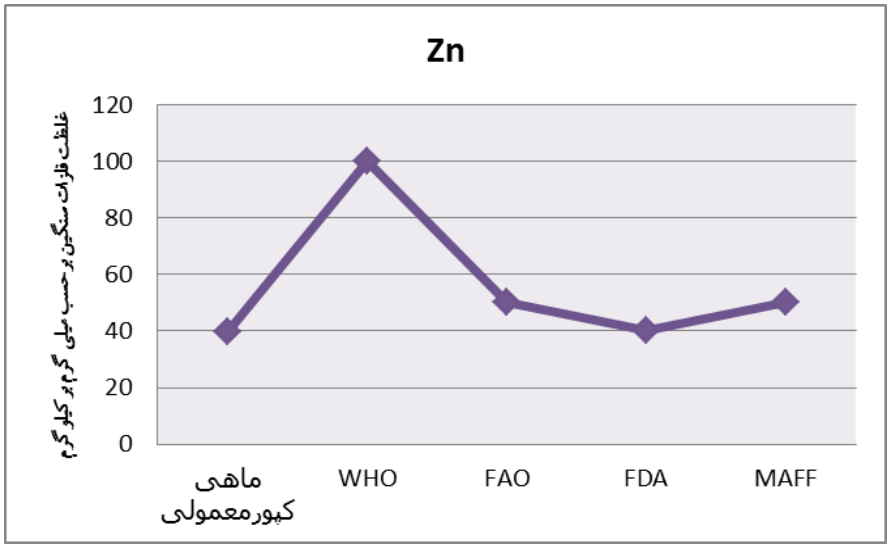
گونه مورد مطالعه	منطقه جغرافیایی	Ni	Pb	Cr	Zn	Cd	منابع
Aramisbram	Man-made of Zemorzy Reservoir (Poland)	–	١٦/٩	–	–	٥/٠٨	(١٦)
Cipirncar	Southern Atlantic Piro of Spina				٧٣/٨١		(٢٩)
Cipirus carpio	Ataturk Dam Lake Turkey	–	–	–	٩/٧٢	–	(٢٠)
Cipirus carpio	سواحل دریای خزر		٠/٠١		٤٤/١		(١٥)
Cyprinus carpio	منطقه مورد مطالعه	٢/٤١	٣٤/٥	٠/٠٢٠	٣٩/٩٥	٢/٠٨٧	–



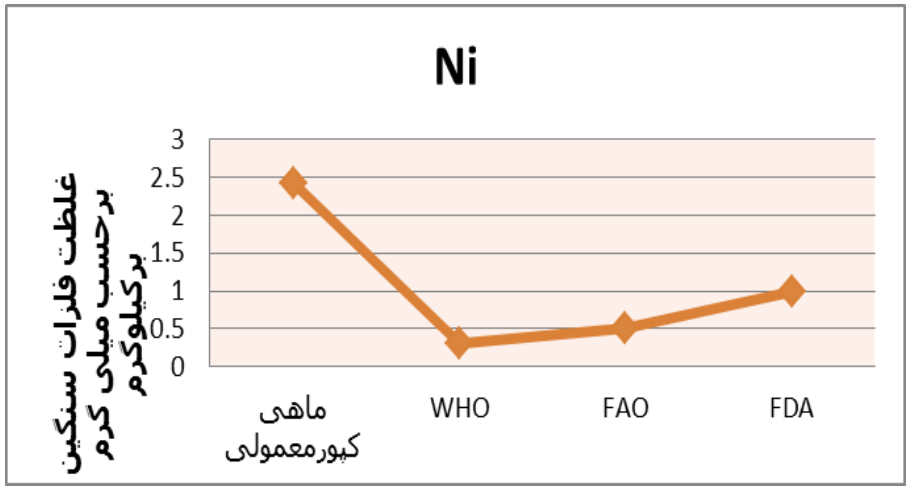
نمودار ١- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم درماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی



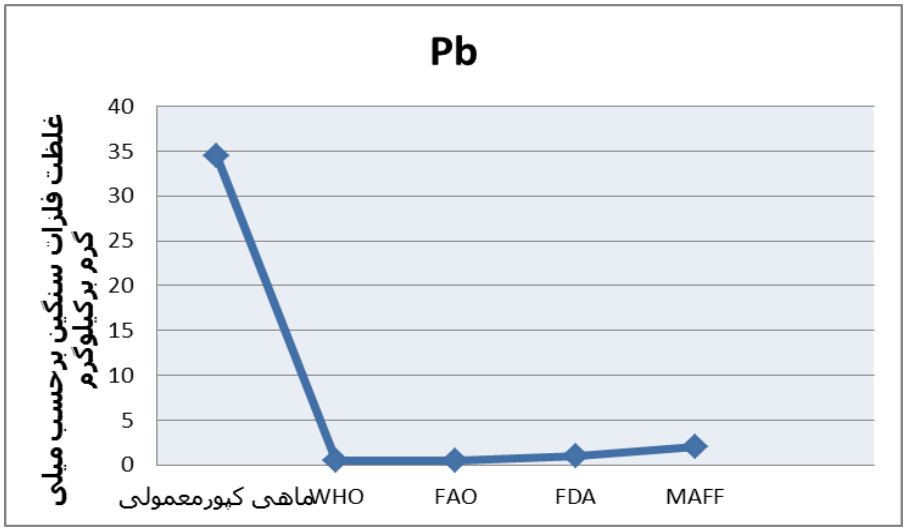
نمودار٢- مقایسه میانگین غلظت کروم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی



نمودار۳- مقایسه میانگین غلظت روی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی



نمودار٤- مقایسه میانگین غلظت نیکل در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی.



نمودار۵- مقایسه میانگین غلظت سرب در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شهر دزفول با استانداردهای بین‌المللی.

بحث

به دلیل تاثیرهای متعدد و مضر فلزات سنگین برسلامتی 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 بازاچه کشاورز یافت می‌شوند و ارتباط بین عوامل رشد با تجمع فلزات سنگین در ماهی کپور معمولی مورد توجه قرارگرفت. 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 FDA، FAO و WHO که در جدول ۲ مقایسه شدند.

مقایسه غلظت عناصر فلزات درخانواده کپورماهیان در مناطق مختلف جغرافیایی در جدول ٤ 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 بیشترمشاهده 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 باغلظت ماهی در منطقه مورد مطالعه است.

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 ٤ 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، ۲/٤۱ و ۳٤/۵ میلی-گرم 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 استاندارها 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 شمارمی رود، نیازمند نظارت بیشتری است.

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 آبزی اثر حاد مضری 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 نشان دهنده ی 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 وخانگی 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 وارزیابی 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.

۳. بهادری،گ.، قطب‌الدین، ن.، ۱۳۹۵. سنجش غلظت فلزات سنگین (Pb, Zn, Cd, Ni) در عضله و هپاتوپانکرانس میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) در شمال غرب خلیج فارس. فصنامه محیط زیست جانوری، سال هشتم، شماره۳، صفحات ۱۶۶-۱۵۹.

٤. چراغی، م.، اسپرغم، ا.، نوریائی، م.، ۱۳۹۰. ارزیابی ریسک کادمیوم ناشی ازمصرف ماهی شیربت رودخانه اروند. اکوبیولوژی تالاب، سال چهارم، شماره، صفحات ٤۹-٤۲.

۵. داداالهی، س.، نبوی، ع.، خیرور، ن.، ۱۳۸۷.ارتباط برخی مشخصات زیست سنجی باتجمع فلزات سنگین دربافت عضله وابشش ماهی شیربت رودخانه اروند رود، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۱۷، صفحات ۳٤-۲۷.

٦. 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 ٤، شماره ۲، صفحات ۱٦۵-۱۵۵.

۷. سلگی، ع.، خاتونی، ص.، ۱۳۹٤. سطوح برخی از فلزات سنگین در تالاب زریوار توسط پایش ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). فصنامه محیط زیست جانوری. دوره ۷ ،شماره۳، صفحات ۱۱۸-۱۰۹.

۸. سبزعلیزاده، س.، ۱۳۷٦. گزارش نهایی بررسی آلودگی فلزات سنگین در خوریات ماهشهر، مرکز تحقیقات شیلات خوزستان، صفحات ٦۹-٦۰.

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). فصنامه اکوبیولوژی تالاب، سال سوم، شماره ۱۱، صفحات ۱۲-۱.

۱۰. فرهمند، ف.، ۱۳۹٤. ارزیابی میزان آلودگی فلزات جیوه، کروم و نیکل موجود در منابع آب زیرزمینی جهت آبزی پروری (مطالعه موردی منطقه لواسان –استان تهران.

فصنامه محیط زیست جانوری، دوره ۷ شماره ۲، صفحات ۲۴۱-۲۳۳.

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، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان، شماره ۸۷، صفحات ۲۵-۲۲.

۱۳. ملکوتیان، م.، گورابی، م.، دانش‌پژوه، م.، امیرطاهری، م.، ۱۳۹۱. بررسی میزان سرب، کادمیوم، نیکل وروی در ماهی‌های کنسرو شده جنوب ایران مجله پزشکی هرمزگان، سال شانزدهم، شماره ششم، صفحات ٤٥١-٤٤٥.

١٤..نشاط، ع.، ضاربان، ا.، شهریاری ،ع.، شهرکی، م.، عباس‌زاده بزی، م.، ١٣٨٤. بررسی غلظت فلزات سنگین در ماهی‌های 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.

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., Makhlough A., Unesipour H., 2010. Heavy Metal Concentrat ions 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 Environmantal 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 accumukation in fish. *Tiscia*, 32(4): 55-60.

26. Vinodhini R., Naryana M., 2008. Bioaccumulation of heavy metals in orgas 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,

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 Coper, Zinc and Iron levels in Edible Muscel of three